



ESTRUCTURAS: INVERNADEROS – PARTE 1

La función básica de un invernadero es brindar un ambiente protector para la producción de los cultivos. La producción en invernaderos se utiliza principalmente para obtener hortalizas u ornamentales, aunque en muchos procesos de obtención de plantas en sus primeros estadios se utilizan invernaderos. Así se pueden observar estas estructuras en la obtención plantas juveniles de arbustos y árboles frutales. También en los centros de investigación, el invernadero se utiliza frecuentemente para ampliar los momentos del año en que se puede trabajar sobre las plantas. El objetivo es entonces establecer *un ambiente controlado*. El control que puede establecerse puede ser total como en la micropropagación o en las cámaras de germinación. Pero regularmente el control que se realiza es aquel que puede compatibilizarse con el precio de venta del producto cultivado.

TIPOS DE INVERNADEROS

Clasificación general:

- **1. Por su relación con otras estructuras**
 - **1.1. Adosados a una estructura existente:** están pegados a una construcción ya realizada y tienen un solo techo o caída de agua hacia la zona opuesta a la estructura donde están apoyados.
 - **1.2. Sin adosar a otra estructura**
- **2. Por su relación con otros invernaderos**
 - **2.1. De una unidad o una sola nave:** son invernaderos aislados de otros. Puede ser por tenerse ese solo invernadero o por alguna razón ambiental especial: zonas de nevadas o estructuras diferentes o para un proceso en particular. El ancho del módulo estuvo determinado en nuestro país por el ancho de fabricación del polietileno.
 - **2.2. De múltiples unidades o naves, llamados también en bloque o en batería:** son invernaderos unidos por donde los techos son más bajos, generalmente por la zona de desagüe del techo con o sin canaletas evacuadoras del agua. Lo que se tiende a construir cuando se quiere una buena estructura son baterías de módulos unidos por las canaletas. Hay que comprender que cuando el cultivo es comercial, un solo módulo no cubre las necesidades de una empresa salvo en cultivos de muy alto valor.
- **3. Por su largo de semitecho**
 - **3.1. De semitechos iguales:** hacia ambos lados de la parte central el techo tiene la misma longitud y ángulo con la horizontal. Generalmente en estos casos los techos tienen entre 3 y 7 metros de cada lado.
 - **3.2. De semitechos desiguales:** hacia un lado el semitecho es mas largo, los ángulos de los semitechos son desiguales.
- **4. Por tener un solo techo**
 - **4.1 De un solo techo individual:** con el techo mirando en forma transversal al sentido de los rayos solares. En este caso cuando se busca interceptar la máxima cantidad de luz solar



y/o hacer el agua de lluvia hacia un solo lado. En el hemisferio sur el lado más bajo debe ser orientado y paralelo al ecuador.

- **4.2. De un solo techo en bloque o batería llamados "diente de sierra".** Esta es una estructura tipo perfil fabril utilizado donde se persigue una ventilación importante por la ventana que se obtiene en el desnivel que se produce entre dos módulos contiguos.

▪ 5. Por la forma del techo

- **5.1. De techos rectos**
 - 5.1.1. tipo capilla
 - 5.1.2. tipo capilla modificada
 - 5.1.3. tipo tropical
 - 5.1.4. tipo diente de sierra
- **5.2. De techos curvos**
 - 5.2.1. tipo túnel o semicilíndrico
 - 5.2.2. tipo techo curvo con postes rectos
 - 5.2.3. tipo arco gótico con postes rectos

1.1. Invernadero adosado a otra estructura



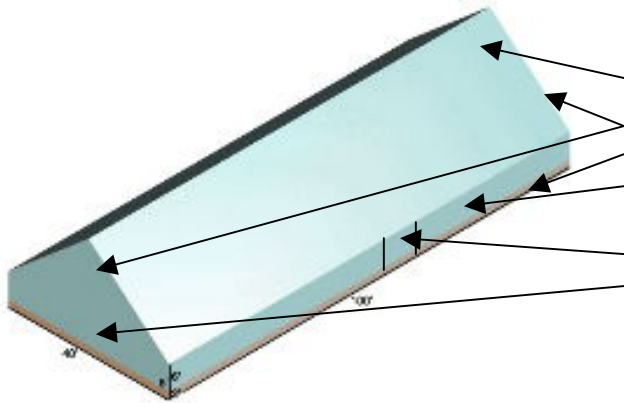
Este tipo de invernaderos, es utilizado ampliamente por aficionados en sus hogares o en situaciones donde la superficie requerida es pequeña o donde hay que pasar de un laboratorio al invernadero sin atravesar otros espacios.

Hemos visto en Buenos Aires Argentina, invernaderos tipo capilla pegados por un extremo a un galpón de empaque en un cultivo de rosas. También hemos visto múltiples invernaderos unidos por un extremo a ambos lados de un galpón central, pero esto será visto mejor cuando desarrollemos el tema: organización de cultivos

comerciales.

5.1. Capillas

En nuestra región por razones culturales, a los invernaderos de semitechos iguales y rectos se los denomina tipo capilla. Los semitechos tienen un ángulo con la horizontal entre 15 y 50° y largo de entre 3 y 7 siete metros hacia cada lado. El largo total del invernadero puede variar entre 40 y 80 metros. La cantidad de naves unidas por la canaleta puede variar hasta llegar hasta casi 100 m de frente. Estas estructuras se encuentran frecuentemente en la zona de los alrededores de Buenos Aires. Tienen una altura a la canaleta de alrededor de los dos metros. Es conveniente que tengan una altura a la canaleta de por lo menos 2,5m y a la cumbre al menos de 3,5 metros. Se encuentran alturas menores y este es uno de los defectos mas importantes. A esto se suma que son baterías sin ventilación por el techo y solamente por la parte lateral en la periferia de la estructura. La falta de ventilación lleva a tener temperaturas y humedad incontrolables.



- Invernadero tipo capilla en un módulo
- Dos semitechos a dos aguas
- Un frente y una parte trasera altas triangulares
- Una pared baja rodeando todo el perímetro
- Dos paredes laterales rectangulares que van del techo hasta la pared baja
- Puertas por pared frontal o lateral
- Una parte baja del frente y parte traseras de forma rectangular

Ejemplo: Invernadero multicapilla en clavel

Se llamó *invernadero estándar* a una capilla de 6 x 40 m. Se opinaba que podían entrar hasta 50 naves por ha. Este cálculo es aritmético, pero en la realidad hay muchas consideraciones en contra para refutar estas aseveraciones y que permiten polemizar sobre este tipo de estructura:



- La necesidad de caminos y paso de maquinas entre bloques de invernaderos
- Necesidad de poder ventilar, cosa imposible en esta multicapilla. Cuantas más naves, peor.
- Una capilla es el máximo posible que permitiría tener pocos problemas.
- Se recomienda "no poner mas de tres capillas unidas" para no tener problemas con la ventilación.
- No poner invernaderos de más de 45 metros de largo por la pérdida de tiempo del personal para ir junto a un cantero de cultivo de un extremo al otro.
- Tener la posibilidad de dejar un espacio no mayor a 30 m de cantero a cada lado, entrando a la estructura, por una puerta y/o un pasillo central, realizado por un lateral.
- Hacer un invernadero de pocas naves unidas puede permitir que en caso de tormenta, voladura de techo u otro desastre, las estructuras perdidas sean menores y menor la inversión para seguir en marcha con los cultivos.
- Considerar que una estructura mayor en el número de naves o módulos tiene menor pérdida de energía calórica por su menor superficie expuesta pero al mismo tiempo es una trampa para el calor y la renovación de aire necesaria para los cultivos.



Ventajas de la capilla criolla

- Construcción fácil por cualquier habilidoso. (en sus formas más simples).
- Una batería de invernaderos grande, tiene una superficie expuesta a la pérdida de calor relativamente baja. (techo y laterales). Comparado frente a todas las superficies de los laterales que tendrían naves separadas.
- Estructura económica en el caso de hacerse p.e. con madera de eucalipto.
- Se utilizan capillas de postes de entre 6 y 14 metros de frente por cada nave, con madera sin aserrar y con la posibilidad de poner un doble tirante en la cumbrera usándola como ventilación cenital. Esto se puede ver en invernaderos de flores y hortalizas.
- Hay capillas de diversos tamaños construidas con perfiles de hierro y cubiertas con materiales rígidos como vidrio o policarbonato.
- Cobertura de polietileno. Las capillas construidas años atrás tenían techo de vidrio y muchas de ellas se adaptaron al reemplazo por el polietileno. Generalmente estas capillas eran de baja altura y de un solo módulo por la exigencia a las demandas mecánicas de la estructura necesaria para sostener el pesado techo de vidrio. En un censo recientemente publicado (2003) se registraron una cantidad de invernaderos con cubierta de vidrio.

Inconvenientes de la capilla criolla

- Muy poca ventilación y la inconveniencia de poder hacer más de tres capillas contiguas.
- Sostén en la cumbrera por una tercera fila de postes, con múltiples inconvenientes para el desplazamiento de trabajadores, maquinaria y disminución de espacio útil.
- Son estructuras muy frágiles sin cerchas o cabriadas.
- Menor volumen de aire que los techos curvos con igual altura.
- Mucho maderamen en cabíos con la consiguiente sombra proyectada por los mismos.
- Mucho gasto en trabajo, maderas y clavos para sujetar el polietileno.
- Elevado costo de la mano de obra necesaria para el cambio de polietileno.

Capilla mejorada con dos tirantes afirmados al poste central y ventilación cenital

Utilizando el mismo tipo de estructuras de tres postes por nave, se ponen doble línea de tirantes quedando un espacio entre los mismos que sirve para ventilación cenital. Produce una corriente convectiva con un alivio a la situación de verano. Se ven estas estructuras desde los años '90. Se puede observar en esta foto en la zona hortícola próxima a La Plata, las maderas clavadas sobre el techo para proteger el polietileno de los vientos. Esto es cuestionado por: el trabajo que lleva, el clavado del polietileno con las múltiples fuentes de debilidad que trae aparejada esta práctica y la gran demanda de mano de obra para reemplazar la cubierta.



TECNOLOGIA DE LA PRODUCCION 2004

Rolando Klasman FA UBA
rklasman@agro.uba.ar
klasman@infovia.com.ar

Semana 13. 22/3/2004



Invernadero doble capilla y doble capilla en múltiples naves unidas por canaletas de polietileno.

Surge agregando techos y ventanas a la capilla original. Son de postes de madera aserrada o sin aserrar y dieron buen resultado en la zona hortiflorícola. Hay bloques de dobles capilla en baterías.

En la foto de la derecha se ve una estructura de doble capilla en batería en un cultivo de claveles en Colonia Urquiza, próximo a La Plata.



Invernaderos tipo tropical



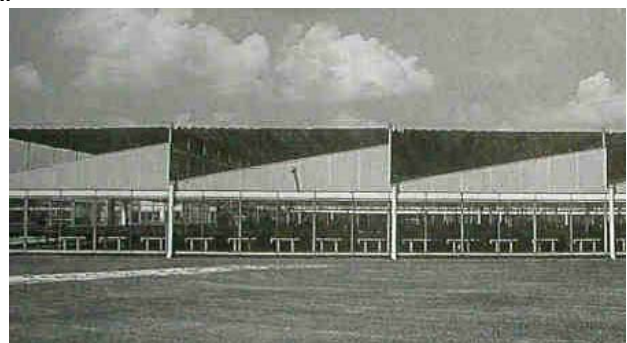
Pueden ser de cabios rectos de madera o curvos de metal. Lo que distingue a estos invernaderos es la estructura alta, la apertura cenital, el cruce de los dos semitechos para impedir la entrada de agua de lluvia, el uso de gruesos alambres o cables de acero para tensar la estructura y afirmarla al piso mediante "muertos" o bloques de hormigón y muy importante: la eliminación del poste central mediante la incorporación de cerchas. Este tipo de invernadero se usa en Colombia y Ecuador y también en Chile desde donde han ingresado constructores hasta nuestras producciones florícolas. En Europa en las zonas sobre el Mediterráneo se usan este tipo

de invernaderos pero contruidos en metal.

Invernaderos diente de sierra

Son muy aptos para condiciones tropicales o subtropicales por la gran abertura que deja el desnivel entre los dos techos. Tienen origen en invernaderos a un agua o con una sola caída. Siguen un perfil fabril y son vistos en zonas cálidas de los USA.

Puede observarse en la fotografía una malla corrediza para sombreo puesta por encima de la estructura. Esta posición de la malla es la mejor para disminuir la incidencia de la radiación solar. Tiene que tener un poderoso sostén para soportar las exigencias a la tracción y el desgarré favorecidas por los vientos. La malla se corre totalmente hacia uno de los lados y queda plegada en un extremo.





Invernadero túnel de caño curvo: semicilíndrico (hay otras formas curvas)

Fueron creados durante la segunda guerra (1939-1945) para establecer tropas y para depósitos. Pasaron luego al uso hortícola. Son estructuras muy simples de armar a partir de caños curvados. Dependiendo de sus tamaños se los denomina: microtúnel, túnel y macrotúneles.

En esta fotografía de la derecha puede observarse invernaderos con equipos de climatización individuales. El modelo es un producto de Smith USA.



Ventajas

- Facilidad para obtener hierros o caños curvados.
- Mejor resistencia a los vientos y rápida instalación.
- La superficie curva es mejor que la superficie plana en cuanto al ángulo de incidencia de los rayos solares y la mejor penetración de luz dentro de la estructura.
- Buenos para operar dentro de invernaderos mayores y crear microclimas.

Desventajas

- Tienen la ineficacia de requerir equipos de climatización individuales.
- Baja inercia térmica por el pequeño volumen de aire contenido.
- Dificultades para trabajar junto a las paredes por la curvatura de las mismas.



Microtúnel

Es una estructura de forzado para plantas de bajo porte como frutillas. Debe ser ventilado a diario levantando el plástico desde al menos un costado. Está sujeto por dos arcos de metal forrados de plástico; un arco sujeta por debajo y otro por arriba.

Túneles medianos

Se utiliza en propagación de leñosas y herbáceas cubriendo mesadas entre productores de esquejes enraizados de clavel, crisantemos y otras herbáceas ornamentales. También usan túneles medianos algunos obtentores de plantas juveniles a partir de semillas. Es un elemento muy versátil y de fácil instalación.



Invernadero de arco gótico

Es un invernadero característico en los cultivos florícolas en los USA.

En este modelo puede notarse el gran volumen que ocupa la parte curva superior respecto de la parte baja.

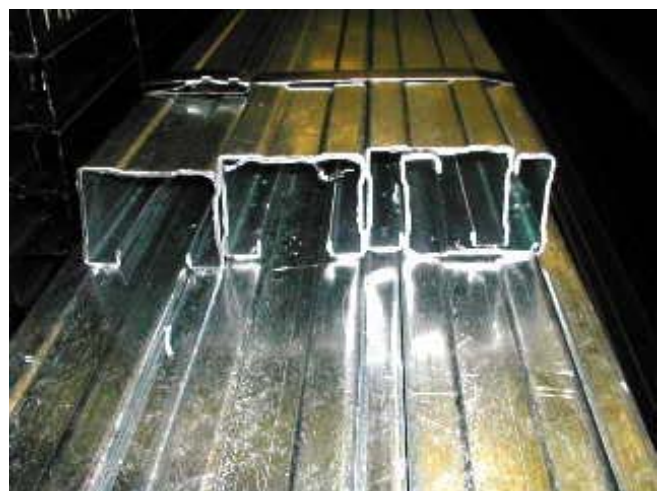
Invernaderos de techo curvo y patas rectas de Argentina.

Fueron originados en los inicios de la década de 1990. Los productores locales de planta ornamental para follaje fueron los primeros en adoptarlos. Incluso, fue un gran productor establecido en Buenos Aires y en Corrientes (Irie



Hnos.) quien compró una máquina dobladora de caños para fabricarse los techos que precisaba. Se colocaban mediante piezas que se enchufaban sobre los postes que quedaban entre naves. Argumentó que con sus casi doscientos invernaderos, le resultaba muy elevado el costo de cambiar los polietilenos de sus capillas tradicionales. Fabricó primero para él y luego para sus vecinos. Hoy tiene una de las mayores fábricas de invernaderos del país. El arco se apoyó primero sobre postes de madera y luego comenzó a reemplazar estos por postes metálicos para mejorar el ajuste. Se realizan con chapa galvanizada plegada en forma de □. Sobre los postes se ubica el canalón que sirve para evacuar las aguas pluviales de los techos, pero que también tienen función estructural. Sobre las líneas de postes se cruzan los arcos. Este tipo de estructuras, no tiene líneas de postes centrales, dejando mayor espacio útil y para los movimientos dentro de cada nave.

A la derecha pueden verse en fábrica el perfil de los postes de los invernaderos metálicos con sus nervaduras de refuerzo. Gentileza de Filipuzzi y Chivilo fabricantes pioneros de estos postes y otros perfiles para invernaderos.



A la izquierda: invernaderos metálicos de techo curvo y postes derechos. Pueden observarse: una correa en posición central; hay dos paños con arcos por cada poste. También se puede ver un segundo arco debajo del primero para colocar un doble techo con el objeto de proteger al cultivo de la pérdida de la radiación de onda larga durante los días invernales. En esta foto puede verse que tiene colocado una malla superpuesta de sombreado mientras se conserva en el interior una manga para envío de aire de ventilación o calefacción. Además se observa sobre esta manga el semitecho de polietileno parcialmente abierto. Gentileza de Rosas Hisaki, Escobar-Buenos Aires. □