

Construcción de un Invernadero

Octavio Barrios Capdeville
Ingeniero agrónomo FUCOA



Presentación

En varias ediciones de la revista Nuestra Tierra publicamos una serie de artículos técnicos destinados a la construcción de invernaderos, como una forma de colaborar con los agricultores de nuestro país, ya que estas técnicas tienen cada día que pasa una mayor relevancia. Para ello, el ingeniero agrónomo Octavio Barrios C., profesional de larga trayectoria en el agro nacional, puso toda su experiencia teórica y práctica al servicio de este proyecto.

Sin embargo, en la medida que los artículos técnicos aparecían en nuestra revista, fuimos recibiendo peticiones de distintas partes del país, que deseaban contar con un texto refundido. De esta forma, cuando se terminó de publicar la serie, comenzamos a revisar y complementar lo que ya habíamos

editado, y hoy estamos entregando este manual que estamos seguros contribuirá al perfeccionamiento de la agricultura.

Sabemos, por la experiencia recogida en el terreno, que son muchos los productos que pueden ser cultivados en invernaderos, a los que se han agregado con singular éxito las flores, y no son pocas las personas y empresas que están exportando las flores producidas en los invernaderos que han construido. Del mismo modo, el invernadero es un gran aliado de la economía familiar campesina, ya que las pequeñas producciones obtenidas bajo este sistema contribuyen notablemente a la alimentación sana de muchas familias.

Palabras aparte merece la experiencia resultante de las

producciones hortofrutícolas obtenidas en regiones con climas muy duros, como Magallanes, por ejemplo. En Punta Arenas, muchos pequeños agricultores, con el aporte de INDAP, han desarrollado estos cultivos con gran éxito, hasta el punto de satisfacer prácticamente las necesidades de hortalizas y frutas de esa importante capital regional, que además han logrado algo im- pensable hace algunos años: bajar los precios de las lechugas, tomates, limones y otros, colaborando con el ahorro y con la salud de la población al entregar productos frescos al mercado, recién cosechados, ya que antes de esta verdadera revolución agrícola, todos estos productos debían ser "importados" desde el norte del país.

En la actualidad, estos agricultores se han transformado en prósperos pequeños empresarios y ya están haciendo planes para aumentar sus producciones y exportarlas a la zona sur argentina, que también debe adquirirlos del norte, pagando altos precios por productos que no siempre llegan frescos.

Para la Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro, FUCOA, la concreción de este proyecto representa un paso más en el aporte que, con legítimo orgullo, siente que está realizando al sector silvoagropecuario y que hoy pone a disposición del agro nacional.

Santiago, abril de 2004.

Francisco Larenas Bouquot
Vicepresidente Ejecutivo

La diversificación productiva, tan necesaria en los tiempos actuales, nos indica la necesidad de mejorar nuestros sistemas de producción de hortalizas y flores. Un invernadero es una herramienta muy útil para producirlas fuera de temporada, conseguir mayor precocidad, aumentar los rendimientos, acortar los ciclos vegetativos de las plantas, mejorar la calidad de los cultivos mediante una atmósfera interior artificial y controlada.

Sus beneficios han masificado su uso en la agricultura porque permiten obtener una producción limpia, trabajar en su interior durante los días lluviosos, desarrollar cultivos que necesitan otras condiciones climáticas y evitar los daños de roedores, pájaros, lluvia o el viento. También produce una

economía en el riego por la menor evapotranspiración, que es la pérdida de agua por la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas, al estar protegidas del viento.

Su construcción es simple. Basta una estructura de soporte de madera o metal y una cubierta que puede ser polietileno transparente, policarbonato o vidrios, que lo cubrirá por los cuatro costados y el techo. Así retiene y mantiene en su interior una buena parte de la temperatura que se produce por el calor del sol o por estufas.

Los invernaderos requieren un sistema para regular la ventilación, la humedad y la temperatura interior.

Precisan, asimismo, de una mayor especialización en el

manejo de las plantaciones, debido a que las plagas y enfermedades encuentran mejores condiciones para su desarrollo, debido a la humedad y la temperatura. Esto se soluciona con un control adecuado de ellas.

En climas fríos es necesario que el invernadero cuente con una doble cubierta de polietileno, con las láminas separadas entre sí por 7 a 10 centímetros. Esto permitirá que la cámara de aire que se produce entre ellas actúe como aislante para conservar el calor. La cubierta exterior requiere de un material más grueso (0,15 ó 0,20 mm) y con protección Anti UV (Rayos Ultravioletas); polietileno de dos temporadas. En cambio, para los interiores basta con uno delgado (0,06 mm).

Altura del Invernadero

La que ha dado mejores resultados es aquella que permite alcanzar 3 metros cúbicos por cada metro cuadrado de superficie. En estas condiciones se logra un mejor desarrollo de los cultivos altos (como tomates, porotos verdes).

Si bien se va a necesitar una mayor calefacción interior, el calor se conservará por más tiempo.

Para tener en cuenta

En zonas con corrientes de aire muy fríos es recomendable instalar cortinas cortavientos, con mallas Rashel o maderas, para proteger el polietileno y evitar que el aire frío haga descender la temperatura de las paredes del invernadero y enfríe el interior de éste.

Para asegurar que no haya entradas de aire frío y evitar fugas de la temperatura interior, además de cerrar bien puertas, lucarnas y los polietilenos de los lados, revisar que las cubiertas de plástico del techo y de los costados no estén rotos. En el caso que se rompan en algún punto, parchar de inmediato usando cintas adhesivas especiales, que siempre conviene tener a mano.

Las estructuras deben ser construidas con materiales que no produzcan mucha sombra dentro de los invernaderos, especialmente si están en la Zona Sur donde hay menos luminosidad. Pintadas de color blanco reflejan la luz mientras que las oscuras (maderas ennegrecidas) la absorben. La pintura además permite una mejor conservación de la madera.

Los invernaderos de más de 30 metros de largo conviene construirlos con lucarna (abertura cenital), que tenga un sistema

para abrirla y cerrarla fácilmente y favorecer la aireación. En estos casos, la abertura de la lucarna debe estar orientada en sentido contrario a la dirección del viento



En cambio, en aquellos de menor longitud, la ventilación se puede efectuar a través de ventanas ubicadas en la parte alta del frente y del fondo, las que también deben contar con un mecanismo de abertura y cierre.

Los polietilenos de los costados deben estar fijos sólo en la parte superior para poder levantarlos desde abajo en las horas de calor y provocar así una corriente de aire hacia la lucarna o las ventanas altas. Para mantenerlos cerrados en la parte inferior, se fijan con tierra.

Forma de levantar el polietileno en los costados en horas de mayor calor. Se produce una corriente de aire hacia la lucarna



Al techo de los invernaderos se les da bastante pendiente (30%) para facilitar que las gotas de agua, producto de la condensación de la transpiración de las plantas y la evaporación del suelo caigan hacia los lados y no sobre los cultivos. Así se evita el desarrollo de enfermedades en los vegetales.

Si desea lograr buenos manejos es fundamental contar con una instalación de riego por goteo que incluya un mecanismo para incorporar los fertilizantes.

Estructura

Puede ser metálica con perfiles angulares o de tubos redondos. Hay de madera sola, o de ésta y alambre. También de tubos de PVC o de concreto.

La decisión de cuál será el tipo de invernadero a construir, dependerá del presupuesto disponible.

Las formas son variables. Dependen de las necesidades del usuario y de los materiales que se disponga. Los hay con techos de dos aguas, con estructuras semicirculares y semienterrados. En los primeros, puede considerarse una sola nave o juntar varias para ahorrar el polietileno en los costados y aprovechar mejor el espacio interior. Así se facilitan las labores con animales, motocultivadores o tractores.

La forma del techo influye en la cantidad de luz que entra al invernadero. La redonda es la más efectiva. Sin embargo, el sistema más difundido es la estructura de madera a dos aguas, por su construcción más fácil. Aquí lo explicamos.



Materiales para la construcción de un invernadero con estructura de madera y cubierta de polietileno

Madera

1. Postes. Los más empleados son los de eucalipto "tratados". Su duración se puede incrementar al pintarlos con alquitrán líquido en los 60 cm que se enterrarán y en los 20 cm que quedan sobre el suelo.

El diámetro apropiado es de 3 a 4 pulgadas. Medidas inferiores no son recomendables por presentar menor resistencia a los vientos fuertes, lluvias y, en algunos casos, al peso de la producción.

Los postes de los costados deben ser de 3 metros de alto. Al enterrarlos 60 cm dan una altura de 2,40 metros sobre el suelo. Los postes centrales medirán 4,20 metros de largo y una vez enterrados quedarán de una altura de 3,60 metros.

Otra posibilidad es emplear postes de 3 m y "suplementarlos" (alargarlos) con tablas de 2 m de largo por 4 y 1,5 pulgadas de ancho y espesor, respectivamente, para darles la altura necesaria.

2. Tablas. Las más utilizadas son de pino de 3,20 ó 4 metros de largo, con 5 pulgadas de ancho y 1 de espesor. Deben estar bien secas para evitar su deformación. Cuando están recién cortadas o muy frescas exudan resinas que dañan el polietileno, disminuyendo su duración en los puntos de contacto.

Elegir las con menos nudos, por su mayor resistencia. Sus bordes (cantos) deben estar bien cepillados y parejos, sin astillas en la parte que estará en contacto con el polietileno,

para evitar que lo dañen. Da buenos resultados forrar estas partes con tiras del mismo plástico.

En zonas con bajas temperaturas, donde es necesaria una doble cubierta de polietileno, las tablas deberán tener los dos cantos cepillados.

Comprar listones de 1 pulgada de ancho por media pulgada de espesor (los llaman charlatas), para fijar el polietileno a las tablas con clavos de una y media pulgada.

Las maderas no deben ser tratadas con creosota ni otro producto derivado del petróleo, debido a que dañan el polietileno.

3. Alambre. Existen diferentes espesores, según dónde y para qué se usen.

Para sostener las cintas que amarran las plantas, se usa alambre del N° 12 ó el 14 que debe ser lo suficientemente resistente para soportar el peso de las plantas y sus frutos. Para las cortinas y el techo se usa un alambre del 14 y para el anclaje del invernadero se requiere uno más grueso, del N° 8 ó el 10.

4. Cubierta. La más empleada es la de polietileno de baja densidad. En el comercio se encuentran anchos de 6 a 12

metros. Es necesario considerar estas medidas al diseñar las estructuras.

Polietileno. El más usado es de 0,15 a 0,20 milímetros de espesor, con tratamiento anti UV. Generalmente, dura dos temporadas y tiene una mayor resistencia a los climas adversos. En el caso de usar doble cubierta, la interior será de polietileno más delgado, de 0,06 milímetros.

Se encuentra en el comercio en tres tipos:

a. Normal. Su espesor más común es de 100 micras (0,10 mm).

Tiene una duración promedio de 8 a 10 meses. Es de color transparente y muy permeable a los rayos infrarrojos de onda larga, lo que provoca pérdida de calor por las noches, con el consiguiente peligro de inversión térmica (menor temperatura dentro del invernadero en noches despejadas, frías y sin viento).

Difunde poco la luz solar, lo que puede ocasionar daños por golpes de sol. Se produce gran condensación de la humedad generada al interior del invernadero (producto de la evapotranspiración).

b. Larga duración. Se mantiene en buenas condiciones por

dos temporadas agrícolas. Presenta un color amarillo transparente y lleva aditivos en su composición para protegerlo de los rayos ultravioleta. El espesor más usado es entre 150 y 200 micras (0,15 a 0,20 mm).

Difunde mejor la luz que el polietileno normal, pero no tiene efecto térmico y presenta el mismo peligro de inversión térmica.

c. Térmico. Dura de 2 a 3 temporadas. Su color es amarillo o transparente, con un espesor generalizado de 200 micras (0,20 mm). Tiene aditivos contra los rayos infrarrojos de onda larga que, durante la noche, permiten retener más o menos el 85% del calor almacenado en el día. Eso disminuye el peligro de heladas por inversión térmica.

Produce gran dispersión de la luz, con lo que se evitan los golpes de sol. A la vez, requiere un buen sistema de ventilación para evitar temperaturas muy altas, ya que en los invernaderos cubiertos con este tipo de polietileno se acumula más calor.

La condensación se produce como gotas de menor tamaño, lo que reduce el daño en las plantas.

Mayor o menor duración

Además del espesor y del clima hay otros factores que influyen en la duración de los polietilenos. Los más conocidos son:

* La radiación ultravioleta y la temperatura a que está sometido el polietileno.

* También influye la calidad de la madera. Maderas muy frescas de pino "cortan" el polietileno en los puntos de contacto, debido a la resina que exudan.

Ubicación

Para elegir el terreno donde se van a levantar uno o varios invernaderos, es conveniente tener en cuenta aspectos como:

a. La disponibilidad de agua de riego en cantidad y calidad.

b. Elegir suelos nivelados, con buen drenaje, libres de posibles anegamientos por aguas lluvias o desbordes de canales.

c. Que existan caminos de acceso todo el año para la salida de los productos. En lo posible, lejos de los caminos y zonas polvorientos, debido a que el polvo se deposita en los techos disminuyendo el paso de luz al interior, además de contaminar las hojas y frutos.

- d. Que se cuente con mano de obra en la vecindad.
- e. Fácil conexión a la energía eléctrica para el bombeo del agua de riego y la iluminación.
- f. Evitar zonas de mucha neblina por su menor luminosidad.
- g. Que esté cerca de la persona encargada, para que dé solución rápida a cualquier problema.
- h. No ubicarlo junto a la sombra de árboles muy altos, ni donde lleguen sus raíces.
- i. Cuidarse también de los suelos bajos donde existan napas freáticas altas.
- j. Que estén protegidos de vientos fuertes que puedan dañar la cubierta de polietileno.

Orientación

Muchas veces la pendiente del terreno (topografía) decide la orientación de la nave o caseta. En los suelos planos es importante considerar la dirección de los vientos predominantes, debiendo orientarla hacia aquella que presente menos resistencia.

Cuando las naves se construyan con lucarna, ésta debe quedar orientada a favor de la brisa suave, para facilitar la ventilación. La más usual es norte-sur para aprovechar mejor la luz solar.

Detalles a considerar

Con el invernadero aún en el papel, es bueno conocer las condiciones que exige su instalación, las diversas estructuras y los plásticos para la cubierta.

El tipo y estado de la estructura. Por ejemplo, las de fierro necesitan estar pintadas de color blanco para evitar que se calienten demasiado y corten el polietileno. Además se protegen del óxido.

El estado de la madera. Debe ser seca para que no se doble y, en el caso del pino, evitar que las resinas afecten al polietileno.

Que los cantos de las piezas de madera sean suaves, sin asperezas, en las zonas de contacto con la lámina de polietileno, para que no la rompan. En otras palabras, que estén bien cepillados al igual que las tablas que lo fijan sobre la estructura.

Que el polietileno no quede suelto ni excesivamente tirante, al momento de su colocación y fijación sobre la estructura. Proteger el invernadero con cortinas cortavientos, en las zonas de fuertes vientos.

Evitar el contacto de los productos fitosanitarios con el polietileno.

Vigilar permanentemente el estado del plástico. Si se detecta alguna rotura, parchar de inmediato con una cinta especial, para evitar que se siga rasgando (rompiendo).

La temperatura

Es uno de los factores más importantes en el desarrollo de las plantas. Por eso, una de las principales ventajas de los invernaderos es la posibilidad de crear las condiciones climáticas que más acomoda a los cultivos, previniendo los daños por bajas temperaturas.

Cuando hay heladas se producen daños en los tejidos de las plantas. Para prevenirlas, es conveniente que el invernadero tenga doble cubierta y pueda quedar perfectamente cerrado para evitar el frío durante las noches.

Lo mismo ocurre cuando el rocío sobre las plantas se evapora muy rápido, a la salida del sol, y la temperatura ha bajado de 0° C. Esto se previene cuidando que no se moje la parte aérea de la planta al regar, y con una buena ventilación del invernadero. Así se evita que la evapotranspiración sature la atmósfera interior y se humedezca el follaje.

Pérdida del calor por irradiación. La temperatura del interior

del invernadero, almacenada durante el día, baja en la noche. Este tipo de heladas se presenta en noches despejadas, sin vientos y con baja humedad relativa en el aire. Se evita utilizando polietileno térmico en la cubierta. Este conserva algunos grados más de temperatura por ser menos permeable a los rayos infrarrojos de onda larga.

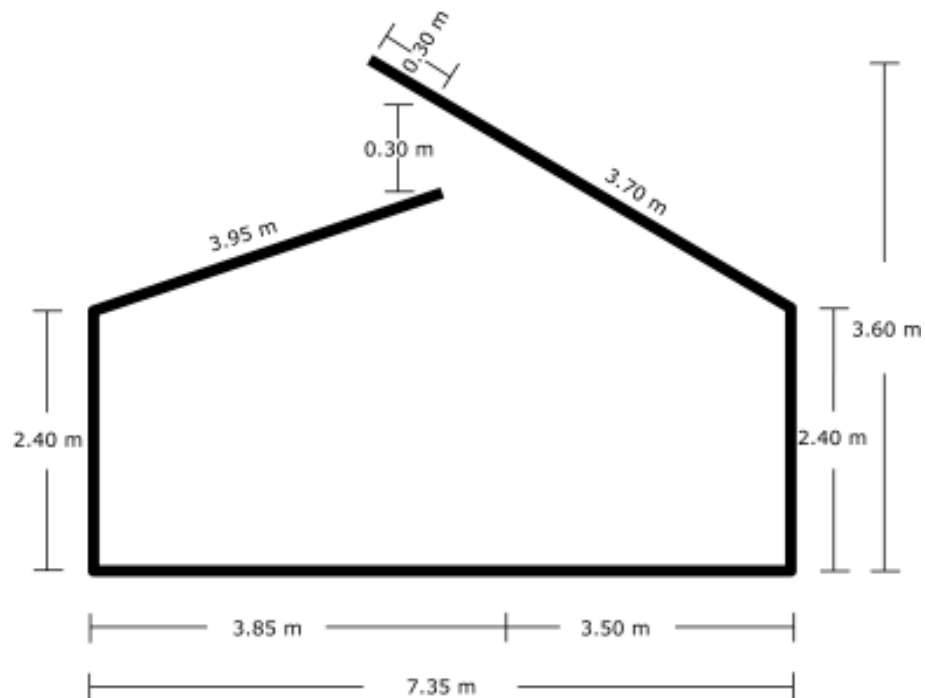
Cuando el costo de los cultivos y cosechas lo justifique es conveniente, además, contar con equipos calefactores que produzcan una buena distribución del calor y que no provoquen contaminación por acumulación de gases.



Construcción del Invernadero

Consideramos la construcción de una nave de estructura de madera de 7,35 metros de ancho y 30,40 metros de largo, con cubierta de polietileno.

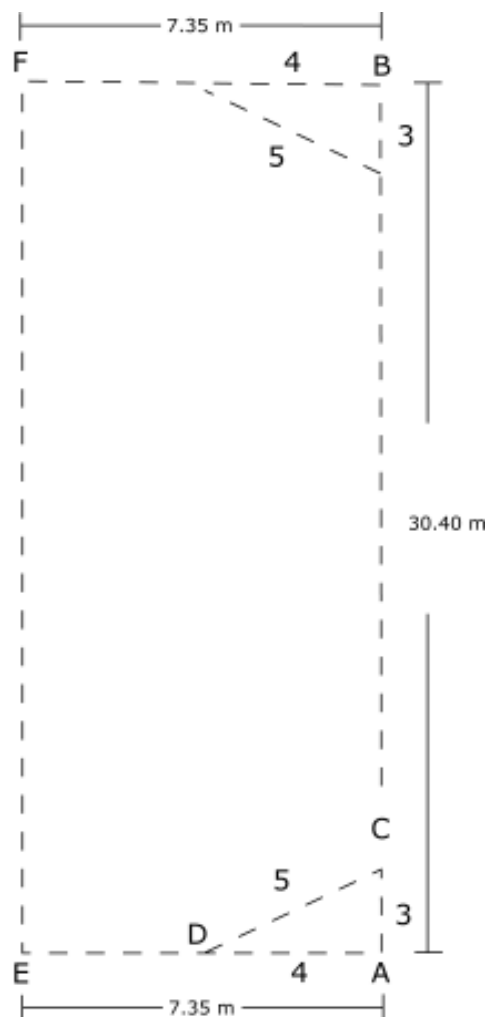
Modelo y medidas del invernadero que se propone.



Cuadrar el terreno

Para que la base del invernadero esté bien medida, lo primero es cuadrar el terreno. Esta operación es muy importante ya que da más resistencia a la estructura y facilita la colocación de la cubierta. Se puede usar el práctico método del 3 - 4 y 5 m, que es muy preciso. Consiste en determinar con lienzas y una huincha de medir el ángulo recto en las esquinas.

Diagrama del método para cuadrar el terreno donde se instalará el invernadero



Se hace así:

Tomar como referencia uno de los lados largos de 30,40 m que tendrá el invernadero y se marca con las estacas A-B, en cada punta y se unen con una lienza, bien estirada. Sobre ésta y partiendo desde la estaca A se miden 3 m y se señala con la estaca C.

➔ A partir de la misma estaca A se coloca una lienza de 4 m en ángulo recto (hacia el lado) y desde la estaca C se amarra otro cordel de 5 m hacia el mismo lado. Se estiran las dos lienzas y en el punto donde se juntan (los 4 y los 5 metros), se clava la estaca D. El ángulo recto del punto A está preciso.

→ A partir de A se estira una lienza que pase por D y se prolonga hasta medir los 7,35 m, donde se entierra la estaca E. Esta operación se repite en la estaca B para obtener el punto donde irá la estaca F, en ángulo recto.

→ Finalmente, se unen con una lienza los puntos E y F y el terreno está cuadrado

Con este sistema tenemos las cuatro esquinas para el invernadero.

Para corroborar que el trabajo está exacto se miden las distancias entre las estacas B y E y entre F y A. Si tienen su largo igual, la cuadratura del terreno está bien hecha.



Método práctico para la construcción del invernadero

Una vez marcado el terreno con las estacas, se traza una línea central a todo el largo del invernadero, separada a 3,50 metros del costado donde quedará la parte más alta de la lucarna, cuya abertura tiene que quedar en sentido contrario a la dirección del viento predominante, para favorecer la salida del aire húmedo desde el interior. Si está ubicada en la dirección del viento, éste entrará y someterá al polietileno a un esfuerzo extra y lo dañará. Además, costará controlar la temperatura interior.

Instalación de postes

Luego, en cada línea (la central y las de los lados) a una distancia de 1,60 m se marcan los puntos donde irán los postes laterales y los centrales. Los hoyos se cavan de 60 centímetros de profundidad, para ente-

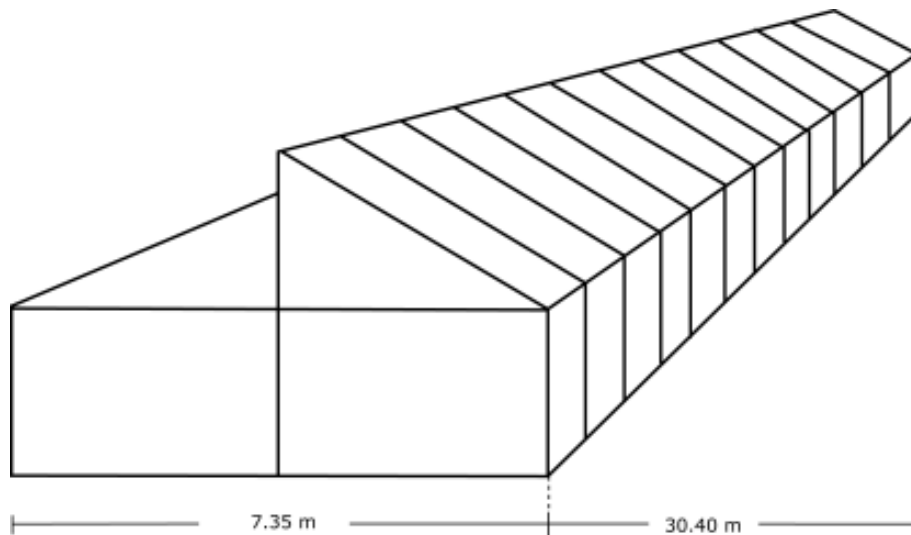
rrar los postes, que deben ser afirmados con piedras y tierra bien apisonadas, humedeciendo con agua, si el suelo está reseco, para lograr que queden más firmes.

Se empieza colocando los cuatro postes de las esquinas que servirán de guía para todos los demás postes laterales, tanto en la ubicación como en la altura.

Luego se entierran los que van en la línea central en línea con los laterales. Primero los que irán en los extremos y con una lienza se alinean los demás a lo largo. Importante es controlar que los postes queden verticales con un "hilo a plomo" o un nivel, especialmente los primeros que servirán de guía para los demás.

Una vez enterrados los postes, se clavan las tablas. Primero, las que van en la parte superior de los postes de los costados, uniéndolos entre sí; a continuación, las correspondientes a los palos centrales. Posteriormente, se colocan las cerchas (tablas que unen los postes centrales con los laterales en el techo). En este caso, las de un costado se instalan en la parte superior del poste central; y las del otro costado, 30 centímetros más abajo para formar la lucarna, la que termina con tablas en sus extremos.

Es importante que todas las tablas queden bien clavadas a los postes o entre sí para dar firmeza a la estructura y además estén bien "cuadradas" para facilitar la colocación del polietileno. Los clavos no deben presentar puntas que puedan dañar el plástico.

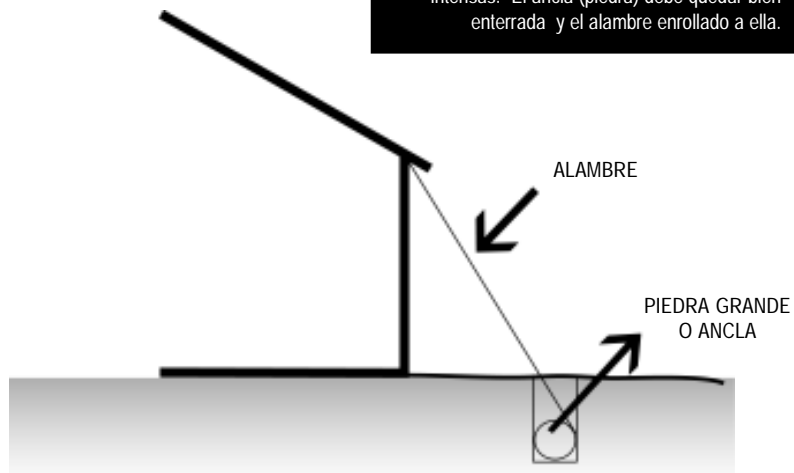


Detalles de la ubicación de todos los postes y de las cerchas a lo largo de la estructura

Alambre

Como tirantes se utiliza el galvanizado para reforzar la estructura por los costados y contrarrestar la fuerza del viento. Van en cada poste, desde la parte alta al suelo, en ángulo. En el suelo, se entierran amarrados a piedras grandes o a anclas de concreto y fierro (se encuentran en el comercio y las usan en la construcción de los parronales).

Los tirantes de alambre permiten reforzar la resistencia a los vientos fuertes o lluvias intensas. El ancla (piedra) debe quedar bien enterrada y el alambre enrollado a ella.



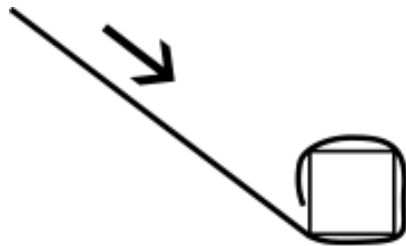
En climas con fuertes vientos y lluvias es conveniente colocar, entre las cerchas y paralelos a ellas, unos alambres para que una vez puesto el polietileno se mantenga estirado y no forme "bolsas" de agua.

Colocación del polietileno

Si ha usado pintura acrílica blanca en las superficies que estarán en contacto con el polietileno, conviene esperar a que esté totalmente seca, antes de colocar el polietileno.

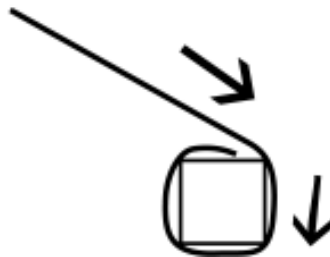
Iniciar la fijación del polietileno cuando la temperatura ambien-

te sea suficiente para entibiárla y adquiera flexibilidad. Para estirar la lámina de los extremos, fijarla a la estructura y darle tensión, use listones de 2 por 2 pulgadas donde enrolle dos vueltas del polietileno como base al tomarlo. No lo sobreestire para no reducir su duración. Se fija a los extremos del invernadero con los listones en los cuales se enrolló, cuidando que, una vez colocado el polietileno, el agua de la lluvia escurra sobre él y no entre hacia el listón, apoyándola. A continuación, el plástico se fija a las cerchas con tablas de 2 por 1/2 pulgada y clavos de 1,5 pulgada.



Forma correcta de enrollar el polietileno al listón de 2 x 2 pulgadas para que la lluvia escurra bien y no se apoce.

INCORRECTO



CORRECTO

Si va a colocar una doble cubierta de polietileno, la del interior deberá seguir la misma pendiente de las cerchas, a las que se fija con tablas de 2 por 1/2 pulgada, tal como la que va por fuera.

Una vez fijado el polietileno del techo, en la lucarna se instalan las ventanas recomendadas para poder cerrarlas.

El polietileno del frente y de los costados se clava solamente en la parte superior y se mantiene afirmado a los postes con lienzas verticales. Para ello, sirven cintas de riego por goteo dadas de baja. En el suelo se afirma con tierra. Esto permite levantarlo cuando se necesite una mayor ventilación, ya que produce una corriente de aire

desde la parte inferior a la lucarna y ventanas cenitales.

La parte inferior de todos los costados de los invernaderos se cierra por dentro con una lámina de polietileno de unos 60 cm de alto para evitar la entrada de animales y proteger las plantas nuevas de corrientes de aire frío cuando se levantan los laterales. Ésta se afirma en la parte superior con un alambre colocado entre los postes de los lados. La parte inferior se entierra en el suelo y se tapa con tierra.

El invernadero está listo. La estructura de madera puede durar hasta ocho años y el polietileno dos temporadas. Los materiales a usar y sus costos están en el cuadro anexo.

COSTOS DE MATERIALES PARA UN INVERNADERO DE MADERA Y POLIETILENO

MATERIALES	Cantidad (unidades)	Precio unitario \$ s/IVA	Precio total \$ s/IVA
Postes de eucalipto sulfatado 3" x 3 m	40	1.300	52.000
Postes de eucalipto sulfatado 4" x 4,20 m	20	2.500	50.000
Tablas de pino, 5" x 1" x 4 m	45	1.750	78.750
Tablas de pino, 5" x 1" x 3,20 m	42	1.250	52.500
Tablas de pino de 2" x 1/2" x 3,20 m	50	250	12.500
Tablas de pino de 2"x 5" x 3.20	20	460	9.200
Listones de pino de 2" x 2" x 3,20 m	50	1.000	50.000
Polietileno de 0,15 mm anti UV 6 m de ancho	78 kgs.	1.240	96.720
Polietileno de 0,15 mm anti UV 4 m de ancho	42"	1.240	52.080
Clavos 3"	10"	460	4.600
Clavos 1,5"	3"	483	1.450
Alambre galvanizado del N° 8,	50 "	474	23.700
Alquitrán líquido	1 galón	3.200	3.200
Esmalte al agua	1 galón	8.600	8.600
TOTAL			\$ 495.300

Precios en Santiago, enero de 2004.
No incluyen flete ni mano de obra de dos personas por 7 días.



Manejo ambiental de los invernaderos

Métodos para regular la humedad y la temperatura en su interior, factores importantes para alcanzar un desarrollo óptimo de los cultivos. Importancia de las horas-luz disponibles. Aprovechar la temperatura

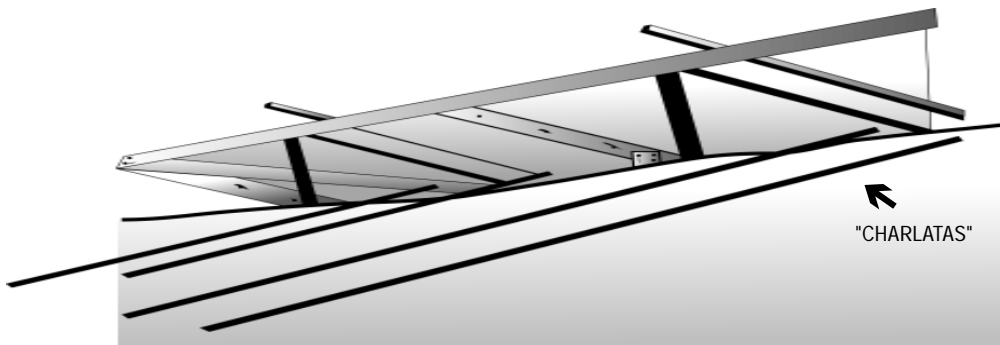
Las plantas necesitan una temperatura adecuada para su crecimiento, de lo contrario éste se detiene. Si ésta desciende a cero grados o menos, los cultivos se pueden dañar seriamente, como ocurre con los al aire libre, por las heladas. En este sentido, hay que aprovechar el efecto favorable del invernadero de mantener la temperatura tanto del aire como del suelo, y favorecer el desarrollo de las raíces y de la parte aérea de las plantas.

Aberturas o roturas en la cubierta plástica hacen perder

calor en un invernadero al dejar salir el aire tibio y entrar el frío. Como el aire caliente es más liviano sube a la parte alta del invernadero y el frío, que es más pesado, se mantiene en la parte baja lo que daña aún más las plantas.

Para evitar esto, el invernadero debe permanecer perfectamente cerrado durante las horas de menor temperatura ambiental para mantener la temperatura en su interior.

En lugares donde hay mucho frío, conviene usar la doble cubierta de polietileno. Basta con colocar una lámina de polietileno delgado en la parte interior del invernadero, separada de la exterior por el ancho de la madera de la estructura (alrededor de 10 centímetros). La capa de aire que queda entre las dos cubiertas, servirá de aislante y reducirá la pérdida de calor.



El polietileno va apoyado sobre el canto liso de la tabla. Para fijarlo a ella, se usan listones de madera de 1 pulgada de ancho por media de espesor y 3,20 metros de largo, llamados "charlata" que se clavan sobre el polietileno y la estructura.

En las noches o durante días muy helados es recomendable el uso de estufas con el fin de mantener la temperatura adecuada para el desarrollo de los cultivos, instaladas de modo que no dejen gases nocivos dentro del invernadero. Éstas pueden ser eléctricas, a gas, aserrín, leña o parafina.

De todas maneras, cualquiera sea el sistema de calefacción a usar es muy importante inducir la circulación del aire dentro del invernadero mediante ventiladores. Con esto se obtendrá una mejor distribución del calor para favorecer a todas las plantas, no sólo las ubicadas cerca de los calefactores.

En zonas con corrientes de aire muy frías es conveniente instalar cortinas cortavientos junto

al invernadero, como las de malla Raschel. Así evitará que el aire helado entre en contacto con las cubiertas laterales de los invernaderos, las enfríe y reduzca la temperatura interior en éstos.

Para asegurar que el invernadero no tendrá entradas de aire frío, además de cerrar bien puertas, lucarna y los polietilenos de los costados, se debe revisar que no haya una rotura del polietileno y por si se produce alguna siempre se debe tener a mano una cinta especial para estas reparaciones (es una cinta que viene con un pegamento adecuado)

Para evitar que la temperatura suba demasiado

Al contrario, cuando la temperatura aumenta demasiado en los invernaderos, también se producen retrasos en el desarrollo de las plantas o disminución de su rendimiento (aborto de flores). Por esta razón, en las épocas de calor debe controlarse el exceso de temperatura en su interior.

Para ello, existen dos mecanismos. Una buena ventilación y evitar el exceso de sol mediante sombreaderos. La malla Raschel ha dado buenos resultados y se

coloca con un sistema de alambres que permitan correrla, para que el invernadero reciba la radiación solar en los días de menor temperatura.

La ventilación interior será controlada según las características y estado de desarrollo de los cultivos y la temperatura interna se mide con termómetros de máxima y de mínima, que registran las temperaturas extremas habidas. Nunca debe faltar uno dentro del invernadero.

En zonas con corrientes de aire frío es conveniente instalar cortinas cortaviento como protección, a los costados del invernadero por el lado que sopla el viento.



Para ventilar se hace circular el aire. Como se dijo, al calentarse el aire tibio se pone liviano, pierde peso y sube a la parte alta del invernadero. Para facilitar esta corriente de aire, abrir la lucarna (las ventanas de la parte alta) y se levantan un poco las cortinas laterales.

Se recomienda hacerlo en las mañanas para eliminar el exceso de humedad producido por la condensación en las cubiertas de polietileno. A medida que aumenta la temperatura interior se debe abrir cada vez más el invernadero. Cuando alcanza los 24 grados Celsius levante las cortinas del lado contrario al viento y parte de la lucarna. Si asciende a los 26 y 28 grados abra las cortinas del lado por donde sopla el viento, toda la lucarna y las ventanas, para evitar que la temperatura interior suba de 29 grados Celsius.

Al bajar la temperatura ambiente, cerrar las cortinas y ventanas con el fin de acumular calor para la noche.

La humedad y la luz

Mantener un estricto control sobre la humedad al interior de los invernaderos, es un factor importante. Ésta varía según los requerimientos del cultivo. Si bien es cierto que ayuda al desarrollo de las plantas, un

exceso de ella les resulta perjudicial por favorecer el desarrollo de enfermedades causadas por hongos y bacterias.

Como los polietilenos son impermeables al agua, la humedad se eleva al interior de los invernaderos cuando no se ventilan, por no poder salir. Esto es consecuencia de la evapotranspiración, o sea, la pérdida de humedad del suelo más la transpiración de las plantas.

Otro factor a considerar siempre es la luz. De acuerdo a las horas-luz que haya en la zona donde se instaló el invernadero, es necesario elegir el cultivo que mejor se adapte al lugar, sabiendo cuántas de éstas requiere éste.

Otra idea es completar las horas-luz que faltan, mediante luz artificial, como la eléctrica, siempre que el costo lo permita.

Sistema de riego tecnificado para el invernadero estudiado

Hoy no se piensa en un cultivo en invernadero sin un sistema de riego por goteo, debido a sus ventajas y comodidades.

Instalación cinta de riego



Antes de instalar este sistema se debe tener claro cuál será la fuente de agua, es decir, río, canal, vertiente, embalse, noria o pozo profundo. Eso determinará el sistema de filtros.

La distancia desde la fuente de agua al cultivo, y la diferencia de nivel desde el espejo (nivel) de agua y la superficie a regar, más el tipo de cultivo, son los datos necesarios para calcular la capacidad de la bomba (litros por minuto o por hora) y la potencia o presión que se necesita expresada en metros columna de agua.

El riego automático es un método moderno que funciona a través de un programador eléctrico. Permite programar la frecuencia y el tiempo de riego por sectores de acuerdo a la necesidad del cultivo. El equipo envía una señal eléctrica a la válvula selenoide correspondiente, para que inicie o termine el riego.

Existen varios tipos de válvulas que ejercen distintas operaciones, entre ellas tenemos:

Las de retención, llamadas "sapito", que se instalan en la parte inferior de la tubería de succión de la bomba para mantenerla llena de agua y evitar "cebarla" cada vez que se ponga en funcionamiento. Las de aire (ventosas) regulan la cantidad de éste en las tube-

ría evitando bolsones de aire que dificultan la circulación normal del agua.

Otras, regulan la presión manteniéndola constante dentro del circuito. También existen válvulas de no retorno, que se instalan a la salida de la bomba, que impiden que el agua se devuelva a ella cuando ésta deja de funcionar.

Las destinadas a abrir o cerrar los circuitos pueden ser manuales o eléctricas (selenoides). Las manuales (llaves de paso) pueden ser de espejo o de bola.

Para asegurar el buen resultado de estas instalaciones existen otros instrumentos, como:

Manómetros, que miden la presión de circulación del agua dentro del circuito y que permiten detectar filtros tapados o pérdidas de presión por filtraciones.

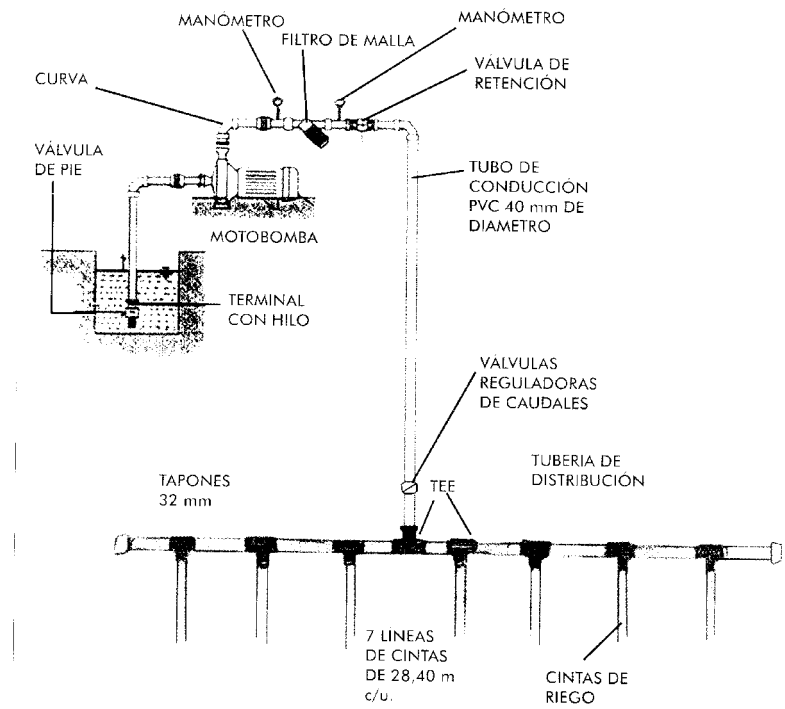
Equipos de fertilización que inyectan en forma regulada los fertilizantes a la red para distribuirlos uniformemente al cultivo.

La red hidráulica está formada por las tuberías y los fittings (codos, curvas, tees, terminales con hilo interior y exterior, reducciones, etc) diseñados para una correcta instalación del circuito.

Los goteros o emisores permiten la salida regulada del agua en forma de gotas. Existen los de tipo en línea, los de botón y los autocompensados (el caudal se mantiene con diferentes presiones). Vienen calibrados para entregar una cierta cantidad de agua (2, 4, 6, 8 litros por hora).

Las cintas de riego son tubos de polietileno delgado que traen los emisores incorporados. La distancia entre éstos varía de 20, 30, 40 centímetros. El caudal que emiten se expresa en litros por hora y por metro de largo (l/h/m). Generalmente son del orden 2, 4 ó 6 litros l/h/m.

Modelo de instalación de un sistema de riego por goteo



Costos estimados

ítem	Cantidad	Valor total Con IVA
Bomba de riego eléctrica (40 litros por minuto)	1	\$ 40.000
Tubería PVC hidráulica 32 mm tiras de 6 metros	11	26.865
Filtro de malla autolimpiable	1	50.000
Manómetros	2	14.000
Cinta de riego (4 l/h/m)	200 m	16.000
Regulador de presión 32 mm	1	14.000
Instalación eléctrica tablero, caja protección, cables, etc.	Global	30.000
Tee 32 mm	1	2.000
Uniones americanas 32 mm	2	4.800
Terminales HE 32 mm	6	1.320
Codo 90 ° 32 mm	2	400
Gromets con conectores	11	1.540
Curva 32 mm	1	400
Válvula de pie (sapito) 32 mm	1	2.600
Tapones terminales 32 mm	2	300
Lija pliego	1	200
Pegamento PVC 250 cc	1	1.800
TOTAL		\$ 206.225