



Ministerio de  
Agricultura,  
Ganadería  
DE COSTA RICA



## Medidas de adaptación al cambio climático

Tema:

# Hortalizas bajo ambientes protegidos

## FICHAS TÉCNICAS

**Proyecto:** “Desarrollo de capacidades en técnicos y productores de la Región Central de Costa Rica en la implementación de una herramienta práctica para la zonificación agroecológica y escenarios para la adaptación al cambio climático”

Costa Rica, 2019.



**Práctica:**

# Producción de almácigos

## Descripción de la tecnología

---

El proceso productivo de varias especies hortícolas inicia mediante la práctica de almácigo o transplante. Esta consiste en sembrar en un lugar destinado a la producción de plantas, las que luego se trasladan al terreno.



Figura 1. Producción de almácigos.  
Fuente: INTA, 2017.

Entre las razones que existen para hacer los almácigos son: las semillas muy pequeñas corren el riesgo de quedar muy enterradas, lo que dificulta o impide su normal crecimiento; existen plantas que necesitan protección de lluvia y sol; además se economiza semilla pues se calcula mejor la cantidad requerida y se aprovecha mejor la superficie de terreno mientras las plantas crecen.

## Pasos para hacer los almácigos

### Seleccionar la bandeja

Se utilizan bandejas de polipropileno

### Humedecimiento del sustrato y llenado de las bandejas

El sustrato seleccionado, se coloca en un recipiente y se le agrega gradualmente agua hasta que quede de un 80 a un 90 % de saturación (se presiona el sustrato con la mano para corroborar la humedad). Luego se llenan todas las bandejas con el sustrato humedecido y se realiza una leve presión en cada celda para verificar que no haya quedado ninguna incompleta. El sustrato debe quedar al nivel de la celda.

### Orificio para la semilla

En cada celda se realiza un orificio a una profundidad de tres veces el tamaño de la semilla que se desea sembrar. Luego, dependiendo del cultivo seleccionado se coloca una semilla por celda (ej. lechuga, chile dulce, tomate, etc.) o tres semillas por celda como en el caso de culantro y cebollino.

### Germinación

Las semillas para poder germinar, necesitan oscuridad, un aumento de la temperatura y oxígeno. Por este motivo, es que se procede a colocar un plástico o papel periódico en la parte superior de la bandeja y se lleva a un cuarto oscuro para acelerar y homogenizar la germinación.

El plástico se debe retirar apenas empiecen a observarse los primeros brotes saliendo del sustrato y se debe llevar de inmediato la bandeja a un vivero. Los almácigos se rotulan con una paleta indicando el nombre de la semilla, fecha de siembra y la hora de siembra.

### Tiempo para germinar

**Lechuga:** Aproximadamente 36 horas.

**Repollo y coliflor:** De tres a cuatro días.

**Chile, tomate y cebolla:** De cinco a siete días

## Riego y nutrición

Para que el riego llegue de forma idéntica a todas las plántulas, se procede a colocar la bandeja en un recipiente con agua, de modo que quede flotando y por capilaridad (capacidad que tiene el sustrato para subir el agua) se absorba este líquido. El sustrato nunca se debe saturar al 100 % de agua y para ello, por medio del peso de la bandeja se procede a sacar cuando se calcule que está a un 80 %. Dependiendo de la condición del día (soleado o nublado), se procederá a regar cuando la bandeja haya perdido un 50 % del peso. La nutrición se realizará cada dos días, agregando la solución nutritiva que se utiliza en hidroponía (A, B y C) a la mitad de la dosis.

## Protección del cultivo

Las plántulas se deben proteger contra potenciales enfermedades, ya sea con funguicidas químicos o utilizando organismos biológicos con *Trichoderma* sp., *Bacillus subtilis*, *Beauveria* sp., etc.

## Trasplante

El trasplante se realiza cuando las plántulas tengan la formación de 3 a 4 hojas verdaderas y el tiempo variará para cada cultivo. El terreno o medio de producción donde se sembrarán las plántulas, debe estar previamente preparado y es recomendable que tenga un ambiente protegido.

Es importante conocer el tiempo que duran las hortalizas para germinar

- **Lechuga:** Aproximadamente 36 horas.
- **Repollo y coliflor:** De tres a cuatro días.
- **Chile, tomate y cebolla:** De cinco a siete días.

## Materiales requeridos

---

Para elaborar un almácigo se necesita:

1. Para la elaboración de los sustratos utilizados en los almácigos comúnmente se utiliza: suelos, piedra pómez + granza de arroz, piedra volcánica, suelo fermentado, turba y fibra de coco, deben utilizarse limpios y desinfectados.
2. Seleccionar la bandeja de polipropileno, se debe considerar lo siguiente:
  - Bandejas de 200 celdas para cultivos de porte bajo (lechuga, repollo, coliflor, rábano, culantro, cebolla).
  - Bandejas de 105 celdas para cultivos de porte alto (chile dulce, tomate, pepino, berenjena).
3. Seleccionar la semilla de buena calidad que desea sembrar.
4. Con un lápiz hacer los orificios en los sustratos para sembrar y cubrir la semilla con el mismo sustrato.
5. Plástico color negro para cubrir el almácigo.
6. Paletas para rotular los almácigos: colocar fecha, hora y cultivo.
7. Recipiente plástico con agua, para realizar el riego por capilaridad.

## Ventajas del uso/aplicación de la tecnología

---

- Ahorramos en semillas porque podemos controlar la temperatura y la humedad. Así hay más probabilidades de germinación.
- Reducimos el tiempo de cultivo ya que el tiempo de ocupación del recipiente final es menor (y se puede aprovechar mientras ese espacio).
- La plántula no compite con otras porque crece en un espacio muy reducido y libre de malas hierbas.
- Los cambios bruscos de temperatura afectan menos a las plántulas que están en un semillero.
- Mejora el aumento de la germinación.

## Consideraciones - Recomendaciones

- A la hora de trasplantar se recomienda hacerlo preferiblemente en horas tempranas o en la tarde para evitar estrés en las plantas.
- Regar levemente el sustrato antes de sacar la plántula.
- Usar las distancias de siembra de acuerdo con las épocas y condiciones ambientales.
- Si se van a transportar de un lugar a otro tener cuidado de que la bandeja no se vuelque.

Ficha técnica	
Contacto profesional	Ing. Roberto Ramírez Matarrita. <a href="mailto:rramírez@inta.go.cr">rramírez@inta.go.cr</a>
Compilador de la tecnología	Ing. María José Elizondo Alvarado. <a href="mailto:melizondo@inta.go.cr">melizondo@inta.go.cr</a>
Institución de respaldo	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
Referencias bibliográficas	<p>Huerto Urbano en mi balcón (en línea). Consultado 06 mar. 2019. Disponible en <a href="https://huertourbanoenmibalcon.es/semilleros/ventajas-desventajas-semilleros">https://huertourbanoenmibalcon.es/semilleros/ventajas-desventajas-semilleros</a></p> <p>Ramírez, R. 2018. Establecimiento de almácigos para la producción de hortalizas. INTA. Guanacaste, Costa Rica.</p> <p>Rathgeb, W., Escaff, M., Aljaro, A., 1983. Producción de almácigos (en línea). IPA. La Platina N°18. 9p. Consultado 31 ene. 2019. Disponible en <a href="http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR00662.pdf">http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR00662.pdf</a></p>

Práctica:

# Construcción de casas malla

## Descripción de la tecnología

---

Estas estructuras tienen como objetivo la protección mecánica contra el ataque de insectos y así reducir el uso de agroquímicos, logrando productos más inocuos y de mayor calidad. La casa de malla viene acompañada de un sistema conocido como invierno-verano, el cual consiste en una estrategia de producción en la época lluviosa, provista de túneles bajos y altos con cobertura plástica dependiendo del porte del cultivo y en la época seca de la utilización de una pantalla de sombreo para reducir la radiación que puede superar en tres veces la necesaria por el cultivo. Esta es una nueva alternativa para los y las productores (as) que deseen sembrar hortalizas y obtener buenos rendimientos, pueden adaptarlo a sus necesidades. Además, sirve como una opción que nos permite ayudar al medio ambiente ante el llamado cambio climático.



Figura 1. Casa malla.  
Fuente: INTA, 2018

Antes de construir una casa malla es importante tener presente los siguientes aspectos:

### **Preparación del suelo**

En la preparación del suelo dentro de la casa malla, es importante considerar las dimensiones para utilizar los implementos adecuados y no causar daños a la estructura.

### **Limpia del terreno**

Con esta práctica se inicia la preparación y se debe realizar después de cosechar el cultivo anterior. Consiste en dar un paso de rastra para desmenuzar los residuos del cultivo con el fin de facilitar el paso de los implementos posteriores.

### **Rotura**

Se realiza después de la limpia del terreno, a una profundidad de 20 a 30 cm mediante un arado de discos, con arado de rejas o de vertedera. Consiste en suavizar o aflojar la capa superficial del suelo, con el fin de proveer de una mayor aireación y facilitar una mayor infiltración de la humedad.

### **Subsoleo**

No es una actividad muy común, sin embargo, es requerida donde existen problemas de compactación del suelo. Consiste en dar un paso de cinceles a una profundidad de 30 a 50 cm y esto permite tener una mayor captación de humedad. Se sugiere realizar esta labor al menos cada tres años.

### **Rastra y cruza**

El objetivo de esta práctica es dejar bien suave el suelo, controlar la maleza y proteger la humedad retenida por la acción de labores profundas realizadas. Consiste en dar uno o dos pasos de rastra de discos en forma transversal al terreno hasta tener uniforme la superficie y libre de maleza.

## Nivelación

Esta práctica consiste en uniformizar la pendiente del terreno y eliminar pequeños altibajos en el suelo solamente en el primer ciclo de siembra.

## Surcado

Surcar a la separación deseada, mediante un bordeador de doble vertedera. La separación del surcado está en función a las distancias de los postes de la estructura. Se sugiere una distancia entre tubos de 8 m para realizar bordos (elevación de tierra para retener el agua) a una distancia de 80 cm.

## Formación de las camas de siembra

Se realiza con el bordeador, posteriormente se le da forma a la cama con el equipo acamador o pasando un tablón sobre el bordo, quedando a 1,6 m el ancho de la cama. Para hacer más eficiente la superficie de suelo de la casa-malla, es necesario comenzar el trazado de las camas a partir de las líneas de columnas o postes.

La dimensión de las casas malla pueden ser muy variables. Es posible crear estructuras para huertos familiares, pequeñas unidades de autoconsumo, mercado local y para escalas comerciales de explotación. La superficie de la estructura puede ser desde 300 a 50,000 m<sup>2</sup>.

La forma de la casa malla puede ser cuadrada o rectangular. Asimismo, la forma del techo puede ser cuadrada o rectangular, con la variante de que puede tener forma plana o piramidal (dos aguas).

# Materiales requeridos

---

Materiales que se utilizan para la construcción de la casa malla de 26,6 x 53 m:

Descripción de material	Unidad	Cantidad
Postes esquineros	pieza	4
Postes perimetrales	pieza	32
Postes cumbrera	pieza	10
Carracas dobles con varilla corrugada de 1 "	pieza	40
Carracas sencillas con varilla corrugada de 1 "	pieza	4
Cordón de 8 mm	m	190
Cordón de 5 mm	m	265
Cordón de 4 mm	m	250
Emplame de 8 mm	pieza	44
Emplame de 5 mm	pieza	10
Emplame de 4 mm	pieza	22
Trenza de 8,2 mm	m	173
Trenza de 6,5 mm	m	114
Alambre dulce de 4,4 mm (23m)	kg	2
Alambre duro de 3,8 mm (160m)	kg	10
Alambre duro de 3,0 mm (300m)	kg	15
Alambre duro galvanizado N° 10	kg	20
Malla antiáfidos de 3,6 x x 100	m	450
Malla antiáfidos de 1,2 x x 100	m	160
Rectángulo galvanizado 1,5 x 1,5"	m	24
Rectangulo Galvanizado 4,5 x 2,0" con guía	m	6
Perfil sujetador	m	24
Alambre de zig zag	kg	1,5

Fuente: Berrones, 2013

Además, se recomienda que la puerta principal tenga las dimensiones mínimas de 3,0 x 3,0 m., de preferencia corrediza. La dimensión debe ser de tal forma que permita la entrada de un tractor de tamaño intermedio, es recomendable colocar una sala de espera entre la puerta principal y una segunda puerta en el interior, lo cual permite prevenir en mayor medida el ingreso de posibles plagas.

Todos los materiales antes descritos se pueden cambiar en función de la disponibilidad en el mercado y dimensiones elegidas para la casa malla.

## Ventajas del uso/aplicación de la tecnología

---

- Infraestructura tiene una duración de 5 años aproximadamente.
- Utilización de fertiriego, el agua de riego puede ser reutilizada por lo que existe un gran ahorro de este recurso.
- Altos rendimientos en la producción.
- Bajos costos de producción, a pesar que los costos al inicio pueden ser elevados estos se recuperan en poco tiempo.
- Disminución de agroquímicos y fertilizantes nitrogenados.
- Utilización de controladores biológicos como alternativa para el control de plagas y enfermedades.
- Fuente de ingreso para las familias.
- Se permite el control de la temperatura y humedad lo que favorece el desarrollo de las plantas.
- El costo de la inversión en casa malla por metro cuadrado, es de 10 dólares comparado con los invernaderos de 30 a 40 dólares el metro cuadrado, esto solamente relacionado a la infraestructura o cascarón.

## Consideraciones - Recomendaciones

---

- Evita el paso de trips y ácaros.
- Permiten la entrada de agua de lluvia.
- Las mallas vienen por grado de porosidad lo cual se denomina mesh. Lo que se pretende es evitar el ingreso de mosca blanca, por lo que se recomienda usar una malla 52 mesh.
- Mayor crecimiento vegetativo en los cultivos.

## Ficha técnica

Contacto profesional	Ing. Roberto Ramírez Matarrita. <a href="mailto:rramirez@inta.go.cr">rramirez@inta.go.cr</a>
Compilador de la tecnología	Ing. María José Elizondo Alvarado. <a href="mailto:melizondo@inta.go.cr">melizondo@inta.go.cr</a>
Institución de respaldo	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
Referencias bibliográficas	<p>Alvarado, M., Díaz, A., Hernández, R. 2014. Tecnología para producir tomate en casa malla para el norte de Tamaulipas (en línea). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Primera edición. México. 31p. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en: <a href="http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/989.pdf">http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/989.pdf</a></p> <p>Berrones, M., Garza, E., Vásquez, E., Méndez, R., 2013. Casa Malla, Tecnología para la producción de hortalizas en el Sur de Tamaulipas (En Línea). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Las Huastecas. Tamaulipas, México. 32p. Consultado 15 may. 2019. Disponible en <a href="http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/941.pdf">http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/941.pdf</a></p> <p>Valerio, M. 2015. Materiales necesarios para instalar tu primera estructura de casa sombra (en línea). Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <a href="https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/materiales-instalar-casa-sombra/">https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/materiales-instalar-casa-sombra/</a></p>

**Práctica:**

# Riego por goteo y fertirriego

## Descripción de la tecnología

---

El riego por goteo consiste en aplicar agua al cultivo por medio de mangueras o cintas que disponen cada cierta distancia de goteros que reducen la presión del agua a la presión atmosférica, y permite salir el agua por los orificios.

El riego por goteo permite aplicar fertilizantes por el sistema de riego disueltos en agua, este sistema se llama fertirrigación, los fertilizantes a usar para este sistema son los conocidos como cristalinos altamente solubles en agua, pero para ello se hace una solución madre concentrada que se inyecta al riego.



Figura 1. Riego por goteo.  
Fuente: INTA, 2018



Figura 2. Mangueras para riego.  
Fuente: INTA, 2018

Hay varios sistemas para inyectar el fertilizante en un riego por goteo, los más simples son una derivación del riego o directamente de la succión de la bomba de riego, también se pueden usar sistemas un poco más complejos como el uso de los venturis o incluso bombas de inyección de fertilizantes accionadas por el caudal del agua, las cuales pueden ser desde muy sencillos, sofisticados o hasta computarizados.

Limpieza del sitio en donde se ubicará el sistema de riego por goteo que tenga un área de 576 metros cuadrado (24 metros de longitud, 24 metros de ancho), destinada preferiblemente para la producción de cultivos rentables (hortalizas).

En el momento de construir la estructura (torre, base) donde descansará el tanque de almacenamiento de 1,100 litros: altura máxima 2 metros, el ancho de la base de 2 metros x 2 metros, bien nivelada con tablonces, de preferencia.

# Materiales requeridos

Al construir un sistema de riego es importante tomar en cuenta:

- Disponer de una fuente de agua permanente (pozo, río y/u ojo de agua) y con caudal suficiente para satisfacer las necesidades de agua del cultivo.
- La ubicación de la torre con respecto al área bajo riego deberá ser máximo 4 metros y la ubicación deberá de ser en la parte más alta de la parcela.
- Contar con 50 estacas (50 cm de alto) para tensar las cintas de goteo. En el caso de que el agua sea conducida por gravedad se prescinde del sistema de bombeo. En el caso que el agua no sea conducida por gravedad se deberá garantizar el sistema de bombeo (manual, ariete hidráulico, eléctrico, combustión y/o eólico).
- Incluir la manguera de conducción del agua de la fuente al tanque de almacenamiento.

A continuación, se presenta un listado de materiales necesarios para instalar un sistema de riego por goteo en un área de 576 m<sup>2</sup>:

Nº	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Tanque capacidad de 1100 litros, material polietileno, diámetro de salida 1 ½ pulgada.	unidad	1
2	Adaptador macho, material PVC, diámetro 1½ pulgada.	unidad	3
3	Codo liso, material PVC, diámetro 1½ pulgada, 90 grado.	unidad	2
4	Válvula de control de bola material PVC, cierre media vuelta, diámetro de 1 ½ pulgada.	unidad	3
5	Adaptador hembra, material PVC, diámetro 1½ pulgada.	unidad	2
6	Filtro de malla, material PVC, ambas salida diámetro 1½ pulgada, fino de malla rango de oscilación 120 a 150 Mesh.	unidad	1
7	Te lisa, material PVC, diámetro 1½ pulgada.	unidad	2
8	Reductor de 1½ pulgada a ¾ de pulgada material PVC.	unidad	1
9	Válvula de by pass de intervención, material PVC, diámetro ¾ de pulgada.	unidad	1
10	Tubería, material PVC, diámetro 1 ½ pulgada, cédula SDR 41 x 6 m.	unidad	6
11	Tapón hembra con rosca, diámetro 1½ pulgada, material PVC.	unidad	2

N°	Descripción	Unidad	Cantidad
12	Taladro de mano y/o eléctrico con broca de 5/8 pulgada.	unidad	1
13	Conector inicial por cinta más empaque, material PVC.	unidad	24
14	Cinta con gotero integrado, grosor de pared 12 milésima, diámetro exterior 16 milímetros, goteros integrados a cada 0,30 o 0,35 m, derivación caudal de 1,5 a 2 litro por hora.	metros	576
15	Pegamento PVC.	galón	1/8
16	Teflón de 3/4 pulgada.	rollos	2

Fuente: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

## Ventajas del uso/aplicación de la tecnología

---

- Ahorro importante del agua.
- Reduce el uso de mano de obra.
- Se adapta a cualquier clase de cultivo.
- No necesita que se realicen movimientos de tierra, como es el caso de otros sistemas como el de tuberías enterradas.
- Es más cómodo y menos trabajoso que cualquier sistema manual, lo que implica un importante ahorro de tiempo.
- Minimiza el lavado de nutrientes en el sustrato que se produce cuando el agua de riego los arrastra hacia abajo. Con el riego por goteo, tanto la velocidad del agua como la cantidad son demasiado bajas como para favorecer la pérdida de nutrientes.

## Consideraciones - Recomendaciones

---

- No se puede preparar el suelo una vez instalado el sistema por goteo. Ya que se trata de un sistema fijo, no podemos hacer labores más al suelo, a veces en algún cultivo es algo incómodo.
- Utilización de sistemas de filtrados.

## Ficha técnica

<b>Contacto profesional</b>	Ing. Roberto Ramírez Matarrita. <a href="mailto:rramírez@inta.go.cr">rramírez@inta.go.cr</a>
<b>Compilador de la tecnología</b>	Ing. María José Elizondo Alvarado. <a href="mailto:melizondo@inta.go.cr">melizondo@inta.go.cr</a>
<b>Institución de respaldo</b>	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Hernández, F. El riego por goteo en flores y hortalizas en invernadero y a campo abierto en las zonas tropicales (en línea). Asistencia Técnica Agrícola. Consultado 21 mar. 2019. Disponible en <a href="http://www.agro-tecnologia-tropical.com/riego_goteo_hortalizas.html">http://www.agro-tecnologia-tropical.com/riego_goteo_hortalizas.html</a></p> <p>Oficina de comunicación INTA, 2013. Cartilla paso a paso, riego por goteo (en línea). (Boletín). Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Consultado 21 mar. 2019. Disponible en: <a href="file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Cartilla%20Riego%20por%20Goteo%202012%20maus.pdf">file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Cartilla%20Riego%20por%20Goteo%202012%20maus.pdf</a></p>

Práctica:

# Técnica de Hidroponía

## Descripción de la tecnología

---

La hidroponía es una técnica que incluye todas las formas de cultivar plantas sin el uso de suelo, utilizando como medio de siembra un material sólido (piedrillas, fibra de coco, etc.) o el agua. La alimentación de las plantas se realiza por medio del riego, en el cual se aplican todos los nutrientes minerales que los cultivos requieren para su crecimiento y producción. Algunos términos usados para describir dicha técnica son hidroponía familiar, o hidroponía popular, enmarcada dentro de un concepto de agricultura urbana o semi-urbana.

Las plantas requieren nutrientes minerales para crecer y producir, estos nutrientes son aquellos que se han originado en el suelo y han sido divididos en tres grupos: los nutrientes mayores (nitrógeno, fósforo y potasio), los secundarios (calcio, magnesio y azufre) y los menores (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc). Esta división obedece a las cantidades necesarias por parte de las plantas, más no a la importancia de los mismos.



Figura 1. Riego por goteo.  
Fuente: INTA, 2018

Los elementos nutricionales mayores generalmente son los que primero expresan sus deficiencias en el suelo por sus altos niveles de extracción por parte de las plantas, mientras que los secundarios y menores son requeridos en menores cantidades y sus deficiencias no son tan evidentes, pero sí muy importantes de considerar.

La planta absorbe estos nutrientes minerales disueltos en el agua a través de las raíces y luego los distribuye a las hojas, tallos y frutos. El exceso o falta de cualquier elemento mineral afecta el crecimiento y la producción de los cultivos. En hidroponía, a diferencia del suelo, la mayoría de los sustratos no contienen nutrientes minerales, por lo cual la alimentación mineral se aporta por medio de soluciones nutritivas concentradas, que luego son diluidas en agua y aplicadas mediante el riego. Las soluciones nutritivas concentradas, también conocidas como soluciones madres, usualmente se distribuyen en tres soluciones:

1. Solución mayor o A: contiene los nutrientes mayores como el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio.
2. Solución menor o B: contiene los nutrientes menores como el hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno.
3. Solución de calcio o C: contiene el calcio por aparte para evitar reacciones químicas con el fósforo, el azufre o el magnesio de la solución A.

Existen diversas formas de producir en hidroponía:

- Forma horizontal.
- Forma vertical.
- Forma de pirámide.

Se pueden usar para sembrar diferentes cajones o recipientes, como por ejemplo: cajones de madera, bolsas plásticas, bancales de madera, tinas plásticas, bancales de madera (sustrato sólido), llantas para automóviles en desecho, tubos de PVC.

El lavado y la desinfección del sustrato es muy importante antes de sembrar esto para evitar problemas con patógenos. Para el lavado se debe utilizar zaranda, usar suficiente agua, lavar de 4 a 5 veces en el caso de utilizar granza de arroz este se debe fermentar 15-20 días. En el caso de la desinfección, se pueden utilizar varios métodos como: la solarización, agua hirviendo o utilizar kilol.

# Materiales requeridos

---

Primero antes de realizar la inversión inicial hay que identificar y escoger los materiales adecuados y para esto hay que tomar en cuenta la parte económica y área donde se implementará esta técnica: ya con esto definido, se podrá escoger los materiales adecuados.

Entre los materiales que se utilizan para implementar esta técnica están:

1. Semillas: tipos de cultivos que se van a sembrar, utilizar semillas de buena calidad.
2. Sustrato: sirve como soporte a la planta. Entre los sustratos que se utilizan se encuentran los orgánicos como: cascarilla de café, cascarilla de arroz, cascarilla de nuez de macadamia, carbón vegetal, fibra de coco; y entre los sustratos inorgánicos se pueden utilizar: arena de río, piedra volcánica, piedra pómez, tejas molidas, hormigón, entre otros.
3. Contenedor o recipiente: se pueden utilizar bolsas para cultivo, contenedores (madera, plástico), ó hasta tubería de PVC, así como también en el mercado se pueden encontrar productos llamados slabs, los cuales son básicamente sustrato empaquetado en un plástico que funciona como contenedor y ya vienen listos para usarse en hidroponía.
4. Solución nutritiva: Esta la puede realizar cada persona ó las pueden obtener en el mercado listas.
5. Sistema de riego: Se puede utilizar desde técnicas sofisticadas (riego por goteo, aspersión) hasta realizar el riego en forma manual utilizando una regadera.
6. Control de plagas: lo puede combatir por medio de agroquímicos o por medio de productos orgánicos.

## Ventajas del uso/aplicación de la tecnología

---

- Las áreas cultivadas son pequeñas, lo cual facilita el control ya sea manual o utilizando productos biológicos, extractos naturales repelentes, o plaguicidas de bajo nivel residual.
- El cultivo de hortalizas hidropónicas en el hogar, permite la auto-suficiencia en el consumo familiar, integra el núcleo familiar y contribuye a mejorar la calidad de vida desde el punto de vista socio-económico, nutricional y de terapia física y mental.
- Demanda menos esfuerzo físico, ya que no requiere arduas labores de preparación de suelo en cada siembra.
- Representa una alternativa terapéutica para personas discapacitadas y adultos mayores logrando que se sientan útiles a la sociedad.

## Consideraciones - Recomendaciones

---

- Las plantas son más susceptibles a cualquier cambio en el clima: viento, lluvia, altas y bajas temperaturas, por lo que hay que estar pendiente de su manejo.
- Esta técnica por sí sola no asegura rendimientos superiores, hay que tener un manejo integrado del cultivo donde se incorpore la parte de manejo de la semilla, almácigo, riego, control de plagas y enfermedades.
- El cuidado de todos los detalles es indispensable.
- Inversión inicial puede ser alta.

## Ficha técnica

Contacto profesional	Ing. Roberto Ramírez Matarrita. <a href="mailto:rromírez@inta.go.cr">rromírez@inta.go.cr</a>
Compilador de la tecnología	Ing. María José Elizondo Alvarado. <a href="mailto:melizondo@inta.go.cr">melizondo@inta.go.cr</a>
Institución de respaldo	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
Referencias bibliográficas	<p>Los elementos nutricionales de las plantas, 2013. (En Línea). Consultado 14 de May. 2019. Disponible en <a href="https://www.quiminet.com/articulos/los-elementos-nutricionales-en-las-plantas-17563.htm">https://www.quiminet.com/articulos/los-elementos-nutricionales-en-las-plantas-17563.htm</a></p> <p>Jiménez, 2010. Manual Instructivo, Alternativas productivas en cultivos hidropónicos. (En línea). Comité Coordinador Operativo Geco Huetar Atlántico, Platicar-INTA. Sector Caribe Norte, Costa Rica. 16p. Consultado 14 de May. 2019. Disponible en <a href="http://www.platicar.go.cr/images/buscador/comunidades_de_practica/pdf/Cultivos-Hidroponicos.pdf">http://www.platicar.go.cr/images/buscador/comunidades_de_practica/pdf/Cultivos-Hidroponicos.pdf</a></p> <p>Soto, F., 2015. Hidroponía Familiar en Sustrato: Hágalo fácil. Manual Práctico (En Línea). San José Costa Rica. 60p. Consultado 27 de Mar. 2019. Disponible en <a href="http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10809.pdf">http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10809.pdf</a></p>

Práctica:

# Construcción de microtúneles y túneles altos para producción

## Descripción de la tecnología

---

Los microtúneles son estructuras construidas para la protección de las plantas de hortalizas durante todo el ciclo productivo, con el fin de reducir los daños mecánicos por efecto de la intensidad de la lluvia y por ende la proliferación de enfermedades. Posterior a la producción de los semilleros, las plántulas son protegidas con los microtúneles. Siendo este tipo de estructura de uso para cultivos de porte bajo.

Los macrotúneles o túneles altos son coberturas temporales con plástico transparente, que se utilizan en cultivos de porte alto como chile dulce, pepino y tomate.



Figura 1. Estructuras de microtúneles y macrotúneles.  
Fuente: INTA, 2018

## En el caso de los microtúneles

- **Preparación de terreno:** Es recomendable preparar el suelo con la finalidad de que esté suelto y posteriormente se puedan confeccionar eras o camas de 1,1 m de ancho, con una altura de 30 – 40 cm aproximadamente, separadas unas de otras por callejones de no menos de 40 cm de ancho, con una pendiente mínima de 0,5 %, que además de facilitar el traslado del personal, funcionen como drenajes para evacuar las aguas de lluvia.
- **Estructura de los arcos:** El material utilizado como arco para construir los microtúneles, depende de las condiciones ambientales de cada zona, especialmente de la velocidad del viento. En regiones muy ventosas es aconsejable orientar los túneles en forma longitudinal (a lo largo) al ingreso del viento para evitar “embolsamientos” de aire que puedan dañar la cobertura plástica. La distancia entre arcos será de 2 m. Este diseño tiene un costo de ₡ 420 (colones) por metro cuadrado sin incluir el valor de mano de obra.

Otro material que se puede emplear para bajar los costos de producción son recortes (tiras) de bambú de 5 cm de ancho por 3,45 m de longitud. Estos al igual que al diseño anterior con los tubos conduit y EMT, se colocan a 10 cm por fuera de la era y se entierra de 30 a 50 cm, con una separación de 2 m entre cada uno. Este túnel tiene un costo de ₡ 230 (colones) por metro cuadrado, sin incluir el valor del bambú y la mano de obra.

- **Colocación del plástico:** Se deben colocar dos estacas a modo de anclaje a una distancia de un metro de los arcos ubicados en las cabeceras de la era. Posteriormente se parte de una de las estacas, amarrando una cuerda de plástico (piola) y pasándola por el medio de los centros de los arcos (cúspide), realizando un nudo corredizo hasta llegar al anclaje final, donde se corroborará que quede tensa la cuerda. Paso siguiente, se partirá nuevamente de la estaca inicial con dos cuerdas que se sujetarán con un nudo corredizo por cada lado del arco a 75 cm en línea recta del nudo realizado en la cúspide, que de igual forma se tensará en el anclaje final. Una vez que está lista la armadura del túnel, la estructura estará funcionando como una sola unidad y se podrá colocar el plástico.

El plástico se coloca sobre los arcos y sobre las cuerdas, ejerciendo una leve tensión longitudinal para luego anclarlo en ambos extremos. Las aperturas laterales del túnel serán de 60 cm en ambos lados para tener una buena ventilación y que en una época lluviosa normal no se presenten saltos térmicos significativos. Para finalizar el túnel, los bordes del plástico se doblan hacia adentro de las cuerdas laterales y se sujetan con trozos de 15 cm de cinta adhesiva de 5 cm de ancho.

En el caso de la construcción de macrotúneles se debe tomar en cuenta lo siguiente:

## 1. Preparación del terreno

El suelo se debe acondicionar adecuadamente dejándolo lo más suelto posible, para posteriormente confeccionar lomillos de 0,50 a 0,70 m de ancho y una altura de 40 cm. La distancia entre los lomillos, debe ampliarse con respecto a los cultivos sin cobertura plástica en 30 cm, ya que la base del tallo de las plantas se ve afectada por la cantidad de agua de lluvia proveniente del techo contiguo, lo que provoca que se descubran las raíces. También se pueden colocar mangas horizontales o macetas con sistemas hidropónicos.

## 2. Estructura de los techos

- **Diseño en forma de “T”:** Cada arco con su estructura se arma en forma individual para luego colocarlos en el centro del lomillo a una profundidad 30 a 40 cm. La altura del centro del lomillo a la cúspide del túnel es de 2,10 m y tiene la ventaja que los cultivos se pueden amarrar a la estructura. Este diseño tiene un costo de ₡ 2780 (colones) por metro cuadrado, sin incluir el valor de la mano de obra.
- **Diseño en forma de capilla:** El diseño de tipo capilla es ideal para proyectos con sistemas hidropónicos (canaletas o macetas) donde los paralelos deben ir a los lados y no en el centro. Este diseño tiene un valor de ₡ 980 (colones) sin incluir el valor de la mano de obra.
- **Colocación del plástico:** La colocación del plástico sobre la estructura del túnel, se hace siguiendo los mismos pasos detallados anteriormente para el caso de los microtúneles. Todas las cuerdas que sujetan la estructura, partirán de un anclaje hasta llegar al otro.

## Materiales requeridos

---

A continuación, se describe la lista de materiales que se necesita para la construcción de los microtúneles y macrotúneles, tales como: pala, martillo, sierra, serrucho, machete, tijeras, cinta métrica, guantes, entre otros.

Entre los materiales que se emplean como arcos: tubo conduit de 1,90 cm de diámetro (3/4 pulgada) y 3 m de longitud, para construir un micro túnel de 1 metro de altura a la cresta y 1,3 m de ancho, se debe colocar a 10 cm hacia afuera de la era un tubo EMT de 30 cm de longitud y de 1,27 cm de diámetro (1/2 pulgada) a una profundidad de 20 cm, para que funcione como un pin y así encajar el tubo conduit, el cual se sujetará al tubo EMT con un tornillo gypsum de 2,54 cm (1 pulgada) de longitud.

El espesor del plástico debe ser entre 0,1 a 0,15 mm y un ancho de 1,5 a 2 m.

En el caso de los macrotúneles o túneles altos los materiales a utilizar son los siguientes:

### Estructura de los techos

- **Diseño en forma de “T”:** Para ello, se utiliza un tubo HG de 1,27 cm de diámetro (1/2 pulgada) y 2 m de longitud como paral. En uno de los extremos del tubo se sujeta con una prensa a otro tubo HG del mismo diámetro y de 1,20 m de largo en forma de “t”. En ambos extremos de la “t” se atornillan dos codos de PVC de 3/4” y se forma un arco con tubo conduit de 3/4” y 1,50 m de longitud. Entre la “t” y el paral (horizontal) se coloca un tubo HG de 1/2” (apoyo) y 0,5 m de largo para darle mayor resistencia a la estructura.

La separación de un arco a otro es de 2 m. Este diseño también puede emplear estacones de bambú o madera de al menos 2,54 cm de diámetro (1 pulgada) como parales, en lugar del tubo HG.

- **Diseño en forma de capilla:** Para su construcción, se utilizan dos tubos EMT de 1,27 cm de diámetro (1/2 pulgada) y de 1,5 m de largo. Estos se entierran de 20 a 30 cm, para quedar a 1, 30 m sobre el nivel del suelo en forma horizontal. La altura del suelo a la

cúspide del túnel es de 2,10 m y los cultivos tienen que tutorarse por aparte a la estructura.

La distancia entre los parales contiguos que van en la misma sección es de 1,20 m y entre la siguiente pareja de parales de 2 m. Seguidamente se introduce un tubo conduit de 3 m de largo y de 1,90 cm de diámetro (3/4 pulgada) en ambos tubos EMT y se fijan con un tornillo “Gypsum”.

- **Colocación del plástico:** El plástico es el mismo utilizado en los microtúneles (1,5 a 2 m de ancho) y el sistema de sujeción del plástico se realiza cortando 4 secciones de cinta adhesiva (5 cm de ancho) de 15 cm entre arco y arco.

## Ventajas del uso/aplicación de la tecnología

---

- Evita la transmisión temprana de virus a las plantas, que tiene precio razonable en su implementación y permite una mejor calidad en las cosechas.
- Fácil instalación.
- Es apto para la producción de almácigos, así como para cultivos intensivos.
- Se extiende la temporada de producción.
- Se obtienen productos de buena calidad del fruto.

## Consideraciones - Recomendaciones

---

- La ubicación de los microtúneles y macrotúneles es fundamental, ya que pueden ser destruidos por efectos climáticos: vientos, tormentas fuertes.
- Se recomienda realizar riego por goteo ó fertirriego, aunque el costo inicial el sistema puede ser de alto costo, los beneficios se pueden ver con la producción.

## Ficha técnica

<b>Contacto profesional</b>	Ing. Roberto Ramírez Matarrita. <a href="mailto:rramirez@inta.go.cr">rramirez@inta.go.cr</a>
<b>Compilador de la tecnología</b>	Ing. María José Elizondo Alvarado. <a href="mailto:melizondo@inta.go.cr">melizondo@inta.go.cr</a>
<b>Institución de respaldo</b>	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).
<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Miserendino, E. 2011. Manual para la Construcción de Microtúneles (en línea). 1era Ed. Valle Inferior: Ediciones INTA. Argentina. 17p. Consultado 25 mar. 2019. Disponible en <a href="http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/25834/mod_resource/content/1/script-tmp-inta_microtuneles_eduardo_miserendino.pdf">http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/25834/mod_resource/content/1/script-tmp-inta_microtuneles_eduardo_miserendino.pdf</a></p> <p>Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (en línea). Noticias. Consultado 22 mar. 2019. Disponible en <a href="http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/230117/">http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/230117/</a></p> <p>Ramírez, R., 2015. Diseño y construcción de microtúneles y túneles altos para la producción de hortalizas. 1 ed. Cañas, Guanacaste. 18p</p>



El INTA promueve los  
“Sistemas Sostenibles y Resilientes”,  
asumiendo el abordaje de manera integral de las  
diferentes medidas de adaptación al cambio climático.

Con ello se logra una complementariedad de las  
prácticas y tecnologías en el sistema de producción,  
creando sinergias entre ellas.

Estas medidas de adaptación permiten a las personas  
hacer conciencia de una gestión responsable de los  
recursos, para mejorar la calidad de vida de las  
familias rurales y preservar el medio ambiente.

