

## Innovación de cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo “Moshé”

CALDERÓN-Moisés†, CALDERÓN-Orquídea, MITA-Dieter & RÍOS-Adalid

*Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.*

Recibido 3 de Enero,2014;Aceptado 4 de Julio, 2014

### Resumen

Entre los desafíos que enfrenta la agricultura actual se destacan la competitividad del mercado, los desastres naturales, las alzas en el nivel de vida, las inquietudes ecológicas y los avances tecnológicos. Todos ellos exigen la continua innovación del sector y la estrecha colaboración de la comunidad científica. En este sentido, es necesario ofertar a los productores agrícolas paquetes tecnológicos que de alguna manera aporten en la producción continua y permanente de especies hortícolas, como también garantizar el prendimiento de las plántulas para una producción satisfactoria.

La Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, por intermedio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a innovado la Cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo “Moshé”, este equipo ha sido efectivizado con materiales existentes en nuestro medio, dando como resultado la producción de plántulas de diferentes especies agrícolas con un cien por ciento de prendimiento en el trasplante. Por otra parte con esta innovación se logra optimizar el espacio de terreno como también la optimización del recurso hídrico.

### Cepellón, Trasplante, Sustrato.

### Abstract

Among the challenges that the agricultural sector faces, we find the competitiveness of the market, natural disasters, increasing cost of living, the ecological threats and technological advances. All these require the continuous innovation of the sector and the narrow collaboration of the scientific community. As such, it is necessary to offer agricultural producers technological packages that contribute in the continuous and permanent production of horticultural species, as well as guaranteeing the growth of seedlings for a satisfactory production.

The Universidad Mayor, Real y Pontific of San Francisco Xavier of Chuquisaca (The Main, Real and Papal University of San Francisco Xavier of Chuquisaca, Bolivia [ed.]), through its Faculty of Agrarian Sciences, has innovated the Portable chamber of production of seedlings for transplantation with root-ball, model "Moshé". This piece of equipment has been made operational with local materials, giving rise to the production of seedlings of different agricultural species with a hundred percent survival rate during the transplant. On the other hand, with this innovation it is possible to optimize the land use as well as the use of the water resource.

### Root-ball, Transplant, Substratum.

**Citación:** Calderón M., Calderón O., Mita D., Ríos A.,Innovación de cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo “Moshé”.Revista de Tecnología e Innovación 2014, 1-1:1-22

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

Los investigadores en el campo agropecuario. En forma permanente vienen innovando nuevas tecnologías para garantizar la provisión de plántulas de diferentes especies agrícolas, de esta manera garantizar la provisión permanente de material vegetativo y genético, de esta manera poder aportar en la disminución del hambre y la desnutrición de la población mundial.

Con el progreso de la agricultura se van extendiendo cada vez más los cultivos de las hortalizas en los campos. Esta intensificación de los cultivos demuestra un perfeccionamiento del arte agrícola, con gran ventaja para la riqueza de los pueblos.

Cada día sucede con mayor frecuencia que, a fin de alcanzar producciones adelantadas o tardías de más alta remuneración, de mejor calidad de particular aprecio comercial, el horticultor debe recurrir a técnicas especiales y al empleo de equipo técnico también especial, para crear las condiciones climáticas favorables que necesita utilizar durante parte o todo el ciclo vegetativo de las hortalizas que quiere producir.

Estos equipos especiales, que incluyen semilleros, casilleros, cajoneras con chasis vidriado, serpentines, camas caliente, túneles bajos, usados sobre todo para la producción de plántulas y ejercen la función de acondicionar el clima, permitiendo el forzamiento parcial o total del ciclo vegetativo de las especies hortícolas.

En función de los objetivos de nuestra Universidad, cual es la integración de la Universidad con el pueblo, es de suma prioridad, planificar, investigar e innovar nuevas tecnologías para la producción agrícola, o sea crear nuevos paquetes tecnológicos.

De esta manera, efectivizar la enseñanza práctica a estudiantes del campo agropecuario y como también para realizar la transferencia tecnológica a los productores agropecuarios.

**Objetivos****Objetivo general**

Proponer, paquete tecnológico para la producción agrícola, de esta manera coadyuvar en el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores como también de los pobladores del área rural y de la parte periférica del área urbano.

**Objetivos específicos:**

- Incentivar la producción continua y permanente de especies agrícolas.
- Garantizar el prendimiento de plántulas en el trasplante a terreno definitivo.
- Contribuir en el acortamiento del ciclo vegetativo de las especies agrícolas.
- Menguar los riegos climatológicos en la producción de plántulas de especies hortícolas.
- Optimización de la superficie del terreno agrícola.
- Optimización del recurso hídrico.
- Evitar el daño del medio ambiente.
- Producción de plántulas de especies agrícolas sensibles al trasplante a raíz desnuda.

**Hipótesis**

La cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón modelo “Moshé”, garantizará el prendimiento de las plántulas trasplantadas al terreno definitivo, como también permitirá el acortamiento del ciclo vegetativo de las especies agrícolas.

**Marco teórico**

Medios que sirven para acelerar la vegetación o para resguardar las hortalizas de la intemperie.

**Propagación de plantas y semilleros**

La tecnología de cultivo en invernaderos es reciente y apenas data de hace poco más de 15 años en nuestro país. Sin embargo, profesionales emprendedores han logrado éxito en sus esfuerzos y se pueden presentar desarrollos comparables a los otros países del continente sudamericano.

En la actualidad para la propagación de plántulas, se viene utilizando envases de materiales plásticos, ya sea en forma de bolsas, bandejas, macetas y como también casilleros de diferentes formas y tamaños.

Los contenedores o bandejas para el desarrollo de las semillas se fabrican con polietileno termo-formado y con poli-estireno expandido

Para lograr este objeto se sirve el hortelano de camas calientes y cajoneras, en las cuales se calienta el suelo y el aire; de costaneras o pendiente, con las cuales, por su exposición e inclinación, se aprovecha mejor el calor solar; de abrigos o cobertizos y campanas, que sirven para resguardar las hortalizas durante la noche y lo mismo durante algunas horas del día.

Como también para la producción de plántulas para trasplante al terreno definitivo.

**Semilleros**

Son instalaciones para el desarrollo inicial de las plantas, construidos en una pequeña extensión de terreno, generalmente en los lugares protegidos de las inclemencias climatológicas adversas muy especialmente, en posición abrigada del viento.

El semillero es un área de terreno preparada para proporcionar los máximos cuidados durante la germinación, emergencia de la planta y durante los estados iniciales hasta cuando se trasplanta a su sitio definitivo. Se recomienda el uso de semilleros cuando: los estados iniciales de la planta son delicados, el costo de la semilla es alto y/o hay riesgo de perder la semilla por lo pequeña.

Dependiendo del tipo de semilla que se va a hacer germinar, se han desarrollado diversos tipos de germinadores, como los siguientes:

**Temporal o transitorio.** Solamente se usa una vez y por lo general no se emplea contención lateral, pero es necesario dedicarle las mismas atenciones que a uno permanente, tanto en su elaboración como en su mantenimiento. Es ventajoso porque no acumula patógenos propios de estas áreas por siembras sucesivas.

**Semi-permanentes.** Se pueden usar para varias siembras. Son eras o camas acondicionadas pero se les ha diseñado protección a los bordes para evitar erosión y pérdida de humedad. Éstos, como el anterior, tienen la ventaja de provenir problemas por patógenos.

**Permanentes.** Se usan indefinidamente pero requieren procesos de desinfección continua. Por lo general, el sustrato está conformado por materiales que permiten un excelente drenaje y, dependiendo de la especie que ha de sembrarse, se mezcla con materia orgánica bien descompuesta. Esta mezcla necesita completarse periódicamente y tener cada uno o dos años de cambio total.

Este tipo de semilleros representa un alto costo de construcción y mantenimiento; si no se hacen los controles adecuados, los problemas por patógenos son muy graves y frecuentes.

**Cajones.** Por su economía y práctica son recomendables en huertas caseras o explotaciones pequeñas.

El semillero, se trata de un bancal delimitado por un marco y cubierto con un cristal o bastidor. El semillero simple tiene una sola fila de bastidores orientados a un lado, mientras que el doble es dos veces más ancho y sus bastidores están inclinados hacia ambos lados.

En cualquier huerto, un semillero de un tamaño adaptado a las necesidades propias resulta una instalación muy provechosa. Sirve para que crezcan los jóvenes plántulas de hortalizas precoces y sensibles al frío, para los rábanos, lechuga, colinabo y también para almacenar y plantar provisionalmente en invierno las hortalizas tardías, como las coles de Bruselas, la col rizada, etc. En invierno se pueden poner también hortalizas de raíz.

El semillero debe instalarse en un sitio soleado y protegido de los vientos del norte. Sin embargo, debe estar bastante ventilado, pues el viento, al resbalar sobre el bastidor, hace bajar las temperaturas demasiado altas que podrían perjudicar los cultivos del semillero.

Este punto es importante en el caso de los bastidores de plástico. Se orientan hacia el sur.

### **Condiciones del semillero**

De los cuidados dados al semillero depende de la sanidad, el vigor y la uniformidad de las plantas cultivadas; por tanto, algunas recomendaciones para su implementación y manejo son:

Los suelos que eventualmente se usan para un semillero son fértiles y de una textura franca, ya que las semillas que necesitan este proceso son pequeñas y requieren suelos que no se compacten y tengan buen drenaje, que faciliten labores de desyerba, raleo y arranque de las plantas para pasarlas a su sitio definitivo.

Es fundamental ubicarlo en un sitio que permita estar pendiente, con disponibilidad de agua permanente y que no reciba sombra de ninguna clase.

Igualmente, se debe proteger de daños por animales y del efecto de vientos y orientarlo de oriente a occidente, para proporcionar una mejor iluminación a todas las plantas.

### **Protección del semillero**

Al principio de la primavera, cuando las noches son a veces muy frías, se cubren los bastidores con unas esteras de paja o mimbre para evitar que sufran las plantas. En regiones muy altas se aconseja utilizar, además, unas maderas, sobre todo, en caso de fuertes nevadas y granizadas.

### **Protección de los rayos del sol**

Si el sol es demasiado fuerte, se protegerán las lechugas, en particular, los plántulas trasplantados, así como los brotes de hortalizas que todavía no han echado raíces.

Los pepinos son particularmente sensibles a una exposición excesiva al sol.

Para dar sombra se utilizan unas esteras de mimbre o tela de saco flexible, de 1.5m de ancho, que se enrolla sobre una varita de madera. También se puede aplicar una mano de cal, pero resulta a veces difícil de eliminar. La tierra ocre sirve también, sin embargo las lluvias se la lleva.

### **Ventilación del semillero**

Se colocan unos palos de unos 40cm, que permiten abrir el bastidor. Si llevan muescas, se puede variar la abertura del bastidor. En el caso de un palo sin muescas, se coloca verticalmente debajo del bastidor e, incluso, horizontalmente para regular el calor en el interior del semillero.

### **Como llenar el semillero**

Según el material de relleno y su calidad, se distinguen los semilleros cálidos, intermedios o fríos. Además se utilizan cañerías de agua caliente, cables eléctricos, etc., para calentar el mantillo.

Los semilleros pequeños, que constan de pocos bastidores, se llenan casi siempre de estiércol fresco de granja. El mejor es el de equino. Como desgraciadamente resulta difícil de conseguir, se utiliza el de ovino o el de conejo.

Para obtener un semillero cálido, se prepara el mantillo unos días antes. Se pone el estiércol en un montón de 1,50m aproximadamente; se le riega con agua caliente si contiene demasiada paja o si está excesivamente seco. Cuando la masa se ha calentado bastante con la fermentación, se echa en el semillero. Si la cantidad es insuficiente, se añaden hojas, heno, paja y otros residuos orgánicos.

Se obtiene así un semillero intermedio. No se calienta mucho, pero el proceso de fermentación que produce calor dura más tiempo. El mantillo que se ha echado se aplasta, de tal manera que quede entre el suelo y el bastidor un espacio de unos 15cm. Con el tiempo, el mantillo se va apelmazando algo más por sí mismo.

Una vez echado el mantillo, se aplasta y se siembra enseguida. Para plantar, es preferible, sin embargo, esperar uno o dos días, con el fin de que la tierra esté caliente. En cuanto se ha sembrado o replantado, se cubre por la noche el semillero con los bastidores y las esteras.

### **Camas calientes y cajoneras**

Las camas calientes consisten en zanjas abiertas en plena tierra, llenas de estiércol o de materias orgánicas, aptas para desarrollar calor por la fermentación, sobre las cuales se dispone una capa de tierra en la que se siembran las hortalizas, que se cubren a su vez con paja. Si al contrario, se limita esta zanja mediante un bastidor de madera cuya parte superior esté cerrada por tres vidrieras, se tiene la cajonera. Para hacer la cajonera se emplea madera de abeto alquitranado. La armadura se hace inclinada (35cm por su parte posterior y 25cm por delante), 3,90m de largo y 1,35m de ancho, de manera que las tres vidrieras que cierran tengan cada una 1,30m de ancho por 1,35m de longitud.

Estas vidrieras se apoyan sobre el bastidor y se cierran con la mayor precisión.

Las camas calientes, a las cuales se recurre para forzar la germinación de las semillas y la vegetación de las plantas en la primera fase de su desarrollo, se fundan en el calor que una masa orgánica húmeda desarrolla durante su proceso de fermentación.

Para tal fin estará bien considerar de inmediato que las diversas sustancias orgánicas, por la distinta intensidad y duración de la fermentación a que están sujetas, desarrollan temperaturas diferentes en intensidad y duración.

Para el éxito de camas calientes, se debe procurar una buena distribución del material orgánico a utilizarse y muy especialmente realizar una buena compactación.

### **Costaneras**

Las costaneras, son eras inclinadas al mediodía que reciben perpendicularmente los rayos solares y están dispuestas longitudinalmente de levante a poniente.

Las eras se hacen de la misma anchura que las de los semilleros de 1 a 1.20m, divididas por senderos de 50 a 70cm de ancho, de modo que tengan por la parte del sol la necesaria inclinación y que formen por la parte posterior una escarpa debidamente inclinada para que no se desplomen (17).

Los abrigos sirven para defender las plantas de los rigores del frío en el invierno y resguardarlas de los daños de las escarchas en primavera. Si se trata de plantas aisladas, como berenjena, melones, calabazas, pepinos, etc., se podrán proteger con una especie de tiendas de paja, las cuales se abrirán durante el día por la parte del sol y se cerrarán durante la noche. Cuando, además de resguardar las plantas del frío, se les quiera proporcionar la mayor cantidad posible de luz, se emplearán campanas de vidrio prismáticas o redondas. Las últimas son preferibles porque concentran una cantidad mayor de luz.

### **Vasos y bloques**

Para efectuar siembras o trasplantes de plantas fuera de semilleros o camas calientes, utilizando el bloque de tierra, podrán usarse macetas de barro cocido, madera, cartón, plástico, hojalata, bloques de arcilla cocida, metal, cemento, conocidos con el nombre de “soperas”, “vasitos”, “paneritas” o “cucuruchos”, de las formas y dimensiones más variadas, dentro de los cuales se efectuarán las siembras o los primeros retrasplantes a tierra o a lecho caliente.

Hoy está generalizado el uso de sacos y de macetas de plástico, los cuales han sustituido a los recipientes de barro cocido, habiéndose demostrado que su empleo es más práctico y mucho más económico.

Igualmente está generalizándose el empleo de material de tierra turbosa prensada en forma de macetas en las cuales se efectúa la siembra y en la que las plantas se encuentran aseguradas durante el primer periodo de vegetación.

En el momento del trasplante, las plantas se trasfiere al campo con todo el material turboso y por eso no se descubren ni dañan las raíces, por lo que no sufren ninguna “crisis” en la revegetación.

### **Bastidores amovibles**

Desde hace algunos años, se vienen utilizando con éxito unos bastidores amovibles de cristal o plástico que permiten tapar, según las necesidades, algunos bancales para el desarrollo individual de ciertos cultivos.

Los lados del semillero tienen 30cm de alto y están cubiertos de madera.

Para el cultivo de los pepinos es mejor un marco de 0,5 x 5m. Cuando las plantas ya han empezado a crecer, se da mayor altura al semillero con unos ladrillos, para evitar que se quemem con el contacto de la lámina de plástico. Se utilizan mucho unas campanas de lona o unos túneles de polietileno de formas diversas que se venden ya hechos (21).

### **Terrones**

Sirven para el repique de los plántones y son más que una masa de tierra comprimida y húmeda. Se repican los plántones en estos terrones, donde van echando raíces y, cuando se van a plantar definitivamente, se coge la especie vegetal con su terrón.

Este sistema tiene la ventaja de evitar que se detenga la vegetación. Se preparan los terrones con mantillo, turba y compost, se hace la mezcla de manera que tenga una buena cohesión, para que el terrón no se desmenuce al efectuar el trasplante.

### **Bandejas especiales**

Para el cultivo pueden sustituirse los terrones. Son de plástico y constan de una bandeja y una rejilla, cuyas celdillas se prolongan hacia abajo. Se coloca la rejilla en la bandeja y se echa tierra por encima; se allana con una tablita para que las celdillas estén llenas sin que la tierra quede apelmazada. Luego se repican las especies elegidas, cuyos cotiledones han salido que en las celdillas. Se riega normalmente. Tres o cuatro semanas más tarde se quita la rejilla y las plantas se quedan enraizadas en los terrones.

### **Vasos de turba y celulosa**

Estos vasos se pueden unir en bandejas, se llenarán como las bandejas especiales.

Las raíces atraviesan primero la tierra y, luego las paredes de los vasos; éstos, además de turba y celulosa, contienen también unos elementos nutritivos añadidos al fabricarlos. Los vasos deben estar siempre húmedos, si no las raíces tendrían muchas dificultades para atravesar las paredes. La plantación se efectúa con los vasos.

### **Siembra en tiestos**

Se practica para el precultivo de las hortalizas forzadas y para las flores (petunias, salvia, etc.). Se usan unos tiestos de barro o plástico. En el fondo del tiesto se coloca una capa de drenaje; después, la planta en el medio. Se sujeta ésta con la mano, se echa tierra alrededor y se aplasta un poco. Después se riega y se deja a la sombra. Se limita la ventilación mientras no eche nuevas raíces.

### **Siembra**

Diversas especies de hortalizas deben ser sembradas en semilleros especiales y adecuados, o en camas calientes, o en cajoneras, o en vasos o bloques, para después ser trasplantadas a “plena tierra”, porque en el primer periodo de vegetación no les es posible adaptarse al terreno frío, ya sea porque la mínima estructura de sus semillas sea muy poco práctica, racional y conveniente para la siembra directa, o bien porque soportando perfectamente el trasplante, su desarrollo inicial tenga la ventaja de una aceleración que permita la maduración anticipada del producto.

### **Trasplante y siembra directa de hortalizas**

El establecimiento de una plantación de hortalizas, depende inicialmente de buena semilla; también está sujeta a que las plántulas resultantes formen a la nueva planta, desarrollándose sobre sus propias raíces.

El proceso siembra tiene aspectos que son comunes a muchas hortalizas y que ciertos conceptos claves son muy importantes para lograr el éxito deseado.

Las hortalizas se dividen en dos grupos: las que se siembran directamente, o de asiento y las que son típicamente de trasplante. Algunas hortalizas pueden sembrarse directamente sin ser trasplantadas o bien por medio de plántulas; otras exigen uno u otro medio. Las condiciones y razones son específicas para cada caso.

Las clases de hortalizas que normalmente se trasplantan muestran una rapidez en regeneración de raíces que no tienen el otro grupo. Así el tomate y la col, por ejemplo, normalmente se siembran primero en canteros o camas y las plántulas se trasladan al campo en la operación de trasplante; en este proceso pierden muchas raicillas. No es el caso de hortalizas como la zanahoria, el zapallo y el poroto, pues las plantas de estas familias tienen un sistema radicular que exigen desarrollarse en un mismo sitio.

En condiciones normales, el trasplante se hace con facilidad y la producción final es buena. Sin embargo, por falta de atención con las plántulas empieza un retraso y las razones de una baja producción.

### **Factores a considerarse para una buena producción de plántulas para trasplante**

Para producir buenas plántulas, definidas como las plantitas producidas por semilla y que están en condiciones de desarrollarse en plantas adultas es necesario considerar los siguientes factores.

- Debe usarse semilla de buena calidad.

- El suelo debe prepararse de antemano en eras o camas levantadas, o en canteros con bordes de cemento o madera con buen drenaje, materia orgánica y nutrientes.
- La semilla debe tratarse antes de la siembra con plaguicidas recomendados, o bien desinfectar la tierra con fungicidas y/o nematocidas.
- La humedad debe ser adecuada, lo mismo que el calor y la luz solar.

Conocer el número de días o semanas promedio (usualmente de 3 a 6 días, según condiciones) que requiere cada clase de hortalizas para trasplantarla en su mejor edad y condición.

En general, las condiciones que permiten que las plántulas reasuman su crecimiento vigoroso en el mejor tiempo en su nuevo sitio después de ser trasplantadas, son muy importantes. Estas incluyen: empezar con la variedad o cultivar apropiado; mantener la sanidad completa (tanto de hongos, insectos y nemátodos); utilizar plántulas de la edad y tamaño adecuados que lleven reservas; no permitir que se marchiten o deshidraten excesivamente; precondicionarlas en lo posible para soportar el desajuste de su cambio con el menor retraso posible.

La operación del trasplante debe llevarse a cabo en los casos de huertos familiares y del pequeño productor, porque en estos se puede dar un cuidado intensivo al almácigo y tener buenas plántulas. Sin embargo, en circunstancias en que se puede preparar el terreno definitivo y dejarlo en óptimas condiciones, y cuando se cuenta con ayudas mecánicas como sembradoras, es ya corriente la siembra directa de hortalizas



Con el fin de lograr un adelanto en la producción, lograr altos volúmenes uniformes, o de abaratar los costos. La siembra directa tiene desventajas que se deben considerar, y las más serias son el mayor consumo de semilla, el requerimiento de dejar muy separado la tierra para que las semillas de especies débiles o pequeñas (como lechuga o apio), se establezcan bien, y proveer a un adecuado riego y fertilización desde el inicio de la siembra .

### **Trasplante**

El trasplante es la operación por la cual las plantas jóvenes producidas en semillero, en el momento en que han completado la primera fase de su desarrollo, son transferidas a plena tierra.

El momento más conveniente estará condicionado por las diversas especies de hortalizas y por las estaciones, puesto que cada especie tiene diferente duración en su primera fase vegetativa y para todas las diversas especies de hortalizas se deberán conjurar los riesgos de un posible cambio climático imprevisto.

Las plantas, ya sea que provengan de semilleros, de camas calientes o de plena tierra, deberán privarse de agua algunos días antes de ser arrancadas para el trasplante; en cambio, deberán regarse abundantemente unas pocas horas antes de dar inicio a la operación, para provocar la adherencia de una buena porción de tierra a las raíces, debiéndose arrancar con ayuda de un desplantador dentado o con una paleta. La operación deberá hacerse con clima fresco, nublado, en los comienzos de la mañana o por la tarde, o ha cualquier hora cuando el sol no calienta demasiado, teniendo cuidado de exponer lo menos posible la tierra adherida a las raíces de las plantas a la acción desecadora del aire.

Será, por tanto, buena práctica extraer de cuando en cuando la cantidad de plantas que se prevea poder trasplantar en poco tiempo sin dañarlas ni exponerlas a ningún riesgo. El trasplante no deberá ser hecho a pleno sol ni en tiempo demasiado seco.

Con una estaca se abren los agujeros destinados a recibir las raíces, que serán enterradas ejerciendo presiones laterales con el mismo travesaño, teniendo cuidado de amontonar la tierra toda alrededor de la planta, a modo de expulsar el aire y conservar más tiempo el grado de humedad.

En este proceso es importante tomar en cuenta:

- Trasplantar cuando la planta tenga suficiente desarrollo; por lo general, tres (3) a cinco (5) hojas verdaderas son suficientes, pero esto depende de la especie sembrada.
- Preferiblemente, realizar esta labor en horas de la tarde, con menos sol o en días nublados. En caso contrario, se debe disponer de riego constante.
- Regar con abundante agua el semillero dos (2) horas antes para facilitar el arranque, sin dañar las raíces.
- En el momento del trasplante, colocar las raíces hacia abajo, con lo cual se evita el ataque de enfermedades y la planta no debe gastar energía adicional en formación de un sistema radicular nuevo.

Para el trasplante de árboles, es necesario haber realizado huecos en el sitio definitivo en que se establecen las plantas, especialmente para frutales.

El hueco dependerá de la fertilidad del suelo, de la rusticidad de la planta que se va a sembrar y del tamaño que se le permitirá crecer; por lo general, varía entre 60cm x 60cm x 60cm, hasta 1m x 1m x 1m. Este hoyo se rellena con una mezcla de suelo de capote enriquecido con abono orgánico y algún tipo de correctivo físico; la proporción de este varía según el suelo (arenoso o arcilloso) y de la cantidad de materia del mismo.

Después de realizada la labor, conviene ejercer una presión suave y procurar un riego. Así mismo, es de gran importancia suministrar agua de manera permanente, pero sin ocasionar encharcamiento (12).

### **Ventajas de la siembra de trasplante**

La siembra de almácigo o de trasplante, presenta las siguientes ventajas:

- Se puede adelantar la fecha inicial de siembra.
- Menor cantidad de semilla requerida.
- Se puede seleccionar las mejores plántulas evitando fallas por plantas débiles.
- Mejor control de plagas desde el inicio, permite pasar la época difícil de formación de plántula sana y fuerte.
- Sólo parte del terreno debe prepararse anticipadamente.
- Deben protegerse contra el frío o la sequía sólo en una pequeña área; esto significa menor costo, y mayor efectividad.
- Permite hacer un espaciamiento correcto en el campo.

- Permite abonar en bandas laterales en la misma operación de trasplante.

### **Desventajas de la siembra de trasplante**

- Requiere en muchos casos, estructurales especiales, como canteros, camas o invernaderos de plástico para iniciar las plántulas antes de tiempo.
- Pueden tener un costo mayor que siembra directa por mayor uso de mano de obra.
- Se pueden diseminar nemátodos u otros agentes patógenos de la cama de propagación o semillero al campo, el cual puede estar sano o libre de enfermedades.
- Las plántulas sufren un retraso fisiológico al trasplante al quedarle podadas las raicillas y pierde unos días en restablecerse.
- Requieren cuidados especiales.

### **Sustratos**

Los sustratos son considerados como:

- Mezclas Simples o compuestos que reemplazan al suelo.
- Permite combatir enfermedades portadores por el suelo.
- Permite la esterilización óptima.

### **Sustratos y nutrición artificial**

El agricultor comercial de hoy busca cómo reducir las desventajas propias de los suelos inadecuados.

Por ejemplo, los que son pobres en nutrientes, mal drenados, que retienen poca humedad, con textura poco favorable para el desarrollo y funcionamiento de las raíces, o que albergan plagas y enfermedades. El reemplazo del suelo natural, más las ventajas de contar con condiciones ambientales controladas, ha propiciado los cultivos en invernadero y túneles, además del uso de sustratos distintos del suelo nativo.

En estas condiciones, la fertigación, y especialmente la hidroponía y la aeroponía emplean también soluciones nutritivas artificiales en vez de agua pura para regar. Definitivamente, entonces el cultivo estará bajo “condiciones forzadas”. Veamos primero los sustratos en los que se cultivan las plantas.

### **Características de los sustratos para el cultivo de plantas**

#### **Características generales**

- Desprovistos de malezas.
- Libres de enfermedades.
- Posibilidad de re-uso a largo plazo.
- Precio bajo.
- Existencia en el mercado.
- Facilidad en el mercado.
- Pesos bajos.
- Resistencia a cambios bruscos del ambiente (físicos y químicos).

#### **Características físicas**

- Elevado porcentaje de asimilación del agua disponible para la planta.

- Elevado porcentaje de aire.
- Partículas de tamaño grueso, mediano y fino para el buen equilibrio de agua y aire.

#### **Características químicas**

- Intercambio elevado de cationes.
- Cantidad de macro- y micro-elementos asimilables por la planta.
- Efecto tapón bueno.
- pH 5.0-7.0.
- CE baja.
- Relación C/N baja en los sustratos que contienen materia orgánica.

Es posible reemplazar algunas de estas cualidades por medio de una fertilización correcta.

#### **Propiedades físicas**

En los sustratos utilizados en el cultivo de especies agrícolas, es recomendable tomar en cuenta las siguientes propiedades físicas:

- Densidad aparente de partículas.
- Densidad del cuerpo.
- Distribución de partículas.
- Volumen de agua.
- Conductividad hidráulica.

**Cultivo en sustrato**

En la implantación de cultivos con sustratos activos, es importante considerar los siguientes puntos:

- Precio.
- Disponibilidad.
- Posibilidad de reciclaje.
- Posibilidad de desinfección.
- Libre de enfermedades pestes y malezas.
- Porosidad 0,75 gr/cm<sup>3</sup>.
- Baja salinidad.
- Baja relación C/N.
- Liviana.

En un sustrato activo se puede agregar 30-40% de Compost.

El desarrollo de semillas en ambientes controlados se combina con la utilización de materiales provenientes de los pantanos o ciénegas de diferentes regiones del país, la turba en mezcla con perlita y otros materiales minerales y nutrientes.

Las mezclas que reemplazan al suelo natural para el establecimiento y cultivo de las plantas pueden estar compuestas de elementos naturales o modificados por reacciones físicas y químicas. Pueden ser totalmente inertes o tener actividad química.

Los sustratos para plantas deben tener precio bajo y un peso moderado para facilitar su transporte; estar libre de enfermedades, insectos y malezas, ser fáciles de mezclas, poder usarse repetidas veces, y resistir bien los cambios del ambiente, tanto físicos como químicos. Entre sus características físicas deben contarse la capacidad de adsorber agua (20 a 50% por volumen) y dejarla disponible para las plantas, retener un elevado porcentaje de aire (15 a 30% por volumen), para lo cual usualmente es conveniente que cuenten con partículas de tamaños diferentes, las cuales brinden un buen equilibrio entre los contenidos de agua y de aire.

Ciertos sustratos inorgánicos también se emplean en ocupaciones ajenas a la agricultura, como aislantes térmicos o para filtrado de agua .

**Sustrato para obtener plantines orgánicos**

Arena lavada o perlita	50%
Compost	20%
Turba	20%
Humus de lombriz	10%

“Nunca utilizar estiércol fresco”

**Sustratos artificiales**

Los sustratos artificiales eliminan muchos de los peligros que surgen del uso de tierra como medio de cultivo, tales como enfermedades, problemas físicos del suelo, etc., y permiten mayor control sobre el riego y la fertilización.

**Sustratos inorgánicos**

Algunos de los sustratos inorgánicos son:

**Arena**

Los granos utilizados usualmente varían de 0,05 a 2 mm. De por sí, la arena es químicamente inerte, pero debe ser lavada antes de usarse, debido a las sales que puede contener. Su efecto como “tapón” (búfer o amortiguador del pH): ninguno.

**Lana de roca**

Utilizada principalmente en hidroponía. Es producida a altas temperaturas usando piedras basálticas (80%) y piedras arenosas (20%). Sus fibras muy delgadas (0,005 mm) mezcladas con sustancias adhesivas forman un colchón. Muy porosa (97%), liviana, con buena retención de agua. Químicamente inerte.

**Vermiculita**

Especie de mica tratada a temperaturas elevadas (900 a 1.100 °C.) que la hacen esponjosa y aumentan considerablemente su volumen. Es un aislante térmico; inocuo desde el punto de vista clínico, no es irritante pues no contiene sílice ni asbestos. Su pH es neutro. Absorbe un 24% de su peso en agua. Contiene un 8% de potasio y 9% de magnesio.

**Perlita**

Es un silicato de alúmina de origen volcánico, generalmente de color blanco, que después de ser tratado con calor y presión da un compuesto perlado ligero, de baja capacidad de intercambio y no adsorbe agua.

**Piedra volcánica triturada**

Generalmente de naturaleza basáltica, con buena porosidad y un efecto tapón bajo. Puede causar problemas de fertilidad al adsorber el fósforo y el potasio.

**Sustratos orgánicos.****Materia orgánica**

La materia orgánica es realmente la base de la vida microbiana del suelo, por cuanto constituye a la vez el soporte y el alimento de las inmensa mayoría de los microorganismos del suelo, los cuales se encargan de transformarla mediante sucesivas etapas del estado inicial de materia orgánica fresca al estado final de mineralización, única forma que resulta asimilable para las plantas.

La materia orgánica es realmente la base de la vida microbiana del suelo, por cuanto constituye a la vez el soporte y el alimento de las inmensa mayoría de los microorganismos del suelo, los cuales se encargan de transformarla mediante sucesivas etapas del estado inicial de materia orgánica fresca al estado final de mineralización, única forma que resulta asimilable para las plantas.

**Abonos orgánicos**

Constituyen cualquier sustancia de origen orgánico (animal o vegetal) que incorporado al suelo, sirve para modificar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Toda materia orgánica adicionada al suelo, experimenta los fenómenos de humificación y mineralización, dando origen los nutrientes necesarios para determinar un desarrollo óptimo de las plantas.

Entre los sustratos de composición orgánica se cuentan:

**Humus**

Recibe el nombre de humus aquella sustancia de tonalidad parda oscura que se forma en el suelo por la descomposición de los restos orgánicos, tanto animales como vegetales existentes en el mismo, debido a la acción combinada del aire, del agua y de los microorganismos del suelo (20).

**Turba (Pitmus)**

Son materiales vegetales conservados en terrenos pantanosos de zonas frías. Son ácidas y bajas en contenido de minerales y su composición varía según las plantas y las condiciones de que provienen. Su efecto tapón es alto. Pierden sus propiedades y tienden a arder si se dejan secar.

Llamadas también “pitmus” del inglés “peat moss” o musgo pantano. Proviene de países nórdicos como Noruega, Canadá, o Escocia, también se tienen turberas en diferentes zonas de Perú, Bolivia y otros países sudamericanos.

Producto de descomposición orgánica del follaje de árboles y pastos en zonas boscosas de temperaturas bajas, de gran acidez y falta de minerales. Existen grandes diferencias entre los distintos tipos de turba; ello depende de su origen, edad y materia vegetal específica de cada lugar. Es importante elegir el tipo de turba de acuerdo a sus características físicas y químicas (20).

**Nota.** Se debe evitar que se seque, perdiendo de esta forma muchas de sus facultades positivas.

- Fibra de coco o germinasa.

Este producto se obtiene de fibras de coco (origen orgánico). Retiene 3 ó 4 veces su peso en agua, con muy buena porosidad y poco contenido de nutrientes.

- Mantillo o abono compuesto (compost).

Proviene de la descomposición de materias orgánicas en forma biológica y aeróbica. En el proceso de fermentación se pierden los compuestos de fácil descomposición y se conservan los de descomposición lenta. El proceso se lleva a cabo bajo las condiciones apropiadas de humedad, temperatura, aireación y presencia de nitrógeno. El mantillo se emplea en los campos o para enriquecer el suelo de las macetas o matas de cultivo.

Como materia prima se utilizan excrementos animales, residuos de plantas y otros desperdicios. Es deseable tener una humedad del 45 a 60%. La temperatura de la pila o montón de excrementos comienza a elevarse después de 3 a 4 días y puede llegar hasta 80o C. Cuando llega a su culminación, puede bajar hasta 20 o C.

Se recomienda comenzar con materiales que den una relación de carbono a nitrógeno (C/N) de 30 a 40/1. Los microorganismos obtienen energía de los compuestos de carbono, para producir una relación final C/N de 15/1.

Es necesaria una buena aireación para hacer llegar oxígeno a los microorganismos que intervienen en la descomposición de las sustancias orgánicas, por ello no se debe mojar tanto que excluya totalmente el aire.

Al avanzar el proceso se produce una acumulación de sales, pero su peligro disminuye al completarse un proceso bien ejecutado. Durante éste, el pH oscila entre básico y ácido, finalizando entre 6,6 y 7,8.

Un buen mantillo debe contener 30 a 40% de humedad y 35 a 50% de materia orgánica por peso, el cual oscila entre unos 700 a 800 gr/litro; nitrógeno, 1,4 a 2%; fósforo (como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 2%, Potasio (K<sub>2</sub>O) 0,5-0,6% y boro, 0,9 a 1,0%.

El compost mejora la textura de los suelos con los cuales se mezcla, dándoles mejor textura, aireación y adsorción de agua. Adsorbe elementos nutritivos, especialmente nitrógeno y potasio, así como micro-elementos, evitando que se laven. Al descomponerse los libera lentamente en forma asimilable por las plantas. El aprovechamiento de los fertilizantes químicos mejora con la presencia de mantillo (2).

### Composición del compost

M.O = 35-50%.

N = 1,4-2%.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 2%

C/N = 1:15.

### Formas de empleo

El cultivo bajo condiciones forzadas se suele ejecutar en macetas y bolsas plásticas individuales de diferentes formas y tamaños, en mangas de plástico rellenas de sustratos, en cajas de madera o en camellones interiores o exteriores. Los envases deben estar perforados en la base para permitir la salida del exceso de agua.

Siempre es necesario extender una película de plástico de espesor 100 a 120 micrones, para evitar que las raíces pasen del envase al suelo exterior. Esta película es a veces lo suficientemente ancha para extenderse hacia arriba y formar un canal que encierra los envases. Puede dársele un declive de 1 a 2% para drenar el agua y los fertilizantes provenientes de los envases.

Las bolsas de plástico suelen ser negras por dentro y blancas por fuera, de 10 a 25 litros de capacidad y una altura de 20 a 25 cm.

Humus de lombrices (*Eisenia foetida*). Son deyecciones de las lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) cuando viven en el mantillo descrito anteriormente. Se recolectan, hacen secar y se limpian a través de tamices especiales. En la preparación de los suelos, 40 a 50 Kg., de este producto reemplazan 1 m<sup>3</sup> de mantillo. También se usa en mezclas con otros sustratos.

El humus de lombrices retiene 20 veces su volumen de agua, y usualmente contiene nitrógeno asimilable (N) 1 a 1,5%; fósforo (P) 0,8 a 1,2%; potasio (K) 0,6 a 1,0; hierro (Fe) 5.000 a 7.500 ppm; cinc (Zn) 200 a 300 ppm; manganeso (Mn) 300 a 400 ppm; materia orgánica 25 a 30%; relación C/N: 12 a 14; pH 7,0 a 7,7; humedad 18 a 35%.

El humus de lombriz contempla dos fases:

- Fase de compostación de excrementos animales.
- Fase de excrementos de la lombriz, que es el resultado del excremento producido por la lombriz (*Eisenia foetida*), después de digerir el producto de la primera fase y después de pasar por un proceso de secamiento y limpieza a través de tamices especiales.

### Desinfección del suelo

El empleo continuado de estiércol y de abonos líquidos, los riegos abundantes, la sucesión no interrumpida de los cultivos sin período de reposo, hacen que se acumule en el terreno una gran cantidad de larvas, de insectos, de gusanos.

Además de las esporas y bacterias de las diversas enfermedades conocidas con el nombre de mildew, royas, podredumbre, etc. Para evitar estos daños se procurará la desinfección del suelo, utilizando diferentes sistemas y métodos. Paralelamente a la desinfección del suelo, se debe desinfectar los casilleros de almacenado conjuntamente el sustrato a utilizarse (1).

### **Solarización (Desinfección solar)**

Utilización de la radiación solar que, al atravesar plásticos transparentes colocados en forma directa sobre suelo, eleva su temperatura y con ello se combaten plagas del suelo y maleza (2).

Principios.

Uso de calor como agente letal, aprovechando para ello la energía que produce la radiación solar, al atravesar plástico transparente colocado en forma directa sobre el suelo.

- Empleo de plástico transparente de 30 a 60 micras de espesor.
- Conservación del suelo con humedad de capacidad de campo.
- Ejecución en épocas de máxima radiación solar y máximo calor.
- Lapso de tiempo: 30-40 días.
- Épocas secas o de escasez de lluvias.
- Épocas de nubosidad mímica.
- Épocas sin granizo.

### **Ventajas**

- Método práctico de desinfección del suelo para reducir la incidencia de patógenos y malezas del suelo.
- Permite el uso intensivo del suelo.
- Reduce los costos de producción de los medios para combatir las plagas y malezas.
- Evita el uso de agroquímicos.
- Controla el equilibrio de los microorganismos del suelo.
- Mejora el desarrollo de los cultivos.

### **Inconvenientes**

- Requiere buena preparación del suelo.
- Requiere riego óptimo.
- Requiere exacta aplicación del plástico.
- Impide el uso del campo durante 2 meses al año.
- Requiere personal especializado.

Para desinfección del suelo se debe utilizar plástico de 30-40 micrones, tapar por 40 días después destapar 15 días.

Técnica de desinfección del suelo:

La desinfección del suelo se debe efectuar tomando en cuenta lo siguiente:

- a) Una buena preparación del suelo.
- b) Humedad del suelo de 50% de capacidad de campo aplicar:



- Bromuro de metilo como gas caliente de 50-100 Kg/1000m<sup>2</sup>.
- Basamid 25 gr/m<sup>2</sup>.
- Formalina 200 lt/1000m<sup>2</sup>.

Este último puede aplicar mediante el riego.

### **Materiales y métodos**

#### **Materiales e insumos**

En el presente trabajo de investigación: Innovación de cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo "MOSHÉ", se utilizaron los siguientes equipos, materiales e insumos:

- Semilla de las especies: Frutilla (*Fragaria* spp.) variedad Chandler, pimentón (*Capsicum annuum*) variedad Wonder, pepino (*Cucumis sativus*) variedad Marketer, melón (*Cucumis melo*) variedad Sharón y berenjena (*Solanum melongena*) variedad Maravilla.
- Lámina de PVC.
- Fierro de construcción 5/8" de diámetro.
- Termómetro.
- Hidrómetro.
- Polietileno de 200 micrones.
- Bomba 1,5 HP.
- Humus de lombriz, Arena, Cascarilla de arroz.

#### **Trabajo metodológico**

Técnica de instalación de la cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo "Moshé".

Para una producción de plántulas de diferentes especies agrícolas para su posterior trasplante con más su porción de tierra o cepellón, es conveniente efectuar el seguimiento secuencial y sistemático de los siguientes trabajos:

Preparación del armazón para las bandejas de almacenado.

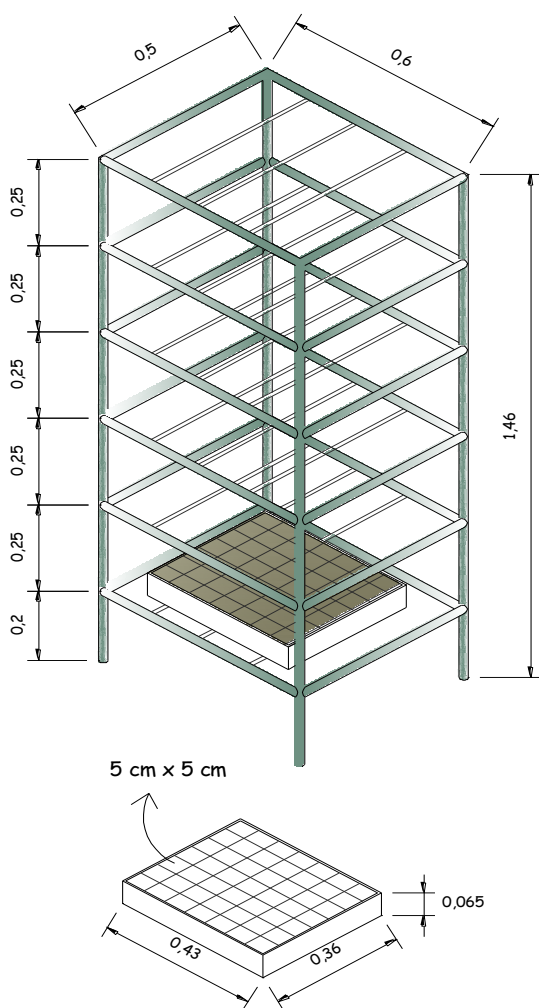
El armazón se puede construir de fierro de 5/8" de diámetro, como también de madera, para el presente trabajo se utilizó fierro de 5/8", tomando en cuenta las siguientes dimensiones: largo 60 cm, ancho 50 cm, número de escalones 6, altura de la base al primer escalón 20 cm, separación de cada escalón 25 cm y altura total 1,45 m. El tamaño del armazón está en función a la superficie a cultivarse con las diferentes especies agrícolas de trasplante con más cepellón.

Para la producción permanente de plántulas de diferentes especies agrícolas de trasplante con más cepellón, es necesario cubrir el armazón con polietileno de 200 micrones de diámetro, teniendo el cuidado de prever el sistema de ventilación, tanto cenital como lateral.

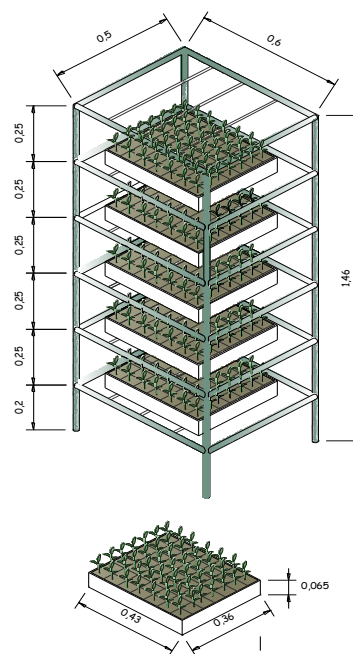
#### **Preparación de las bandejas de almacenado**

En la preparación de las bandejas de almacenado, se utilizó calamina plana No. 28, tomando en cuenta las siguientes dimensiones:

32 cm de ancho, 37 cm de largo por 6 cm de alto, posteriormente se preparó láminas de PVC de 2,5 mm de espesor: 7 láminas de 31,5 cm de largo por 6 cm de ancho y 6 láminas de 36,5 cm de largo y ancho de 6 cm, todas las láminas con cortes hasta la mitad del ancho de cada lámina y a cada 5 cm de distancia.



**Figura 1** Detalle de una cámara portátil de producción de plántulas por trasplante con cepellón, modelo "Moshé". **Nota.** Para las rejillas, se recomienda utilizar PVC de 2.5 mm de grosor.



**Figura 2** Detalle de una cámara portátil de producción de plántulas.

### Preparación de sustrato

Para rellenar los casilleros de las bandejas de almacenado, se preparó sustrato activo, tomado en cuenta la siguiente dosificación:

- 33% de humus de lombriz.
- 33% de cascarilla de arroz.
- 33% de tierra de cultivo.

**Nota:** De acuerdo a la existencia de materiales en la zona de producción, se puede utilizar otros tipos de preparación de sustratos.

### Desinfección del sustrato

Tratándose de sustrato activo, es recomendable efectuar una desinfección física (solarización) o también utilizar agua hervida.

Para una buena desinfección del sustrato, la cubierta con plástico debe permanecer durante 20 a 30 días bien soleados.

**Nota.** Para la desinfección del sustrato mediante la solarización, se recomienda utilizar plástico transparente de 40 a 60 micrones.

### **Llenado de las bandejas de almacenado con el sustrato preparado**

El llenado de las bandejas de almacenado con el sustrato preparado, se realizó en forma cuidadosa, teniendo la precaución de una compactación uniforme de cada celdilla o casillero, esto con la finalidad de formar un bloque de sustrato bien compacto al sistema radicular a formarse durante el desarrollo de la pequeña plántula trasplantada.

**Nota.** El sustrato a utilizarse en el llenado de casilleros, debe presentar una humedad de 20 a 25%.

### **Instalación del sistema de riego**

Para la optimización del recurso hídrico como también para reducir horas de trabajo, se instaló el sistema de riego por aspersión “Método Venoclip”, innovación presentada en la 1<sup>ra</sup>. Feria de Ciencia y Tecnología de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca año 2005.

### **Instalación del sistema de drenaje**

Para evitar el anegamiento de los casilleros, en las bandejas de almacenado se instalaron en la base de cada bandeja sistema de drenaje con perforación de ¼” de diámetro, conectadas a cada bandeja con mangueras, a un recipiente colocado en la base de la cámara, para su posterior reciclaje.

### **Siembra**

La profundidad de siembra se determinó de acuerdo a la clase de especie agrícola y en función a esto, se procedió a sembrar.

Utilizándose para cada casilla una sola semilla y la cubierta se efectuó utilizando el sustrato preparado.

**Nota.** Después de la siembra, se recomienda realizar una compactación suave.

### **Labores culturales**

Después de la emergencia de las plántulas de las diferentes especies agrícolas, se realizó en forma secuencial y sistemática los diferentes trabajos culturales durante el desarrollo de las plántulas como ser:

- Riegos, se efectuó de acuerdo a la necesidad de la especie.
- Control fitosanitario, utilizándose biocidas a base de ajo ruda y molle.
- Deshierbe, durante la permanencia de las plántulas en las cajoneras, se realizó dos deshierbes manuales.
- Raleo, se efectuó una sola vez.

### **Trasplante**

Cuando las plántulas llegaron a un desarrollo óptimo, en el caso de las especies de pimentón (*Capsicum annum*) Vd. Wonder y berenjena (*Solanum melongena*) Vd. Maravilla, se tomó en cuenta 15 cm de tamaño de las plántulas para su correspondiente trasplante al terreno definitivo, y para el logro de esta acción se efectuó los siguientes pasos:

- Utilizando un sacabocados, se abrió huecos.
- Cogiendo con los dedos de las hojas basales, se retiró las plántulas de los casilleros con más su cepellón.

- Se procedió a colocar las plántulas con más su cepellón a los huecos abiertos con los sacabocados.
- Se compactó con mucha suavidad las plántulas.
- Se efectuó un riego copioso.
- Finalmente se continuó con labores culturales hasta la cosecha.

Para el trasplante de las especies utilizadas en el presente trabajo, previamente se preparó el terreno definitivo, utilizándose 30 % de humus, 30 % de arena y 30% de tierra de cultivo, esta mezcla preparada, se desinfectó mediante la solarización durante 30 días. La humedad del sustrato utilizado para el trasplante fue de 30 %.

**Nota.** Se complementan algunos datos, mediante esquemas y fotografías existentes en el presente trabajo (Ver anexos).

### Resultados y discusión

La innovación de la cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo “Moshé”, presenta los siguientes resultados:

- Producción permanente y continua de plántulas de diferentes especies agrícolas.
- Producción de mayor cantidad de plántulas de diferentes especies por unidad de superficie.
- Utilización de menor volumen de recurso hídrico.
- Cien por ciento de prendimiento de las plántulas trasplantadas en el terreno definitivo.

- Producción de diferentes especies agrícolas en un espacio de superficie muy reducido.
- Acortamiento del ciclo vegetativo de las especies agrícolas cultivadas por el sistema de trasplante.
- La producción permanente y continua de plántulas de diferentes especies agrícolas, se debe principalmente a la creación de un microclima óptimo dentro de la cámara.
- La producción de mayor cantidad de plántulas de diferentes especies agrícolas, se atribuye al sistema de producción de plántulas en cinco escalones superpuestos.
- La optimización del recurso hídrico obtenido en el presente trabajo, se podría atribuir a la instalación del sistema de drenaje, como también a la cubierta de la cámara.
- El mayor porcentaje de prendimiento del trasplante de las diferentes especies agrícolas, principalmente se debe a que las plántulas son trasplantadas con una porción de sustrato que contiene una humedad óptima y mantiene el sistema radicular completo y sin daños mecánicos que generalmente ocurre, cuando se realiza el trasplante a raíz desnuda.
- En cada bandeja, se puede producir una especie agrícola diferente, de esta manera en una cámara es posible producir plántulas de varias especies.

- El acortamiento del ciclo vegetativo de las diferentes especies agrícolas trasplantadas con más el cepellón, se debe a que las plántulas trasplantadas con cepellón, no sufren el estrés que en muchas especies trasplantadas a raíz desnuda, esta situación retarda el desarrollo vegetativo de las especies.

### **Conclusiones y recomendaciones**

En función a los resultados obtenidos se tiene las siguientes conclusiones:

Aplicando la innovación de la cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo “Moshé”, se obtiene plántulas de diferentes especies agrícolas en forma permanente y continua.

Con la producción de plántulas en bandejas dispuestas en escalones, se obtiene mayor cantidad de plántulas diferentes especies agrícolas por unidad de espacio.

Con la instalación del sistema de drenaje, como también con la cubierta del armazón con polietileno, se reduce el volumen del recurso hídrico.

Realizando el trasplante de plántulas de diferentes especies agrícolas con más cepellón, se consigue mayor porcentaje de prendimiento del trasplante.

Con la disposición de las bandejas de almacenado en formas separadas y en escalones, se produce en una misma área plántulas de varias especies agrícolas.

Con el trasplante de plántulas con más cepellón, se consigue la continuidad del desarrollo vegetativo, evitándose de esta manera el retraso del desarrollo vegetativo.

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidos con la aplicación de la innovación de cámara portátil de producción de plántulas para trasplante con cepellón, modelo “Moshé”, se plantea las siguientes recomendaciones:

- Para una mayor obtención de plántulas para trasplante con más cepellón por área de superficie, se recomienda probar con mayor número de escalones.
- Se recomienda investigar el uso de otro tipo de sustratos activos.
- Por los resultados obtenidos en el presente trabajo, se recomienda probar la cámara con otras especies agrícolas de alto valor económico.
- Por otra parte, es necesario continuar mejorando la cámara de producción de plántulas, acondicionando el factor climático, como ser la temperatura ambiental, humedad, luz y ventilación.
- Finalmente, para la continuación de nuevas investigaciones o innovaciones, es imprescindible el concurso de investigadores, extensiones y agricultores, especialmente el apoyo decidido de autoridades universitarias y de otras instituciones afines al desarrollo agropecuario.

### **Agradecimientos**

Los investigadores agradecen a la Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT) de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca por el apoyo brindado en el desarrollo del presente trabajo.

**Referencias**

- Abi sade. (1997). Cultivo bajo condiciones forzadas-Nociones Generales. Tel Aviv-Israel.
- Acabye (Asociación Colombiana de Agricultura Biológica). 1993. Agricultura biológica. Alimentación y salud.
- Arias, A. Y Luna, E. (1993). Relevamiento de invernáculos para cultivos hortícolas en la provincia de Entre Ríos-Paraná.
- Caicedo, L. A. (1987). Horticultura. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira.
- Cinadco (2001). Producción de Hortalizas en Diferentes Condiciones Ambientales. MASHAV, Shefain-Israel.
- Civita, Victor. (1995). Guía Rural Plantar. Ed. Abril S.A.
- Fersini Antonio. (1979). Horticultura práctica. Ed. DIANA. México.
- Figueira, F. R. (1984). Manual de olericultura. Ed. Ceres. Sao Paulo.
- Holle, Miguel Y Montes, Alfredo. (1982). Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. Ed. IICA. Costa Rica.
- Ibarra, L. Y Rodríguez. (1976). Manual de Agro plásticos: Acolchado de Cultivos Agrícolas. Centro de Investigaciones en Química aplicada. México.
- Lerena, Adolfo. (1987). Enciclopedia hortícola. Ed. Mundo. Buenos Aires.
- Mashav. Tel Aviv-Israel.
- Maroto, Borrego, J.V. (1983). Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi-Prensa. Madrid-España.
- Messian, C. M. Y Lafon, R. (1967). enfermedades de las hortalizas. Ed. Oikos-tau. Barcelona-España.
- Nathan, Roberto. (1997). La fertilización combinada con el riego. Tel Aviv-Israel.
- Robledo, F. DE Pedro. (1981). Aplicaciones de los plásticos en la Agricultura. Ed. Mundi. Madrid-España.
- Tamaro, D. (1974). Manual de horticultura. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Terranova editores. (1995). Producción Agrícola 1. Ed. Panamericana. Colombia.
- Terranova editores. (1995). Producción agrícola 2. Ed. Panamericana. Colombia.
- Valderruten, R. (1977). Pérdidas por filtración en caballones en cultivo de arroz en Colombia. CIAT, Cali-Colombia.
- Valiente, J y Vilmart, A. (1999). Proyecto de mejoramiento de la calidad de vida de los pequeños y medianos productores de cultivos intensivos en Entre-Ríos. Agencia de Extensión Rural. INTA. Colón-Entre-Ríos,
- Villarraza, j. Y Cepeda, s. (1991). Relevamiento de cultivos hortícolas bajo cubierta. Paraná, Entre-Ríos.
- Vilmorin, a. (1988). Guía De la huerta del jardín. Ed. Gustavo-Gili. Barcelona.