

# MANUAL DE VIVEROS PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES FORESTALES EN CONTENEDOR

## FERTILIZACIÓN Y RIEGO



Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Servicio Forestal

Manual Agrícola 674

Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca

Subsecretaría de Recursos Naturales

Dirección General del Programa Nacional de Reforestación

Universidad Autónoma Chapingo

División de Ciencias Forestales

## **Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor**



**Volumen Uno      Planeación, Establecimiento y Manejo.**

**Volumen Dos      Contenedores y Medios de Crecimiento**

**Volumen Tres      Condiciones Ambientales en el Vivero**

**Volumen Cuatro   Fertilización y Riego**

**Volumen Cinco    Influencias Biológicas: Plagas, Enfermedades y Micorrizas en el Vivero**

**Volumen Seis      Propagación de Plántulas**

**Volumen Siete    Preparación de la Planta, Almacenamiento y Plantación**



Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. 1989. Seedling Nutrition and Irrigation, Vol. 4, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: US Department of Agriculture, Forest Service. 119p.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Servicio Forestal

Manual Agrícola 674

Publicación en Inglés: Abril de 1989

Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca

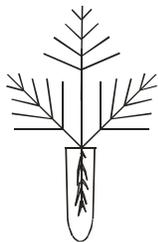
Subsecretaría de Recursos Naturales

Dirección General del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE)

Universidad Autónoma Chapingo

División de Ciencias Forestales

Publicación en Español: Octubre 2000



# Manual de Vivero para la Producción de Especies Forestales en Contenedor

## Volumen Cuatro

## Fertilización y Riego



**Thomas D. Landis**, Especialista en Viveros. Región Oeste, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Dasonomía Estatal y Privada, Portland, Oregon, E.U.A.

**Richard W. Tinus**, Supervisor en Fisiología Vegetal, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Estación Experimental Forestal y Agrostológica de las Montañas Rocosas, Flagstaff, Arizona, E.U.A.

**Stephen E. McDonald**, Director Asistente, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Estación Experimental Forestal y Agrostológica de las Montañas Rocosas, FT Collins, Colorado, E.U.A.

**James P. Barnett**, Supervisor Principal en Silvicultura, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, Estación Experimental Forestal del Sur, Pineville, Louisiana, E.U.A.

**Rebecca G. Nisley**, Editor, Departamento de Agricultura, Servicio Forestal, Oficina de Relaciones Públicas, Washington D.C., E.U.A.



**Dante Arturo Rodríguez Trejo**. Traducción libre del inglés al español. Profesor-Investigador, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México. Revisión Final de Impresión

**J. Ricardo Sánchez Velázquez, Rebeca Aldana Barajas**. Revisión de la Traducción, Verificación de Terminología Técnica, Corrección de Estilo, Edición y Formación de Archivos Magnéticos.

## PRECAUCIÓN: PLAGUICIDAS

Esta publicación refiere investigaciones que involucran plaguicidas. Todo uso de plaguicidas debe ser registrado, con antelación a su recomendación, por las agencias federales y/o estatales correspondientes.

---

**PRECAUCIÓN:** Los plaguicidas pueden ser dañinos para personas, animales domésticos, plantas deseables, peces y vida silvestre en general, si éstos no son manejados o aplicados apropiadamente. Use todos los plaguicidas selectiva y cuidadosamente. Siga las prácticas recomendadas tanto para la disposición de excedentes de plaguicidas como de sus contenedores.



# Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor

## Volumen Cuatro

### Fertilización y Riego

Thomas D. Landis

## Índice

	Página.
<b>Capítulo 1 - Nutrientes Minerales y Fertilización</b>	<b>1</b>
4.1.1 Nutrientes Minerales Esenciales	4
4.1.2 Nutrientes Minerales y Crecimiento	6
4.1.3 Factores Físicos y Químicos que Afectan la Disponibilidad de Nutrientes	13
4.1.4 Características de los Fertilizantes	17
4.1.5 Determinando las Necesidades de Fertilizante	22
4.1.6 Métodos de Fertilización	26
4.1.7 Formulando Soluciones de Fertilización	36
4.1.8 Programando y Aplicando la Solución de Fertilización	51
4.1.9 Supervisando la Fertilización	55
4.1.10 Efectos del uso de Altas Concentraciones de Fertilizante	62
4.1.11 Conclusiones y Recomendaciones	66
4.1.12 Referencias	67
<b>Capítulo 2 - Riego y Manejo del Agua</b>	<b>72</b>
4.2.1 La Importancia del Agua en el Cultivo de Plantas	74
4.2.2 Estado del Agua en Especies Forestales Producidas en Contenedor	75
4.2.3 Factores que Afectan la Disponibilidad de Agua en los Contenedores	83
4.2.4 Cantidad y Calidad del Agua de Riego	87
4.2.5 Tipos de Sistemas de Riego	99
4.2.6 Supervisando el Agua en los Contenedores - Determinando Cuándo Regar	109
4.2.7 El Riego como Tratamiento de Cultivo - Determinando qué tanto Regar	114
4.2.8 Disposición del Agua de Riego Residual	118
4.2.9 Conclusiones y Recomendaciones	120
4.2.10 Referencias	121
<b>Índice de Nombres Comunes y Científicos</b>	<b>125</b>



La traducción y edición de dos de los siete volúmenes del Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor, del Servicio Forestal de los Estados Unidos (USDA-FS), ha sido sin duda la culminación de un gran esfuerzo en pro de mejorar la calidad de planta producida en México bajo este sistema.

El proyecto de la traducción nació como una de las líneas estratégicas por parte del Grupo de Trabajo de Viveros y Plantaciones Forestales, en el marco del Memorandum de Entendimiento (MOU: *Memorandum of Understanding*) entre México y los Estados Unidos de América, el cual trabajó en forma continua hasta 1995, bajo el esquema de organización definido por el MOU prevaleciente en ese entonces. Para esas fechas, el establecimiento de viveros de alta productividad se volvía una realidad en nuestro país, operando en su mayoría bajo el sistema de producción en charolas de poliestireno expandido. Este hecho permitió inferir al Grupo que dicho sistema tendería a usarse cada vez más, por lo cual el manual sería una excelente herramienta para apoyar de manera significativa a todos aquellos viveristas que usan y usarán el sistema para la producción de especies forestales.

El proceso de traducción se inició de manera inmediata por uno de los miembros del Grupo de la contraparte mexicana, lográndose traducir cuatro de los cinco volúmenes disponibles en esas fechas, contando en todo momento con el apoyo directo del USDA-FS, a través del autor principal de la obra quien a su vez, fue el líder del grupo de la contraparte estadounidense.

No obstante a finales de 1995, el proyecto se vio interrumpido debido a la culminación del MOU, así como a la reorganización de los órganos de la Administración Pública, con lo cual muchos de los proyectos encaminados por el Grupo se vieron afectados, destacando por supuesto, el de la traducción del manual.

Es hasta finales de 1999 en que el proyecto se vuelve a retomar, dada la necesidad de contar con este tipo de información técnica en todos los viveros que producen bajo el sistema de contenedor, ya que actualmente una tercera parte de la producción nacional se realiza en contenedores, bajo diferentes modalidades. En este sentido y por iniciativa del personal técnico de la Dirección General del Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), se fortalecen los contactos con el personal del USDA-FS para

finalizar el proyecto de la traducción, edición e impresión de los volúmenes 2 y 4, correspondientes a Contenedores y Medios de Crecimiento, y Fertilización y Riego, respectivamente.

Cada uno de los volúmenes del Manual cuenta con un lenguaje técnico relativamente sencillo, acompañado de ejemplos y gráficos que hacen didáctico y comprensible su contenido, con lo cual resulta aún más fácil entender los fundamentos para la producción de planta de calidad.

Aunque el mismo manual lo establece, es importante mencionar que la gran mayoría de los ejemplos donde se incluyen ensayos y respuestas de diferentes especies utilizadas para las pruebas, son en su mayoría coníferas de otras latitudes, diferentes a las presentes en nuestro país, y deberán ser consideradas sólo en forma indicativa, por lo cual será necesario que se tomen las reservas necesarias, hasta en tanto no se realicen los debidos análisis y pruebas sobre la gran diversidad de especies (tanto coníferas como latifoliadas) que se producen en México, bajo este sistema.

El proyecto para finalizar la traducción, edición e impresión de los restantes 5 manuales representa una tarea por demás ambiciosa, pero necesaria, por lo cual, será de suma importancia que este proyecto pueda tener continuidad en años subsecuentes, ya que ello garantizará que en México se cuente con una valiosa herramienta bibliográfica, que fortalezca los actuales conocimientos y prácticas de producción, permitiendo con ello minimizar muchos de los errores que se han cometido en los viveros, algunas de las veces por falta de elementos y conocimientos aplicables al proceso de producción. Asimismo, permitirá reforzar los conocimientos en las tareas de enseñanza e investigación al servir de soporte en el ámbito académico en esta materia.

Estamos convencidos que esta información será utilizada para mejorar sustancialmente muchas de las prácticas realizadas en los viveros en forma tradicional y empírica, y aún en aquellos que trabajan con aplicación de conocimientos técnicos, permitiendo afinar los diferentes procesos para lograr finalmente el objetivo principal de un vivero forestal: **La producción de planta de calidad.**

**J. Ricardo Sánchez Velázquez**



## Agradecimientos

---

La culminación de estos dos volúmenes sólo fue posible gracias a la participación y el apoyo de gente e instituciones que en forma desinteresada y comprometida con el proyecto, lo hicieron realidad. Especial agradecimiento a:

- El **Servicio Forestal** del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (**USDA-FS**).
- **Tom Landis** por su invaluable apoyo al proporcionar la autorización como parte del **USDA-FS** para la traducción, como Autor principal del Manual y, por proveer los archivos originales de las fotografías y gráficos. Asimismo, se reconoce su entusiasta participación en las actividades de viveros y reforestación en nuestro país, desde el año de 1993 a la fecha, especialmente como líder del Grupo de Plantaciones Forestales en el marco del MOU, donde nació este proyecto.
- **Jan Engert** por apoyar la autorización para la traducción y edición, así como por su respaldo a las actividades de cooperación internacional hacia México.
- **Vicente Arriaga Martínez** por su compromiso con el proyecto, logrando obtener la consecución de los recursos económicos y autorizar la edición final de los volúmenes a cargo del PRONARE.
- **Dante Arturo Rodríguez Trejo** por su apoyo y participación incondicional para realizar la traducción de los dos volúmenes y revisión de la versión final de los documentos, como parte del Grupo de Viveros y Plantaciones Forestales del anterior Memorandum.
- **Raúl Moreno** por su entusiasta participación y apoyo al proyecto como miembro del Grupo de Plantaciones Forestales.
- **J. Ricardo Sánchez Velázquez** y **Rebeca Aldana Barajas**, por su entusiasta dedicación para la revisión de la traducción, terminología técnica, corrección de estilo, edición y formación de los archivos magnéticos.
- A todos los miembros del **Grupo de Plantaciones Forestales** del anterior **Memorandum de Entendimiento** entre México y los Estados Unidos de América, que dieron inicio a este importante proyecto.

## **In Memoriam**

### **M.Sc. Robert Neuman (1957-1996)**

Esta publicación en español es dedicada a la memoria de **Bob Neuman** fallecido el 6 de octubre de 1996 en la Ciudad de Las Cruces, Nuevo México, EUA, en reconocimiento a su incansable labor en el campo de la Genética y Viveros Forestales. Se reconoce de igual forma su entusiasta participación en México, como parte del Grupo CEFORA (Centro de Forestación de las Américas), en el marco del Memorándum de Entendimiento entre México y los Estados Unidos.



El trabajo para elaborar el primer manual técnico referente a la producción de plantas de especies forestales en contenedor, intitulado "Cómo cultivar plantas de especies forestales en contenedor en invernaderos" ("How to grow tree seedlings in containers in greenhouses"), fue iniciado en junio de 1975 por Richard W. Tinus y por Stephen E. McDonald, y fue publicado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, como un Reporte General Técnico (GTR RM-60), en mayo de 1979.

Este manual alcanzó gran aceptación en todo el mundo como referencia primaria para el cultivo de plantas de especies forestales en contenedor. Dicho trabajo fue realizado originalmente como una publicación de uso interno, y ha sido reimpresso muchas veces; sin embargo, actualmente no se sigue reimprimiendo.

En 1982, se hicieron planes para escribir un nuevo manual fundamentado en la obra referida, pero agregando varios capítulos nuevos. El equipo de autores se integró con Thomas D. Landis, Richard W. Tinus, Stephen E. McDonald, y James P. Barnett. Considerando que el manejo de viveros que emplean contenedores ha cambiado considerablemente durante la última década, el equipo de trabajo realizó una encuesta acerca de las prácticas de esta índole en 1984. La encuesta fue distribuida a 135 viveros en los Estados Unidos y Canadá. La respuesta fue excelente: 78 encuestas fueron devueltas. Tal información ha sido empleada para determinar las prioridades y el énfasis en la escritura del trabajo, y la información derivada ha sido incluida en muchos de los capítulos de este manual.

El presente manual está constituido por una serie de volúmenes secuenciados. Cada volumen contiene capítulos acerca de temas concernientes a la producción de plantas de especies forestales en contenedor. Los volúmenes pueden ser acopiados y utilizados como un manual completo de vivero, o pueden ser usados en forma separada por especialistas y usuarios que requieren información sobre un tema en particular. Debido a que varios temas son discutidos en más de un volumen, existe alguna redundancia en el manual. No obstante, tal repetición está justificada, ya que muchos lectores usarán el manual como referencia técnica y no leerán la obra en su totalidad.

Este manual está estructurado con base en un breve sumario, con los títulos organizados y numerados, lo que facilita al lector la rápida localización de un tema sin necesidad de acudir al índice. El sumario general de volúmenes y títulos de capítulos está organizado de la siguiente forma:

### **Volumen Uno Planeación, Establecimiento y Manejo**

- Capítulo 1 Planeación Inicial y Estudio de Factibilidad
- Capítulo 2 Selección del Sitio
- Capítulo 3 Diseño del Vivero e Instalaciones para el Cultivo
- Capítulo 4 Equipo no Estructural y Controles
- Capítulo 5 Equipo Auxiliar y Construcciones
- Capítulo 6 Áreas de Sombra, Áreas de Crecimiento y Túneles
- Capítulo 7 Manejo del Vivero
- Capítulo 8 Identificación y Control de Problemas en la Producción en Contenedores

### **Volumen Dos Contenedores y Medios de Crecimiento**

- Capítulo 1 Contenedores: Tipos y Funciones
- Capítulo 2 Medios de Crecimiento

### **Volumen Tres Condiciones Ambientales del Vivero**

- Capítulo 1 Temperatura
- Capítulo 2 Humedad
- Capítulo 3 Luz
- Capítulo 4 Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

### **Volumen Cuatro Fertilización y Riego**

- Capítulo 1 Nutrientes Minerales y Fertilización
- Capítulo 2 Riego y Manejo del Agua

### **Volumen Cinco El Componente Biológico: Plagas, Enfermedades y Micorrizas en el Vivero**

- Capítulo 1 Manejo de Plagas y Enfermedades
- Capítulo 2 Micorrizas

### **Volumen Seis Propagación de Plantas**

- Capítulo 1 Tipos de Existencias y Programa de Cultivo
- Capítulo 2 Factores de la Semilla y Tratamientos Pregerminativos
- Capítulo 3 Siembra Directa y Otros Métodos de Propagación
- Capítulo 4 Fase de Establecimiento
- Capítulo 5 Fase de Crecimiento
- Capítulo 6 Fase de Endurecimiento

### **Volumen Siete Preparación de la Planta, Almacenamiento y Plantación**

- Capítulo 1 Preparación y Almacenamiento
- Capítulo 2 Carga y Transporte
- Capítulo 3 Plantación

Este manual está basado en los mejores conocimientos actuales acerca del manejo de viveros forestales que utilizan contenedores, y puede ser empleado como referencia general. Las recomendaciones fueron dadas utilizando la mejor información disponible al momento, y estarán por lo tanto sujetas a revisión, en la medida que exista un mayor conocimiento. Mucha de la información de este manual fue desarrollada para especies de coníferas del oeste y sur de los Estados Unidos. Aunque los autores intentaron incluir información para especies de otras regiones geográficas, dada la amplia variación en las respuestas de cada especie, los viveristas han de adaptar principios y procedimientos a la situación de su propio vivero. No existe sustituto para la experiencia individual, de modo que las prácticas culturales recomendadas deben ser probadas antes de ser aplicadas a escala operativa.

En el manual se refieren nombres de productos comerciales, pero sólo como ejemplos, y no se pretende la recomendación de productos específicos, o la exclusión de otros igualmente adecuados. La mención de plaguicidas específicos se provee solamente como información general y no debe ser interpretada como una recomendación. A causa de los frecuentes cambios en el registro y etiquetado de plaguicidas, el lector debe verificar con las autoridades locales si el uso deliberado del producto es tanto seguro como legal. Recuerde que los plaguicidas pueden ser peligrosos para los seres humanos, animales domésticos, plantas deseables, peces y otros animales silvestres, si tales sustancias no son manejadas o aplicadas apropiadamente. Use todos los plaguicidas selectiva y cuidadosamente, siguiendo las instrucciones de la etiqueta. Siga las prácticas recomendadas tanto para la disposición de excedentes como en relación a contenedores para los plaguicidas.

El presente manual fue organizado en volúmenes separados para facilitar revisiones y actualización. Si el lector detecta algún error en el texto, o tiene alguna sugerencia para mejorarlo, los autores solicitan atentamente que remita todas sus observaciones a Thomas D. Landis, USDA Forest Service, State and Private Forestry, PO Box 3623, Portland, OR 97208, U.S.A.

Muchas personas apoyaron la escritura de este manual. Los autores agradecen a ellos sus sugerencias y motivación. La revisión técnica de tan voluminosa publicación involucra un trabajo considerable, de modo que los autores están agradecidos en extremo por los invaluable servicios proporcionados por los siguientes

profesionales especialistas en viveros para el volumen cuatro:

### Capítulo 1 Nutrientes Minerales y Fertilización

- Sr. R. Glenn Matthews. Columbia Británica. Ministerio de Bosques, Victoria, BC; Canadá.
- Sr. Rex Eng. Vivero "Red Rock", Prince George, BC, Canadá.
- Sr. R. D. Hallett. Servicio Forestal Canadiense, Centro de Investigaciones Forestales y Marítimas, Fredericton, NB, Canadá.

### Capítulo 2 Riego y Manejo del Agua

- Sr. Joseph Myers. Vivero Coeur d'Alene, Coeur d'Alene, ID, E.U.A.
- Dr. Steven Grossnickle. Centro de Biotecnología Forestal, BC Research, Vancouver, BC, Canadá.
- Sr. Tony Willingdon. Vivero Surrey, Surrey, BC, Canadá
- Dra. Mary L. Duryea. Escuela de Recursos Forestales y Conservación, Universidad de Florida, Gainesville, FL, E.U.A.