



MANUAL DE PRODUCCIÓN

CONSTRUCCIÓN DE INVERNADERO DE BAJO COSTO



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

ACCESO

USAID-Acceso
Noviembre 2011

MANUAL DE PRODUCCION

CONSTRUCCION DE INVERNADEROS

Noviembre 2011

**MELVIN MEDINA
RICARDO LARDIZABAL**

El Acceso es un programa USAID con fondos provenientes de los Estados Unidos de América. Acceso es implementado por Fintrac Inc., la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, la Escuela Agrícola Panamericana, Funder, CARE y Aldea Global.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo brindado por la oficina de USAID, bajo los términos del contrato entre USAID y Fintrac Inc. Las opiniones aquí expresadas corresponden a los autores de las mismas y no necesariamente reflejan la opinión de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos.

Nota: La mención de compañías y plaguicidas y el uso de nombres de marca en esta publicación son para referencia únicamente y no implica el apoyo o preferencia al producto mencionado o la crítica a otros productos debidamente marcados que no se encuentren listados. Referirse a las etiquetas de los productos de pesticidas con respecto a restricciones, equipo de protección personal, reingreso, días a cosecha y otras instrucciones para la aplicación de los mismos. También se recomienda hacer consultas sobre los pesticidas, incluyendo regulaciones y legislación local y del país destino, uso, registro, restricciones, y niveles máximos de residuos (MRLs).

USAID-Acceso, Oficinas de la FHIA, La Lima, Cortes, Honduras

Tel: (504) 501.0375

acceso@fintrac.com

www.usaid-acceso.org www.fintrac.com

CONTENIDO

Contents

1. INTRODUCCIÓN	3
2. REQUERIMIENTOS DEL SITIO.....	3
2.1 Terreno	3
2.2 Viento.....	3
2.3 Luminosidad.....	5
2.4 Altura sobre el nivel del mar (msnm)	6
2.5 Agua.....	7
2.6 Acceso	8
3. DISEÑOS	8
3.1 Invernadero de dos aguas con ventana cenital	8
3.2 Invernadero de un agua con o sin ventana cenital	8
4. DIMENSIONES DEL INVERNADERO ESTÁNDAR.....	9
Figura 1	9
5. LISTA DE MATERIALES, ESPECIFICACIONES Y PRESUPUESTO.....	10
6. TRAZADO DE TERRENO	11
7. AHOYADO, APLOMADO Y CIMENTACION DE POSTES	11
8. CONSTRUCCION DEL TECHO	12
8.1 Invernadero de Múltiple Capilla	14
9. PUESTA DE PLASTICO Y MALLA	14
10. SISTEMA DE TUTORES.....	19
Figura 2	20
10. DOBLE PUERTA Y PEDILUVIO.....	22
11. SISTEMA DE GOTEO Y FERTIRRIEGO	23
11.1 Sistema de riego por goteo usando cinta autocompensada.	23
11.2 Sistema de riego usando goteros autocompensados y antidrenantes.	25
11.3 Sistema de fertiriego usando depósito con solución nutritiva final.	26
12. INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCION EN INVERNADEROS	26
12.1 Medidor de pH.....	27
12.2 Medidor de conductividad eléctrica	27
12.3 Medidor de temperatura	27
12.4 Medidor de humedad relativa	28
12.5 Medidor de cloro libre	28
12.6 Extractor de solución de medio (Chupa-tubo)	29
12.7 Balanza en gramos	29
12.8 Probetas	30
12.9 Pie de Rey.....	30

1. INTRODUCCIÓN

El interés de la producción en invernaderos aumenta cada vez más debido al incremento de la presión de plagas y enfermedades, causadas principalmente por vectores transmisores de virus y altas cantidades de precipitaciones. Debemos entender que la producir en condiciones de invernadero no quiere decir la eliminación de plagas y enfermedades en su totalidad, además, tampoco quiere decir que la cantidad de trabajo sea menor. Por el contrario, el manejo del cultivo es muy intensivo porque hay que maximizar la productividad debido al costo por metro cuadrado de la estructura que hay que pagar y cualquier descuido puede resultar en la pérdida de una inversión.

El presente manual pretende ser una guía para la construcción de invernaderos usando madera, asumiendo que el productor, antes de la construcción, ya tiene bajo su control los aspectos de mercado y técnicos del cultivo seleccionado. En otras palabras, antes de la construcción, lo primero que el productor debe entender es que los cultivos de invernadero por su característica intensiva requieren de un mayor conocimiento técnico como el manejo de la climatología dentro del invernadero, podas, densidades, polinización, plagas, enfermedades, manejo de agua y nutrición.

2. REQUERIMIENTOS DEL SITIO

El lugar a construir el invernadero, idealmente deberá tener las siguientes características:

2.1 Terreno

Los terrenos con pendientes de 0.5% - 2% son los ideales para poder construir sin necesidad de nivelar las camas de siembra. Podemos construir invernaderos en casos donde la pendiente es más pronunciada (hasta de un 15%) a lo ancho o a lo largo del terreno, pero se deberán nivelar las camas de siembra para uniformizar el riego.



La inclinación del terreno donde se construyó este invernadero es de 15%. Se formaron terrazas internamente para que cada línea de plantas estuviera a nivel.

2.2 Viento

Las estructuras de madera son menos resistentes a vientos fuertes que las estructuras de hierro vendidas comercialmente, por lo que debemos conocer bien la zona y ubicarlo donde el viento fuerte no sea un problema constante e idealmente donde sí existan brisas suaves para promover

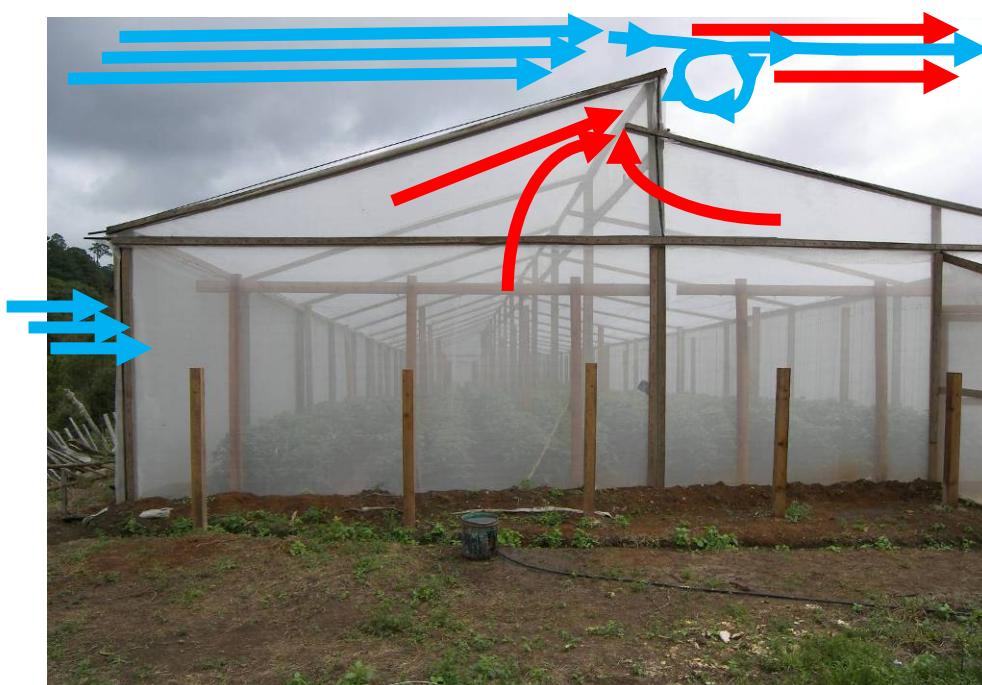
ventilación natural. Un invernadero ubicado en zonas propensas a vientos podrá ser destruido completamente o se deberá estar reinstalando el plástico del techo frecuentemente aumentando los costos considerablemente. El invernadero debe de orientarse con la ventana cenital a favor del viento predominante. Si la ventana cenital queda expuesta al viento, esta fuerza se introduce adentro del invernadero y puede debilitar y romper la estructura. Se recomienda tener una barrera natural que rompa la fuerza del viento pero que esté alejada del invernadero para evitar problemas de sombra.

La distancia ideal entre la barrera y el invernadero dependerá del tipo de barrera, es decir, entre más alta la barrera, deberá ser ubicada más retirada del invernadero (10 a 15 metros). Y si la barrera está ubicada del lado sur, deberá

estar aún más lejos por la poca inclinación al sur que tiene el sol en estas latitudes. Para definir la orientación del invernadero debemos tomar primeramente en cuenta la dirección de la ventana con relación al viento, debido a que en estas latitudes la orientación del sol, es casi perpendicular, siendo secundario el factor luz solar y el viento se vuelve lo más importante. Se preguntarán ¿porqué es tan importante la orientación del viento? Sencillo, para ayudarnos a ventilar el invernadero ya que acumulamos calor, esto es el “efecto invernadero” donde el calor se nos acumula adentro. Debido a esto debemos de prestar sumo interés de orientar la ventana cenital a favor del viento para crear el efecto chimenea que nos ayuda a ventilar. Un correcto movimiento de aire en el invernadero es quitar la burbuja de calor que tiene encima del cultivo y no empujándolo hacia abajo si orientamos la ventana al revés. El viento al pasar sobre la ventana cenital funciona como una chimenea que chupa el aire caliente que está sobre el cultivo alejando el calor de las plantas.



Se aprecia en este invernadero la protección contra los vientos fuertes de los árboles al fondo. Se uso una cobertura natural pero si no tiene hay que sembrar árboles, bambú o King Grass.



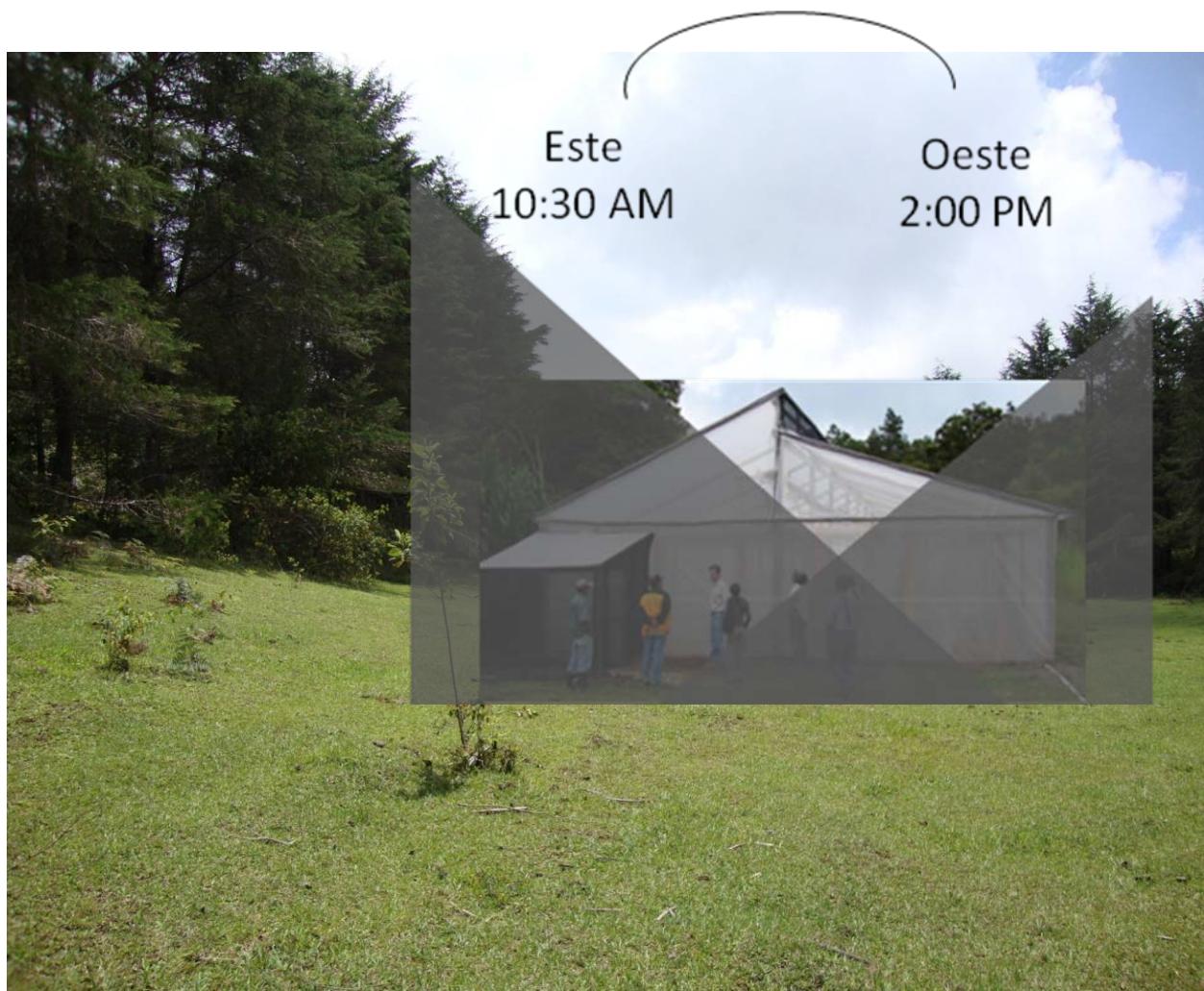
La orientación correcta de un invernadero con respecto al viento para obtener el efecto venturi de circulación del aire durante la ventilación natural.

Las flechas de color azul representan el aire fresco externo y las rojas el aire caliente del invernadero.

Esto se debe a que el aire caliente siempre está en la parte superior del invernadero permitiéndonos poderlo extraer con facilidad usando este método.

2.3 Luminosidad

Las plantas son máquinas que convierten sol en comida por lo cual requieren alta cantidad de luz solar para producir adecuadamente y existen zonas altas donde hay bastante nubosidad, por lo que debemos evitar estas zonas ya que no solo restringen la cantidad de luz, sino que aumenta la humedad relativa que promueve la proliferación de enfermedades y mala polinización. En zonas boscosas pueden existir árboles altos que nos generen sombra y que sean de hoja ancha, los cuales suelen tener musgos que casi siempre están asociados a zonas con alta nubosidad o neblina que nos van a restringir el número de horas luz. De aquí la importancia de mantener siempre los plásticos limpios ya que solamente dejan pasar un 85% de luz solar, y si a esto le sumamos el porcentaje de sombra proveniente de árboles, neblina y plásticos sucios, lo que queda para producción de las plantas es mínimo y los rendimientos disminuyen considerablemente.



2.4 Altura sobre el nivel del mar (msnm)

Para las condiciones de Centroamérica, las temperaturas óptimas para la mayoría de cultivos en invernadero se obtienen a partir de los 1,000 m.s.n.m. hasta los 2,000 m.s.n.m. Se pueden construir invernaderos a alturas menores pero hay que tomar en cuenta que por cada 100 metros que ganemos de altura, la temperatura baja 0.6 °C. Conforme la temperatura aumenta, deberemos invertir en sistemas caros para enfriar el invernadero como por ejemplo el uso de mallas sombra de 30 - 40 %, mallas de sombreo refractivas (o pantallas aluminet), extractores de aire, nebulizadores, paredes húmedas, etc. Todo esto lo que hace es incrementar el costo por metro cuadrado de producción que se podría evitar ubicando el invernadero a alturas mayores sobre el nivel del mar. Por ejemplo, si requiero usar sarán para sombreo que cueste entre Lps 57 a 76 (\$ 3 a 4) el metro cuadrado y la tierra o propiedad a adquirir tiene un valor de Lps 200,000 la manzana (\$1.5) por metro cuadrado, es más barato comprar un terreno que tenga las condiciones de altura para tener temperaturas más bajas y no gastar en mallas de sombreo.



En las fotos superiores podemos ver el sombreo con sarán que nos ayuda a reducir el calor del invernadero la idea es que sean colocadas externamente para no dejar entrar el calor pero aun internamente ayuda aunque no igual. La malla debe de tener la capacidad de extenderse y contraerse para solo usarlas durante las horas pico de radiación y en los días soleados. Las mallas negras generan calor, son preferibles las de color aluminio.

El costo del uso del sarán en de aproximadamente Lps 47.5 (\$ 2.50) por metro cuadrado.



En las fotos superiores podemos ver el sombreo con mallas de sombreo refractivas (o pantallas aluminet). Estas mallas deben de ser de tejido abierto.

El costo del uso de sarán en de aproximadamente Lps 95.00 (\$ 5.00) por metro cuadrado.



Se puede utilizar los nebulizadores con extractores para control de temperatura. La reducción de calor se obtiene con la gota fina de agua que se evapora al entrar en contacto con el aire caliente del invernadero.

El costo de los aproximadamente Lps 95.00 (\$ 5.00) por metro cuadrado mas el costo operativo de los motores eléctricos de los extractores y el bombeo de agua a alta presión de los nebulizadores.



Se aprecia la pared húmeda con su extractor. El aire exterior se enfriá al pasar a través de la pared húmeda para luego salir por el lado opuesto enfriando el invernadero.

El costo de la pared húmeda es de aproximadamente Lps 190.00 (\$ 10.00) por metro cuadrado mas el costo operativo de los motores eléctricos de los extractores y la recirculación del agua a través de la pared húmeda

2.5 Agua

El volumen y calidad son aspectos muy importantes a tomarlos en cuenta ya que limita directamente el área bajo invernadero que podemos construir. Una planta en invernadero puede llegar a consumir un máximo de 2 litros por día, en base a esto, debemos aforar nuestras fuentes de agua para saber el máximo de plantas que podemos cultivar y esto nos indica el tamaño del o los invernaderos. Además, debe de ser una fuente de agua cristalina, principalmente de pozos o nacimientos para evitar problemas de enfermedades y nematodos en el cultivo o con sedimentos y taponamientos en los sistemas de riego. Independientemente de la fuente de agua, todas se deben potabilizar para evitar problemas de enfermedades.



Pozo para riego en invernadero o agua de vertiente.

2.6 Acceso

Tomando en cuenta que los ciclos de producción son largos en tomate y chile, donde las cosechas pueden durar hasta siete u ocho meses y que los cortes normalmente se hacen dos veces por semana, se hace necesario tener buenas condiciones de vías de acceso al invernadero y disminuir las pérdidas en pos cosecha por daños en el transporte.

3. DISEÑOS

Existen varios tipos de diseños cuando se habla de invernaderos, pero nos vamos a enfocar dos:

3.1 Invernadero de dos aguas con ventana cenital

Este diseño se recomienda para terrenos planos o con pendiente a lo largo del invernadero. Es el más usado porque puede ser construido de madera dando como resultado el techo recto en dos direcciones con una abertura en la parte más alta del invernadero para promover ventilación cenital. Ofrece la ventaja que se puede extender a lo ancho colocando otra nave a la par unidas por un canal para recoger las aguas lluvias de ambos.



Invernadero con ventana cenital de una capilla y de múltiple capillas

3.2 Invernadero de un agua con o sin ventana cenital

Este diseño es el recomendable cuando el terreno tiene mucha pendiente a lo ancho del invernadero. Es construido de madera dando como resultado un techo recto en una sola dirección. Esta es una buena opción en zonas montañosas donde los terrenos planos son muy escasos.



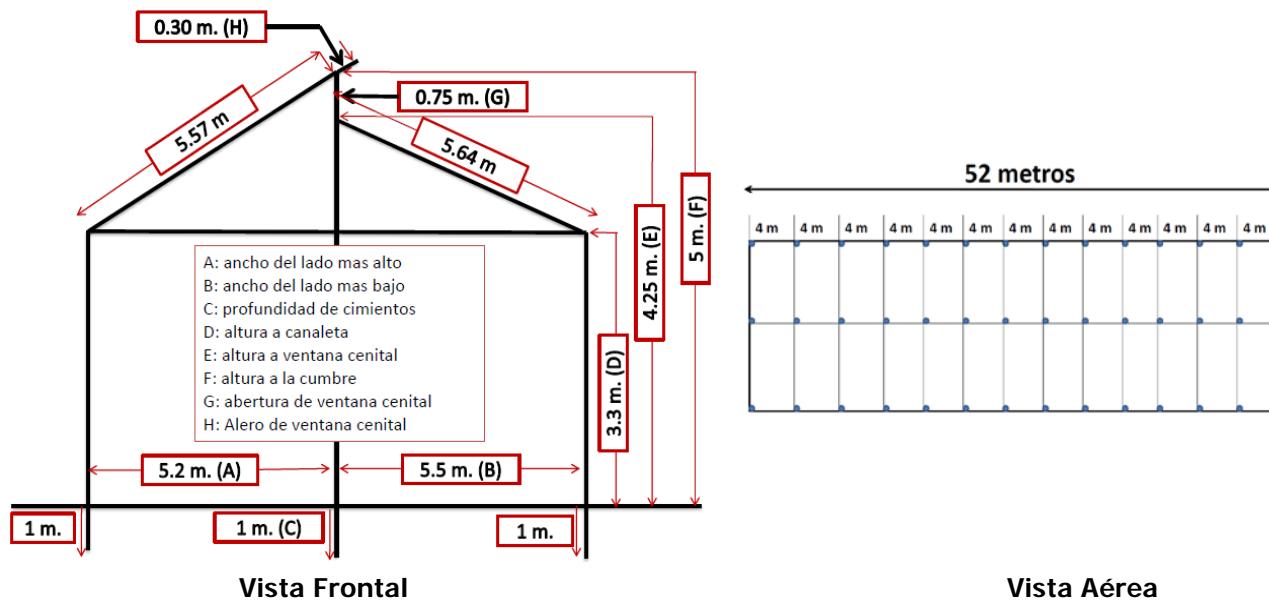
Invernadero de una sola agua aquí para zonas de pendiente pronunciada

4. DIMENSIONES DEL INVERNADERO ESTÁNDAR

Para definir las dimensiones del invernadero es importante tomar en cuenta el tipo de cultivo a sembrar, el largo de la madera y el ancho de la malla y el plástico. Cabe mencionar que un invernadero entre más grande, más bajo será el costo por metro cuadrado. Para nuestro caso, estamos hablando de cultivos de tomate, chile dulce, pepino, melón, fresas y habichuela. Además, el largo de la madera disponible es de 6 metros, el ancho de la malla disponible en el mercado es de 3.67 metros y el del plástico es de 6 metros, aunque se puede pedir a los proveedores un plástico más ancho y más largo. Tomando en cuenta todo lo anterior, nuestro invernadero estándar deberá tener las siguientes dimensiones:

Figura 1

1.1 Ancho total: 14 metros.



1.2 Ancho efectivo: 10.7 metros.

- 1.3 Largo total: 56 metros.
- 1.4 Largo efectivo: 52 metros.
- 1.5 Altura a canaleta: 3.3 metros.
- 1.6 Altura a la cumbre: 5 metros.
- 1.7 Abertura de ventana cenital: 0.75 metros.

5. LISTA DE MATERIALES, ESPECIFICACIONES Y PRESUPUESTO

Presupuesto Detallado de Construcción para Invernadero Fintrac de 556 Mts2



Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores

Actividad	Insumo	Unidad	Costo Lps.	Cantidad	Total
Trazado del área					
	Cañamo	rollo	20.00	20.00	400.00
	Estacas	unidad	1.00	100.00	100.00
	Reglas	unidad	10.00	20.00	200.00
	Mano de obra	jornales	100.00	3.00	300.00
	Sub total				1,000.00
Ahoyado y cimentación de postes					
	Poste rajado de 20' (6 metros) clase 5 (postes centrales)	unidad	874.72	14.00	12,246.08
	Poste rajado de 14' (4.3 metros) con 8" - 9" (20 - 23 cm) de diámetro (postes laterales)	unidad	622.72	28.00	17,436.16
	Cemento	bolsa	130.00	20.00	2,600.00
	Arena	m³	300.00	5.00	1,500.00
	Piedras o grava	m³	200.00	5.00	1,000.00
	Mano de obra	jornales	100.00	24.00	2,400.00
	Sub total				37,182.24
Montaje estructura					
	Madera aserrada (cepillada # 2 y mejor) 2 x 4 x 20 (para piezas inclinadas del techo)	unidad	199.00	60.00	11,940.00
	Madera aserrada (cepillada # 2 y mejor) 2 x 4 x 14 (para piezas horizontales del techo)	unidad	140.00	62.00	8,680.00
	Pernos de 9" x 3/8"	unidad	14.00	56.00	784.00
	Clavos de 5"	libras	19.00	10.00	190.00
	Clavos de 3"	libras	19.00	15.00	285.00
	Mano de obra	jornales	100.00	20.00	2,000.00
	Sub total				23,879.00
Instalación malla anti-insecto					
	Malla Antivirus 50 mesh de 3.67 m de ancho y 150 metros de largo	rollo	18,350.20	1.00	18,350.20
	Grapas	cajas	75.00	3.00	225.00
	Cinta de riego usada	metros lineales	0.20	254.00	50.80
	Mano de obra	jornales	100.00	6.00	600.00
	Sub total				19,226.00
Instalación de plástico					
	Madera aserrada (cepillada # 2 y mejor) 2 x 2 x 14 (para enrollar plástico)	unidad	70.00	52.00	3,640.00
	Plástico UV de 6 metros de ancho y 125 metros de largo	rollo	10,554.50	1.00	10,554.50
	Tachuela de 1 "	libras	21.00	10.00	210.00
	Cinta de riego usada	metros lineales	0.20	208.00	41.60
	Clavos de 3"	libras	19.00	15.00	285.00
	Mano de obra	jornales	100.00	16.00	1,600.00
	Sub total				16,331.10
Entrada de doble puerta					
	cemento	bolsa	130.00	2.00	260.00
	arena	m³	300.00	0.50	150.00
	piedra	m³	200.00	0.50	100.00
	Poste de 10' (3 metros) con 4" - 5" (10 - 13 cm) de diámetro para doble puerta	unidad	617.40	3.00	1,852.20
	bisagras	unidad	15.00	4.00	60.00
	Mano de obra	jornales	100.00	6.00	600.00
	Sub total				3,022.20
Tutorado					
	Poste rollizo de 16' (4.9 metros) clase 5 (verticales para sistema de tutorado)	unidad	1,400.00	6.00	8,400.00
	Poste rajado de 20' (6 metros) clase 5 (verticales para sistema de tutorado)	unidad	874.72	2.00	1,749.44
	Poste rajado de 20' (6 metros) clase 5 (horizontales para sistema de tutorado)	unidad	874.72	6.00	5,248.32
	Alambre No. 8	lbs	13.00	150.00	1,950.00
	Tensores de 3/8"	unidad	35.00	36.00	1,260.00
	Tensores de 1/2"	unidad	85.00	24.00	2,040.00
	Cemento	bolsa	130.00	12.00	1,560.00
	Arena	m³	300.00	3.00	900.00
	Piedra o grava	m³	200.00	3.00	600.00
	Varrilla de hierro de 9 Metros de largo y 3/8"	unidad	85.00	4.00	340.00
	Varrilla sinfin con rosca de 1 metro de largo y 3/8"	unidad	60.00	15.00	900.00
	Mano de obra	jornales	100.00	28.00	2,800.00
	Sub total				27,747.76
TOTAL					
					128,388.30

6. TRAZADO DE TERRENO



Trazado del terreno para el invernadero

Una vez ubicado el sitio y presupuestado el proyecto de construcción del invernadero se hace el trazado donde se marca la periferia o perímetro del invernadero. Se hace una escuadra formando un ángulo de 90 grados en las cuatro esquinas del invernadero. De esta manera se da forma a las niveletas que rigen el nivel de toda la estructura. Para el trazado se ocupan estacas, cabuya y reglas de madera.

A partir de allí se marcan los puntos donde se pondrán los postes de la estructura del invernadero. Tomando como punto de referencia los postes ubicados en cada esquina, se marcan puntos con estacas a cada 4 m donde se ubicaran los postes laterales y centrales para

proceder al ahoyado y cimentación. Para el trazado se debe considerar cuál será el lado más alto y el lado más bajo del techo del invernadero. Asumiendo que el plástico a utilizar tiene 6 metros de ancho, la distancia del poste lateral del lado más bajo al poste central será de 5.5 metros y la distancia del poste lateral del lado más alto al poste central será de 5.2 metros. **Ver figura 1.** Si el plástico tiene más de 6 metros de ancho, se podrán dejar ambos lados a 5.5 metros sin ningún problema.

7. AHOYADO, APLOMADO Y CIMENTACION DE POSTES



Ahoyado



Alineado de los postes



Aplomando del los postes



Cimentación



El invernadero lleva tres líneas de postes: las dos laterales y la central, por lo tanto vamos a tener tres líneas de hoyos cada 4 metros. El ahoyado debe hacerse de manera que los huecos estén alineados a lo largo y a lo ancho. Los huecos donde se cimentarán los postes se hacen de 50 cm de diámetro y 100 cm de profundidad. La profundidad del poste puede variar dependiendo del nivel del suelo aunque lo recomendable es dejar de 0.5 a 2% de pendiente a lo largo del invernadero. Algunas veces nos encontramos con postes que tienen muchas curvaturas, por lo que es importante también nivelarlos y alinearlos en la punta a lo largo y ancho del invernadero para que a la hora de colocar la madera del techo y el plástico no existan problemas de desuniformidad. Los postes deben estar debidamente aplomados. Para esta labor se necesita una escuadra o nivel de burbuja.

Para la cimentación de los postes se utiliza una mezcla de cemento, arena y piedra. En total se utilizan 20 bolsas de cemento, 5 mts³ de arena y 5 mts³ de piedra. Los postes de la periferia deben tener 3.3 metros y los postes del centro 5 metros de altura ya cimentados. Es muy importante que los primeros tres postes (los dos laterales y el central) deben quedar ubicados con la cara hacia el frente del invernadero y los últimos tres hacia el lado contrario. Todos los demás pueden ir en la misma dirección de los primeros tres o bien de los últimos tres. Esto permite ensamblar las reglas que formarán la tijera alineada y fijamente utilizando pernos.

8. CONSTRUCCION DEL TECHO

Una vez cimentados los postes se procede con la instalación de las reglas de 2x4x14 que formarán las vigas horizontales ubicadas a lo largo (longitudinalmente) del invernadero. En total son 4 filas de vigas: las dos que unen los postes laterales y las dos que unen los postes centrales y forman la ventana cenital.

El primer paso es colocar las reglas clavándolas por el lado de afuera de los postes laterales, a los cuales se les debe hacer un saque para que queden montadas y tengan mejor firmeza. La unión entre una pieza y otra debe de hacerse sobre cada uno de los postes para que sean usados al mismo tiempo como punto de apoyo.



En el poste central podemos ver ya todas las vigas de 2 X 4 en su lugar formado el techo y la ventana cenital. Ventana con 30 cm de alero



El enchape de las piezas de 2 X 4 se deben de realizar sobre los postes para no perder la resistencia de las vigas

Una vez que hemos terminado de colocar las vigas en todos los postes laterales procedemos a colocar las de la punta del poste central. Para este momento ya tenemos que haber decidido cuál será el lado alto y bajo del techo del invernadero, que le dará la dirección a la ventana cenital. Es decir, las reglas van a ser colocadas del lado del poste donde se ubicará el techo bajo del invernadero. De igual manera la unión de las reglas deberá ser montada sobre un saque que se hará en la punta del poste central.



Las vigas se clavan al ir armando pero se debe de empernar para que tengan mas resistencia y se muevan menos.



Puesta de las vigas de 2 X 4 del techo de nuestro invernadero y el detalle de cómo se coloca en el poste y la otra viga.

El siguiente paso es colocar las reglas de 2x4x20 de manera que queden inclinadas para formar el techo más alto de la estructura. Estas deben ser colocadas una por cada poste, de manera que quede unida la viga del poste central ubicada en el punto más alto con la del poste lateral formando una pendiente del 38 %. Esta distancia debe tener menos de 5.7 metros para que quede suficiente plástico para enrollar en ambos extremos. Para las reglas inclinadas del techo más bajo del invernadero, se debe medir primero



La piezas de refuerzo para la tijera se dejan equidistantes de 1.38 m de ambos extremos y de cada una del lado bajo y del lado alto es de 1.30 m.

los 0.75 metros que tendrá de abertura la ventana cenital y es en ese punto exactamente que debemos ubicar la punta de la regla de 2x4x20 para que quede unida a la viga ubicada en la punta del poste lateral formando una pendiente del 23 %.

Luego, para los dos techos (alto y bajo) se deben colocar las otras reglas de 2x4x20 ubicadas de manera horizontal, uniendo el poste lateral y el central formando un triángulo rectángulo al cual normalmente se le llama "tijera". En total serán 28 tijeras, 14 para cada techo, cada una ubicada en cada fila de postes y todas deben ser reforzadas con piezas de madera ubicadas verticalmente uniendo la regla inclinada y la horizontal en ambos lados del techo. Para cada tijera, este refuerzo debe hacerse con tres piezas pequeñas de 2x4x20, lo cual le dará a la estructura una mejor resistencia contra el viento.

8.1 Invernadero de Múltiple Capilla

Cuando se construyen invernaderos de 2 o varias capillas, el canal de unión debe de tener refuerzo de madera abajo para soportar el peso de 2 personas al menos entre los postes. Esto es por el trabajo de mantenimiento como lavado de plástico y reparaciones después de la construcción.



Canal de unión entre multi-capillas fuertes para soportar el peso del personal.

El canal debe de tener doble plástico para posibles roturas al caminar sobre el durante el mantenimiento. Se debe de colocar el plástico del canal primero que la del techo para que quede debajo de la lámina del techo y así evitar goteras de agua.

9. PUESTA DE PLASTICO Y MALLA

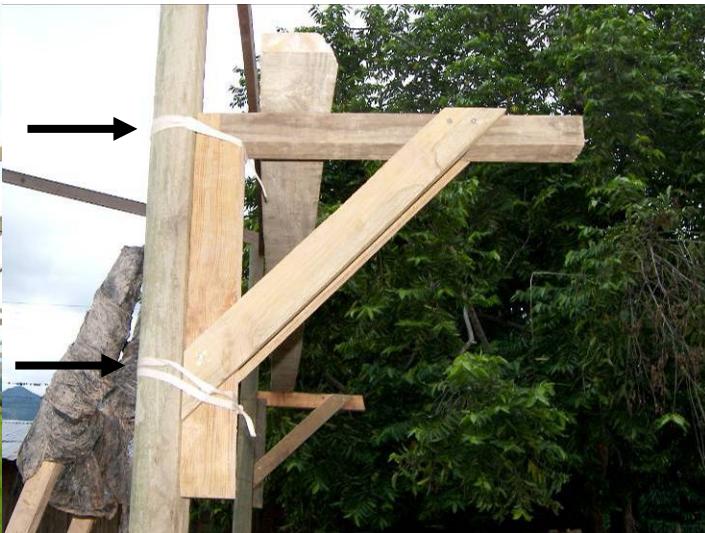
La instalación de la malla y el plástico pueden hacerse de manera simultánea y debe hacerse en las horas calientes del día para facilitar su manejo y lograr un mejor estiramiento del plástico. Si lo hace en horas frías o frescas el plástico se va aflojar en las horas calientes del día y si se hace en las horas muy calientes se puede romper si se deja muy estirado cuando se enfriá en la noche.

- El primer paso es asegurarnos que no hayan quedado puntas de postes o reglas en el techo que puedan dañar el plástico y la malla al ser colocados.

- Luego se deben instalar los andamios para poder caminar y alcanzar el techo sin problemas. Para los andamios debemos usar madera gruesa para que soporte el peso de unas 5 personas, que puede ser rústica o incluso postes rollizos ya que estos no tendrán ningún uso una vez terminado el invernadero. La madera sobre la que se camina se pueden usar los postes que vamos a utilizar para tutores. El problema va a ser cuando tengamos que realizar reparaciones o cambios de plástico, por eso se recomienda el andamio portátil para guardarlos para el futuro.



Andamio fijo



Andamio portátil se fija con lazo o alambre

- Se debe colocar la malla sobre la regla ubicada en los postes laterales. Para esto se usa una cinta de goteo usada y una engrapadora de presión con grapas de 5/8 de largo de manera que las grapas no agarren la malla directamente



La engrapadora de 5/8 se debe de poner cada 10 cm o usar tachuela de 1" cada 30 cm

- Se extiende el plástico en el techo del invernadero y se corta de manera que queden dos metros extra para poder enrollar al momento de tensarlo. Ambos extremos del pliego de plástico deben tener un corte recto. Hay que revisar antes de tender el plástico de que no haya astillas, clavos o alguna otra punta o filo que pueda rasgar el plástico.



Cuidado con el tendido del plástico de no rasgarlo por lo que tiene que tener el cuidado de no tener puntas o filos.

- En el otro extremo del invernadero de donde vamos a colocar el tecle, se debe ajustar el plástico de manera que resista toda la tensión que se le dará con el tecle. Para esto debemos tener una pieza de 2x4x20 y enrollar unas 3 o 4 vueltas mas o menos de 0.75 - 1 metro de plástico uniformemente sin que queden dobleces y clavarla en la pieza inclinada de 2x4x20 que forma la tijera de uno de los extremos del invernadero usando clavos de 4 pulgadas cada 30 centímetros a través de la regla.



Fijado del plástico del extremo opuesto del tecle

- Se debe instalar un tecle al frente o atrás del invernadero, donde exista más espacio para trabajar. Este puede ser ajustado a un vehículo pesado o a troncos de árboles bien enterrados.



El tecle se fija a un tronco (Izquierda) o a un camión (Derecha).

- Una vez ajustado un extremo del plástico, debemos de ejercer toda la tensión en el otro y para ello necesitamos un tubo de hierro de 6 metros de largo de una y media o dos pulgadas de diámetro de alta presión. Este tubo es enrollado al menos un metro en el plástico igualmente de manera uniforme y luego se procede a amarrar tres lazos, uno al centro y dos a los extremos del tubo, todos unidos al mismo gancho del tecle. Estos amarres deben quedar muy apretados para evitar que el tubo de vuelta al momento de jalarlo y así evitar algún desgarramiento del plástico. En las cuatro esquinas y la viga de cada techo se pueden colocar pedazos de plástico viejo para evitar rasgaduras.
- La tensión del plástico usando el tecle se hace a lo largo del invernadero de manera que quede bien estirado para que no queden bolsas que puedan incluso dañar la estructura. Los plásticos usados resisten una tensión hasta del 1.5 % de estiramiento de manera segura. Es decir que un

pliego de plástico de 6 metros de ancho por 52 de largo, se podrá estirar unos 9 centímetros a lo ancho y unos 80 a lo largo.



Tensado del plástico de los tres puntos de tubo permite una tensión del plástico perfecta como ven en la foto.

- Una vez estirado el plástico a lo largo del invernadero se debe sujetar al techo primeramente del lado más alto usando una pieza de 2x2x14 enrollándola unas dos veces, aproximadamente 15 a 20 centímetros y clavándola en las piezas ubicadas horizontalmente en el extremo más alto del techo. Luego se refuerza con cinta de goteo usada clavada con grapa de 5/8 o tachuela de una pulgada de largo cada 10 centímetros a lo largo del invernadero.



La tensión lateral es de suma importancia para que no forme bolsas que puedan romper el plástico o incluso, la estructura del invernadero.

- La última tensión que se le hace al plástico es muy importante porque de aquí depende el estiramiento final. Se debe hacer entre varias personas en el lado más bajo del techo usando una pieza de 2x2x14 enrollando de tal forma que se pueda dársele la mayor cantidad de vueltas posible y lograr un mejor estirado. Luego, se refuerza con cinta de goteo usada clavada con tachuela de una pulgada de largo cada 10 centímetros a lo largo del invernadero. Es en este punto donde la malla antivirus que habíamos colocado, quedará prensada y sujetada al mismo tiempo.



El segundo tensado lateral es el que da la tensión final dejando el plástico como una lámina de vidrio. Podemos apreciarlo en las fotos como queda de perfecto el plástico.



- Antes de soltar los lazos debe de aprovecharse esa tensión para clavar el extremo del plástico donde se encuentra el tecle. Para ello vamos a clavar cinta de goteo usada usando tachuelas de una pulgada de largo cada 10 centímetros a lo largo de la pieza inclinada que forma la tijera. Luego podemos soltar los lazos y el tecle para enrollar unos 50 centímetros de plástico sobrante en una pieza de 2x4x20 clavada sobre la misma pieza inclinada de dicha tijera.



La fijación a la viga del plástico en el extremo donde estaba el tecle.

- Siempre es indispensable el uso de un faldón de 50 – 75 centímetros de plástico alrededor del invernadero para disminuir el salpique o que entre lluvia proveniente del techo y así evitar problemas de enfermedades en el cultivo. Para ello podemos suturar la malla sobre el plástico de manera que sea el plástico el que vaya enterrado al suelo. Así mismo, también es indispensable



Las cortinas son indispensables para control de temperatura. El faldón es indispensable para los días que llueve y evitar salpique al cultivo.

el uso de cortinas para manipular la temperatura y la humedad relativa dentro del invernadero. Estas cortinas deben ser instaladas en las paredes del invernadero de manera que sean retractables, es decir que se puedan abrir y cerrar fácil y manualmente por medio de una manivela.



Las cortinas se pueden ver con el mecanismo que se usan para abrir y cerrar manualmente

- Por último se debe terminar de colocar la malla en la ventana y todos los espacios abiertos para que el invernadero quede cerrado totalmente.

10. SISTEMA DE TUTORES

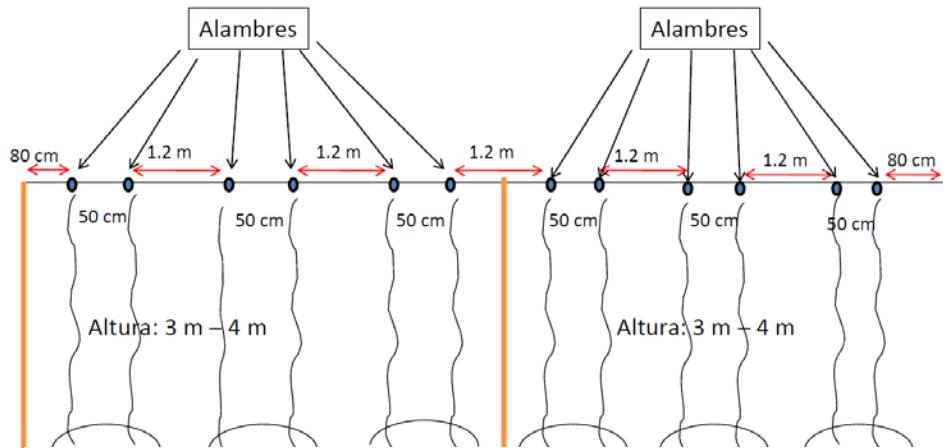
Para el sistema de tutores debemos colocar cuatro postes rollizos verticales enterrados un metro en cada extremo del invernadero ubicados a 1.8 metros entre cada uno. Los más cercanos a los postes centrales del lado del techo más alto son de 6 metros y los más cercanos a los postes laterales en ambos lados son de 4.9 metros de largo. Estos deben ser colocados dentro del invernadero de manera que sirvan de soporte para que las primeras y últimas tijeras no se quiebren a la hora de estirar el plástico. Así mismo estos postes sirven como soporte para las piezas de postes horizontales de 6 metros de largo ubicados por afuera del invernadero prensando la malla en ambos extremos, los cuales soportan toda la tensión de los alambres del sistema de tutores. Estos postes horizontales deben de ubicarse a una altura de tres metros para que todo el sistema tenga esa altura y deben ser ajustados a los postes rollizos verticales con pernos que tengan arandelas para que no se entierre el perno en la madera.

Vista exterior**Vista interior**

2 de los 4 postes adicionales por dentro para el tutor y podemos ver el poste de 6 metros acostado sobre ellos donde aseguramos el alambre.

Figura 2

Para el alambrado se recomienda usar alambre galvanizado No. 8 de 4.12 mm de diámetro y un rendimiento de 9.56 metros lineales por kilogramo. El alambrado es un tipo de cuadriculado y las distancias se pueden



ver mejor en la **Figura 2**. Los tutores se hacen ubicando los alambres en dos direcciones: a lo largo y a lo ancho del invernadero y es más recomendable primero colocar los que van a lo largo para ahorrar tiempo y costos de mano de obra. Son 12 alambres que van a lo largo del invernadero, dos para cada una de las 6 camas del invernadero, y es en ellos donde se amarra la cabuya para sostener a las plantas. Y los 12 que van a lo ancho son los que sostienen a todos los que van a lo largo, es por esta razón que deben de colocarse de un poste lateral al otro pasando por el centro del poste central. Para ello debemos de perforar, a tres metros de altura, unos pequeños orificios en los postes y poder hacer el amarre del alambre. Cada alambre soportará unas 2,500 libras cuando el cultivo esté en plena producción, es decir, el equivalente a un pick-up pequeño colgado del alambre.

Debido a que el peso de 1,500 plantas de tomate en producción puede llegar hasta 30,000 libras es importante lograr la mayor tensión posible. Para ello estos alambres deben ser estirados previamente su instalación por medio de un tecle para quitar todos los dobleces y que la tensión del sistema sea mayor. Además, se debe hacer uso de tensores de $\frac{1}{2}$ pulgada que permitan hacer tensión ajustándola con un tornillo que traen incorporado. Se recomienda colocar 24 tensores de $\frac{1}{2}$ pulgada dentro del invernadero, doce para los alambres colocados a lo ancho y 12 para los que van a lo largo. Estos tensores deberán ir instalados a un extremo del trazo de alambre y amarrados en los postes en el otro extremo.

El otro punto importante del sistema de tutores, es la colocación de tensores a cada poste lateral y al poste horizontal en ambos extremos por fuera del invernadero. Para ello debemos perforar 24 hoyos de



El alambre del tutor que va a lo ancho, se pasa a través de perforaciones en el poste de invernaderos para darle mas soporte.

un metro de profundo ubicado a 1-1.5 metros de cada poste lateral, seis más enfrente y otros seis detrás. Aquí debemos de colocar concreto y una varilla con especie de gancho. El objetivo es darle más estabilidad a la estructura y que los postes laterales junto con los postes horizontales, con el peso del cultivo, no tiendan a inclinarse hacia el centro del invernadero. Para ello deben utilizarse un total de 36 tensores de 3/8 de pulgada con alambre galvanizado No. 8.



Anclaje de tensores usando bases de cemento de un metro de profundidad



Tensores para apretar continuamente los alambres en caso que sea necesario.

10. DOBLE PUERTA Y PEDILUVIO

La doble puerta es una sección cuadrada destinada para evitar la entrada de cualquier organismo no deseado en el cultivo y forma parte de las medidas de excusión y sanidad obligatorias para la producción en invernaderos. Las dimensiones pueden variar de 2 x 2 o 3 x 3 metros con una altura en el punto más alto de 2.5 metros y en el punto más bajo de 2 metros. Esta sección debe ir cubierta en el techo con plástico para invernadero y malla antivírus en sus paredes y puertas. También debe contar con dos puertas ubicadas en direcciones diferentes. Esto es porque si por cualquier descuido dejamos las dos puertas abiertas, y están ubicadas en la misma dirección, la plaga podrá entrar más fácilmente con o sin la ayuda del viento. Las puertas deben de ser de cierre automático usando resortes o contrapesos.



Puerta con contrapeso

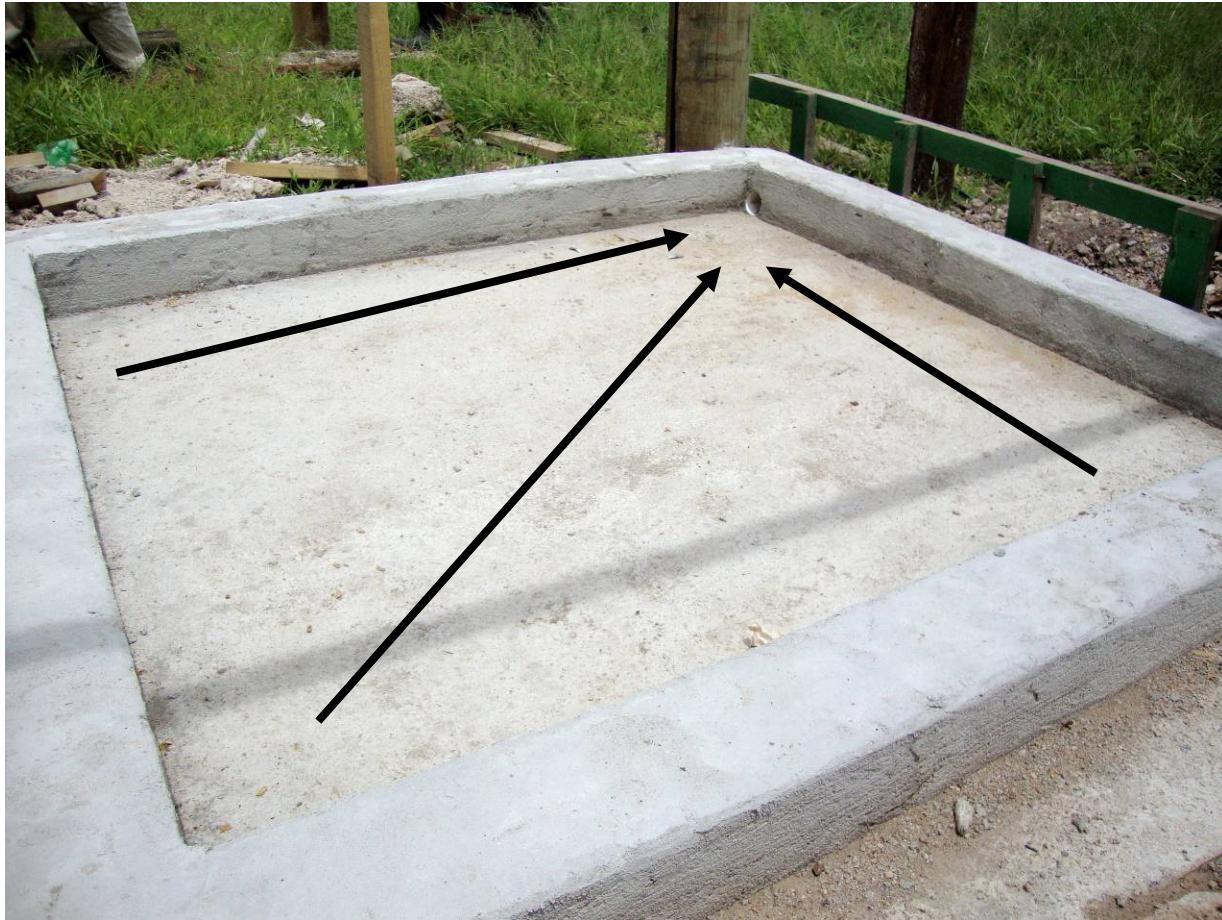


Puerta con resorte

Con respecto al pediluvio, se recomienda hacer un tipo de pila de unos 10 – 15 centímetros de profundidad que cubra toda el área de desinfección con un tubo de desagüe en una esquina para poderla lavar fácilmente las veces que sea necesario.

También deben de haber un área de cemento de 2 por 1 metro con agua corriente para lavar botas de visitas con un cepillo antes de entrar al pediluvio y donde los trabajadores se pueden cambiar de ropa y zapatos con que vienen de la casa por la que se usa exclusivamente para el invernadero.

En pediluvio del tamaño del cuarto de acceso al Invernadero, con pendiente de lavado.



11. SISTEMA DE GOTEO Y FERTIRRIEGO

Existen muchos tipos de sistemas de riego por goteo, desde riego de cinta convencional hasta autocompensada y antidrenantes pero nos vamos a enfocar en los de más bajo costo que ofrecen buena precisión para operaciones pequeñas de hasta 0.5 hectáreas.

11.1 Sistema de riego por goteo usando cinta autocompensada.

En general, para todos los invernaderos, lo mínimo en cuanto a calidad en sistemas de riego por goteo son los de cinta autocompensada. Esto es porque el costo de un sistema de estos comparado al no compensado es insignificante con el valor del cultivo. La cinta normal vale Lps 1.09 (\$ 0.057) a Lps 1.40 (\$ 0.073) por metro comparada a la autocompensada Lps 1.95 (\$ 0.101) por metro. Es decir, que para pagar el sistema de riego de este tipo para un invernadero estándar (Lps 4,000.00), se necesitarán solamente 800 libras de tomate vendido a un precio de Lps 5.00 por libra, equivalente a la producción de la uno de los dos cortes de la primera semana de cosecha.

Este sistema es recomendable para ser usado en siembras al suelo pero se usa muchas veces para siembra en bolsa. No recomendamos cinta para siembra en bolsa pero si se usa, debe de poner doble cinta por bolsa con goteros a 20 cm para que queden 4 goteros por bolsa dándonos una mejor distribución. No lo recomendamos para bolsa preferimos goteros con espigas a 2 por bolsa para la distribución.



Se aprecia las dos cintas por bolsa o las dos estacas para tener buena distribución del agua en las bolsas.

La cinta de riego para camas de 1.70 m se deben de colocar de preferencia 3 cintas por cama para tener mejor uniformidad. El uso del acolchado plástico para las camas es indispensable, para obtener una buena uniformidad de humedad a lo largo de la cama de siembra, regular temperatura, porosidad del suelo, desarrollo radicular, etc.



En camas sobre el suelo de preferencia las tres cintas y el acolchado plástico negro.

En suelos con pendiente se deben de usar múltiple (manifold) de descarga para la finalización de cada riego.



Múltiple de salida de riego

Múltiple de entrada de riego

Descripción	Cantidad	Precio	Total	
		Lempiras	Lempiras	\$
Gotero MBTECH PCR salida espita 2 Lts Azud	1,500	3.00	4,500.00	236.84
Adaptador de 2 Salidas	1,500	0.80	1,200.00	63.16
Estacas MBTECH Laberinto 70 Grados Azud	3,000	1.40	4,200.00	221.05
Tubín rollo 400 m 16 mm/1.2 mm Azud	1	1,520.00	1,520.00	80.00
Tubín rollo 100 m 6 mm/1.2 mm Azud	12	110.00	1,320.00	69.47
Tubo de 1 1/2" PVC SDR 41	4	97.00	388.00	20.42
Tapón Liso Hembra 1 1/2" PCV	2	7.72	15.44	0.81
Conecotor Azudfit Válvula CTR para PVC Azud	12	11.20	134.40	7.07
Empaque para Válvula CTR para PVC Azud	12	1.80	21.60	1.14
Filtro de Anillos 2" 150 Mesh (100 micras) Plalaplast	1	705.40	705.40	37.13
Adaptador Rosca Hembra de 2" PVC	2	16.00	32.00	1.68
Adaptador Rosca Macho de 2" PVC	4	19.00	76.00	4.00
Tapón Rosca Hembra de 2" PVC	2	30.00	60.00	3.16
Reducitor Lisa 2" PVC	2	30.00	60.00	3.16
TOTAL		14,232.84	749.10	

11.2 Sistema de riego usando goteros autocompensados y antidrenantes.

Este sistema actualmente tiene un costo de Lps. 14,232.84 para un invernadero estándar. Este sistema es una opción para ser usado en cultivos al suelo y debe ser usado en cultivos para siembras en bolsas. Los goteros auto-compensados y antidrenantes ofrecen la mayor uniformidad posible ya que todos los goteros abren y cierran al mismo tiempo descargando la misma cantidad de agua para todas las plantas. Además de utilizarlos individualmente para cada planta, se pueden incorporar adaptadores de dos y cuatro salidas, disminuyendo la cantidad de goteros por invernadero. Hay que tener en cuenta que los goteros deben tener las dos propiedades: autocompensados y antidrenantes, ya que existen algunos que solamente son autocompensados. Estos goteros pueden ser encontrados en diferentes caudales (2, 4, 6, 8 y 10 litros por hora) se requiere un mínimo de 1 litro por hora por estaca y constan de una estaca que es unida al gotero por medio de un microtubo.



Ejemplo de gotero autocompensado y antidrenante con 4 salidas para dos bolsas y la estaca.

11.3 Sistema de fertiriego usando depósito con solución nutritiva final.

El fertiriego es el sistema por el cual adicionamos los nutrientes que las plantas necesitan a través del agua de riego. Este sistema está formado sistema de riego por goteo, la tubería de conducción, filtro de anillos y un depósito de un volumen conocido. Para impulsar el agua y lograr la presión mínima requerida (12 PSI) para el buen funcionamiento de los goteros, podemos usar una bomba de gasolina de 3 caballos de fuerza, una bomba eléctrica de 1 caballo de fuerza o podemos hacer uso de la fuerza de gravedad ubicando el depósito de volumen conocido a una altura mínima de 10 a 12 metros con respecto a las camas de cultivo. El depósito puede ser un tanque plástico que debe ser pintado de negro, si lo hemos adquirido blanco, y debe ser pintado de blanco si lo hemos adquirido negro, esto con el fin de evitar crecimiento de algas y aumento de temperatura en la solución nutritiva. Hay que tomar en cuenta que algunos tanques no traen la salida para conectar la tubería en la base del mismo lo que dificulta el lavado del tanque y puede causar que se vayan acumulando sedimentos de fertilizantes en el fondo del tanque. Para solucionar este problema podemos agitar la solución nutritiva cada vez que hagamos un riego, utilizar fertilizantes 100% solubles o abrir otro orificio en la base del tanque y colocarlo con una pequeña inclinación. La capacidad del tanque debe ser tomada en cuenta considerando el tamaño del invernadero a construir o el número de plantas a ser cultivadas. El consumo máximo de agua por una planta en estado adulto en cosecha es de aproximadamente 2 litros por día. La pila del invernadero de 572 metros cuadrados se siembran 1,500 plantas la cual requiere de una pila de 3,000 litros, deberá tener un metro de profundo, un metro de ancho y tres metros de largo. Además la pila deberá tener siempre un desnivel hacia una esquina para facilitar el lavado y evitar sedimentos.

En este sistema, se calcula la cantidad de cada fertilizante por litro de agua y se multiplica por la capacidad de litros del tanque para luego pesarlos y adicionarlos para formar la solución nutritiva final.



Una pila con diferencial de altura para no usar bomba de riego que debe de llevar plástico negro y techo para evitar el crecimiento de alga y tanque de plástico con bomba para riego.

12. INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCION EN INVERNADEROS

En este capítulo se les da una breve explicación de las herramientas indispensables de para la producción de cultivos bajo invernadero. Estos nos sirven para medir los parámetros para optimizar la producción y maximizar la producción de nuestros cultivos. En las presentaciones de producción de diferentes cultivos bajo invernadero se detalla mas como usarlos y que cosas podemos hacer para corregir los parámetros que medimos para estar en los rangos óptimos.

12.1 Medidor de pH

El pH deseado en la solución nutritiva final debe estar entre 5.5 - 6.5. A este pH los elementos están en solución en agua, no se precipitan y no buscan fijarse, logrando la mayor disponibilidad de todos los nutrientes que la planta necesita. El medidor de pH es un instrumento que nos permite verificar el grado de acidez cuando regulamos el agua de riego para lograr la máxima absorción de todos los nutrientes a través del sistema radicular. Este medidor debe ser calibrado al menos una vez por semana para lograr una buena precisión y evitar problemas serios en el cultivo. Es un instrumento de precisión y relativamente caro por lo que no es recomendable andarlo en la bolsa, es preferible tenerlo en la bodega en un lugar fresco y llevar las soluciones a la bodega. Esto nos dará más vida al instrumento.



**Medidor de pH
papel y
electrónico y
Conductividad
Eléctrica en
combo**

12.2 Medidor de conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica (CE) es un valor que nos indica la cantidad de iones disueltos en una solución, es decir, la concentración de fertilizantes aplicados en la solución nutritiva.

No existe un valor definitivo para este parámetro ya que varía según la calidad del agua de riego y la edad de la planta. El medidor de CE nos ayuda a tomar decisiones en cuanto a la cantidad de fertilizantes que estamos aplicando y a la cantidad de fertilizante que la planta consume, así como también nos ayuda a evitar la concentración de sales provenientes de los fertilizantes. Igualmente, este medidor debe ser calibrado una vez por semana para lograr una buena precisión y tomar las mejores decisiones en cuanto al manejo del cultivo. La cantidad de fertilizante es directamente proporcional al valor de CE, es decir, a mayor concentración de fertilizantes, mayor será el valor que nos dará el medidor de CE. Un dato de tener en cuenta la CE nos solo mide los fertilizantes sino todos los iones disueltos incluidos sodio, cloro y otros elementos no deseables y es por eso que hay que saber que iones entran en la solución nutritiva y entender que la CE es una medida indirecta de la nutrición.

12.3 Medidor de temperatura

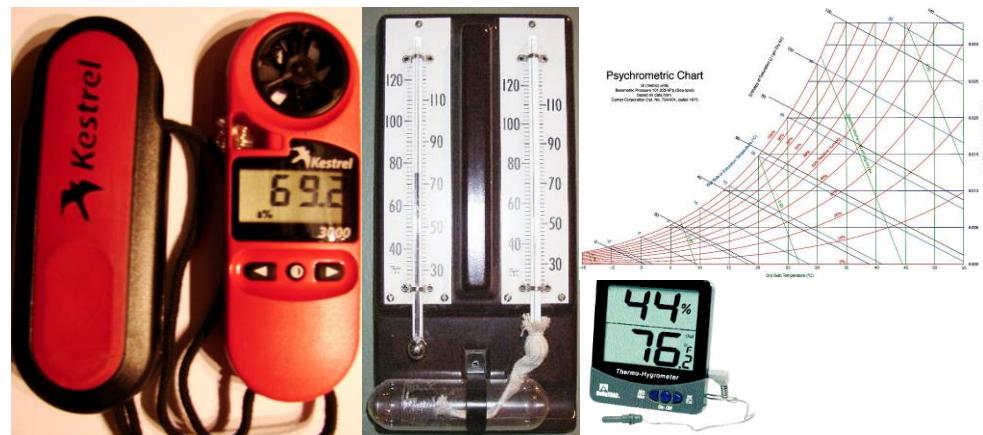
El termómetro es un instrumento de medición muy importante para la toma de decisiones en el manejo del cultivo. Debemos hacer mediciones a diferentes horas del día y llevar los registros diarios de temperaturas máximas y mínimas. Si las temperaturas promedio son muy bajas (menores de 10°C), el crecimiento de las plantas se ve afectado de manera dramática haciendo que la planta detenga su desarrollo, crecimiento y producción. Por el contrario, si las temperaturas son muy altas (mayores de 28°C), el proceso de transpiración y respiración de las plantas es muy elevado, por lo que deben gastar más energía para llevar a cabo estos procesos y el remanente de energía para la producción se ve disminuido dando como resultado una baja en la producción. Si las temperaturas exceden de 34°C pueden ocasionar aborto de la flor. No deben de colocarse directamente al sol y deben de estar a la altura de cogollo del follaje donde ocurre la polinización.



Termómetros con mínimo y máximo electrónicos y de mercurio

12.4 Medidor de humedad relativa

El higrómetro es el medidor por el cual podemos medir la humedad relativa del ambiente dentro del invernadero. A humedades relativas muy bajas (menores a 50%), la viabilidad del polen es disminuida y el proceso de polinización y fecundación se ven afectados dando como resultado una baja producción de frutas. Por el contrario, humedades relativas muy altas (mayores a 80%), hacen que el polen permanezca húmedo y no se logre desprender para llevar a cabo el proceso de polinización causando igualmente una baja en la producción, además, las altas humedades crean el ambiente óptimo para el crecimiento de hongos y bacterias en el cultivo. En ambos casos, humedades muy bajas (déficit de presión de vapor), se cierran los estomas de las hojas o muy altas el aire está saturado de agua deteniendo el proceso de transpiración que da como resultado deficiencia de elementos que no son muy móviles dentro de la planta como ser el calcio y el hierro, pero afectan el grado de nutrición que la planta requiere en general.



Medidores de Humedad electrónicos así como el de bulbo húmedo y seco que con la grafica de la derecha se saca la humedad relativa del aire

12.5 Medidor de cloro libre

Todas las aguas de riego para cultivos en invernadero deben de ser cloradas para potabilizarlas y eliminar patógenos que nos afecten el cultivo. Se debe adicionar hipoclorito de calcio como fuente de cloro, luego de dos horas, cuando el cloro ya ha realizado la función desinfectante, la cantidad que debe

de haber todavía de cloro libre en el agua de riego para el cultivo en suelo debe ser mayor de 0.5 y menor de 2 partes por millón y para el cultivo en bolsas con sustrato debe ser mayor de 0.5 y menor de 1 parte por millón. Se pueden usar tiras reactivas, medidores para piscinas que cambian de color según la concentración de cloro libre o medidores de cloro electrónicos.



Medidor de cloro libre electrónico y colorimétrico visual de piscinas los dos son alternativos.

12.6 Extractor de solución de medio (Chupa-tubo)

El chupa-tubo es empleado para conocer la concentración de iones o fertilizantes disueltos alrededor el sistema radicular de las plantas, en el medio de cultivo sea suelo o alguna mezcla en bolsa. El instrumento cuenta con una punta de cerámica por donde por medio de una extracción de vacío a través del tubo usando una jeringa de 50 cc, se logra obtener la solución extraída del medio alrededor de las raíces. Para cultivos en bolsas se recomienda usar un tubo de 6 pulgadas de largo y para cultivos en suelo se debe usar de 6 y 12 pulgadas de largo. El tiempo entre la colocación del chupa-tubo y la obtención de la solución varía según la humedad del suelo pero en general, si lo colocamos en la mañana, deberíamos tener lleno el tubo por la tarde y luego proceder a hacer las mediciones de pH y conductividad eléctrica. El objetivo de este instrumento proveer los datos de conductividad eléctrica y evaluar una posible concentración de sales alrededor del sistema radicular. Saber si la planta esta comiendo bien. Si la CE es mas baja en el medio le falta comida, si esta ente 1 y 1.5 del valor que fertirrigamos está bien y si es mas de 1.5 el valor estamos fertilizando mucho y hay que lavar y bajar nutrición.



Chupa Tubo

12.7 Balanza en gramos

La balanza es un instrumento necesario para poder tener una mejor precisión al momento de pesar los fertilizantes sólidos para ser usados en la solución nutritiva. Cualquier error en el pesado de los

fertilizantes puede causar un problema serio en el cultivo, por lo que se recomienda usar una balanza electrónica que tenga las unidades en gramos y onzas.



Basculas electrónicas son indispensables para el invernadero

12.8 Probetas

La probeta nos ayuda a medir con precisión las descargas de agua de los riegos cuando tenemos cultivos en bolsa lo cual permite calcular los riegos al día que realizamos. También nos sirve para medir con precisión fertilizantes líquidos, pesticidas y correctores de pH líquidos. En los invernaderos las plantas, por estar en un ambiente protegido, son más susceptibles a intoxicaciones por el exceso en las dosis de aplicaciones foliares en general, por lo que es indispensable tener probetas de 100 cc y 1,000 cc.



Probetas de 1,000 a 100 ml pueden ser usadas.

12.9 Pie de Rey

El pie de rey es la herramienta por la cual hacemos las mediciones del grosor de los tallos al momento de tomar los datos fisiológicos para determinación de estados fenológicos de las plantas. Además puede ayudarnos a medir los diámetros de los frutos, ya que algunos compradores exigen diámetros mínimos y máximos de frutas a ser comercializadas.



Pie de rey