



Escuela Agrícola Panamericana

Guía práctica para  
**Instalación de Estructuras de Protección  
MACROTÚNEL DESMONTABLE  
CON MALLA ANTIVIRUS**



Edwin David Flores, M.Sc  
Nevin Molina, Ing



Guía práctica para instalación  
de estructuras de protección  
**MACROTÚNEL**  
**DESMONTABLE CON**  
**MALLA ANTIVIRUS**

Edwin David Flores, M.Sc  
Nevin Molina, Ing



**PROMIPAC**  
Programa de Manejo Integrado  
de Plagas en América Central



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza  
en América Central

Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central “PROMIPAC”



# Introducción

La producción de cultivos bajo estructuras de protección, ya sean de tipo invernadero, micro- macro- túneles, o casas malla, es una alternativa muy eficiente de producción, que esta tomando auge entre los productores; así mismo mayor disponibilidad y accesibilidad de los materiales necesarios para la construcción de las estructuras. Sin embargo, información confiable y detallada del proceso de construcción de las estructuras, y del costo de las mismas incluyendo materiales y mano de obra, no se encuentra fácilmente disponible para los productores y profesionales agrícolas. Como respuesta a dicha falta de información, PROMIPAC presenta guías prácticas, ilustradas, mostrando el proceso en secuencia para la instalación y desmontaje de este tipo de estructuras de protección.

Esta guía presenta los pasos a seguir en secuencia, para la correcta y ágil instalación de la estructura tipo **macrotúnel cubierto con malla antiviral**; asimismo, presenta en detalle el costo de la inversión en compra de materiales, y la cantidad de mano de obra necesaria para la instalación de una estructura de 720 m<sup>2</sup> (15 m de ancho, y 48 m de largo) correspondiente a cinco líneas de túneles unidos.

## MATERIALES

Para la correcta instalación de la estructura se utilizaran los siguientes materiales.

- 45 tubos de hierro industrial de ½," CHAPA 16
- 67 m de varilla corrugada legitima de 1/2" (7.5 lances de varilla)
- 2 m de varilla lisa de 1/4"
- 510 m de alambre galvanizado # 12
- 2 libras de alambre de amarre
- 14 tensores de 3/8\*125 MM
- 1 galón de pintura blanca anticorrosiva
- 1 botella de tinner
- 925 m<sup>2</sup> de malla antiviral de 50 mesh (50 m x 18.5 m)

El suelo debe estar debidamente preparado antes de la instalación de la estructura, preferiblemente en terrenos con pendiente no muy pronunciada. Se recomienda levantar camas altas, a diferentes distancias dependiendo del cultivo a sembrar, pero en general las camas deben estar entre 1.0 a 1.5 m de distancia entre una y otra.

# Proceso de instalación

PASO 1

En cada una de las puntas de los tubos soldar un pedazo de varilla corrugada de  $\frac{1}{2}$ " de 60 cm de largo (soldar 10 cm para que sobresalgan los 50 cm restantes).

PASO 2

Doblar los tubos haciendo la figura de un arco, de manera que queden entre punta y punta 3 m de distancia.

PASO 3

Pintar todos los arcos con la pintura blanca anticorrosiva.

PASO 4

Cortar trozos de 70 cm de varilla corrugada y soldar 10 cm de varilla lisa de  $\frac{1}{4}$ " formando un pequeño arco que servirá para colocar el tensor. En la parte de abajo de la varilla soldar de forma atravesada 15 cm de varilla corrugada de  $\frac{1}{2}$ ", que servirá como soporte al tensor. (Para una estructura de 5 túneles se necesitaran 14 soportes de este tipo).



PASO 5

Al momento de comprar la malla antivirus consulte al proveedor si puede unirle los lienzos de malla para obtener las dimensiones exactas requeridas (50 m de largo y 18.5 m de ancho). Lo común es encontrar lienzos de malla de 3.7 m de ancho. En el caso que el proveedor no pueda costurar o unir los lienzos, se dispone de tres opciones para unir los lienzos:

1. Enviar la malla a un tapicero que costure los cinco lienzos necesarios para obtener el ancho requerido por las dimensiones de la estructura. La costura debe hacerse con hilo de nylon para tapicería, costurando dos líneas (doble costura) por unión.

2. Unir los lienzos con una maquina de costurar sacos, costurando dos líneas con hilo nylon para caña de pescar de 0. 50 mm de diámetro.
3. Unir los lienzos utilizando cable de acero galvanizado de 1/8 de pulgada y alambre galvanizado #18. Se colocan dos lienzos de malla uno sobre otro, y en un extremo lateral sobre ellos se coloca el cable desde el principio hasta el final de la longitud de los lienzos de malla; se enrollan 5 cm de malla de los dos lienzos sobre el cable y se amarran con pequeñas tiras de alambre galvanizado bien ajustado (con alicate), colocadas a 3 cm de distancia entre cada una de ellas.



Lo ideal es instalar la estructura en un lote con poca incidencia de vientos fuertes, o en un lote protegido con barreras contra el viento.

Cuando están los arcos pintados y secos, la malla costurada, el terreno debidamente preparado, y el sistema de riego por goteo instalado y probado, se procede a la colocación de los túneles.



Con las camas levantadas se procede a colocar los arcos desde donde inicia las camas, a 6 m de distancia entre arco y arco formando un túnel de 48 m de largo.



Se ubica el segundo túnel de la misma manera como se indica en el paso 6, en este caso, los arcos se unen de manera que queden juntos formando dos túneles con arcos unidos, y así mismo se colocan los demás túneles. Se recomienda amarrar o sujetar los arcos juntos con alambre de amarre, para dar más firmeza a la estructura, lo cual es especialmente importante si hay vientos fuertes en la zona.



No es recomendable colocar los arcos a más de 6 m de distancia, si es posible reducir a 5 o 4 m entre arcos para dar más anclaje a la estructura. Todo este proceso se puede hacer en un día siempre y cuando se tengan los materiales y la mano de obra disponible.

PASO 8

Para enterrar los soportes o anclajes se debe hacer hoyos de 50 cm de profundidad, a 1 m de distancia al frente y al centro del primer y del último arco de cada línea de arcos. Adicionalmente, en cada esquina de la estructura hacer otro agujero, de manera que el arco de cada esquina tendrá dos soportes.



PASO 9

Colocar el soporte de manera diagonal en dirección a la parte superior del arco, colocando y presionando piedras y suelo en el agujero para que quede bien fijo.

PASO 10

Después de enterrar los soportes se procede a extender el alambre galvanizado que sirve como sostén a la malla. Se amarra el alambre a un tensor, el tensor se coloca en el soporte y se enrolla el alambre con una vuelta en el primer arco; se lleva la punta del cable hacia el otro extremo por encima y al centro del túnel procurando llevarlo bien templado, se enrolla con una vuelta en el último arco, la punta del alambre se amarra al tensor que se coloca en el soporte del final del túnel, y al final se tensa bien el alambre utilizando los tensores.



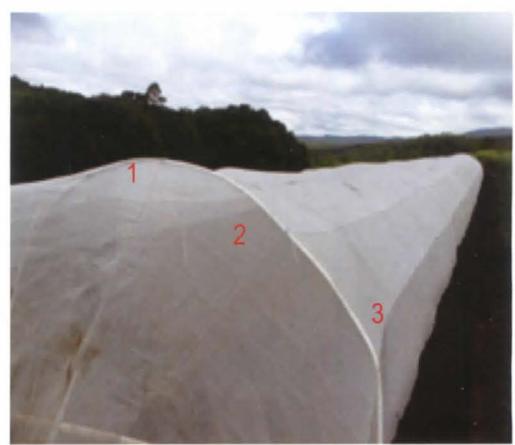
PASO 11

Para fijar el alambre galvanizado a los arcos, se amarra con alambre de amarre procurando que el nudo quede hacia abajo haciendo doble amarre para que quede seguro.



PASO 12

En cada línea lateral de arcos de la estructura colocar una línea de alambre galvanizado entre la línea superior y la línea inferior de alambre, amarrándola al tensor que sujeta la línea superior de alambre. Esto servirá como sostén adicional a la malla, para evitar que la malla se ondule. De esta forma, la línea de arcos de cada extremo tendrá tres líneas de alambre, dando mayor sostén y tensión a la estructura.



PASO 13

Cuando todo el alambre esté puesto y tensado se procede a extender la malla. Es recomendable tener la malla enrollada a lo largo para extenderla a lo ancho por la facilidad de pasar sobre los arcos y darle el ajuste necesario. Para este paso se requieren al menos seis personas:

- Dos personas que detendrán y desenrollarán la malla
- Dos personas que la extenderán por los costados (frontal y posterior)
- Dos personas que la halarán al centro y por dentro de los túneles.



PASO  
**14**

Ya con la malla bien ubicada y tendida se ajusta de manera que los cuatro lados de la estructura queden totalmente cubiertos y con suficiente malla de sobra, para enterrarla con suelo en todo el perímetro para que quede fija y sin espacios por donde puedan ingresar insectos.



PASO  
**15**

En un extremo de la estructura se deja un arco libre sin enterrar la malla, que es en donde se construirá la doble puerta. La puerta de entrada debe estar en contra de la dirección del viento para reducir el riesgo de ingreso de insectos a causa de la frecuencia de entrada y salida de trabajadores a la estructura.

PASO  
**16**

El diseño y tamaño de la doble puerta es opcional. Para su construcción es necesario fabricar una pequeña caseta con cuatro postes colocados a 1 m de ancho y 1.30 m de largo, alineados a la altura del arco que sirven como contramarco. Cuando ya se tienen los postes, se hacen las puertas tanto la exterior como la interior procurando que no queden aberturas en las uniones de las bisagras.



PASO  
**17**

Se cortan pedazos de malla a la medida de los lados de la caseta de la doble puerta, que serán clavarlos a los postes, enrollando 5 cm en los tres lados donde ira clavado. Se recomienda utilizar cinta inservible de riego por goteo como refuerzo para la malla al clavarla en los postes. La parte inferior de la malla se entierra.

PASO  
**18**

Para reducir el riesgo de entrada de bacterias y hongos por los zapatos y manos, se debe colocar en el espacio de la doble puerta una palangana o paila donde quepa un pie (pediluvio) para desinfectar las botas o los zapatos de trabajo, y un recipiente colgado con una solución desinfectante para limpiar y desinfectar las manos. Se recomienda utilizar productos a base de Iodo (Vanodine® / Chadine®), o de amonio cuaternario (Chemprocide®) como desinfectante.

## Proceso de desmontaje

Si el proceso de instalación de la estructura se ha hecho bien, siguiendo todos los pasos y teniendo los cuidados para dejar los arcos y los anclajes bien enterrados, el alambre bien tenso y amarrado a los tensores y a los arcos, y la malla bien tensa y enterrada, la estructura puede permanecer en el mismo sitio por más de un ciclo de cultivo, sin necesidad de desmontarla.

Lo necesario entre cada ciclo de cultivo es hacer el mantenimiento necesario, revisando y ajustando la tensión del alambre, y que la malla esté debidamente enterrada. Se recomienda una limpieza y desinfección de la malla, asperjando productos a base de lodo, amonio cuaternario, o ácido di amónico.

### Razones por las cuales desmontar la estructura:

- Incidencia de marchitez bacterial (*Ralstonia solanacearum*), que conlleva a presencia y permanencia de la bacteria en el suelo
- Alta incidencia de plagas de suelo (sinfílidos, gallina ciega, nematodos)
- Baja o escasa disponibilidad de agua en época seca
- Riesgo de encharcamiento o mal drenaje en época de lluvias

**Paso 1:** Ya cosechado el cultivo y eliminado el rastrojo, se procede a desenterrar la malla, halándola con las manos con mucho cuidado para no rasgarla ni romperla.

**Paso 2:** Se desprende la malla de la doble puerta, sacando los clavos con mucho cuidado, evitando romperla.

**Paso 3:** Cuando la malla esta totalmente suelta, se dobla de punta a punta, por encima de los arcos, halándola simultáneamente de ambos extremos para que quede bien doblada; se repite el mismo proceso hasta que la malla pueda doblarse por los costados de manera que quede en forma de cuadro y se pueda amarrar con cabuya (ejemplo: doblar una sabana).

**Paso 4:** Desprender los tensores de los soportes, manteniendo los tensores amarrados al alambre. Enrollar el alambre, procurando que no quede enredado para que se facilite desenrollarlo la próxima vez que se utilizará.

**Paso 5:** Retirar los paños de la doble puerta con mucho cuidado de no rasgarlos, desclavar la madera, sacar los postes y ponerlos en un lugar protegidos del sol y el agua.

**Paso 6:** Levantar todos los arcos del suelo y colocarlos en un lugar protegido del sol y del agua para evitar su corrosión y alargar su vida útil.

**Paso 7:** Haciendo uso de una barra, se extraen los soportes del suelo, sacando las piedras que lo sostienen, con mucho cuidado de no desprender la pata soldada en la parte de abajo del soporte.

# Presupuesto y análisis económico

Costos de los materiales y mano de obra para la instalación de una estructura de 720 m<sup>2</sup>

Detalle	Valor (Lps)
Malla Antivirus de 50 mesh	32,375.00
Alambre Galvanizado #12	900.00
Tubo industrial de 1/2" chapa 16	4,950.00
Varilla corrugada de 1/2"	1,034.00
Pintura y tinner	800.00
Tensores 3/8	440.00
Mano de obra instalación	925.00
Costura malla	2,500.00
Soldador	2,025.00
<b>TOTAL</b>	<b>45,950.00</b>
Depreciación Anual	9,190.00
<b>Costos directos por ciclo de cultivo</b>	<b>5,450.00</b>
<b>Costo directo por ciclo de cultivo / m<sup>2</sup></b>	<b>7.57</b>
Mano de obra desmontaje	616.00

Se estima una vida útil de cinco años para todos los materiales de construcción de la estructura, excepto por la pintura y el tinner, que se debe de pintar por mantenimiento de los tubos al menos una vez al año.

Se asumen al menos dos ciclos de cultivo por año, (diez ciclos productivos en la vida útil de la estructura), por lo que el valor a cargar a por cada ciclo de cultivo es una decima parte del valor total de la inversión.

## Condiciones ambientales dentro del Macrotúnel

Con el propósito de conocer y cuantificar los cambios o modificaciones de las condiciones ambientales al interior de la estructura, y cómo éstas modificaciones afectan el desarrollo del cultivo, PROMIPAC realizó ensayos de evaluación durante varios ciclos de cultivo.

La temperatura y la intensidad lumínica (radiación solar) son afectadas notoriamente dentro del macrotúnel cubierto con malla antivirus, mientras que la humedad relativa no presenta cambios considerables con respecto a los valores a campo abierto. La temperatura (valores máximos y mínimos) se incrementan considerablemente al interior de la estructura, alcanzando valores promedios de 3.5 °C superior que la temperatura a campo abierto. El diferencial de la humedad relativa entre el interior de la estructura y el exterior (campo abierto) fue relativamente bajo, tanto en los valores de humedad relativa máxima (3.6 puntos porcentuales) como de humedad relativa mínima (1.4 puntos porcentuales). La intensidad lumínica se reduce muy considerablemente.

Estos cambios afectan directamente el desarrollo y fisiología de los cultivos, y propician condiciones más favorables para la presencia y ataque de patógenos, en especial de hongos y bacterias, por lo que el manejo fitosanitario o el programa de MIP y MIC debe ser adecuado y riguroso.