

Vol. 3 N.º 5 Nueva Epoca

Santa Fe de Bogotá, D.C., julio de 1992

/ ISSN 0120-0739

# FORESTAL

*Colombia*



SEMESTRAL

Publicación de la Facultad de Ingeniería Forestal, Instituto de Investigaciones Forestales y Madereras

Sección de Publicaciones - Serie de Publicaciones Periódicas N.º 1  
Centro de Investigaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Rector:**

Emigdio Jarma Barros

**Vice - Rector Académico:**

Jorge Luis Quintero Acevedo

**Director Oficina de Investigaciones y  
Desarrollo Científico:**

José Joaquín Luna.

**Jefe Departamento de Publicaciones:**

Alvaro Carvajal Arias.

# **FORESTAL**

---

**Decano de la Facultad de Ingeniería:**

Francisco Muñoz Daza.

**Director Departamento de Recursos Forestales:**

Hugo Riveros Polanco

**Director Carrera Ingeniería Forestal:**

William Klinger

**Director Revista COLOMBIA FORESTAL:**

Jorge Enrique Becerra B.

**Comité Editorial:**

Jorge Enrique Becerra B.,

Hugo Riveros Polanco,

William Klinger.

**Editor:** Ernesto Martínez

**Diagramación:** José Justiniano Camacho G.

---

**Portada:**

*PALMA DE CERA DEL QUINDIO (Ceroxylon  
quinduense) (árbol nacional de Colombia).*

*Lugar: Región de Cocora, Municipio de Salento  
(Quindío).*

*Foto: Néstor Vargas*

---

*El Comité de Redacción de la Revista recibirá complacido contribuciones de los lectores e interesados. Para tal efecto, se deben tener en cuenta algunas normas que se indican en las páginas finales de la revista. Los artículos deben ser enviados al Ingeniero Jorge E. Becerra, Director de la Revista Colombia Forestal, Carrera 8a. No. 40-78, Santa Fe de Bogotá, Colombia*

# CONTENIDO

**Hemos llegado a un momento de la historia en que debemos orientar nuestros actos en todo el mundo, atendiendo con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el medio. Por ignorancia o indiferencia podemos causar daños inmensos e irreparables al medio terráqueo del que depende nuestra vida y nuestro bienestar (Declaración de Estocolmo, Naciones Unidas, 1982).**

Las opiniones expresadas en los artículos y comentarios, pertenecen a sus autores y no reflejan, necesariamente, los conceptos o políticas de la entidad.

Se autoriza su reproducción total o parcial, mencionando la fuente.

---

**2** Notas Editoriales  
Jorge E. Becerra

---

## ARTICULOS CIENTIFICOS

---

**6** *Efecto de la fertilización en vivero en el crecimiento de *Alnus jorullensis*, *Cedrela montana* y *Laphoensia speciosa*. A diferentes dosis de N. P. K.*  
Edgar Ernesto Cantillo

---

**12** *Clasificación de sitio y factores que influyen en el crecimiento de *Acacia decurrens* En la cuenca del río Checua - Cundinamarca*  
Germán Perea Rojas,  
Rafael Leonardo Lombana.

---

## NOTAS DE INVESTIGACION

---

**27** *Estimación y usos de los residuos generados por industrias de la transformación de maderas en Bogotá.*  
Carlos Granja Avila,  
Jaime Molina Orjuela.

---

## COMUNICACIONES TECNICAS

---

*Diseño arquitectónico y cálculo de climatización de un invernadero, para investigaciones forestales.*  
Gabriel Alfonso Riaño.

---

**36** *Manuales técnicos para el control de calidad en la industria de la preservación de maderas.*  
Juan Iván Sánchez.

---

## TESIS DE GRADO

---

**51** *Resúmenes de tesis de Ingeniería Forestal*

---

---

# NOTAS

---

## EDITORIALES

---

### *La necesidad de la investigación forestal*

#### **La investigación forestal**

Los bosques constituyen uno de los recursos naturales renovables más valiosas que tiene el país. Para que la rama forestal pueda satisfacer las necesidades de productos forestales que demanda la sociedad, es indispensable que el bosque sea establecido y manejado con una técnica adecuada. Para conseguir estos objetivos, es necesario llevar a cabo estudios e investigaciones en las diferentes partes de la ciencia forestal.

La investigación en el campo de las ciencias forestales tiene características especiales que han motivado un desigual desarrollo en relación con otros campos del saber. Algunas de estas características son: 1) La ciencia y la investigación forestal son relativamente recientes en el panorama mundial; 2) las investigaciones forestales toman generalmente mucho tiempo; 3) algunas investigaciones forestales no son continuadas o no se mantienen en forma adecuada.

La investigación forestal en nuestro medio es todavía incipiente y escasos e insatisfactorios los conocimientos logrados. Es necesario investigar para conocer cabalmente nuestra realidad y hallar soluciones acertadas a muchos de nuestros problemas forestales, así como para aprender más y enseñar mejor. La

---

---

---

investigación es la base fundamental de la docencia universitaria. Sin embargo, la función de la investigación es incompleta si no se hace pública, es decir, si no se exponen sus resultados a la discusión y al conocimiento general.

Se dice con frecuencia que una de las dificultades que existen en el país para llevar a cabo programas de investigación forestal, es la carencia de personal con vocación y entrenamiento en éstas actividades. Desde este punto de vista, es importante que la Universidad capacite a los estudiantes en el campo de la Metodología de la Investigación Forestal y estimule la vocación de los estudiantes hacia éstas actividades.

### **Presente y futuro de la investigación forestal**

En 1989 el Departamento Nacional de Planeación del país, en cooperación con la FAO y el gobierno de Holanda elaboró el Plan de Acción Forestal para Colombia (PAFC). En este Plan está incluido el Plan Nacional de Investigaciones y Transferencia Tecnológica Forestal (PLANIF).

El PLANIF ha sido diseñado para superar la insuficiencia y, en algunos casos, la ausencia de una base científica y tecnológica que permita planificar el uso del recurso bosque, conservar los ecosistemas forestales, preservar aquellos que se han consagrado como áreas de manejo especial y racionalizar el uso humano de tierra cuya vocación es eminentemente forestal. Todos los subprogramas del PLANIF, en forma integral, aportarán resultados que llenarán los vacíos científicos y tecnológicos exis-

---

*Notas  
Editoriales*

---

## NOTAS EDITORIALES

---

tentes para la ejecución de los proyectos del PAFC y para asegurar un desarrollo armónico del sector.

Las investigaciones proporcionarán los conocimientos básicos necesarios para ejecutar en la secuencia prioritaria establecida, los proyectos del Plan de Acción Forestal. Así mismo, establecerán las bases indispensables para proporcionar el desarrollo forestal, no solamente desde el punto de vista de los bosques naturales, sino también de las plantaciones y áreas forestales degradadas o bajo otro uso.

Además se espera capacitar los investigadores involucrados en los programas de investigación, establecer la infraestructura requerida para llevar a cabo tales investigaciones, dotar de medios suficientes a las instituciones responsables y organizar una red sólida y eficiente de investigación y transferencia de tecnología que garantice, no solamente la ejecución de la primera etapa del "PLANIF", sino que esté en capacidad de asegurar la continuidad de las investigaciones a mediano y largo plazo (Departamento Nacional de Planeación, 1989).

Téllez (1990) indica que COLCIENCIAS inició a finales de 1979 el programa de Recursos Agropecuarios y Forestales, cuando se acordó formular un Plan Nacional de Investigaciones para el sector. Se comenzó entonces un proceso de concertación con las entidades rectoras de la política del país, los ejecutores de la investigación y sus usuarios.

El Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales "Francisco José de Caldas" (COLCIENCIAS) ha venido patrocinando investigaciones, con base en un préstamo reciente del Banco Internacional de Desarrollo (BID) por la

---

suma de Cuarenta y cinco millones de dólares, el cual será destinado a la promoción de investigación en ciencia y tecnología. Según COLCIENCIAS, de la suma mencionada, se destinará un aporte significativo para financiar programas de investigación del sector agrario y forestal.

El patrocinio de investigaciones al sector forestal de parte de COLCIENCIAS, constituye un reto para los investigadores forestales, quienes debemos aprovechar ésta oportunidad para conseguir la financiación de proyectos de investigación en el campo de la ciencia forestal.

**JORGE E. BECERRA**

*Ingeniero Forestal M. S.*

*Director Revista Colombia Forestal*

---

*Notas  
Editoriales*

# Efecto de la fertilización en vivero en el crecimiento de

*Alnus jorullensis* *Cedrela montana* y *Laphoensia speciosa*  
a diferentes dosis de N.P.K.\*

---

EDGAR ERNESTO CANTILLO\*\*

---

## RESUMEN

La necesidad de encontrar los niveles óptimos de nutrientes primarios N P K en las especies nativas del trópico, así como establecer las relaciones entre estos para normalizar el crecimiento en diámetro y altura en el vivero, condujo a realizar esta investigación en la estación forestal "La Florida" del INDERENA. Semillas de *Alnus Jorullensis* H. B. K., *Cedrela montana* Turcz., *Juglans neotropica* Dode y *Laphoensia speciosa* De Candolle, fueron germinadas en condiciones de invernadero bajo sustrato de arena cuarcítica. Luego de un mes de emergidas las plántulas, se llevaron al vivero para aplicar 27 tratamientos derivados de las tres fuentes N P K, cada una a tres niveles diferentes: 0 kg/ha, 15 kg/ha y 30 kg/ha.

Para el análisis estadístico, el ensayo se acomodó a un diseño factorial  $3^3$  confundido en bloques de 9 unidades. Se tomaron datos de altura y diámetro para el análisis estadístico y se observaron síntomas de acuerdo a cada tratamiento.

En *Alnus jorullensis* se obtuvo un mayor crecimiento en altura con dosis de nitrógeno de 15 kg/ha, fósforo 30 kg/ha y potasio 0 kg/ha. El incremento en diámetro fue mejor con las mismas dosis de nitrógeno y fósforo, pero con dosis de potasio de 30 kg/ha. *Cedrela montana* registró incremento en altura con 30 kg/ha de N, 30 kg/ha de P y 0 kg/ha de K, mientras que el diámetro lo fue con N

---

\* Trabajo de grado para optar al título de Ing. Forestal, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", dirigido por Ing. Forestal Hugo Riveros Polanco. Septiembre 1989. -

\*\* Ing. Forestal.



y P igual y 15 kg/ha K. Por su parte *Juglans neotropica* no reportó resultados en cuanto a fertilización, al encontrar resultados semejantes en el crecimiento en diámetro y altura a todos los tratamientos. La especie *Laphoensia speciosa*, tuvo al final del cuarto mes un porcentaje de mortalidad mayor del 60% que impidió el análisis estadístico.

## Introducción

La creciente demanda de una mayor producción de madera sobre una base de tierra en continua disminución, crea la necesidad de investigar métodos confiables para reconocer y remediar las alteraciones nutricionales de los terrenos deficientes.

La aplicación de fertilizantes no es un concepto nuevo y ha establecido un medio adecuado para incrementar el crecimiento de los árboles forestales en los suelos deficientes en nutrientes. Ya en 1847, en Francia se iniciaban los primeros experimentos con fertilizantes inorgánicos a los suelos forestales mediante aplicaciones de cenizas de madera, sales de amonio o escoria básica, que aumentaban la producción de madera del 17 al 26% (Pritchett, 1986).

Actualmente, la identificación de deficiencias nutricionales ha contribuido en el avance tecnológico de la fertilización. El conocimiento de las reacciones y el destino de los fertilizantes aplicados a los suelos ha sido relacio-

nado con la investigación agronómica, y es de saber que esta tecnología agronómica sobre fertilización no está en relación directa con

***En Alnus  
jorullensis se  
obtuvo un  
mayor  
crecimiento en  
altura con  
dosis de  
nitrógeno de  
15 kg/ha,  
fósforo 30  
kg/ha y  
potasio  
0 kg/ha.***

ciertas propiedades únicas de los suelos forestales y los requerimientos de nutrientes por parte de las especies arbóreas.

Por otra parte, la mayoría de investigaciones sobre fertilización forestal ha sido en su totalidad, salvo algunas excepciones, desarrollada para especies exóticas y coníferas del trópico, dejando a un lado las especies latifoliadas nativas tropicales.

Una notable ejecución silvicultural comienza con la propagación de variedades vigorosas en los viveros; pero el costo que se dedica a estas operaciones es considerable, aunque el área que se dedica para viveros es muy pequeña comparada con los millones de hectáreas de tierras forestales. Esto involucra el manejo del suelo mediante la comprensión de las propiedades y reacciones de los diversos materiales fertilizantes, asegurando su uso más económico y efectivo. Por lo tanto, las técnicas de manejo de suelo mejorado en términos de rendimiento y calidad de las plántulas pueden ser específicamente favorables.

Por lo anterior, el progreso de la fertilización forestal ha

desarrollado técnicas de diagnóstico confiables que delimitan las zonas deficientes y aseguran el uso más efectivo del material fertilizante. Entre estas técnicas de diagnóstico las de uso más común son: los síntomas visibles, análisis de tejidos, análisis del suelo, cultivos en macetas u otros recipientes, bioensayos, pruebas de campo y plantas indicadoras.

Con el objeto de demostrar la importancia que tiene la fertilización con N.P.K para el normal crecimiento de especies latifoliadas del trópico como son *Alnus jorullensis* H. B. K., *Juglans neotropica* Dode, *Cedrela montana* Turez y *Laphoensia speciosa* De Candolle, especies valiosas por su importancia económica y silvícola, se realizó una investigación en condiciones de vivero, mediante la técnica de cultivo en macetas (bolsas), en la estación forestal "La Florida" del INDERENA.

## Objetivos

### Objetivo General

Determinar las relaciones entre suministro de nutrientes, crecimiento y síntomas por deficiencias o toxicida-

des, en la aplicación en vivero de tres fuentes simples de fertilizantes a base de nitrógeno, fósforo y potasio en las especies *Alnus jorullensis* H. B. K., *Juglans neotropica* Dode, *Cedrela montana* Turez y *Laphoensia speciosa* De Candolle, en un medio inerte.

### Objetivos Específicos

- Establecer, mediante la técnica de cultivo en macetas, un diagnóstico de deficiencia en nitrógeno, fósforo y potasio en las especies nativas antes mencionadas, tomando como referencia el normal crecimiento en sus primeras etapas de desarrollo.
- Evaluar, mediante el análisis estadístico, cuáles de las respuestas, según las interacciones de los tres nutrientes N. P. K., resultan significativas en cuanto al crecimiento en diámetro y altura de las plántulas tratadas.
- Establecer, por medio de evaluaciones cuantitativas aproximadas de dosificación, los requerimientos en N. P. K. que optimicen las condiciones morfológicas y fisio-

lógicas de dichas especies.

## Descripción de especies

### *Alnus jorullensis* H.B.K.

Es conocida en Colombia con los nombres de aliso y cerezo, se distribuye naturalmente desde México hasta el norte de Argentina en las zonas montañosas de clima frío. Es común en las cordilleras oriental y central de Colombia entre los 1.000 y 3.200 metros de altura con precipitación media anual de 700 a 2.400 mm. Es empleada en protección de hoyas hidrográficas y mejoramiento de campos de pastoreo. Su madera es usada en ebanistería y carpintería (Mozo, 1972).

### *Cedrela montana* Turez

El cedro de tierra fría o cedro rosado, se encuentra en cerros y lomas entre 1.800 y 2.900 metros de altura, con precipitaciones de 2.000 mm. Es una especie de crecimiento mediano a rápido en sus primeras etapas de desarrollo. En América tropical se hallan unos 7 géneros y

unas 300 especies. Este cedro junto con los demás miembros de la familia Meliaceae, fue la principal fuente de ebanistería, hoy agotada por la tala irracional, las quemas y una agricultura migratoria arrasadora (Mozo, 1972).

## *Juglans neotropica* Dode

El nogal o cedro nogal se encuentra en la mayor parte de bosques tropicales, entre los 1.300 y 2.800 metros de altura, con precipitaciones de 1.000 a 2.000 mm por año. Se asocia con el aliso, el cedro rosado, etc. Es cultivado para ornamentar calles y parques. Su madera es empleada en ebanistería. Sus hojas y frutos contienen taninos útiles en la industria de cueros. Sus hojas son también medicinales por contener sustancias astringentes (Mozo, 1972).

## *Laphoensia speciosa* De Candolle

El guayacán, llamado también en Colombia guayacán de Manizales, es una especie de crecimiento lento en sus primeras etapas de desarrollo. Se encuentra entre los

2.000 y 3.000 metros de altura, con precipitaciones de 1.000 a 1.800 mm anuales. Su floración espectacular lo hace útil como ornamento de parques y avenidas. La madera de esta especie es una de las más duras y su tonali-

## Establecimiento y manejo

El Cuadro 1 muestra los registros de laboratorio de las semillas suministradas por la estación forestal:

Especie	Proce/cià	Fecha de recolec.	Prom. pureza %	Prom.No. semillas viables kg.	Prom. germ. %
<i>Alnus jorullensis</i>	Manizales	01-88	65.4	457.599	29
<i>Cedrela montana</i>	La Calera	02-88	82.7	31.153	94
<i>Juglans neotropica</i> *	Manizales	10-88			
<i>Laphoensia speciosa</i>	V/leiva	02-87	86.4	10.883	46

\* Esta semilla se sembró inmediatamente después de recolectada

dad va de café oscuro hasta amarillo, conservando la veta recta luego de manufacturada. Es una especie apta para reforestación (Mozo, 1972).

## Materiales y Métodos

### Localización del ensayo

El estudio se estableció en la Estación Forestal "La Florida" propiedad del INDERENA, ubicada a dos kilómetros al norte del municipio de Engativá, Cundinamarca.

Antes de la siembra, las semillas de *Alnus jorullensis* fueron sometidas al tratamiento pregerminativo de estratificación en arena húmeda a 5° C durante 20 días. Las semillas de *Juglans neotropica* tuvieron estratificación en humus por 30 días, mientras que a las semillas de *Cedrela montana* y *Laphoensia speciosa* fue necesario desinfectar previamente con vitavax a razón de 3gr/1.000 semillas, eliminando inóculos de *Pythium debaruanum* (Damping-off), para luego hacer inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas.

Se utilizó el método de siembra directa a partir de bolsas

pequeñas (22x12 cm) y medianas (30x15 cm) llenas con arena lavada utilizada como sustrato, el cual fue previamente cernido, eliminando gránulos mayores de 2/3 mm y desinfectado con vapán a razón de 750 cc/30Lt. agua/m de sustrato. Las bolsas se llevaron al invernadero para germinación, sembrando 10 semillas/bolsa pequeña de *Alnus jorullensis*, una semilla/bolsa mediana de *Juglans neotropica* y 3 semillas/bolsa pequeña de *Cedrela montana* y *Lap-hoensia speciosa*.

Luego de un mes de germinadas las semillas según la especie, se hizo una selección dejando la plántula mejor conformada por bolsa y se trasladó el material al vivero para aplicar los 27 tratamientos, resultados de aplicar los tres nutrientes NPK cada uno a tres niveles diferentes: 0kg/ha, 15kg/ha

fosfato triple y cloruro de potasio. Los equivalentes en gramos de cada fuente aplicada por bolsa se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 2.**  
27 tratamientos diferentes aplicados en el ensayo

(000)	(100)	(200)
(001)	(101)	(201)
(002)	(102)	(202)
(010)	(110)	(210)
(011)	(111)	(211)
(012)	(112)	(212)
(020)	(120)	(220)
(021)	(121)	(221)
(022)	(122)	(222)
0 = 0 kg/ha	1 = 15 kg/ha	2 = 30 kg/ha

## Diseño Estadístico

Para el análisis estadístico, el ensayo se acomodó a un diseño Factorial 3<sup>3</sup> confun-

Cuadro 3

Gramos de cada fuente de N.P.K. adicionados a materas de 1.3 kg y 4.7 kg de sustrato y según el nivel sea de 15 kg/ha ó 30 kg/ha					
Fuente	Nutriente	Bolsa pequeña 15-kg/ha-30		Bolsa grande 15-kg/ha-30	
Urea	N	0.022	0.044	0.077	0.155
Superfosfato triple	P	0.048	0.096	0.166	0.333
Cloruro de potasio	K	0.020	0.040	0.070	0.140

y 30kg/ha (cuadro 2). Las fuentes simples de NPK utilizadas fueron úrea, súper-

dido en bloques de 9 unidades. Fueron necesarias cuatro repeticiones.

## Criterios de Evaluación

Las variables que evaluaron el efecto de tratamientos sobre el crecimiento de las plántulas fueron altura y diámetro, y fueron sometidos al análisis estadístico. La altura en centímetros se determinó a cada planta desde el cuello de raíz hasta la yema apical. El diámetro en milímetros se midió con calibre en el cuello de raíz. Esta medida se pasó luego a centímetros. Los datos se tomaron hasta el momento de notar un estancamiento en el crecimiento. Como complemento de estos resultados se hicieron observaciones visibles por tratamiento a lo largo del experimento como fueron: zonas necróticas, pigmentos, producción de hojas, color de hojas y achaparramiento entre otros.

## Resultados y Discusión

### *Alnus jorullensis* H.B.K.

El Cuadro 4 del anexo, indica el crecimiento en altura a partir de las interacciones dobles entre las tres fuentes NPK a sus tres niveles diferentes.

La interacción NP muestra que el aumento en altura de  $n_0$  a  $n_1$  fue mayor al nivel  $p_2$ .

La interacción NK evidencia aumento de altura de  $n_0$  a  $n_1$ , disminuirse  $k_2$  a  $k_0$ .

Por su parte la interacción PK resaltó mayor altura de  $p_0$  a  $p_2$  al disminuirse  $k_2$  a  $k_0$ .

En general, las interacciones con nitrógeno reportaron mayor crecimiento al nivel  $n_1$ , las de fósforo al nivel  $p_2$  mientras que el potasio lo fue al nivel  $k_0$ .

El Cuadro 5 del anexo, muestra el crecimiento en diámetro y se resume así:

NP registra que el aumento de  $n_0$  a  $n_1$  fue mayor al nivel  $p_2$ .

NK indica aumento de  $n_0$  a  $n_1$  al menor nivel de potasio  $k_0$ .

PK fue mayor de  $p_0$  a  $p_1$  al aumentar el potasio de  $k_0$  a  $k_2$ .

## *Cedrela montana* Turez

En el Cuadro 6 del anexo, se muestran los resultados en crecimiento en altura y se describen así:

La interacción NP reportó aumento de  $n_0$  a  $n_2$  al aumentar el nivel  $p_0$  al nivel  $p_2$ .

En NK, el aumento de  $n_0$  a  $n_2$  incrementa la altura al disminuir  $k_0$  a  $k_2$ .

El efecto de PK reporta mayor altura de  $p_0$  a  $p_2$  al disminuir  $k_2$  a  $k_0$ .

Los resultados de diámetro (cuadro 7) se resumen así:

El aumento de NP fue mayor de  $n_0$  a  $n_2$  y  $p_0$  a  $p_2$ .

Las interacciones NK y PK registraron aumento de  $n_0$  a  $n_2$  al aumentar  $k_0$  a  $k_1$ .

## *Juglans neotropica* Dode

Los resultados del Cuadro 8 del anexo son los siguientes:

NP reporta un leve aumento al aumentar  $p_0$  a  $p_1$  y  $k_0$  a  $k_1$ .

En NK es también poco evidente el incremento de  $n_0$  a  $n_1$  con la disminución del nivel  $k_2$  a  $k_0$ .

Por su parte, la interacción PK obtuvo mayor altura con aumento de  $p_0$  a  $p_1$  y potasio de  $k_0$  a  $k_1$ .

Los resultados en diámetro según el cuadro 9 del anexo son: NP reporta un aumento

mínimo de  $n_0$  a  $n_2$  al nivel  $p_0$ .

NK tuvo un leve aumento con  $n_1$  y  $k_0$ .

PK fue mejor a los niveles  $p_0$  y  $k_2$ .

En general, los resultados de altura y diámetro en esta especie indican la poca efectividad de la fertilización, ya que todos los resultados fueron muy homogéneos en todas las interacciones.

## *Laphoensia* *speciosa* De Candolle

La insuficiencia de datos en el crecimiento en diámetro y altura debido a una alta mortalidad de las plántulas, que sobrepasó el 60%, impidió obtener resultados mediante el análisis estadístico. La poca adaptabilidad de las plántulas al sustrato, factores ambientales adversos, problemas de infección de semillas, son posibles causas que deben ser investigados en próximos proyectos.

## Conclusiones

- Las interacciones NP, NK y PK obtuvieron una mayor respuesta al crecimiento en altura en la es-

pecie *Alnus jorullensis*, a partir de los niveles  $n_1$  de nitrógeno (15 kg/ha),  $p_2$  de fósforo (30 kg/ha) y  $k_0$  de potasio (0 kg/ha), siendo este último muy similar a los resultados obtenidos con  $k_1$  (15 kg/ha).

- Las interacciones reportaron incremento en el diámetro en la misma especie con los niveles  $n_1$  y  $p_2$  como en la altura, pero a diferencia de ésta, el potasio fue mejor al nivel  $k_2$ .
- Los síntomas en *Alnus jorullensis* indican que la falta de nitrógeno es causa de un amarillamiento o clorosis de hojas maduras, con disminución en el número de éstas. Además, se presentan plántulas achaparradas con hojas muy pequeñas agrupadas en el ápice. Los problemas por deficiencia en fósforo se observan con amarillamiento de hojas y pigmentación de ápices de hojas bajas. El potasio reporta similares síntomas que el fósforo, pero más visibles con sus mayores aplicaciones.
- La especie *Cedrela montana* registró incremento en el crecimiento en altura, cuando las interaccio-

nes contenían los niveles  $n_2$  de nitrógeno (30 kg/ha) y  $p_2$  de fósforo (30 kg/ha) y a los niveles  $k_0$  y  $k_1$  de potasio que reportan resultados similares, siendo posible que el óptimo nivel de este elemento se encuentre entre estos dos, es decir, entre 0 y 15 kg/ha.

- Al igual que el crecimiento en altura, *Cedrela montana* incrementa el diámetro con los mismos niveles de nitrógeno  $n_2$  (30 kg/ha) y fósforo  $p_2$  (30 kg/ha), y potasio a los niveles  $k_0$  y  $k_1$ , verificando deficiencia en  $k_0$  (0 kg/ha) y exceso en  $k_1$  (15 kg/ha).
- Los síntomas por deficiencia en nitrógeno en cedro, se verifican con clorosis pronunciada, disminución en el número y tamaño de hojas y acortamiento de los entrenudos. La falta de fósforo reporta hojas bajas con manchas rojizas y puntos necróticos en la base de las hojuelas. Los síntomas por potasio fueron zonas necróticas de hojas bajas en ápices y bordes.
- Contrariamente a las especies anteriores, *Juglans neotropica* fue casi que indiferente al cre-

cimiento en diámetro y altura con la aplicación de fertilizantes, puesto que los resultados indican gran similitud en todas las interacciones. Esta uniformidad es atribuible muy seguramente a la gran reserva alimenticia por parte de la semilla, la cual es la principal fuente nutricional en sus primeras etapas, implicando que es imprescindible el cultivo de esta especie en vivero manteniéndole esta reserva.

- Los síntomas en *Juglans neotropica* fueron similares para todos los tratamientos, presentando coloración amarillo-verdosa a verde claro, producción similar en el número de hojas y en general, un buen desarrollo en todas las plántulas.
- La gran mortalidad de plántulas de la especie *Laphoensia speciosa*, implicó resultados negativos, ya que no se pudo precisar la necesidad de los nutrientes N P K por la especie. Hipotéticamente, este hecho implica que los niveles en nutrientes estuvieron fuera de los requeridos por la especie. Los resultados también pueden estar influenciados por la cali-

dad de la semilla, problemas de almacenamiento o procedencias, que implican mayor investigación.

## **Los síntomas por deficiencia en nitrógeno en cedro, se verifican con clorosis pronunciada, disminución en el número y tamaño de hojas y acortamiento de los entrenudos**

□ La sintomatología que reportan las plántulas sobrevivientes de guayacán indica raquitismo o nulo crecimiento en diámetro y altura, con acortamiento excesivo de los entrenudos, pocas hojas y pequeñas agrupadas en el ápice de la planta, ade-

más de una coloración rojiza.

□ Hay que admitir que por ahora es imposible una gran precisión y que durante mucho tiempo tendremos que seguir empleando algunas aproximaciones. De todas maneras, disponemos de elementos de juicio lo bastante seguros para afrontar el problema de manera satisfactoria para el práctico.

### **Bibliografía**

BALLONI, E.A. Fertilización florestal. Boletín informativo IPEF. Brasil, 1978.

BAULE, H. and FRIKER, C. The fertilization treatment of forest trees. Germany: BLV ed, 1970.

COCHRAN, W. and COX, G. Diseños Experimentales. 2a. ed. México: Trillas S.A., 1962.

COOKE, G. Fertilizantes y sus usos. México: Compañía Editorial Continental, 1969.

CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES (CONIF). Serie informativa No. 2. Bogotá, Marzo 1983.

DE MARCO, D. Saving the world's tropical forest. Newslink, 1987.

AUSTRALIA. DEPARTMENT OF FORESTRY. Nutrición: exotic pines fertilizing. Anual report. 1971-72.

DEVLIN, R. Fisiología vegetal. 3a. ed. Barcelona: Omega, 1980.

ESTADOS UNIDOS. AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL. Manual de fertilizantes. 2a. ed. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, 1978. 292 p.

GASANA, J. Estudio de fertilización y crecimiento de pinus. oocarpa Shiede, P. patula Schechtendal et Chamisso y P. pseudostrobus Lindley en vivero mediante la metodología de superficie de respuesta. M. Sc. Tesis. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, 1978. 96p

GUERRERO, RICARDO. Los fertilizantes químicos: propiedades y comportamiento agronómico. Bogotá, 1983.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC). Propiedades químicas de los suelos. Vol. X No. 11. Bogotá, 1974.

MOZO MORRON, Teobaldo. Algunas especies aptas para reforestación en Colombia. Bogotá: Editorial ABC, 1972. 297p

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). Fertilizer y plant nutrition. Roma, 1984.

PRITCHETT, W. Suelos forestales: propiedades preservación y mejoramiento. México: Editorial Limusa. 1986. 634p

RICHTER, G. Fisiología del metabolismo de las plantas. México: Compañía Editorial Continental, 1972.

SIMOES, J. W., Mello, H. e Jungueira, R. A. Soil treatment and its effect on the growth of eucalypt and pine seedling For. Abs 34, 1970.

TRAVES, G. Abonos. Barcelona: Editorial Sintet, 1962. 456p

TRUJILLO NAVARRETE, ENRIQUE. MANUAL general sobre uso de semillas forestales. Bogotá; INDERENA, 1986.

**ANEXOS**

**Cuadro 4**

*Cuadros de medias de doble entrada que resumen el incremento en altura en Alnus jorullensis H.B.K.*

	n 0	n 1	n 2		n 0	n 1	n 2		p 0	p 1	p 2
p 0	2.05*	2.68	3.35	k 0	2.32	5.92	5.14	k 0	2.93	4.73	5.72
p 1	2.50	5.21	6.03	k 1	2.35	5.04	4.80	k 1	2.85	4.72	4.63
p 2	1.98	6.63	4.60	k 2	1.87	3.78	4.07	k 2	2.30	4.52	2.87

*\* Valores promedio de la suma de tratamientos según la interacción respectiva*

**Cuadro 5**

*Cuadros de medias de doble entrada que resumen el incremento en diámetro en Alnus jorullensis H.B.K.*

	n 0	n 1	n 2		n 0	n 1	n 2		p 0	p 1	p 2
p 0	0.084*	0.104	0.137	k 0	0.096	0.155	0.150	k 0	0.129	0.137	0.137
p 1	0.106	0.151	0.170	k 1	0.094	0.149	0.140	k 1	0.115	0.141	0.127
p 2	0.078	0.160	0.117	k 2	0.076	0.111	0.134	k 2	0.080	0.150	0.090

*\* Valores promedio de la suma de tratamientos según la interacción respectiva*



**Cuadro 6**

**Cuadros de medias de doble entrada  
que resumen el incremento en altura  
en Cedrela montana Turez**

	n 0	n 1	n 2		n 0	n 1	n 2		p 0	p 1	p 2
p 0	6.33*	10.00	8.91	k 0	7.48	10.33	10.25	k 0	8.87	9.13	10.06
p 1	6.70	8.37	11.16	k 1	6.25	10.10	10.25	k 1	8.73	9.53	9.69
p 2	5.73	9.99	10.31	k 2	5.03	7.95	8.53	k 2	7.65	7.57	6.28

\* Valores promedio de la suma de tratamientos según la interacción respectiva

**Cuadro 7**

**Cuadros de medias de doble entrada  
que resumen el incremento en diámetro  
en Cedrela montana Turez**

	n 0	n 1	n 2		n 0	n 1	n 2		p 0	p 1	p 2
p 0	0.332*	0.503	0.501	k 0	0.365	0.597	0.749	k 0	0.489	0.573	0.608
p 1	0.341	0.510	0.722	k 1	0.336	0.602	0.723	k 1	0.468	0.566	0.625
p 2	0.279	0.657	0.733	k 2	0.250	0.472	0.526	k 2	0.378	0.434	0.435

\* Valores promedio de la suma de tratamientos según la interacción respectiva

### Cuadro 8

*Cuadros de medias de doble entrada que resumen el incremento en altura en Juglans neotropica Dode*

	n 0	n 1	n 2		n 0	n 1	n 2		p 0	p 1	p 2
p 0	0.673	0.717	0.734	k 0	0.631	0.733	0.701	k 0	0.680	0.692	0.701
p 1	0.610	0.713	0.700	k 0	0.643	0.706	0.725	k 1	0.691	0.695	0.688
p 2	0.633	0.723	0.716	k 1	0.711	0.714	0.716	k 2	0.753	0.706	0.682

\* Valores promedio de la suma de tratamientos según la interacción respectiva

### Cuadro 9

*Cuadros de medias de doble entrada que resumen el incremento en altura en Juglans neotropica Dode*

	n 0	n 1	n 2		n 0	n 1	n 2		p 0	p 1	p 2
p 0	30.36*	29.79	28.49	k 0	27.65	29.57	28.35	k 0	28.06	29.63	27.88
p 1	29.56	30.46	30.53	k 1	29.53	30.28	31.07	k 1	30.37	31.29	29.21
p 2	27.08	29.63	30.60	k 2	29.83	30.05	30.21	k 2	30.22	29.64	30.23

\* Valores promedio de la suma de tratamientos según la interacción respectiva.

# Clasificación de sitio y factores que influyen en el crecimiento de *Acacia decurrens* en la Cuenca del río Checua Cundinamarca \*

GERMAN PEREA ROJAS  
RAFAEL LEONARDO LOMBANA R.\*\*

## Resumen

**E**l área de estudio se encuentra en el departamento de Cundinamarca, al norte de la Sabana de Bogotá. La cuenca posee una superficie de 17.515 Ha., de las cuales 3.314,2 Ha. se hallan reforestadas.

En el estudio se llevó a cabo una evaluación de cinco índices de calidad de sitio, entre muy buenos y muy malos, en 45 parcelas representativas.

Por análisis de regresión múltiple se desarrollaron tablas de rendimiento, para determinar el volumen, el área basal y el diámetro en función del índice de sitio y la edad.

\* Extracto de la tesis de grado de Ingeniero Forestal, presentada a la Universidad Distrital, en junio 4 de 1990 y dirigida por el I.F. Luis Jairo Silva.

\*\* Ingenieros Forestales.

**El índice de sitio varía de 5,5 m. hasta 11,9., con incrementos en volumen de 0,42 m<sup>3</sup> Ha.-año y 1,47 m<sup>3</sup>Ha.-año.**

*El índice de sitio varía de 5,5 m. hasta 11,9 m., con incrementos en volumen de 0,42 m<sup>3</sup> Ha.-año y 1,47 m<sup>3</sup>/Ha.-año.*

*Por análisis de regresión se determinó la relación que hay entre el índice de sitio y los nutrientes en el suelo y en la planta.*

*Se desarrolló un método para pronosticar el índice de sitio antes de plantar, con base en la pendiente y una clasificación ocular de la topografía, según su convexidad o concavidad.*

## Introducción

La zona presenta principalmente problemas de erosión, los cuales son tratados por la Corporación Autónoma Regional de los valles de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez C.A.R. y la entidad Alemana G.T.Z. Se ha reforestado con la especie *Acacia decurrens*, presentándose en algunos casos grandes diferencias de crecimiento en altura.

El problema central de esta investigación se planteó así:

— ¿Influye la densidad de siembra en el rendimiento por sitio, en relación con el diámetro y el volumen, de las

Acacias?

— ¿Según las características químicas del suelo (pH, disponibilidad de nutrientes) y físicas (textura, profundidad efectiva y drenaje), son los suelos de la región aptos para la especie?

— ¿Por qué algunos árboles de *Acacia decurrens*, tienen más crecimiento, con relación a otras de la misma especie, en la misma zona?

— ¿Cómo están influyendo los factores fisiográficos en los diferentes sitios?

## Objetivos

### Objetivo general

- Realizar la clasificación de sitio y determinar los factores que influyen en los diferentes crecimientos de *Acacia decurrens*, en la cuenca del río Checua.

### Objetivos específicos

- Obtener, mediante un muestreo en parcelas permanentes, parámetros de la especie, como: altura dominante y codominante, diámetro, edad, propiedades físico-químicas (foliares-suelos); pendiente y estado patológico.
- Determinar y caracterizar las calidades de sitio, para las plantaciones de la especie *Acacia decurrens*, en la zona del Checua.
- Establecer las relaciones entre las características edáficas y fisiográficas, con el índice de sitio, con el fin de identificar los factores que tienen más efecto en el crecimiento de los árboles.
- Establecer mediante las variables edáficas y fisiográficas las causas de bajo crecimiento en la *Acacia decurrens*, usando análisis estadístico.
- Determinar diferencias de crecimiento entre los árboles de la misma edad.

## Metodología

Para el establecimiento de las parcelas de muestreo, se llevó a cabo una estratificación de la cuenca, dividida en zonas altas, media y baja. Dentro de cada una de estas zonas se efectuó una nueva estratificación, delimitando sitios de muestreo en la parte alta, media y baja de cada sitio, según diferentes alturas sobre el nivel del mar.

Los muestreos de las plantaciones, con edades entre 1 y 8 años, se hicieron para 45 parcelas ubicadas en los diferentes sitios, previamente estratificados con tamaño de 0,05 Ha. cada una y con forma rectangular (10 m. × 50 m.); se midieron el diámetro a 30 cm. de la base del tronco (DA30<sup>1</sup>) y la altura total, por árbol.

Según lo establecido por Bruce y Schumacher (1965), en las normas para preparación de tablas de rendimiento, se tuvieron en cuenta los siguientes requisitos fundamentales para la selección de parcelas:

1. Seguridad en cuanto a la edad con un máximo de 10% de error.
2. Ser un rodal de densidad normal, es decir, un rodal en el cual los árboles utilizan el sitio al máximo.
3. Las parcelas se ubican para cubrir toda la gama de calidades de sitios que comúnmente hay en la región,

1. Diámetro medido a 30 cm. del suelo, debido a una ramificación temprana de la especie, en la zona.

es decir en cualquier finca o plantación se intentó establecer parcelas no sólo en lugares de crecimiento promedio, sino también en sitios muy buenos, hasta muy malos.

Dentro de cada parcela se midieron seis árboles dominantes, dos condominantes y 20 entre condominantes y dominados, con el fin de construir la curva diámetro contra altura, necesarios para calcular el volumen.

En seguida se procedió a ajustar las curvas de índice de sitio, de acuerdo a Alder (1980), por medio de la transformación de la ecuación de Schumacher

$$\ln H_0 = \ln H_{\max} + b (1/E^k)$$

siendo  $H_0$  la altura dominante,  $H_{\max}$  es un parámetro a ser ajustado, que representa la máxima altura que la especie podría alcanzar,  $E$  es la edad y  $k$  es una constante a calcular para la especie correspondiente.

Luego se halló el rendimiento por sitio, en volumen; además se determinó el área basal, el diámetro y el número de árboles por hectárea Tschinkel (1972). Se elaboró una tabla de volumen y se transformó en una ecuación, teniendo en cuenta como entradas el diámetro (DA30) y la altura total (H). Se estimó la altura, con base en el diámetro, por ajuste de una ecuación a un sistema de curvas por armonización Alder (1980). Se graficó un sistema de curvas de altura en función del diámetro (DA30), para árboles individuales ordenados en cuatro clases de edades: 0-2, 2-4, 4-6 y 6-8 años. Se ajustaron ecuaciones separadas para cada curva cuadrática y se llevaron a la ecuación general,

$$H = b_0 + b_1D + b_2D^2$$

para estimar la altura promedio de los árboles de cada clase diamétrica; lo anterior cumple con las condiciones dadas por Alder (1980).

Igualmente se elaboraron ecuaciones para determinar el diámetro promedio en cm. (DA30), el área basal total en  $m^2/Ha.$  (A.B.), el volumen total en  $m^3/Ha.$  (V).

Para evaluar cómo influye la densidad de siembra en el volumen total y el diámetro promedio, se calcularon regresiones múltiples.

La calidad de sitio de los rodales de Acacia, se correlacionó con las propiedades químicas del suelo, por medio de un análisis de regresión lineal multivariado, para 17 parcelas representativas, correlacionando índice de sitio contra cada uno de los nutrientes del suelo.

Para correlacionar el crecimiento en altura y los nutrientes en la planta, se utilizó el modelo propuesto por Zottl (1971), para *Pinus halepensis*, en la región seca de España, denominado "valores acumulativos de F de Fischer, por el método de análisis de varianza para macro y micronutrientes"; se evaluaron estadísticamente los resultados, examinando en qué grado la altura de los árboles (variables Y) está correlacionada con el contenido de los elementos nutritivos (variables X). Además de las correlaciones simples, se calcularon las correlaciones parciales. También se determinó por análisis de regresión múltiple el orden que resulta para las variables X, según los respectivos valores acumulativos de F para un alto grado de probabilidades.

Por último, para estimar la calidad de sitio con base en factores fisiográficos, se partió de las 45 parcelas de muestreo y se desarrolló una regresión entre índice de sitio y dos variables independientes, que fueron código topográfico (dado por el contorno de las curvas de nivel y el perfil del terreno) y la pendiente mínima en porcentaje. La forma general de la ecuación resultante, según Caile (1932) y Ralston (1974), citados por Tschinkel (1972), es:

$$I.S. = b_0 + b_1 \times_1 + b_2 \times_2 + \dots + b_n \times_n$$

donde  $X_1$  hasta  $X_n$  son las variables independientes.

## Resultados

### Curvas de clasificación de sitio

Con el promedio de altura dominante por parcela, contra edad (figura 1), se determinó un valor para  $k$  de 0,3 y la siguiente ecuación general para altura dominante

$$\ln H_0 = 2,733838 - 1,18654 (1/E^{0,3})$$

con un  $R^2 = 0,856$ , donde el 85,6% de las alturas se asoció con la edad; y un análisis de varianza con un  $F$  significativo al nivel de 0,01, lo cual indica que la ecuación es confiable.

Los coeficientes de la regresión están acordes con lo indicado por Alder (1980). El parámetro  $k$  se encontró entre 0,2 y 2,0; el intercepto se halló entre 2 y 7 ( $a = 2,733838$ ), y la pendiente fue negativa ( $b = -1,18654$ ).

Se desarrollaron cinco curvas de índice de sitio (figura 1) y se halló la siguiente ecuación para determinar el índice de sitio de los rodales de Acacia:

$$\ln S = 2,733838 + (\ln H_0 - 2,733838) (E/7)^{0,3}$$

Ver anexo A.1. Tabla de índice de sitio y existencias de *Acacia decurrens* según la edad.

### Tablas de rendimiento para plantaciones jóvenes

La ecuación de volumen con mejor ajuste, con todos los datos, presentó un  $R^2$  de 0,90 y abarcó rangos de 25 cm. de diámetro y 14 m. de altura y fue:

$$V = 4,51 E - 05 + 3,95 E - 05 (D^2 H_t)$$

La estimación de la altura con base en el diámetro por ajuste de una ecuación a un sistema de curvas por armonización, presentó la ecuación:

$$H = (-20,99 + 7,05 E - 0,50 E^2) + (7,5 - 2,1 E + 0,16 E^2) D + (-0,53 + 0,16 E - 0,01 E^2) D^2$$

siendo  $E$  la edad y  $D$  el diámetro.

# CURVAS DE INDICE DE SITIO

Relación entre Edad y Altura

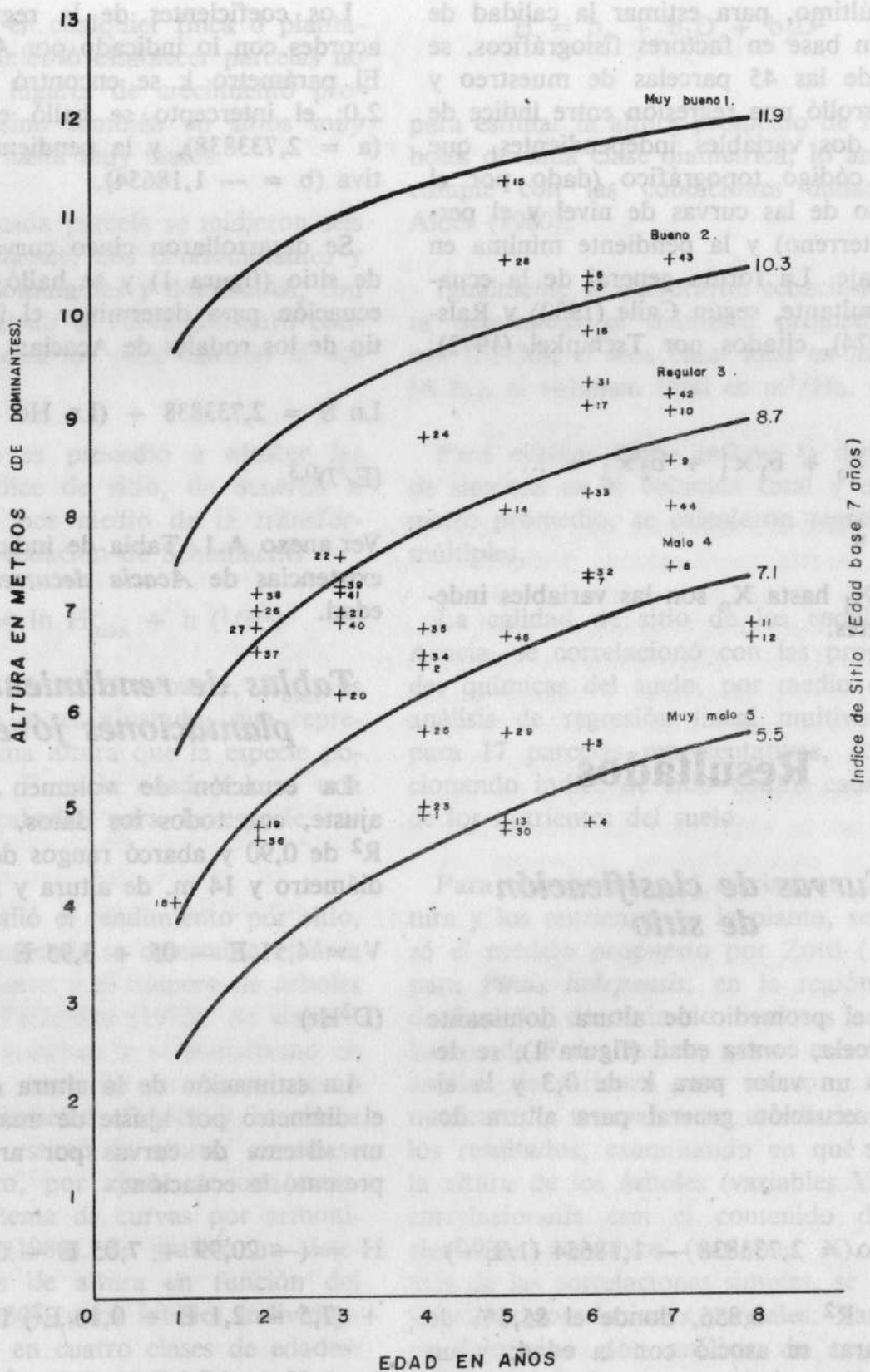


FIGURA 1

Relación entre edad y altura de los árboles dominantes. Las curvas indican el índice de sitio, tomando como base la edad de 7 años. Cada punto representa una parcela y lleva el número de identificación.

Rodales de *Acacia decurrens* en la cuenca del río Chécua.



Otras ecuaciones de rendimiento fueron:

- Diámetro promedio en cm. (D)

$$D = 9,5781 - 14,5163 (1/E^{0,3}) + 0,9351 (S)$$

Con  $R^2$  de 0,822 y con un error estándar de la media de 1,72 cm.

- Area basal total en  $m^2/Ha.$  (A.B.)

$$\text{Log AB} = - 0,0660 - 0,1641 (1/E^{0,3}) + 0,1242 (S) - 0,425 (S/E^{0,3})$$

Con un  $R^2$  de 0,732 y un error estándar de la media de 0,21  $m^2./Ha.$

- Volumen total en  $m^3./Ha.$

$$\text{Log V} = 0,1538 - 1,2944 (1/E^{0,3}) + 0,1665 (S) - 0,016 (S/E^{0,3})$$

Con un  $R^2$  de 0,876 y un error estándar de la media de 0,22  $m^3/Ha.$

Ver anexo 1 (columnas 6, 8 y 9).

La evaluación de la influencia de la densidad de siembra en el volumen total y el diámetro promedio, arrojó las siguientes regresiones múltiples:

$$\text{Log V} = 0,821 - 2,8177 (1/E^{0,3}) + 0,0993 (S) + 0,1308 (S/E^{0,3}) + 0,0003 (N)$$

Con un  $R^2$  de 0,90 y un error estándar de la media de 0,17  $m^3/Ha.$

$$D = 9,0297 - 11,30 (1/E^{0,3}) + 0,9132 (S) - 0,0012 (N)$$

Con un  $R^2$  de 0,869 y un error estándar de la media de 1,6 cm.

FIGURA 2.

Trincho en piedra, para controlar cárcavas activas. En la parte superior rodal de *Acacia decurrens* con una edad de siete años.



## Propiedades del suelo y sus relaciones con la calidad de sitio

La influencia de los elementos químicos del suelo sobre el crecimiento de la *Acacia*, no fue significativa estadísticamente, tanto en la correlación lineal, como en el análisis de varianza. No obstante, no significa lo anterior que las plantaciones no reaccionen positiva o negativamente a los elementos nutricionales; y que como lo mostró el análisis de regresión múltiple, entre los nutrientes en la planta, se determinó que la altura depende en primer lugar del Ca ( $F=48,3$ ) y en segundo del Mg ( $F=12,25$ ), entre los macronutrientes. En cuanto a los micronutrientes, depende, primero del Zn ( $F=8,856$ ), y segundo Cu ( $F=5,044$ ).

## Estimación del índice de sitio con base en factores fisiográficos

El análisis de regresión múltiple entre el índice de sitio (I.S.) como variable dependiente y el código topográfico (C.T.) y la pendiente mínima en porcentaje (P),

como variables independientes, determinó la siguiente ecuación:

$$\text{I.S.} = 4,890 + 0,12 (\text{C.T.}) - 0,015 (\text{P})$$

La cual explicó el 70% de la variabilidad de los índices de sitio.

## Conclusiones

1. Para la zona del Checua se encontraron 5 calidades de sitio para el área de las plantaciones de la especie *Acacia decurrens*; estas fueron: muy buena (índice de sitio — I.S. = 11,9 m. —), buena (I.S. = 10,3 m.), regular (I.S. = 8,7 m.), mala (I.S. = 7,1 m.) y muy mala (I.S. = 5,5 m.). En general, las parcelas de calidad de sitio muy mala se presentan en un 13,3%; la mayor parte corresponde a calidades entre regulares y malas con un 68,9%; mientras que las calidades entre buenas y muy buenas, sólo presentan un 17,7% de las parcelas muestreadas.
2. Los índices de calidad de sitio 5,5 y 11,9, presentaron los siguientes promedios de incrementos anuales: en

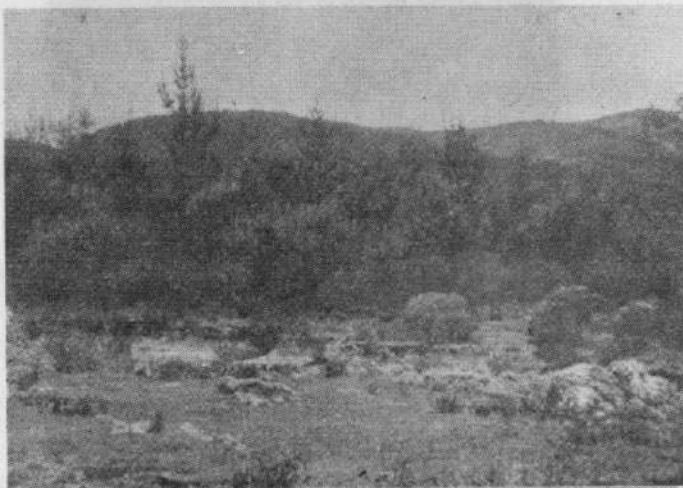


FIGURA 3.

Vista panorámica de una parcela de muestreo, de siete años de edad, donde se efectuó el muestreo foliar.

altura, de 0,92 m./año y 1,90 m./año, respectivamente; en diámetro de 0,95 cm./año y 2,53 cm./año, respectivamente; en volumen de 0,42 m<sup>3</sup>./Ha-año y 1,47 m<sup>3</sup>./Ha-año.

3. No se notó diferencia apreciable en crecimiento de la Acacia, entre las partes Alta y Media de la cuenca, en cuanto a parcelas de la misma edad.
4. De acuerdo a la tabla de rendimiento, para cada uno de los índices de calidad de sitio calculados, fue notable la amplia variación de productividad entre sitios.

Se aprecia que un mejoramiento en el índice de sitio de 5,5 a 7,1 m., conlleva un aumento de 2,40 m<sup>3</sup>./Ha., en rendimiento, a una edad de 8 años; y un mejoramiento en el índice de sitio de 10,3 a 11,9 m., está acompañado por un aumento de 16,16 m<sup>3</sup>./Ha., a la misma edad.

5. La correlación entre el índice de calidad de sitio y nutrientes, numéricamente no fue significativa. Esto no significa que las plantaciones no reaccionen positivamente a los elementos nutricionales. Lo anterior, hace pensar que las Acacias de la cuenca del río Checua crecen dentro de un amplio rango de suelos.
6. En los análisis de suelo, se encontró una deficiencia de Potasio, Calcio y Fósforo, mientras que el Magnesio se encontró en un nivel alto. Estos niveles aparentemente no se correlacionan directamente con el sitio. Su disponibilidad para la planta, depen-

de de que estos elementos se encuentren en equilibrio.

7. Según el modelo de Zottl y Velazco citado por Zottl (1971), de "valores acumulativos de F de Fischer, por el método de varianza para macro y micronutrientes", el crecimiento en altura depende en primer lugar del estado nutritivo del Calcio (F=48,3); en segundo término del Magnesio (F=12,25) y en tercer lugar del Potasio (F=10,8).
8. De acuerdo a los análisis foliares de laboratorio, se aprecia una deficiencia de Calcio y Magnesio, para cualquier rango de altura; el nivel de Potasio es adecuado, excepto para el rango máximo de altura 10-12 m., donde se muestra una carencia de este elemento.
9. De acuerdo a los análisis foliares de laboratorio, se presenta una deficiencia de Zinc en los estados inicial e intermedio de crecimiento de la especie.  
  
Los árboles muestran deficiencia en Cobre entre el rango de altura 10-12 m.
10. En relación con el perfil fisiográfico, a medida que éste es más cóncavo, se presentan los mejores crecimientos.
11. Al aumentar la pendiente en rangos topográficos de 10%, para cualquier código topográfico, la disminución en el crecimiento se presentó entre 0,1 y 0,2 m.; así mismo, entre más baja la pendiente se presentan mejores crecimientos.

ANEXO 1 INDICE DE SITIO Y EXISTENCIAS DE Acacia decurrens SEGUN LA EDAD.

TODOS LOS ARBOLES													
Nº PARCELA	EDAD	I. Sitio (mts.)	H. Domin. (mts.)	H. Prom. (mts.)	Dia. prom. (cms.)	Nº Arboles por Ha.	A.B. (m <sup>2</sup> /Ha)	Vol. (m <sup>3</sup> /Ha)	Factor Forma	Mortali. %	Código Topogr.	Código Localidad	Clase sitio
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	4	5.93888	4.99000	4.33333	4.15000	700	0.94686	0.93555	0.45	0.00	10	1	5
2	4	7.39732	6.47000	6.02917	5.59000	1320	3.23957	3.43926	0.45	0.00	20	2	4
3	6	5.89179	5.63000	4.80625	4.30000	2140	3.10771	3.46690	0.45	6.95	20	3	5
4	6	5.12996	4.87000	4.26687	4.12000	2280	3.03962	2.89332	0.45	10.20	20	3	5
5	6	10.44007	10.25000	9.46875	10.60000	2380	21.00287	57.20211	0.45	0.00	40	4	2
6	6	10.51785	10.33000	9.40625	10.98000	2140	20.26321	56.17179	0.45	0.00	30	4	2
7	6	7.57991	7.33000	6.87500	9.71000	680	5.03544	6.34644	0.45	0.00	30	5	4
8	7	7.42000	7.42000	6.84211	14.47000	640	10.52463	13.01760	0.45	25.60	20	6	4
9	7	8.50000	8.50000	7.57895	12.02000	600	6.80848	9.46080	0.45	3.20	30	6	4
10	7	9.00000	9.00000	7.92105	10.61000	700	6.18897	10.00755	0.45	40.30	30	6	3
11	8	6.60690	6.83000	5.10714	10.67000	300	2.68250	4.38210	0.45	6.70	20	7	4
12	8	6.52637	6.75000	5.75000	9.70000	840	6.20744	7.01568	0.45	2.40	20	7	4
13	5	5.36821	4.80000	4.03667	4.60000	620	1.03038	1.02672	0.45	11.40	10	8	5
14	5	8.51878	8.00000	6.58000	7.95000	560	2.77979	4.26888	0.45	3.50	30	8	3
15	5	11.66825	11.33000	9.53333	12.66000	320	4.02817	7.32384	0.45	0.00	60	8	1
16	6	10.03123	9.83000	8.81250	9.85000	860	6.55391	16.96221	0.45	0.00	40	9	2
17	6	9.29917	9.08000	8.59375	10.59000	560	4.93253	7.89264	0.45	0.00	30	10	3
18	1	7.50829	4.25000	3.61429	4.04000	2660	3.40984	2.37006	0.45	1.50	10	17	4
19	2	7.00353	4.89000	4.85429	4.99000	1640	3.20726	2.68632	0.45	0.00	20	18	4
20	3	7.56569	6.16000	5.97250	6.45000	820	2.67931	2.79333	0.45	0.00	20	13	4
21	3	8.53366	7.26000	6.80250	7.01000	1480	5.71199	7.15950	0.45	0.00	30	13	3
22	3	8.84982	7.54000	7.20000	7.89000	1340	6.55162	8.42994	0.45	8.20	30	13	3
23	4	5.97910	5.03000	4.81333	3.96000	1400	1.72428	1.77660	0.45	1.40	20	16	5
24	4	9.54808	8.75000	7.38750	6.07000	1580	4.57219	10.63656	0.45	0.00	30	16	2
25	4	6.73445	5.79000	4.86500	5.64000	820	2.04862	2.07378	0.45	0.00	20	16	4
26	2	8.95984	7.00000	6.92857	5.49000	2460	5.82331	7.63830	0.45	0.00	30	19	3
27	2	8.79211	6.81000	6.71143	5.87000	860	2.32737	2.86767	0.45	2.30	10	19	3
28	5	10.92088	10.53000	8.73333	9.40000	460	3.19230	10.03329	0.45	0.00	40	12	2
29	5	6.34000	5.77000	4.29333	8.16000	440	2.90103	2.10276	0.45	4.60	10	12	4
30	5	5.40863	4.84000	4.52867	6.62000	860	2.96009	3.05730	0.45	0.00	10	12	5
31	6	9.54348	9.33000	7.59375	12.36000	400	4.79940	12.24720	0.45	0.00	40	11	2
32	6	7.61940	7.37000	6.70625	8.27000	640	3.43760	4.02336	0.45	0.00	20	11	4
33	6	8.40723	8.17000	7.75000	8.31000	1100	5.96602	8.84565	0.45	0.00	30	11	3
34	4	7.44079	6.51500	5.93417	5.81977	1500	3.99018	4.13775	0.45	5.10	20	14	4
35	4	7.74384	6.83000	6.14917	5.64000	1280	3.19765	3.56544	0.45	4.50	20	14	4
36	2	6.76562	4.65000	4.49143	5.35000	1720	3.86657	3.04182	0.45	8.50	20	20	4
37	2	8.58710	6.58000	6.47000	5.82000	1740	4.62898	5.70807	0.45	0.00	30	21	3
38	2	9.10870	7.17000	7.07143	7.29000	1060	4.42436	6.06267	0.45	0.00	30	22	3
39	3	8.58468	7.25000	7.10625	5.53000	1240	2.97825	3.96798	0.45	0.00	30	23	3
40	3	8.24292	6.88000	6.75000	7.82000	900	4.32261	5.52825	0.45	0.00	30	24	3
41	3	8.56631	7.23000	7.02500	6.32000	1140	3.57626	4.64265	0.45	0.00	30	25	3
42	7	9.17000	9.17000	8.45789	7.53000	2520	11.22226	18.35946	0.45	25.40	30	26	3
43	7	10.33000	10.33000	8.16842	10.85000	480	4.43803	11.61432	0.45	0.00	40	27	2
44	7	8.08000	8.08000	6.43000	7.53000	800	3.56262	4.67640	0.45	2.40	30	27	3
45	5	7.30593	6.75000	6.00467	4.79000	1840	3.31573	3.65976	0.45	1.10	20	15	4

Columna 14:  
1 Muy Bueno      3 Regular      5 Muy malo  
2 Bueno          4 Malo

## Bibliografía

Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 151p.

ORTIZ ARANGO CONSULTORES. 1980. Estudio de desarrollo y manejo integral de la cuenca del río Checua. Departamento Nacional de Planeación. CAR. Bogotá.

TSCHINKEL, H.. 1972. La clasificación de sitio y el crecimiento del Cupressus lusitanica. Mill., en Antioquia. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. (Col.) 27 (1): 3-30.

ZOTTL, M. y TSCHINKEL, H.. 1971. Nutrición y fertilización forestal. Medellín, Universidad Nacional. 114 p.

ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol.II. Roma, FAO. 118 p.

BECERRA, J. 1969. Bases ecológicas para evaluar la calidad de sitio forestal. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 18 p.

BRUCE, D. y SCHUMAHER, F. 1985. Medición forestal. México, Herrera. 2V. 289 p.

JEREZ, L. A. y HURTADO, G. 1975. Índice de sitio, rendimiento y algunos aspectos económicos del Eucalyptus globulus en la Sabana de Bogotá. Tesis. Ingeniero Forestal.

# Estimación y usos de los residuos generados por industrias de la transformación de madera

en Bogotá\*

---

CARLOS GRANJA AVILA JAIME MOLINA ORJUELA\*\*

---

## RESUMEN

**E**l trabajo se fundamenta en la información primaria obtenida con base en encuestas estructuradas dirigidas a comerciantes e industriales de la madera, con el objeto de conocer temas relacionados con cantidades de residuos generados periódicamente, clasificación, almacenamiento, disposición, destino final, usuarios más comunes, costos e identificación de industrias que empleen estos residuos como materia prima en la elaboración de otros productos.

Los resultados de la investigación realizada en depósitos de madera, fábricas de muebles, carpinterías y ebanisterías de la ciudad, destacan lo siguiente: se generan tres clases de residuos bien definidos en forma de viruta, aserrín y retal; los cuales son almacenados en áreas especiales dentro de los establecimientos, utilizando además, recipientes como lonas y canecas; este almacenamiento es transitorio, pero a pesar de ello, ocasiona riesgos de incendio e interferencias en el desarrollo normal del trabajo.

---

\* Extracto de la tesis presentada para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, dirigida por el Ingeniero Forestal Jaime Quijano. Diciembre de 1989.

\*\* Ingenieros Forestales

La cantidad media estimada de residuos húmedos y sueltos generados semanalmente en Bogotá es de  $13.948 \text{ m}^3$ , de los cuales  $6.030,80 \text{ m}^3$  son virutas,  $5.073 \text{ m}^3$  es aserrín y  $2.844,20 \text{ m}^3$  es retal. El 11.1% de estos residuos está siendo utilizado en el sitio de generación, como combustible directo y como elemento de aseo; el 42.5% se está vendiendo; el 37.8% se está botando y el 2.8% se está incinerando dentro de sus locales sin ningún provecho.

El precio para los residuos vendidos en el lugar de origen está determinado por la demanda existente para cada uno de ellos, mientras que el costo de transporte depende de factores ligados a la clase de residuo, cantidad, destino final y estado de las vías.

Los usuarios más comunes para los residuos generados por estas industrias son: propietarios de granjas avícolas, caballerizas y fincas; establecimientos como supermercados y carnicerías, asaderos y hogares locales; curtimbres; floras; fábricas de guacales e industrias como GRIVAL e INDUMIL, donde se utilizan los residuos como materia prima de sus productos.

## Introducción

La deficiente tecnología y la maquinaria obsoleta empleada en los procesos de obtención de productos semielaborados y terminados de madera en el país, generan altos volúmenes de residuos, que en su mayoría se convierten en desechos sólidos o basuras. Hoy se enfrenta el problema de poder utilizar estos residuos en nuevos productos a través del procesamiento o en última instancia descargarlos al ambiente.

En los países desarrollados, donde la actividad industrial del sector forestal tiene un aporte significativo en la economía, los residuos de madera son utilizados industrialmente en un 50% con tendencia al alza, en una gran variedad de usos.

En Colombia, es muy reducido o casi nulo el aprovechamiento de los residuos madereros, toda vez que se tienen como basura y no como materia prima para otras industrias.

Bogotá, la ciudad de mayor crecimiento industrial y comercial en Colombia, cuenta con altos porcentajes de consumo de madera para la construcción, la fabricación de muebles y la elaboración de otros productos.

Hasta la presente, se desconocía el tipo, volumen, destino y costo de los residuos que generan las industrias de transformación de la madera en la ciudad, pero el presente estudio identifica estos aspectos los cuales son información indispensable para la formulación de futuros proyectos de aprovechamiento.

## Objetivos

- Determinar la clasificación y almacenamiento temporal de los residuos de las principales industrias de transformación de la madera en Bogotá.

- Determinar la disposición y destino final de los residuos.
- Estimar la cantidad de residuos producidos por estas industrias.
- Determinar el precio de adquisición y costo de transporte de los residuos.
- Identificar las industrias que utilizan los residuos como materia prima para la elaboración de otros productos en Bogotá.

## Revisión de Literatura

Según Panshin (1959), residuos de madera son todas las formas de madera que no pueden venderse con beneficio, procedentes de una operación dada de trabajabilidad o manufactura, bajo condiciones económicas y desarrollos tecnológicos corrientes.

De acuerdo con Hale (1965) y Reineke (1965), los residuos poseen múltiples aplicaciones, pero las posibilidades se ven a veces limitadas por dificultades en su manipulación, falta de uniformidad del material, disponibilidad, estado físico y transporte; siendo este último el factor más crítico, ya que normalmente los residuos no se utilizan en el mismo lugar donde se originan, teniendo que ser movilizados a grandes distancias, hasta el lugar o los lugares de ubicación de las plantas procesadoras.

Los usos más frecuentes que se le están dando a los residuos son: como materia prima en la manufactura de otros productos, en la elaboración de productos químicos, como combustible directo y en forma natural.

Según Casas (1975) y Manzanares (1984), se han venido ensamblando elementos elabora

dos con residuos de madera aglutinados con cemento, los cuales poseen gran versatilidad

***La cantidad media estimada de residuos húmedos y sueltos generados semanalmente en Bogotá es de 13.948 m<sup>3</sup>, de los cuales 6.030,80 m<sup>3</sup> son virutas, 5.073 m<sup>3</sup> es aserrín y 2.844,20 m<sup>3</sup> es retal***

en su utilización, fácil manipulación y alta resistencia a golpes y ataques de hongos e insectos. La aplicación del hormigón se da en la industria de la construcción a bajo costo y puede ser una solución al problema de vivienda en los sectores menos favorecidos.

Otros productos elaborados con base en residuos de madera son los tableros de partículas, briquetas, harina de madera y limpiadores para pisos.

Según Klinger (1987) y Maloney (1978), es posible obtener alcohol etílico mediante el proceso de sacarificación y destilación de la madera; también se logra obtener metanol, furfural y fenoles, que posteriormente pueden ser utilizados en la industria farmacéutica y en la preparación de resinas sintéticas.

El uso de los residuos, según Reger (1988), como combustible directo es tradicional, debido al poder calorífico de la madera.

En forma natural, los residuos son material valioso como subsuelos en la construcción de caminos, abono, absorbente, en paletería y en el secado y pulimento de metales.

En Colombia, según el Departamento Nacional de Planeación (1988), se estima que en las labores de aprovechamiento primario, se genera un 30% de residuos y en las labores de transformación secundaria un 42%. Estos residuos no están siendo aprovechados en la forma más conveniente y en muchos casos, al ser tratados como basura, provocan contaminación hídrica y ambiental.

## Metodología

El estudio se realizó en Bogotá. Se dividió la ciudad en cuatro sectores; norte, centro, sur y occidente, con el objeto de facilitar el desplazamiento y reducir costos de transporte.

Para obtener la información primaria, se realizaron encuestas dirigidas a propietarios y administradores de las industrias generadoras de residuos de madera.

La población se dividió en tres subpoblaciones: depósitos de madera (200), fábricas de muebles (75) y carpinterías y ebanisterías (205); obteniéndose de las listas de la guía telefónica, del anuario industrial de la Cámara de Comercio, del listado del INDERENA Regional Cundinamarca y de Acemucbles.

Para la selección y tamaño de las submuestras, se realizó una investigación piloto, la cual dió una idea importante para hallar el tamaño definitivo. Las submuestras se seleccionaron al azar dando como resultado para

depósitos de madera 60 (30%), para fábricas de muebles 15 (20%) y para carpinterías y ebanisterías 41 (20%).

El diseño de la encuesta abarcó las siguientes partes: A) aspectos generales, básicos para lograr los objetivos específicos propuestos; B) clasificación y almacenamiento temporal de residuos; C) disposición final de los residuos; D) cantidad mínima de residuos recolectados; E) destino final de los residuos y F) observaciones.

Se diseñaron otros dos tipos de encuestas, sobre muestras no probabilísticas, uno para transportadores de residuos con el fin de determinar el costo de transporte para los residuos y otro para la industria que elaboran productos con base en residuos.

Una vez recopilada la información se revisaron los formularios, se codificaron y se tabularon en atención a los objetivos propuestos

## Resultados

### *Clasificación y Almacenamiento Temporal de los Residuos*

En las tres subpoblaciones establecidas se generan tres clases de residuos: virutas, aserrín y retal, aunque se producen cantidades insignificantes de corteza y polvo de lijado.

Los resultados obtenidos indican que en el 96% de los depósitos, el 60% de las fábricas de muebles y el 34% de las carpinterías y ebanisterías separan los residuos mientras que las demás industrias los mezclan.

El 96% de los depósitos, el 86% de las fábricas de muebles y el 35% de las carpinterías



y ebanisterías destinan dentro de sus plantas un área especial para almacenar sus residuos. Además, utilizan recipientes tales como lonas y canecas plásticas y metálicas, mientras que el 35% de las carpinterías y ebanisterías mantienen los residuos dispersos en los pisos de sus locales.

Existen problemas en el almacenamiento temporal de los residuos así: para el 76% de los depósitos de madera hay inconvenientes transitorios con las virutas; para el 89% de los depósitos hay inconvenientes permanentes con el aserrín y para el 89% de los depósitos hay inconvenientes en el almacenamiento del retal. Estos problemas están relacionados, con riesgos de incendio en un 15% y dificultades en el trabajo normal en un 80%.

En las fábricas de muebles no existen mayores problemas en esta operación, en tanto que en las carpinterías y ebanisterías es donde mayores inconvenientes genera, por espacios insuficientes 85% y por riesgo de incendios 15%.

## Disposición y destino final de los residuos

### Disposición

Para las submuestras, la disponibilidad semanal de residuos húmedos y sueltos es de 3.743 m<sup>3</sup>, de los cuales utilizan el 11.1%, venden el 42.5%, regalan el 37.8%, botan el 5.8% e incineran el 2.0%, tal como se observa en la Tabla 1.

### Destino final de los residuos

El total de los residuos procedentes de la transformación de la madera de Bogotá se distribuye según sus usuarios, de la siguiente forma: en granjas avícolas el 75.8% de virutas; en las caballerizas el 64% de aserrín; en fincas como abono el 13.2% de aserrín, en supermercados y carnicerías como elemento absorbente en los pisos, emplean el 14.0% de aserrín; en asaderos y hogares utilizan en forma de leña el 83.7% de retal. Otros usuarios de los residuos, pero en mínimas cantidades, son: industrias como GRIVAL e INDUMIL, floras de la sabana, fabri-

TABLA 1

Disposición final de los residuos generados semanalmente en Bogotá

Clase de residuo	DISPOSICION									
	Utilizan		Venden		Regalan		Botan		Incineran	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Viruta	126	8.0	1.313	83.6	132	8.4				
Aserrín	163	11.9	147	10.7	938	68.4	93.5	6.8	30	2.2
Retal	96	12.9	130	17.5	342	46.0	96.5	13.0	78	10.5
Otros*	29	50.0			4	6.9	25	43.1		
<b>TOTAL</b>	<b>414</b>	<b>11.1</b>	<b>1590</b>	<b>42.5</b>	<b>1416</b>	<b>37.8</b>	<b>215</b>	<b>5.8</b>	<b>108</b>	<b>2</b>

\* Polvo de lijado y corteza

TABLA 2

Destino final de los residuos generados semanalmente en Bogotá

DESTINO FINAL	CLASE DE RESIDUO					
	Virutas		Aserrín		Retal	
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%
Granjas Avícolas	1.095	75.8	-	-	-	-
Caballerizas	242	16.7	694	6.4	-	-
Fincas (abono)	85	5.9	143	13.2	-	-
Establecimientos (aseo)	-	-	152	14.0	-	-
Curtiembres	13	0.9	54	5.0	-	-
Leña(asaderos-hogares)	-	-	-	-	396	83.7
Floras (tutores)	-	-	-	-	23	4.9
Guacales	-	-	-	-	44	9.3
Otras Industrias	10	0.7	41	3.8	-	-
Otros	-	-	-	-	10	2.1
<b>TOTAL</b>	<b>1.445</b>	<b>48.1</b>	<b>1.084</b>	<b>36.1</b>	<b>473</b>	<b>15.8</b>

cantes de guacales y trabajadores del cuero (ver Tabla 2).

## Recolección de residuos generados y cuantificación

El medio de transporte más común para los desperdicios recolectados es el camión, cuyos volúmenes de residuos movilizados dependen de su capacidad. Un camión 600 posee una capacidad de 24 m<sup>3</sup> aproximadamente; un 350 de 18 m<sup>3</sup> y un camión 300 de 12 m<sup>3</sup>.

El 90% de los depósitos, el 47% de las fábricas de muebles y el 60% de las carpinterías y ebanisterías utilizan este medio de transporte, mientras que las volquetas son utilizadas por el 3% de los depósitos para movilizar corteza de madera hacia los botaderos de la ciudad.

Los carros de la basura movilizan residuos provenientes del 23% de las carpinterías y

ebanisterías y del 11% de las fábricas de muebles.

La periodicidad para la recolección de residuos depende del trabajo existente, aunque la encuesta nos revela que el día en que mayores volúmenes de residuos son transportados es el sábado.

La cantidad de residuos húmedos y sueltos generados semanalmente por el total de industrias de madera de Bogotá es de 13.948 m<sup>3</sup> (100%) de los cuales el 43.3% son virutas, el 36.3% es aserrín y el 20.4% es retal (ver Tabla 3).

Clase de residuo	Rango (m <sup>3</sup> /semana)	Promedio (m <sup>3</sup> /semana)	%
Virutas	5.017,07-7.044,48	6.030,80	43,3
Aserrín	4.172,10-5.974,00	5.073,00	36,3
Retal	2.348,43-3.340,03	2.844,20	20,4
<b>TOTAL</b>	<b>11.537,60-16.358,51</b>	<b>13.948,00</b>	<b>100,0</b>

## Precio de venta y costo de transporte para los residuos

### *Precio de Venta*

El precio de venta en 1989 para los residuos en el lugar de origen es el siguiente: las virutas provenientes de depósitos y fábricas de muebles entre \$250 y \$400/m<sup>3</sup> húmedo suelto. El escaso aserrín que es vendido por algunos depósitos tiene un precio que varía entre \$20 y \$40/m<sup>3</sup> húmedo suelto, mientras que el aserrín vendido por fábricas de muebles es un poco más costoso, debido a que su contenido de humedad es menor y por lo tanto posee una mayor demanda. El retal generado por depósitos, fábricas de muebles, carpinterías y ebanisterías se vende entre \$100 y \$250/m<sup>3</sup>. Las carpinterías y ebanisterías venden aserrín y las virutas mezclados a un precio de \$150 y \$200/m<sup>3</sup> húmedo suelto.

### *Costo de transporte*

El costo de transporte para los residuos depende de factores tales como: clase, cantidad, recolección, destino final y estado de las vías, lo que hace que varíe entre \$20 y \$30/m<sup>3</sup>/km, ya sea aserrín o virutas húmedas y sueltas. Dentro de este costo van incluidas las operaciones de cargue y descargue, las cuales se hacen manualmente, las de compactación y otras labores necesarias para que los residuos lleguen a su destino en buen estado.

## Otras industrias usuarias de residuos

Son muy pocas las industrias que actualmente se están abastaciendo de residuos de madera como materia prima en la elaboración de productos. Entre las más importantes hemos identificado a GRIVAL e INDUMIL.

### **Grival**

GRIVAL ha sido desde hace 30 años caracterizada por la elaboración de productos complementarios de la industria de la construcción sanitaria; esta empresa fabrica tapas para sanitarios con base en aserrín y viruta, previamente pulverizadas y clasificadas. Estos elementos son posteriormente utilizados por las fábricas MANCESA Y CORONA para darle un perfecto acabado a sus productos, los cuales son distribuidos a lo largo y ancho del país.

GRIVAL utiliza como materia prima residuos sueltos así: 850 m<sup>3</sup> de aserrín y 200 m<sup>3</sup> de viruta al mes, los cuales son recolectados en fábricas de muebles de Bogotá y transportados en camiones hasta la planta de procesamiento ubicada en el municipio de Funza (Cundinamarca). El contenido de humedad inicial del aserrín y las virutas no es mayor al 30% y mediante un sistema de secado es llevado hasta un 4-6% apto para ser empleado en el proceso.

### **Indumil**

INDUMIL utiliza aserrín en la fabricación de la dinamita, como carga inerte de sus explosivos. Emplea mensualmente 8.000 kg de residuo suelto aproximadamente; este aserrín es recolectado en Industrias IMA,

Aserrios El Cóndor y Madereros Varsovia. No tiene precio de compra y ningún grado de dificultad en su consecución. Posteriormente es transportado hasta la fábrica de explosivos ubicada en el Muña (Cundinamarca).

El aserrín es transportado tal como sale del aserrío y posteriormente tamizado por medio de mallas.

El contenido de humedad con el cual se recibe el residuo varía entre un 20 y un 30%, y luego de pasar por las mallas, es llevado a una secadora de bandejas por donde circula aire previamente calentado por valor, hasta reducirlo a un contenido de humedad máximo del 5%, apto para ser utilizado.

## Conclusiones

- Las industrias de transformación de la madera en Bogotá, clasifican los residuos generados en forma de: virutas, aserrín y retal, almacenándolos en áreas especiales y utilizando además, recipientes como lonas y canecas.
- Los problemas más comunes en el almacenamiento de residuos, son la interferencia en el trabajo normal y el riesgo de incendio, siendo más críticos en la medida en que los espacios de los locales sean más reducidos.
- La disponibilidad semanal de residuos generados en Bogotá, nos indica que se están utilizando el 11.1% de los residuos en las plantas generadoras, como combustible directo de calderas y como elementos de aseo. Se están vendiendo el 42.5%, para ser empleados posteriormente en diversos usos; se está regalando el 37.8%, especialmente de aserrín y retal; se están arrojando en botaderos de la ciu-

dad el 5.8% y se están incinerando en el mismo lugar de origen el 2.8%. Los residuos que son botados e incinerados están ocasionando problemas de contaminación ambiental.

***Los problemas más comunes en el almacenamiento de residuos, son la interferencia en el trabajo normal y el riesgo de incendio, siendo más críticos en la medida en que los espacios de los locales sean más reducidos***

- El destino final de los residuos de Bogotá, que son vendidos o regalados, se distribuyen según sus usuarios más comunes de la siguiente forma: las avícolas de la sabana de Bogotá y sus alrededores utilizan el 75.8% de las virutas para camas de pollos; las caballerizas utilizan el 64.0% de aserrín como elemento absorbente; las granjas de la sabana de Bogotá utilizan el 13.2% de aserrín como abono; los supermercados y carnicerías utilizan el 14.0% de aserrín para aseo de sus pisos; los asaderos y hogares utilizan el 83.7% de retal como leña. Otros usuarios de residuos pero en menores cantidades son algunas industrias, floras, fabricantes de guacales y trabajadores del cuero.

- La cantidad total media estimada de residuos húmedos y sueltos generados semanalmente en Bogotá es de  $13.948 \text{ m}^3$ , de los cuales el 43.3% son virutas, el 36.3% es aserrín y el 20.4% es retal.
- Se estima que los  $13.948 \text{ m}^3$  de residuos húmedos y sueltos generados semanalmente en Bogotá equivalen a  $7.000 \text{ m}^3$  compactados. Como las industrias trabajan durante 30 semanas al año aproximadamente, el total de residuos anual será de  $210.000 \text{ m}^3$ , los cuales equivalen a un 40% del total de madera aserrada que realmente ingresa a Bogotá anualmente y que es de  $525.000 \text{ m}^3$  aproximadamente.
- El precio de venta promedio de las virutas en el lugar donde se originan es de  $\$325/\text{m}^3$ , el del aserrín es de  $\$40/\text{m}^3$  y el del retal es de  $\$150/\text{m}^3$ . Para el 68% de las virutas existe una fuerte demanda por parte de las granjas avícolas, en tanto que para el aserrín y el retal no existe demanda alguna. Algunas industrias se ven obligadas a contratar los servicios de pequeños transportadores para evacuar residuos, especialmente en forma de aserrín y retal, cuyo costo promedio por metro cúbico es de  $\$100$ .
- El costo promedio de transporte para los residuos es de  $\$25/\text{m}^3/\text{km}$ , dependiendo de factores tales como: clase de residuo, cantidad, destino final y estado de las vías.
- La utilización de residuos de madera a nivel industrial en Bogotá es insignifi-

cante. Solamente se lograron identificar dos industrias, GRIVAL e INDUMIL, las cuales se abastecen de aserrín y virutas como materia prima para la elaboración de sus productos.

## Referencias bibliográficas

- CASAS, D. y GARCIA, P. 1975. Informe sobre el uso de virutas y aserrín de madera en concreto liviano. Revista de la UIS, Bucaramanga, Colombia. 3(6): 59-63
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION 1988. Diagnóstico objetivos y estrategias. Plan de Acción Forestal para Colombia, Bogotá. 63p.
- HALE, J. 1965. Use of sawill and other industrial wood waste. Forest products Laboratory. Ottawa, Canadá. 80p
- KLINGER, W y MARTINEZ, O. 1987. Estudio de factibilidad para industrializar la producción de alcohol etílico a partir del aserrín de madera en Riosucio (Chocó). Tesis de grado, de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. 240p.
- MALONEY, G. 1978. Chemicals from pulp and wood waste. Noyes Data Corporation. New Jersey, EE. UU. 288p.
- MANZANARES, K. y VELASQUEZ, M. 1984. Investigaciones sobre residuos de madera de importación aglomerada con cemento. La Habana Cuba, Revista Forestal Baracoa, 14 (1): 43-57
- PANSHIN, A.J. 1959. Productos forestales, Barcelona, España, Salvat Ed. S. A. 485p.
- REGER, H. 1988. Production of Biocoal Briquettes. Gate-Questions answer information. Eschborn RFA.
- REINEKE, L.H. 1965. Uses for forest Residues. Forest Service Research. Madison. Wisconsin. 14p.

# Diseño arquitectónico y cálculo de climatización de un invernadero\*

*Para investigaciones forestales*

GABRIEL ALFONSO RIAÑO M.\*\*

## RESUMEN

**E**l invernadero se diseñó con los elementos necesarios para el establecimiento de controles ambientales sobre las siguientes variables: temperatura, humedad relativa, luminosidad, anhídrido carbónico y riego. Se tuvieron en cuenta mejoras arquitectónicas sobre la estructura, distribución de áreas y materiales constructivos; igualmente se diseñaron camas de crecimiento acondicionadas para el desarrollo de especies forestales.

Se determinaron condiciones de funcionamiento análogas al clima cafetero, considerándose 70% de humedad relativa,  $\pm 21$  °C en el día, con descansos permitidos de hasta 12 °C en la noche; con dichas consideraciones se evaluó la meteorología del sitio, así como los requerimientos en materia de equipos para generar o mantener la situación de clima establecida anteriormente.

El sistema de automatización, contará con microcomputador como unidad principal y los correspondientes elementos para sensado y generación de variables ambientales; se diseñó un conjunto de interfases así como la programación de funcionamiento para todo el sistema; igualmente con el microcomputador se llevarán registros y estado general de las investigaciones realizadas, con el fin de establecer un banco de datos.

---

\* Extracto de la Tesis de Grado de Ingeniero Forestal, presentado a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, dirigida por el Ingeniero Forestal Jairo Silva H. Diciembre 1989.

\*\* Ingeniero Forestál

El proyecto financiado parcialmente por el Centro de Investigaciones de la Universidad Distrital; tiene un costo a Noviembre de 1989 de \$ 26.000.000, contándose con el 40% de esta suma, como aporte de dicho centro. El porcentaje restante está siendo solicitado a otras entidades para su cofinanciación.

## Introducción

Ante la ausencia de infraestructura suficiente para llevar a cabo investigación y labor docente en condiciones de invernadero, la Facultad de Ingeniería y el Centro de Recursos Terrestres y Forestales acordaron mediante la creación de un grupo interdisciplinario, la elaboración de un proyecto consistente en diseñar un modelo de invernadero. Este plan se llevará a cabo en las instalaciones donde funciona el programa de Ingeniería Forestal, en la zona del Venado de Oro en Bogotá, ubicada a una altitud de 2.700 msnm.

El diseño y climatización en áreas de invernadero, permite mejoras significativas sobre el control de los factores ambientales que inciden directamente sobre el desarrollo de las plantas. Esto se refleja en beneficios sobre la producción y desarrollo de material vegetal en zonas con o sin limitaciones naturales, así como aumento en la calidad técnica y credibilidad sobre investigaciones realizadas.

## Objetivos

Elaborar un diseño arquitectónico de invernadero adaptado a las condiciones de sitio y necesidades de desarrollo, del Centro de Recursos Terrestres y Forestales.

- Establecer para el mencionado diseño, los requerimientos en materia de climatización, sugiriendo equipos para la generación de las siguientes variables ambientales: temperatura, humedad, luminosidad y riego.
- Elaborar un modelo a escala, como guía de construcción y elemento de ilustración práctica.
- Establecer la factibilidad técnico-económica del proyecto.

## Justificación

El desarrollo de investigaciones forestales, siempre ha presentado, en ensayos de invernadero, severas deficiencias debido a la ausencia de un verdadero control de las variables ambientales al interior del mismo. Esta situación limita considerablemente el resultado de los ensayos, disminuyendo en ciertas ocasiones su credibilidad.

Introduciendo mejoras en el diseño de camas de crecimiento, sistemas de irrigación y drenaje, entre otros, se pueden obtener beneficios adicionales. Específicamente se podrán llevar a cabo programas de investigación sobre:

- Nutrición vegetal
- Propagación sexual y axesual

- Fertilización: por ejemplo, ensayos de productos comerciales
- Micorrización
- Riego
- Mejoramiento genético, por ejemplo, fases de adaptación de material vegetal producido in vitro.

## ***El diseño y climatización en áreas de invernadero, permite mejoras significativas sobre el control de los factores ambientales que inciden directamente sobre el desarrollo de las plantas***

Igualmente, al terminar el proyecto en sus dos etapas, se podrá contar con los servicios de un computador, que además del control de variables, permitirá el registro diario y evaluación de los ensayos, contando con una base de datos, útil entre otros aspectos, para evitar duplicación en las investigaciones

### **Metodología**

El proceso para la elaboración del diseño, se inició a través de una serie de visitas de reconocimiento técnico, en instalaciones de invernadero. Luego de la revisión biblio-

gráfica del caso, se concertó un grupo de trabajo, consistente, en arquitecto, ingeniero civil y el representante de ingeniería forestal; además, se solicitaron conceptos a nivel de usuarios del proyecto a otros profesionales del área. Considerando poseer los elementos de juicio necesarios, se procedió a la elaboración de planos, relativos a la localización, extensión y características específicas del proyecto; definiendo inicialmente lo pertinente a la obra civil.

Finalizado el proceso descriptivo, se procedió luego a evaluar los factores o variables ambientales que se pretendían controlar en el invernadero; sin embargo, con anterioridad a esta situación se estudió y caracterizó el clima local que afectaría el ambiente interno del recinto diseñado.

Como evaluación inicial, se estudió el comportamiento de la temperatura, de vital importancia por ser reguladora de innumerables procesos biológicos, considerándose a esta variable como iniciadora de la secuencia climatizadora.

El conocimiento del comportamiento de la temperatura, permite llevar al diseño de los sistemas de calefacción y ventilación -extracción. La segunda variable, humedad relativa, es conducente a través de su estudio, al diseño de sistemas de humidificación, sistema que en este caso en particular se considera como un elemento dependiente del complejo para proporcionar irrigación.

En el diseño del sistema de luz artificial, se consideraron las condiciones naturales de iluminación, que por encontrarse deficientes sugieren la implantación de equipos que cumplan funciones suplementarias de dichos niveles, es decir, de funcionamiento simultáneo a la iluminación natural.



Finalmente, se elevaron los modelos convencionales para irrigación, llegando al diseño de un sistema flexible, de uso múltiple, que se implantará para proporcionar riego en diferentes modalidades, y etapas de desarrollo de las plantas.

Terminando el proceso de diseño de obra y equipos, se procedió a la cuantificación económica del proyecto, para luego solicitar su financiación como se obtuvo parcialmente.

## Aspectos Generales de la Construcción de Invernaderos

El invernadero, integrando definiciones de otros autores, podría definirse como: construcción cubierta y abrigada artificialmente, en cuyo interior es posible regular manual o automáticamente las condiciones medioambientales, de tal manera que pueden garantizar el desarrollo de una o varias especies cultivadas; se entiende por regulación medioambiental, el control de los factores básicos para el crecimiento de las plantas como son: luz, temperatura, humedad, anhídrido carbónico, necesidades de riego, etc.

En la construcción del invernadero, según Alphi (1984), se deben tener en cuenta aspectos tales como: emplazamiento, luz natural, protección, suelo, pendiente suministro de agua, energía eléctrica, mano de obra, así como las características de los materiales de construcción. La consideración de estos factores, en ciertos casos resulta difícil, por lo que se hace necesario acudir a improvisaciones o al ajuste de disponibilidades; por esta razón no siempre se construirán invernaderos en los lugares ideales, sino más bien, donde las situaciones así lo exijan.

## Descripción del Diseño Propuesto

Se diseñó un invernadero de 125 m<sup>2</sup>. consistente en tres áreas o módulos de trabajo (96 m<sup>2</sup>), un sector para procesamiento de material (9 m<sup>2</sup>) y una zona reservada para equipos (20 m<sup>2</sup>). Con esta distribución se pretende mantener zonas de trabajo con características independientes de control de variables; es decir, se podría mantener en forma simultánea el desarrollo de varios proyectos de investigación (Ver Figura 1).

*El sistema de ventilación-extracción se diseñó para que cumpliera básicamente tres funciones: abastecimiento de CO<sub>2</sub>, regulación de temperatura y regulación de humedad.*

Internamente cada módulo llevará tres líneas o camas de crecimiento, con su respectivo sistema de riego. Cada línea presenta a su vez la posibilidad de subdividir, mediante separadores fijos o de carácter removible. Las líneas o camas presentan un sistema de drenaje que evita el contacto lateral en las subdivisiones. El sistema de camas elevadas, reduce la incidencia de temperaturas bajas que se presentan al nivel del suelo.

## Características de climatización

Existen características de clima que a pesar de ser externas, afectan el ambiente interno del invernadero; para el proyecto se evaluó, según informe de 1989 del Instituto de Hi-

***El proyecto, como tal, permitirá el desarrollo investigativo en múltiples áreas, beneficiándose la formación docente de estudiantes y profesorado***

drología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), el clima local, obteniéndose entre otras características: condiciones altas de humedad relativa (medias mensuales superiores al 75%); temperatura media anual (12 °C); mínimas de temperatura (valores medios de 2 °C); escaso brillo solar (media de 1600 horas/año), y altas condiciones de nubosidad (medias de 6/8). En forma favorable se consideran las condiciones medias o bajas de la velocidad del viento (0.6 m/sg).

Por tratarse de un sistema abierto, en razón a los intercambios con el medio, el proceso de climatización, consiste entonces en mitigar los efectos negativos producto de estos intercambios; manteniendo siempre unos parámetros preestablecidos, valiéndose de un sistema combinado de sensores y actuadores. Estos últimos, que son los generadores o

modificadores del ambiente, se consideran en el presente estudio.

## Sistema de Calefacción

Se establece el balance térmico del invernadero, mediante relación y procesos matemáticos, con el fin de evaluar las necesidades de calefacción para situaciones críticas (horas de la madrugada). El balance no es más que la sumatoria de pérdidas de calor del invernadero, las cuales deberán ser compensadas con el sistema de calefacción.

El sistema de calefacción, consiste en un dispositivo que consta esencialmente de un ventilador que empuja el aire a través de un generador de calor, permitiendo elevar su temperatura. Estas unidades se distribuyen en forma estratégica en el invernadero.

De manera opcional, se recomienda la instalación de calefacción en cajoneras para el desarrollo de estudios específicos.

## Sistema de Ventilación-Extracción

El sistema de ventilación-extracción se diseñó para que cumpliera básicamente tres funciones: abastecimiento de CO<sub>2</sub>, regulación de temperatura y regulación de humedad.

El sistema de ventilación indicado es un método de ventilación transversal, independiente para cada módulo de trabajo, cuya potencia se determina por el volumen de aire a renovar, en determinada unidad de tiempo; igualmente es un sistema que se instala en pequeñas unidades, que al fraccionarse mejoran la eficiencia y reducen la posibilidad de daños prolongados. Adicionalmente este sistema permitirá efectuar circulación de ai-

re renovado o abierta y recirculación del aire internamente o cerrada.

## Sistema de Iluminación Artificial

Las técnicas de iluminación empleadas normalmente son: fotoperiódica, ampliación de la duración o interrupción del período oscuro, y suplementaria, de aplicación con la iluminación natural para corregir niveles deficientes. En el proyecto se contempla el proceso suplementario, mediante la instalación de lámparas de incandescencia.

## Sistema de Riego-Humidificación

Comprende el uso de elementos para suministrar riego por goteo, microaspersión y nebulización. Ya que se trata de un invernadero de tipo experimental, se determinaron las mayores posibilidades de aplicación de estos sistemas; en consideración al tipo de ensayo o a la fase vegetativa en que se encuentre el mismo.

El gotero adoptado es el conocido como M.O.D. ó gotero múltiple, de 8 salidas y capacidad máxima de 84/h. Los microaspersores empleados facilitan mediante un sencillo cambio de piezas, la creación de seis posibilidades de riego, que van de gota fina (Mist) a microaspersión.

## Costos de la Obra - Financiación

Para efectos de presupuesto, se describió en forma detallada, las cantidades de obra y

tipo de cantidad de equipos. El proyecto tiene un costo estimado a noviembre de 1989 de \$ 26.000.000 distribuidos en \$ 18.000.000 para obra civil y los \$ 8.000.000 para adquisición de equipo. Se obtuvo una financiación parcial del 39% ó \$ 10.000.000 a través del Centro de Investigaciones de la Universidad Distrital. El 61% restante se tramita actualmente con entidades financieras.

## Conclusiones

- Se debe continuar con la integración de grupos interdisciplinarios, que permitan realizar trabajos o estudios integrales, obteniendo mejoras tecnológicas y reducciones en el esfuerzo individual.
- El proyecto, como tal, permitirá el desarrollo investigativo en múltiples áreas, beneficiándose la formación docente de estudiantes y profesorado.
- Se dan los elementos necesarios para su implementación preliminar, sin embargo, es decisión de la Universidad, en todos sus estamentos continuar el desarrollo e implementación definitiva del mismo.

## Recomendaciones

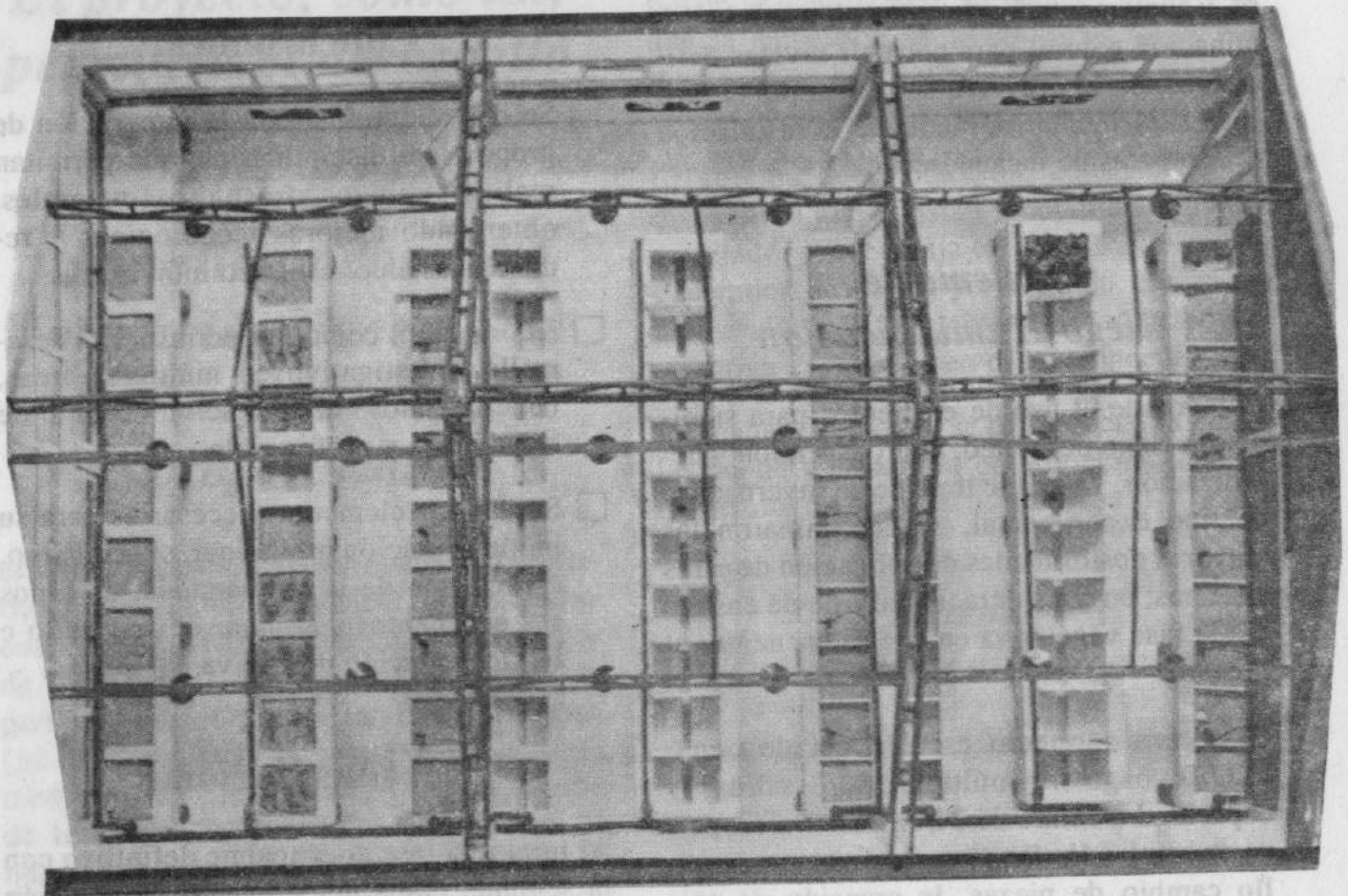
Al iniciar la fase de empalme definitivo con la segunda etapa del proyecto, la atención debe girar entonces hacia el desarrollo de la automatización; no obstante que el trabajo recaerá sobre el grupo de sistemas y electrónica. No se debe descuidar el seguimiento del mismo por parte del personal del Centro de Recursos Terrestres y Forestales. Se cuenta con los elementos indispensables para iniciar el proceso de construcción, el cual debe analizarse mediante un proceso de licitación. Es necesario, sin embargo, obtener

los recursos faltantes, evitando prolongaciones, que continúen aumentando el costo del proyecto por procesos inflacionarios.

## Bibliografía

ALPHI, A. et al. 1984. Cultivo e invernaderos. 1a Edición. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa. 250p.

HIMAT. 1989. Información climatológica. Reporte Mimeografiado. HIMAT. "Venado de Oro". Bogotá. Colombia. 12 p.



**Figura 1**

Vista en planta, modelo ESC 1:20.  
Áreas de producción, módulos independientes. Nótese accesos,  
y cajoneras de trabajo

# Manuales técnicos para el control de calidad en la industria de la preservación de maderas\*

JUAN IVAN SANCHEZ BERNAL\*\*

## RESUMEN

**L**a ausencia de criterios claros y homogéneos que permitieran realizar un eficaz Control de Calidad en la Industria de la Preservación de Maderas, hizo necesaria la elaboración de un documento que supliera este vacío en las industrias del sector.

El trabajo se compone de cuatro (4) manuales básicos para ejercer control sobre cualquier aspecto de la producción de una empresa tipo. Estos manuales son: de Producción, de Calidad, de Laboratorio y de Personal.

En los manuales se encuentra lo relacionado con el ciclo de producción, describiendo, entre otras, las etapas de: fabricación, las materias primas, la maquinaria y equipo, sistemas de control antes, durante y después del proceso; las relaciones con los proveedores, con los clientes y con el personal; las funciones y responsabilidades de cada puesto de trabajo y toda aquella información necesaria para que los procesos y por consiguiente los productos que una empresa ofrece al mercado, satisfagan los requerimientos de calidad de los consumidores.

---

\* Extracto de la tesis de grado de Ingeniero Forestal, presentada a la Universidad Distrital, dirigida por el Ing. Forestal Enrique Romero. Cooperación de Inmunizadora Serrano Gómez S. A. Noviembre 1989.

\*\* Ingeniero Forestal.

## Introducción

En toda empresa, independiente de su naturaleza, la calidad de sus productos debe ser el objetivo fundamental.

La calidad del producto no se debe entender solamente como la toma de muestras, análisis, presentación de informes o aquellas actividades que se realizan en un Laboratorio de Control de Calidad, sino como el aporte que cada uno de los integrantes de la empresa debe colocar para la obtención de un producto final que satisfaga las necesidades del consumidor.

El Control de Calidad se logra con la existencia, dentro de la empresa, de documentos escritos en los cuales estén consignadas las políticas de la empresa, junto con la descripción específica de los procesos que se llevan a cabo para la obtención de los productos. Dichos documentos se agrupan bajo el nombre de Manual Técnico para el Control de Calidad, que viene a constituir la normalización de los procesos administrativos, de calidad y de producción.

Los criterios contenidos en este documento pueden servir como herramienta básica para ejercer supervisión sobre los procesos y productos de madera inmunizada por parte de los consumidores.

## Objetivos

- Recopilar la información existente sobre los métodos y sistemas que se emplean en el control de calidad de la industria de preservación de maderas.
- Establecer los criterios básicos con los cuales se debe desarrollar un sistema efi-

caz de control de calidad en la industria de la inmunización de maderas.

- Ofrecer a la industria de preservación de maderas, los documentos escritos fundamentales para la aplicación de programas de control de calidad.

## Metodología

El proyecto se desarrolló básicamente en cuatro etapas:

### *Recopilación de la información*

Se realizó una recopilación de la información existente sobre los parámetros y pautas de control en las empresas dedicadas a la inmunización de la madera; a la vez se recogió información sobre la estructuración de los manuales, con la ayuda de profesionales del sector de calidad y del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC).

### *Elaboración de los manuales*

Con la información recogida se determinó que los principales aspectos a ser desarrollados en el proyecto se referían a las actividades de fabricación, de control de procesos y al factor humano.

De acuerdo al modelo propuesto en el documento titulado "Procedimientos Escritos en la Empresa", del ICONTEC, se estructuraron los manuales de : Producción, Calidad, Laboratorio y Personal.

## Revisión de los manuales

Una vez elaborados los manuales, se sometieron a la revisión por parte de personas relacionadas con los sistemas de control de calidad y con el sector de la inmunización de maderas; de las sugerencias y comentarios recibidos, se realizaron las modificaciones del caso.

## Implementación de los manuales

El último paso consistió en poner en práctica la información consignada en cada manual, para el caso específico de una empresa del sector, y poder determinar así las posibles dificultades que se pudieren presentar en la aplicación de ciertos criterios de control de calidad.

## Revisión de Bibliografía

Jurán (1981), indica que todas las instituciones ya sean industriales, comerciales o de cualquier índole existen para proveer productos o servicios que sean aptos para su uso, en otras palabras que tenga cierto nivel de calidad.

Primero que todo es necesario comprender el significado de la expresión "Control de Calidad", la cual está conformada por dos términos: control y calidad. La palabra control se define como "el ciclo planeado de actividades con los cuales se logra una meta u objetivo" y la palabra Calidad como "el grado en que un producto se amolda a un diseño o especificación" Jurán (1981).

Con base en estos conceptos, se puede decir que Control de Calidad es el "conjunto de

actividades mediante las cuales se logra la aptitud para el uso, o sea, se desarrolla la función de calidad dentro de una empresa" Jurán (1981).

De acuerdo con lo sugerido por ICONTEC, para lograr implantar la función de calidad en una empresa, se deben desarrollar una serie de pasos, entre los cuales se encuentran:

- Establecimiento de políticas de calidad.
- Establecimiento de objetivos de calidad.
- Organización de calidad.
- Normalización en la empresa.

Las tres primeras etapas se desarrollan para cada empresa en una forma muy particular, en ellas se consignan las características de sus niveles de calidad, ya sean de mantenimiento o mejoramiento, para así determinar su ubicación dentro de un mercado, es decir, fijar su nivel de competencia.

Las políticas y objetivos de calidad se constituyen en las directrices de la empresa, y por ende, se consideran como uno de los "secretos" de una compañía.

La normalización se considera el paso más importante para desarrollar la función de calidad dentro de una empresa.

La normalización, para Piedrahíta (1979), consiste en consignar por escrito, publicar, divulgar y actualizar todos y cada una de las actividades que se desarrollen en la empresa. Lo anterior se logra mediante el uso de una herramienta básica: el Manual Técnico. Este manual debe cumplir entre otras, las siguientes características: claridad, precisión y uniformidad en la terminología empleada.

Para Hurtado (1987), el manual tiene como objetivo principal comunicar la información normativa, para así alcanzar beneficios, tales como: controlar la variedad, mejorar el control administrativo, definir funciones y responsabilidades, asegurar la calidad y centralizar la información.

Cuando se habla de control de variedad, de control administrativo, de producción, etc., se involucra una gran cantidad de aspectos de fabricación, calidad, personal, etc.; razón por la cual se hace necesario que el Manual Técnico, en sí, esté conformado por varios manuales específicos para cada sector de la empresa.

según ICONTEC, el Manual Técnico de una empresa presenta la siguiente configuración;

- Manual de Procesos.
- Manual de Calidad.
- Manual de Laboratorio.
- Manual de Personal.
- Manual de Ventas.
- Manual de Compras
- Manual de Sistemas.

## **Resultados**

La información recogida sobre la situación del control de calidad en este sector, mostró que la mayoría de las empresas no presentaban un sistema estructurado para realizar tal control, únicamente se observó que las empresas y ciertos usuarios ejecutaban algunos controles periódicos sobre ciertas características de sus productos, pero sin ningún tipo de estructuración; de tal manera que, se pu-

diera detectar fallas, logros y realizar algún tipo de seguimiento.

***El manual tiene como objetivo principal comunicar la información normativa, para así alcanzar beneficios, tales como: controlar la variedad, mejorar el control administrativo, definir funciones y responsabilidades, asegurar la calidad y centralizar la información***

El Manual Técnico se dividió, de acuerdo a los factores básicos (sectores) a tenerse en cuenta en un sistema de control de calidad en este tipo de empresas, en:

- Manual de Calidad.
- Manual de Laboratorio.
- Manual de Personal.

Para lograr que los manuales fueran de fácil acceso y rápido entendimiento, se utilizó una configuración basada en la desarrollada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas.



El esquema de cada manual presenta las siguientes partes:

## **Presentación del manual**

Es la parte introductoria del mismo, donde se describen las características propias de este, tales como:

- Propósitos y Objetivos.
- Organización: temas, subtemas.
- Instrucciones para su uso.
- Ambito de difusión: es importante resaltar, dependiendo del manual, que todos los niveles de la jerarquización de la empresa no tendrán acceso directo a la información del mismo.
- Actualizaciones y revisiones: es necesario indicar con que periodicidad la información debe ser actualizada, renovada o desechada, para así mantener el manual acorde con los cambios de la empresa.
- Sistema de numeración: se constituye en uno de los factores más importantes para que la información requerida en cualquier momento se ubique fácilmente. Además posibilita la realización de modificaciones de la información sin afectar todo el contenido de los mismos. Se utilizó un sistema combinado -alfanumérico-, empleando para tal efecto, las correspondientes iniciales de los nombres de los sectores de la empresa: producción, calidad, laboratorio, personal.

Para el logro de los dos puntos anteriores, se hizo necesario que los manuales fueran de tipo folder, para permitir el "movimiento" de

la información sin crear ningún tipo de alteración.

## **Organización**

Se refiere básicamente a la manera como se encuentra organizado cada sector (departamento) en la empresa. Esta organización se encuentra conformada por dos elementos:

- El organigrama, donde se indica la línea de autoridad y de responsabilidad de cada puesto de trabajo.
- La descripción de funciones y responsabilidades para cada puesto de trabajo.

## **Contenido Básico**

Esta parte corresponde a la información propia de cada manual, dependiendo del sector de la empresa del que se esté tratando.

La siguiente es una descripción general de los contenidos de los manuales elaborados:

### **a. Manual de Producción (P).**

El propósito de este manual es el de tener un conocimiento de cada uno de los factores y elementos que intervienen en el proceso de fabricación, en empresas del sector.

La información se encuentra organizada de la siguiente manera:

- Materias primas: en este punto se describen cuales son las materias primas utilizadas (madera, inmunizantes, combustible) especificaciones y demás características.

- Descripción del proceso: las actividades dentro de la empresa se clasifican de acuerdo al tipo de madera a trabajar, rolliza o aserrada; para cada una de estas el proceso presenta ciertas características.
- Descripción de operaciones: la materia prima es sometida a una serie de trabajos antes de obtener un producto que salga al mercado.

## **Manual de Calidad.**

***Se constituye en un documento que contiene las políticas y procedimientos de la empresa que afectan la calidad de sus productos, estabilizando los procedimientos de producción de la compañía***

Aquí se describen cada una de las operaciones, tales como: recepción, apilado, perforación, cortes, placas de gancho múltiple, torneado, cepillado, planeado, canteado, secado, inmunización, marcado almacenamiento del producto final.

- Diagrama de flujo: se ilustra como es el orden de las actividades realizadas. Exis-

te un diagrama de flujo para cada tipo de madera: aserrada o rolliza.

- Ficha técnica de cada producto: de cada uno de los productos que salen al mercado, se tiene una descripción de sus características (especie, dimensiones, inmunización, etc.).
- Maquinaria y equipo: para la realización de las labores de producción es necesario el uso de maquinaria y equipo que tengan ciertas características y especificaciones.

Los equipos se describen según el sitio donde funcionan: carpintería, secado, inmunización, etc.

- Mantenimiento: se describen los programas de mantenimiento para la maquinaria y equipo descrito, lo mismo que para las instalaciones de la empresa.

Cabe anotar que a cada equipo se le elaboró un modelo de hoja de vida donde se consigna su historia en la planta.

- Almacenamiento: se indica la manera como se realiza el almacenamiento de las materias primas, de los productos en proceso, de los productos terminados y como se hace un control de dichos almacenamientos.

### **b. Manual de Calidad (c).**

Se constituye en un documento que contiene las políticas y procedimientos de la empresa que afectan la calidad de sus productos, estabilizando los procedimientos de producción de la compañía.

Los temas son expuestos de la siguiente manera:

- Establecimiento de calidad: en este punto se tratan los requerimientos de calidad de los consumidores, estudios de mercado (cómo y cuándo se hacen), rediseños de nuevos productos.
  - Planificación de la calidad: se involucran aspectos de identificación del nivel de calidad, mejoramiento de ese nivel y puesta en marcha de programas de planificación.
  - Relaciones con los proveedores: se indica como debe ser la selección de proveedores, los planes de calidad en los contratos, presencia de rechazos de materiales, prestación de asistencia técnica y metodología para la realización de auditorías.
  - Inspección de materia prima: como es la recepción de la materia prima, se describen los planes de inspección para cada producto; a la vez se indican cuando se presenta un rechazo y cual es la metodología para el respectivo reclamo.
  - Control del proceso: se describe de manera detallada como se efectúa el control sobre cada una de las operaciones de fabricación, indicando los equipos empleados, los métodos de inspección, la frecuencia, las características a inspeccionar, pruebas de laboratorio y la disposición del material rechazado.
  - Acciones correctivas: se indican que acciones se deben tomar, cuando se presente alguna anomalía en el proceso, para así disminuir las pérdidas en tiempo, esfuerzo y dinero.
  - Inspección del producto terminado: se indican las características a inspeccionar, métodos de inspección para cada producto y metodología para la identificación de los productos terminados.
  - Aseguramiento de la calidad: se indica la metodología empleada en el caso que se presente una queja, reclamo o devolución por parte de los consumidores; se detalla también el tipo de garantías que se dan sobre los productos.
  - Entrenamiento y motivación: se describen algunos planes de motivación y campañas de calidad necesarias para que el personal de la empresa se involucre con el concepto de calidad.
- c. Manual de Laboratorio (L).**
- Es un documento en donde se describen las actividades a realizar en un laboratorio, cuyos resultados sirven como herramienta de Control de Calidad de los procesos de producción de la empresa.
- Métodos de ensayos: se indican los tipos de ensayos que se efectúan sobre las materias primas, sobre los productos en proceso y sobre los productos terminados; describiendo objetivos, material y datos a registrar.
  - Procedimientos generales: se consigna la metodología para el control administrativo del laboratorio, para el registro de datos, para la elaboración de informes y para el manejo de las muestras.
  - Equipo de ensayo: se indican cuales son los equipos de laboratorio, anotando algunas de sus especificaciones.
  - Programas de mantenimiento: para los equipos, para el laboratorio.
  - Seguridad: criterios para la seguridad del personal de laboratorio, de las instalaciones y de la información.

#### d. Manual de Personal (T).

El objetivo de este manual facilita entre otras cosas la selección de personal, análisis organizacional, etc.

Está realizado únicamente para el personal que labora en la sección de producción de la empresa.

Los aspectos que involucra son los siguientes:

- Perfil de cargos: se indica cada uno de los cargos de la empresa, dependiendo de la sección de producción de que se trate; carpintería, secado, inmunización, etc.

En este perfil se detallan características como: nombre del cargo, nombre del jefe inmediato, ubicación organizacional, número de personas que lo desempeñan, línea de promoción, funciones, requisitos, responsabilidad, esfuerzos y condiciones de trabajo.

— Selección de personal: se describen los pasos necesarios para la selección del personal, involucra aspectos de búsqueda, entrevistas, selección, evaluación y capacitación.

— Desarrollo del personal: en este punto se describen programas de capacitación del personal y de promoción del mismo.

#### Bibliografía

HURTADO, M. C. 1987. Normalización en la empresa: sinónimo de organización y garantía de calidad. Bogotá. ICONTEC. 22 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. 1980. Normalización de Empresas. Bogotá. ICONTEC. 96 p.

JURAN, M. 1981. Planificación y análisis de la calidad. Barcelona. Ed. Reverté. 454 p.

PIEDRAHITA, F. 1979. Normalización, Control de calidad y Tecnología. Bogotá. Asociación Colombiana de Control de Calidad. 46 p.

Resúmenes de Tesis de Ingeniería Forestal

# Hongos micorrizales asociados al Inchi (*Caryodendron orinocense* Karst.) en San José del Guaviare (Colombia)

JORGE PINTO VARGAS

**E**n suelos de la Granja Experimental de la Corporación Araracuara en San José del Guaviare, clasificados como Tropectic-Plintic haplor tox y Typic dystropept, plantados con Inchi (*Caryodendron orinocense* Karst), especie oleaginosa de gran potencial económico en la Amazonía; se realizó una investigación, con el objetivo de determinar la presencia de hongos micorrizales Vesículo Arbusculares (V-A) y su relación con la etapa de desarrollo de la planta y las características climáticas y edáficas.

Para tal fin, se hicieron muestreos de raíces y de suelos en la rizósfera de plantas

de 60, 24 y 12 meses de edad, cada 30 días durante siete meses. En las muestras de raíces obtenidas, se determinaron porcentajes de infección por hifas, vesículas y arbusculos, así como intensidad y longitud de raíces infectadas por hifas; en las muestras de suelo se cuantificó la variación de los diferentes géneros y especies de esporas de hongos Micorriza Vesículo Arbuscular (MVA) encontrados.

El mayor desarrollo de propágulos efectivos (No. de esporas, e infecciones por estructura micorrizales) se presentó en sustratos de plantas de 60 meses, seguida de las de 24 y 12 meses de edad.

Respecto a los factores climáticos, la precipitación afectó directamente los propágulos infectivos en los sustratos sobre los que crecían plantas de Inchi de 24 y 60 meses de edad, mientras que el brillo solar y la temperatura ambiental afectaron inversamente los propágulos infectivos en los anteriores sustratos.

Finalmente el clima: precipitación, brillo solar, temperatura (P,Bs,T), no afectó los propágulos infectivos en el sustrato de Inchi de 12 meses de edad.

# Evaluación preliminar de la viabilidad de semillas de *Tabebuia rosea* y *Cedrela montana* mediante pH del exudado

GERARDO PINTO PINTO

Investigaciones con soya para determinar la viabilidad de semillas mediante evaluación del pH del exudado fueron tomadas como referencia para encontrar una metodología aplicable a semillas de *Tabebuia rosea* y *Cedrela montana*.

Los ensayos se adelantaron en el invernadero y laboratorio de análisis de semillas de la Estación Forestal "La Florida" del INDERENA.

Se verificó la variación del pH del exudado, tomando muestras de 20 semillas con y sin testa de dos lotes; uno con viabilidad cero y otro con porcentaje de germinación del 78%.

Este montaje se llevó a cabo a temperatura ambiente, depositando la semilla en 20 ml. de agua destilada con

pH. conocido. Luego se aplicaron tratamientos que incluían contracciones y cantidades de las soluciones, períodos de intercambio, temperaturas de intercambio a lotes de tres calidades comprobadas: semilla no viable, semilla con porcentaje de germinación media y semilla con porcentaje de germinación alto.

Para la especie *Tabebuia rosea* se encontró que las semillas viables previo acondicionamiento consistente en la remoción de la testa; presentaron exudado con coloración rosa, adicionando 50 mg. de solución de fenolftaleína y 100 mg. de solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhídrido en concentración de 0,02 gramos de sal por 100 ml. de agua destilada a una temperatura de  $30^\circ\text{C}$  en estufa. Con los datos encontrados, compa-

rando con porcentaje de germinación, se llevó a cabo un análisis de regresión simple encontrándose el coeficiente de correlación  $r=0.98$ .

En *Cedrela montana* se observó que las semillas viables presentan exudado color rosa, una vez han sido colocadas a imbibir en 2 ml. de agua destilada por 70 minutos a temperatura de  $30^\circ\text{C}$  en estufa y posteriormente se han adicionado 50 mg. de solución de fenolftaleína y 50 mg. de solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhídrido en concentración de 0.04 g. de sal por 100 ml. de agua.

# Determinación del contenido de humedad y estudio preliminar de germinación en

## *Cedrela montana*

ANGELA GONZALEZ P. GLORIA KALIL R.

**E**l presente trabajo se realizó en la estación forestal "La Florida" del INDERENA con la colaboración de CONIF. Se establecieron métodos confiables para la determinación del contenido de humedad (estufa y desecador infrarrojo) y se determinó un rango preliminar entre los porcentajes de germinación en laboratorio y vivero, considerando sustratos, densidades de siembra y temperaturas óptimas de germinación en *Cedrela montana*.

Se utilizaron las procedencias Guaymaral (cundinamarca) y Garzón (Huila).

Se determinó el contenido de humedad de equilibrio, se halló la temperatura óptima en estufa; se estableció el horario de secado, la escala y tiempo adecuado para el de-

secador infrarrojo; se obtuvo la temperatura óptima de germinación, un sustrato, y densidad de siembra adecuados y por último se encontró un rango de pérdida de germinación.

En el laboratorio se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones; y en vivero parcelas divididas con cuatro parcelas mayores, tres parcelas menores y cuatro repeticiones, con un análisis de varianza a nivel de significancia del cinco por ciento.

Para la especie en mención en condiciones de  $18 \pm 1^\circ\text{C}$  y  $70 \pm 1\%$  de humedad relativa, el contenido de humedad de equilibrio para la procedencia Guaymaral de 15.60% alcanzado a los 12 días y para Garzón 12.37% a los 9 días. El método más adecuado pa-

ra la determinación del contenido de humedad en estufa a  $103^\circ\text{C}$  en un tiempo de 11+1 hora. La escala a utilizar en el desecador infrarrojo en orden prioritario fue 3 ( $100^\circ\text{C}$ ) y 2 ( $85^\circ\text{C}$ ) cuyos tiempos para su determinación fueron 20 y 32 minutos respectivamente. La temperatura óptima de germinación fue  $20^\circ\text{C}$  en sustrato tierra y densidad de 1.000 semillas por metro cuadrado encontrándose un rango de pérdida de germinación entre laboratorio y vivero del 29 al 36% para Guaymaral y 15 al 25% para Garzón, siendo estos valores preliminares.

**Objetivo General:** establecer un método confiable y horario de secado, para la determinación del contenido de humedad; así mismo, determinar un

rango preliminar entre los porcentajes de germinación en laboratorio y vivero, que permita el cálculo de la cantidad real de semilla a sembrar en vivero con la especie *Cedrela montana*.

**Objetivos Específicos:** fijar una escala y tiempo de secado para la determinación del contenido de humedad, por el método del desecador infrarrojo; encontrar un sustrato adecuado y temperatura ópti-

ma de germinación en laboratorio; evaluar el efecto en la germinación de varios sustratos y densidades de siembra a nivel de vivero, en la especie *Cedrela montana*.

## Estabilización del terreno paralelo a la escalera del vivero y obras de protección arquitectónicas complementarias

SANDRA VALENCIA Y OTILIO NICOLAS MORENO

**L**os objetivos del trabajo fueron:

Proponer un diseño arquitectónico de la escalera y las obras complementarias de protección que sean necesarias para estabilizar el terreno.

Realizar un estudio paisajístico, mediante el empleo de especies ornamentales.

El proyecto tuvo como elemento de apoyo, un plano to-

pográfico de la zona. Basándose en la información suministrada en el plano y confrontándose en el terreno, se determinaron las áreas más afectadas por problemas de erosión y daños de la escalera de acceso al departamento de Recursos Terrestres y Forestales, y se obtuvieron los cortes en el terreno para ubicación de gaviones. La escalera se dividió en 4 zonas: la primera corresponde a uno de los accesos (es decir la llegada al Departamento)

el cual está ubicado sobre la Avenida Circunvalar, la segunda zona es el otro acceso ubicado sobre la carrera 3a., la tercera zona corresponde a las escaleras de tránsito. Hacia la mitad del trayecto de la escalera se ubicó la cuarta zona consistente en una plazoleta de descanso.

El proyecto busca que al caminar entre estas dos avenidas se haga confortable, además de aprovechar la vista en el mirador. Es importante



que en estas obras se armonice el diseño con el paisaje.

Las obras mecánicas de protección (gaviones) se hace necesaria complementarlas con sistemas de estabilización de terrenos, basados en el empleo de vegetación.

La utilización del diseño paisajístico en este proyecto,

como en otras obras de arquitectura e ingeniería, son oportunas para el empleo de especies ornamentales, que sirven como punto de partida para que los ingenieros forestales empecemos a explorar este campo de paisajismo.

La realización de este proyecto facilitaría el acceso peatonal al Departamento de

Recursos Forestales. De otra parte, mediante las obras de protección se asegura el diseño de la escalera y contención de taludes.

El proyecto tendrá un costo de \$8.796.415 en 1990.

# Diseño de un modelo agroforestal para la finca "El Recreo" San Bernardo, Cundinamarca

NELSON PIÑEROS RODRIGUEZ

**E**l trabajo contiene una metodología práctica que puede servir como orientación para la implementación de algunas de las técnicas contenidas en los sistemas agroforestales en la finca "EL RECREO", localizada en el municipio de San Bernardo (Cundinamarca).

Las principales conclusiones a que se llegó en el trabajo

fueron las siguientes: a) el posible impacto ambiental del modelo agroforestal sobre el ecosistema, fue estimado como altamente favorable para cada uno de los factores ambientales considerados; b) con el modelo propuesto se incrementará la producción en la finca, tras asegurar la generación de empleo y el manejo de cada componente de cada sistema

agroforestal; y c) económicas y socialmente es factible ejecutar el modelo en la finca debido a que ofrece una tasa interna de rentabilidad del 28% anual, y su financiación es a muy bajo costo porque se prevé la utilización de muchos insumos agrícolas disponibles en la misma finca.

## ***Algunos principios de la Declaración de Estocolmo Naciones Unidas 1972***

■ *El hombre es a la vez obra y artífice del medio ambiente que lo rodea, el cual le da el sustento material y le brinda la oportunidad de desarrollarse intelectual, moral, social y espiritualmente.*

■ *Hemos llegado a un momento de la historia en que debemos orientar nuestros actos en todo el mundo, atendiendo con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el ambiente. Por ignorancia o indiferencia podemos causar daños inmensos e irreparables al medio terráqueo del que depende nuestra vida y nuestro bienestar.*

■ *Como parte de su contribución al desarrollo económico y social, se deben utilizar la ciencia y la tecnología para descubrir, evitar y combatir los riesgos que amenazan al medio, para solucionar los problemas ambientales y para el bien común de la comunidad.*

■ *Se debe fomentar en todos los países, especialmente en los países en desarrollo, la investigación y el desenvolvimiento científico referentes a los problemas ambientales. A este respecto, el libre intercambio de información científica actualizada y de experiencia sobre la transferencia debe ser objeto de apoyo y asistencia.*

*Carta de Belgrado: un marco general para la educación ambiental. Belgrado, 1975.*

### ***La situación en lo que se refiere al medio ambiente***

*Nuestra generación ha sido testigo de un crecimiento económico y de un progreso tecnológico sin precedentes que, si bien han aportado beneficio a muchas personas, ha producido igualmente graves consecuencias sociales y ambientales.*

### ***Meta de la educación ambiental***

*La meta de la educación ambiental es: Lograr que la población mundial tenga conciencia del medio ambiente y se interese por él y por sus problemas conexos y que cuente con los conocimientos, aptitudes, actitudes, motivación y deseo necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y para prevenir los que pudieran aparecer en lo sucesivo.*

## Algunas normas para las contribuciones a la Revista Colombia Forestal

Las contribuciones de los colaboradores a la Revista Colombia Forestal, podrán incluirse en alguna de las siguientes secciones de la revista: Artículos Científicos, Notas de Investigación, Comunicaciones Técnicas, Notas y Comentarios, Reseña de Libros, Resúmenes de Tesis de Grado.

### Artículos Científicos

Manuscritos originales sobre resultados de investigaciones que sigan la metodología científica y que presenten aportes importantes a la Ciencia Forestal, los cuales deben incluir: descripción de los antecedentes; hipótesis y objetivos; materiales y métodos; resultados y su interpretación, en algunos casos con base en análisis estadísticos y conclusiones sobre los hallazgos más sobresalientes.

### Notas de Investigación

Escritos sobre descripciones parciales o finales de investigación, que incluyan observaciones importantes, por ejemplo:

- Métodos de Investigación y técnicas especiales, en materia forestal, probadas y adaptadas a nuestro medio.
- Comportamiento y adaptación de especies forestales y procedencias.
- Investigaciones y observaciones sobre plagas y enfermedades forestales.
- Nuevas descripciones botánicas.
- Resultados parciales de investigaciones en desarrollo y en general informaciones técnicas cuya publicación se considere debe hacerse en forma inmediata.

La publicación del artículo como Nota de Investigación no invalida su utilización posterior por los autores en cualquier otra publicación.

### Comunicaciones Técnicas

Escritos de interés técnico - científico relacionado con las ciencias forestales. Revisiones de literatura actualizadas y de suficiente interés y profundidad.

### Notas y Comentarios

Notas de interés técnico sobre conferencias, seminarios, programas de investigación, extensión y educación y comentarios sobre nuevas revistas.

# Recomendaciones

## 1

Los artículos científicos deben presentarse en lenguaje claro, breve y con datos precisos. Los manuscritos no deben haber sido publicados en otros medios de comunicación y no deben exceder de 20 páginas tamaño carta y a doble espacio, salvo caso excepcionales.

## 2

Los textos deben enviarse para su consideración al Comité Editorial de la Revista COLOMBIA FORESTAL en original y copia, escritos a máquina, en una sola cara, con margen de 4 centímetros y con las páginas numeradas.

## 3

Cada artículo llevará: títulos, nombre y apellido del autor o autores, título profesional y los cargos que desempeñen e instituciones a las que pertenecen.

## 4

Los cuadros deben tener títulos en la parte superior y números consecutivos. Los gráficos, figuras, fotografías, dibujos, croquis, etc., llevarán todos la denominación de "figuras" y deberán llevar cada uno una leyenda explicativa en la parte inferior, y números consecutivos. Las gráficas deben numerarse y presentarse en papel mantequilla o papel de fondo blanco, dibujadas con tinta negra.

## 5

Las citas bibliográficas en el texto deben contener los nombres de los autores y el año de publicación entre parentesis. La bibliografía al final del artículo debe ordenarse alfabéticamente según autores, numerándose las citas.

## 6

Las referencias de libros y/o documentos de las citas bibliográficas, deben indicar: autor personal o institución, año de publicación, título, número de edición, lugar de publicación, casa editora y número de páginas.

## 7

Las referencias de las revistas deben incluir: autor, año de publicación, título del artículo, nombre de la revista, lugar de publicación, volumen y número de la revista, página inicial y final que incluye el artículo.

## 8

Todo manuscrito debe venir acompañado por un resumen que compendie su contenido y conclusiones. Este resumen no debe pasar de 300 palabras y debe colocarse al comenzar el artículo.

## 9

Para indicar las palabras que vayan en cursiva, como en el caso de los nombres científicos de animales o plantas ( género y especie ), se utilizará un subrayado simple.

## 10

El título del artículo debe ser conciso y dar idea del contenido del escrito. Es necesario incluir el nombre completo de la institución donde se hizo la investigación.

## 11

Utilice notas al pie de las páginas, cuadros o figuras, para explicar abreviaturas y símbolos poco frecuentes.