



# Universidad Nacional Autónoma de México

ENEP Aragón

## Envases con Soporte para Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

### TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**Lic. en DISEÑO INDUSTRIAL**

*Presentan*  
Cano Garrido Armando  
Flores Oviedo Irán

San Juan de Aragón 2002.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ENVASES CON SOPORTE PARA EL  
CULTIVO Y TRANSPORTE DE  
PLANTA FORESTAL EN VIVERO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



*Dedicamos esta Tesis a  
Nuestros Padres y  
Hermanos por el Apoyo  
Incondicional que nos  
han Brindado a lo  
Largo de Nuestras Vidas.*

**AGRADECIMIENTO A LOS MIEMBROS DEL SÍNODO:**

- D. I. Patricia Díaz Pérez.
- D. I. Filiberto Bernal Reyes.
- D. I. Ricardo Alberto Obregón Sánchez.
- D. I. Manuel Borja Vázquez.
- D. I. Gerardo Roberto Linares Correa.



**POR SU COLABORACIÓN Y APOYO PARA LA  
REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO.**

## Agradecimientos

Deseamos manifestar nuestro agradecimiento al Ing. Manuel Aguilera Rodríguez Director de la División Técnica del Programa Nacional de Reforestación de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. por la asesoría y el apoyo otorgado para la investigación y el trabajo de campo realizado en esta tesis.

Al Ing. Francisco Camacho Morfín Investigador Titular del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. perteneciente a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. por su amistad, confianza y ayuda incondicional.

Al Lic. Carlos Nuñez Hornedo Director General de la Empresa Artículos de Plástico Broadway S. A. de C. V. por su asesoría técnica en el proceso de fabricación de plásticos desde la realización del molde hasta el producto terminado.

Al M. S. Ignacio Espinosa de los Reyes B. Director de Sumitomo Corporation "International Forest Seed Company of Mexico". por la asesoría técnica dentro del Centro de Desarrollo Forestal de San Luis Tlaxialtamalco Xochimilco México, D. F.

Al Cap. 2º de Caballería de la 31ª Zona Militar José Francisco González Flores jefe del Vivero de Temamatla Edo. de Méx. Al Capitán 1º de Caballería Jorge Gerardo Martínez Martínez, Jefe del Vivero Santa Lucia, Edo. de Méx. Y al Ing. Agrónomo especialista en Bosques, Salvador Castro Zavala Director de la Comisión de Recursos Naturales (CORENA). Por las facilidades proporcionadas para trabajar dentro de sus instalaciones.

Y finalmente a todos aquellos quienes directa e indirectamente colaboraron en la realización de esta tesis.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Me han solicitado escribir el prólogo del trabajo de los compañeros Cano y Flores. el primer problema que tengo es que se trata de una tesis de Diseño Industrial. surge la pregunta: ¿que puede decir un Ingeniero Agrónomo como yo? acerca del tema. Ya que la curricula de los Ing. Agrónomos y Forestales es completamente distinta a la de los Diseñadores Industriales. esta lejanía nos acerca. pues hace necesario el trabajo interdisciplinario. de lo cual la mencionada tesis es un ejemplo.

El tema del trabajo podría enmarcar precisamente ese detalle. la interacción de ambas profesiones en la resolución de un desafío. ¿cuál?, el equipo que se usa para producir plantas para reforestación: las macetas y sus soportes.

El primer asunto a analizar es la relevancia del tema. ¿es importante la reforestación en México?. la respuesta es sí. pues por una parte somos un país con una de las mas elevadas tasas de superficie dañada. deforestación y erosión. Por otra es enorme la contribución que puede hacer México a la captura de carbono. a través de la reforestación con el fin de amortiguar el problema de calentamiento global.

Mientras. no se presentaron presiones internacionales para hacer una reforestación masiva. la tecnología de producción de plantas en vivero se había mantenido. en términos generales tan invariable que la podríamos llamar "tradicional". Mediante un esquema de producción que requiere mano de obra excesiva para realizar el cultivo en bolsas de polietileno. que por lo regular es de mala calidad y que produce un fuerte impacto ambiental por la gran cantidad de "tierra de monte" que se usa.

TESIS CUC  
FALLA DE ORIGEN

Aplican el refrán, de que si lo bueno es sencillo es dos veces bueno. rediseñan y obtienen un soporte adaptable. en el que es posible correr la charola, apilar y facilitar las maniobras de transporte. No se descuido detalle alguno. el prototipo dispone de agarraderas cómodas y rematado en sus aristas, que disminuyen el riesgo de accidentes y lesiones debidas a malas posturas.

También nos brindan "el remedio y el trapito", sus propuestas incluyen planos, descripciones y los procesos industriales requeridos. para que un empresario pueda emprender la fabricación masiva de las macetas y soportes que contribuyan a evitar el calentamiento global y resolver algunos problemas de restauración natural y fuentes de energía rural.

En el momento que se implemente el uso de la tecnología propuesta por Cano y Flores. el impacto que podría tener cabe en los ámbitos ecológico, económico y social.

En lo ecológico. se tienen dos vertientes una referente a la minimización del uso de sustratos extraídos de áreas naturales. ya que el sistema no emplea la tierra negra de monte. la otra a maximizar el uso de las semillas mediante el aseguramiento de la calidad de las plantas que se obtengan, ya que se cuenta con dispositivos que evitan el enrollamiento de raíces y que mediante la poda de éstas permiten conformar un sólido sistema radicular de gran área. lo cual mejora la supervivencia de las plantas en el campo.

Con respecto a lo económico. el uso de tecnología propia ayuda a mejorar el balance económico del país. evitando gastos superfluos en la adquisición de equipo poco útil. los dispositivos propuestos son más baratos que los que actualmente se tienen en el mercado. resultando también menos costosa su aplicación y propiciando un ahorro de insumos relacionado con una mayor supervivencia de las plantas.

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN

En cuanto al factor social, se contribuye en mejorar el ambiente de trabajo en los viveros haciéndolos mas seguros y confortables, adaptando las dimensiones corporales de los trabajadores y generando empleos mediante el desarrollo de tecnología que responda a las necesidades de la situación mundial, así como por la fabricación de los envases con soporte en el país.

Un hecho relevante de la obra de los compañeros Cano y Flores, es que además de tratarse de un trabajo especializado y serio, es una lectura muy amena: tanto por el cuidadoso manejo del lenguaje como por la riqueza en ilustraciones pertinentes.

**Francisco Camacho Morfin.**

**Ing. Agrónomo Especialista en Fitotecnia  
Investigador Titular del Centro Nacional  
de Investigación Disciplinaria en  
Conservación y Mejoramiento  
de Ecosistemas Forestales,  
INIFAP, SAGARPA.**



# Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

## Introducción..... 9

### I. La Reforestación en México.

1.1 Una conciencia ecológica.....	12
1.2 Inventario Nacional Forestal.....	13
1.2.1 Vegetación Forestal.....	14
1.3 Causas de la degradación ambiental.....	16
1.4 Reforestación.....	16
1.5 Programa Nacional de Reforestación.....	17

### II. Producción de Planta para Reforestación.

2.1 Métodos de regeneración y reforestación artificial.....	20
2.1.1 Instalaciones y actividades básicas en un vivero.....	21
2.2 Infraestructura de los sistemas de reforestación en contenedor.....	21
2.2.1 Media sombra y/o invernadero.....	21
2.2.2 Sistemas de riego.....	23
2.2.3 Envase.....	23
2.2.4 Sistema de soporte de contenedores.....	27
2.3 Empaque y transporte.....	28

### III. Contenedores

3.1 Clasificación de contenedores .....	32
3.1.1 Características del sistema de producción tradicional o en bolsa y el realizado en contenedores de cavidades múltiples. ....	37
3.2 Evaluación. ....	40

### IV. Sistemas de Soporte de Contenedores.

4.1 Sistemas de Soporte. ....	44
4.2 Clasificación de sistemas y subsistemas. ....	44
4.2.1 Sistemas fijos. ....	44
4.2.2 Sistemas semifijos. ....	46
4.2.3 Sistemas móviles. ....	47
4.3 Evaluación. ....	49

### V. El Diseño al Servicio de la Ecología.

5.1 Análisis ergonómico. ....	53
5.2 Objetivo general del proyecto. ....	57
5.3 Fundamentación. ....	58
5.4 Requerimientos. ....	60

## **VI. Desarrollo de los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte, de Planta Forestal en Vivero.**

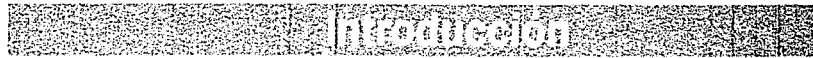
6.1 Alternativas de solución.....	64
6.1.1 Bocetos, simuladores y modelos.....	64
6.2 Evaluación de alternativas viables.....	67
6.3 Diseño a detalle.....	71
6.4 Planos Técnicos.....	80
6.5 Descripción Ergonómica.....	104
6.6 Secuencias Ergonómicas de Uso y Función.....	108

## **VII. Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero.**

7.1 Materiales y procesos de producción.....	112
7.2 Costos.....	124
7.3 Mantenimiento.....	127

## **VIII. Conclusión.**

Conclusión.....	129
Glosario.....	131
Bibliografía.....	133
Anexos.....	134



En este documento se describe la concepción, desarrollo y fabricación de un objeto de **Diseño Industrial**, que auxilia y revierte de manera material, la deforestación y degradación de los recursos forestales en México, mediante el diseño de un envase con soporte, que sea utilizado en el cultivo de planta producida en vivero.

Por medio de una metodología propia del diseño Industrial, se pudieron detectar necesidades y carencias en la producción de planta forestal, de las cuales se extrajo la que se consideró como más trascendente en el contexto, infraestructura y desarrollo de la producción de la misma, este proyecto comienza desde el planteamiento de la necesidad detectada, su análisis subsecuente y el desarrollo de un nuevo producto, que soluciona dicha necesidad de manera integral.

Hoy en día es trascendental contribuir a formar una conciencia ecológica, donde la explotación forestal este basada en un Desarrollo Sustentable, que sea apoyado por la sociedad civil, la iniciativa privada y el gobierno, el cual adquiere tecnología que es adaptada a las condiciones productivas y de mano de obra del país.

La adquisición se realiza por medio de paquetes tecnológicos traídos de países con un desarrollo forestal elevado como lo son; Canadá, Suecia y Finlandia, aunque la adaptación de estos sistemas es relativamente eficiente, no se han podido adecuar en su totalidad debido a la gran variedad de condiciones ambientales, técnicas y culturales existentes en México.

Debido a esto, la propuesta del diseño de envases con soporte, tiene alcances muy importantes para productores y organizaciones que se dedican a explotar o regenerar los ecosistemas naturales, de manera lógica y controlada.

Este sistema es una alternativa con grandes expectativas de aplicación, ya que el desarrollo del mismo podría ser utilizado en las distintas situaciones orográficas del país.

En este documento solo se consideran aspectos enfocados a la producción de planta forestal del tipo tropical, producida en viveros temporales y/o permanentes y un medio de cultivo realizado en sustrato inerte, que son las condiciones óptimas para que el nuevo diseño sea utilizado a su máxima capacidad.

# Capítulo 1

La Reforestación en México.

*¿Qué es lo que llamamos naturaleza  
sino un poema oculto bajo una  
escritura misteriosa?*

Shelling

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## La Vida Científica Ecológica

México es un país forestal. que por su ubicación geográfica posee los tres principales ecosistemas reconocidos mundialmente: bosques, selvas y desiertos. Por la extensión de su cobertura vegetal ocupa el decimotercer lugar en el contexto internacional. el cuarto por su biodiversidad y el primero por su deforestación.

En el ámbito internacional las políticas para preservar el medio ambiente están coordinadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). En el ámbito nacional la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha instrumentado programas como el Programa Nacional de Reforestación (PRONARE). además de implementar políticas, reglamentaciones y leyes en materia ambiental.

"Los recursos forestales son renovables y están constituidos por la vegetación forestal natural, artificial o inducida, sus productos y residuos, así como por los suelos de los terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal."<sup>1</sup>

La administración adecuada de los recursos forestales, requiere del conocimiento preciso de su localización, cuantía y de la dinámica de sus cambios. Por lo que fue creado el Inventario Nacional Forestal, siendo de vital importancia en las labores de forestación y reforestación, definiéndolas de la siguiente manera.

- ✠ Forestar es reconstituir la cobertura vegetal con plantas no propias del ecosistema.
- ✠ Reforestar es recuperar la cobertura vegetal con plantas propias del ecosistema.

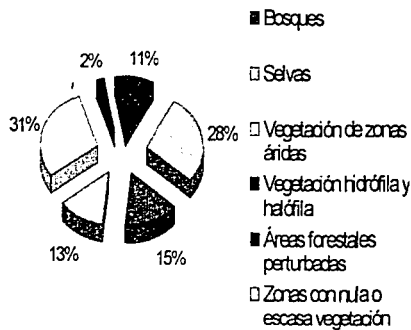
---

<sup>1</sup> TEXTO GUÍA FORESTAL. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México 2000. Pág. 7

Debido a la necesidad que tiene nuestro país de crear una conciencia forestal entre sus habitantes y de preservar sus ecosistemas, se ha importado tecnología de punta para la producción de planta forestal, que por su versatilidad se ha aplicado en otras áreas, como plantas medicinales, de ornato, entre otras.

Esta tecnología no se ha adecuado en su totalidad a las condiciones productivas del país, lo que ha provocado que se tomen soluciones sin llegar a resolver realmente los problemas, siendo éste un campo fértil para la aplicación del **Diseño Industrial**.

Superficie Total Forestal  
por Ecosistema



**Tabla 1** FUENTE: Inventario Nacional Forestal Periódico 2000, SEMARNAT, PRONARE.

## 1.2 Inventario Nacional Forestal

El Inventario Nacional Forestal Periódico es una herramienta técnica para planear la adecuada administración de los recursos forestales, precisa la localización y extensión de bosques, selvas y vegetación árida, así como los factores adversos que propician su deterioro y destrucción, definiendo el manejo forestal, "como el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto el cultivo, protección, conservación, restauración o aprovechamiento de los recursos forestales, de tal manera que se respete su integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas a que se integran."<sup>2</sup>

"El Inventario Forestal Periódico evalúa el presente, estimando los cambios con relación al pasado, para predecir tendencias de los recursos forestales del país. Otros usos del inventario con carácter específico son identificar zonas para forestación y reforestación por sectores comerciales, agroforestales y de recuperación."<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Ibid. Pág. 9.

<sup>3</sup> Ibid. Pág. 10.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



La superficie forestal del país, según datos del Inventario Nacional Forestal Periódico del 2000 es de 141.745.169 ha, lo que representa un 72 % de la superficie total del país, de los cuales 56.8 millones de ha son superficie total arbolada. El desglose de la superficie forestal por ecosistema, es el siguiente:

**Tabla 1**

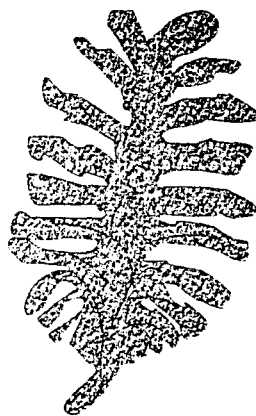
### 1.2.1 Vegetación Forestal

"Las especies forestales se pueden clasificar en dos grupos: las coníferas y las latifoliadas."

Las primeras, son una comunidad vegetal constituida mayoritariamente por diferentes géneros de coníferas, pertenecen a las gimnospermas, sus semillas están al descubierto encima de las escamas. La semilla es halada y se dispersa por el viento. **Figura 1**

Las segundas, se caracterizan porque la mayoría de los especímenes que componen este grupo, son árboles de hoja ancha, pertenecen a las angiospermas sus semillas están envueltas por un tejido vegetal las cuales pertenecen al clima del tipo tropical. **Figura 2**

Al hablar de tipos de vegetación, nos referimos a intentos que se han venido realizando, para clasificar por afinidades climáticas y fisiográficas, agrupaciones y vegetales que definen ecosistemas no muy independientes de una conformación a otra.



**Figura 1** Semilla de pino perteneciente a la especie conífera.



**Figura 2** Especie latifoliada perteneciente a las angiospermas sus semillas están envueltas por un tejido vegetal.

<sup>1</sup> VEGETACIÓN DE MÉXICO. Rzedowski, J. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México 1978. Pág. 189-194.

En este proyecto se hará referencia exclusivamente a los grupos vegetales de tipo tropical que describe Rzedowski (1981), debido al grado de sobre explotación en el que se encuentran. Estos grupos se dividen en 3 grandes categorías; la selva alta, la selva media y la selva baja.

"Esta clasificación de la cubierta vegetal, permite de manera muy general tipificar las especies más comunes que se desarrollan en el país, así como observar las características más importantes, su degradación y ubicación geográfica."

Figura 3

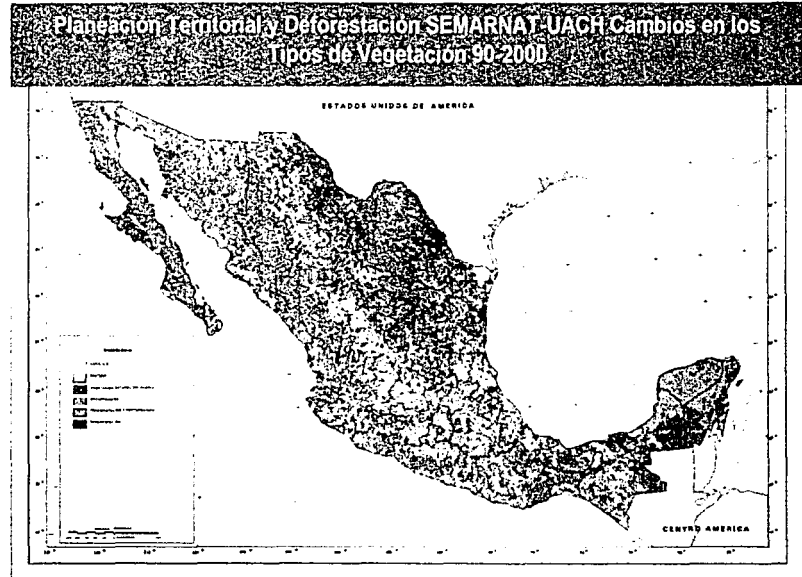
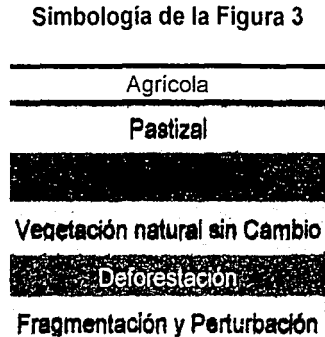


Figura 3 FUENTE: TEXTO GUÍA FORESTAL. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México 2000.

<sup>5</sup> Ibid. Pág. 199.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 1.3 Causas de la Degradación Ambiental

La degradación es la conversión de terrenos arbolados de bosques o selvas naturales a otros usos.

A la fecha existe información sobre tasas de degradación de diversas fuentes, que varía desde 365.000 a 1.500.000 hectáreas (ha) anuales.

El término degradación ha sido motivo de controversia ya que se ha interpretado de las siguientes maneras: Deforestación, disturbio, transformación forestal y agotamiento. Utilizando en cada uno, un método distinto para estimarla, de ahí la diferencia contrastante en las cifras obtenidas por diferentes instituciones. **Tabla 2**

### 1.4 Reforestación

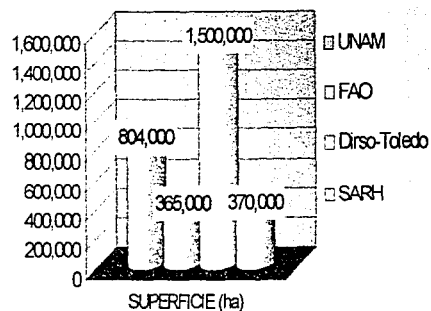
"La regeneración, reforestación o reproducción forestal es un proceso en el cual la masa forestal existente se sustituye por una nueva."

En los métodos de regeneración natural los bosques se pueden establecer mediante semillas y rebrotes. La regeneración natural por establecimiento de las plantas se efectúa sin intervención directa del hombre, las semillas pueden provenir de los árboles cortados del mismo terreno, de los árboles rodales cercanos, o de árboles dejados en el terreno.

En los métodos de regeneración artificial los renuevos de bosques y rodales son establecidos por el hombre. Éste elige el terreno, las especies forestales y los tipos de métodos de establecimiento, entre los cuales se encuentran la siembra directa y la plantación.

<sup>6</sup> Macías, Luis. Reforestación teoría y Práctica SAGAR. DIRECCIÓN FORESTAL Y DE CAZA. México 1951. Pag. 239-240.

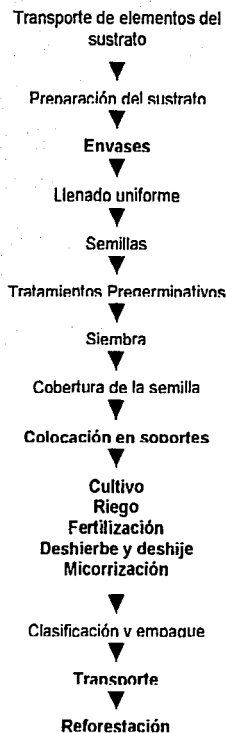
Tasas de Degradación Actual



**Tabla 2** FUENTE: Inventario Nacional Forestal Periódico 2000, SEMARNAT.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Proceso de Reforestación

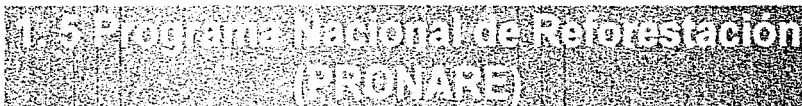


**Figura 4** FUENTE: Ciclo de producción 94-2000 del Programa Solidaridad Forestal.

El establecimiento de plantaciones requiere atención para la preparación del terreno, la selección de especies y planta, el método de plantación, la densidad de la plantación y la época para plantarlo.

Sin embargo el reto es contar con todo este proceso, el insumo principal es la planta de calidad, de la cual dependerá su comportamiento en campo, y por lo tanto el éxito de la reforestación. Lo anterior, nos lleva a atender y mejorar constantemente el proceso integral de la reforestación en cada una de sus fases, ya que cada una de las etapas está directamente relacionada con la anterior, como se muestra en la **Figura 4**, de tal manera que se pueda cumplir con el objetivo de obtener un buen nivel de supervivencia y crecimiento.

Es importante no solo el obtener una planta de calidad, sino también el cumplimiento de políticas y metas planteadas por programas gubernamentales como el PRONAR,<sup>7</sup> que se dedican específicamente a conservar y restaurar los ecosistemas forestales del país, llevando a cabo una política de Desarrollo Sustentable que se define como "un proceso en busca de equidad y de una mejor calidad de vida con protección del ambiente, que incluye transformaciones económicas, culturales y políticas."<sup>7</sup>



El PRONAR se creó por iniciativa del Ejecutivo Federal en 1995, para atender la problemática de degradación de los recursos forestales, este programa actualmente es coordinado por la SEMARNAT y cuenta con la participación de varias instituciones, que tienen un directorio propio de viveros adscritos al programa. **Tablas 3 y 4**

<sup>7</sup> González G. Edgar. Cuadernos SEMARNAT, EL DESARROLLO SUSTENTABLE UNA ALTERNATIVA DE POLÍTICA INSTITUCIONAL. México, 2000. Pág. 20.

El programa es una herramienta decisiva para el mejoramiento ambiental y el desarrollo del país. El PRONARE tiene como propósito primordial incrementar la cobertura de vegetación del país y restaurar ecosistemas deteriorados, a través de la plantación de especies adecuadas a las condiciones ambientales de las regiones.

Para satisfacer la meta de plantación del año 2002, se dispone de más de 270 millones de árboles en los viveros participantes en el programa. "En los viveros se cuenta con planta de 600 especies diferentes para reforestar según las condiciones ambientales específicas de cada región. El PROHARE enfatiza el fomento de la cultura ecológica participativa con un papel decisivo de los tres órdenes de gobierno, las organizaciones sociales, organismos no gubernamentales y la iniciativa privada."

Su función es la de evaluar y registrar cada una de las bases del proceso integral de la reforestación, permitiendo integrar y mejorar constantemente los paquetes tecnológicos, de acuerdo a las condiciones propias de cada vivero, del sistema de producción y de las características de las especies, teniendo un control de los lotes de plantas, con especie, cantidad de plantas, fecha de siembra o trasplante, procedencia y fuente productora de germoplasma. Las formas de producción de planta forestal permiten cumplir con todas las metas antes mencionadas, estos métodos son diversos y necesitan de una infraestructura básica, para tener los resultados adecuados, ya que no tiene caso llevar a campo y gastar más, en una planta que de ante mano se sabe, no va a tener un buen rendimiento.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

<sup>8</sup> SEMARNAT, SEGUNDA REUNIÓN NACIONAL DE PLANTA EN CONTENEDOR, México 1998, Pag. 12.

### Estructura de la Producción de Planta en Vivero Administrada por PRONARE

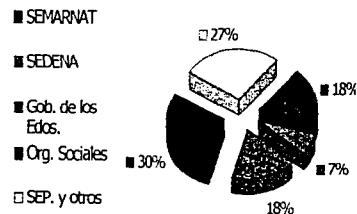
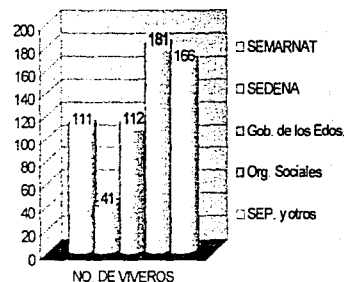


Tabla 3 FUENTE: WEB. SITE.  
[http://: www.semarnat/snif.qob.mx](http://www.semarnat/snif.qob.mx)

### Número de Viveros por Institución



✠ Total 611 Viveros participantes, de los cuales 67 % produce planta de tipo tropical.

Tabla 4 FUENTE: WEB. SITE.  
<http://: www.semarnat/snif.qob.mx>

## Capítulo 2

Producción de Planta para  
Reforestación.

*La naturaleza hace y después rompe  
el molde.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Aristo.

## 2.1 Método de Regeneración y Reforestación Artificial

Un vivero es un área determinada de terreno que cuenta con un conjunto de instalaciones, equipo, herramientas e insumos, en el cual se aplican técnicas apropiadas para la producción de plantas sanas y vigorosas. en este lugar se les proporciona agua, nutrientes y los cuidados para que adquieran el desarrollo y vigor necesario.

Por su uso el vivero debe estar ubicado en un lugar con condiciones climatológicas similares a las de área donde serán plantados los arboles. Los viveros son clasificados por el periodo de tiempo que permanecen en un lugar determinado. los hay:

- ✦ **Permanentes** que son aquellos planeados para ser ubicados en un lugar específico, por lo regular son los de mayor tamaño en dimensiones e infraestructura. **Figura 5**
- ✦ **Los temporales**, que son aquellos ubicados en terrenos agrícolas y que al terminar el ciclo de siembra-cosecha, son ocupados para el cultivo de planta forestal. **Figura 6**
- ✦ **Los volantes** que son utilizados para reforestar zonas alejadas y poco accesibles por sus condiciones orográficas, y que una vez terminados sus objetivos de reforestación son retirados parcial o totalmente. **Figura 7**

También se pueden clasificar por sus metas y sistemas de producción, ya sea a raíz desnuda (plantación directa al suelo) o en contenedor, pero también pueden ser clasificados por el nivel de éxito que tengan sus plantas producidas al establecer una plantación.

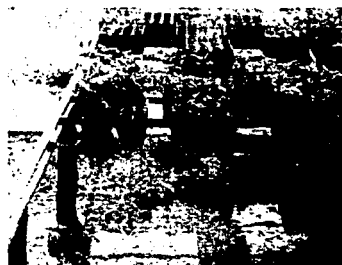


Figura 5 Vivero permanente PROPLANSE Balankán Campeche, México.

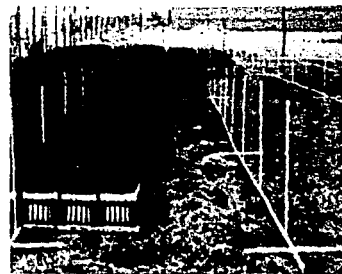


Figura 6 Vivero temporal "El Halcón", Durango, México.



Figura 7 Vivero Volante Pulsar S.A. de C.V. Emiliano Zapata, Tabasco, México.

## Instalaciones Principales de un Vivero

Area de beneficio y almacenamiento de frutos y semillas

Deposito de sustrato (tierra de monte, arena de río, Peat-moss).

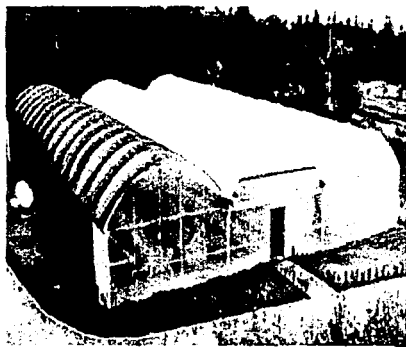
Almácigos o semilleros

Area de crecimiento y desarrollo

Bodega u oficina

Otras construcciones

**Figura 8** FUENTE: SEMARNAT. Segunda Reunión Nacional de Planta en contenedor, 1988. Pag. 15



**Figura 9** Invernadero de tres naves tipo túnel con estructura metálica y protección plástica (nitrato de carbono) traslúcida.

## Capítulo 2 Producción de Planta para Reforestación.

La misión de un vivero es producir eficientemente planta de calidad, en la cantidad y oportunidad requeridas, de las especies apropiadas al sitio y propósito de la reforestación.

### 2.1.1 Instalaciones y Actividades Básicas en un Vivero

Esencialmente todo vivero como requisito mínimo indispensable debe contar con las siguientes instalaciones, para que su producción cuente con la calidad y eficiencia adecuada: **Figura 8**

Las actividades que se realizan en un vivero para la producción de planta, pueden variar dependiendo de la infraestructura y la mano de obra con las que cuente el vivero, aunque se sigue una secuencia, que permite que todas y cada una de las actividades estén conectadas y que dependan una de la otra para una producción eficiente.

### 2.2 Infraestructura de los Sistemas de Reforestación Artificial

#### 2.2.1 Media-Sombra y/o Invernadero

"Un invernadero es una estructura metálica o de madera con techo y paredes traslúcidas que permita la entrada de luz solar para que la planta pueda realizar su función fotosintética." **Figura 9**

<sup>9</sup> Dr. Ir. Grijpma, Pieter. PRODUCCIÓN FORESTAL, México 1993. Pag. 56.

BASE CON  
PALMA DE ORIGEN



Este tipo de infraestructura tiene la función de proteger a la plántula en sus primeros estadios. La determinación de establecer media sombra y/o invernadero estará en función de las condiciones climáticas de la región donde se halla establecido el vivero, considerando que en algunos casos será necesaria la construcción tanto de media sombra como de invernaderos y en otros casos sólo se requerirá de media sombra en zonas con temperaturas elevadas.

El invernadero favorece el desarrollo de plantas en las primeras etapas de crecimiento protegiéndolas de las bajas temperaturas, aumentando el calor y trayendo consigo la transpiración y el consumo de agua en un ambiente controlado favoreciendo el crecimiento de la misma. La función primordial de un invernadero tendrá que ser fundamentalmente controlar luz, temperatura y humedad, aunque se consideran otras que se presentan en la **Figura 10**.

En un invernadero no se pretende aumentar la temperatura sino mantenerla en un rango de 18° a 35° C. por eso es importante contar con termómetros colocados a la altura de la planta. En el caso de la humedad, siendo uno de los elementos más difíciles de controlar, se deberá equipar con un sistema de extracción de aire adecuado. Para este tipo de infraestructura, el sistema de riego más recomendable es de microirrigación. La instalación de un invernadero dependerá de la región donde las temperaturas son adversas a la producción de planta principalmente donde existen bajas temperaturas por periodos prolongados.

## Funciones de un Invernadero

Reducen las variaciones de temperatura

Reduce el crecimiento de las malezas

Contribuye al mantenimiento de la fertilidad

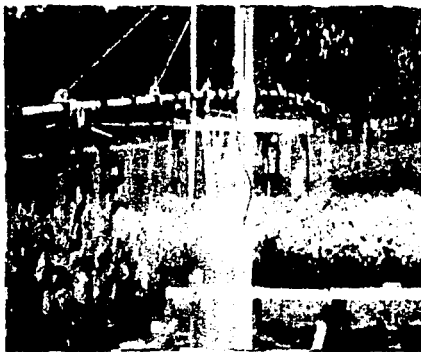
Avuda a la conservación del sustrato

Disminuye la intensidad de riegos (reduce la evapotranspiración)

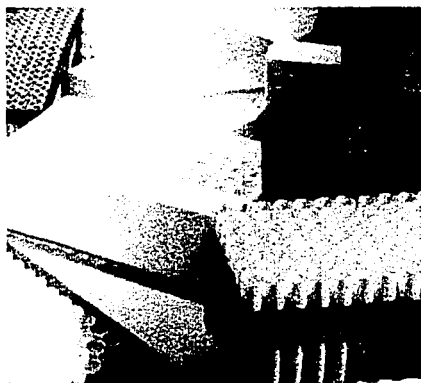
Protege a la planta por ataque de plagas

Protege a la semilla de la incidencia directa de los rayos del sol

**Figura 10** FUENTE: Dr. Grijpma Pieter. Producción Forestal, México 1993. Pag 59.



**Figura 11** Sistema de riego de microaspersión móvil automático, con brazos aspersores de 6m de largo por lado.



**Figura 12** Tipos de envases de plástico más comunes en la reforestación, los hay de cavidades independientes y en bloque.

## 2.2.2 Sistema de riego

Existen diversos sistemas de riego en el mercado. sin embargo, para la producción de planta por este sistema se han empleado básicamente dos tipos: por nebulización y microaspersión **Figura 11** con buenos resultados. Ambos tipos de riego técnicamente deben llamarse microirrigación.”

Los resultados que se han observado con los sistemas de riego antes señalados, en los viveros que actualmente producen planta en contenedor, denotan la importancia que tiene el adecuado diseño del sistema de riego para asegurar una cobertura uniforme, por la distribución de los microaspersores dentro del área del cultivo y el manejo de presiones, lo que nos lleva a tener riegos eficientes o en su defecto riegos ineficientes.

El tipo de riego, debe generar un ambiente húmedo en el área de cultivo que permita a la planta condiciones favorables para su desarrollo.

## 2.2.3 Envase

Un contenedor o envase es un recipiente con características especiales destinado a contener un sustrato que permita el desarrollo de las raíces de una planta cultivada.

Existe una gran variedad de contenedores o envases elaborados de diferentes materiales y dimensiones. **Figura 12**. En la producción de especies forestales, uno de los factores más importantes a considerar es el buen desarrollo de la raíz, lo cual deberá de tomarse en cuenta al seleccionar el envase, estos factores se trataran más a detalle en el Capítulo 3.

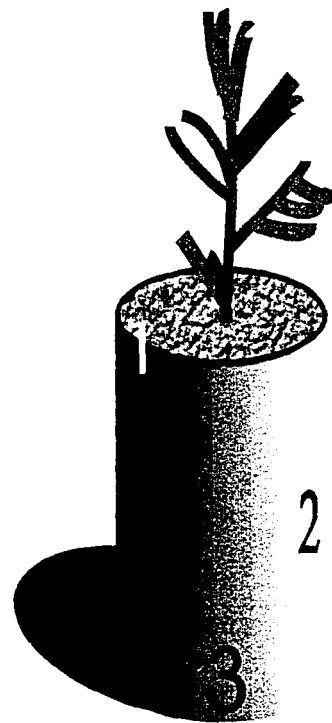
<sup>10</sup> Ibid. Pag. 61.

Muchas de las veces el costo de los contenedores son un impedimento para su utilización. sin embargo, a largo plazo es redituable esta erogación, dado que el éxito que se tenga en la producción de planta en vivero y la correspondiente sobrevivencia en campo, dependerá en mucho del tipo de contenedor seleccionado. Por tanto, la selección del tipo de envase dependerá de las necesidades de cada vivero y de los requerimientos del respectivo programa de plantación.

“La dimensión óptima del contenedor estará en función de varios factores: densidad de crecimiento, especie, tamaño de plántula, sustrato y tiempo de crecimiento. Las especies latifoliadas (hojosas) generalmente requieren envases de mayores volúmenes que las coníferas, debido a que su morfología foliar genera más sombra y a su vez requiere mayor cantidad de agua y nutrientes.”

Un envase se compone de tres partes esenciales: boca, pared y fondo. **Figura 13** Cada una de estas cuenta con características específicas que se describen en la **Tabla 5** y que influyen en el diseño y adquisición de un envase.

- 1) Boca: Área libre que permite la entrada de la semilla, el riego, el sustrato y el fertilizante y la proyección de crecimiento del cuerpo de la planta.
- 2) Paredes: Barrera que protege y mantienen en su lugar a la planta y el medio donde va a germinar estas pueden ser permeables o impermeables.
- 3) Fondo: Parte integral que puede ser abierta o cerrada, generalmente es una salida de drenaje y raíces, en algunos casos sirve como base de apoyo para una autosustentabilidad.



**Figura 13** Partes que componen un contenedor o envase.

<sup>11</sup> SEGUNDA REUNIÓN NACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE PLANTA FORESTAL. SEMARNAT. México, 27 al 30 de octubre 1998. Pag. 2-4.

Capítulo 2 Producción de Planta para Reforestación.

Nombre	Característica
Boca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceja: apoyo para suspender el envase, y resistencia al manejo.</li> <li>• Forma: define el contorno de las paredes.</li> <li>• Diámetro: volumen de sustrato, salida de la planta.</li> </ul>
Paredes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición química: poda de raíz con sales de cobre.</li> <li>• Permeabilidad: gasto de H<sub>2</sub>O invasión de raíces en otras cavidades..</li> <li>• Continuidad: encausamiento de la raíz y drenaje.</li> <li>• Rigidez: ventajas en. llenado. protección, durabilidad, costo, reutilización y soporte de presiones internas y deformaciones</li> <li>• Espesor. Costo. protección. peso y durabilidad..</li> <li>• Forma: (ángulos de conicidad), aprovechamiento en el uso de superficie y conducción de raíces.</li> <li>• Estriado: conducción de raíces. costo del molde.</li> <li>• Rugosidad: lavado y desinfección.</li> <li>• Profundidad: crecimiento y longitud en las raíces. volumen de sustrato.</li> </ul>
Fondo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie obturada: drenaje. salida de sustrato, posibilidad de poda de las puntas de la raíz.</li> <li>• Angulo en superficies: conducción de raíz.</li> <li>• Forma: autoportable. costo.</li> <li>• Rigidez: soporte de presiones internas y deformaciones.</li> <li>• Proporción más pequeña respecto a la boca: autoportable, facilidad de plantar, salida de la planta.</li> </ul>

Tabla 5 Análisis de las características específicas de cada una de las partes de un envase para el cultivo de planta forestal.

TRIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo 2 Producción de Planta para Reforestación.

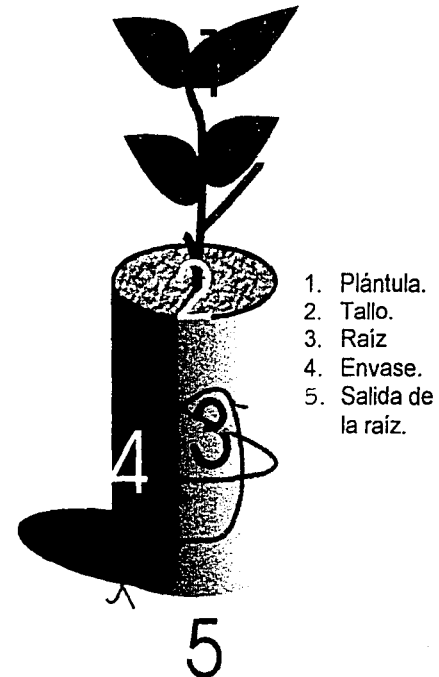
En estudios realizados por LANDIS (1995) hechos sobre la relación de las dimensiones del envase. se concluyó que para incrementar la densidad de planta por m<sup>2</sup>. el diámetro es más importante que la altura.

Las plántulas necesitan un mínimo de espacio para crecer. que varia dependiendo de la especie y la edad. Esto es importante para los productores de planta. puesto que necesitan espacio para cultivar el mayor número de plántulas por unidad de superficie.

Uno de los problemas en las plántulas producidas en envase es la tendencia a formar una raíz en espiral en el interior del contenedor. que no permite que ésta crezca en dirección del orificio de drenaje. este problema no afecta el crecimiento mientras permanecen en el vivero. pero si puede reducir la calidad de la planta posteriormente. La raíz en espiral se presenta en la mayoría de las especies de árboles. **Figura 14** Al disminuir el nivel de humedad colocando los envases sobre una superficie de manera tal que el aire pueda circular por debajo de ellos. se realiza una poda aérea, que permite la salida de la raíz por los orificios de drenaje y el nulo enraizamiento de la misma en el suelo.

El color. así como las propiedades aislantes afectan la temperatura y el crecimiento de la raíz. por lo tanto. la absorción del calor estará en función del color del envase.

“Envases hechos de materiales aislantes como los bloques de poliestireno (styroblock) conducen menor calor que los materiales plásticos más delgados. El medio de crecimiento se calienta más rápido en materiales plásticos y las raíces a temperaturas tibias crecen mejor. pero si el crecimiento es excesivo pueden dañarse seriamente las raíces.



**Figura 14** Problemas de la raíz en un envases con paredes lisas.

## Capítulo 2 Producción de Planta para Reforestación.

El calor intenso y los rayos ultravioleta (UV) hacen que el plástico se debilite y se agriete, para lo cual en la actualidad están disponibles en el mercado, envases con inhibidor de los efectos causados por los rayos UV.<sup>12</sup>

El costo y la disponibilidad son factores muy importantes en el momento de la selección de los envases. dado que al considerar costos se debe hacer un análisis económico donde se tome en cuenta. densidad de crecimiento de las plántulas, cantidad de sustrato requerido, valor de la planta producida, duración y reciclaje de los envases.

A pesar de las grandes ventajas que proporciona la siembra en envase, existen algunas fallas considerables como lo son:

- ✘ La estiba, ya que los envases ocupan demasiado espacio en el transporte debido a que la forma impide que se puedan acoplar o ser encimados uno con otro para ocupar el menor espacio posible.
- ✘ La manipulación, ya que por lo regular sus formas lisas no permiten que el usuario tenga una adecuada manipulación del envase, al momento de sacar la planta, debido a que estos se vuelven resbalosos al estar humedecidos.
- ✘ El diseño de los bastidores o espacios donde son colocados.

**"La función de Los Sistemas de Soporte de Contenedores es la de mantener los contenedores suspendidos, para que estos no tengan contacto con el suelo y evitar el enraizamiento de la planta por medio de la aireación que se genera entre la mesa y el suelo."<sup>13</sup> Figura 15**

<sup>12</sup> Ibidem.

<sup>13</sup> SEGUNDA REUNIÓN NACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE PLANTA EN CONTENEDOR SEMARNAT. México, 27 al 30 de Octubre 1998. Pag. 7-8.

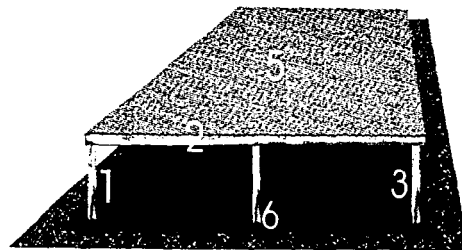
Los Sistemas de Soporte de Contenedores de cavidades múltiples o mesas portacharolas como comúnmente se conocen, pueden elaborarse de diferentes materiales y dimensiones. Pueden ser tan rústicas que se utilicen materiales locales, o tan sofisticadas que implique un diseño arquitectónico que permita la optimización de la superficie destinada para la producción de planta. Pueden ser tan largas como el terreno lo permita, pero nunca más anchas de lo que permita el manejo de los contenedores por los dos lados de la mesa (no contemplado en algunos viveros). Pueden ser móviles o fijas y de diversos materiales como acero al bajo carbón (zintro, PTR, ángulo), madera, ladrillos o block de cemento. La altura tendrá que ser entre 60 y 80 cm de tal manera que se faciliten las labores de cultivo.

Hay que considerar que por lo regular, están fabricadas con los materiales y la mano de obra que se encuentran en la localidad donde está instalado el vivero y/o invernadero, debido a esto se pueden observar deficiencias notables, así como aciertos en la elaboración de las mesas, dichos factores se tratarán más a detalle en el Capítulo 4.

## 2.3 Empaque y Transporte

Para el empaque de la planta se debe contar con un espacio adecuado bajo sombra y puede ser un cobertizo, donde se instalará el equipo y materiales de apoyo para el empaque.

Esta actividad se realiza al momento de la entrega de planta para ser transportada al lugar definitivo de plantación, para evitar pérdidas de planta, se deberán observar las siguientes recomendaciones: **Figura 16.**



**Figura 15** Soporte portacharolas de PTR para bastidor con cavidades intercambiables.

### Características de las mesas portacharolas

1. Distancia piso suelo.
2. Apoyo horizontal.
3. Apoyo vertical.
4. Pasillos.
5. Material resistente al intemperismo y a agentes químicos dañinos.
6. Fijación al suelo.
7. Soporte para malla sombra.
8. Apilamiento.
9. Asideras para el traslado.

♣ Algunos tipos de soportes.

## Recomendación para el transporte de planta forestal

Aplicar agua de riego un día antes de que la planta se empaque



Acarreo del contenedor al cobertizo de empaque, por medio de un carro de transporte



Lo más importante para la salida de la planta, es la altura de 25 cm, el calibre del tallo 4 mm aproximadamente y el vigor



Cabe señalar que en promedio 10 personas pueden empacar 250, 000 plantas en una jornada de 8 horas



Extraer la planta con cuidado para evitar daños al sistema radicular y reducir las pérdidas de planta



No estibar demasiados paquetes en los contenedores de transporte



No se recomienda el transporte a granel, a menos que sea corto, y por la mañana o noche



El promedio de tiempo desde el empaqueo hasta la salida del vivero es en 8 hrs



Las plantas se llevan al sitio de reforestación en el envase, para evitar el contacto con la raíz



Preferentemente el vehículo a emplear deberá estar cubierto para evitar que la planta se exponga al sol y al aire y reducir las pérdidas de planta

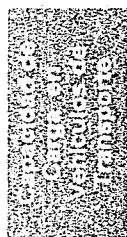
**Figura 16** FUENTE: Segunda Reunión Nacional sobre Producción de Planta en Contenedor SEMARNAT. 27 al 30 de Octubre 1998 Pag. 11-13.

## Capítulo 2 Producción de Planta para Reforestación.

Sin excepción alguna la planta se traslada a campo en el contenedor dentro de camiones acondicionados para el manejo adecuado de la planta (no respetada en algunos viveros). No se transporta la planta con ningún otro proceso, este factor de transporte nos permite garantizar la protección total del sistema radicular y tallo ante factores adversos de mal manejo que comprometen la integridad de la planta.

Al respecto es claro que el trabajo de muchos meses del viverista para imprimir calidad a su producto, se va a la ruina con unas pocas horas de mal transporte, ya que debido a éste se pierde aproximadamente el 60% de la planta forestal producida.

Ante esta premisa básica de transportar a las plantas a su destino final con estricto control, es responsabilidad del encargado del vivero pugnar porque el transporte de la planta se lleve a cabo bajo las prescripciones técnicas citadas, por esto se deben planear las dimensiones y capacidades de carga de los vehículos que transporten las plantas, para optimizar el espacio y trasladar con toda seguridad a las plantas. **Tabla 6**



Vehículo	Tonelaje	Capacidad de Planta Contenedor HIKO V-310 de 35.2 X 21.6 cm con 15 Cavidades de 197 Plantas por M <sup>2</sup> .
Trailer	25	16,800
Rabón	8	7,125
Camioneta	3.5	3,600

**Tabla 6** Capacidades de carga del Centro de Desarrollo Forestal perteneciente al Gobierno del Distrito Federal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



---

Una vez analizado el contexto de la producción de planta forestal, se encontró que la infraestructura tiene ciertas carencias, principalmente en los soportes o mesas portacharolas, envases y el transporte a la zona de plantación. Tomando en cuenta lo anterior se da una mayor importancia a estos elementos, que pueden ser sujetos a mejoras en el diseño y procesos productivos.

En los capítulos subsecuentes se analizarán estos factores tanto en el envase como en el soporte, para la generación de propuestas y la elección de una que sea la óptima y solucione las necesidades de equipo para el cultivo de planta forestal.

En el caso del transporte ya se analizó con anterioridad las características que debe tener éste para optimizar la producción de planta. **Figura 16.**

---

## Capítulo 3



### Contenedores

*El cambio se dará en el corazón de cada ser humano, cuando tenga la valentía y la sensibilidad suficiente para escuchar la llamada. Puesta en cada individuo desde que el hombre es hombre...*

Gبران جليل جبران.

### 3. Clasificación de los contenedores

Una forma práctica de clasificar los contenedores es por el tipo de material del que son fabricados, ya sea flexible o rígido, otra forma comúnmente utilizada esta relacionada con el momento de la plantación: existen los que se plantan junto con la plántula llamados biodegradables y los que son removidos antes de la plantación no biodegradables. Las características ideales de un contenedor o envase deben estar enfocadas hacia dos aspectos que favorecen el desarrollo de las plantas, estos son el morfológico y el fisiológico. **Tabla 7**

	<b>Factor Fisiológico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimiento interno del agua.</li><li>• Contenido interno de agua y Raíz fibrosa.</li><li>• Desarrollo de la raíz de la planta.</li><li>• Control de la longitud de la raíz.</li><li>• Presencia de raíces nuevas.</li><li>• Asociación con hongos benéficos.</li><li>• Cantidad del agua de riego.</li><li>• Aprovechamiento del agua de riego.</li><li>• Facilidad de inoculación con hongos.</li><li>• Reducción de cantidades de aplicación de fertilizantes.</li><li>• Manejo de plantas.</li><li>• Eliminación de plagas y enfermedades del sistema radicular.</li><li>• Control del manejo de plantas por densidad (m<sup>2</sup>).</li><li>• Transporte de la planta al sitio de plantación.</li><li>• Extracción de la planta del envase antes de realizar la plantación.</li></ul>
	<b>Factor Morfológico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Balance del follaje y la raíz.</li><li>• Desarrollo en la altura de la planta.</li><li>• Desarrollo en el diámetro del tallo de la planta.</li><li>• Producción de follaje.</li></ul>

**Fuente:** SEMARNAT-UACH, APB Artículos de Plástico Broadway S.A. de C.V. México 2000.

**Tabla 7** Aspectos que influyen directamente en la planta, con la elección de un envase.

En la actualidad, son diseñados y ensayados nuevos tipos de contenedores; ya que no existe tipo único de contenedor que sea perfecto a todas las aplicaciones.

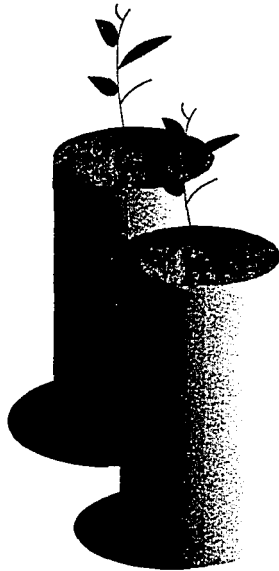
En países como México existen dos tipos de sistemas que se pueden utilizar para la producción de planta forestal, el de bolsa (tradicional) y el de contenedores con cavidades múltiples. éste a su vez se puede subdividir en contenedores con cavidades múltiples independientes y en bloque. estos dos grupos tienen diferentes características como lo son: el material, su capacidad, el uso, la función y las condiciones de cultivo en que son utilizados, dependiendo del tipo de planta e infraestructura con que se cuenta.

### Tipos más Comunes de Envases utilizados en la Reforestación

#### Sistema en Bolsa

Son contenedores que tienen la propiedad de manejarse en forma individual. En nuestro país (y en otros en vías de desarrollo) es el tipo de envase más generalizado dentro del sistema de producción denominado "tradicional", para la producción de especies forestales, ornamentales y frutales. Están contruidos de una película de plástico: son económicos, fáciles de manejar y almacenar. La pigmentación del plástico más utilizada es la de color negro, debido a que se ha demostrado que retarda la aparición de algas.

Las medidas más utilizadas para la producción de planta forestal son de un calibre 400 (grosor en micras), con fuelle en la base y con perforaciones en la base para el drenaje. Las medidas más utilizadas son la 10 x 20 y 13 x 16 cm para las coníferas y algunas latifoliadas y, 20 x 25 o 25 x 30 cm para las latifoliadas y algunos frutales. En este tipo de contenedores un apropiado desarrollo de la raíz resulta problemático, debido a que sus paredes lisas promueven el espiralamiento de la raíz, es muy común, aunado a un mal manejo del sistema, la presencia del enroscamiento de la raíz en el fondo del envase, lo que ocasiona severos problemas en la planta post-plantación. **Figura 17**



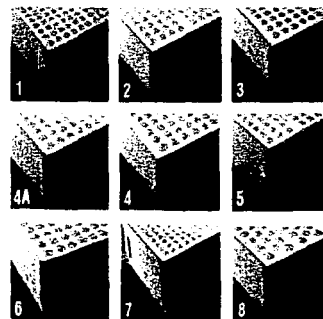
**Figura 17** Sistema en bolsa de polietileno color negro.

### Sistema con Cavidades Múltiples en Bloque

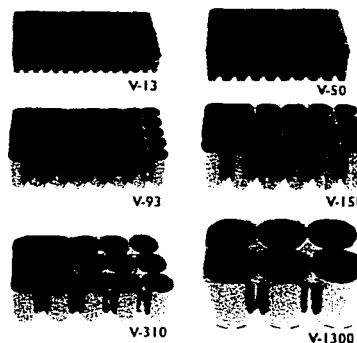
Se han utilizado tanto los que contienen baño de sales de cobre (comúnmente conocidos como (copper block) y sin sales de cobre (styrobloc). Los contenedores en bloque son unidades de poco peso, fácilmente manejables y carecen de celdas individuales, lo cual pudiera representar una desventaja contra los contenedores independientes. Muchos de los bloques de poliestireno expandido y macetas múltiples con diferentes capacidades en la cavidad, poseen dimensiones externas estandarizadas, a fin de que puedan ser utilizadas con los mismos equipos de llenado, siembra, manejo y extracción. Esta característica también es útil durante el almacenamiento ya que los bloques son fácilmente apilables y las macetas pueden encajarse juntas. **Figuras 18, 19 y 20.**

Estos tipos de contenedores son resistentes al rompimiento bajo la incidencia de luz solar y son reutilizables. Una de las desventajas de todos los tipos de contenedores en bloque, es que las cavidades vacías no pueden ser reemplazadas, haciéndose necesarios la alta calidad de la semilla y los procedimientos de siembra apropiados.

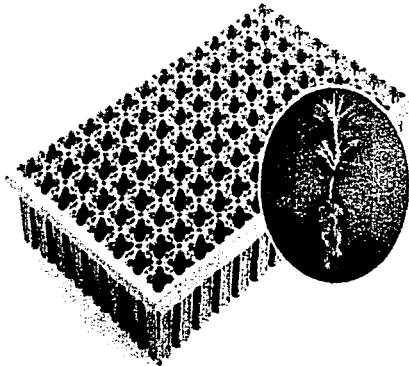
Una característica importante de los bloques de poliestireno es su inherente calor de aislamiento que protege los sistemas radiculares de las plantas contra temperaturas extremas. Por otro lado, una gran desventaja es que las raíces de algunas especies crecen dentro de los poros de las paredes de la cavidad, dificultando la extracción de las plántulas al momento de la cosecha, así como la limpieza y desinfección de los bloques entre cultivos. Estos tipos de contenedores son muy comunes en la producción de los viveros forestales.



**Figura 18** Contenedor en bloque de poliestireno expandido. (Firts Choice). Cortesía de Stuewe and Sons, Inc.



**Figura 19** Contenedor en bloque de polietileno de alta densidad de alta calidad. (HIKO). Cortesía de Stuewe and Sons.



**Figura 20** Contenedor en bloque con aberturas laterales para favorecer la poda aérea. (Airblock). Cortesía de Stuewe and Sons, Inc.

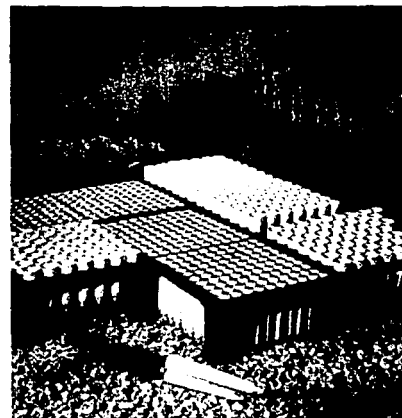
Contenedores con Cavidades Múltiples en Bloque	Tipo y Dim. Del Contenedor	Número de Cavidades	Volumen por Cavidad (ml)	Costo (\$)	Material Empleado	Proveedores
	Cooperblock 35x60x10 cm.	112	80	45.00	Poliétileno.	Beaver Plastics de México. Y Poliétilenos del Sur.
	Cooperblock 35x60x15 cm.	77	170	45.00	Poliétileno.	Beaver Plastics de México. Y Poliétilenos del Sur.
	Contenedor con cavidades fijas 35.2x21.6 cm. Cavidades 3.5x11 cm.	40	120	64.00	Poliétileno.	BBC-Agnet.
	Contenedor con cavidades fijas. 35.2x21.6 cm. Cavidades 4.5x10 cm.	24	150	54.00	Poliétileno.	BBC-Agnet.
	Contenedor con cavidades fijas. 35.2x21.6 cm. Cavidades 4.5x15 cm.	28	265	72.00	Poliétileno.	BBC-Agnet.
	Cooperblock 35x60x12 cm.	60	220	40.00	Poliétileno.	Beaver Plastics de México. Y Poliétilenos del Sur.
	Poliestireno 37.3x61.3x10 cm.	60	195	30.00	Poliestireno.	Aislantes y empaques.

**Tabla 8** Tipos de contenedores con cavidades múltiples en bloque que son comercializados en México.

### Sistema con Cavidades Múltiples Independientes

Consisten en un contenedor individual (comúnmente denominado tubete), el cual es parte de un grupo mayor de contenedores, los cuales están soportados por una charola o bastidor porta-contenedores, la cual determina el espacio entre los tubetes y por tanto, la densidad de cultivo de las plantas. **Figura 21.**

La mayor ventaja de este sistema es que existe la posibilidad de manejar los contenedores en forma individual o colectiva. Esta característica de individualización permite la consolidación de celdas individuales durante la entresaca de modo que el espacio de cultivo en el vivero puede ser utilizado eficientemente. este tipo de contenedores cuentan con "costillas" laterales para el buen crecimiento radicular de la planta.



**Figura 21** Contenedor con cavidades múltiples independientes (Cone-tainers). Cortesía de Stuewe and Sons, Inc.

Contenedores con Cavidades Múltiples Independientes	Tipo y Dim. del Contenedor	No. de Cavidades.	Vol. (ml)	Costo (\$)	Material Empleado	Proveedores
	Bastidor 60.5x42.5 cm. Tubetes independientes 4x15.8 cm.	103	130	125.0	PP.	Broadway.
	Bastidor 60.5x38.5 cm. Tubetes independientes 5.45x18 cm.	54	250	122.0	PP.	Broadway.
	Bastidor 60.5x38.5 cm. Tubetes independientes 5.45x16.1 cm.	54	310	125.0	PP.	Broadway.
	Bastidor 60.5x38.5 cm. Tubetes independientes 5.45x20.5 cm.	54	380	132.0	PP.	Broadway.
	Base de plástico 30x30 cm. Tubetes independientes 4x19cm.	49	125	50.0	Poliétileno	Poliétilenos del Sur. Broadway.

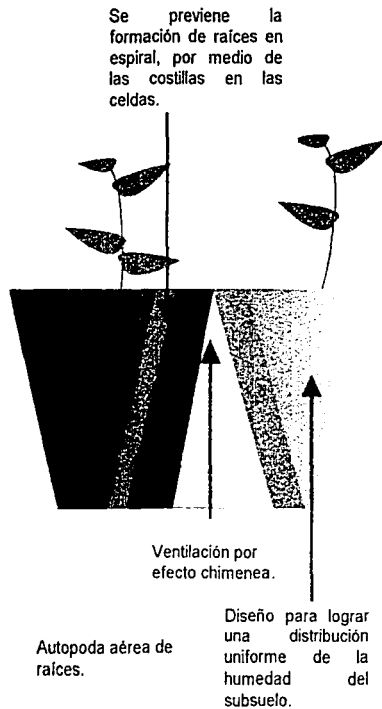
♣PP. (Polipropileno)

**Tabla 9** Tipos de contenedores con cavidades múltiples independientes que son comercializados en México.

### Capítulo 3 Contenedores

Para seleccionar el tipo de envase más adecuado al vivero, aparte de tomar en cuenta lo antes señalado, deberán considerarse aspectos biológicos y económicos, como lo son:

- ✘ Tamaño del envase.
- ✘ Diseño.
- ✘ Espaciamento de los envases, lo que nos dará la densidad de crecimiento de las plantas.
- ✘ Capacidad de afectar la humedad del medio de crecimiento.
- ✘ Capacidad de afectar la temperatura del medio de crecimiento.
- ✘ Costo y disponibilidad.



**Supervivencia promedio del 85%**

**Figura 22** FUENTE: Segunda Reunión Nacional de Contenedores SEMARNAT

### 3.1.1 Características del Sistema de Producción Tradicional y el Realizado en Contenedores de Cavidades Múltiples

**Características del Cultivo en Contenedores de Cavidades Múltiples en Bloque Figura 22**

- ✘ Control de enfermedades por reducción de la humedad relativa por ventilación natural.
- ✘ Se eliminan deshierbes en las cavidades.
- ✘ Uso de muy poco volumen de sustrato.



### Capítulo 3 Contenedores

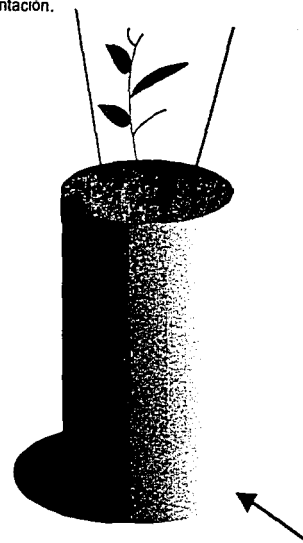
- ✘ Costo reducido en mano de obra.
- ✘ Alta densidad por m<sup>2</sup>.
- ✘ Facilidad en el transporte de las plantas al campo.
- ✘ Autopoda aérea de raíces.
- ✘ Se elimina el riesgo de que las raíces penetren el suelo del vivero debido a las mesas de cultivo.
- ✘ Facilidad para la reforestación en las áreas montañosas y/o alejadas de las brechas.
- ✘ Mano de obra reducida en el vivero, pero una generación muy alta de empleo en el campo.
- ✘ Mecanizable.
- ✘ Mezclado de sustrato.
- ✘ Llenado de contenedores.
- ✘ Siembra
- ✘ Desinfección.
- ✘ Se usa materia prima estéril para el sustrato reduciendo probabilidades de enfermedades en el suelo.
- ✘ Material termoestable.
- ✘ Micorrización.
- ✘ Fertilización.

#### Características del Cultivo en Bolsa Figura 23

- ✘ Uso de mucho volumen de tierra
- ✘ Costo de bolsa económico.
- ✘ Baja densidad por m<sup>2</sup>.
- ✘ Dificultad de movimiento en el vivero y cuando se entrega la planta.
- ✘ Dificultad en el transporte por el peso y volumen de las plantas al campo.
- ✘ Mano de obra excesiva.
- ✘ Llenado.
- ✘ Siembra.
- ✘ Transplante.
- ✘ Deshierbe

No se usa fertilizante de soporte para después de la plantación.

Generalmente no se micorrizan.



Riesgo de que las raíces penetren en el suelo.

Riesgo de formación de raíces en espiral.

**Supervivencia Promedio 45 %**

**Figura 23** FUENTE: Segunda Reunión Nacional de Contenedores SEMARNAT.

### Capítulo 3 Contenedores

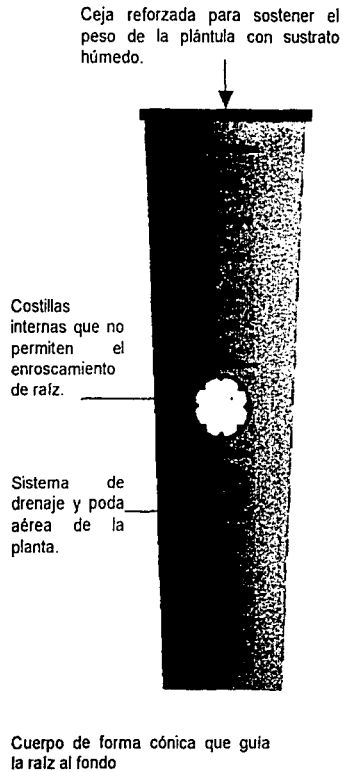
- ☒ Carga y envío de las plantas al campo.
- ☒ Difícil de reforestar en áreas montañosas y/o alejadas.

Las instalaciones requeridas para que el funcionamiento de un vivero que cuenta con un sistema de producción de contenedores con cavidades múltiples, varía con respecto al tipo de infraestructura que se requiere en la producción de planta del tipo tradicional, aunque ésta también puede ser adaptada para trabajar en las condiciones que se requieran dependiendo de la economía del viverista.

### Características del Cultivo en Contenedores de Cavidades Múltiples Independientes Figura 24

Debido a que las características entre los contenedores de cavidades múltiples en bloque y las de cavidades múltiples independientes son muy similares a continuación se presentan las 7 características más importantes que los diferencian y que le permiten al viverista escoger el contenedor óptimo para su cultivo.

1. Se pueden alternar.
2. Garantía de 5 años al intemperismo.
3. Fácil extracción de la planta del tubete.
4. Se sustituyen para tener una población homogénea.
5. Ahorro de fertilizantes y agua.
6. La manipulación de cada envase es independiente.
7. Solo se cambia un tubete en caso de ruptura o extravío.



**Figura 24** FUENTE: Segunda Reunión Nacional de Contenedores SEMARNAT.

TIENE CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3.2 Evaluación

Una vez analizados los tipos de contenedores más utilizados para el cultivo de planta forestal se observó que la mayoría de ellos presentan algunas características. **Tabla 10** que permiten al viverista poder elegir cual es el contenedor apropiado para el tipo de planta que se va a cultivar.

Pero como se menciona anteriormente es difícil poder elegir el contenedor que se adapte a todas las condiciones fisiológicas y morfológicas de la planta y su medio ambiente.

En un país como México es muy común realizar adaptaciones de los objetos, en el caso de los contenedores esas adecuaciones se realizaron basándose en el sistema Cooperblock, modificando el material, el tamaño y su nivel de producción, aunque el requisito más importante es el ahorro económico.

Capítulo 3 Contenedores

Cumple con la característica



Características	Contenedores independientes	Contenedores en bloque	Contenedor en Bolsa
			
Persistencia a golpes y caídas.			
Buen sistema de drenaje.			
Facilidad al momento de extraer la planta.			
Bajo peso para el traslado.			
Menor enroscamiento de la raíz.			
Manipulación individual del contenedor.			
Vida útil prolongada.			
Menor daño al medio ambiente.			
Menor almacenamiento de humedad en el interior.			
Mayor espacio por m <sup>2</sup> en la superficie del vivero.			
Utilización de poca cantidad de sustrato.			
100% autosustentable.			
Menor enraizamiento al piso.			
Fertilizable.			
Traslado y transportación adecuada de la planta.			
Lavado y desinfección.			
Adhesión de aditivos como inhibidor de rayos UV.			
Mantenimiento del calor a la raíz.			
Menor costo comercial.			
Poco mantenimiento.			

Tabla 10 Cuadro de características de los contenedores que se pueden adquirir en México.

### Capítulo 3 Contenedores

Cabe mencionar, que cada uno de estos envases, tienen ciertas aportaciones que les permiten cumplir con las necesidades propias del invernadero y/o vivero. La evaluación se basa en el cumplimiento total o parcial de algunos criterios que aparecen en el **anexo 2** empleados para establecer un proyecto de diseño.

Criterio	Contenedores independientes	Contenedores en bloque	Contenedor en bolsa	
Seguridad				Cumple satisfactoriamente
Reparación				No cumple
Antropometría				
Transporte				
Mecanismos				
Confiabilidad				
Versatilidad				
Resistencia				
Centro de Gravedad				
Estandarización				
Estiba				
Estructurabilidad				
Bienes de Capital				
Mano de obra				
Normalización				
Demanda				
Conveniencia				
Tolerancia				
Coherencia formal				

**Tabla 11** Cuadro de evaluación de los tipos de envases utilizados para reforestación.

Después de contemplar estos criterios, y de realizar una evaluación cualitativa de los envases de bolsa, en bloque y de cavidades múltiples independientes, **Tabla 11** para observar de manera gráfica cual de ellos es el que cuenta con mayores ventajas y desventajas se obtuvieron resultados que son importantes al momento de plantear nuevas propuestas para resolver las problemáticas de los envases desde su forma hasta su fabricación y observar si es necesario utilizar aditamentos como algún tipo de soporte para un funcionamiento óptimo, éstos mismos se analizarán a detalle en el siguiente capítulo.

# Capítulo 4

Sistemas de Soporte de  
Contenedores

*Tú eres tu principal rival, tu más duro adversario, porque muchas veces a fuerza de trucos, haz impedido que de ti brote el inmenso potencial que llevas dentro, y que puede hacer de ti el mejor ser humano.*

Netzahualcoyotl

## 4.1 Sistemas de Soporte

Con el apoyo institucional de SEMARNAT, se tuvo acceso a la información de los 611 viveros que participan en el PRONARE, donde se observó la variedad que hay de Sistemas de Soporte de Contenedores para la Producción de Planta Forestal en Vivero e Invernadero.

Esta diversidad responde a las necesidades de cada uno de los invernaderos y/o viveros, a sus niveles de producción y sobre todo a sus posibilidades económicas en adquisición de infraestructura. Clasificarlos y hacer una división de dichos sistemas, facilita la elaboración de un análisis crítico que nos permite observar sus ventajas y desventajas, su eficiencia y funcionalidad y el valor social que tienen, dependiendo de la comunidad a donde estén dirigidas. Se partió de tres divisiones básicas, **sistemas fijos, semifijos y móviles**, definiendo a los sistemas fijos como aquellos que cuentan con uniones y un anclaje al piso permanente, los semifijos que cuentan con la unión al piso permanente, teniendo la opción de desmontar la cubierta o parte superior y los móviles que pueden ser removidos en su totalidad, tomando una muestra representativa de cada división que es la siguiente:

## 4.2 Clasificación de Sistemas y Subsistemas

### 4.2.1 Sistemas fijos

El clima en donde está ubicado este soporte es el [Af(m)] (1°) q] <sup>+</sup> **Cálido**, la temperatura del mes más frío es superior a los 18 grados, con el mes más cálido antes del solsticio de verano, es decir junio, tiene lluvias abundantes todo el año, con una fuerte concentración en el verano, en el mes de agosto disminuye la precipitación. Su sistema de riego es de micro aspersión fijo terrestre.

<sup>+</sup> Ver anexo 5.

Capítulo 4 Sistemas de Soporte de Contenedores

Las técnicas de producción utilizadas en su elaboración son:

- ✦ Madera: corte, unión por clavos, unión al piso ahogado en concreto.
- ✦ Metal: corte, curvado, unión por soldadura, sin acabados.
- ✦ Unión de madera y metal armado en el lugar.

Producción anual	Dimensiones	Capacidad de la mesa	Material
Un millón de plantas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho: 1.40 m.</li> <li>• Alto: 1.20 m.</li> <li>• Largo: 96 m.</li> <li>• Anclaje al piso: 0.1 m.</li> <li>• 01 mesa = 01 platobanda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 640 charolas de poliestireno con medidas de:</li> <li>• 37.3 cm. De ancho.</li> <li>• 61.3 cm. De largo.</li> <li>• 10.0 cm. De altura.</li> <li>• 195 ml. De volumen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 246 postes: madera de 2" X 2" X 1.30 m.</li> <li>• 82 travesaños: de 2" X 3/4" X 1.40 m.</li> <li>• 120 largueros: madera de 2" X 3/4" X 2.44 m.</li> <li>• 82 estructuras de protección: Cold Rolled, varilla de 3/8" X 1.66 m.</li> </ul>

Tabla 12 Cuadro de análisis de los sistemas de soporte fijos.



Figura 25 Vivero Volante Pulsar S.A. de C.V. Emiliano Zapata, Tabasco, México.

La utilidad declarada de este objeto es la sostener a cierto nivel del piso, charolas o contenedores de poli estireno, brindar estructura de apoyo para malla sombra y tener acceso a todas las charolas. Este soporte no puede ser desmontado para trasladarse a otro lugar debido a sus uniones permanentes, además de que existe mucho desperdicio de agua y fertilizantes en los pasillos. En su construcción se recurre a múltiples apoyos para aumentar su resistencia lo cual hace que se dificulte el retiro y montaje de la malla sombra. Debido a los materiales de los que esta hecho comunica la aplicación de técnicas arcaicas, vejez prematura (por la carencia de acabados) y una vida útil corta calculada en 3 años. Figura 25

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**4.2.2.2. Sistema Semifijos**

El clima en donde esta ubicado éste soporte es el C(wo)b(e)g] <sup>4</sup> templado subhúmedo, el mes más frío tiene temperaturas menores a los 18°C pero superiores a los 3°C. tiene un verano fresco y largo. el clima es extremo hay 7°C de diferencia entre el mes más cálido y el mes más frío. el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano (mes de mayo). tiene un régimen de lluvias de verano. está en el subtipo de los climas húmedos mas secos. Su sistema de riego es Micro aspersión fijo aéreo.

Las técnicas de producción utilizadas en su elaboración son:

- ✂ Corte, unión por soldadura eléctrica y tornillos, aplicación de pintura por aspersión, unión al piso sin concreto, armado en el lugar.

Producción anual	Dimensiones	Capacidad de la mesa	Material
9 millones 500 mil plantas.	<p>Apoyos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ancho: 1.17 m.</li> <li>Alto: 0.54 m.</li> <li>Largo: 4.35 m.</li> </ul> <p>Cubierta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ancho: 1.70 m.</li> <li>Alto: 0.53 m.</li> <li>Largo: 6.0 m.</li> </ul> <p>Anclaje al piso: 0.50 m.</p> <p>C1 pañillo de 0.70 m. Cada 4 mesas.</p>	<p>43 unidades de poliestireno de 112 cavidades con medidas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ancho: 0.35 m.</li> <li>alto: 0.10 m.</li> <li>largo: 0.60 m.</li> <li>volumen: 80 ml.</li> </ul>	<p>Apoyos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PTK 1.5 pulg. por 1.5 pulg. y 2 mm. de espesor.</li> <li>PTK 1.25 pulg. por 1.25 pulg. y 2 mm. de espesor.</li> <li>Tubos de desluzamiento 1.5 pulg. de diámetro y 2 mm. de espesor por 6 m. de largo.</li> </ul> <p>Cubierta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Largueros perfil 2 pulg. por 1 pulg. y 1 mm. de espesor por 6 m. de largo.</li> <li>Travesaños perfil 1 pulg. por 1 pulg. y 1 mm. de espesor por 1.65 m. de largo.</li> <li>Malta de alambón con calado de 0.10 por 0.10 y 1/8 de espesor.</li> <li>Material metálico Cold Rolled.</li> </ul>

**Tabla 13** Cuadro de análisis de los sistemas de soporte semifijos.

<sup>4</sup> Ver anexo 5.



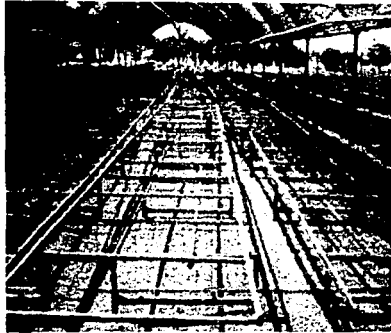


Figura 26 Mesa porta charolas, Vivero forestal permanente Base Aérea Militar # 1 SEDENA, Santa Lucía Estado de México.

La utilidad declarada de este objeto es cargar y elevar a cierto nivel del piso charolas o contenedores de poliestireno. utilizando un máximo de espacio con superficies deslizables para apertura de pasillos y una rápida colocación y retiro de charolas utilizando malla como soporte. Este soporte no requiere de mucho esfuerzo para deslizarlo, aunque los tubos de deslizamiento se descentran y se caen provocando desniveles o desplomes de la cubierta, lo cual comunica complejidad e inestabilidad. Los apoyos tienen un sistema extensible para adaptarlo a diferentes alturas por medio de un tornillo.

El mantenimiento del soporte es por medio de la aplicación de pintura una vez al año al inicio del ciclo de siembra, esto se hace sobre los acabados de galvanizado y pintura anticorrosiva aplicada por aspersión que permiten que las condiciones ambientales no le afecten, esto permite que se estime una vida útil del producto de estimada de 5 años. Figura 26

### 4.2.3 Sistemas Móviles

El clima en donde esta ubicado éste soporte es el.  $[C(w2)(w)b(i'')]^*$  **Templado subhúmedo** del tipo más húmedo de los subhúmedo tiene un verano fresco largo, con temperaturas del mes más frío por debajo de los  $18^{\circ} C$ , es subsotermal, la diferencia entre el mes cálido y el mas frío es de más de los  $5^{\circ}C$ , su precipitación es de verano fuertemente concentrada en el verano menos del 5% de lluvia invernal. Su sistema de riego es Aspersión móvil (robot).

Producción anual	Dimensiones	Capacidad de la mesa	Material
30 millones de plantas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ancho. 0.72 m.</li> <li>Alto: 0.20 m.</li> <li>Largo: 1.1 m.</li> </ul>	10 charolas de cavidades fijas con medidas: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ancho: 21.6 cm.</li> <li>Alto: 25.4 cm.</li> <li>Largo. 35.2 cm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poliétileno de alta densidad.</li> <li>Lamina negra galvanizada calibre 22 refuerzo en bastidor longitudinal.</li> </ul>

Tabla 14 Cuadro de análisis de los sistemas de soporte semifijos.

\* Ver Anexo 5.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

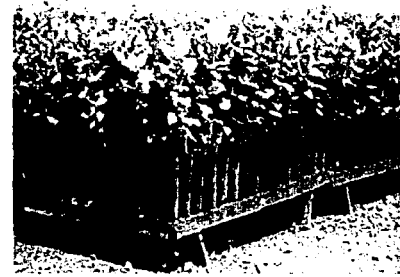
Las técnicas de producción utilizadas en su elaboración son:

- ☒ Plástico: inyección, rebabeado, unión, ensamble (patas).
- ☒ Metal: corte, doblez, galvanizado, unión por ultrasonido metal-plástico.

La utilidad declarada de este objeto es poder trasladarse a cualquier lugar, cargar y elevar a cierto nivel del piso las charolas o contenedores de polietileno que son utilizados a la medida de los contenedores para evitar deslizamientos y la utilización del máximo espacio (eliminando pasillos) donde se acomodan los módulos de acuerdo a la infraestructura con la que se cuenta.

Los Problemas encontrados al analizar este soporte son:

- ☒ No se acoplan con facilidad los contenedores en su marco.
- ☒ No tiene una asidera con la cual se puedan tomar los contenedores.
- ☒ No se pueden quitar charolas centrales sin mover las de los extremos.
- ☒ No se tiene acceso a todas las charolas a menos que existan pasillos.
- ☒ Hay que ejercer mucha presión para plegar las patas.
- ☒ Algunas mesas se rompen en el límite donde llega el alma de acero. **Figura 27**





**Figura 27** Mesas porta charolas, Centro de Desarrollo Forestal, Vivero permanente, San Luis Tlaxiátemalco, Xochimilco, D.F. México, Fabricación y diseño por BCCAC Estocolmo Suecia.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 4.3 Evaluación

Una vez analizados los Sistemas de soporte de Contenedores, se detectaron algunas características propias de cada soporte que se describen en la **Tabla 15**.

Cumple con la característica

Cuadro Comparativo de los Tipos de Soportes para Planta Forestal	Características	Sistema Fijo	Sistema Semifijo	Sistema Móvil
				
	Solo se puede usar un tipo de contenedor.			
	Se desarma, y se puede trasladar.			
	Menor contaminación por desperdicio de agua en pasillos.			
	Menor mantenimiento.			
	Pintura anticorrosiva como único tratamiento.			
	Mantenimiento continuo.			
	Presenta medidas antropométricas.			
	Precisión milimétrica por moldeo.			
	Acceso a todas las charolas por pasillos.			
	Unión no permanente poco confiable.			
	Se rompen con frecuencia.			
	Autoconstrucción.			
	Optimización de los materiales de la localidad.			
	Utilización de materia prima en sus medidas comerciales.			
	Presentan tratamientos anticorrosivos.			
	Se complementa con una estructura metálica para la colocación de la malla sombra.			
	Apoyos plegables.			

**Tabla 15** Cuadro de características de los sistemas de soporte más representativos.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Capítulo 4 Sistemas de Soporte de Contenedores

La evaluación se basa en el cumplimiento total o parcial de algunos criterios que aparecen en el **anexo 2** y que fueron utilizados también en la evaluación de los envases. para establecer un proyecto de diseño. Una vez contemplados estos criterios. se realizó una evaluación cualitativa de los sistemas de soporte. tanto el fijo. el semifijo y el móvil. **Tabla 16** para observar de manera gráfica las cuestiones más importantes del problema y la necesidad planteada.

Criterio	Sistema Fijo	Sistema Semifijo	Sistema Móvil
Seguridad			
Repacidad			
Articulabilidad			
Transporte			
Mecanismos			
Confiabilidad			
Versatilidad			
Resistencia			
Centro de Gravedad			
Estandarización			
Estiba			
Estructuralidad			
Ejes de Carga			
Mano de obra			
Normalización			
Demanda			
Conveniencia			
Tolerancia			
Coherencia formal			

Cumple satisfactoriamente  
No Cumple

Tabla 16 Cuadro de evaluación de los tipos de soportes utilizados para reforestación.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

#### Capítulo 4 Sistemas de Soporte de Contenedores

Estas deficiencias no sólo son consecuencia de las condiciones socioeconómicas y culturales de nuestra población, sino también, están relacionadas con la falta de proyección y planeación de los viveros y/o invernaderos y la escasa o nula visión de los fabricantes, para auxiliarse de herramientas básicas del diseño, como lo son: la ergonomía, la antropometría, la semiótica, los procesos técnico-productivos y las cuestiones formales.

La fabricación de estos Sistemas de Soporte de Contenedores ha sido la auto construcción, en el caso de los sistemas fijos y semifijos, aunque últimamente se han ido introduciendo productos de fabricación en serie de sistemas móviles, que optimizan recursos por su facilidad en el manejo, transporte y reciclaje. Cabe mencionar, que cada uno de estos soportes, tienen ciertas aportaciones que les permiten cumplir con las necesidades propias del invernadero y/o vivero.

Para proponer soluciones viables en la resolución de estas problemáticas, en los subsecuentes capítulos se describirán las soluciones planteadas, que darán vida a un nuevo objeto de diseño industrial que cumpla con estas expectativas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Capítulo 5

El Diseño al Servicio de la Ecología.

*No temas a soñar, no cierres los ojos a tus sueños, es tu instinto de grandeza el que le habla a través de ellos, déjate llevar, porque todo es posible, Dios no nos hubiera dado capacidad de soñar sin darnos también la posibilidad de convertir los sueños en realidad.*

Héctor Tassinari

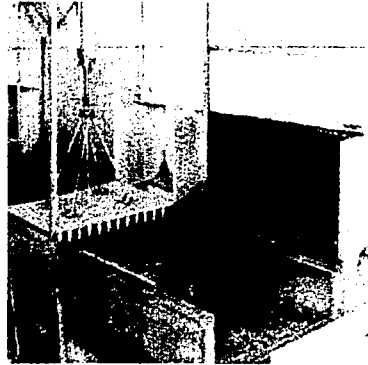
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 5.1 ANALISIS ERGONOMICO

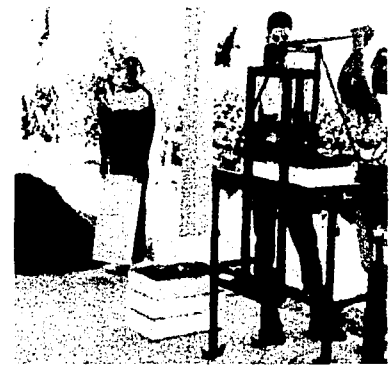
Por lo general, el trabajo en vivero se puede clasificar como trabajo físico liviano y con bajo riesgo de accidentes serios. En muchos países como México es común que este trabajo lo realizan mujeres. Sin embargo, en los viveros hay también actividades pesadas y peligrosas.

El puesto de trabajo objeto de análisis es en el que se efectúa, el traslado y manipulación de los contenedores, además del análisis de las actividades de deshierbe y deshije. Éstas se pueden descomponer en los siguientes pasos: **Figuras de 28 a la 39.**

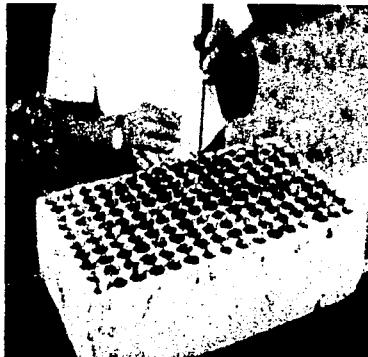
En el estudio Ergonómico efectuado en un puesto de trabajo dentro de un invernadero con Producción de Planta Forestal en Contenedor con cavidades múltiples independientes, se realizó un análisis postural y uno de manipulación de cargas: se identificaron los factores de riesgo presentes en el puesto de trabajo y su relación con las problemáticas detectadas en los mismos. Se observaron diversas lesiones musculoesqueléticas y molestias posturales, principalmente cuando se realizan actividades de deshierbe, deshije, transporte y manipulación de los contenedores que se encuentran colocados en las mesas portacharolas.



**Figura 28** Llenar las cavidades del contenedor con sustrato o con tierra al ras.



**Figura 29** Compactar de manera manual o mecánica el sustrato en las cavidades de los contenedores.



**Figura 30** Siembra de la semilla en las cavidades.



**Figura 31** Colocación del o los contenedores en las mesas de cultivo.





Figura 32 Verificación y trasplante del llenado de las cavidades del contenedor.



Figura 33 Verificación y sustitución de cada una de las cavidades para la realización de trasplantes de las semillas que si germinaron.



Figura 34 Realización del deshierbe y deshierbe de manera manual.



Figura 35 Extracción de la planta del contenedor.

Esta información se obtuvo por medio de una encuesta ergonómica realizada a trabajadores del vivero Netzahualcoyotl perteneciente a CORENA ubicado en el sur de la Ciudad de México donde se obtuvo la información que aparece en el **anexo 1**.

Todas las operaciones se realizan de pie, efectuando pequeños desplazamientos en el área de germinación (pasillos) y medianos en el traslado de los contenedores hacia alguna área determinada del vivero. El desarrollo de la actividad comprende tanto la manipulación de piezas como la repetición de operaciones manuales.

La realización de estas actividades, se hacen en condiciones extremas de temperatura debido al efecto de invernadero producido por la combinación de humedad y temperatura que oscila entre los 12 y los 18°C debajo de la mesa y entre los 20 y 40 °C, en la parte superior de ésta, que sería la temperatura ambiente dependiendo de la región geográfica donde se encuentre el vivero.

En la operación del traslado y manipulación de los contenedores y las mesas porta charolas (si es necesario), las cargas a soportar en los contenedores sin planta oscilan entre los 4 y los 7 kilos dependiendo de las dimensiones del contenedor y el número de cavidades que tenga: el peso con planta, sustrato y residuos de agua de riego (humedad), oscila entre los 12 y los 15 kg.

Se comprueba la existencia de riesgo a sufrir trastornos musculoesqueléticos en las actividades que corresponden a las operaciones de la siembra de semilla, transplante, deshije y deshije y traslado al vehículo de transporte. En estas, se detectan posturas con los brazos estirados adoptando posiciones forzadas de alcance del brazo y la mano, una inclinación de la espalda en un ángulo que es inadecuado, estirando en demasía las extremidades superiores y el tronco del cuerpo desde la cintura.

El espacio para realizar estas actividades es en ocasiones pequeño y en otras muy sobrado, lo cual trae como desventaja en el primer caso, que el campo de acción limitado y lastime a la persona debido a la estrechez entre contenedor y contenedor, además de que el espacio no permite desempeñar adecuadamente todas las actividades con la rapidez deseada, en el segundo caso, lo sobrado del espacio reduce el espacio de producción, esto hace que haya una superficie desperdiciada.



Figura 36 Traslado al área de empaque.



Figura 37 Empaquetado de las plantas en cajas.



Figura 38 Traslado de las plantas a la zona de reforestación.



Figura 39 Siembra de la planta.

TRABAJOS CON  
FALLA DE ORIGEN

En la operación de traslado al área de transporte se detecta la adopción de esfuerzos extremos de las vértebras de la columna al cargar el contenedor en una posición no adecuada, ya que el punto de apoyo que proporcionan las piernas esta muy forzado debido a que las asideras del contenedor están muy alejadas del usuario lo cual hace que el ángulo de inclinación del cuerpo sea excesivo.

Otro problema que presenta el puesto de trabajo objeto de análisis es la elasticidad, debido a que se permanece de pie durante toda la jornada de trabajo que oscila de 4 a 8 horas, con pocos desplazamientos. Los primeros síntomas y problemas derivados de la postura de pie prolongada son: dolor, discomfort, fatiga, hinchazón de piernas y pies, y otros problemas circulatorios debido a la acumulación de sangre por dificultad del retorno venoso (Zhang, Drury, Woolley, 1991).

### Antropometría

Es fundamental establecer los criterios dimensionales sobre los cuales se configurarán tanto el soporte, la charola, y el envase, para la producción de planta forestal en vivero, de tal manera que se empleen las medidas adecuadas adulta masculina y femenina de nuestro país, y así facilitar las actividades que realicen sin detrimento de su desempeño a causa de posturas corporales no adecuadas y esfuerzos excesivos en el puesto de trabajo.

En **Tabla 17** y la **Figura 40** se ilustran los datos dimensionales a considerar obtenidos del análisis antropométrico realizado con la gente que trabaja en el vivero.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

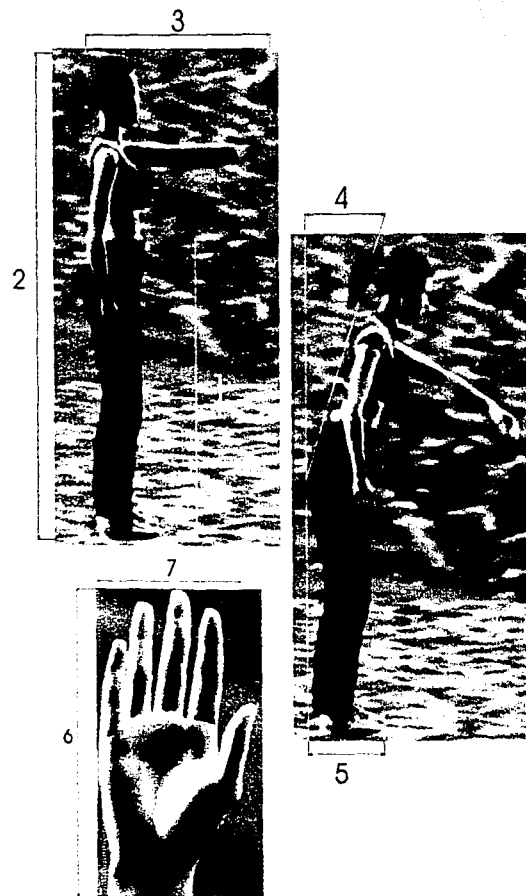


Figura 40 Esquemas de las posturas mas importantes en la actividad del cultivo de planta forestal en vivero.

**Resultados del Análisis Antropométrico del Puesto de Trabajo**

Mujer	1	2	3	4	5	6	7
Número de Percentil	Distancia Piso Codo	Estatura	Alcance Punta Mano	Flexión	Profundidad Máxima del Cuerpo	Dimensión de la Mano	Anchura de la Mano
95	100	160	80	50°	32	17.5	7.5
5	85	145	70	40°	25	16	6.5
<b>Hombre</b>							
95	110	176	91	55°	32	19.0	8.3
5	92	154	71	22°	21	15.0	6.2

**Tabla 17** Percentiles de dimensiones obtenidas del análisis antropométrico realizado a trabajadores del vivero Netzahualcoyotl de CORENA – PRONARE.

**OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO**

Diseñar un Sistema de Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero e Invernadero, con infraestructura y materia prima ya existentes en el país, que se adapte a las dimensiones humanas, y que permita tener acceso a todos y cada uno de los envases de manera independiente, por medio de una estructura modular, móvil, que permita su estiba.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FUNDAMENTACIÓN

Debido al cambio tecnológico de la producción de planta forestal en vivero e invernadero, que ha pasado del sistema tradicional en bolsa al sistema de producción en contenedores, y a la resolución no adecuada de los problemas de infraestructura de vivero en nuestro país por personas no especializadas de la región o zona donde se encuentra la necesidad, han hecho que se presenten deficiencias notables entre las cuales se encuentran:

- ✱ No se tiene acceso a las charolas centrales sin retirar las de los extremos, en las labores de deshierbe y deshierbe, habiendo dificultad para detectar un brote de plaga.
- ✱ Queda muy descuidado, el factor antropométrico en relación con los aspectos ergonómicos ya que no se consideran las dimensiones corporales, posiciones y esfuerzos al que es sometido el usuario durante las diferentes etapas del proceso productivo, por lo que se pueden producir lesiones, fatiga, cansancio, e incomodidad provocando bajos niveles de productividad laboral.
- ✱ Estas mesas han sido fabricadas en materiales como madera, metal y concreto que son rápidamente desgastados por factores ambientales, así como el agua de riego que se utiliza y que es altamente corrosivo por los químicos que contiene, esto, provoca un mantenimiento excesivo acortando la vida útil de la estructura, en algunos casos estos sistemas se han reforzado de más y han elevado su costo.
- ✱ Algunos sistemas de soporte presentan uniones permanentes por lo que es imposible desarmar, trasladar o estibar. Otros cuentan con uniones no permanentes, que son poco confiables. Y por último las uniones con piezas sobre puestas, que hacen más versátil la estructura y permiten colocar contenedores más pequeños, corriendo el riesgo de algún deslizamiento, que provocara el desplome de todo el sistema.



## Capítulo 5 El Diseño al servicio de la Ecología

- ✱ El constructor de las mesas por lo regular es originario del lugar donde se instala el vivero y/o invernadero. esto hace que recurra a los materiales que estén a su alcance y que aplique las técnicas que conoce. siendo de vital importancia el factor económico para producirlas.
- ✱ Desde el punto vista semiótico las mesas existentes comunican improvisación, baja productividad, pesadez visual, gran costo económico, inestabilidad y desorden. que denotan una vida útil corta.
- ✱ Por condiciones productivas y ecológicas se requiere la optimización de espacio dentro del vivero. produciendo mayor número de plantas sin pasillos fijos. evitando así el desperdicio de agua de riego, fertilizantes, y la contaminación del subsuelo.
- ✱ En los contenedores se requiere una solución integral para que sean funcionales y cubran los requisitos técnicos en la producción de plantas de calidad. pero que también sean factibles de producir, distribuir, y reciclar de la manera más eficiente.
- ✱ Uno de los puntos críticos del proceso es durante el traslado de la planta a la zona de reforestación. ya que un mal manejo del producto echaría a perder todo el trabajo realizado en el vivero. por lo cual se necesita un empaque y embalaje que además de seguro sea económico.
- ✱ Se debe tomar en cuenta que no existe una empresa que se dedique al diseño y elaboración de los soportes porta charolas para viveros e invernaderos. además de que los contenedores son muy variados y no cumplen con las expectativas que se requieren. debido a esto y las problemáticas mencionadas es necesario la intervención del **Diseño Industrial**.

## 5.4 Requerimientos

1. El sistema contará con las medidas adecuadas, para que pueda ser manipulado por una sola persona, tomando como base las siguientes dimensiones:
  - ✦ largo: 70cm.
  - ✦ ancho: 60cm.
  - ✦ alto: 85 cm.
2. Permitir el acceso a todas las charolas, para realizar labores de deshierbe y de deshye por medio de pasillos que miden 30 cm de ancho.
3. La edad recomendable para la gente que manipula la carga, en mujeres será en rangos de 20 a 50 años, y en hombres de 18 a 60 años.

### Charola

4. El sistema contará con cavidades independientes, para la remoción individual de plántulas, utilizando tubetes o envases independientes.
5. La charola o bastidor permitirá su manipulación por medio de una zona prensil, utilizando una asidera integrada a la forma.
6. Las dimensiones mínimas para una asidera de acuerdo al análisis antropométrico son de: ♣
  - ✦ 5 cm. de largo.
  - ✦ 2 cm. de ancho.
  - ✦ 2.5 cm. de profundidad.
7. La charola resistirá una carga o esfuerzo, con un máximo de 60 Kg. Integrando a su forma costillas de refuerzo y estructuración.
8. La profundidad de la superficie de trabajo para alcanzar todas las cavidades de la charola, de acuerdo al análisis antropométrico será de 70 cm.

♣ Las dimensiones propuestas en los requerimientos, están basados en el análisis antropométrico realizado en el vivero Netzahualcoyotl, **Anexo 1.**

### Tubete

9. Para evitar que la plántula se dañe, la salida de agua se realizará, utilizando orificios de drenado en la parte inferior.
10. La forma que guíe la raíz de la plántula hacia la parte baja, para evitar su enroscamiento y favorecer la poda aérea, será por medio de costillas integradas a ésta que sirvan como estructura.
11. Resistirá las condiciones ambientales del vivero e invernadero, para evitar su corrosión o degradación, utilizando en su fabricación plásticos de PP (Polipropileno) con protección UV.
12. Las dimensiones y volumen del envase para la producción de planta se tomara de los ya existentes en el mercado, estas son:
  - 5.45 cm Ø X 12 cm de largo.
  - 5.45 cm Ø X 16.1 cm de largo.
  - 5.45 cm Ø X 18 cm de largo.
  - 5.45 cm Ø X 20.5 cm de largo.
13. El lavado para su desinfección, se logrará por medio de una superficie lisa en su interior.
14. El proceso de fabricación debe responder a la demanda potencial del mercado (280 millones), siendo el más viable la inyección de plástico.
15. Los envases y el soporte se integraran al sistema por medio de una charola o bastidor.
16. El color del envase proporcionara temperatura para la germinación y desarrollo de la raíz, utilizando el color negro.
17. Charola y envases deben integrarse para proveer una superficie lisa, sin altos o bajorrelieves ni orificios, esto se lograra por medio de un acoplamiento cónico o con cejas en los tubetes.



## Soporte

18. La estructura para soportar la charola y envases se fabricará con perfil de acero al bajo carbón rolado en frío de 5/8" calibre 16.
19. La altura adecuada de la mesa para la realización cómoda de las actividades cotidianas, de acuerdo al análisis antropométrico será de 85 cm.
20. El peso adecuado para que una persona adulta pueda cargarlo fluctúa entre los 15 y 20 Kg de acuerdo al estudio de cargas de Liberty Mutual. (Snnok y Cinello 1991).
21. El sistema permitirá la germinación y cultivo de la planta en el vivero así como su traslado a la zona de reforestación, por medio de una estructura modular móvil, que se adapte a las dimensiones de los viveros y unidades de transporte.
22. Se contará con dos alturas, una de trabajo y otra para el transporte donde interviene la estiba, esto se logrará por medio de una estructura telescópica.
23. Se debe optimizar toda la superficie del vivero o invernadero para la creación de pasillos por medio del deslizamiento de las charolas de trabajo.
24. El dimensionamiento en los módulos del sistema para su traslado se dará basándose en las unidades de transporte existentes como son:
  - ✘ Camión de 3 ½ toneladas, de 2.10 metros de ancho por 3 metros de largo.
  - ✘ Camión rabón de 8 toneladas, de 2.30 metros de ancho por 5 metros de largo.
  - ✘ Camión Torton de 18 toneladas, de 2.30 metros de ancho por 6 metros de largo.

Una vez establecidos los requerimientos de diseño que determinan los parámetros por los cuales el sistema para el cultivo de planta forestal se conformará. En los siguientes capítulos se describirán de manera detallada sus características intrínsecas; las propuestas que definieron su forma, los elementos que lo componen, su entorno productivo y económico, así como su inserción en el mercado forestal de México.

# Capítulo 6

Desarrollo de los Envases con  
Soporte para Planta Forestal en  
Vivero

*El mal no existe.  
El enemigo más grande del  
género humano es el temor.*

George Weinberg.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 6.1 Alternativas de Solución

En los capítulos anteriores se realizaron análisis, comparaciones y evaluaciones acerca de la infraestructura más común en la producción de planta forestal en vivero. Las descripciones que se manejaron fueron enfocadas al uso de materiales, a la calidad y cantidad del producto, a los procesos productivos tanto de los soportes, como de envases y a las actividades que realiza el usuario en las labores de cultivo y plantación.

Con base a estas observaciones se pudieron plantear una serie de alternativas, que tenían el objetivo de ofrecer una solución viable a todas las problemáticas detectadas en el cultivo, producción y transporte de planta forestal, en este documento solo se presentan las opciones más representativas en el proceso de diseño, tanto del soporte, como del envase y la charola o bastidor. Estas soluciones fueron sometidas a un análisis y evaluación a detalle, para poder obtener cual de éstas en mayor o menor medida, dan respuesta objetiva, a los requerimientos de diseño y de esta manera poder elegir la mejor solución a las necesidades existentes en el vivero.

### 6.1.1 Bocetos, Simulaciones y Modelos

#### Propuesta 1 del soporte

Dimensiones	Descripción	Tipo de Contenedor a Usar (cm)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ancho: 1.15 m, extendida y 0.90 plegada.</li> <li>Largo: 1.32 m.</li> <li>Alto: 0.65 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte para contener charolas de poliestireno de distintas medidas.</li> <li>Módulo móvil.</li> <li>Capacidad extensible.</li> <li>Apoyos plegadizos.</li> <li>1/3 de la superficie elevada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cooperblock de 35 X 60 X 10</li> <li>Cooperblock de 35 X 60 X 12</li> <li>Cooperblock de 35 X 60 X 15</li> <li>Poliestireno 37.3 X 61.3 X 10</li> <li>Bastidor 38.5 X 60.5 X 10</li> <li>Base de plástico 30 X 30 X 10</li> <li>Charola 35.2 X 21.6 X 10</li> </ul>

Tabla 18 Cuadro de análisis de la primer propuesta de soporte.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

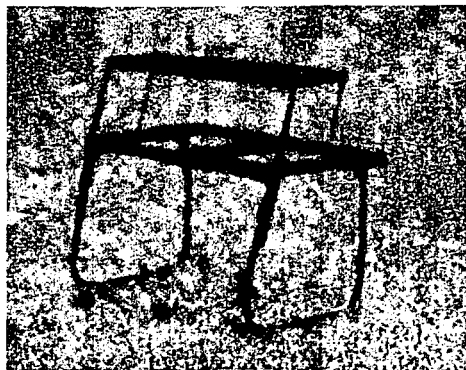


Figura 41 Modelo de la propuesta 1 del soporte para contenedores.

### Características

- ✦ Aspersión móvil (robot).
- ✦ PP. inyectado en los bastidores.
- ✦ Apoyos plegables: tubo de acero al bajo carbón rolado en frío de 1 pulg de diámetro calibre 18.
- ✦ Por medio de un mecanismo en los bastidores móvil y fijo se puede agrandar o acortar las dimensiones del mismo, para poder colocar bastidores de diferentes dimensiones.
- ✦ Un tercio de la superficie puede ser elevada para crear pasillos y optimizar la superficie del vivero.
- ✦ Por ser móvil al termino del ciclo de producción se puede trasladar a una bodega para ser estibado.
- ✦ Pintura electrostática en las partes metálicas.
- ✦ El soporte es transportado por 4 personas.
- ✦ La dimensión a lo ancho, permite que se puedan realizar las actividades de ambos lados de la mesa.
- ✦ Los dos niveles del soporte permiten que se puedan realizar las actividades tanto en posición sédente como de pie. **Figura 41**

### Propuesta 2 del Soporte

Propuesta 2	Dimensiones	Descripción	Tipo de Contenedor a Usar (cm)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho: 0,60 m.</li> <li>• Largo: 0,70 m</li> <li>• Alto: 0,84 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte para contener charolas de PP. con tubetes intercambiables.</li> <li>• Módulo móvil.</li> <li>• Dos alturas.</li> <li>• 2 Apoyos al piso y un tubo central de eje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bastidor 70 X 60 X 25 cm</li> <li>• Tubete 5,45 X 20,5 cm.</li> </ul>

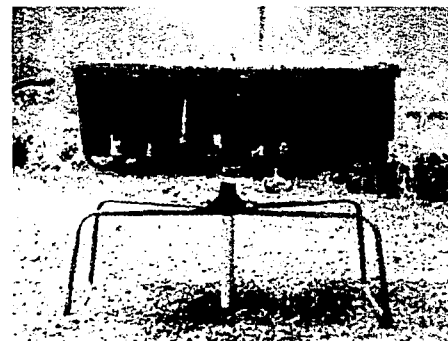
Tabla 19 Cuadro de análisis de la segunda propuesta de soporte.

### Características

- ✦ PP. inyectado en los bastidores, nodo superior e inferior, nieles por donde se recorre la charola.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

- ✦ Tubo de lamina negra de 1/2 pulg de diámetro calibre 18.
- ✦ Por medio de un mecanismo en el tubo central se puede aumentar o disminuir la altura de trabajo.
- ✦ Ajuste de la altura por medio de una abrazadera.
- ✦ La superficie del bastidor puede ser deslizada para crear pasillos y optimizar la superficie del vivero.
- ✦ Pintura electrostática de poliuretano en las partes metálicas.
- ✦ Inhibidor de rayos UV en las partes plásticas.
- ✦ La dimensión a lo ancho, permite realizar las actividades de ambos lados de la mesa.
- ✦ Las dos alturas del soporte permiten que se puedan realizar las actividades de siembra a determinada altura y las de transporte a una altura inferior para ocupar menos espacio.
- ✦ En el transporte se pueden crear tres niveles de estiba para optimizar el espacio del camión. **Figura 42**

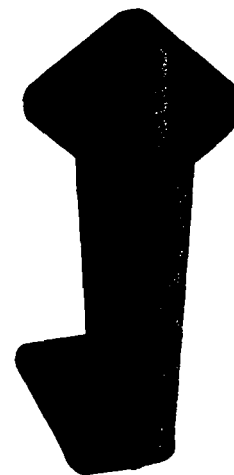


**Figura 42** Simulador de la propuesta 2 del soporte para contenedores hecha con metal y plástico reforzado con fibra de vidrio

### Propuesta de Tubete

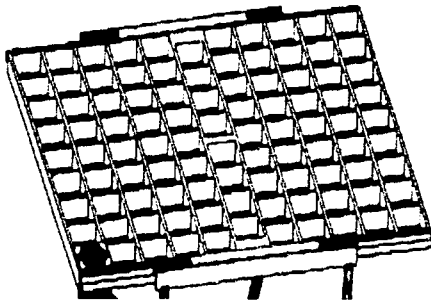
	Dimensiones	Descripción
<b>Propuesta del Tubete</b>	• Tubetes intercambiables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los tubetes propuestos tienen las medidas de volumen y dimensionamiento comerciales.</li> <li>• Se analizaron varias formas de la cavidad del tubete.</li> <li>• Se propone integrar las costillas que evitan el enroscamiento de la raíz a la forma, para aumentar la resistencia del tubete, para una manipulación más adecuada al momento de la plantación y para disminuir la cantidad de plástico que se inyecta en su fabricación.</li> <li>• La forma evolucionó de 4 a ocho costillas debido a que se ha comprobado en estudios de reforestación que el número óptimo de costillas que debe tener un tubete ya sea intercambiable o fijo es de ocho por cada uno, con medidas de peralte de 3 mm o menores. Al integrar las costillas a la forma y aumentar el peralte a 5 mm o más se reduce el número de costillas necesarias. Tomando en cuenta lo anterior la propuesta a utilizar es la de seis costillas.</li> <li>• El material propuesto es PP, por su alta resistencia a la intemperie y las sustancias químicas del agua de negro. <b>Figuras 43</b></li> </ul>
	• 5.45 X 12 cm.	
	• Tubetes intercambiables	
	• 5.45 X 18 cm.	
	• Tubetes intercambiables	
• 5.45 X 16.1		
• Tubetes intercambiables		
• 5.45 X 20.5		

**Tabla 20** Cuadro de análisis de la propuesta del envase o tubete.



**Figura 43** Isométrico del tubete propuesto con seis costillas.

### Propuesta del Bastidor



**Figura 44** Isométrico de la propuesta más representativa de charola o bastidor.


Propuesta de charola o bastidor	Dimensiones	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 X 60 X 2 cm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El número de cavidades propuestas es de 98 para tubete con 5,45 cm de Diámetro.</li> <li>• El material que se propone es PP. con carga de fibra de vidrio.</li> <li>• Las costillas de deslizamiento son de 1,6 cm. para que se pueda desplazarse sobre los neles del soporte y poder crear los pasillos.</li> </ul> <p><b>Figura 44</b></p>

**Tabla 21** Cuadro de análisis de la propuesta del bastidor o charola.

## 6.2 Evaluación de Alternativas Viables

En los cuadros siguientes se mencionaran algunas características de las propuestas tanto del soporte, como del envase y bastidor, para de esta manera obtener la alternativa que cumpla con los requerimientos de diseño y con las expectativas esperadas en la producción de planta forestal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Comparativo de las Propuestas de Soportes para Planta Forestal	Características	Propuesta 1	Propuesta 2
			
	Viabilidad de producción de la charola o bastidor		
	Resistencia de los mecanismos a condiciones de humedad y altas temperaturas.		
	Facilidad de transporte.		
	Capacidad de carga limitada.		
	Contiene muchos elementos.		
	Esta apoyado por solo dos puntos en el piso.		
	Simplicidad en el proceso de producción.		
	Dos alturas de trabajo tanto en posición <i>sédente</i> como de <i>p.e.</i>		
	La versatilidad de poder contener todos los tipos de charolas de poliestireno.		
	Optimización de espacio por su estiba.		
	El material del bastidor puede resistir la intemperie y los químicos del agua de riego.		
	Los módulos pueden ser transportados por una sola persona por sus dimensiones pequeñas.		
	La posibilidad de crear pasillos y ocupar toda superficie del vivero.		
	La estiba se facilita al tener dos altura, una de trabajo y otra de transporte.		
	El transporte es realizado en cualquier camioneta colocando tres camas de soportes uno encima de otro.		

Cumple con la característica

**Tabla 22** Cuadro de características de las propuestas más representativas de los sistemas de soporte.

La evaluación de estas propuestas se basa en el cumplimiento total o parcial de algunos criterios que aparecen en el **anexo 2** empleados para establecer un proyecto de diseño. Una vez contemplados estos criterios, se realizó una evaluación cualitativa de las propuestas de soportes. **Tabla 23** para observar de manera gráfica cual de ellas es la que cuenta con mayores ventajas y cual puede ser una alternativa a considerar, en el caso de los envases y los bastidores o charolas no se realizó dicha evaluación debido a que sus características técnicas son muy similares entre sí y solo varían en la forma.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



**Cumple satisfactoriamente**  
**No cumple**

	Criterio	Propuesta 1	Propuesta 2
	Seguridad		
	Reparación		
	Antropometría		
	Transporte		
	Mecanismo		
	Confiabilidad		
	Veracidad		
	Resistencia		
	Centro de Gravedad		
	Estandarización		
	Estética		
	Estructurabilidad		
	Bienes de Capital		
	Mano de obra		
	Normas técnicas		
	Demanda		
	Conveniencia		
	Tolerancias		
	Coherencia forma		

**Tabla 23** Cuadro de evaluación de las propuestas de soportes para ser utilizados en la reforestación.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



Comparativo de las Propuestas de Envases para Planta Forestal	Características	Propuesta con 6 costillas	Propuesta con 4 costillas
	<p>Contiene las suficientes costillas que puedan impedir el enroscamiento de la raíz.</p> <p>Se acopla perfectamente a la forma de la cavidad del bastidor o charola.</p> <p>Menor complejidad en la elaboración del molde.</p> <p>Se puede manipular de forma individual cada partícula.</p> <p>El material en que está hecho el tubete es PP, lo cual prolonga su vida útil.</p> <p>Las costillas están integradas a la forma.</p> <p>Los tubetes contienen inhibidor de rayos UV.</p> <p>Se puede ahorrar material ya que la forma permite una mejor estructura del envase.</p> <p>El número de costillas integradas permite que la raíz no se enrosque y pueda salir por el orificio de drenado.</p>		

Cumple con la característica

Tabla 24 Cuadro de características de las propuestas más representativas de los envases.

Cuadro de Características de los Bastidores o Charolas	Características del Bastidor
	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene un tope que no permita que la charola al deslizarse se salga de su lugar por completo.</li> <li>No tiene asideras de donde se pueda manipular.</li> <li>Las anchas de cada cavidad no están redondeadas lo cual hace que la peza en cada unión sea más frágil.</li> <li>El material en que está hecho el tubete es PP, lo cual prolonga su vida útil.</li> <li>Las dimensiones de alcances son las óptimas para las labores de deshierbe y deshoje.</li> <li>Se pueden realizar las labores de cualquiera de los cuatro extremos de la charola.</li> <li>No es necesario ensamblar o unir ningún otro elemento.</li> <li>El proceso de manufactura es más sencillo ya que se realizan cavidades lineales.</li> </ul>

Tabla 25 Cuadro de características de la propuesta más representativa de los bastidores o charolas.

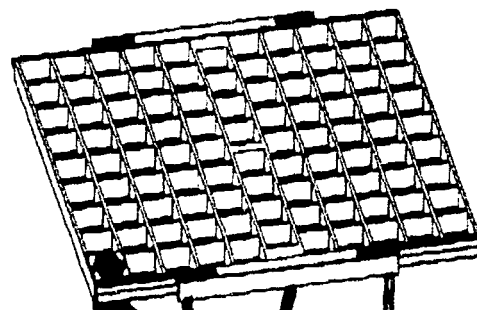


Figura 45 Propuesta más representativa del bastidor o charola con 98 cavidades.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## Capítulo 6 Desarrollo de los Envases con Soporte para Planta Forestal en Vivero

Las opciones que anteriormente se describieron, sufrieron varios cambios durante todo el proceso de diseño. algunas fueron modificadas parcial o totalmente dependiendo de las dificultades e inconvenientes que se encontraban en ellas, otras, variaron en concepto, forma o materiales, pero todas fueron planteadas para resolver las necesidades del vivero ya mencionadas.

Cabe mencionar, que cada una de estas propuestas, tienen ciertas aportaciones aunque algunas de ellas no cumplieron con lo esperado al ser analizadas. Con base en esto y rescatando alguna o varias características de éstas se pudo plantear una opción mejor sustentada, que cumple con todas las características descritas en los requerimientos y que resuelve de manera eficaz las necesidades detectadas en el vivero. esta propuesta se describe a detalle en las siguientes paginas.



**El Sistema de Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero** es una alternativa que contribuye y auxilia el proceso de reforestación, con la premisa de revertir en lo posible la deforestación y degradación de los recursos forestales del país, ayudando a crear una conciencia forestal basada en un desarrollo sustentable donde se aprovechen lógicamente los recursos humanos, económicos y tecnológicos en la explotación de bosques y selvas.

El uso de este sistema esta enfocado a la producción de planta de tipo tropical, en viveros permanentes y temporales y puede también ser utilizado para la producción de planta de clima templado, con las reservas en productividad que ello representa.

Tiene la función de contener y permitir el cultivo, propagación y desarrollo de semillas hasta su crecimiento a plántula.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 6 Desarrollo de los Envases con Soporte para Planta Forestal en Vivero

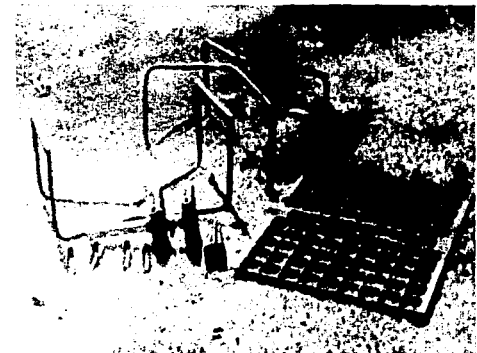
Su diseño es completamente integral, soporte, envase y charola interactúan para que la planta tenga un desarrollo fisiológico y morfológico adecuado dentro y fuera del vivero, dando respuesta a problemáticas como la optimización de espacio en el vivero, la manejabilidad de los soportes, charolas y envases por el usuario, la protección de la planta al ser transportada, el aprovechamiento de espacio tanto en la producción como en su estiba y la adecuación del puesto de trabajo al usuario (viverista), que le facilite la realización de sus actividades, mediante un objeto que cuente con las medidas antropométricas adecuadas y una distribución lógica de los elementos en el vivero.

Como ya se dijo anteriormente este diseño es integral y está compuesto de varios elementos que están hechos de distintos materiales y formas, cada uno cumple con una función en específico por lo que a continuación se presenta la **Tabla 26** que contiene las partes, secciones y componentes que integran éste.

Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero	Sección	Pieza	Cantidad	
	Soporte	• Rieles.		2
		• Módulo Superior.		2
		• Módulo Inferior.		1
		• Nodo Fijo Superior.		1
		• Nodo Fijo Inferior al tubo central.		1
		• Nodo de ajuste Superior.		1
		• Nodo de ajuste Inferior.		1
		• Abrazadera de Seguridad.		1
		• Pernos de apoyo		2
• Tornillos.			8	
• Regatones.		4		
Envase (tubete)	• Envases pl. Planta Tropical.		98	
Bastidor o Charola	• Charola de 98 Cavidades Independientes.		1	

**Tabla 26** Tabla de componentes que integran el sistema (un módulo).

La tabla anterior nos muestra las partes y componentes en los que está dividido el sistema, que están diseñados para un uso y función en específico, en la **Figura 46** se presenta una imagen donde se observan cada uno de los elementos que integran el objeto de diseño.



**Figura 46** Imagen del Soporte con todos sus elementos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

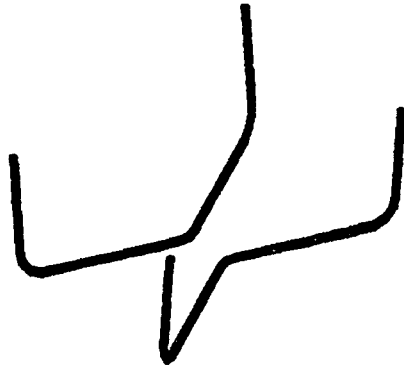


Figura 47 Módulo superior del soporte para contenedores.

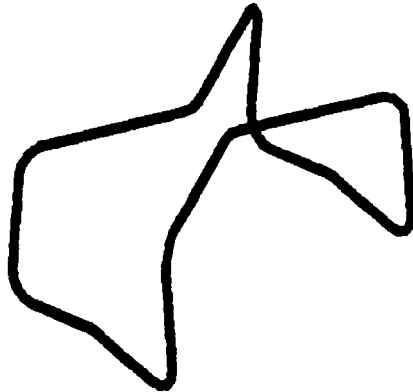


Figura 48 Módulo inferior del soporte para contenedores.

### Descripción del sistema

El soporte es la estructura que va sostener y suspender a determinada altura la charola y los envases (tubetes). su diseño es modular y esta destinado para ser utilizado en viveros donde el balastro o piso, haya pasado por un proceso de compactación y aplanado para que la platabanda que se conforme de estos módulos sea lo más homogénea posible. Su fabricación es completamente industrial ya que intervienen procesos de doblado, corte, unión y acabados de tubo, así como la fabricación de piezas de plástico inyectadas. Las tablas que se presentan en las páginas siguientes describen detalladamente los elementos que integran esta sección.

	Material	Función	Descripción
<b>Soporte</b> <b>Módulos Inferior y Superior</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tubo de acero rolado en frío de 5/8 de Dia. Calibre 16, con acabado de Poliuretano de aplicación electrostática, color azul <b>Anexo 3</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada módulo tanto el inferior como el superior sirven de estructura para el soporte, su función es la de aislar el tubete (módulo superior) y la planta (módulo inferior) a determinada altura (25 cm) para que pueda ser transportada con todo y soporte a la zona de plantación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Son dos estructuras tubulares con acabado de poliuretano electrostático que retarda los efectos del desgaste y corrosión causados por la intemperie, la humedad y los químicos a los que van a estar expuestas dentro del vivero, el módulo superior esta unido por dos rieles de PP., que soporta y desliza la charola. El módulo inferior esta soldado de ambos extremos de las dos piezas que lo conforman lo que permite que esté completamente sellado y no existan filtraciones de agua o químicos en el interior del tubo. El color azul de la estructura auxilia y facilita la localización de hongos o plagas de manera visual.</li> </ul>

Tabla 27 Descripción de piezas del soporte (Módulo Inferior y Superior).

Capítulo 6 Desarrollo de los Envases con Soporte para Planta Forestal en Vivero

	Material	Función	Descripción
Soporte Regatones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PP. con carga de fibra de vidrio con acabado natural color negro, que contiene inhibidor de rayos UV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La función de estos cuatro regatones es la anclar en cuatro puntos el soporte completo en el balastro o piso del vivero.</li> <li>• Sirven como apoyo para los pies al momento de accionar el mecanismo que nivela la altura del soporte para que éste permanezca estático al piso.</li> <li>• Al momento de la estufa ya sea en el vehículo de transporte o en la bodega, sirven como un elemento de ensamble que contribuye a la estabilidad y a evitar deslizamientos entre el regatón y el rol de los soportes aplados, para optimizar el espacio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La forma de estas piezas esta adecuada para que el zapato o bota se apoye correctamente y no se resbale al momento de activar el mecanismo del soporte. Su proceso de fabricación es en inyección de plástico.</li> <li>• Están ubicados en la parte de apoyo del módulo inferior y están unidos a éste por medio de la marra forma que aprieta al tubo en la curva por presión.</li> </ul>
Soporte Nodo Fijo Superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PP. con carga de fibra de vidrio con acabado natural color negro, que contiene inhibidor de rayos UV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta pieza tiene la función de hacer presión junto a la otra parte del nodo para envolver y apriornar el tubo y que éste no tenga ningún movimiento al momento de ejercerle una fuerza horizontal o vertical.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un elemento que se encuentra en la parte superior del mecanismo central del soporte, su forma es geométrica lo cual hace que se integre a éste, debido a que su proceso de fabricación es la inyección de plástico esta reforzado en el interior con costillas de 4 mm de espesor que forman una estructura bastante rígida que disipa los esfuerzos hacia la estructura tubular a la cual está sujeta.</li> <li>• La unión entre las 2 partes del nodo es por medio de tornillos.</li> </ul>

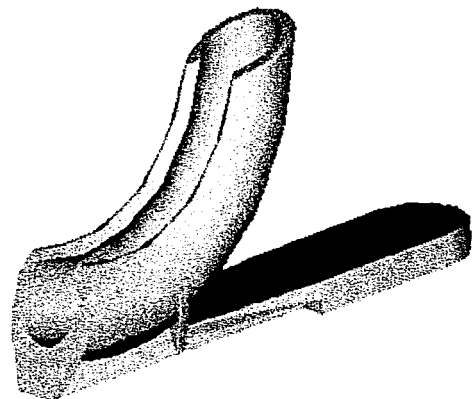


Figura 49 Regatón de apoyo al piso.

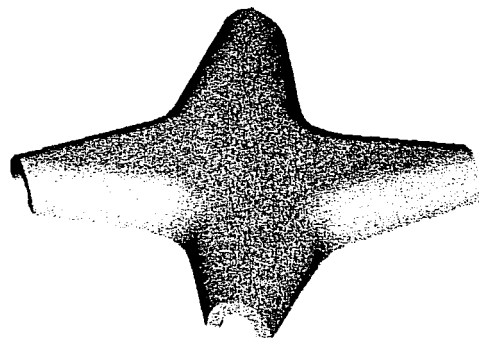


Figura 50 Nodo fijo superior.

Tabla 28 Descripción de piezas del soporte (Regatones y Nodo Fijo Superior).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

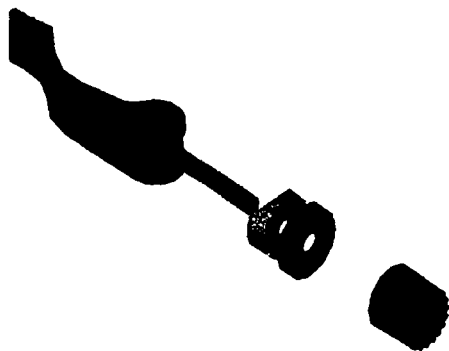


Figura 51 Abrazadera de aluminio anodizado.

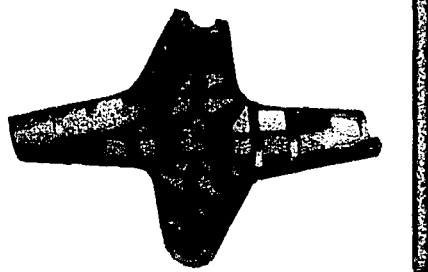


Figura 52 Nodo Fijo Inferior y tubo central metálico de deslizamiento

	Material	Función	Descripción
<b>Soporte</b>	<b>Abrazadera de Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pieza comercial de aluminio, cuenta con palanca de presión, tornillo de ajuste y empaques de plástico.</li> <li>Su función es la de ejercer presión y asegurar el tubo central del soporte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La palanca que activa el mecanismo de levantamiento del soporte puede ser accionada con una sola mano que quita la presión ejercida por la abrazadera para que pueda moverse y ser desplazado el tubo central en sus dos posiciones.</li> <li>Este mecanismo de seguridad esta ensamblado al nodo de ajuste superior que es el que se abre o cierra dependiendo del movimiento a realizar.</li> </ul>
	<b>Nodo Fijo Inferior</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PP, con carga de fibra de vidrio con acabado natural color negro, que contiene inhibidor de rayos UV.</li> <li>Tubo de 1" de diámetro y espesor 16 de acero inoxidable del tipo Austenítico AISI 304.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Véase Nodo Fijo Superior.</b></li> <li>En ella se inserta un tubo que funciona como un eje central que activa mecanismo de elevación del soporte el cual rota y se desliza entre los nodos tanto el superior como el inferior para poder obtener las dos alturas de la mesa que son las adecuadas para la realización de las actividades que se realizan en ella.</li> <li><b>Véase Nodo Fijo Superior.</b> A diferencia del nodo fijo superior la forma de éste es un poco mas orgánica y recibe el mayor esfuerzo del módulo superior, esta parte del nodo contiene el tubo con el cual se puede variar altura del soporte para utilizarse en las labores del vivero o en el transporte y la estiba.</li> <li>El tubo es de acero inoxidable lo cual garantiza que el mecanismo no va sufrir alteración por los factores climáticos sobre todo la humedad y por ende la oxidación, aunque la fricción del tubo siempre se realiza con materiales plásticos lo cual también ayuda que no exista ese desgaste excesivo al momento del movimiento. Este tubo tiene dos perforaciones por donde pasan dos pernos que son los que sostienen el módulo superior en sus dos posiciones.</li> </ul>

Tabla 29 Descripción de piezas del soporte (Abrazadera de seguridad y Nodo Fijo Inferior).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 6 Desarrollo de los Envases con Soporte para Planta Forestal en Vivero

	Material	Función	Descripción
Soporte	Nodo de Ajuste Inferior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PP. con carga de fibra de vidrio con acabado natural color negro, que contiene inhibidor de rayos UV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta pieza tiene la función de hacer presión junto a la otra parte del nodo para envolver y aprisionar el tubo y que éste no tenga ningún movimiento al momento de ejercerse una fuerza horizontal o vertical.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza de PP. con carga de fibra de vidrio con acabado natural negro, e inhibidor de rayos UV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustener y deslizar el bastidor o charola.</li> <li>• Apoyar al momento de la estiba los otros módulos que son sobrepuestos para formar las tres camas en el vehículo de transporte.</li> <li>• Estructurar y evitar que el módulo superior del sistema se abra con el peso de las plántulas.</li> </ul>
	Riel		

Tabla 30 Descripción de piezas del soporte (Nodo de Ajuste Inferior y Riel).

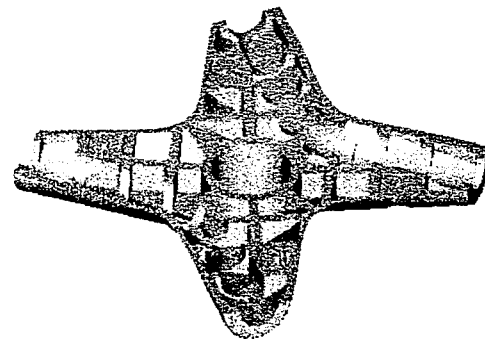


Figura 53 Nodo de ajuste inferior.

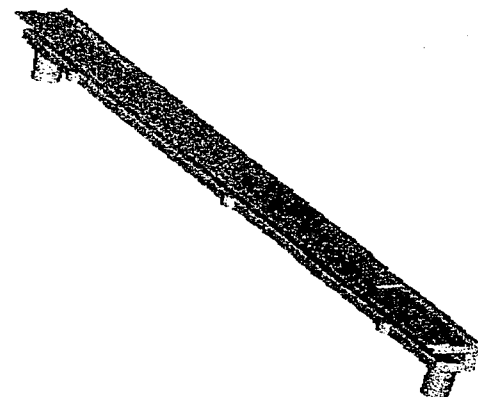


Figura 54 Riel que permite el deslizamiento del bastidor o charola.

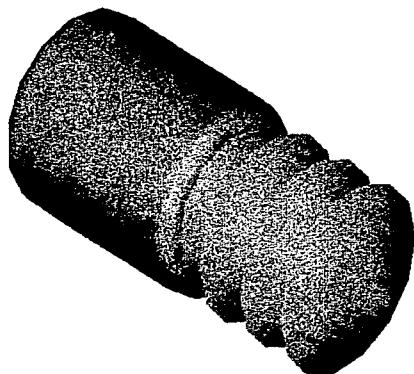


Figura 55 Perno cabeza allen.

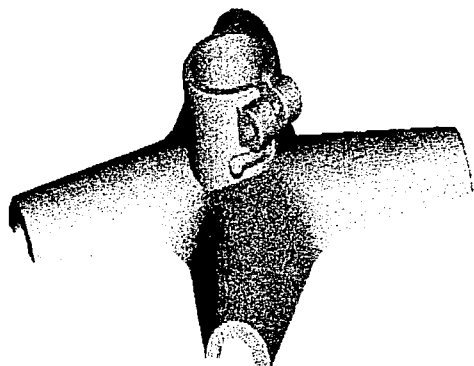


Figura 56 Nodo de Ajuste superior.

	Material	Función	Descripción
Pernos Inferior y Superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acero niquelado de 3/16 cabeza Allen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sostener la parte superior del sistema al momento en que este elevado (perno inferior).</li> <li>Sostener la parte superior del sistema al momento en que este plegado (perno superior).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando se activa el mecanismo del sistema por medio del giro del la parte superior de éste. El perno que se encuentra en la parte inferior del tubo central es apoyado en la ranura que se encuentra en el nodo de ajuste inferior para sostener todo el peso de las plántulas, charola y tubetes.</li> <li>El perno superior se utiliza cuando la mesa esta en su posición de traslado o estiba, este perno de igual forma que el inferior se ensambla en la ranura del nodo de ajuste superior y no permite que la mesa cambie o se mueva de posición bruscamente.</li> <li>El perno superior e inferior cuentan con cuerda estándar para ser atornillado en el tubo central, para que todo el sistema pueda ser desarmado por completo.</li> </ul>
Nodo de Ajuste Superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>PP. con carga de fibra de vidrio con acabado natural color negro, que contiene inhibidor de rayos UV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta pieza tiene la función de hacer presión junto a la otra parte del nodo para envolver y apriionar el tubo y que éste no tenga ningún movimiento al momento de ejercerle una fuerza horizontal o vertical.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un elemento que se encuentra en la parte inferior del mecanismo central del soporte, su forma es orgánica, su proceso de fabricación es la inyección de plástico esta reforzado en el interior con costillas de 4 mm de espesor que forman una estructura bastante rígida que dispersa los esfuerzos hacia la estructura tubular a la cual está sujeta, en este caso el módulo inferior.</li> <li>Por la parte central de éste se desliza el tubo central de mecanismo del soporte.</li> <li>La abrazadera de seguridad esta sujeta a esta parte del nodo que cierra y presiona el tubo central para que no exista ningún movimiento de éste.</li> <li>La unión entre 2 partes del nodo es por medio de tornillos.</li> </ul>

Tabla 31 Descripción de piezas del soporte (Pernos Superior e inferior y Nodo de Ajuste Superior).



	Material	Función	Descripción
Soporte	<b>Tornillos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tornillos cuerda estándar de acero al bajo carbón color negro con acabado niquelado.</li> <li>• Unir ambas partes de los nodos tanto el superior como el inferior para aprisionar el tubo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son utilizados 4 tornillos simétricamente ubicados en cada nodo.</li> <li>• Estos tornillos tienen la característica de ser autoroscantes.</li> </ul>
	<b>Charola o Bastidor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PP. puro con carga de 30% de fibra de vidrio, negro humo e inhibidor de rayos UV.</li> <li>• Sustener los envases (tubetes) a una distancia determinada 84 cm.</li> <li>• En ella se puede manipular el soporte por completo.</li> <li>• Por medio del bastidor se tiene una superficie uniforme en el vivero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una superficie plana de PP. inyectado de 6 mm de espesor.</li> <li>• Sus dimensiones son de 70 X 60 X 2 cm.</li> <li>• La dimensiones de las celdas son de 5,7 X 5,7 cm.</li> <li>• Tiene dos cejas en forma de "media cola de milano" para deslizarse por los rieles.</li> <li>• Cuenta con dos asideras para ser manipulado de forma individual o con todo y soporte.</li> <li>• Cuenta con un tope de seguridad para que no se salga de su sitio en el riel.</li> <li>• La capacidad de la charola es de 98 cavidades.</li> </ul>
Envase	<b>Envase o Tubete</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PP. puro, negro humo e inhibidor de rayos UV.</li> <li>• Es contener el sustrato, la semilla y la plántula, durante el proceso de cultivo dentro del vivero.</li> <li>• Proteger y guiar la raíz de la planta durante su nacimiento y crecimiento antes de salir a plantación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un envase de forma cónica que incluye:</li> <li>• Costillas que guían la raíz de manera recta hacia el onficio de drenado en la misma forma.</li> <li>• Sus dimensiones son de 5,45 X 20,5 cm. (planta Tropical)</li> <li>• Con un espesor de 1 mm.</li> <li>• Contiene 6 costillas de un peralte aproximado de 5 mm.</li> </ul>

Tabla 32 Descripción de piezas Tornillos, Charola y Tubete.



Figura 57 Tornillos de acero con acabado niquelado.

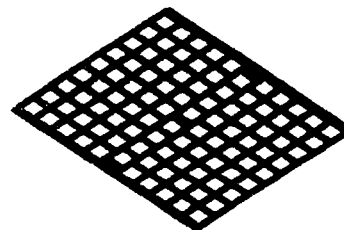


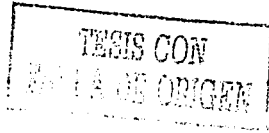
Figura 58 Charola o bastidor de 98 cavidades con asideras



Figura 59 Envase o tubete para plata forestal del tipo tropical.

En el siguiente tema de este capítulo correspondiente a los planos técnicos se detallan con más claridad las especificaciones de cada elemento.

A continuación se describe el montaje y armado del sistema en el vivero. Éste saldrá de fábrica desarmado y empaquetado para su traslado y comercialización, en una caja de cartón corrugado de 70 cm de largo X 60 cm de ancho X 30 cm de profundidad, con las especificaciones que indiquen la manera de ensamblar, estibar en la bodega de almacenamiento, la marca comercial del producto, el número de piezas que contiene y el país de procedencia.



### Lista de Actividades que se Realizan para Ensamblar el Sistema dentro del Vivero

1. Preparación del terreno. (este sistema esta propuesto para ser ubicado en un espacio de 30 m largo x 13 m de ancho) se requiere de una superficie plana con balastre (comúnmente de tezontle o tierra de monte).
2. Apertura y substracción de todas las piezas del sistema. **Figura 60 (Véase tabla 26).**
3. Aplicación de sellador y ensamble de los rieles al módulo superior del soporte. **Figura 61**
4. Ensamblaje de los regatones al módulo inferior. **Figura 62**
5. Ensamble del módulo superior con las dos partes del nodo superior por medio de cuatro tornillos con cabeza acanalada en cruz que son colocados con un desarmador. **Figura 63**

♣ Al pie de cada imagen aparece el tiempo aproximado de duración de cada actividad.



Figura 60 15 segundos



Figura 61 30 segundos



Figura 62 30 segundos



Figura 63 15 segundos



Figura 64 30 segundos



Figura 65 15 segundos



Figura 66 15 segundos



Figura 67 \* este sub-ensamble se realiza en la en la empresa productora.

6. Ensamble del módulo inferior con las dos partes del nodo inferior por medio de cuatro tornillos con cabeza acanalada en cruz que son colocados con un desarmador. **Figura 64**
7. Colocación y deslizamiento del tubo central en el nodo inferior. **Figura 65**
8. Colocación de los pernos inferior y superior en el tubo central. **Figura 66**
9. Colocación de la abrazadera de seguridad. **Figura 67**

El tiempo estimado que se necesita para armar el sistema es de 2.5 minutos. sin considerar el tiempo para acondicionar el terreno donde va a estar ubicado el sistema. A partir de que es armado en su totalidad, se crea un puesto de trabajo para que el operario realice las actividades correspondientes al cultivo y transporte de planta forestal. Estas operaciones se describen a detalle en el tema **6.5 Secuencias Ergonómicas.**

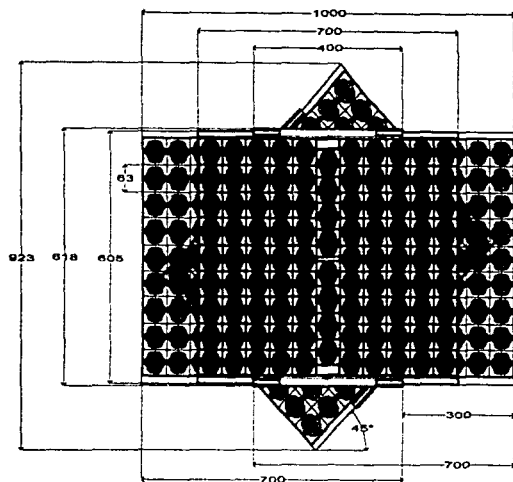
## 6.4 Planos Técnicos

Los planos son documentos que por medio del dibujo técnico describen de manera detallada las especificaciones necesarias para la fabricación de un proyecto de diseño determinado. En las páginas posteriores se presentan, describiendo las características intrínsecas del proyecto denominado " Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero", así como de los elementos que lo conforman.

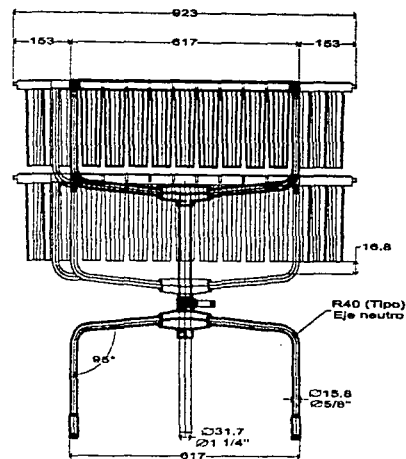
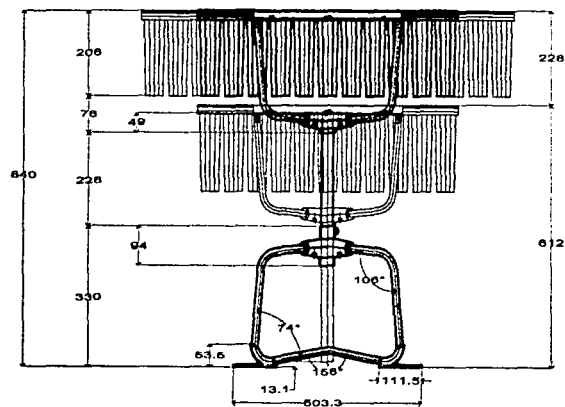



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

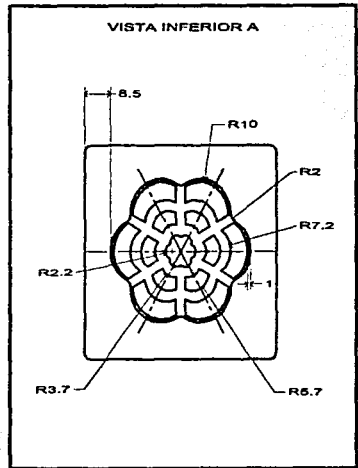
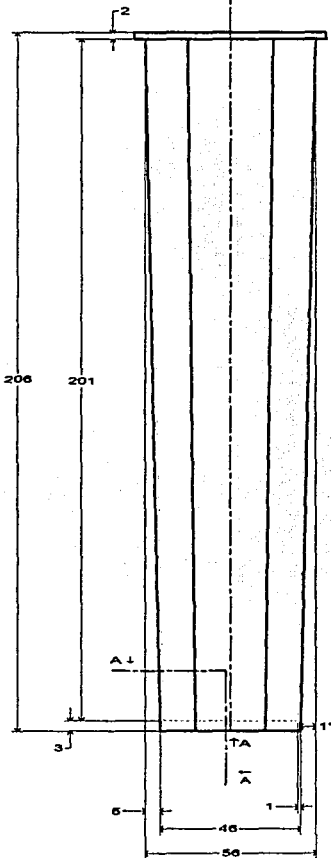
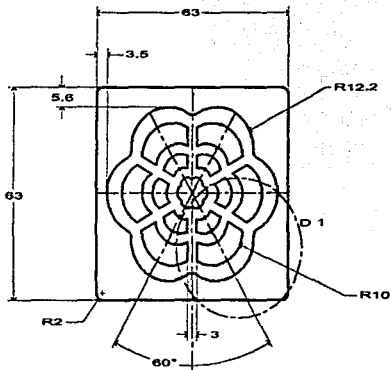
	TESIS CON FALLA DE ORIGEN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE PLANTA PRODUCTORA EN UNIDAD		
	DESARROLLO DE LA TESIS	REVISIÓN DE LA TESIS	APROBACIÓN DE LA TESIS
FECHA	ASINADO	CARGO	PA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



	ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
	Vista General de ENVASES CON SOPORTE	ENEP UNAM ARADON División Industrial
ACER: TMM	Cano Cortado Armado	Flores Oyalede Iran
Escala 1:14	Plano 2 de 22	A-4

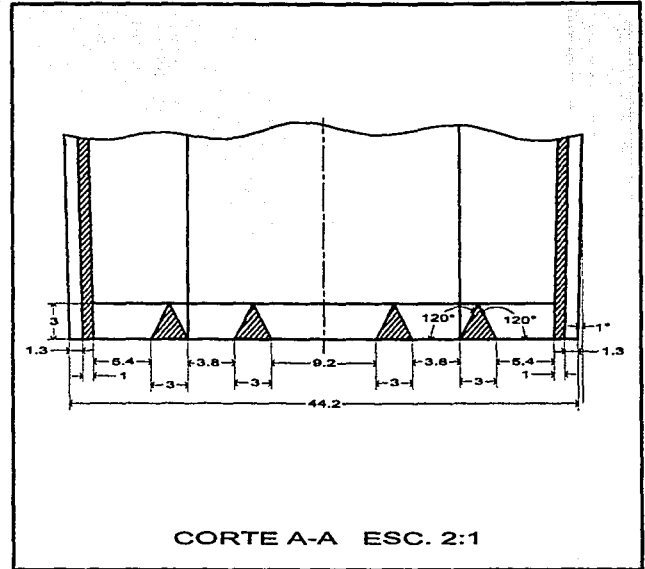
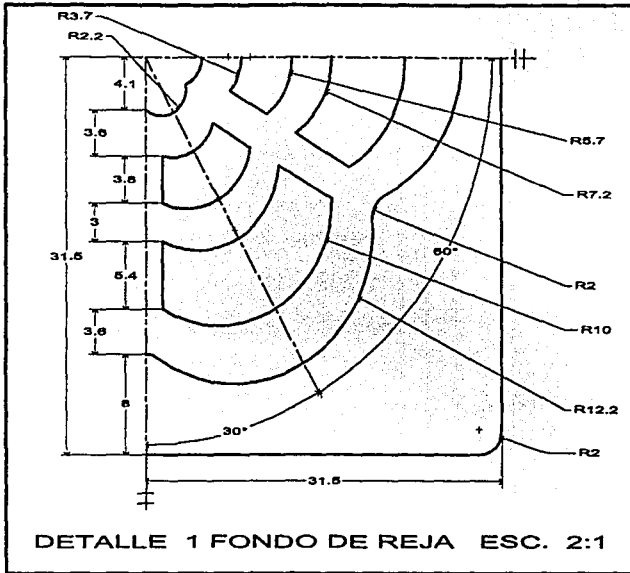


Radios de perfilado 1mm.

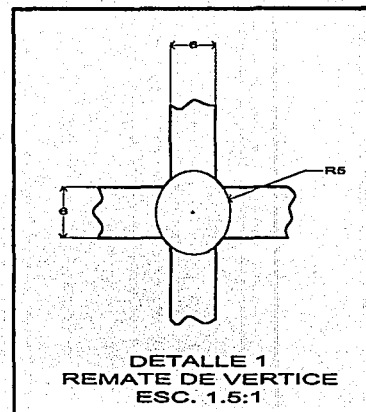
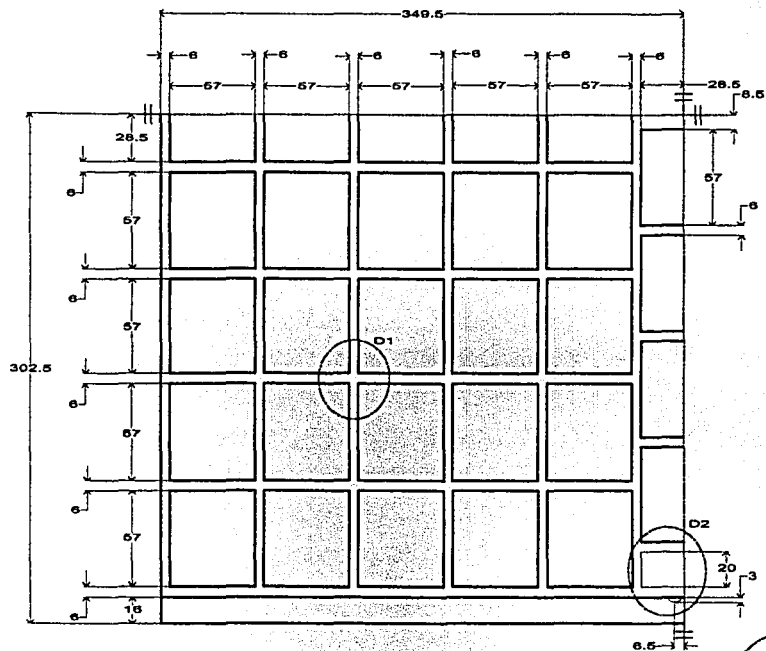
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

	ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO		<b>ENEP UNIAN ARARÓN</b> Diseño Industrial
	Vistas Generales <b>TUBETE</b>		
ACOL: mm ESC 1:1.5	Tol. ± 0.05 Plano 3 de 22	Casa Garrido Armando Flores Oviedo Iran	<b>A-4</b>

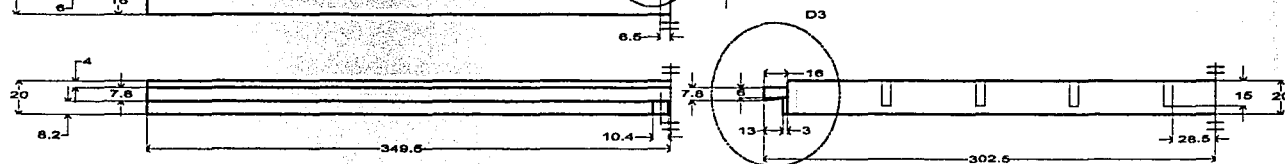
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



		ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
		Cortes y Detalles TUBETE	ENEP UNAM ARAGÓN Diseño Industrial
Acol: min.	Tol: ± 0.5	Casa Garrido Armande	A-4
Esc. indicada	Plano 4 de 22	Pieter Oviedo Iran	



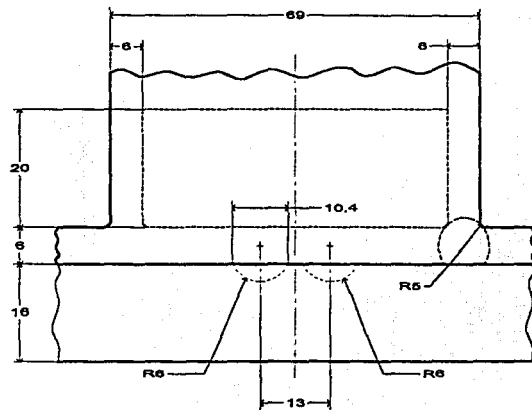
Radio de perfilado 1mm.



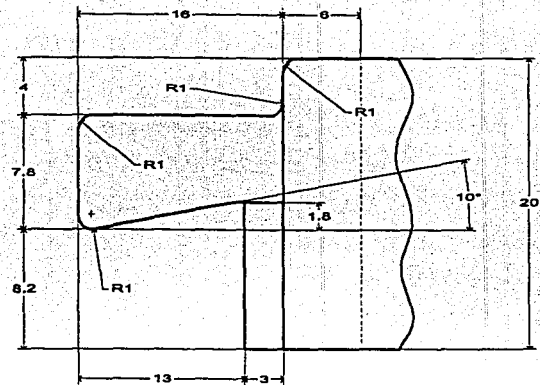
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

				ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
Vistas Generales		CHASOLA		ENEP UNAM ARAGÓN Núcleo Industrial	
ACOL: mm	TeL: 05	Cano Garrido Aranda		A-4	
Escala 1:3.0		Plano 5 de 22		Flores Oyuela Iran	





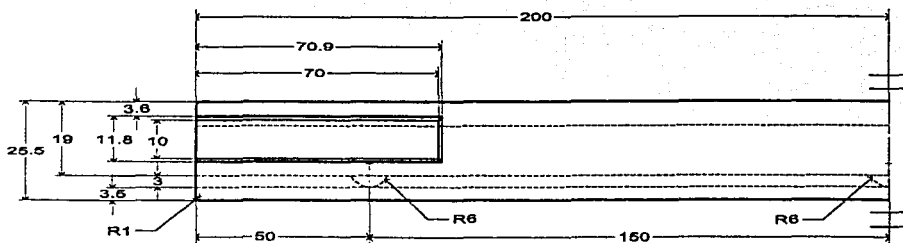
DETALLE 2 TOPES DE  
SEGURIDAD ESC. 1:1



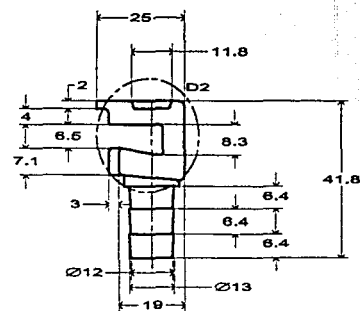
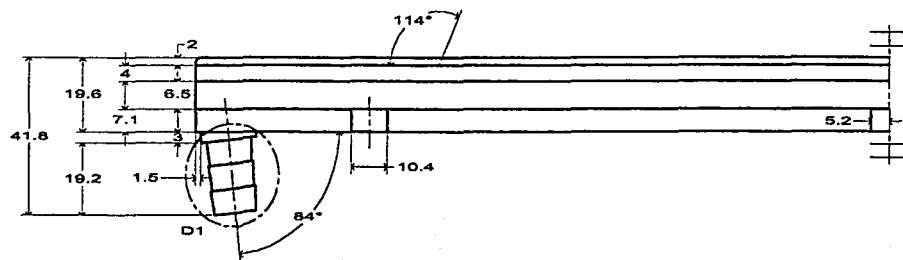
DETALLE 3 CEJA DE  
DESPLAZAMIENTO ESC. 2.5:1

ENVASES CON  
PALLA DE ORIGEN

ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
<b>Detalles CHAROLA</b>	<b>ENEP UNAM ARACÓN Diseño Industrial</b>
<b>Acot: mm.</b>	<b>Tol: ±.05</b>
Esc. Indicada	Plano 6 de 22
Cano Serrido Armada Floreo Sotelo Iran	<b>A-4</b>

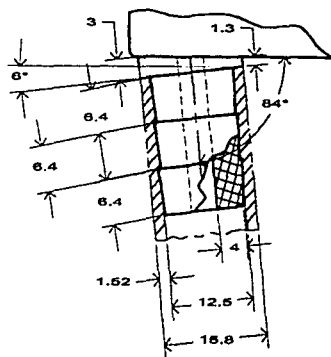


Radios de perfilado 1mm.

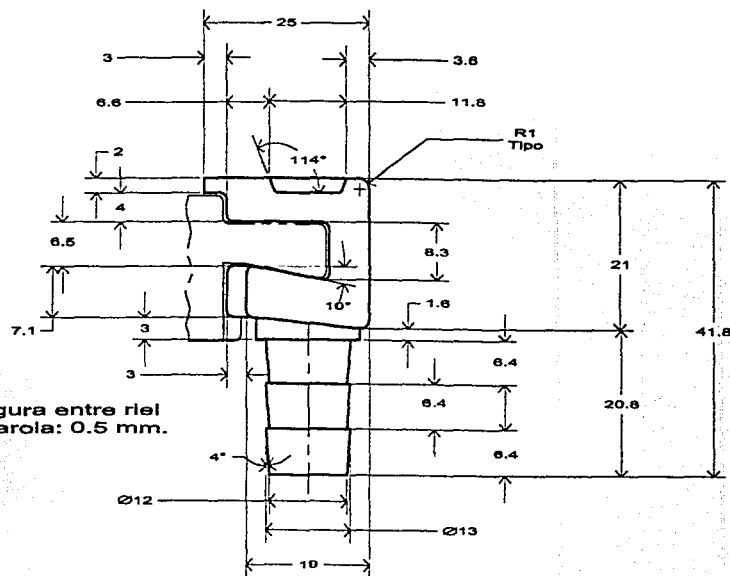


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

				<b>ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO</b>			
<b>Vistas Generales</b>		<b>ENEP UMAM ARARÓN</b>		<b>Diseño Industrial</b>			
<b>Acot: mm</b>		<b>Tot: 06</b>		<b>Caso Garrido Armando</b>		<b>A-4</b>	
<b>Escala 1:1.5</b>		<b>Plano 7 de 22</b>		<b>Flores Ovidio Iran</b>			

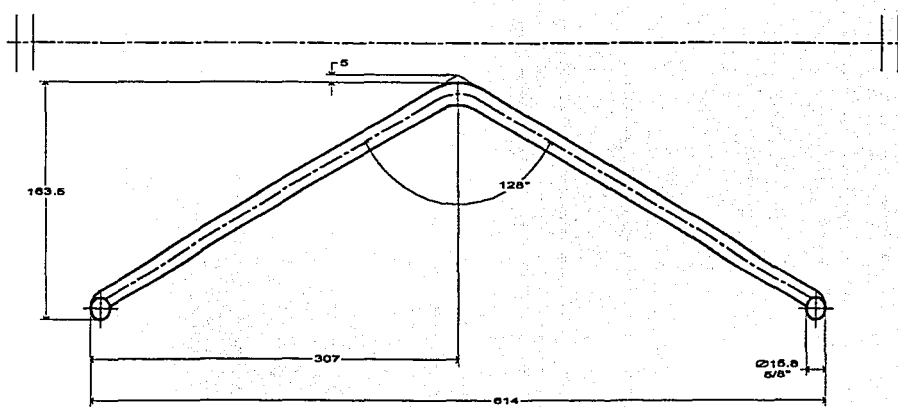


DETALLE 1  
ESPIGA  
ESC. 1.25:1

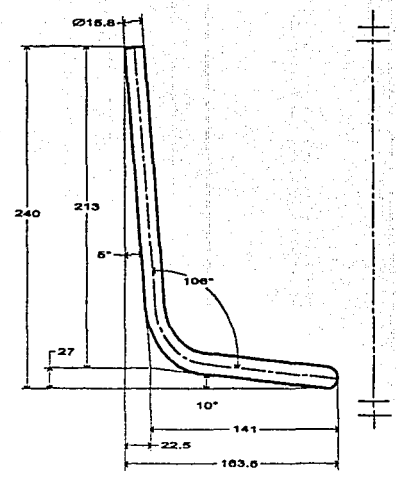
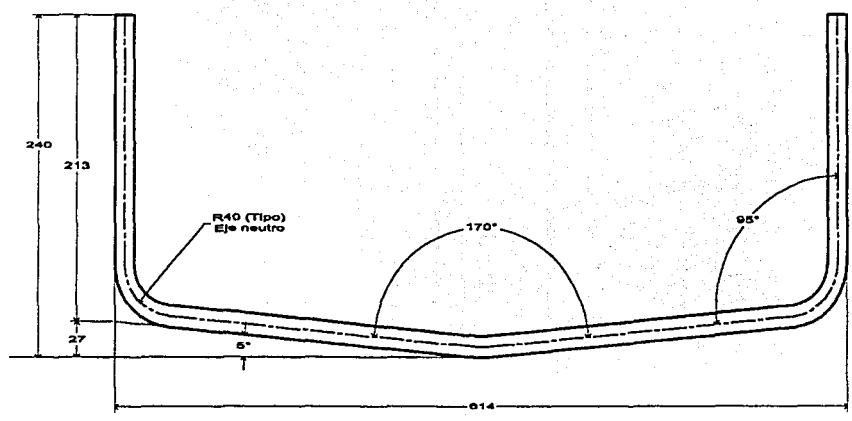


DETALLE 2  
RANURA DE DESLIZAMIENTO  
ESC. 1.25:1

ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO			
DETALLES RIEL		ENEP UNAM ARACÓN Diseño Industrial	
Acot.: mm.	Tol.: ±.05	Como Garrido Armando	A-4
Esc. Indicada		Plano 8 de 22	Florez Olyede Iran

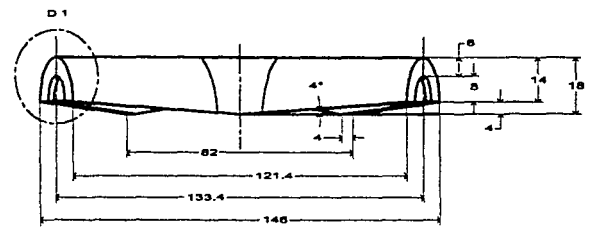
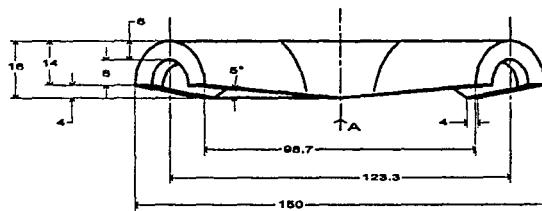
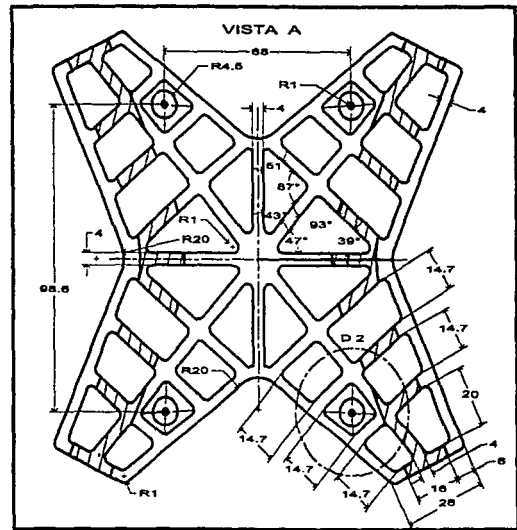
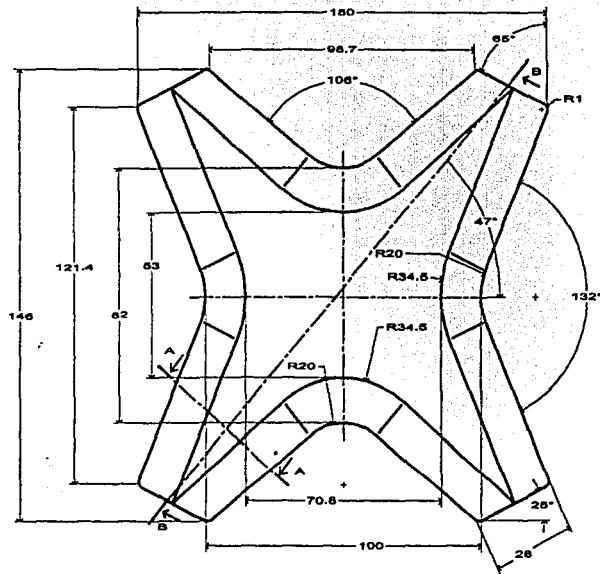


Desarrollo longitudinal de:  
1019.4 mm.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

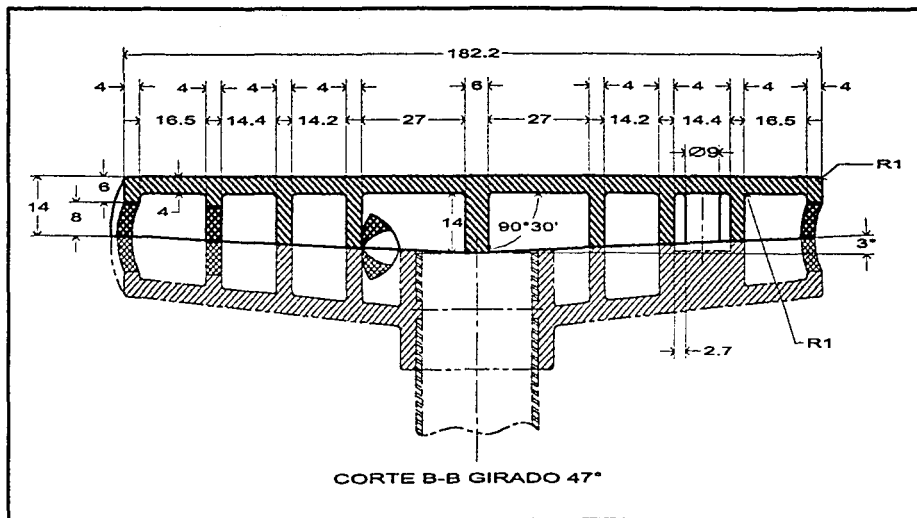
ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO			
Vistas Generales		ENEP UNAM ARACÓN	
MÓDULO SUPERIOR		Diseño Industrial	
Acero: mm	Tol. ± 1	Dono Garrido Armando	A-4
Escala 1:4	Plano 8 de 22	Flores Oviedo Iran	



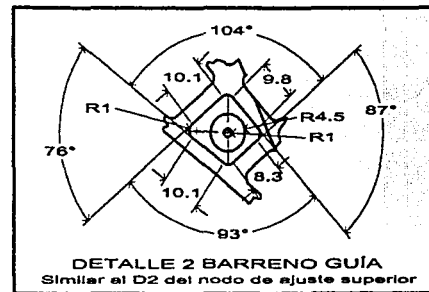
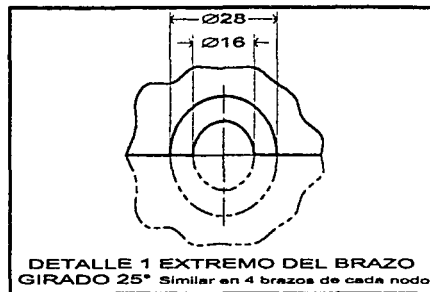
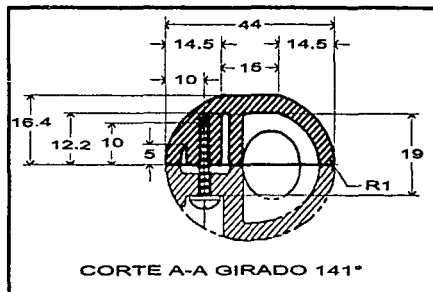
Radios de perfilado 1mm.

TESIS CON  
PALLA DE ORIGEN

	ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
	Vistas Generales MODE FID0 SUPERIOR	ENEP UMAN ARAGON Bloque Industrial
Acot.: mm.	Tol: ±0.05	Sema Garrido Armande
Escala 1:2	Plano 16 de 22	Flores Oyedo Iran

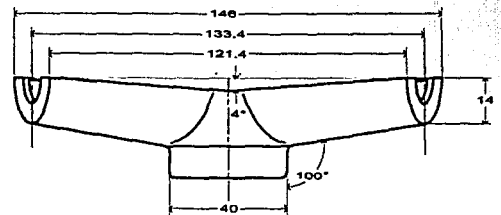
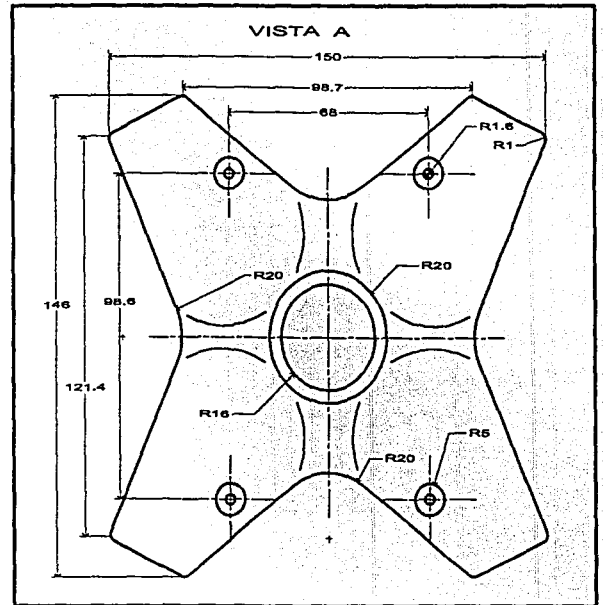
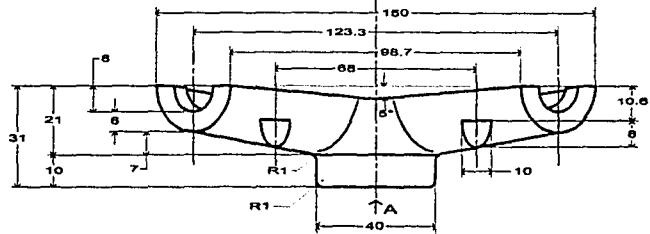
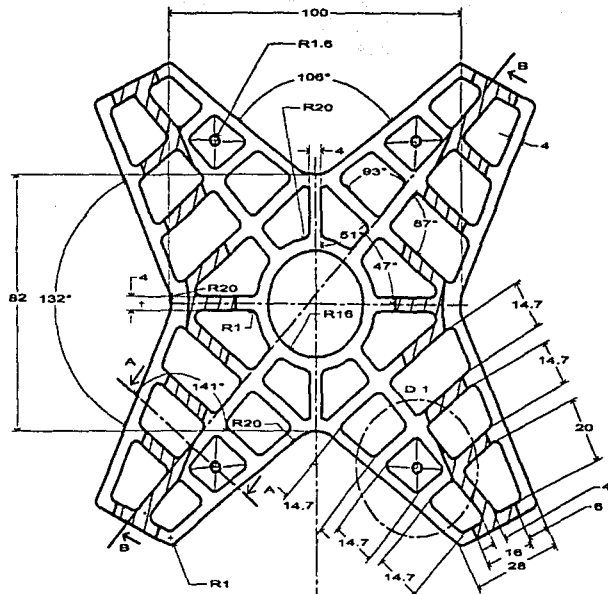


**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Radios de perfilado 1mm.  
 Ángulos de salida 1/2°

<b>ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVO</b>			
Cortes y Detalles NODO FIJO SUPERIOR		ENEP UNAM ARAGÓN Diseño Industrial	
ACOL: mm:	Tol: ±0.05	Como Garrido Aranda	A-4
Escala 1:1.3	Plano 11 de 22	Floras Entodo Iran	

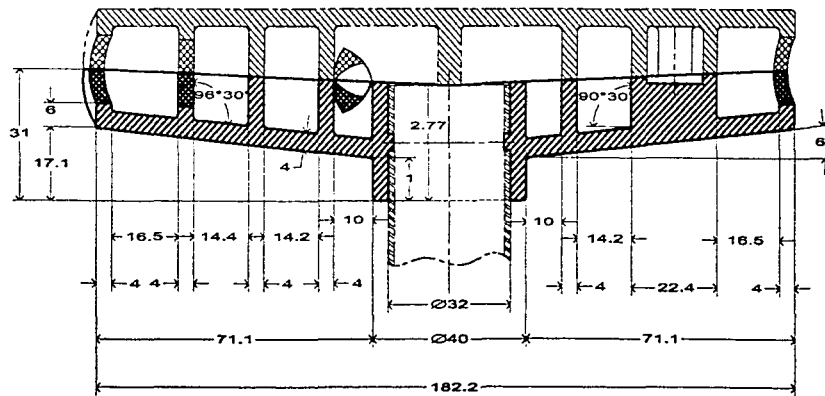


Radios de perfilado 1mm.

TESIS CON  
PALLA DE ORIGEN

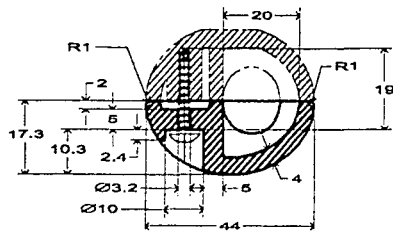
	ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
	Vistas Generales	ENEP UMAN ARAGON
	MODO FIJO INFERIOR	Sistema Industrial
Acot.: mm.	Tel.: 05	Casa Garrido Armando
Escala 1:2	Folio 12 de 22	Flores Oviada Iran

A-4

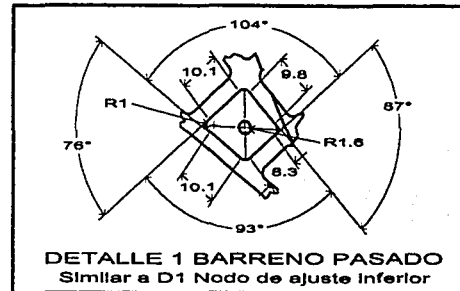


CORTE B-B GIRADO 47°

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



CORTE A-A GIRADO 141°



DETALLE 1 BARRENO PASADO  
 Similar a D1 Nudo de ajuste inferior

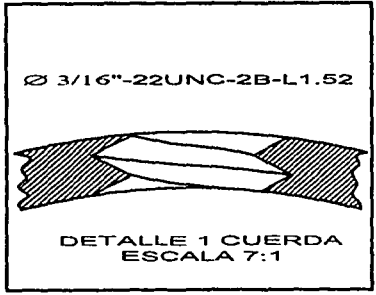
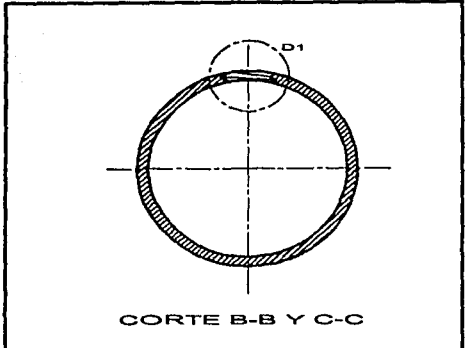
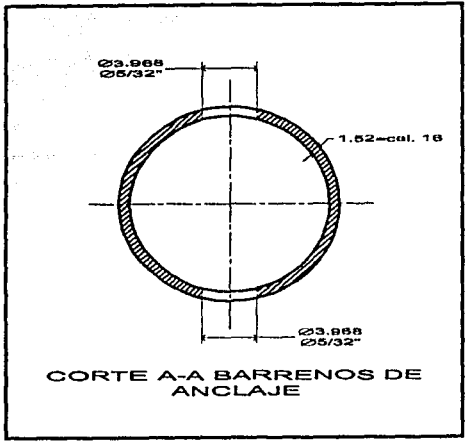
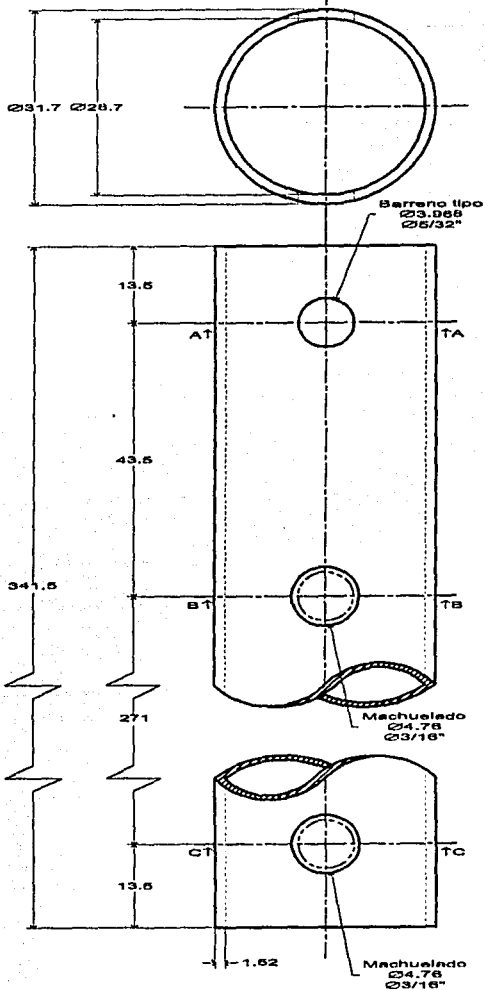
Radios de perfilado 1mm.  
 Angulos de salida 1/2°

ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO			
Cortes y Detalles		ENEP UNAS ABACIÓN	
NODO FUO INFERIOR		Diseño Industrial	
ACOL: PNR	Tel: ± 08	Cano Garrido Aranda	A-4
Escala 1:1.2	Plano 13 de 22	Flores Celso Iron	



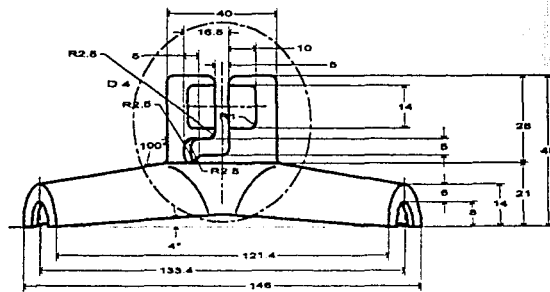
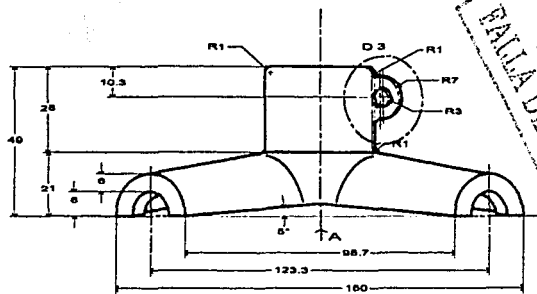
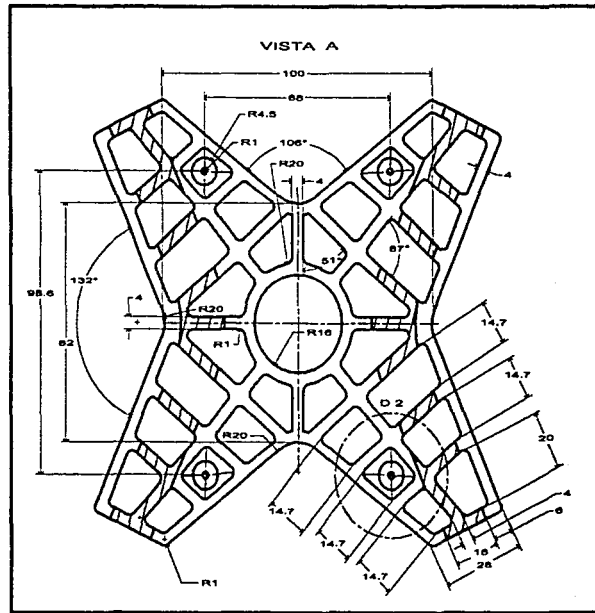
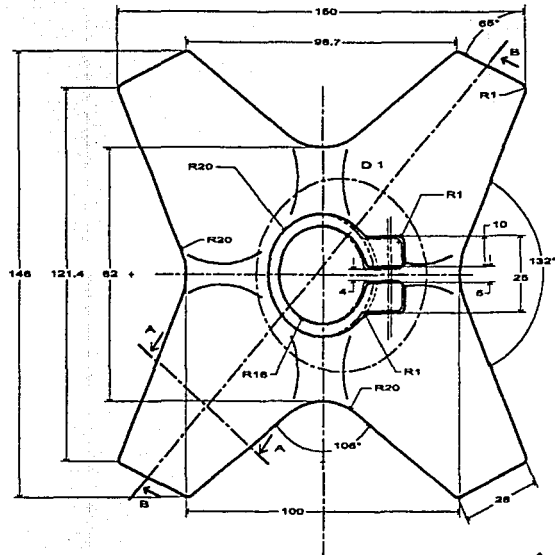
94

TEJES CON FALLA DE ORIGEN




	ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVO	
	<b>VISTAS GEOMÉTRICAS</b> <b>TUBO CENTRAL</b>	<b>ENEP UMAN ARAGÓN</b> <b>Ingeniería Industrial</b>
<b>ÁCAL: mm.</b> <b>ESC 1:25:1</b>	<b>Tel: 05</b> <b>Página 14 de 27</b>	<b>Casa Garrido Armande</b> <b>Flora Gytelo Iran</b>

A-4

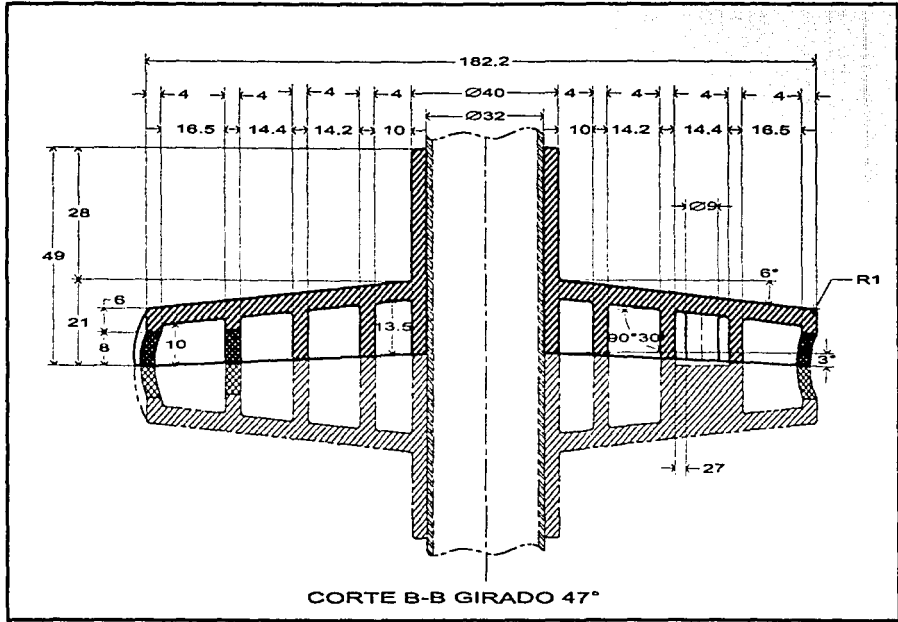


Radios de perfilado 1mm.  
D2 ver plano 10

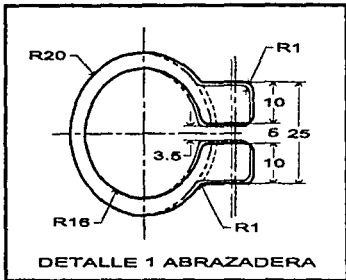
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

		<b>ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO</b>	
<b>VISTAS ESTADÍSTICAS</b>		<b>ENEP UNIAN ARADÓN</b>	
<b>MODELO DE AJUSTE</b>		<b>Diseno Industrial</b>	
<b>ACOT: mm</b>	<b>TOL: ±0.05</b>	<b>Diseño Gerardo Aranda</b>	<b>A-4</b>
<b>Escala 1:2</b>		<b>Folio 16 de 22</b>	<b>Florez Ordoñez Iran</b>

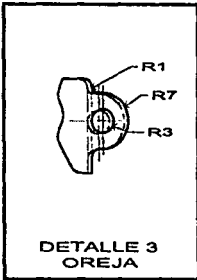
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



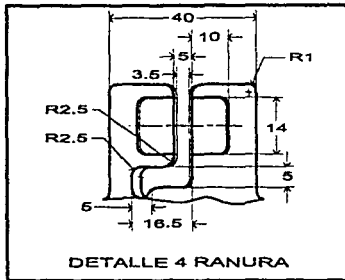
CORTE B-B GIRADO 47°



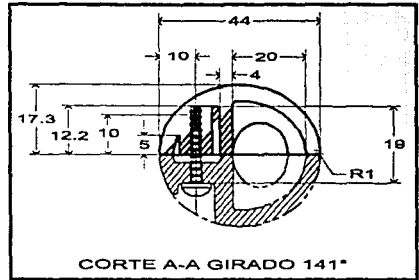
DETALLE 1 ABRAZADERA



DETALLE 3 OREJA



DETALLE 4 RANURA

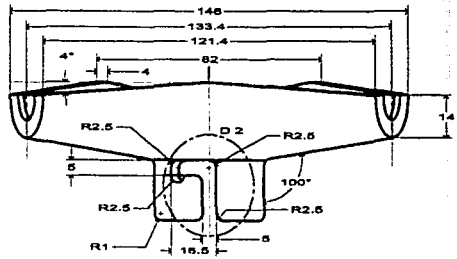
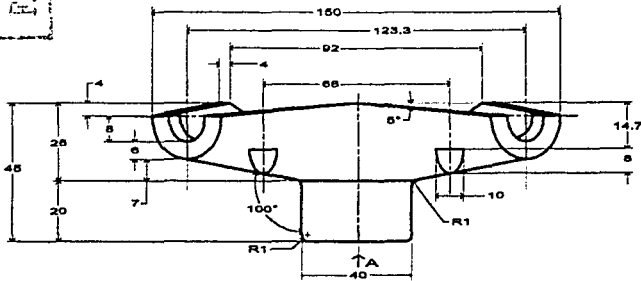
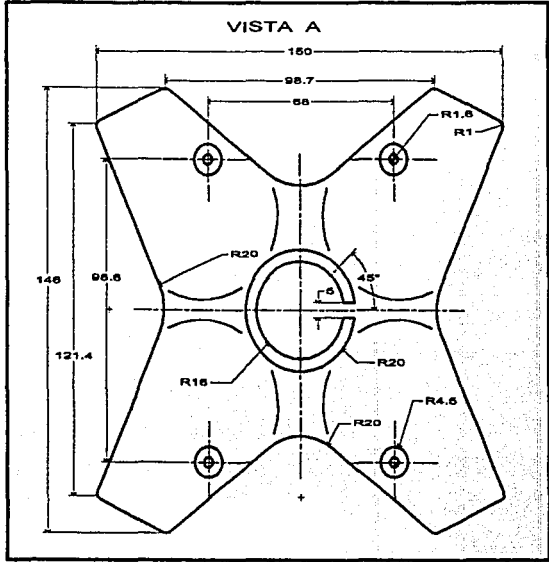
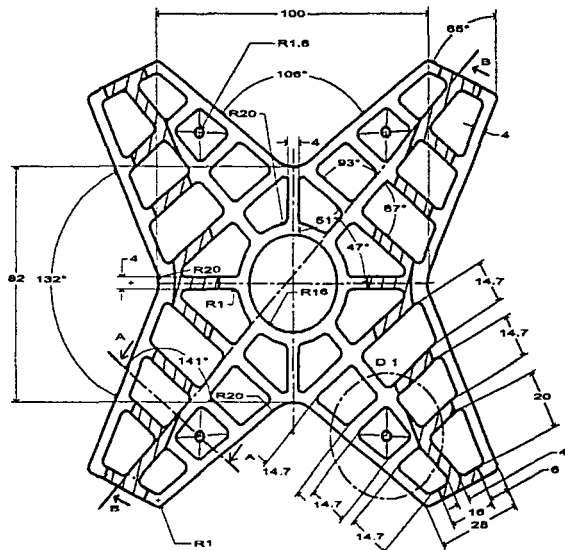


CORTE A-A GIRADO 141°

Radios de perfilado 1mm.  
Angulos de salida 1/2°

ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
Cortes y Detalles MODO DE AJUSTE SUPERIOR	ENEP UNAM ARARÓN Diseño Industrial
Acol: mm. Tol.: 0.05 Escala 1:1.5	Dono Garrido Armando Flores Ordoñez Irma

FALLA DE ORIGEN

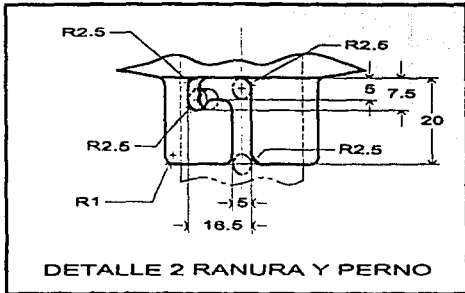
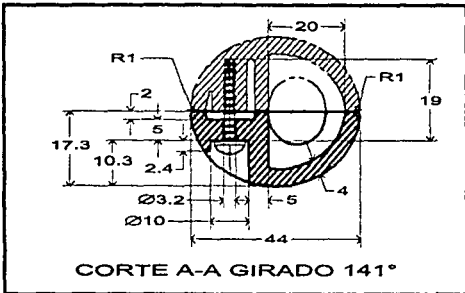
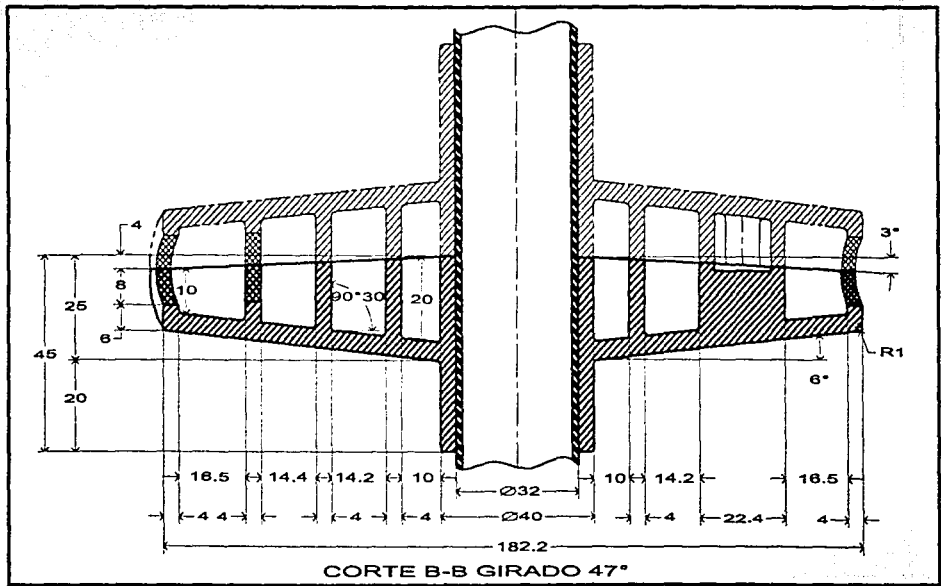


Radio de perfilado 1mm.  
D1 ver plano 12

	<b>ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO</b>		
	<b>VIAJES ESPECIALIZADOS</b> <b>HOBBY BY AIRPOST</b> <b>WILSON</b>	<b>ENEP UMAM ARAGÓN</b> <b>Diseño Industrial</b>	
<b>Acot: mm. Escala 1:2</b>	<b>Tel: ± 05</b> <b>Plano 17 de 22</b>	<b>Casa Garrido Armando</b> <b>Fierro Oviedo Iran</b>	

A-4

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

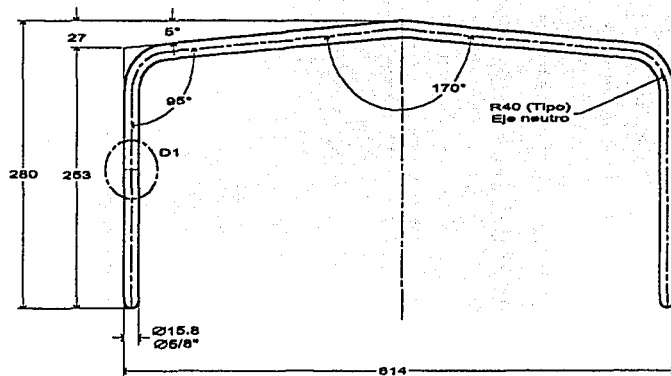
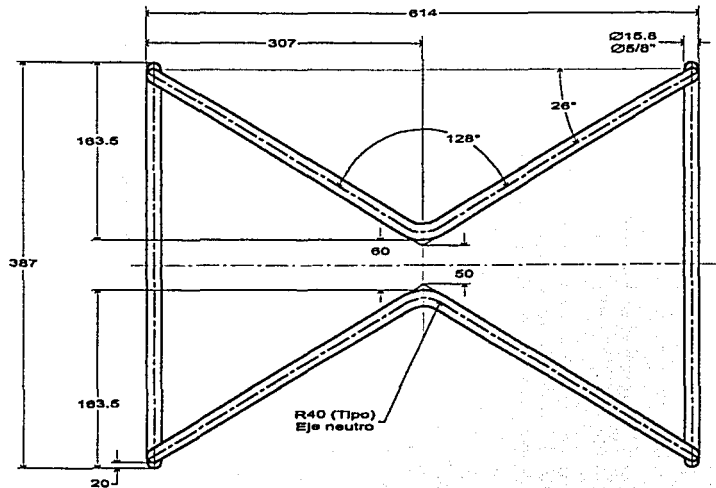


Radios de perfilado 1mm.  
Angulos de salida 1/2°

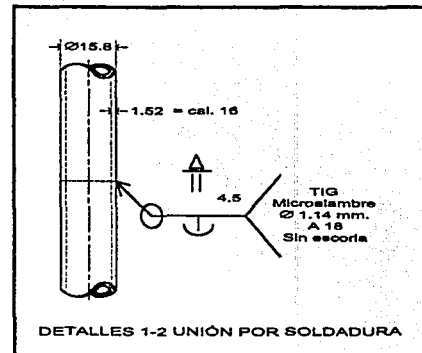
ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
Cortes y Detalles MODO DE AJUSTE INFERIOR	ENEP UNAM ARARÓN Diseño Industrial
Acot. mm. Tel. 5-00	Cano Garrido Aranda Flores Oaxaca Iran
Escala 1:1.2	Página 18 de 22
	A-4

98

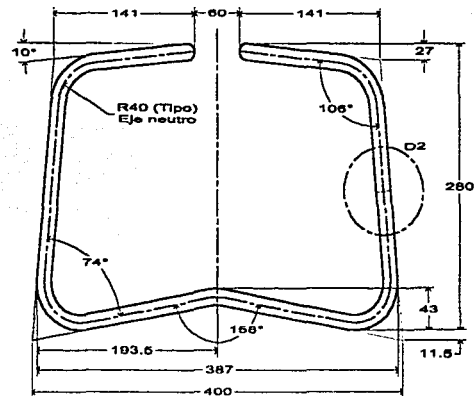
PIERIS CON  
PALLA DE ORIGEN




Desarrollo longitudinal de:  
2928.8mm.

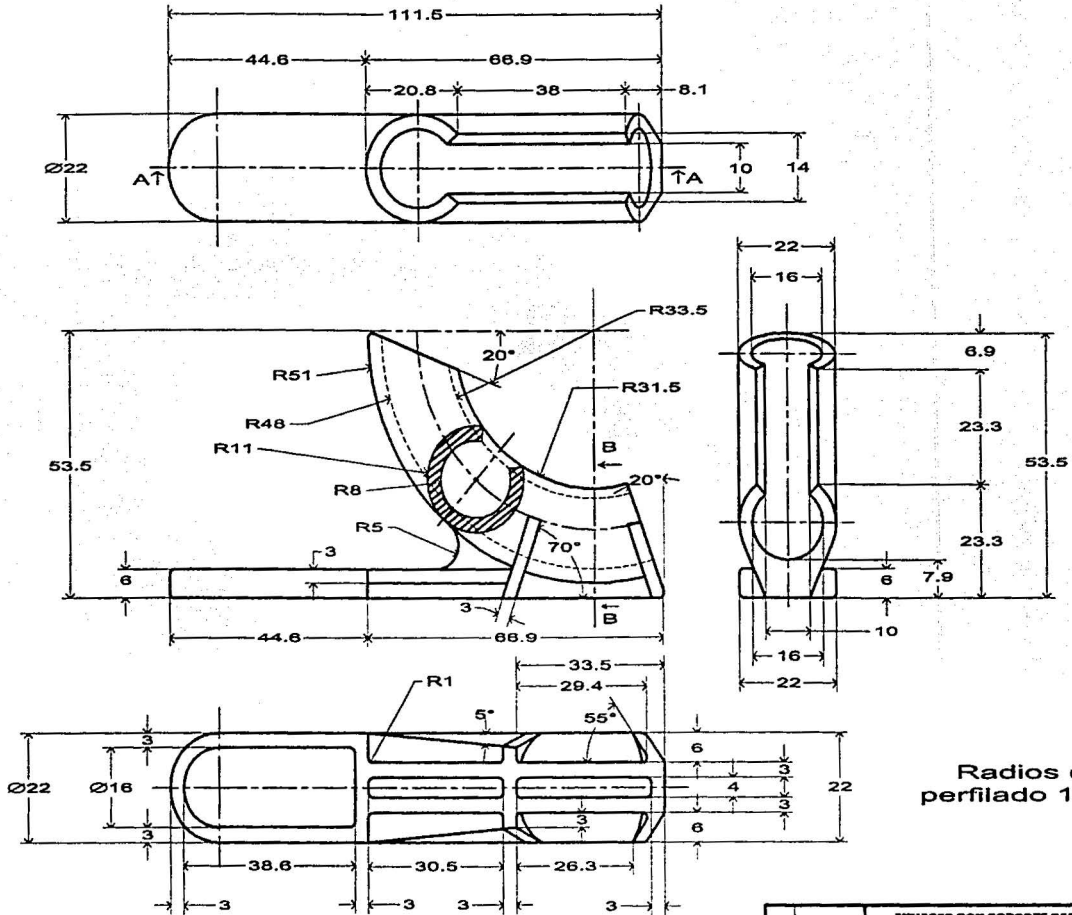


DETALLES 1-2 UNIÓN POR SOLDADURA



			
INVARES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVOS			
Vistas Generales		ENEP UMAN ARAGÓN	
MÓDULO INFERIOR		Siseña Industrial	
ACPL: MFM.	Tel.: 1	Cane Garrido Arando	A-4
Escala 1:0.5	Plano 19 de 22	Flores Oviedo Iran	

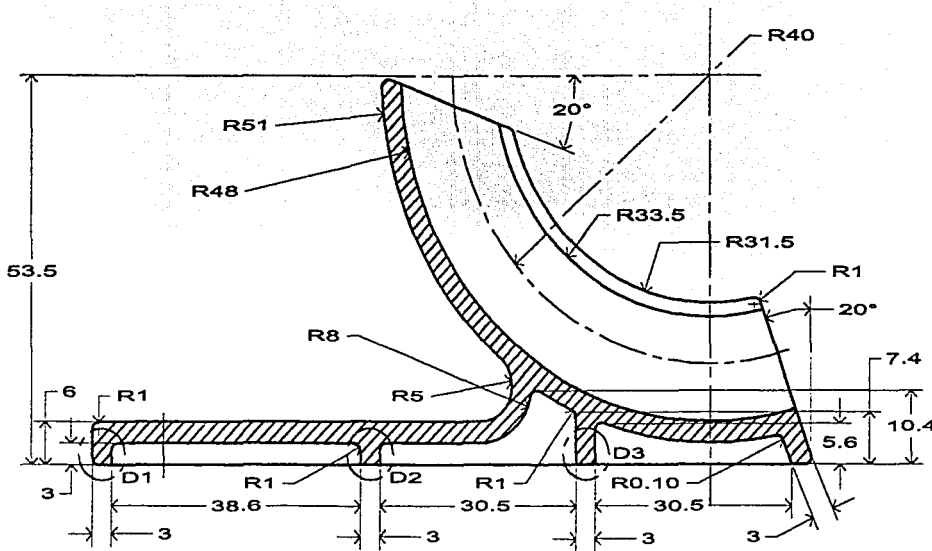
VISTAS GERALES  
FALLA DE ORIGEN



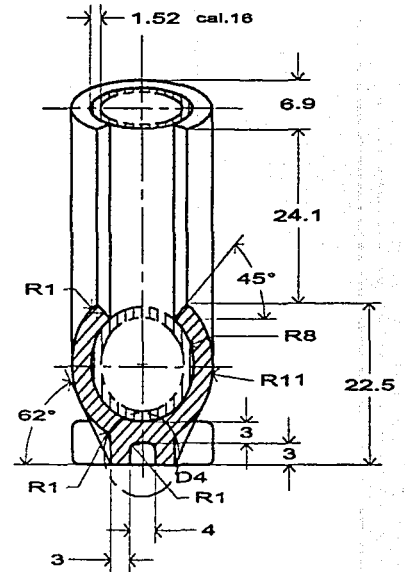
Radios de perfilado 1mm.

	ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO	
	Vistas Generales <b>REGATÓN</b>	ENEP SHAM ARAGÓN Sede Industrial
Acot.: mm	Tel.: 08	Cana Garrido Armando
Escala 1:1.2	Plano 20 de 22	Flores Oviedo Iran

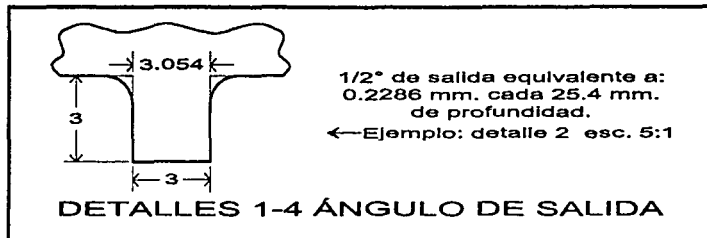
A-4



CORTE A-A



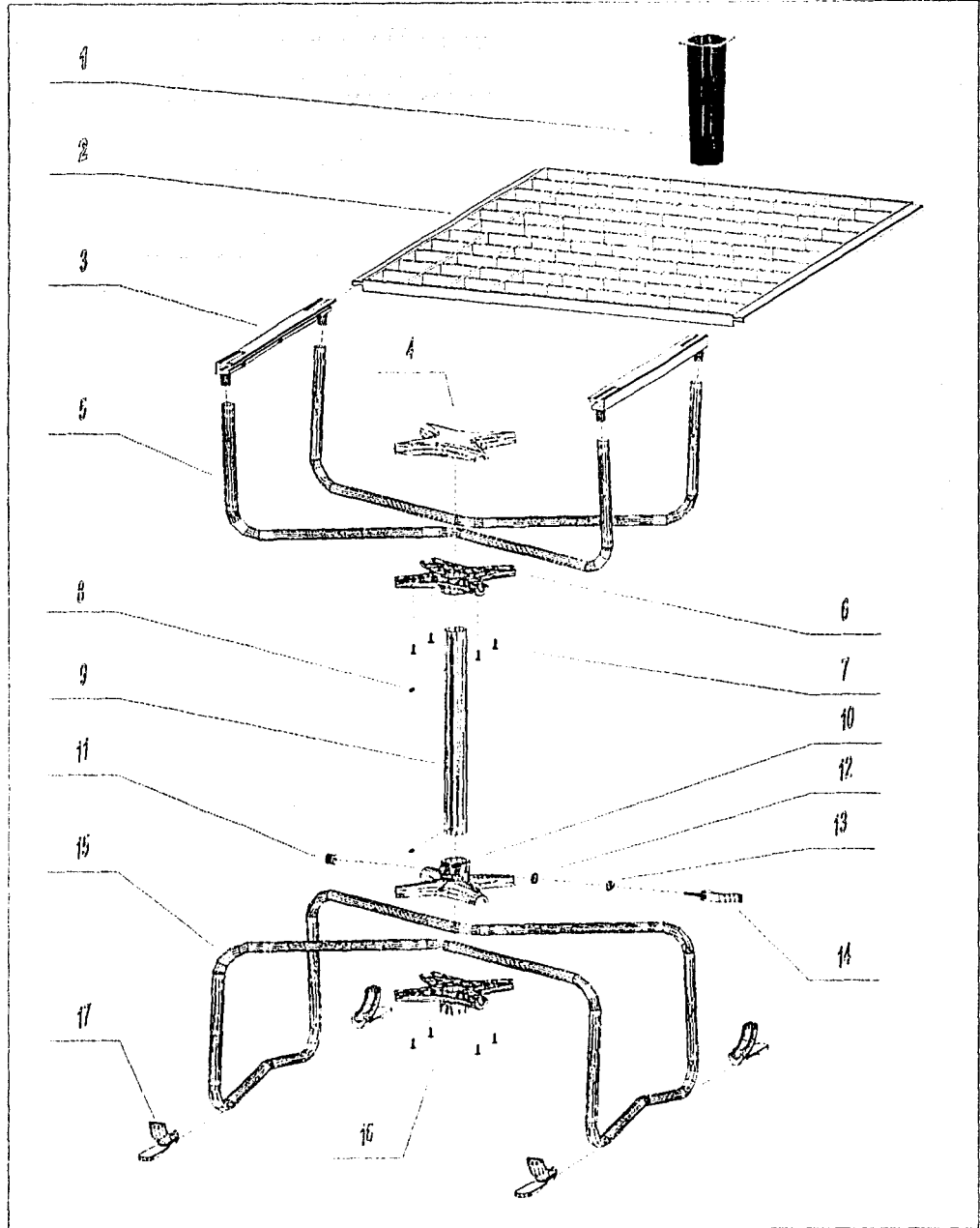
CORTE B-B



ENVASES CON SOPORTE PARA EL CULTIVO Y TRANSPORTE DE PLANTA FORESTAL EN VIVERO			
Cortes y Detalles		ENEP UNAM AMBÓN	
REBÁTÓN		Diseño Industrial	
Acól: MID.	Tel: 05	Casa Garrido Armando	A-6
Escala 1.3:1	Página 21 de 22	Fierro Divido Iran	



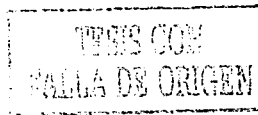
TUBOS DE  
 FALLA DE ORIGEN



	ENVIOS CON SOPORTE PARA EL CULTRIO Y TRANSPORTE DE PLANTA POR SUS EN VIBRO
	EXPLORAR ENVIOS CON SOPORTE EN SU UBICACION DE SERO EN SU SITIO
Fecha: 11	Plan: 20 de 22 Caso: Cambio Armado Hnos. Ochoa Irujo A-4

### LISTA MAESTRA DE PARTES

NÚMERO	CANTIDAD	NOMBRE	MATERIAL	PROCESO	ACABADO
1	98	Tubete	PP (Polipropileno)	Inyección	
2	1	Charola	PP con carga de FV	Inyección	
3	2	Riel	PP con carga de FV	Inyección	
4	1	Nodo Fijo S.	PP	Inyección	
5	2	Módulo Superior	Acero bajo carbono rolado en frío Ø5/8" Cal. 16	Curvado/Electrostático	Poliuretano
6	1	Nodo Fijo I.	PP	Inyección	
7	8	Tornillo de cabeza acanalada en cruz, Auto roscante, 1/8"-10 UNC- 2A x 3/4" (3.17 x 19.05 mm.)	Acero mediano carbono	Pieza comercial	Niquelado
8	2	Tornillo de cabeza hueca hexagonal, 3/16"-22 UNC-2Ax 1/2" (4.76 x 12.7 mm.)	Acero mediano carbono	Pieza comercial	Niquelado
9	1	Tubo Central	Acero Inoxidable Ø 1 1/4" Cal. 16	Barrenado/Machuelado	Rebabeado Pulido
10	1	Nodo de Ajuste S.	PP	Inyección	
11	1	Tuerca Redonda	Aluminio	Pieza comercial	Anodizado
12	1	Rondana	Aluminio	Pieza comercial	Anodizado
13	1	Rondana cóncava	Poliétileno	Pieza comercial	
14	1	Palanca de Ajuste	Aluminio	Pieza comercial	Anodizado
15	1	Módulo Inferior	Acero bajo carbono rolado en frío Ø5/8" Cal. 16	Curvado/Electrostático	Poliuretano
16	1	Nodo de Ajuste I.	PP	Inyección	
17	4	Regatón	PP	Inyección	

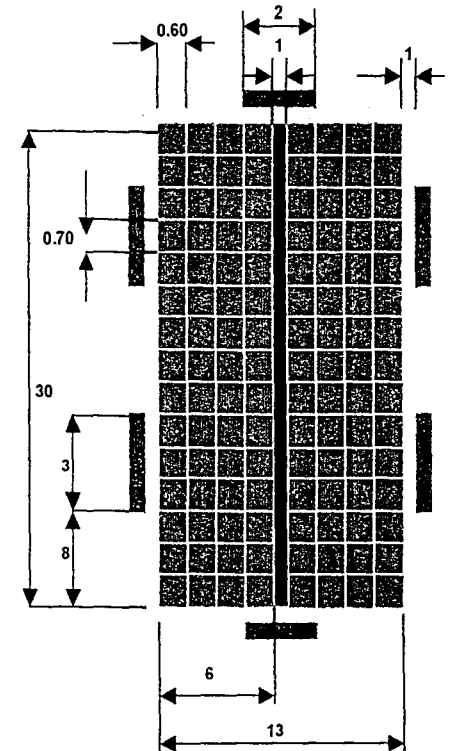


## 6.5 Descripción Ergonómica

Este tema muestra la interrelación, partiendo por designar un puesto de trabajo al Sistema de Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero y a un operario que funge como la persona encargada de llevar a cabo el Cultivo de éste tipo de plantas. Los aspectos que se consideraron para que el operario y el sistema funcionen óptimamente se exponen a continuación:

- ✘ La disposición del sistema en el Vivero o Invernadero se realizó de manera estratégica para facilitar las actividades del usuario, es decir, la repetición y ubicación de los módulos en el espacio disponible, forma 2 secciones de platabandas cada una con 430 soportes para un terreno de 13 metros de ancho por 30 metros de largo siguiendo y respetando la trayectoria y ubicación del sistema de riego ya existente (micro aspersión por robot) y la optimización y reducción del trayecto que se cubre desde la platabanda hasta el vehículo de transporte. Las dimensiones del módulo de 13 X 30 m responden a las problemáticas detectadas en módulos de 13 X 96 m y mayores, utilizados por PRONARE, donde se crean corrientes de aire caliente en la parte superior de invernadero, y corrientes de aire frío en la parte inferior del mismo que provocan la proliferación de malezas y hongos que dañan la plántula. Además de que el sistema de riego de microaspersión robotizado no alcanza a cubrir con suficiente potencia de bombeo los 96 o más metros de largo de los viveros e invernaderos con estas condiciones.
- ✘ El acomodo de los soportes, bastidores y envases, esta considerado para crear una zona de circulación que permita rodear toda la zona del vivero o invernadero y tener un espacio (pasillos), tanto para el sistema de riego (pasillo central) como para crear pasillos de forma temporal **Figura 68**, dependiendo de las necesidades que se tengan para poder acceder a todas y cada una de las zonas del espacio de cultivo para realizar las actividades requeridas. **Figuras 69, 70, 71 y 72**.

• Medidas en metros.



- Area de ubicación del transporte.
- Area de Soportes y plantación.
- Area de pasillos laterales.
- Area de pasillo central donde se ubica el sistema de riego.
- Vías de acceso al área de plantación.

**Figura 68** Vista de planta de la propuesta de acomodo de las mesas en el área del vivero de 13 X 30 m.

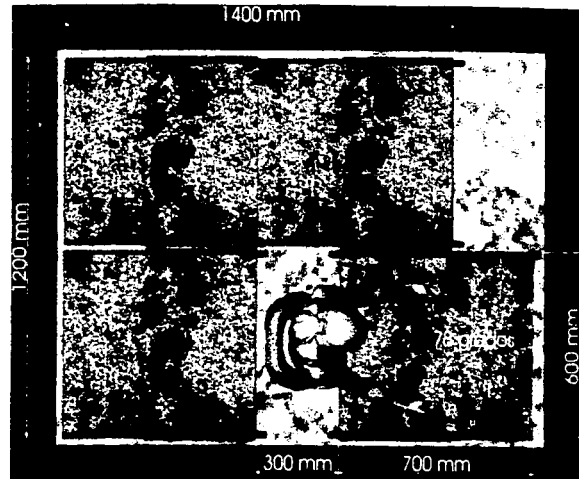


Figura 69 Diagrama del usuario en su centro de trabajo en vista superior.

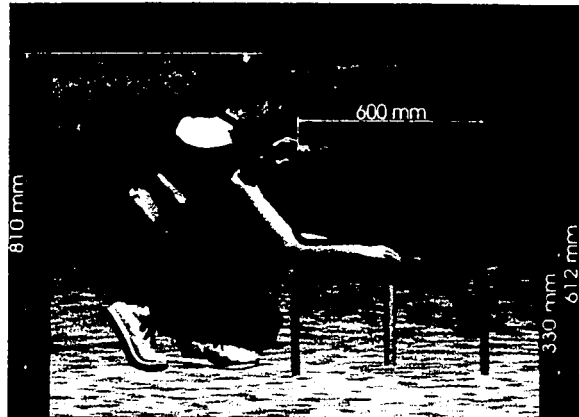


Figura 70 Diagrama del usuario activando el mecanismo de elevación en vista lateral.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

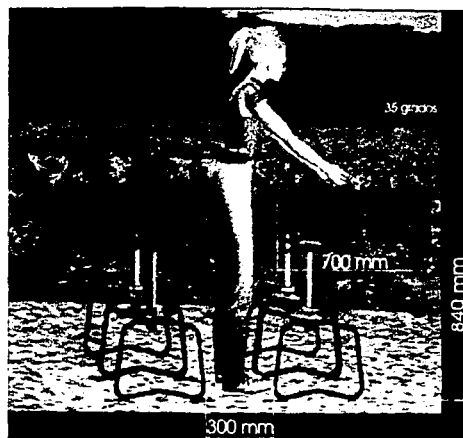
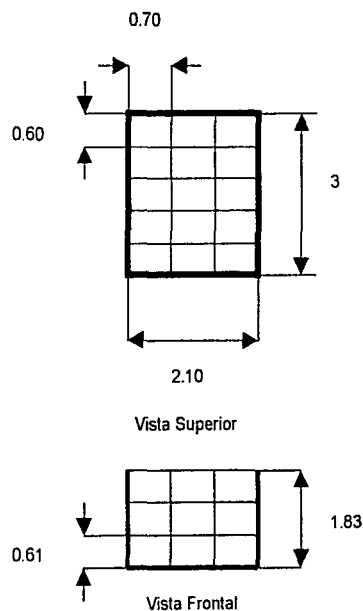


Figura 71 Diagrama del usuario en su centro de trabajo en vista lateral.



Figura 72 Diagrama del usuario en su centro de trabajo en vista frontal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Figura 73** Vistas generales del acomodo en camión de los soportes (camión de 31/2 ton).

#### Camión de 3 ½ ton

- Medidas: 1.83 m alto, 2.10 m ancho y 3 m largo.
- 15 soportes por nivel.
- 3 niveles.
- 45 soportes totales.
- 4410 plantas por transportar.

#### Camión rabón de 8 ton

- Medidas: 1.83 m alto, 2.30 m ancho y 5 m largo.
- 24 soportes por nivel.
- 3 niveles
- 72 soportes totales.
- 7056 plantas transportar.

#### Camión Torton de 18 ton

- Medidas: 1.83 m alto, 2.30 m ancho y 6 m largo.
- 30 soportes por nivel.
- 3 niveles.
- 90 soportes totales.
- 8820 plantas por transportar.

## Capítulo 6 Desarrollo de los Envases con Soporte para Planta Forestal en Vivero

El sistema puede ser ubicado en la intemperie (vivero) o en un espacio controlado (invernadero) y de acuerdo a la elección del material, color y forma del sistema, dependerá el desempeño del operario en su labor y el desarrollo del cultivo, para ello se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- El color de las piezas de plástico es negro humo debido a las características propias del material PP y al 30% de carga de fibra de vidrio que se le agrega a cada una de las piezas para una mayor resistencia.
- En el caso de los tubetes este color beneficia el crecimiento de las plantas ya que por sus características, conserva mejor el calor de la semilla y de la raíz de la plántula lo cual permite que se desarrolle rápidamente.
- El color azul de aplicación electrostática, **anexo 3** en las partes tubulares del módulo superior e inferior del soporte es utilizado para que las plagas u hongos maléficos que puedan afectar directamente el cultivo puedan ser observados a simple vista, por el viverista.
- Visualmente el color opaco del negro que predomina en el sistema no permite que el reflejo al momento de la incidencia de la luz solar sea dañino para el usuario.

Para brindar seguridad al usuario se tomaron en cuenta 2 aspectos que son:

- Eliminación de aristas puntiagudas que lo pudieran dañar.
- Implementación de zonas prensiles en elementos de uso directo y constante.

En la transportación y manipulación de las partes que comprenden al sistema, son tomados en cuenta aspectos como el peso, que es aproximadamente de 20 Kg. con todo y plantas, cantidad que una persona adulta del sexo masculino o dos del sexo femenino puedan cargar o mover hasta el vehículo de transporte donde serán acomodados, **Figura 73** ésta distancia es aproximadamente de 6 a 7 m como máximo (tomando en cuenta el acomodo y las medidas recomendadas para el terreno).

Las dimensiones antropométricas del usuario tipo en México han sido tomadas en cuenta para ajustar las del sistema, en cuanto a alcances, alturas y medidas en los elementos que entran en contacto directo con el usuario.

A través de la descripción ergonómica del sistema queda claro que la relación existente entre el operario y el puesto es un vínculo que debe tomarse como uno solo, porque a través de esta correspondencia se optimizan las funciones de los dos, tanto para la persona como para el sistema, al propiciarse las condiciones adecuadas de trabajo. Es en el tema subsecuente donde se da un claro ejemplo del binomio hombre-máquina o en este caso hombre-objeto.

### 6.5.1 Secuencias de Uso y Función

Cabe señalar que las secuencias de uso y función del sistema para llevar a cabo el proceso de cultivo de planta forestal en vivero, solo cubren los puntos que se requieren para su utilización como puesto de trabajo, estos aspectos están representados a continuación de forma general, y complementan los puntos expuestos de las páginas 79 y 80, donde se describió a detalle el proceso de armado del sistema.



Figura 74



Figura 75



Figura 76

### Secuencias de Uso y Función

1. Se acciona la abrazadera del soporte para colocarlo en su posición de cultivo. **Figuras 74 y 75.**
2. Se coloca el bastidor en los rieles superiores deslizándolos. **Figura 76**
3. Se sacan del empaque y colocan los tubetes en las cavidades del bastidor. **Figuras 77**
4. Se añade y se rasa el sustrato donde se va a cultivar la semilla de la plántula para que todas las cavidades estén llenas. **Figuras 78 y 79**
5. Se compacta el sustrato de cada cavidad. **Figura 80**
6. Se colocan 2 o más semillas en cada cavidad del bastidor. **Figura 81**
7. Se recorre el bastidor para formar pasillos por donde se realizaran las labores de deshierbe y deshije. **Figuras 82**
8. Se desactiva la abrazadera para bajar la parte superior del soporte a su posición de transporte. **Figuras 83 y 84**
9. Se traslada el sistema al vehículo de transporte. **Figuras 85**
10. Se sube al camión para ser llevada a la zona de plantación. **Figuras 86 y 87**
11. El tubete es tomado y manipulado para que la planta salga sin daño alguno. **Figura 88**
12. El sistema es lavado y guardado en la bodega en el vivero. **Figuras 89 y 90**



Figura 77



Figura 80



Figura 83



Figura 78



Figura 81



Figura 84



Figura 79



Figura 82



Figura 85





Figura 86



Figura 87



Figura 88



Figura 89



Figura 90

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

En este capítulo se describieron los aspectos y características relevantes del sistema de Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero, hablando sobre los elementos que lo componen, sus consideraciones, actividades y características técnicas que son relevantes para la elaboración del nuevo diseño. En el próximo capítulo estos aspectos se complementaran con la descripción de los medios de producción propuestos para la elaboración del sistema tomando en cuenta aspectos de producción, demanda y sus costos.

## Capítulo 7

Los Envases con Soporte para el  
Cultivo y Transporte de Planta  
Forestal en Vivero

*La mayor parte de los fracasos nos  
vienen por querer adelantar la hora  
de los éxitos.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Amado Nervo.

## 7.1 Materiales Alternativos de Producción

La fabricación del Sistema de Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero requiere de materiales convencionales, como perfiles tubulares de origen metálico y plásticos reforzados con cargas de fibra de vidrio. Estos materiales no requieren de infraestructura sumamente compleja o sofisticada lo cual facilita que la elaboración del sistema pueda ser realizada con infraestructura disponible en el país.

Antes de plantear las características de la producción del sistema, en la **Tabla 33** se indicaran las características más relevantes de los distintos materiales que lo conforman y que determinan las operaciones necesarias para su transformación.

Material	Características	Piezas del Sistema
PP (Polipropileno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertenecen a la familia de las poliolefinas.</li> <li>• Es el plástico más ligero que se conoce.</li> <li>• Su peso específico es de 0.02.</li> <li>• Tiene mucho brillo.</li> <li>• Una rigidez alta a bajas temperaturas.</li> <li>• Se le pueden incorporar pigmentos.</li> <li>• Normalmente se moldea por extrusión o por inyección.</li> <li>• Puede ser reforzado por otro material, como el nylon o la fibra de vidrio, lo cual permite aumentar su rigidez, resistencia al choque y a la elasticidad.</li> <li>• Su resistencia a la compresión es de 600-703 <math>Kg/cm^2</math>.</li> <li>• Su resistencia a la tracción es de 295-386 <math>Kg/cm^2</math>.</li> <li>• Su punto de reblandecimiento es de 150 °C.</li> <li>• Su inflamabilidad es lenta.</li> <li>• Su color puro va de transparente a translúcido.</li> <li>• Presentación granulada en sacos de 50 Kg.</li> <li>• Aditivos como inhibidor de rayos UV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nodos</li> <li>• Rieles</li> <li>• Regatones</li> <li>• Charola</li> <li>• Tubetea</li> </ul>

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Material	Características	Piezas del Sistema
Perfil tubular redondo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un producto térmico.</li> <li>• Son fáciles de soldar, maquinar y procesar.</li> <li>• Es dúctil.</li> <li>• Se corroe con la humedad.</li> <li>• Es resistente a esfuerzos de tensión y a los impactos.</li> <li>• Compuesto por acero de bajo carbono.</li> <li>• Dimensiones comerciales Diámetro 5/8 " X 6 m de largo Calibre 16.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulos superior e inferior.</li> </ul>
Perfil tubular de acero inoxidable AISI 304.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero inoxidable de tipo austenítico.</li> <li>• Gran resistencia al calor y a la corrosión.</li> <li>• Características mecánicas convenientes y soldabilidad si están estabilizados con Títano o Niobio.</li> <li>• Excelente hechurabilidad.</li> <li>• Esta considerado como un material de ingeniería.</li> <li>• Su composición es de 18% de cromo y 8 % de níquel conocido como [18/8] con poco carbono.</li> <li>• El acero AISI 304 encuentra gran cantidad de aplicaciones en el campo arquitectónico, debido a su resistencia a la corrosión atmosférica.</li> <li>• Dimensiones comerciales Diámetro 1 1/4 " X 6m de largo Calibre 16.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo central del soporte.</li> </ul>


**Tabla 33** Cuadro de características de los materiales involucrados en el sistema.


Como se puede observar en la tabla anterior son distintos los tipos de materiales que se utilizan en la elaboración del sistema, y por lo tanto también son diversos los procesos que se ocupan para su fabricación, en la **Tabla 34** se describen los procesos que se ocupan en la manufactura de cada una de las piezas del sistema.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

Piezas de Metal	Material	Pieza	Corte y Unión					Acabados					Sub-Ensamble	Empaque y Embalaje			
			Corte	Doblado	Soldado	Esmaltado	Barrenado	Rosariado	Líquido	Desengrasante	Lavado en tina	Líquido para Adherencia			Secado	Pintado	Horneado
		Tubo de acero al superior, bajo carbón.															
		Tubo de acero al inferior, bajo carbón.															
		Tubo de acero inoxidable XX.															
Piezas de Plástico	Material	Pieza	Inyección					Acabados					Sub-Ensamble	Empaque y Embalaje			
							Rebabeado										
	PP.	Nodo fijo superior															
	PP.	Nodo fijo inferior															
	PP.	Nodo de ajuste superior															
	PP.	Nodo de ajuste inferior															
	PP.	Riel															
	PP.	Regatón															
	PP.	Charola															
PP.	Tubete																

 Piezas que requieren de dos procesos diferentes.

 Piezas que requieren ese proceso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Piezas Comerciales	Material	Pieza	Sub-Ensamble	Empaque y Embalaje
	Acero al bajo carbono nquelado.	Pernos		
	Aluminio anodizado.	Abrazadera		
	Acero al bajo carbono nquelado.	Tornillos		

**Tabla 34** Procesos de manufactura para la elaboración de las piezas del sistema.

Tomando en cuenta la tabla anterior se contempla la producción del sistema, a través de los bienes de capital necesarios para su manufactura. Se investigaron diversas empresas que cuentan con la infraestructura necesaria, como Polietilenos del Sur S. A. de C. V., Artículos de Plástico Broadway S. A. de C. V. (A.P.B), Bonilla de Oriente S. A. de C.V. y Doblado de Tubo Especializado S. A. de C.V. en la **Tabla 35** se mencionan las características generales de la maquinaria necesaria para la transformación de cada una de las piezas, plásticas y metálicas y las empresas que poseen dicha maquinaria tomando en cuenta las siguientes consideraciones: cantidad de piezas a fabricar, precio de los materiales a emplear, costo de manufactura, mano de obra y distribución.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Piezas	Tipo de Máquina	Descripción
• Módulo superior.	Curvadora de tubo.	Industrias Bonilla de Oriente S.A. de C.V. radio mínimo 7 cm.
• Módulo inferior.		
• Módulo superior.	Horno para pintado electrostático.	Horno túnel de quema con gas licuado de petróleo (LP). Temperatura máxima 350 °C.
• Módulo inferior.		
• Tubo central.	Taladro	DIFSA de C. V.
• Módulo inferior.	Equipo de soldadura.	Industrias Bonilla de Oriente S.A. de C.V. de micro alambre Tig.
• Charola.	inyectora.	A.P. Broadway S.A. 900 toneladas de cierre.
• Nodo fijo superior.		
• Nodo fijo inferior.		
• Nodo de ajuste superior.	inyectora.	A.P. Broadway S.A. 900 toneladas de cierre.
• Nodo de ajuste inferior.		
• Rieles.		
• Regatones.	inyectora.	A.P. Broadway S.A. 180 toneladas de cierre.
• Tobetas.		

**Tabla 35** Tipo de maquina que se necesita para la manufactura de las piezas del sistema.

Como se mencionó en la tabla 35 se propone emplear el tipo de soldadura a tope tipo TIG en el cual se emplea una corriente de gas inerte para proteger la soldadura.

Descritos los procesos necesarios para la fabricación de las piezas así como la maquinaria necesaria para hacerlo, es importante conocer la serie de pasos requeridos al momento de la producción masiva de las piezas del sistema, en las páginas posteriores estos pasos son analizados mediante diagramas de flujo organizados de manera secuencial y cronológica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

- Pieza:** Módulo Superior e inferior.
- Procesos de producción:** Corte y unión, acabados, sub-ensamble y empaque.
- Material:** Perfil tubular redondo de acero de 5/8 de diámetro calibre 16.

**Símbolos Empleados en los Diagramas de flujo**



Almacén

Transporte

Operación

Demora

Inspección

**Figura 91** Simbología utilizada en los diagramas de flujo

Descripción del Proceso 1	S	Descripción del Proceso 2	S
Almacenamiento de los perfiles tubulares de 5/8 de diámetro calibre 16.	▽	Cargar la serie de perfiles del módulo superior en el carro.	○
Cargar los tramos de perfil en el carro de carga.	○	Cargar la serie de perfiles del módulo inferior en el carro.	○
Enviar los perfiles tubulares al área de corte y unión.	▢	Trasladar los perfiles del módulo superior al área de acabados, y colocarlos en el estante.	▢
Retirar los perfiles del carro y colocarlos en los estantes.	○	Trasladar los perfiles del módulo inferior a la sección de soldado y colocarlos en el estante.	▢
Tiempo de espera para que inician las operaciones.	D	Soldar los elementos del módulo inferior.	○
Sacar los perfiles del estante y colocarlos en la mesa de trabajo.	○	Cargar la serie de perfiles del módulo inferior en el carro.	○
Dimensionar los perfiles del módulo inferior y del módulo superior.	○	Trasladar los perfiles del módulo inferior a la sección de esmerlado y colocarlos en el estante.	▢
Tomar los perfiles de la mesa y colocarlos en la tierra circular.	○	Esmerlar los elementos del módulo inferior.	○
Cortar los perfiles.	○	Inspección parcial.	□
Eliminar la rebaba con una rasqueta.	○	Esperar al encargado que transporta los perfiles.	D
Esperar al encargado que transporta los perfiles.	D	Cargar la serie de perfiles en el carro.	○
Cargar la serie de perfiles en el carro.	○	Trasladar los perfiles del módulo inferior al área de acabados y colocarlos en el estante de la sección de lavado.	▢
Trasladar los perfiles a la sección de doblado y colocarlos en el estante.	▢	Limpia los perfiles del módulo inferior y superior con un líquido desengrasante.	○
El perfil del módulo superior se coloca en la curvadora.	○	Cargar la serie de perfiles de los módulos superior e inferior en el carro.	○
El perfil del módulo inferior se coloca en la curvadora.	○	Trasladar los perfiles del módulo inferior y superior a la sección de lavado en tina por inmersión y colocarlos en el estante.	▢
Esperar al encargado que transporta los perfiles.	D	Lavado de los perfiles de los módulos inferior y superior en una tina por inmersión.	○

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

Descripción del proceso 3	S
Cargar la serie de perfiles de los módulos superior e inferior en el carro.	○
Trasladar los perfiles del módulo inferior y superior a la sección donde se preparan, mediante la aplicación de un líquido para lograr una mayor adherencia y colocarlos en el estante.	⇨
Preparar la superficie por medio de un líquido que dé mayor adherencia a los perfiles de los módulos superior e inferior.	○
Cargar la serie de perfiles de los módulos superior e inferior en el carro.	○
Trasladar los perfiles del módulo inferior y superior a la sección de secado y colocarlos en los ganchos de la banda sin fin de la cámara de secado.	⇨
Secar las piezas por medio de aire caliente.	○
Cargar la serie de perfiles de los módulos superior e inferior secas en el carro.	○
Esperar al encargado que transporta los perfiles.	D
Trasladar los perfiles del módulo inferior y superior al área de pintura y hornado y colocarlos en los ganchos de la banda sin fin del sistema de pintura por aspersión.	⇨
Hornado automático de los perfiles de los módulos superior e inferior.	○
Desmonte de las piezas de los ganchos de la banda sin fin.	○
Inspección completa	□
Cargar la serie de perfiles del módulo superior en el carro.	○
Cargar la serie de perfiles del módulo inferior en el carro.	○
Trasladar los perfiles del módulo inferior al área de almacén y colocar en los estantes.	⇨
En almacén las piezas del módulo inferior.	▽
Trasladar los perfiles del módulo superior al área de sub-ensamble y colocar en los estantes.	⇨

Evento	Número
Almacén	2
Demora	5
Inspección	2
Operaciones	28
Transporte	11

Tabla 36 Diagrama de flujo de las piezas fabricadas en perfil tubular redondo de 5/8 de diámetro.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

**Piezas:** Nodos; Fijo Superior (S1), Fijo Inferior (S1"). de Ajuste superior (M1) y de Ajuste Inferior (M1").

**Procesos de Producción:** Inyección de plástico, rebabeado.

**Material:** PP. y fibra de vidrio.

Evento	Número
Almacén	2
Demora	2
Inspección	2
Operaciones	20
Transporte	6

Descripción del proceso	S	Descripción del proceso	S
En almacén PP., fibra de vidrio.	▽	Trasladar los nodos S1, M1, M1" a la zona de rebabeado.	⇨
Cargar material en carro de transporte.	○	Cargar los carros de transporte con las piezas inyectadas del nodo S1".	○
Trasladar el material a la zona de máquinas.	⇨	Trasladar el nodo S1" a la zona de rebabeado.	⇨
Descargar el carro de transporte.	○	Descargar los carros que transportan los nodos S1, M1, M1" y colocarlos en los estantes.	○
Distribuir el material a las diferentes máquinas de inyección.	○	Descargar el carro que transporta los nodos S1" y colocarlos en los estantes.	○
Tiempo de espera a que inician las operaciones.	D	Inspección parcial.	□
Abrir los costales de PP..	○	Tiempo de espera a que inician las operaciones.	D
Vaciar los costales de PP. en las tolvas donde se inyectaran cada uno de los nodos S1, S1", M1, M1".	○	Comenzar a rebabear y pulir los nodos S1, S1", M1, M1".	○
Abrir los costales de fibra de vidrio.	○	Inspección completa.	□
Vaciar los costales de fibra de vidrio en las tolvas donde se inyectaran cada uno de los nodos S1, S1", M1, M1".	○	Cargar los nodos S1, S1", M1" en los carros de transporte.	○
Programar las máquinas.	○	Cargar los nodos M1 en los carros de transporte.	○
Tiempo de inyección de los nodos S1, M1, M1".	○	Trasladar los nodos S1, S1", M1" al área de almacén.	⇨
Tomar del estante los perfiles tubulares de acero inoxidable.	○	Trasladar los nodos M1 al área de subensamble y colocarlos en los estantes.	⇨
Colocar el perfil tubular de acero inoxidable en la inyectora del nodo S1" para ser inyectado junto con él.	○	Colocar los nodos S1, S1", M1" en los estantes.	○
Tiempo de inyección del nodo S1".	○	Los nodos S1, S1", M1" en almacén.	▽
Cargar los carros de transporte con las piezas inyectadas de los nodos S1, M1, M1".	○		

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tabla 37 Diagrama de flujo de los nodos S1, S1", M1, y M1" piezas fabricadas en PP. con carga de fibra de vidrio.

Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

❖ **Piezas:** Riel (Ri) y Regatones (Rr).

❖ **Procesos de Producción:** Inyección de plástico y rebabeado.

❖ **Material:** PP. y fibra de vidrio.

Descripción del proceso	S	Descripción del proceso	S
En almácén PP., fibra de vidrio.	∇	Trasladar las piezas Ri y Rr a la zona de rebabeado.	⇒
Cargar material en carro de transporte.	○	Descargar los carros que transportan las piezas Ri y Rr y colocarlos en los estantes.	○
Trasladar el material a la zona de máquinas.	⇒	Inspección parcial.	□
Descargar el carro de transporte.	○	Tiempo de espera a que inicien las operaciones.	D
Distribuir el material a las diferentes máquinas de inyección.	○	Comenzar a rebabear y pulir las piezas Ri y Rr.	○
Tiempo de espera a que inicien las operaciones.	D	Inspección completa.	□
Abrir los costales de PP..	○	Cargar las piezas Ri en los carros de transporte.	○
Vaciar los costales de PP. en las tolvas donde se inyectaran cada una de las piezas Ri.	○	Cargar las piezas Rr en los carros de transporte.	○
Abrir los costales de fibra de vidrio.	○	Trasladar las piezas Ri al área de sub-ensamble.	⇒
Vaciar los costales de fibra de vidrio en las tolvas donde se inyectaran cada una de las piezas Rr.	○	Colocar las piezas Ri en los estantes.	○
Programar las máquinas.	○	Trasladar las piezas Rr al área de almacén.	⇒
Tiempo de inyección de las piezas Ri.	○	Colocar las piezas Rr en los estantes.	○
Tiempo de inyección de las piezas Rr.	○		
Cargar los carros de transporte con las piezas inyectadas Ri, Rr.	○	Las piezas Rr en almacén.	∇

Evento	Número
Almacén	2
Demora	2
Inspección	2
Operaciones	17
Transporte	4

Tabla 38 Diagrama de flujo de las piezas riel y regatón fabricadas en PP. con carga de fibra de vidrio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

❖ **Piezas:** Bastidor (BD) y tubetes (TB).

❖ **Procesos de producción:** Inyección de plástico y rebabeado.

❖ **Material:** PP. y fibra de vidrio.

Evento	Número
Almacén	2
Demora	2
Inspección	2
Operaciones	16
Transporte	3

Descripción del proceso	S	Descripción del proceso	S
En almacén PP., fibra de vidrio.	∇	Tiempo de inyección de las piezas TB.	○
Cargar el PP. en carro de transporte.	○	Inspección parcial.	□
Cargar la fibra de vidrio en carro de transporte.	○	Cargar los carros de transporte con las piezas inyectadas BD y TB.	○
Trasladar los materiales a la zona de máquinas.	⇨	Trasladar las piezas BD y TB a la zona de rebabeado.	⇨
Descargar los carros de transporte.	○	Descargar los carros que transportan las piezas BD y TB y colocarlos en los estantes.	○
Distribuir el material a las diferentes máquinas de inyección. El PP. y la fibra de vidrio a la máquina que va a inyectar los bastidores y el PP. solo, a las que inyectaran los tubetes.	○	Tiempo de espera a que inicien las operaciones.	D
Tiempo de espera a que inicien las operaciones.	D	Comenzar a rebabear y pulir las piezas BD y TB.	○
Abrir los costales de PP.	○	Inspección completa.	□
Vaciar los costales de PP. en las tolvas donde se inyectaran cada una de las piezas BD y TB.	○	Cargar las piezas BD y TB en los carros de transporte.	○
Abrir los costales de fibra de vidrio de las piezas BD.	○	Trasladar las piezas BD y TB al área de almacén.	⇨
Vaciar los costales de fibra de vidrio en las tolvas donde se inyectaran las piezas BD.	○	Colocar las piezas BD y TB en los estantes.	○
Programar las máquinas.	○		
Tiempo de inyección de las piezas BD.	○	Las piezas BD y TB en almacén.	∇

Tabla 39 Diagrama de flujo de los bastidores y tubetes.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

**Piezas:** Tubo central.

**Procesos de Producción:** Corte, barrenado y roscado.

**Material:** Perfil tubular de Acero inoxidable de 1<sup>ra</sup> de diámetro calibre 16.

Descripción del proceso	S	Descripción del proceso	S
Almacenamiento de los perfiles tubulares de Acero inoxidable de 1 <sup>ra</sup> de diámetro calibre 16.	▽	Trasladar los perfiles a la sección de barrenado y roscado.	▢
Cargar los tramos de perfil en el carro de carga.	○	Retirar los perfiles del carro y colocarlos en los estantes.	○
Enviar los perfiles tubulares al área de barrenado.	▢	El perfil se coloca en el taladro.	○
Retirar los perfiles del carro y colocarlos en los estantes.	○	Se perforan los orificios por donde van a entrar los pernos.	○
Tiempo de espera para que inician las operaciones.	D	Cargar los perfiles en el carro.	○
Sacar los perfiles del estante y colocarlos en la mesa de trabajo.	○	Trasladar los perfiles a la sección de roscado.	▢
Dimensionar los perfiles.	○	Retirar los perfiles del carro y colocarlos en los estantes.	○
Tomar los perfiles de la mesa y colocarlos en la mesa de corte.	○	Dimensionar los perfiles.	○
Cortar los perfiles.	○	Roscar los perfiles.	○
Desmontar de la mesa de corte.	○	Inspección completa.	▢
Eliminar la rebaba.	○	Cargar los tramos de perfil en el carro de carga.	○
Inspección parcial.	▢	Trasladar los perfiles al área de inyección.	▢
Esperar al encargado que transporta los perfiles.	D	Retirar los perfiles del carro y colocarlos en los estantes.	○

Evento	Número
Almacén	1
Demora	2
Inspección	2
Operaciones	18
Transporte	4

Tabla 40 Diagrama de flujo de tubo central fabricado en acero inoxidable.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

✳ **Piezas:** Nudo de ajuste superior(MI), Riel (RI), Módulo superior (MS), Abrazadera de seguridad (AS).

✳ **Procesos de producción:** Sub-ensamble

✳ **Material:** Aluminio. Perfil tubular, PP. inyectado con carga de fibra de vidrio.

Evento	Número
Almacén	4
Demora	2
Inspección	4
Operaciones	17
Transporte	4

Descripción del proceso	S	Descripción del proceso	S
En almacén MI y AS.	▽	Cargar los carros par su traslado.	○
Cargar los carros par su traslado.	○	Trasladar las piezas MS y RI a la zona de sub-ensamble.	○
Trasladar las piezas MI y AS a la zona de sub-ensamble.	⇒	Tomar el MS del estante.	○
Colocar las piezas MI y AS en el estante.	○	Tomar las piezas RI del estante.	○
Tomar el MI del estante.	○	Colocar el sellador a las piezas RI.	○
Tomar la AS del estante.	○	Insertar las piezas RI en el MS.	○
Insertar el tornillo de la AS a la parte que cierra el MI.	○	Limpiar excesos.	○
Ajustar el tornillo de la AS.	○	Tiempo de secado.	○
Inspección parcial.	□	Inspección parcial.	□
Cargar el carro de que transporta los MI terminados al área de almacén.	○	Cargar el carro de que transporta el MS completo.	○
Tiempo de espera a que llegue el encargado de transporte.	D	Tiempo de espera a que llegue el encargado de transporte.	D
Trasladar los nodos terminados al almacén.	⇒	Trasladar los módulos terminados al almacén.	⇒
Colocar los nodos en el estante.	○	Colocar los módulos en el estante.	○
Inspección completa.	□	Inspección completa.	□
Piezas MI y AS en almacén.	○	Piezas MS y RI en almacén.	▽

**Tabla 41** Diagrama de flujo del proceso de sub-ensamble.

✳ En los diagramas anteriores son representativos de dos o mas piezas del sistema debido a que sus procesos de producción son idénticos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Piezas completas en almacén	Piezas que las componen
Módulos Superiores.	Módulo superior. Riel.
Nodos superiores.	Nodo fijo superior. Nodo fijo inferior. Tubo central.
Nodos inferiores	Nodo de ajuste superior. Nodo de ajuste inferior. Abrazadera de seguridad
Regatones.	
Bastidores.	
Tubeles	
Módulos Inferiores.	
Pernos	
Tornillos.	
Empaque.	

Piezas de tipo comercial

**Tabla 42** Resumen general de los componentes del sistema.

A partir de la presentación de los diagramas de flujo los componentes del sistema, quedan establecidos como productos terminados, siendo empacados con la información descriptiva del sistema que explica su conformación, para su venta posterior siendo esta por pedido, tomando en cuenta características importantes como el número de piezas a producir **Anexo 8**, el tiempo aproximado de la producción **Anexos 9, 10 y 11**, el costo, y el tipo de demanda solicitada para poder determinar la rentabilidad del producto, estos últimos son descritos en el siguiente tema.

## EL COSTO

El costo de fabricación del Sistema de "Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero", se obtuvo en el segundo trimestre del 2002.

Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

En la cotización se considero una producción de 860 soportes para cubrir un espacio de terreno de 30 X 13 m y una producción de 84.280 plantas por módulo de plantación dentro de un vivero cuya demanda es de 5 millones de plantas. considerando así que para obtener esta cifra se necesitan 59.3 módulos. tomando en cuenta que SEMARNAT cuenta con 611 viveros que producen entre 5 y 15 millones de plantas cada uno, la demanda que se considera es la mínima.

Se propone a la empresa A.P.B. como la encargada de producir y distribuir el número de piezas requeridas por la demanda en todo el país, Centro y Sudamérica ya que cuenta con la infraestructura y conocimientos necesarios del mercado agroindustrial teniendo como apoyo a la empresa Bonilla de Oriente S. A. de C. V y DIPSA de C. V. como maquiladores de las piezas metálicas.

Esta propuesta contempla la realización de un convenio con la empresa A.P.B. para la obtención de regalías por concepto de diseño del 1.5 % del Subtotal del producto. que esta incluido en costos indirectos.

Productos comerciales.

Cantidad de Piezas	Pieza	Costo	Importe
	Charola.	\$ 40.00	\$ 40.00
4	Regatón.	\$ 1.50	\$ 6.00
1	Nodo fijo superior.	\$ 4.00	\$ 4.00
1	Nodo fijo inferior.	\$ 4.25	\$ 4.25
1	Nodo de ajuste superior.	\$ 4.20	\$ 4.20
1	Nodo de ajuste inferior.	\$ 4.00	\$ 4.00
88	Tubete.	\$ 0.80	\$ 78.40
1	Tubo central.	\$ 5.00	\$ 5.00
1	Módulo superior.	\$ 12.50	\$ 12.50
1	Módulo inferior.	\$ 22.00	\$ 22.00
2	Rej.	\$ 3.50	\$ 7.00
8	Tornillos.	\$ 0.50	\$ 4.00
2	Pernos.	\$ 0.40	\$ 0.80
1	Abrazadera de seguridad	\$ 4.00	\$ 4.00
1	Sellador	\$ 1.00	\$ 1.00
	<b>Subtotal</b>		<b>\$ 197.15</b>

\*Los costos de moldes están incluidos en la manufactura.

Tabla 43 Tabla de costos generales del sistema.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



Capítulo 7 Los Envases con Soporte para el Cultivo y Transporte de Planta Forestal en Vivero

<b>Subtotal</b>		\$ 197,15
Costos Indirectos	25%	\$49,28
<b>Costo Total</b>		<b>\$ 246,43</b>

**Tabla 44** Tabla de costos adicionales.

Tipo de sistema	Dimensión del terreno	Número de plantas a producir	Número de charolas	Costo del equipamiento del módulo de plantación
Sistema con perfiles zintro	13 X30 m	81,000	1500	\$ 230,166.75
Nuevo diseño	13 X30 m	84,280	860	\$ 211,936.25
<b>Diferencias positivas</b>		<b>3280</b>	<b>640</b>	<b>8 %</b>

♣ En el costo del sistema con perfiles zintro según datos de SEMARNAT Anexo 7 no está contemplado el costo de mano de obra por fabricación e instalación in situ, por lo que al costo se le aumentó un 10 % por dicho concepto.

♣ El porcentaje de diferencia entre el diseño con perfiles zintro y el nuevo diseño es de 8 %.

♣ Todos los costos son en moneda nacional 00/100.

**Tabla 45** Características de la inversión en Vivero.

Las tablas 43, 44 y 45 nos dan tres cotizaciones totales para la fabricación del sistema, la primera está enfocada a hacer un desglose de los costos generales de los procesos de transformación de los materiales, la segunda contempla las utilidades y los costos indirectos que en determinado momento son importantes para la salida al mercado del producto y la tercera menciona el costo de infraestructura e inversión a realizar, así como un comparativo de lo que existe actualmente en los viveros del país y el nuevo diseño.

Para conformar un vivero con las características mencionadas, cabe señalar que los costos presentados en este tema pueden variar dependiendo del lugar y de la empresa donde se levante la cotización.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 7.3 Mantenimiento

El sistema esta garantizado para tener un funcionamiento optimo de 5 años, aunque se deben considerar algunos aspectos, que tienen que ver con el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, estos son:

- ✱ La lubricación del mecanismo de elevación para evitar atascamientos al momento de accionar éste.
- ✱ El lavado y desinfección del soporte, los tubetes y la charola después de su utilización en el área de plantación.
- ✱ El intercambio de piezas deterioradas por otras nuevas en caso de ser necesario.

Estos aspectos son los más relevantes que hay que tomar en cuenta para que el sistema tenga un funcionamiento adecuado, éste también estará en función de la adecuada utilización del sistema por el usuario desde su armado hasta su estiba.

Las características esenciales de su armado y funcionamiento se contemplaran en un instructivo anexo donde se le explique al usuario como mantener el sistema en las mejores condiciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

# Capítulo 8

## Conclusión

*Tú no puedes poner remedio a la vida  
de los demás,  
Pero sí a la tuya.*

*Tú no puedes determinar que mundo  
les vas a dejar a tus hijos, pero si  
que hijos le vas a dejar a tu mundo.*

Hector Tassinari

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Conclusión

El sistema aquí presentado tiene como propósito ayudar a revertir el proceso de deforestación, que como ya se menciona en los primeros capítulos de este documento es un factor que cobra cada día mayor importancia en el ámbito nacional e internacional, debido al incremento de los índices de contaminación ambiental y a los daños ocasionados a ecosistemas forestales en todo el planeta.

Parte de la solución al deterioro ecológico es la prevención, que debe ser resuelta por un equipo multidisciplinario donde el Diseñador Industrial juega un papel primordial en la creación de elementos como el sistema de soporte con envases, que favorece la producción y cultivo de planta forestal, y que tiene grandes posibilidades de poder ayudar a sectores tanto rurales, suburbanos y urbanos, ya que es una unidad que está específicamente diseñada para satisfacer no solo el cultivo en vivero e invernadero, sino también cumple con las características adecuadas para poder ser transportado al lugar de reforestación sin necesidad de elementos externos que puedan encarecer el proceso.

El sistema desarrollado resulta ser más económico un 8 % en su fabricación, distribución y operación con relación a los que se utilizan actualmente, encontrando en éste beneficios como la estandarización y fabricación de las piezas en serie que facilitan el mantenimiento y el intercambio de refacciones a bajo costo, así como la transportación de mayor número de plantas a la zona de reforestación y la disminución del índice de mortandad durante el mismo.

Las características modulares del sistema permiten que puedan ser acomodadas en superficies de terreno de diferentes medidas teniendo el mínimo de espacio residual y un máximo de planta por unidad de superficie, tomando en cuenta que la medida propuesta de 13 X 30 m es la más eficiente para obtener el máximo rendimiento en la calidad de planta.

## Capítulo 8 Conclusión

El beneficio en el factor social, es el de utilizar al máximo la infraestructura que se encuentra en nuestro país, tanto en el sector productivo forestal como en el de sus recursos humanos, haciendo más eficientes las condiciones laborales de estos últimos en el puesto de trabajo mejorando aspectos como la postura, los alcances, la manipulación del objeto, dentro y fuera del vivero.

Es importante tomar en cuenta que para el Diseño Industrial, el sector forestal de nuestro país es un campo fértil, para realizar propuestas y dar soluciones a las múltiples necesidades que se observaron a lo largo de la investigación realizada para la elaboración de esta tesis como son el rediseño de elementos que agilicen las actividades de las etapas de la producción de planta forestal en vivero.

El diseño aquí expuesto es una respuesta concreta a una de las tantas necesidades analizadas y como todo proyecto de diseño es susceptible de ser mejorado, cada solución diferente que pueda plantearse será en razón de la creatividad y visión de cada diseñador.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Glosario

- ✦ **Almácigos:** Semillas que son sembradas en un lugar específico, para después ser transplantadas.
- ✦ **Erogación:** Acción de repartir y distribuir.
- ✦ **Estéril:** Que nada produce.
- ✦ **Estibar:** Disposición de una carga o mercancía en un local.
- ✦ **Fisiográficas:** Que describe la tierra y los fenómenos que en ella se producen.
- ✦ **Fisiológico:** Que estudia la vida y las funciones orgánicas
- ✦ **Galvanizado:** Baño de cinc que se le da a un material para que no se oxide.
- ✦ **Germinación:** Fenómeno por el cual sale la planta de la semilla.
- ✦ **Germoplasma:** Semilla tratada especialmente para un óptimo desarrollo en su germinación.
- ✦ **Halófila:** Planta que vive de preferencia en terrenos salados.
- ✦ **Hidrófila:** Que absorbe agua.
- ✦ **Machihembrado:** Ensamblaje.
- ✦ **Micorrizas:** tipo de hongo que beneficia la germinación y el crecimiento de la planta en los primeros meses.
- ✦ **Micro-irrigación:** Riego y fertilización, por medio de válvulas que expulsan el agua a presión.
- ✦ **Morfológico:** Forma de un ser orgánico.
- ✦ **Radicular:** Raíz.
- ✦ **Renuevo:** Vástago que echa el árbol después de la poda.
- ✦ **Rodal:** Terreno o campo pequeño.
- ✦ **Solsticio:** Tiempo en que se halla el sol mas lejos del ecuador.
- ✦ **Sustrato:** Lo que sirve de base o fundamento a algo.
- ✦ **Termoestable:** Que no varía en mucho su temperatura.
- ✦ **Selva alta:** BOSQUE TROPICAL PERENNIFOLIO Identificado también como "selva alta", es el tipo de vegetación más exuberante de todos los que existen en la tierra.

## Capítulo 8 Conclusión

- ✦ **Selva baja:** BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO También se le ha denominado "selva baja". bajo esta denominación se incluye un conjunto de bosques propios de regiones de clima cálido.
- ✦ **Selva media:** BOSQUE TROPICAL SUBCADUCIFOLIO Identificado también como "selva media", es el tipo de vegetación que se agrupa en una serie de comunidades vegetales con características intermedias en su aspecto y en sus requerimientos climáticos entre bosque tropical perennifolio y el caducifolio.
- ✦ **Semillas:** Tubérculo bulbo, u otro diseminulo que sirve para propagar una planta.
- ✦ **Rebrotos:** Retoños, vástagos o tallos que echa de nuevo la planta.
- ✦ **Siembra directa:** La semilla es llevada al lugar por reforestar y esparcida por la mano del hombre, o sea sembrándola propiamente hablando, generalmente se utiliza cuando hay abundancia de semillas o cuando el precio de ésta es bajo y se conoce su porcentaje de germinación.
- ✦ **Plantación:** Éste método consiste en llevar plantas para establecerlas en el sitio a reforestar, estas pueden llevar la raíz desnuda o contenida dentro de un envase lleno de sustrato.
- ✦ **Platabanda:** Sección de un vivero o invernadero compuesta por varios soportes que mantienen suspendidas del suelo a las plántulas.
- ✦ **Deshierbe y deshije:** Proceso por el cual se sana y se le da mantenimiento a la planta, transplantando semillas fértiles y retirando hierba y hongos maléficos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 8 Conclusión

Bibliografía

- ❖ CASTAÑOS. J.L. Manual de Viveros Forestales en la Sierra Peruana. Lima, Proyecto FAO/Molanda/INFOR. 1983.
- ❖ DR. IR. GRIJPM. PIETER. Producción Forestal. México 1993.
- ❖ GONZÁLEZ. G. EDGAR. El Desarrollo Sustentable una alternativa de política Institucional. Cuadernos SEMARNAT. 2000.
- ❖ LANDIS. Notas sobre viveros forestales. alternativas ecológicas. E.U.A. 1995.
- ❖ MACIAS. LUIS. Reforestación Teoría y Práctica. México, Dirección General Forestal y de caza. SAGAR. 1951.
- ❖ MOLERA SOLÁ. PERE. Metales Resistentes a la corrosión. Barcelona, España 1990.
- ❖ MOLERA SOLÁ. PERE. Soldadura industrial: clases y aplicaciones. Barcelona, España 1992.
- ❖ OBORNE. DAVID. Ergonomía en acción. México. Trillas. 1990.
- ❖ PANERO. ZELNIK. Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. México. GG. 1984.
- ❖ RODRIGUEZ. GERARDO. Manual de Diseño Industrial Curso Básico. México, UAM-A GG. 1990.
- ❖ RZEDOWSKI. J. Vegetación de México. México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. 1978.
- ❖ SÁNCHEZ. FRANCISCO. Prontuario de Investigación Documental y de Campo. México. Trillas. 1994.
- ❖ SEMARNAT. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Delitos Ambientales. México. 1997.
- ❖ SEMARNAT. Segunda Reunión Nacional de Planta en Contenedor. 1998.
- ❖ SEMARNAT. Segunda Reunión Nacional sobre Producción de planta Forestal. 27 al 30 de Octubre. 1998.
- ❖ SEMARNAT. Texto Guía Forestal. México. 2000.



Capítulo 8 Conclusión

En la siguiente tabla se muestran los resultados del estudio antropométrico realizado, a 54 personas hombres y mujeres de edades de entre 18 y 62 años. En dos viveros forestales que cuentan con producción en contenedor, pertenecientes al Programa Nacional de Reforestación (PRONARE). Vivero Netzahualcoyotl Xochimilco D.F. y Vivero de la 1ra. Zona Militar de la SEDENA (Sta. Lucia).

Anexo 1

Número	Edad	Estatura	Alcance Hombro-Dedo	Distancia Piso-codo	Profundidad Máxima del Cuerpo	Mano		Flexión Columna Vertebral
						Ancho	Largo	
1	32	162	80.5	102	33	7	18	50°
2	36	162	86.5	101	30	7.3	18	50°
3	33	162	79	100	29	7.5	17.5	40°
4	20	160	82.5	98	28	7.3	17	50°
5	52	158	82	98	29	6.1	17	45°
6	44	157	83	99	34	7.4	17	35°
7	49	157	80	95	30	7.3	16.5	40°
8	25	157	77	97	32	6.4	17	50°
9	35	156	75	100	30	7	16.5	50°
10	49	155	80	98	33	7.5	16	45°
11	36	155	80	95	27	7.2	17	45°
12	40	155	78	97	29	7.5	17	48°
13	28	155	77	98	25	6.6	16.5	40°
14	35	154	73.5	97	30	7	17	50°
15	42	153	81	92	33	8	18.3	60°
16	18	153	79	92	26	6.3	16.5	20°
17	28	153	76.5	94	31	6.7	17	50°
18	50	152	69	92	29	7.3	16.5	50°
19	18	152	68	94	27	7.4	16	50°
20	45	151	80.5	92	34	7.8	18	45°
21	19	151	75	93	24	6.7	17	40°
22	25	151	73	93	24	7.5	17	45°
23	33	150	77	90	31	7.6	17.5	30°

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 8 Conclusión

Número	Edad	Estatura	Alcance Hombro-Dedo	Distancia Piso-codo	Profundidad Máxima del Cuerpo	Mano		Flexión Columna Vertebral
						Ancho	Largo	
24	27	150	77	90	26	7.3	17	45°
25	46	150	75	93	30	7.4	16.5	40°
26	20	150	72	93	23	7	15.8	40°
27	22	149	76.5	90	29	7	17	45°
28	60	148	83	89	33	7.5	17.5	30°
29	24	148	78	88	30	7.6	17	45°
30	39	148	74	88	33	7.2	16.5	50°
31	28	147	66	88	25	6	16	60°
32	23	145	74.5	84	29	6.5	16	50°
33	20	145	73	90	28	6.6	16	45°
34	62	144	74	88	32	7	15	50°
35	18	143	74	89	27	7.6	16.3	45°
36	50	143	72	87	31	7	15.5	45°
37	55	142	72.5	86	23	6.3	16	30°
38	35	142	67	85	26	7	15.5	45°
39	23	140	68	89	26	7.5	16	50°
40	55	138	70	83	30	7.4	15.5	45°
41	31	138	68.5	82	27	6.8	15	45°

Número	Edad	Estatura	Alcance Hombro-Dedo	Distancia Piso-codo	Profundidad Máxima del Cuerpo	Mano		Flexión Columna Vertebral
						Ancho	Largo	
1	63	176	91	110	32	8.3	18	50°
2	32	168	80.5	107	27	7.7	17.5	35°
3	19	167	85	101	21	7.4	17.8	30°
4	24	165	86	100	23	7.2	16	22°
5	62	165	85	100	27	8	16.5	30°
6	26	165	81	105	28	6.8	17	40°
7	17	163	87.5	99	23	7.5	14.5	40°
8	27	160	80	96	23	7.5	15	40°
9	25	160	73	101	21	7	16	35°
10	21	158	78	95	24	7.2	15	40°
11	25	157	71	95	24	7.4	14	30°
12	18	155	73.5	92	25	6.2	17.3	55°
13	33	154	82	92	25	6.9	15.5	40°

± Dimensiones en cm.

TEJES CON FALLA DE ORIGEN

Anexo 2

Criterio	Significado
Seguridad	El producto no debe entrañar riesgos para el usuario.
Reparación	La posibilidad del usuario de obtener refacciones compatibles, en el mercado para corregir la anomalía.
Antropometría	La adecuada relación dimensional entre el producto y el usuario.
Transporte	Fácil cambio de ubicación de un producto.
Mecanismos	Los principios que darán funcionalidad al producto, pudiendo ser mecánicos, eléctricos, etc.
Confiabilidad	La confianza manifestada por el usuario en el funcionamiento de un producto.
Versatilidad	La posibilidad del producto o componentes del mismo puedan desempeñar distintas funciones.
Resistencia	Los esfuerzos a soportar por el producto, sean estos de compresión, tensión o al choque.
Centro de Gravedad	La estabilidad funcional que presenta un producto en su estructuración.
Estandarización	La modulación de los elementos por producir para simplificar la producción y/o darle la posibilidad de versatilidad funcional.
Estiba	La manera peculiar de almacenar o estibar el producto terminado.
Estructurabilidad	Las consideraciones de funcionalidad de los distintos componentes, partes y elementos que conforman un producto.
Bienes de Capital	Los útiles, herramientas, máquinas y autómatas que requiere la producción del producto.
Mano de obra	El tipo de trabajo humano específico que exige la producción de un producto.
Normalización	La consideración de las medidas comerciales de las materias primas y elementos semitransformados, para su máximo aprovechamiento en la producción, evitando su desperdicio.
Demanda	La cantidad solicitada del producto.
Conveniencia	Óptimo comportamiento del producto en cuanto a su relación con el usuario.
Tolerancia	Los límites máximo y mínimo que tiene en cuanto a capacidad de los equipos o caracteres de las materias primas que permite la planta productiva.
Coherencia formal	La cualidad en la forma de un producto que hace que las personas les agrade intuitivamente, lo cual se logra fundamentalmente a través de otros factores: simplicidad de la forma, proporción y modulación.

Fuente: RODRIGUEZ, GERARDO. Manual de Diseño Industrial Curso Básico. México, UAM-A GG, 1990.

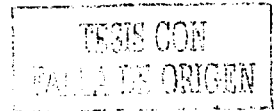


Anexo 3

Características de Acabado Superficial del Perfil Tubular	Propiedades	Epóxico	Híbrido	Poliuretano	Poliéster	Spider
	Dureza					
	Flexibilidad					
	Estabilidad al sobre hornear					
	Durabilidad al exterior					
	Protección a la corrosión					
	Resistencia a químicos/ solventes					
	Facilidad de aplicación					
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Regular	No Recomendable	

Fuente: Herbert Powder Coating de México S.A. de C. V.

Anexo 4



METAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTA POR PARTICIPANTE 1999

PARTICIPANTE	META (Miles de plantas)	No. de Viveros
SEMARNAP	50,598	130
SEDENA	150,000	44
GOB. EDO'S	83,786	126
SEP	2,753	40
ORG. SOC'S.	37,926	216
MPIO'S.	6,697	55
OTROS	9,847	153
<b>TOTAL</b>	<b>341,608</b>	<b>764</b>

Fuente: SEMARNAT, PRONARE 2000 Subsecretaría General del Programa de Reforestación.

Anexo 5

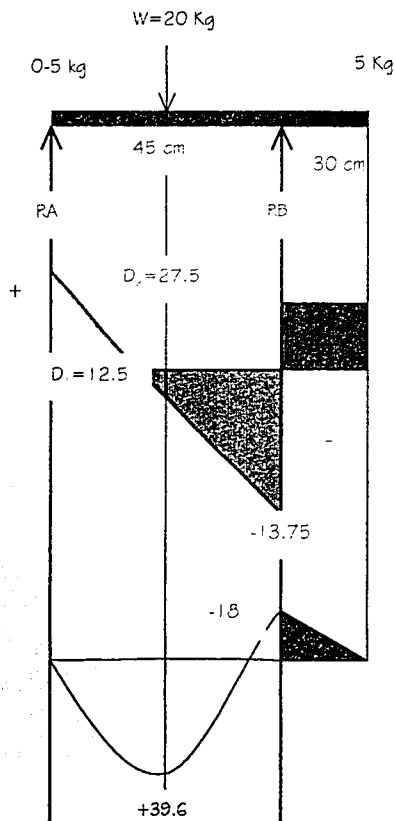
Símbolo	Clasificación	Símbolo	Clasificación
A	CÁLIDOS	F	Sin sequía.
		M	Lluvias abundantes en verano.
		W	Lluvias de verano.
B	SECOS	BS	Arido.
		BW	Muy arido.
		f	Sin sequía
C	TEMPLADOS	m	Lluvias abundantes en verano
		w	Lluvias de verano
		I	Lluvias de invierno

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Anexo 6

Estudio de Resistencia de materiales



$RA = 6.25 \text{ Kg/cm.}$   
 $RB = 18.7 \text{ Kg/cm.}$   
 Peralte de la charola =  $15.8 \text{ cm.}$

PESO DE TUBETE Kg.

TUBETE	VACIO	LLENO
Grande	0.045	0.170
Mediano	0.030	0.140
Chico	0.030	0.140

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Anexo 7

3- Requerimiento de infraestructura para el soporte de basidres con tubetes de plástico intercambiables.

CONCEPTO	CONCEPTO	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO (\$)	
			UNITARIO	TOTAL
<p><b>Perfil galvanizado "Zintro 120"</b>                      Los perfiles se colocarán perpendiculares y en ambos lados de la línea de desazimamiento del sistema de riego. Para basidres de 60.5 de largo x 42.5 60 o 38.5 cm de ancho, la equidistancia entre perfiles será de 60 cm</p>	<p>Perfil "Zintro 120" (6mde1)</p>	320	97.00	31,040.00
<p><b>Soportes para perfil "Zintro 120"</b>                      Los soportes tendrán una altura libre de 60 cm. Cada perfil descansará sobre 5 soportes con una equidistancia de 1.5 m                      Los dos soportes extremos serán de madera de 83 cm de largo, con 23 cm ahogados en cemento.</p>	<p>Polín de madera tratado de 3.5" x 3.5" x 2.5m</p>	213	40.00	8,520.00
<p>Los 3 soportes centrales serán de perfil galvanizado "Zintro R175 calibre 18" de 60 cm de largo, apoyados sobre el piso con calzas de madera.</p>	<p>Zintro R175 calibre 18</p>	96	85.00	8,160.00
<p><b>Tornillos de aluminio</b>                      Cada perfil "Zintro 120" se fijará a los soportes de madera con 4 tornillos de 1" y a los tres soporte centrales con 6 tornillos de 1/2"</p>	<p>Tornillo de aluminio de 1 1/2" y de 1/2"</p>	3,200	0.33	1,066.00
<p><b>Cemento:</b>                      El cemento se utilizará para ahogar los soportes extremos de madera.                      Un bulto de cemento para cada 4 perfiles.</p>	<p>Bulto de cemento</p>	80	80.00	6,400.00
<b>TOTAL</b>				<b>55,176.00</b>

♣ Subtotal de soportes.

♣ Dimensión del modulo 13 x 96 metros.

♣ 10 % mas por concepto de mano de obra dando un Subtotal de \$ 60,693.6

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Capítulo 8 Conclusión

Dimensión del modulo	Numero de cavidades por bastidor	Dimensión del bastidor	Numero de charolas	Costo por charola	Costo total
13x96	54	60.5 X 38.5	5,120	\$ 132.00	\$ 675,840.00

Infraestructura	Dimensión del modulo	Area en m <sup>2</sup>	Subtotales
Charolas	13 X 96	1248	\$675,840.00
Soportes	13 X 96	1248	\$60,693.60
	Total		\$736,533.60

Infraestructura	Dimensión del modulo	Area en m <sup>2</sup>	Subtotales
Charolas	13 X 30	390	\$ 211,200.00
Soportes	13 X 30	390	\$ 18,966.75
	Total		\$ 230,166.75

FUENTE: SEMARNAT, PRONARE, Coordinación Técnica, México, 2001.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Anexo 8

Nombre de la pieza	Número de piezas
Tubete	5,000,332.4
Charola	51,023.8
Rel	102,047.6
Módulo Superior	102,047.6
Módulo inferior	51,023.8
Nodo superior fijo	51,023.8
Nodo inferior fijo	51,023.8
Nodo de ajuste superior	51,023.8
Nodo de ajuste inferior	51,023.8
Tubo central	51,023.8
Regador	204,095.2
Palanca de seguridad	51,023.8
Prensa	102,047.6
Fornidos	408,190.4

Requerimientos de Piezas del Soporte para Cubrir la Demanda de un Vivero de 5 Millones de Plantas.

Anexo 9

Nombre de Pieza	No. de Cavidades del Molde	No. de Máquinas de Producción	No. de Piezas por Min.	No. de Piezas por Turno	No. de Piezas al Día	Días de Producción
Tubete	2	5	120	50,400	151,200	33.07
Charola			2	840	2,520	20.24
Rel			3	1,260	3,780	25.006
Nodo fijo superior	1		2	840	2,520	20.24
Nodo fijo inferior	1		2	840	2,520	20.24
Nodo de ajuste superior	1	1	2	840	2,520	20.24
Nodo de ajuste inferior	1	1	2	840	2,520	20.24
Regador	1	2	6	2,520	7,560	26.99

Tiempo Aproximado de Producción de las Piezas de Plástico.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

### Anexos 10

Nombre de la Pieza	Tiempo de Elaboración de 1 Pieza Min.	No. de Máquinas de Producción	No. de Piezas por Turno	No. de Piezas al Día	Días de Producción
Módulo superior	2.25	7	1,306.6	3,919.9	26.03
Módulo inferior	5	8	672	2,016	25.31
Tubo central	1.25	2	672	2,016	25.31

Tiempo Aproximado de Producción de las Piezas Metálicas.

### Anexo 11

Tiempo de Ensamblaje por Pieza min	No. Líneas de Armado	No. de Piezas por Turno	No. de Piezas al Día	Días de Producción
1	4	1,680	5,040	10.12

- ✦ Colocación de abrazadera y empaque unitario.
- ✦ Todos los tiempos de producción están calculados de manera aproximada y se ajustan al número de piezas requeridas.
- ✦ En los días de producción se considera la utilización a su máxima capacidad del número de máquinas descrito en cada pieza.
- ✦ En los tiempos se consideran tres turnos de trabajo.

Armado de las piezas del sistema.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN