

# Manual de armado de túnel alto

---

*Huespe, Daiana; Pechin, Carlos; González, Hector*

Agencia de Extensión Rural INTA General Pico

Agencia de Extensión Rural INTA General Acha



**PRO**  
**HUERTA**



Ministerio de Desarrollo Social  
Presidencia de la Nación



Secretaría  
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo  
Presidencia de la Nación

---

## **Colaboración**

Butti, Lucas; Muguero, Alberto; Herrera, Estela y Daniel, Angolani

## **Revisión**

Lagomarsino, Andrea

## **Realización de figuras y Diseño Gráfico**

Etchart, Francisco

*Noviembre de 2018*



### **EDICIONES INTA**

Centro Regional La Pampa-San Luis

EEA INTA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"

RN N°5 Km 580, CP 6326, Anguil, La Pampa, Argentina

# Contenidos

<b>1. Presentación</b>	5
<b>2. Reseña</b>	6
<b>3. Situación hortícola en la provincia de La Pampa</b>	7
<b>4. Túnel alto</b>	7
<b>4.1. Ubicación</b>	9
<b>4.2. Orientación</b>	10
<b>5. Partes y materiales</b>	10
<b>6. Presupuesto</b>	11
<b>7. Pasos para la construcción de un túnel alto</b>	11
<b>7.1. Demarcación del túnel</b>	11
<b>7.2. Colocación de patas</b>	14
<b>7.3. Colocación de arcos</b>	14
<b>7.4. Colocación de la cobertura</b>	14
<b>7.5. Armado de puerta y zócalos</b>	20
<b>8. Recomendaciones para el manejo del túnel alto</b>	23
<b>8.1. Clima</b>	23
<b>8.2. Suelo</b>	24
<b>8.3. Agua</b>	24
<b>9. Bibliografía</b>	24





## 1. Presentación

El Programa Pro Huerta pone a disposición de los productores de hortalizas de La Pampa y de las personas interesadas en desarrollar la actividad, un manual técnico y metodológico sobre la implementación y manejo del túnel alto, el cual permite una mayor seguridad y estabilidad en los procesos de producción hortícola para obtener mejor calidad, seguridad alimentaria y acceso a mercados.

La meta de este manual es acompañar a los productores hortícolas mediante la explicación de una herramienta fundamental para el territorio pampeano como son los túneles altos. Partimos del hecho que muchos de los huerteros cuentan con una amplia experiencia en esta labor, mientras que otros recién comienzan. Los conocimientos previos de los horticultores serán de gran utilidad y podrán complementarse con los aspectos aquí explicados.

Este material se encuentra fundamentado en conocimientos extraídos de otros manuales y trabajos de investigación de distintos autores. Asimismo, muchas de las indicaciones proporcionadas se basan en las experiencias de los técnicos de Pro Huerta La Pampa acerca de cultivos bajo cubierta.

Se describirá la estructura del túnel alto, sus ventajas, desventajas, cómo debe ubicarse en el terreno destinado a los cultivos y la orientación que deberá respetar para que se mantenga con mayor firmeza y aproveche la luz solar de manera eficiente. Se abordará el tema de las partes que componen los túneles, los materiales necesarios para su construcción y un presupuesto total estimado. Se explicarán los pasos a seguir para el armado de la estructura, entre ellos: la demarcación del túnel, la colocación de arcos, cobertura y puertas. Por último, se aportarán consejos para el manejo de túneles, considerando que la observación diaria es central para prevenir problemas.

Esperamos que este manual les sea útil a los productores hortícolas y que les ayude a cumplir sus expectativas. La idea es que puedan seguir los pasos indicados y resolver problemas que van surgiendo en el proceso.

## 2. Reseña

Desde el año 1998 hasta el presente, el CERET (Centro Regional de Educación Tecnológica) ha desarrollado a través de su Módulo Experimental, un proyecto hortícola en la ciudad de General Pico. A partir del año 2002 se desarrolló un convenio con el INTA y un Módulo Experimental demostrativo en el Parque Industrial, ubicado en una zona que posee condiciones climáticas muy adecuadas para obtener importantes niveles de producción. Participan técnicos de ambas instituciones, quienes desarrollan tareas de investigación y trabajan en forma articulada. Uno de los objetivos esenciales de este Centro es llevar adelante ensayos e investigaciones, de manera tal que todo lo que se pruebe y se compruebe que funciona pueda ser trasladado a los productores y colegas directamente de una forma aplicable y práctica.

Se comenzó en un contexto donde la horticultura bajo cubierta en la provincia era casi inexistente pero, con el correr del tiempo, se fueron incorporando estas nuevas alternativas tecnológicas. Así surge el armado del túnel alto y hoy existen alrededor de 12 hectáreas de horticultura bajo cubierta con fines comerciales en la provincia de La Pampa.

Como desafío de trabajo, se trasladó la innovación tecnológica “túnel alto” al Centro - Sur de la provincia, más específicamente a General Acha. Allí se encuentra la Agencia de Extensión Rural (AER) INTA General Acha, la cual abarca una amplia zona de influencia de trabajo, comprendiendo el área del Valle Argentino (se caracteriza por tener buena calidad de agua), un área dentro de la localidad (con mala calidad del recurso suelo y agua), la zona Oeste-Sur de La Pampa, comprendida por las localidades de Limay Mahuída, La Reforma, Chacharramendi, Puelches y Gobernador Duval (caracterizada por condiciones climáticas extremas de frío y fuertes vientos, que son limitantes para la producción de alimentos) y también con alcance a Colonia Santa María, Unanue, Quehué y Utracán.

En el año 2006, a través del Programa Pro Huerta, se instaló el primer túnel alto en Chacharramendi, luego se colocó el primer túnel en la huerta demostrativa de la AER INTA General Acha, de esta manera tomaba forma y empuje la producción hortícola en la localidad. Los técnicos del Programa Pro Huerta comenzaban a capacitarse y a difundir dicha tecnología, mejorando y perfeccionando los pasos de cada túnel instalado, la mayoría en zonas muy desfavorables donde la realización de huertas era prácticamente imposible.

El Oeste pampeano fue familiarizándose con dicha tecnología y generando vínculos muy importantes que hasta el día de hoy perduran. En la actualidad la localidad de Limay Mahuida cuenta con dos túneles altos, uno situado en la Escuela N° 191 y el otro en el campo de una productora. En La Reforma, hay dos túneles altos, uno en la Escuela N° 119 y otro en una huerta comunitaria. Mientras que en la localidad de Chacharramendi, hay un túnel en la Escuela N° 176 y otro túnel de mayor magnitud en un predio de la huerta municipal. Hoy en día hay más de 5 túneles altos en General Acha, pertenecientes a productores, Escuelas (N° 177, N° 73 y N° 8) y a INTA, además de los túneles instalados particularmente por habitantes de la localidad.

La valiosa experiencia de cada persona que se comprometió con la posibilidad de producir alimentos sanos y frescos, hizo generar este Manual de Túnel Alto para que, a partir de esta tecnología, la autoproducción de alimentos sea una real posibilidad y que traiga aparejado buenos hábitos alimentarios y de trabajo.

### **3. Situación hortícola en la provincia de La Pampa**

El Censo realizado en 2014 en la provincia de La Pampa (superficie total censada 3.938.435 m<sup>2</sup>) indica que el 6,88% de los establecimientos se dedican a la horticultura tanto a campo como bajo cubierta, el resto desarrollan actividades como fruticultura, producción de plantas aromáticas y floricultura de corte en invernadero. El 41% de los productores hortícolas cuentan con superficies entre 0 y 1 ha, el 20,5% entre 1 y 2 ha, el 15% entre 2 y 4 ha y el 23,5% más de 4 ha. En total se cultivan 29 hortalizas bajo cubierta o en invernadero, siendo los principales cultivos: lechuga, acelga, tomate y rúcula, mientras que a campo son: cebolla, zapallo, zapallito y acelga. La producción de los cultivos de acelga, berenjena, espinaca, frutilla, perejil, remolacha y tomate, experimentaron un incremento de su producción desde el año 2007 a 2011, y un posterior descenso en el año 2014. A diferencia de los cultivos de rúcula, radicheta, chaucha, lechuga, pimiento y verdeo, donde la producción se vio incrementada desde 2007 a 2014 (Grasso R, 2014).

### **4. Túnel alto**

Un cultivo protegido es aquel que durante todo el ciclo de producción, o parte del mismo, se desarrolla en un ambiente donde se ha modificado el microclima que rodea a las plantas, para lograr que una especie prospere

cuando las condiciones naturales no lo permiten, ya sea por altas o bajas temperaturas u otro factor climático (granizo, vientos, radiación etc.). Esto se logra al colocarse sobre una estructura, una cubierta transparente. El ambiente que se logra dependerá de la naturaleza de la cubierta y de la estructura, de la forma geométrica y de las condiciones del clima externo.

Este sistema de producción incluye aspectos tecnológicos que efectivamente inciden en el comportamiento de cada especie, tales como: riego localizado, fertirrigación, épocas de producción, densidad de plantación, conducción de los cultivos, control de plagas y enfermedades, etc. Tales aspectos repercuten en dos características importantes que debe poseer un túnel alto para que cumpla con la función que se espera de esta modalidad productiva, que son la Eficiencia y la Funcionalidad. Por Eficiencia se entiende a la capacidad para acondicionar algunos de los principales elementos del clima, dentro de límites determinados y de acuerdo con las exigencias fisiológicas de los cultivos. Y por Funcionalidad al conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización del espacio cubierto, tanto desde el punto de vista técnico como económico, por ejemplo: dimensiones necesarias para albergar el cultivo y facilitar las labores manuales y mecánicas; facilidad para los accesos de personal y maquinarias y las operaciones de ventilación; facilidad para la colocación y recambio de la cobertura (polietileno LDT), etc.

La mayoría de las especies hortícolas que se cultivan bajo túnel alto requieren temperaturas de aire moderadas para un óptimo desarrollo: de 16 a 28°C. Por debajo de los 10-12°C y por encima de los 30-32°C, detienen su desarrollo.

Los túneles altos son las estructuras que mejor se adaptan a las condiciones agroecológicas de la provincia (Grasso et al, 2006). Poseen una estructura metálica semicircular de aproximadamente 6 m de ancho y 2,70 m de alto en la parte central. Esta estructura se recubre con una película transparente, permeable a la radiación solar. Para su construcción, se disponen arcos de hierros equidistantes y alineados sobre el terreno. Sobre éstos se coloca el material de cobertura, generalmente polietileno transparente de poco espesor (LDT, de 150 micrones), que puede fijarse a los costados con tierra. Son de dimensiones variables según la finalidad, por lo general el ancho es de 4 a 6 m, con largo también variable, siendo conveniente que no supere los 50 m. La forma del túnel es importante por la luminosidad interior y la resisten-

cia al viento que genera en su interior, siendo relevante la forma curva del techo, ya que transmite mayor cantidad de luz que la forma plana.

#### *Ventajas:*

- Continuidad de la producción durante todo el año.
- Aumento de la producción.
- Mayor calidad (plantas sanas, limpias, tiernas, grandes, de buen aspecto y con larga vida post-cosecha).
- Adelanto del momento de la cosecha, es decir, acortamiento del ciclo de los cultivos.
- Posibilidad de producir en períodos de mejores precios.
- Disminución de los riesgos climáticos (pedradas, heladas, vientos, etc.).
- Permite controlar más eficazmente ciertas plagas y enfermedades.
- Permite una mayor organización de las actividades de la empresa (utilización de la mano de obra).
- Los operarios trabajan en condiciones más adecuadas.

#### *Desventajas:*

- Requiere una inversión inicial alta.
- Dificultad para el control de hongos del suelo y lavado de sales (ausencia de agua de lluvia).

### **4.1. Ubicación**

- En suelos nivelados, llanos en el sentido del ancho, con alguna pendiente en el eje principal no mayor al 0,5%, evitando el exceso de agua.
- Con disponibilidad de agua para satisfacer los requerimientos de los cultivos.
- El espacio debe ser soleado y estar cercado.
- En sitios que permitan futuras ampliaciones.
- Seleccionar el suelo teniendo en cuenta la textura y pH más favorable para las especies que se desean cultivar. Un análisis de suelo previo a la construcción puede evitar futuros inconvenientes como enmiendas costosas, bajos rendimientos o productos de poca calidad.
- Un análisis del agua permite programar con eficiencia las acciones y manejos a seguir para su mejor aprovechamiento. La mayoría de las especies cultivadas bajo túnel son sumamente sensibles a las aguas “duras” o de mala calidad, por lo que este elemento muchas veces condiciona la especie a cultivar.



Tabla 1: Componentes de un túnel alto.

Partes del Túnel Alto	Materiales	Ventajas	Limitaciones
<b>Estructura</b>	Hierro y Acero	Muy luminoso. Mayor conductividad térmica que la madera. Cierre más hermético de aberturas. Montaje rápido y fácil. Larga vida útil.	Dificultad para hacer ajustes. Problemas de corrosión en contacto de piezas mal galvanizadas. Requieren un delicado montaje de la cobertura.
<b>Cobertura</b>	Polietileno larga duración térmico (LDT) 150 Micrones	Máxima transparencia a la luz solar (onda corta); y máxima capacidad de retención del calor (opacidad a la radiación de onda larga), es decir que retiene las radiaciones nocturnas de onda larga, escapa sólo el 15-18%; buena difusión de la luz incidente, 55%, duración mayor a 2 años. Menor riesgo de rotura por granizo, en comparación con el vidrio. Bajo peso. Facilidad de montaje sobre la estructura. Menos costoso que el vidrio. El efecto térmico es mejor cuanto mayor es el espesor.	Algunas de sus propiedades se alteran con el tiempo, por efectos del sol y del mojado con plaguicidas. Duración: de 18 a 33 meses.

## 6. Presupuesto

A continuación se presentan los materiales (Tabla 2) y el presupuesto para la construcción de un túnel alto de 50 m de largo por 6 m de ancho (Precios actualizados a Agosto de 2018).

La inversión necesaria aproximadamente es de 210.45 \$/m<sup>2</sup>.

## 7. Pasos para la construcción de un túnel alto

### 7.1. Demarcación del Túnel

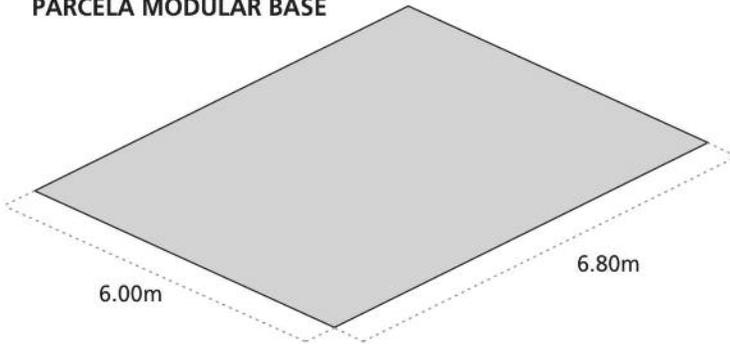
Las dimensiones recomendadas son: 6 m de ancho y de largo variable, hasta 50 m y tratando que sean múltiplos de 7, dado que es una medida estándar (Figura 2 a y b). Se utiliza el ancho del polietileno LDT (que es de 7,2 m) para cubrir el largo del túnel, ya que de esta manera no se desperdicia polietileno LDT.

Tabla 2: Materiales y presupuesto de un túnel alto.

Material	Descripción	Cantidades	Precio/Unidad Agosto 2018 (\$)	Precio total (\$)
Caño 1 ½" x 1,6mm x 6m	Para arcos	21	520	10.920
Caño 1 ½" x 1,6mm x 6m	Para prolongación de arcos	7	520	3.640
Caño 1 ½" x 1,6mm x 6m	Para travesaños de 3 m y refuerzos en los frentes	11	520	5.720
Caño 1 ½" x 1,6mm x 6m	Para refuerzos	2	520	1.040
Caño 1 ¾" x 1,6mm x 6m	Para patas de 1 m de largo	7	600	4.200
Tornillos	2,5" x 5 mm de diámetro (con tuerca y arandela)	42	10	420
Pintura asfáltica Prot-Car (x 4lts.)	Para pintar las bases enterradas	1	475	475
Aguarrás	Diluyente de pinturas	5	70/lt	350
Desoxidante y fosfatizante (x lt.)	Para limpiar los caños recién comprados	2	85/lt	170
Convertidor de óxido blanco (x lt)	Para pintar los caños definitivamente	6	235/lt	1.410
Polietileno	LDT 7,2 m x 150 µ x 50 m	2	8000	16.000
Torniquetas de antena N°2	Para estirar los alambres que sostienen el polietileno	25	34	850
Torniquetas de antena N°6	Para postes de sujeción	10	34	340
Alambre 17/15 alta resistencia (x rollo de 1000 m)	Para sostener el polietileno sobre los caños	2	3150	6300
Postes (3 m de largo)	Para seguridad en los frentes y estirar los alambres	2	950	1.900
Media sombra (35% sombreado)	De 100 m de largo por 4 m de ancho	1	4000	4000
Retazos de plástico o de manguera 3/4	Para sujetar el polietileno con los caños del túnel		-	-
Alambre fino galvanizado	Para sujetar el plástico que recubre el polietileno con los arcos	Trozos (5 kg)	80\$/kg	400
Jornalero	Para tareas tales como: realización de zanja, puesta de polietileno LDT.	2 personas 5 días	500\$/día	5000
<b>Total</b>				<b>63.135</b>

El primer paso es formar ángulos de 90° en las 4 esquinas del túnel (escuadrado), para esto se propone una técnica denominada 30-40-50, consiste en formar en cada esquina tres líneas rectas de 30-40 y 50 cm (en su

a) **PARCELA MODULAR BASE**



b) **PARCELA CON 2 MODULOS**

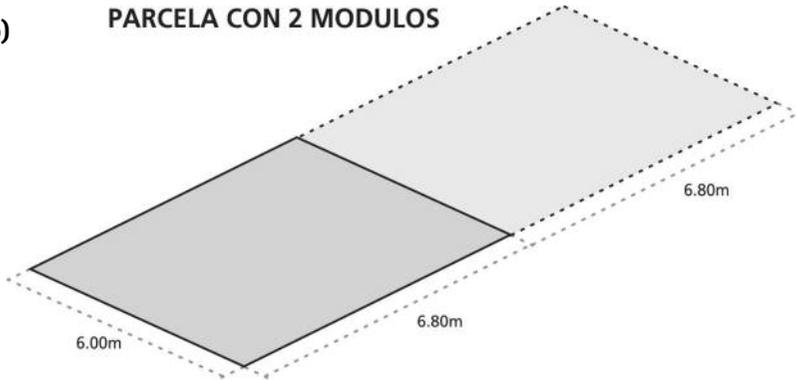


Figura 2: a) Parcela modular base para la construcción del túnel alto ( $40,8 \text{ m}^2$ ); b) Parcela con 2 módulos ( $81,6 \text{ m}^2$ ).

equivalente en metro 0,3 - 0,4 y 0,5) respectivamente, que unidas por las puntas determinan un ángulo recto. Obtenidos los ángulos rectos, se colocan estacas (pueden ser de madera) en las 4 esquinas y se unen con hilo (Figura 3).

**ESCUADRANDO**

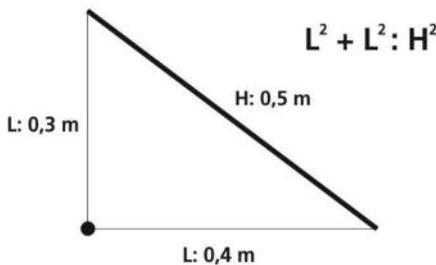


Figura 3: Escuadra para la construcción del túnel alto a través de la técnica 30-40-50.

## 7.2. Colocación de patas

Para la preparación de las patas, se utilizan caños de 1 3/4" de un metro de largo, se limpian con desoxidante para eliminar grasa o el óxido que pueda tener y se pinta una mitad con convertidor de óxido blanco y la otra mitad con pintura asfáltica. La mitad pintada con convertidor de óxido, se agujerea a los 20 cm y se coloca un tornillo pasante con su respectiva arandela y tuerca (con el fin de hacer tope para dar altura a los arcos) (Figura 4). La cantidad de patas a utilizar va a estar sujeta a la cantidad de arcos, en función del largo del túnel. Ejemplo: para un túnel de 49 m de largo van 21 arcos, lo que sería equivalente a 42 patas. Las patas van colocadas a una distancia de 2,26 m entre sí, levemente inclinadas hacia el interior del túnel. En suelos sin impedimentos se ponen a martillo con una madera en la punta para no abollar el caño, el mismo debe enterrarse 50 cm.



Figura 4: Preparación de las patas del túnel alto.

A la altura del tornillo de la pata se pone una tanza a lo largo de una pata a otra y con el uso de una manguera transparente con agua en su interior se procede a nivelar, de forma tal que se puedan colocar las demás patas respetando el mismo nivel y dirección, la misma operación se debe realizar sobre el otro lateral, quedando las patas enfrentadas unas a otras (Figura 5 a y b).

## 7.3. Colocación de arcos

Se utiliza caño de 1 1/2" x 1,6 mm. Comercialmente se encuentran barras de 6 m y se le deben adicionar 2 m (soldarse). Para que quede derecho durante la soldadura se deben apoyar los caños enfrentados sobre un ángulo en V.

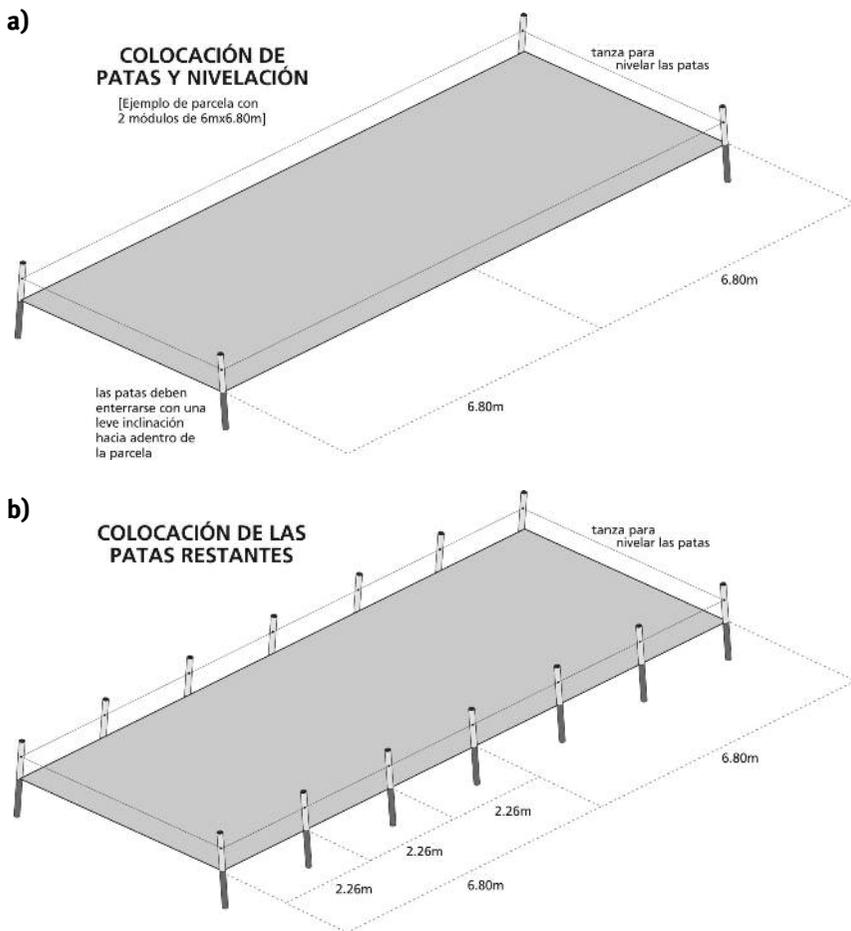


Figura 5: a) Colocación de las patas y nivelación; b) Colocación de las patas restantes.

Luego se dobla la barra (8 m) en forma semicircular, la misma puede realizarse en un molde circular, o en un contorno de un tanque o silo aéreo, doblar el caño de manera que la distancia entre punta y punta sea aproximadamente de 6 m. Se recomienda que el doblado del caño se realice entre dos operarios.

Posteriormente, colocar dos estacas a 6 m de distancia y hacer coincidir las puntas del arco doblado, con el fin de asegurar que queden con un ancho lo más cercano a 6 m y soldar el travesaño de 3 m de largo (caño de 1 1/2" x

1,6 mm), lo más centrado posible en la curvatura superior del arco. Para un correcto soldado, las puntas del travesaño deben machacarse con martillo y doblarse para que tomen la circunferencia del caño del arco a la cual se va a soldar (Figura 6).



Figura 6:  
Preparación de los arcos.

Se limpia, tanto los arcos como las patas, con desoxidante y fosfatizante y se pinta con convertidor de óxido blanco. En el caso de tuneles de más de 21 m de largo, se recomienda colocar “refuerzos”, los cuales van en los dos primeros arcos de cada extremo con un largo aproximado de 2,35 - 2,60 m cada uno y atornillados a la altura del tornillo de tope de la pata del segundo y anteúltimo arco y entre la pata y el travesaño del primer y último arco, con el fin de mantener firme la estructura al momento del tensado de los elementos (Figura 7).

Colocadas las patas, se insertan los arcos (excepto el primero), se pone el arco en una pata hasta que tome contacto con el tornillo y luego se introduce en la otra pata haciéndolo llegar al tornillo (Figura 7). Se colocan todos los arcos excepto el primero, al cual previamente se le colocan las torniquetas en una cantidad y distanciamiento predeterminado.

La primer torniqueta va al centro del arco, luego van dos torniquetas a cada lado del centro, distanciados a 10 cm. Las próximas 2 torniquetas van a 15 cm y la siguiente va ubicada en la unión del arco con el travesaño. Las siguientes dos torniquetas, luego de la unión van separadas a unos 20 cm,

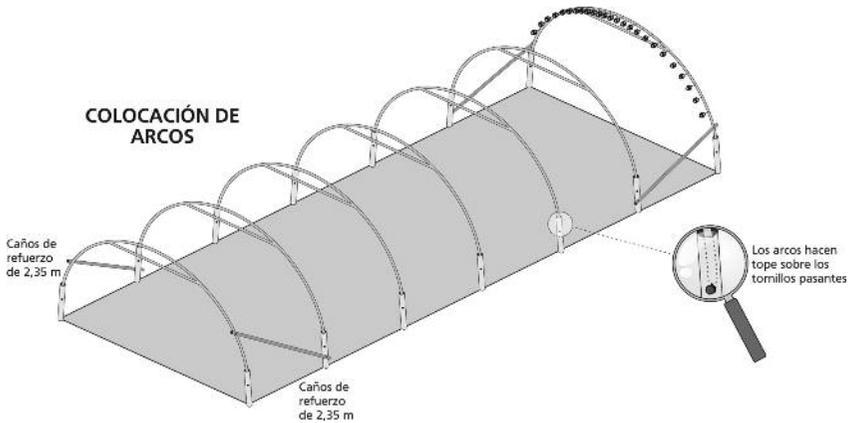


Figura 7: Esquema de la colocación de los arcos.

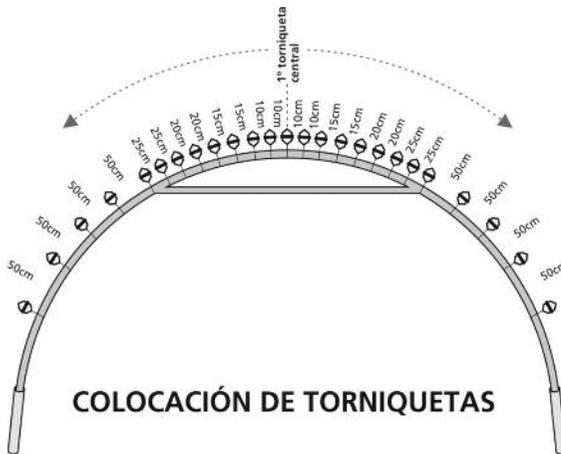


Figura 8: Esquema de la colocación de las torniquetas a distintas distancias en el primer arco.

luego dos torniquetas a 25 cm y las últimas dos van repartidas a 50 cm. Se repite la operación en cada lado (Figura 8).

Para alivianar y homogeneizar el peso del polietileno LDT, los alambres son los que sujetan la cobertura, dando fortaleza y resistencia a la estructura, principalmente para soportar los fuertes vientos. Una vez colocados todos los arcos, se ponen los postes de las puntas, los cuales tienen como función sostener y fijar el túnel. Los postes deben ir bien centrados a una distancia no menor de 3 m del primer arco (Figura 9).

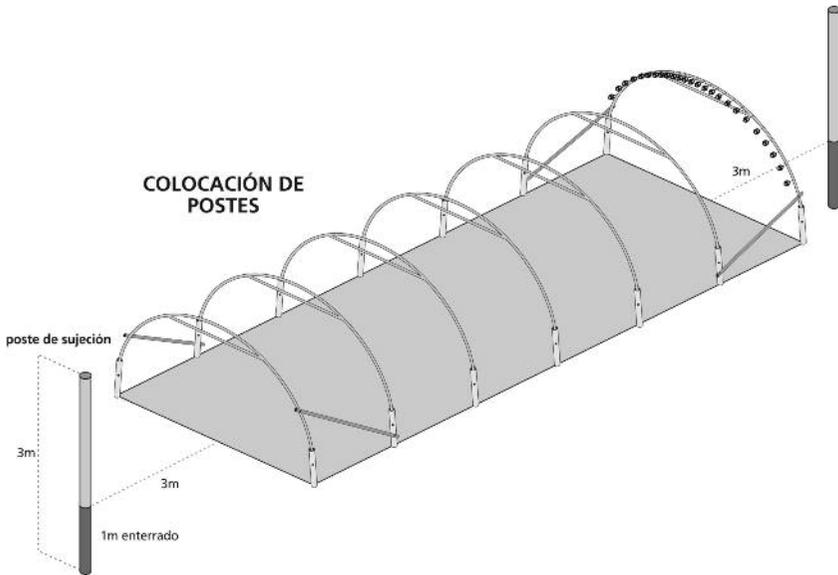


Figura 9: Esquema de la colocación de postes.

Se utiliza alambre 17/15 de alta resistencia por encima de los arcos. Se procede a estirar los alambres (tensado) cuidadosamente del centro para los costados, con el fin de que el arco no se doble y obtener un buen tensado. Luego se procede a asegurar la sujeción del alambre de alta resistencia con el arco, utilizando alambre fino en todas las uniones (atadura entre ambos alambres). Para el tensado de los arcos de los extremos con cada poste, se utilizan 5 alambres y 5 torniquetas de cada lado (Figura 10).

Es sumamente importante la fijación o anclaje de los postes. Estos deben ir levemente inclinados y se colocan riendas de sostén en cada uno, para otorgarle seguridad y duración a la estructura, así como resistencia ante eventuales sobrecargas producidas por el viento (Figura 10). El tensado entre los alambres y los postes, hacen que las fuerzas tiren hacia afuera y no se cierre la estructura, permitiendo alivianar las fuerzas existentes.

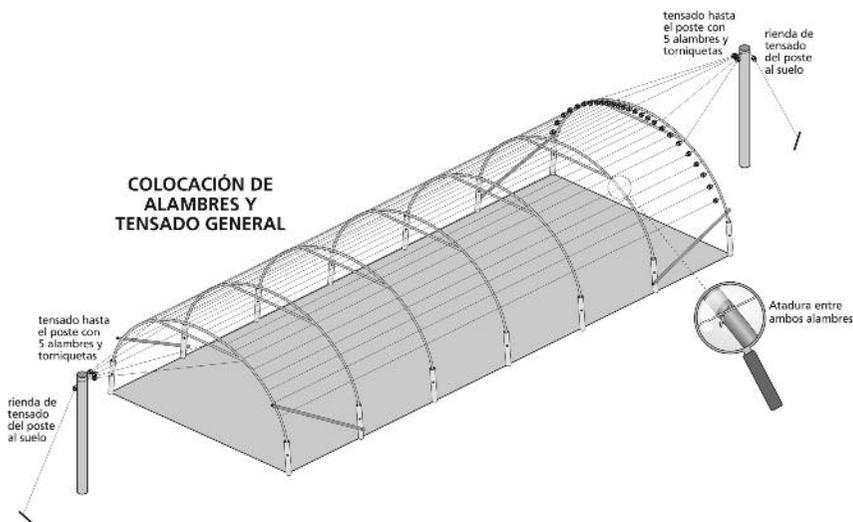


Figura 10: Esquema de la colocación de alambres y tensado general.

#### 7.4. Colocación de la cobertura

Para el montaje de la cobertura es necesario tener en cuenta distintos aspectos:

*Estado de los materiales:* los materiales deben colocarse sobre la estructura en perfecto estado, por lo que hay que procurar cuidarlos durante el transporte y desenrollado, para evitar roturas. Los rollos deben almacenarse en un lugar cubierto y exponer a la intemperie sólo la cantidad que va a colocarse durante el día, evitando que quede desplegado sobre el campo de un día para otro.

*Elección del momento:*

- Evitar los días con viento para realizar el trabajo, se recomienda ver el pronóstico del tiempo previo a la colocación.
- Realizar el trabajo con temperaturas medias (25° C), pues el exceso de frío (material muy contraído) o de calor (material muy dilatado) ocasiona problemas luego de finalizar el trabajo: formación de “bolsas” en días cálidos o rasgado del material en días fríos.

*Fijación de la cobertura:* se debe contar como mínimo con cuatro personas para realizar un trabajo rápido y efectivo.

*Procedimiento:* Se realizan zanjas de 40 cm de ancho, desde las patas hacia afuera en cada lateral. El polietileno LDT va enterrado de ambos lados. Primero se coloca una faja con un retazo de polietileno por encima de las torniquetas (Figura 11), luego se coloca el polietileno LDT comenzando por la faja del lado Norte y luego la faja Sur, con el fin de evitar el ingreso de aire frío por los vientos del Sur (Figura 12) y se tapa la zanja de un lado, para luego tensar desde el otro lateral, así se asegura una buena colocación y firmeza del mismo. La fijación de la cobertura, debe asegurarse con alambre fino y retazos de plástico o manguera  $\frac{3}{4}$  cortados en forma de “C”, en los arcos de los extremos (Figura 13).

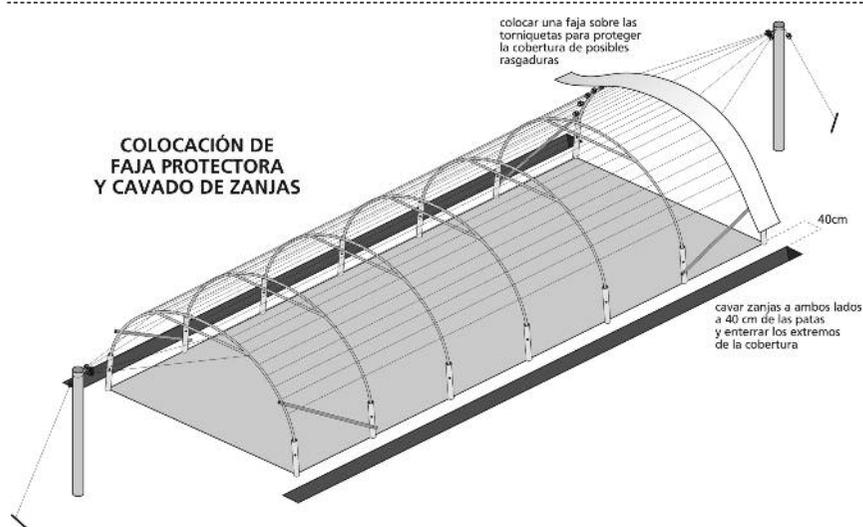


Figura 11: Esquema de la colocación de la faja protectora por encima de las torniquetas del túnel alto.

## 7.5. Armado de puerta y zócalos

Se utiliza el sistema de cortinas, si el túnel es corto (6x4 m) se ventila por el frente y el fondo, en cambio sí es largo (6x50 m) se ventila por el frente, el fondo y cenital en los solapamientos entre fajas de polietileno LDT. Las puertas deben cerrar muy bien y quedar juntas entre los solapamientos, lo más perfectas posibles para evitar renovaciones de aire no deseadas y el paso de insectos. Se colocan dos tirantes en las puntas del travesaño (de madera o

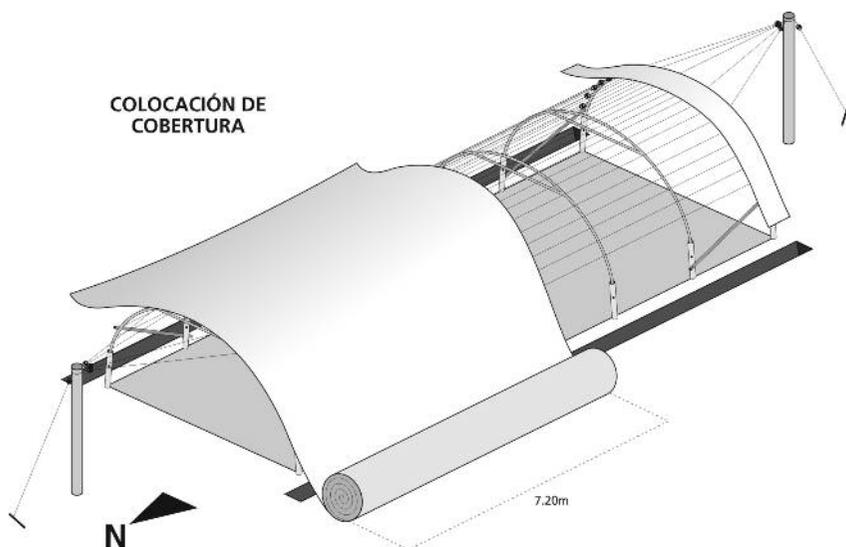


Figura 12: Esquema de la colocación del polietileno LDT.

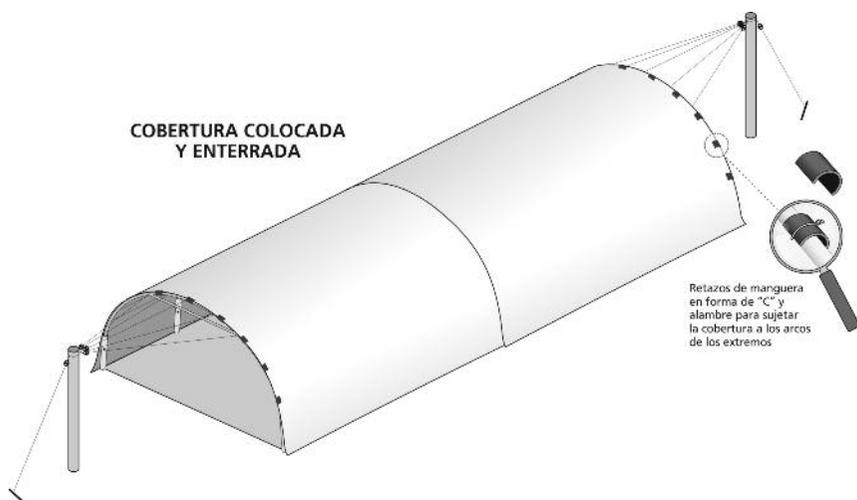


Figura 13: Esquema de la cobertura colocada y enterrada.



## 8. Recomendaciones para el manejo del túnel alto

La observación diaria es clave para detectar a tiempo la presencia de plagas/enfermedades o problemas con el riego. Las prácticas de manejo son preventivas para estas problemáticas frecuentes en los túneles.

### 8.1. Clima

Para cumplir su ciclo, todas las plantas tienen exigencias muy concretas en cuanto a temperatura, por ello su implantación debe hacerse en aquellas épocas del año que cubran las necesidades de germinación, crecimiento y desarrollo. Si implantamos un cultivo en un medio donde la temperatura se ubica en un rango adecuado, las plantas se desarrollarán en plenitud. Los túneles crean un clima artificial, elevando la temperatura del interior con respecto al exterior; aunque depende de las plantas y de la temperatura, normalmente estas condiciones anticipan el momento de cosecha.

Existe un cambio del ambiente entre el día y la noche. Durante el día se produce una ganancia de energía (calor) y en la noche pérdidas significativas. Resulta importante entonces contar con técnicas que permitan no perder calor durante la noche (efecto invernadero) y lograr la mayor pérdida posible durante el día, principalmente en el verano.

Una de las pérdidas de energía en túneles altos es a través de la cubierta, debido a diferencias de temperatura entre el interior y el exterior, la velocidad del viento y por conducción del suelo.

*Invierno:* Ventilar en horas del mediodía, cerrar enseguida para que se acumule temperatura para la noche. Debe tratarse de eliminar la condensación de agua que se produce durante la noche (la misma puede promover enfermedades en los cultivos), mediante una adecuada ventilación durante la media mañana hasta media tarde. Luego es importante cerrar los frentes y demás aberturas para acumular temperatura hasta el día siguiente.

*Verano:* La ventilación es más prolongada y los riegos son más frecuentes. Debe tratarse de evacuar el calor interior del túnel a través de la apertura de los frentes y de las ventilaciones cenitales, y disminuir la radiación solar incidente sobre el interior, colocando una media sombra (al 35%) directamente sobre la cobertura plástica (sombreado), con el objetivo de reducir la tempe-

ratura a nivel de hojas y la evapotranspiración, aumentar la humedad relativa del ambiente y regular la humedad a nivel del suelo.

## **8.2. Suelo**

El suelo debe estar correctamente preparado, con una buena nivelación, pues el encharcamiento favorece el desarrollo de enfermedades. Debe ser trabajado en profundidad, para lograr un buen drenaje y favorecer el lavado de sales del agua de riego y de la fertilización. Es necesario tener el suelo con humedad constante, para mantener a la planta en desarrollo continuo. Sin embargo deberá estar seco en superficie para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo evitando aquellos suelos que tienen enfermedades o plagas de difícil control (hongos, bacterias, nematodos).

## **8.3. Agua**

Debe considerarse el abastecimiento y la calidad del agua necesaria para el riego y otras actividades. El análisis del agua previo al emprendimiento permite conocer la calidad de este recurso.

El riego por goteo es ideal para este sistema de cultivo. Es una técnica de aplicación del agua al suelo, mediante caudales reducidos a un área restringida del volumen radical del cultivo, es decir, que optimiza el uso del agua. Consiste en hacer llegar agua directamente a la zona de las raíces, empleando para ello presiones bajas (0,3 a 1,5 kg/cm<sup>2</sup>) y tuberías de polietileno de pequeño diámetro. De esta manera, se logran pequeños caudales a través de goteros más o menos espaciados según el tipo de cultivo. De acuerdo al Censo 2014, el 100% de los productores que producen hortalizas bajo cubierta riegan por goteo.

# **9. Bibliografía**

- Grasso, R.; Muguero, A.; Ferratto, J.; Mondino, M.C. y Longo, A. Manual de Producciones Hortícolas. 2006.
- Grasso, R.; Pechin, C. y Muguero, A. Panorama hortícola provincial. 2014.