

# MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INVERNÁCULOS



## NOTAS EXPLICATIVAS:

Material original producido por Ing. Agr. Ariel D. Hernandez Barreto, Centro Cooperativista del Uruguay.  
Adaptación realizada por el Sistema Nacional de Emergencias y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Uruguay 2017.

Este material ha sido impreso con fondos del proyecto TCP URU 3601 "Asistencia de emergencia para la recuperación de los medios de vida de agricultores familiares afectados por el exceso hídrico y las inundaciones en los departamentos de Río Negro, Soriano, Colonia, San José, Canelones y Rocha", firmado entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Sistema Nacional de Emergencias (SINAE) de la Presidencia de la República. En el mismo participan el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República y la Agencia Uruguaya de Cooperación Internacional.

Diseño, diagramación y adaptación de contenidos:  
Natalia Román Agudo.

LOS CULTIVOS A CAMPO ABIERTO SON DEPENDIENTES DE LAS CONDICIONES DEL AMBIENTE (TEMPERATURA, LUZ, HUMEDAD, PRECIPITACIONES), Y SON VULNERABLES FRENTE A LA PRESENCIA DE EVENTOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS COMO LLUVIAS MUY INTENSAS, VIENTOS MUY FUERTES, GRANIZO Y TEMPERATURAS EXTREMADAMENTE BAJAS, ENTRE OTROS.



EL SER HUMANO HA IDEADO DIVERSAS FORMAS PARA CULTIVAR EN CONDICIONES DE AMBIENTE CONTROLADOS.

EL INVERNÁCULO O INVERNADERO ES UNA DE ELLAS.

GRACIAS A LOS INVERNÁCULOS PUEDEN FAVORECERSE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE MUCHOS CULTIVOS Y ADEMÁS PUEDEN REDUCIRSE LOS EFECTOS DE LOS EVENTOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS.

## ¿QUÉ ES UN INVERNÁCULO?



-  Es una estructura que permite controlar las condiciones ambientales de un cultivo y además proteger a las plantas de los cambios del clima.
-  Es una instalación cubierta y abrigada de forma artificial.
-  Está formado por una estructura o almacén de material liviano (metal, madera u otros), sobre la que se coloca una cubierta hecha de un material transparente (vidrio o nylon).

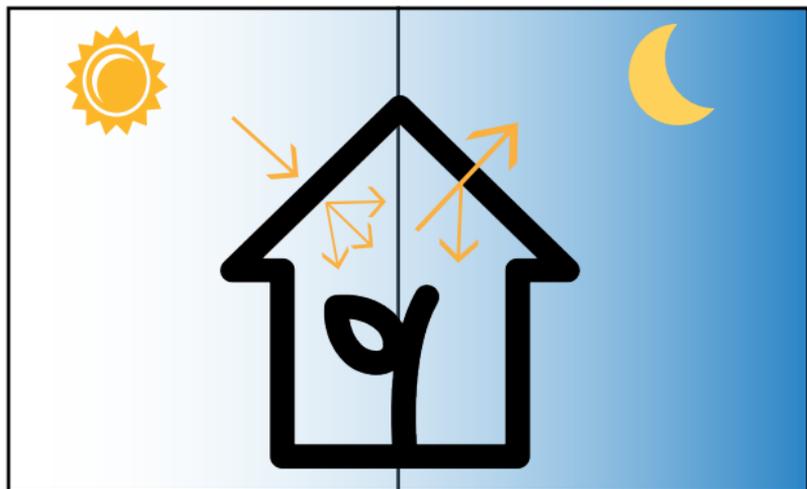
## ¿QUÉ CARACTERÍSTICAS DEBE TENER UN INVERNÁCULO?

-  La estructura debe ser hermética para que no entre agua del exterior ni se escape el calor. Además debe ser construida con materiales fuertes y encontrarse bien anclada al suelo. Debe ser resistente y durable.
-  Sus dimensiones deben ser apropiadas para las especies que se van a cultivar y para que las personas puedan trabajar cómodamente.
-  Debe ser fácil de ventilar porque de esta manera se mantienen la temperatura y la humedad adecuadas para el cultivo.

 La luz es la fuente de energía del invernáculo, esta fuente sirve para que las plantas realicen sus funciones vitales: respiración, crecimiento, reproducción y fotosíntesis. Para producir calor dentro de la estructura es necesaria la luz, por eso, el material de la cubierta debe ser transparente.

 Poseer un sustrato de cultivo natural o artificial y contar con suministro de agua suficiente.

## ¿CÓMO FUNCIONA UN INVERNÁCULO?



 Durante el día los rayos de luz golpean la cubierta transparente del invernáculo, esta cubierta los filtra y divide, permitiendo así que solo ingresen aquellos que son benignos para las plantas.

 Mientras los rayos del sol ingresan (durante el día), las plantas y el sustrato dentro del mismo comienzan a absorber energía y a calentarse.

 En la noche los rayos de el sol dejan de incidir sobre la estructura, sin embargo, las plantas y el sustrato han absorbido calor y comienzan a liberarlo. La cubierta transparente de plástico o de vidrio no permite que este calor escape, manteniendo así caliente el interior de la estructura.



## ¿QUÉ VENTAJAS TIENE USAR INVERNÁCULOS?

Permiten plantar en épocas diferentes a las propias del cultivo (contraestación). Al cambiar el ambiente en el que crecen las plantas y su clima, se puede cosechar en momentos en los que no sería posible hacerlo si la plantación hubiese sido realizada al aire libre.



Por lo general, el crecimiento de las plantas dentro del invernáculo es más rápido que el de aquellas que crecen al aire libre, de esta manera los productores tienen más oportunidad de aumentar sus rendimientos y/o utilidades.



Contribuyen a nuestra seguridad alimentaria (acceso a alimentos de buena calidad siempre se necesitan) por medio del cuidado de la cantidad y calidad de los cultivos producidos.



Las plantas cultivadas en invernáculos crecen en ambientes más favorables, por lo que su desarrollo tiende a acelerarse (cosechas tempranas) y su calidad es mejor. El control de plagas y enfermedades puede ser más fácil, siempre y cuando el manejo del cultivo sea cuidadoso.



Conserva el suelo porque permite cultivar el mismo suelo durante varias oportunidades (para conservarlo mejor se recomienda hacer rotaciones y reponer nutrientes después de cada cultivo). Además conserva el agua pues permite su uso de manera controlada.



## ¿QUÉ DESVENTAJAS TIENE USAR INVERNÁCULOS?



Además del costo de producción del cultivo, debe tenerse en cuenta el costo de instalación y mantenimiento del invernáculo.



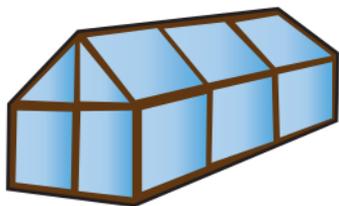
Para trabajar en un invernáculo se necesitan personas que sepan cómo manejar las plantas (podarlas, ralearlas, etc.) y cómo cuidar la ventilación, el riego y el uso de insumos.



Aunque lo mas común es que el invernáculo funcione como una estructura de protección para las plantas, existen ocasiones en las que eventos meteorológicos extremos como tornados, vientos muy fuertes o granizadas con granizos de gran tamaño, pueden dañar la estructura, lo que se traducirá en una pérdida económica mayor.

Con la producción en invernáculos podemos mejorar nuestra calidad de vida, a través de la diversificación de los alimentos que consumimos y producimos. Mejoramos también nuestra economía generando ingresos por venta de hortalizas y plantas aromáticas (FAO 2012)

## TIPOS DE ESTRUCTURA

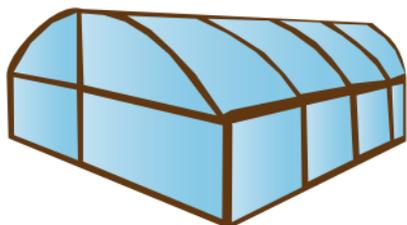
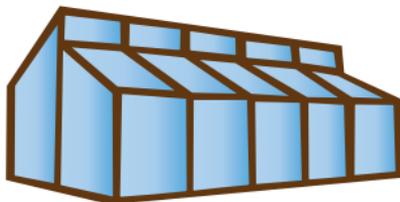


### **Invernáculo tipo capilla:**

Similar a la estructura de un galpón, tiene techo a dos aguas que pueden ser iguales o distintas.

### **Invernáculo tipo sierra:**

Tiene una abertura en la parte superior que permite la ventilación y que se denomina abertura cenital.



### **Invernáculo tipo curvo:**

Es similar a la estructura de un galpón. Tiene techo a dos aguas y se caracteriza por ser muy resistente al viento.

Los invernáculos tipo capilla son los más comunes, su construcción es de baja a mediana complejidad y el costo de construcción es generalmente mas bajo.

Los invernaderos tipo sierra son menos comunes, pues su construcción resulta un poco más compleja. Sin embargo, las condiciones de ventilación son mejores.

Los invernaderos tipo curvo pueden ser un poco más costosos, sin embargo son más resistentes a los vientos y la generación de sombra dentro de los mismos es menor.





## ¿DÓNDE PUEDE SER UBICADO?

### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO: TOPOGRAFÍA

Resulta conveniente ubicar el invernáculo en terrenos planos con una ligera inclinación que favorezca que el exceso de agua de lluvia escurra con rapidez.

No debe instalarse en lugares bajos, porque son sitios más fríos, donde el riesgo de sufrir daños por heladas es mayor y la probabilidad de ser afectado por escurrimiento de aguas de lluvia de otros terrenos aumenta.

Es recomendable realizar la instalación del invernáculo en lugares altos y protegidos de los vientos, lo que puede lograrse construyéndolo cerca de una casa, un monte o una cortina de árboles, entre otros.



### EL SUELO:

Debe elegirse un suelo que sea fértil con poca presencia de pasto o gramilla, que su drenaje sea bueno para evitar encharcamiento, que no se hallan detectado enfermedades en el mismo y que no haya escurrimiento de aguas de saneamiento.

### LA ORIENTACIÓN:

Es recomendable orientar el eje mayor del invernáculo en dirección NORTE-SUR. De esta manera la incidencia de la luz se aprovecha al máximo y se genera menos sombra sobre el cultivo. Es recomendable construirlo en el mismo sentido que la dirección predominante del viento con el fin de mejorar la ventilación y hacer la estructura menos vulnerable frente a vientos muy fuertes.



El invernáculo debe estar cerca de una fuente de agua que permita realizar riegos.



Se recomienda que se encuentre próximo a la vivienda y que las condiciones de sanidad del terreno sean las mejores.



Se aconseja ubicarlo lejos de caminos y zonas polvorientas.

## MATERIALES Y HERRAMIENTAS



Piola o hilo fuerte  
(100 m aprox.)



Estacas de  
madera



Palas de pozo o  
broca mecánica



Cinta métrica



Pisón



Martillo



Tenazas



Pinzas



Tijeras o cuchillo  
para cortar naylor



Sierra o  
motosierra



Hachas y  
hachuelas

## MATERIALES PARA INVERNÁCULO DE 150 METROS CUADRADOS

Para un invernáculo de 150 metros cuadrados, de 20 m de largo y 7.50 metros de ancho (Como el que se muestra en el dibujo) son necesarios los siguientes materiales:

### ESTRUCTURA O SOSTÉN:

- 12 Postes de 10/12 cm de diámetro y 3 m de largo.
- 6 Postes de 10/12 cm de diámetro y 4 m de largo.
- 19 Soleras de 7/9 cm de diámetro y 4,20 m de largo.
- 22 Tijeras de 7/9 cm de diámetro y 4,20 m de largo.

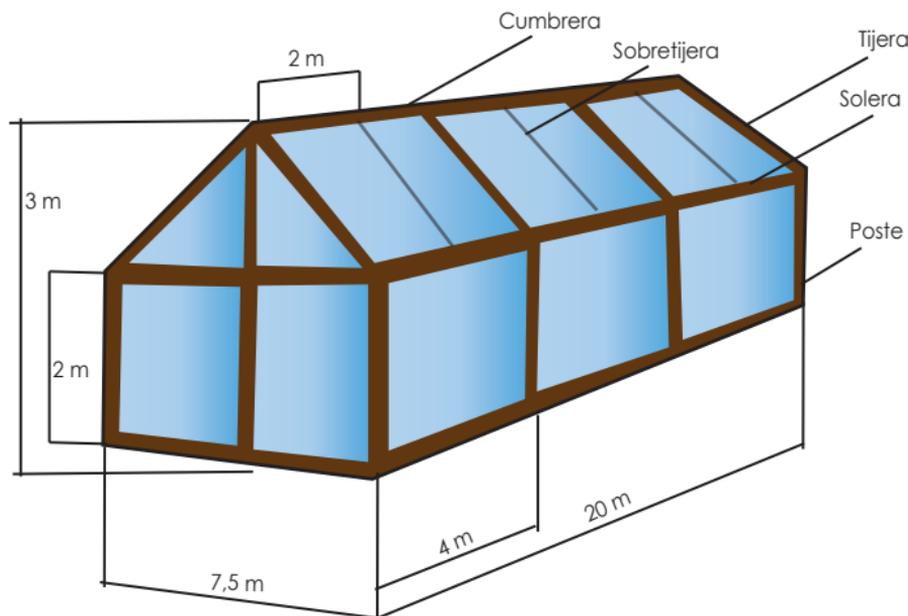
## PROTECCIÓN O CUBIERTA:

- Nylon para el techo: 25 metros lineales de nylon térmico de 150 micrones de espesor de 8,40 m de ancho (aproximadamente 210 metros cuadrados o 35 kilos).
- Nylon para las cortinas (paredes del invernáculo): 56 metros lineales de nylon térmico de 150 micrones de espesor y 2,20 m de ancho (aproximadamente 124 metros cuadrados o 20 kilos).
- Nylon para el zócalo: 28 metros lineales de nylon térmico de 150 micrones de espesor y 1 m de ancho (aproximadamente 28 metros cuadrados o 4,5 kilos).

## MATERIALES ACCESORIOS:

- 120 m de tapajuntas de 2 cm de ancho.
- 3 kilos de clavos de 3''.
- 5 kilos de clavos de 1 1/2 ''.
- Rollo de 25 kilos de alambre dulce número 12.
- 2 kilos de grapas de alambrar.

Con las herramientas y materiales mencionados se construye un invernáculo como el que se detalla en la siguiente imagen:



Dimensiones de invernáculo de 150 metros cuadrados



## PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

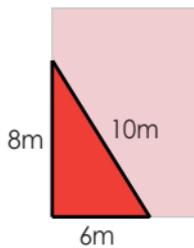
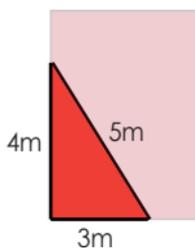
Una vez elegido el terreno para su construcción debe realizarse la **nivelación** del mismo, de manera que el agua pueda salir con facilidad del lugar.



Se realiza el **encuadre** del invernáculo a través de la regla 3-4-5 de la siguiente manera:

Regla de 3-4-5:

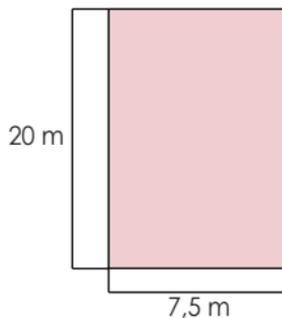
Se basa en un triángulo de lados 3-4-5 o múltiplos de estos por ejemplo 6-8-10, y que tiene un ángulo recto (90°):



De esta manera se asegura que las esquinas del invernáculo se formen con ángulos rectos.



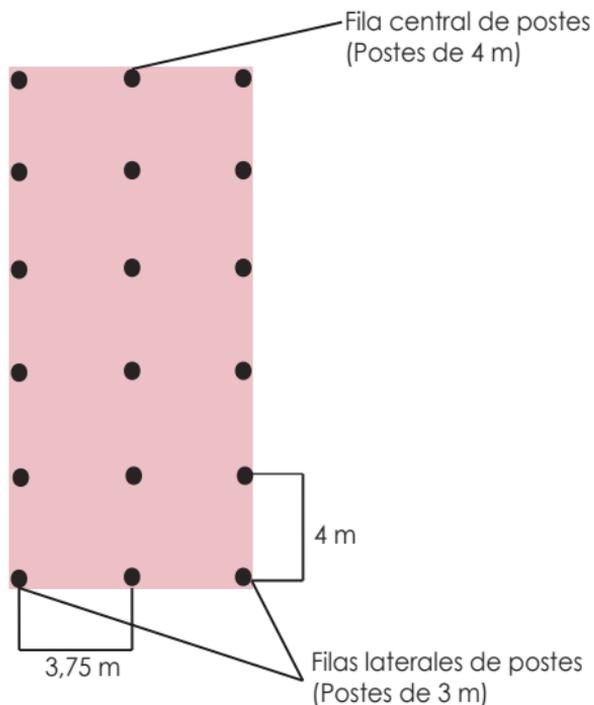
Una vez determinados los ángulos rectos de las cabeceras, con la ayuda de estacas y el hilo grueso se marca el **ruedo de invernáculo**:





Con ayuda de la cinta métrica y las estacas de madera, se marca el lugar donde se ubicarán los postes.

A lo largo del invernáculo la distancia entre postes es de 4 metros y la distancia entre las filas de postes es de 3,75 metros, en total se tienen tres filas de postes:



En las filas laterales se ubican los postes de 3 metros, en cada fila seis postes separados cada 4 metros.

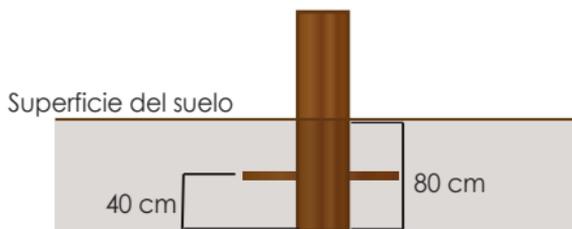
En la fila central se ubican los postes de 4 metros, en total se ubican seis postes, separados cada 4 metros.



Se clavan los postes, los mismos deben quedar alineados a lo largo y ancho de la estructura. Para clavarlos se realizan los pozos con la pala de pozos o broca mecánica, cada pozo debe tener una profundidad de 80 cm.

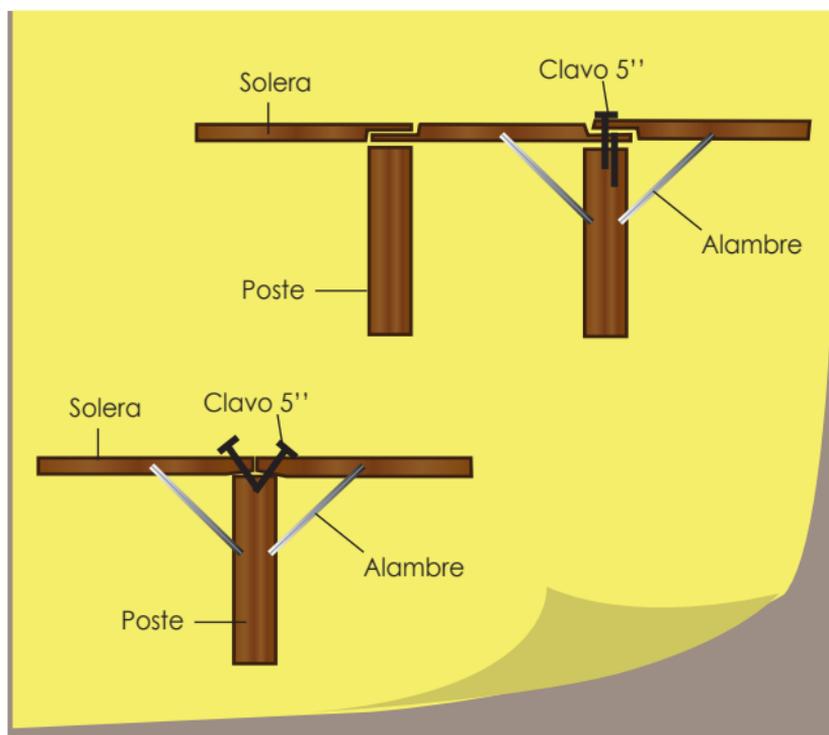
Cada poste debe quedar derecho (se recomienda el uso de un nivel). Se entierra y se apisona bien el suelo alrededor de cada uno.

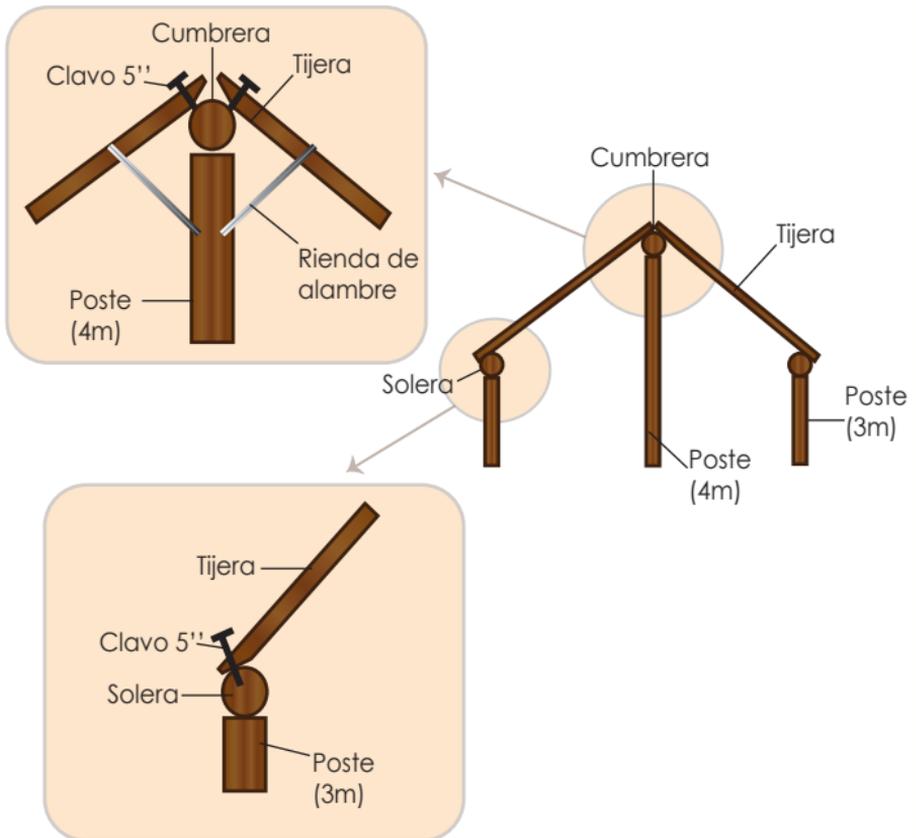
La estructura tendrá mayor resistencia a los vientos si a cada poste se le atraviesa un palo de madera de la siguiente manera:



Una vez enterrados los postes, se clavan las soleras, las cumbreras y las tijeras.

Se recomienda elegir la madera que se vean más resistente, con diámetro uniforme, sin nudos, bultos o jorobas que después puedan hacer que el nylon se rompa, las soleras y cumbreras se unen de la siguiente manera:





Cuando se tiene armada la estructura del invernáculo, y la misma es completamente estable se coloca el nylon, que se compone de dos partes:

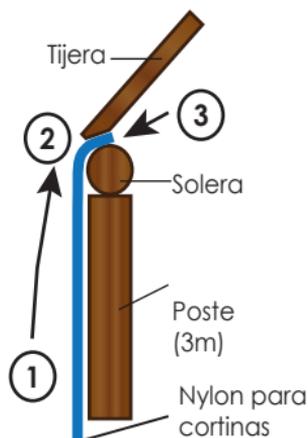
- La cortina: se coloca de afuera hacia adentro, envolviendo un poco las soleras. Para darle firmeza, se une la cortina a la solera usando tapajuntas.
- El techo: el nylon del techo se coloca siguiendo el eje mayor del invernáculo, es decir, a lo largo del mismo. Primero se extiende en el suelo al costado de la estructura del invernáculo, luego se sube el nylon a la estructura y se clava un extremo del mismo a una de las cabeceras. Por último se estira todo el nylon sobre la estructura cuidando que los bordes queden bien dispuestos sobre los laterales del techo.



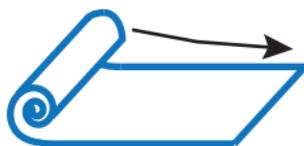
Para las cortinas:

Se coloca el nylon desde abajo hacia arriba y por último se afirma a la solera como se observa en la figura.

Es importante que la cortina cubra toda la parte lateral del invernáculo.

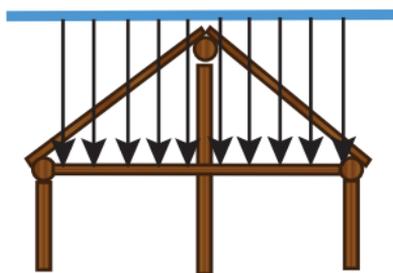


Para el techo:

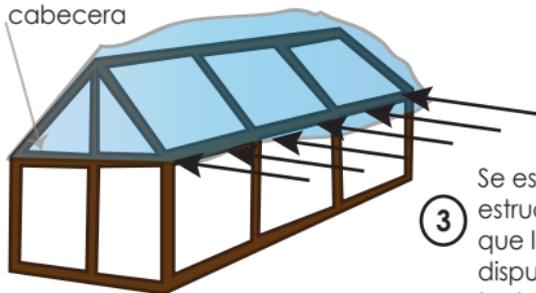


① Estirar el nylon en el suelo al costado de la estructura del invernáculo.

② Se sube el nylon a la estructura y se clava un extremo del mismo a una de las cabeceras.



Nylon clavado a la solera de la cabecera



③ Se estira todo el nylon sobre la estructura de madera cuidando que los bordes queden bien dispuestos sobre los materiales del techo.

**ES IMPORTANTE QUE EL NYLON QUEDE MUY BIEN ESTIRADO.**

4

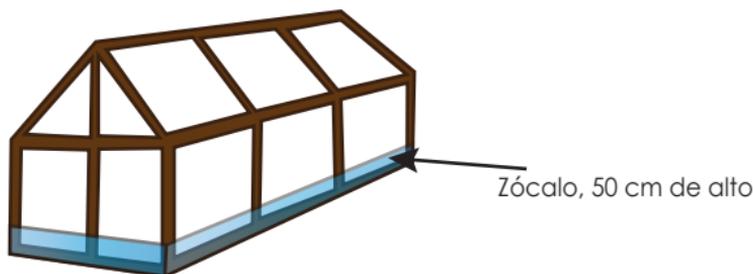
Cuando el nylon está bien estirado y encuadrado, se comienza a clavar sobre la línea de soleras de los postes laterales.

Para sujetar el nylon sobre cada solera, se toman trozos de tapajuntas de 20 a 50 cm de largo, se envuelve el nylon hacia adentro dándole dos o tres vueltas en el trozo de tapajunta, y se clava.



Para el zócalo:

Se coloca un alambre a una distancia de 50 cm del suelo, que debe quedar tensionado rodeando todo el invernáculo.



Se envuelve con el nylon, enterrando los extremos que sobran, lo que crea un zócalo que rodea el invernáculo.

Una vez instalado, y en funcionamiento, es muy importante:

- Revisar periódicamente la estructura y el nylon para identificar y reparar rápido los daños.
- Limpiar frecuentemente el nylon y realizar prácticas que eviten que se quiebre.
- Tomar medidas preventivas ante la presencia de heladas, por ejemplo, el empleo de cuerpos negros o cobertores que acumulan calor de día y lo emiten en la noche.