

Vol. 4 N° 8 Nueva Epoca

Santafé de Bogotá, D.C., Octubre de 1994

/ISSN 0120-0739

# FORESTAL

*Colombia*



\$ 1.000.00

SEMESTRAL

Publicación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Departamento de Recursos Forestales, Carrera de Ingeniería Forestal

*6º Congreso Forestal Nacional*

# Colombia FORESTAL



Vol. 4 No. 8 Nueva Epoca.  
Santafé de Bogotá, D.C. (Octubre de 1994)  
/ ISSN N 0120 - 0739

Publicación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos  
Naturales, Departamento de Recursos Forestales  
Carrera de Ingeniería Forestal.

Departamento de Publicaciones  
Serie de Publicaciones periódicas No. 1.  
Oficina de Investigaciones y Desarrollo Científico de la  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

#### **Rector**

Lombardo Rodríguez López

#### **Vicerrector**

Luis Alfonso Ramírez Peña

#### **Decano Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales**

Yezid Navas Peñaranda

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

Joaquín Luna Torres

#### **Director Departamento de Recursos Forestales**

Hugo Riveros Polanco

#### **Coordinador Carrera Ingeniería Forestal**

William Klinger Braham

#### **Jefe (e) Sección de Publicaciones**

Víctor Hugo Sandoval Ramírez

#### **Director - Editor Revista Colombia Forestal**

Jorge Enrique Becerra B.

#### **Comité Editorial**

Yezid Navas Peñaranda

José Miguel Orozco

Luis Jairo Silva H.

Jorge E. Becerra B.

#### **Diagramación**

José Justiniano Camacho G.

#### **Transcripción Final y Distribución:**

Centro de Documentación Forestal (CEDOF)

---

#### **Portada:**

Laguna "El Tabacal", Municipio de La Vega  
(Cundinamarca)

#### **Foto:**

J. Alberto Motta Marroquin

---

La Revista recibirá complacida contribuciones de los lectores  
e interesados. Para tal efecto, se deben tener en cuenta algunas  
normas que se indican en las páginas finales de esta  
publicación. Los artículos deben ser enviados al Ing. Jorge  
E. Becerra, Universidad Distrital Sede Vivero-CEDOF,  
A.A.8668, Santafé de Bogotá, D.C., Colombia.

# CONTENIDO

*Este número especial de la Revista Colombia Forestal, lo dedica la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas al VI CONGRESO FORESTAL NACIONAL, evento que se efecturá en Santafé de Bogotá, D.C., del 11 al 13 de octubre de 1994.*

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*  
*VI Congreso Forestal Nacional*  
*Luis Jairo Silva Herrera*
- 

## NOTAS DE INVESTIGACION

---

- 8** *Propagación vegetativa del Eucalyptus globulus mediante cultivo de tejidos*  
*Luis Jairo Silva Herrera*
- 
- 16** *Incidencia de la inmunización a vacío - presión en las propiedades mecánicas de las maderas de tangare (Carapa guianensis) y nato (Mora megistosperma).*  
*William Klinger*  
*Beltsy Barrera*  
*Amparo Rodríguez*
- 
- 22** *Plagas y enfermedades más comunes del chachafruto (Erythrina, edulis)*  
*Jairo García Rodríguez*  
*Helena Moreno Beltrán*
- 

- 29** *Análisis de la información de pérdidas de suelo en parcelas de escorrentía.*  
*Carlos F. García*
- 

## COMUNICACIONES TECNICAS

---

- 38** *Especies arbóreas multipropósito para sistemas agroforestales*  
*Enrique Acero.*
- 
- 51** *Cambios recientes en los nombres científicos de especies de importancia forestal.*  
*Rocío Cortés Ballén*
- 

- 63** *Especies leñosas multiusos: alternativa de desarrollo forestal para el trópico.*  
*Gonzalo De Las Salas*
- 

## ENSAYOS

---

- 73** *Implicaciones de un nuevo manejo conceptual de algunas temáticas sobre tecnología de maderas.*  
*William Klinger Braham.*
- 
- 79** *Marco prospectivo para una política Forestal Nacional*  
*José Miguel Orozco*
-

# NOTAS EDITORIALES

## VI Congreso Forestal Nacional

El desarrollo de cualquier sector económico de una sociedad se puede medir de diversas maneras, siendo lo más usual los índices econométricos sobre crecimiento anual de la producción, exportaciones, capital empresarial y utilidades, bienestar socioeconómico de los componentes del sector y capacidad técnico-administrativa, entre otros; sin embargo, el nivel de asociación y la fortaleza de los gremios que conforman el sector es la mejor prueba del desarrollo.

Con las actuales políticas de privatización y apoyo a la iniciativa privada, es de urgente necesidad que se conformen gremios fuertes, que representen a todos los actores dentro del sector, para que se pueda dialogar con el gobierno y concertar las políticas de desarrollo sectorial.

En el caso específico del sector forestal, los gremios más fuertes los conforman las industrias más desarrolladas como son las de pulpa y papel, los reforestadores, seguidos por los gremios de ingenieros forestales y los madereros; desafortunadamente no ha existido una adecuada coordinación entre éstos, permitiendo que la mayoría de las iniciativas que afectan al sector sean tomadas por los gobiernos, sin tener una representación apropiada para poder negociar unas políticas de desarrollo.

Los sectores económicos que más han progresado en el país, corresponden a aquellos que han podido conformar unos gremios fuertes, con una representación democrática reconocida por los diferentes gobiernos; casos bien conocidos son la Federación Nacional de Cafeteros, arroceros, cerealeros, industriales y comerciantes, entre otros.

Una vez estos gremios se han conformado, realizan congresos anuales donde se discuten los problemas más críticos y proponen planes, estrategias y lineamientos de políticas que son propuestos al gobierno para su aprobación.

En el sector forestal, una muestra clara del nivel gremial y de integración es el déficit de congresos realizados, habiéndose congregado el último hace doce años.

Un congreso nacional sectorial, es un evento donde se discuten los temas de mayor interés que afectan su desarrollo y se elaboran propuestas concretas destinadas a ser presentadas al gobierno, para luego ser llevadas a nivel de normas legales como un apoyo directo al sector.

A excepción del Primer Congreso Forestal reunido el 12 de Octubre de 1.945 en Bogotá, el cual fué convocado por La Federación Nacional de Cafeteros, el entonces Ministerio de Economía Nacional y la Asociación de Amigos del Arbol de Bogotá; los cuatro congresos siguientes efectuados hasta el momento, han sido organizados por la Asociación Colombiana de Ingenieros Forestales (ACIF) , con el apoyo directo de las empresas privadas y del Estado, a través de sus Instituciones, principalmente el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA).

Para este año entre el 11 y 13 de Octubre se tiene programado realizar el Sexto Congreso Forestal Nacional, organizado nuevamente por la ACIF, con el apoyo de la Universidad Distrital, la Cooperativa de Ingenieros Forestales, la Fundación Bosques y Desarrollo y las empresas privadas y estatales del sector.

A diferencia de los anteriores congresos, a este lo acompañan múltiples acontecimientos que incidirán en el futuro del Sector Forestal y que son de obligatorio análisis por parte de los asistentes; entre los temas que se deberán discutir en el congreso se destacan los que se indican a continuación.

### **CERTIFICADO DE INCENTIVO FORESTAL**

El Congreso de la República aprobó el Certificado de Incentivo Forestal, con el fin de incrementar la cobertura arbórea y crear bosques productivos que ofrezcan la materia prima para la industria maderera del siglo XXI y al mismo tiempo protejan los suelos de vocación forestal sin bosque.

Para el desarrollo de esta importante ley, que duró mas de 10 años para su presentación y aprobación, y que pretende tener aproximadamente 500.000 ha plantadas para finales de este siglo, debe diseñarse una reglamentación que facilite su aplicación y garantice el establecimiento de bosques técnicamente manejados y con eficiente productividad. Durante el Congreso se conocerá la reglamentación y

las formas de acceder a este incentivo y se podrán dar sugerencias para que se aplique de la mejor forma posible, para evitar desvío de fondos y garantizar la calidad de las plantaciones mediante una correcta asistencia técnica.

### **PLAN DE ACCION FORESTAL PARA COLOMBIA (PAFC)**

Terminó en el pasado mes de mayo la primera fase del PAFC, la cual, se inició en junio de 1.987, etapa en la cual se creó la mas grande expectativa sobre el desarrollo del sector. Según el director del Departamento Nacional de Planeación, el gobierno anterior dejó asegurada la financiación por US \$ 224,3 millones para ser ejecutados en el período de 1994 - 1998, en la continuación de proyectos tendientes a completar los programas sobre Sistema de Planificación Territorial, Desarrollo Industrial basado en el Bosque, Desarrollo Social basado en el Bosque, Protección y recuperación de Ecosistemas Forestales, Apoyo al Sector Forestal y Ambiental e Investigación y Transferencia de Tecnología; sin embargo, es necesario conocer la posición del nuevo gobierno sobre la continuidad del plan y las variantes que piensa darle.

### **PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES -PLANIF-**

Luego de haber sido aprobado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) en 1.991 y quedando el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (COLCIENCIAS) encargado de la coordinación del Plan Nacional de Investigaciones Forestales (PLANIF), este se ha olvidado, debiendo reactivarse para ponerlo en funcionamiento. En el momento en que se van a crear cuatro Institutos de Investigación adscritos al Ministerio del Ambiente, es necesario definir quien va asumir la coordinación y responsabilidad para la realización de las investigaciones forestales del país y cual será el futuro de la Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal (CONIF) con la nueva estructura institucional; es de anotar que esta entidad, con la ayuda del Estado, es la que ha mostrado mayor continuidad en la investigación forestal en los últimos 20 años.

La Investigación Forestal ha estado desarticulada y desbalanceada, habiéndose dado mayor importancia a la silvicultura de plantaciones y especialmente a las especies para pulpa; al contrario, la investigación sobre el bosque natural y especies para obtención de madera fina y chapas han tenido una segunda prioridad.

De igual forma, ciertas regiones del país han sido favorecidas en la investigación por el asentamiento de la empresa privada y por una visión

no muy clara del Estado al repetir las investigaciones en los temas y áreas que investiga el sector privado; es así, como en el occidente del país se concentra cerca del 80 % de la investigación, quedando zonas de vital importancia para la conservación y recuperación de los suelos y para plantaciones comerciales como son la Cordillera Oriental, la Costa Atlántica y la Orinoquia, regiones en donde son muy escasos los conocimientos sobre especies y técnicas silvícolas. En el Congreso Forestal es necesario dilucidar esta situación y proponer alternativas para dinamizar el proceso investigativo en el campo forestal.

### **REESTRUCTURACION INSTITUCIONAL**

Con la reciente creación del Ministerio del Medio Ambiente y la reestructuración del Ministerio de Agricultura, donde se crean la Dirección General Forestal y de Vida Silvestre y la Dirección de Producción Agrícola y Forestal respectivamente, el sector forestal tiene en el sector público posiciones estratégicas para la toma de decisiones políticas. Sin embargo, es necesario conocer más a fondo como será el funcionamiento de estos nuevos organismos para tener acceso a ellos y como serán las políticas que estos desarrollarán durante el próximo cuatrienio.

Es necesario analizar esta nueva estructura y compararla con las anteriores, planteando mecanismos idóneos para que se constituyan en un apoyo al desarrollo del sector.

Con la nueva Constitución se crearon las formas para que haya más participación ciudadana en el manejo de los recursos naturales renovables, por lo que es de vital importancia conocerlos por parte de todos los gremios y actores del desarrollo del sector, para poder participar y colaborar con propuestas y estrategias en cada región del país donde el sector esté presente.

### **PLAN DE DESARROLLO FORESTAL**

Recientemente fue aprobada la ley Orgánica del Plan de Desarrollo, que ordena la elaboración, aprobación, ejecución, seguimiento, evaluación y control de los Planes de Desarrollo.

En su contenido, el plan deberá contemplar los objetivos nacionales y sectoriales de la acción estatal a largo y mediano plazo, las metas nacionales y sectoriales y los mecanismos para lograrlos. En el Cuarto Congreso Forestal de 1973, se recomendó la elaboración de un Plan de Desarrollo Forestal; esta recomendación fue acogida por el INDERENA y la llevó a nivel de lineamiento de política en 1.974, sin embargo no se ha llevado a cabo.

*En esta oportunidad hay suficientes conocimientos, diagnósticos y experiencias para elaborar un Plan de Desarrollo acorde con la situación actual y debe ser aprovechado el mandato legal para ser presentado al nuevo gobierno, quien deberá a su vez presentar el proyecto del Plan Nacional de Desarrollo ante el Consejo Nacional de Planeación a más tardar el 15 de Noviembre del presente año. Como podrá apreciarse, el tiempo es corto, pero la oportunidad nica para hacer realidad un propósito que lleva más de 20 años.*

*En el Congreso a efectuarse en octubre deberá discutirse los contenidos y directrices fundamentales del Plan de Desarrollo Forestal, para que sea una recomendación concreta al gobierno nacional.*

### **COLEGIO DE INGENIEROS FORESTALES**

*Mediante proyecto de ley, que deberá ser aprobada en la presente legislatura, se creará el Colegio de Ingenieros Forestales (el primero que se formaría con la nueva constitución); el Colegio tiene como objetivos agrupar a los ingenieros forestales a nivel nacional, expedir la tarjeta profesional, elaborar y aprobar sus propios reglamentos y expedir el código de ética con sus respectivas normas y sanciones.*

*Para el sector forestal es de gran importancia que exista un gremio fuerte y organizado de ingenieros forestales, como apoyo al desarrollo y como agentes de cambio; por esta razón, se debe conocer como funcionará el Colegio y sobre todo la forma de participación en el mismo, ya que en él tendrán asiento tanto el sector público como representantes de los reforestadores y madereros.*

### **NUEVOS PROGRAMAS ACADÉMICOS**

*Se inicia una nueva etapa en la educación para las tres Facultades de Ingeniería Forestal en el país, con nuevos programas académicos y un préstamo del Banco Mundial para la adecuación de infraestructura; se han creado dos postgrados: Silvicultura y Manejo de Bosques en la Universidad Nacional de Medellín y Planificación y Ordenamiento Ambiental de Cuencas Hidrográficas en la Universidad del Tolima y se tiene previsto implementar especializaciones sobre Economía de los Recursos Naturales Renovables y Agroforestería en la Universidad Distrital; con lo anterior se pretende producir unos profesionales con las capacidades necesarias para liderar el cambio en la administración y manejo de los recursos naturales renovables y mantenerlos continuamente actualizados; sin embargo, los empleadores tanto oficiales como privados deben conocer estas nuevas orientaciones para*

que opinen y participen en su continua evaluación ya que serán los directamente afectados.

Todos los temas mencionados serán tratados con profundidad en el **VI Congreso Forestal Nacional**, durante los días 11, 12 y 13 de Octubre próximo. A diferencia de los cinco congresos anteriores, en esta oportunidad se ha producido una explosión de acontecimientos que afectarán hondamente el futuro del sector forestal, con nueva Constitución Nacional, Ministerio del Medio Ambiente, nueva estructura del Ministerio del Ambiente y directrices mundiales sobre el manejo de los recursos naturales renovables emanadas de la reunión de Río de Janeiro efectuada en 1.992.

La Universidad Distrital y en especial la Facultad del Medio Ambiente, ha querido vincularse a este importante evento, donde se congregarán los principales protagonistas del desarrollo forestal nacional, e invita a todos sus egresados en Ingeniería Forestal para que participen activamente, con el fin de obtener resultados y conclusiones que aseguren su éxito, lo cual redundará en beneficio de todo el sector forestal del país.

**LUIS JAIRO SILVA HERRERA**  
Ingeniero Forestal M. Sc.  
Profesor de Silvicultura  
Universidad Distrital

# Propagación vegetativa del *Eucalyptus globulus* mediante cultivo de tejidos

LUIS JAIRO SILVA HERRERA \*

## Introducción

**E**l *Eucalyptus globulus* es una especie forestal originaria de Australia que fue introducida a Colombia hace cerca de 100 años, constituyéndose en la especie más utilizada en los programas de reforestación después del *Pinus patula* y su madera empleada para postes de transmisión eléctrica, palancas para minas, construcciones, invernaderos, postes para cercas y otros múltiples usos.

Por su rápido crecimiento es la especie de mayor rentabilidad actualmente, sin embargo, en las plantaciones se presenta una gran diversidad fenotípica en forma, diámetro, altura y calidad de la madera, por lo que se requiere iniciar programas de mejoramiento genético.

La reproducción clonal de árboles seleccionados es uno de los principales métodos de mejoramiento, debido al ahorro de tiempo y a la producción idéntica de las cualidades genéticas del ejemplar seleccionado; a la vez, el empleo de las técnicas de cultivo de tejidos vegetales es de gran ayuda para lograr un gran número de clones.

El presente informe, corresponde a una investigación realizada en el laboratorio de tejidos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional en Bogotá en 1.992, el cual tuvo como objetivo determinar el protocolo para la reproducción vegetativa del *Eucalyptus globulus* mediante cultivo de tejidos, dentro de la asignatura de Cultivo de Tejidos del Postgrado en Genética y Fitomejoramiento.

La investigación se dividió en dos partes, la primera se orientó a evitar la oxidación de los explantes y la segunda se dedicó a la producción de material para llevar al campo; el presente escrito corresponde a la primera parte.

## OBJETIVOS

– Determinar el protocolo para la reproducción del *Eucalyptus globulus*, mediante la técnica de cultivo de tejidos.

\* Profesor de Silvicultura. Universidad Distrital, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Departamento de Recursos Forestales.

- Determinar el procedimiento para evitar la oxidación de los explantes en el **Eucalyptus globulus**.

#### REVISION DE LITERATURA

#### La propagación vegetativa y el mejoramiento genético forestal

Los programas de mejoramiento genético en árboles forestales suelen basarse en la selección de árboles «plus» que luego son reproducidos vegetativamente para la instalación de huertos clonales, con el fin de producir semilla apropiada para los programas de reforestación comercial. Luego deberán realizarse ensayos de progenies para evaluar la calidad genética de los árboles seleccionados y se volverá al huerto para aclararlo, dejando tan solo los que tengan la mejor capacidad combinatoria y que produzcan los hijos con mayores cualidades dendrométricas.

Este proceso es de largo tiempo (5 a 10 años para las especies de rápido crecimiento), por tal razón la reproducción vegetativa está teniendo un gran éxito en la reforestación comercial, ya que reproduce totalmente los caracteres genéticos, produciendo materia prima homogénea que reduce los costos del proceso industrial y facilita la comercialización.

Este proceso de reproducción vegetativa, ha sido desarrollado desde el siglo pasado por los fruticultores europeos para el cultivo de árboles frutales principalmente de hoja caduca.

La multiplicación de los clones se ha realizado por algún método de propagación vegetativa tradicional, usualmente injerto, estaca o acodo.

#### Cultivo de tejidos como innovación tecnológica en el sector forestal

La micropropagación es el sistema de propagación vegetativa más recientemente

implementado, pero por razones de costo no ha desplazado completamente al uso de los sistemas tradicionales y convencionales especialmente en árboles forestales, donde adicionalmente se presentan problemas de oxidación de los tejidos cuando se toman los explantes de los árboles adultos.

La primera Angiosperma de una especie forestal obtenida «in vitro», según Winton (1.968, 1.970) citado por Hodson (1.990), fué el **Populus tremuloides** y la primera Gimnosperma fué **Pinus palustris** (Sommer et al., 1.975). Actualmente son bastantes las especies forestales propagadas por medio de cultivo de tejidos, sin embargo, los explantes empleados son provenientes de árboles jóvenes o de rebrotes inducidos por podas para lograr rejuvenecerlos, evitando de esta manera la oxidación y muerte de los explantes.

Los principales usos del cultivo de tejidos en las especies forestales son:

- Programas de mejoramiento genético.
- Conservación y Reproducción de especies forestales en vías de extinción.
- Producción comercial.

Las principales dificultades encontradas en el cultivo de tejidos en árboles han sido:

- Oxidación (secreción de sustancias tóxicas - fenoles), que impide el crecimiento celular y produce la muerte de los tejidos.
- Edad de los árboles seleccionados.
- Altura para coleccionar los explantes.
- Infección de los explantes.
- Limitado potencial morfogénico de los tejidos de los árboles adultos.
- Baja frecuencia de embriogénesis somática.
- Alta incidencia de órganos y plantas aberrantes.
- Presencia de inhibidores endógenos en el enraizamiento.

### Cultivo de tejidos en el género *Eucalyptus*

Este género es uno de los más estudiados para la reproducción mediante cultivo de tejidos para especies forestales, por su alto valor comercial.

Según Hodson (1990), cerca de 30 especies aparecen en publicaciones sobre cultivo de tejidos, entre las que se encuentran *E. citriodora*, *E. grandis*, *E. fisifolia* y *E. camaldulensis*; la mayoría de los trabajos han utilizado explantes juveniles de origen embrionario o provenientes de plántulas recién germinadas, en tanto que existen pocos resultados positivos de producción in vitro de árboles adultos.

En términos generales el cultivo de tejidos de las diferentes especies de *Eucalyptus* citados, ha puesto de manifiesto una apreciable variabilidad en las respuestas, determinada por el genotipo, la edad y las características fisiológicas del explante; lo cual conduce a que no se puedan establecer protocolos pormenorizados y perfectamente definidos aplicables por igual a diversos materiales, sino que para especie e individuo para cada procedencia y tipo de explante deben adoptarse las condiciones de cultivo (Durand-Creswell, 1982).

#### Oxidación de los explantes

El principal problema del cultivo de tejidos en especies forestales es la oxidación de los explantes, para evitar esto, se han realizado múltiples ensayos variándose los medios de cultivo, aplicando antioxidantes y realizando pretratamientos antes de la siembra. Los principales tratamientos utilizados para evitar la oxidación han sido:

1. Adición al medio de cultivo, de antioxidantes como PVP (800 mg/l), ácido

cítrico (100 ppm), ácido ascórbico (100 ppm) o cisteína (100 ppm).

2. Preparación del explante evitando desgarre de tejidos.

3. Selección de explantes jóvenes.

4. Mantenimiento de las ramas en la oscuridad durante una semana antes de obtener los explantes.

5. Reducción de la concentración de las sales y hormonas.

6. Lavado previo de los explantes con agitación y aplicación de carbón activado para que retenga fenoles.

7. Mantener los explantes en la oscuridad una semana después de sembrados (Compton, M. E. and Pruce, 1986).

#### MATERIALES Y METODOS

Para la reproducción se seleccionaron rebrotes de tocones de árboles de *Eucalyptus globulus* ubicados entre Cota y Chía en predios de la Universidad de Los Andes.

La edad de los rebrotes fue de seis meses, con alturas de un metro en promedio.

Una vez obtenidos los brotes, se almacenaron en bolsas plásticas y se colocaron en nevera durante dos días.

#### Desinfección

Se cortaron las ramitas conteniendo los nudos de 0,5 a 1,0 cm de longitud con dos yemas, luego fueron lavadas con Teepol y agua destilada. Antes de sembrarse los explantes se desinfectaron con Etanol al 70 % por 30 segundos, para después dejar los explantes en

hipoclorito de sodio (Clorox) al 2,5 % durante 5 minutos y enseguida enjuagarlos y sembrarlos en el medio de cultivo.

### Medio de cultivo

El medio de cultivo empleado fue Murashige-Skoog (MS) diluído al cincuenta por ciento. Como fuente de energía se agregaron cinco gramos de sacarosa por litro; una baja concentración de citoquinina (BAP -1 ì M), tiamina 1,0 ml, inositol 250 mg; el pH se ajustó en 5,7 - 5,9 y se solidificó con agar 6 gramos/litro.

Los recipientes empleados fueron frascos de 60 ml de capacidad y un diámetro de 4 cm.

La incubación se llevó a cabo en estantes con temperatura de 18 °C +/- 2 °C con luz fluorescente.

### Tratamientos

Se realizaron dos ensayos, el primero consistió en comparar los medios líquido y semisólido de Murashige-Skoog a mitad de concentración observando la incidencia en la oxidación. Los tratamientos fueron:

#### Medio líquido

- 1) Testigo
- 2) 100 ppm de ácido cítrico
- 3) 100 ppm de ácido ascórbico
- 4) 100 ppm de ácido cítrico + 100 ppm de ácido ascórbico.
- 5) 100 ppm de cisteína.

#### Medio sólido

- 1) Testigo
- 2) 100 ppm de ácido cítrico
- 3) 100 ppm de ácido ascórbico
- 4) 100 ppm de ácido cítrico + 100 ppm de ácido ascórbico

- 5) 100 ppm de cisteína.

En cada frasco se sembraron 5 explantes, repitiéndose 10 veces, para un total de 100 frascos y 500 yemas.

Los frascos con medio líquido se colocaron en agitación y los de medio sólido en estantes.

A los 17 días, al observar los resultados parciales muy irregulares, se diseñó un nuevo ensayo con los siguientes tratamientos:

- T1. Cisteína 100 ppm en la oscuridad
- T2. Cisteína 100 ppm con luz
- T3. Acido ascórbico 100 ppm en la oscuridad
- T4. Acido ascórbico 100 ppm con luz
- T5. PVP (Polivinilpirrolidona) 500 mg/litro en la oscuridad
- T6. PVP 500 mg/litro con luz
- T7. Testigo

Los explantes se trataron previamente con agua destilada y antioxidantes, conformando los siguientes cuatro pretratamientos:

1. Cisteína 100 ppm
2. Acido ascórbico 100 ppm
3. PVP 500 mg/litro
4. Testigo: agua destilada

Se sembraron los nudos en recipientes de 500 ml y con 200 ml de cada tratamiento y se colocaron en agitación durante dos horas, al cabo de las cuales se sacaron los explantes y se instalaron los tratamientos el 1° de abril.

Se emplearon cuatro explantes por frasco y seis repeticiones para un total de 168 yemas.

## RESULTADOS

### Primer ensayo

A los 17 días de instalado el ensayo se presentaron los resultados que se indican a continuación.

De los tratamientos en medio líquido todos los explantes habían muerto y en el medio sólido se presentaron los siguientes explantes vivos (Gráfico 1):

<u>Tratamientos</u>	<u>Explantes vivos</u>
1. Testigo	11
2. Acido cítrico	12
3. Acido ascórbico	21
4. Ac. cítrico + Ac. ascórbico	13
5. Cisteína	30

Con la alta mortalidad presentada, se invalida cualquier análisis estadístico, sin embargo, los tratamientos con cisteína y ácido ascórbico presentaron los mejores prendimientos y baja oxidación, con 60 % y 42 % de sobrevivencia respectivamente.

El medio líquido definitivamente no es el adecuado para eliminar la oxidación en esta especie, ya que la mortalidad por oxidación fue total.

Al mes se cambiaron los explantes de recipiente para un medio similar pero fresco y al final de los tres meses los resultados del primer ensayo fueron los siguientes (Gráfico 2):

<u>Tratamientos</u>	<u>Explantes vivos</u>
1. Testigo	5
2. Acido cítrico	11
3. Acido ascórbico	21
4. Ac. cítrico + Ac. ascórbico	13
5. Cisteína	27

Los explantes presentaron vigorosidad y altura promedio de 5,0 cm.

### Segundo ensayo

Los explantes fueron afectados por contaminación, pero no presentaron oxidación

en ningún tratamiento, a excepción del testigo. Los resultados a los 60 días fueron (Gráfico 3):

<u>Tratamientos</u>	<u>Explantes vivos</u>
1. Cisteína, oscuridad	0
2. Cisteína, luz	5
3. Ac. ascórbico, oscuridad	0
4. Ac. ascórbico, luz	15
5. PVP. Oscuridad	9
6. PVP. luz	11
7. Testigo	0

### ANALISIS DE RESULTADOS

1) En el primer ensayo la pérdida por contaminación fue reducida (8 %), la oxidación en el medio líquido fue elevada, muriendo todos los explantes. Al contrario, en el medio sólido la oxidación fue menor, siendo el testigo (sin antioxidantes) el de menor sobrevivencia y el tratamiento con cisteína el mejor con un 60 % de sobrevivencia, seguido del tratamiento con ácido ascórbico con un 40 % y el ácido cítrico con 20 %.

Los explantes rebrotaron y crecieron cerca de cinco centímetros en 60 días.

2) En el segundo ensayo, a los dos meses de instalado, no se encontró diferencia significativa inicial entre los tratamientos para evitar la oxidación, tan solo el testigo se oxidó y murió rápidamente; los tratamientos en la oscuridad con cisteína y ácido ascórbico produjeron una total mortalidad de los explantes.

Los mejores tratamientos fueron los que estuvieron con luz desde un principio.

Aparentemente el mejor tratamiento fue el de PVP, ya que de 24 explantes, sobrevivieron 11 y 9 con luz y oscuridad respectivamente, para un total de 20 sobre 48 (un 45 %); siguiendo el ácido ascórbico con 15 explantes vivos en el

## Explantos vivos a los 17 días Medio sólido

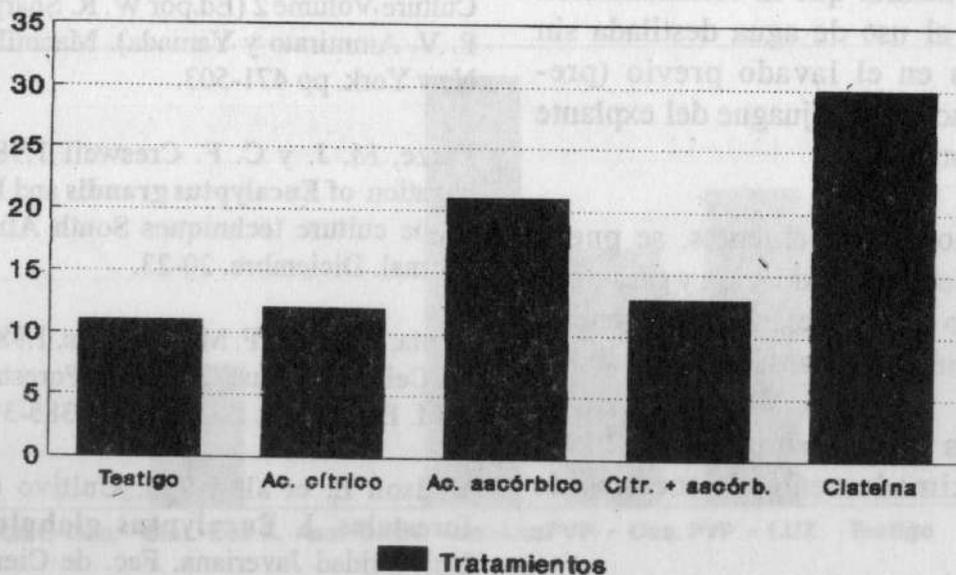


GRAFICO No 1

## Explantos vivos a los 90 días Medio sólido

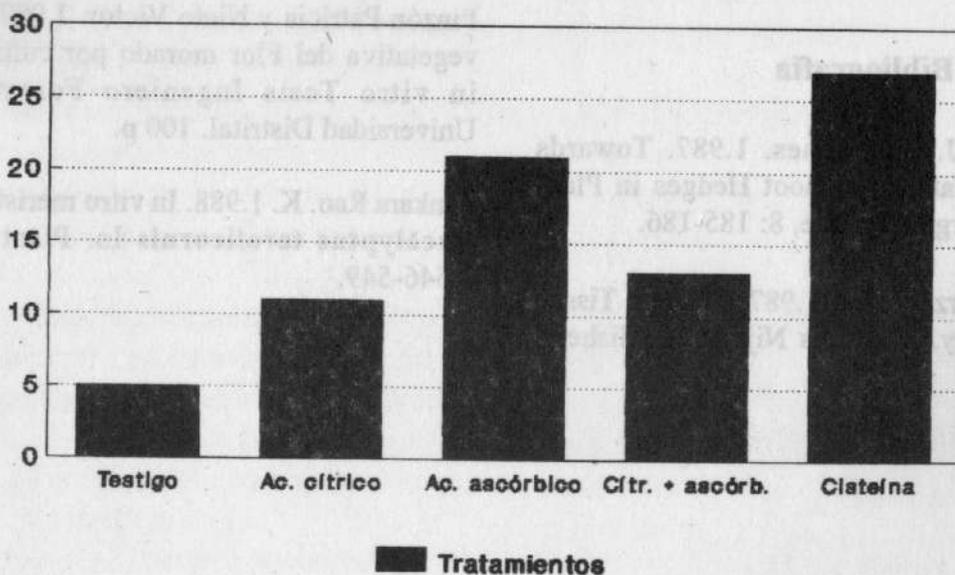


GRAFICO No 2

tratamiento con luz y 0 en la oscuridad, para un porcentaje del 31 %, y la cisteína tan solo ascendió a un 10 % de sobrevivencia.

Es necesario aclarar que la contaminación fue alta, debido al uso de agua destilada sin esterilizar tanto en el lavado previo (pre-tratamiento) como en el enjuague del explante antes de la siembra.

A pesar de los inconvenientes, se puede concluir que para evitar la oxidación y garantizar el buen desarrollo de los explantes debe tenerse en cuenta los siguientes pasos:

a) Obtener las yemas de brotes de un metro de altura aproximadamente de tocones de árboles adultos.

b) Las yemas deben ser de 0,5 cm aproximadamente.

c) La desinfección de los explantes debe ser más estricta y aplicar fungicida (Benlate).

d) Es necesario tener más cuidado en la siembra y el pretratamiento utilizando agua estéril.

### Bibliografía

Aitken-Christie, J. y C. Jones. 1987. Towards Automation: Radiata pine shoot Hedges in Plant cell, Tissue and Organ Culture, 8: 185-186.

Bonga, J. M. y Durzan. D. J. 1987. Cell and Tissue Culture in forestry. Martinus Nijhoff Publishers. Vol.3.

Compton, M. E. and Preece, J. E. 1986. Exudation and explant establishment. Newsletter 50:9-37.

Durzan, D. J. 1983. Special problems: Adult vs. Juvenile explants. En Handbook of Plant Cell Culture Volume 2 (Ed.por W. R. Sharp, D.A. Evans, P. V. Ammirato y Yamada). Macmillan Publisher, New York. pp 471-503.

Furze, M. J. y C. F. Creswell 1985. Micropropagation of *Eucalyptus grandis* and *E. nitens* using tissue culture techniques South African Forestry Journal. Diciembre. 20-23.

Gupta, P. K. y A. F. Mascarenhas. 1987. Eucalyptus: En Cell and Tissue Culture in Forestry, vol 3 (Eds. J. M. Bonga y D. J. Durzan pp 385-399).

Hodson E. et al. 1990. Cultivo de tejidos en forestales. I. *Eucalyptus globulus*. Pontificia Universidad Javeriana. Fac. de Ciencias. Bogotá. 110 p.

Mitra G. C. 1990. Micropagation of *E. tereticornis* en: Plant Cell, Tissue and Organ Culture. vol 22 (2).

Narvaez F. H. y Vargas J. 1993. Reproducción vegetativa in vitro del abarco (*Cariniana pyriformis*). Tesis Ingeniero Forestal. Bogotá, Universidad Distrital. 93p.

Pinzón Patricia y Nieto Victor. 1987. Propagación vegetativa del Flor morado por cultivo de tejidos in vitro Tesis Ingeniero Forestal. Bogotá, Universidad Distrital. 100 p.

Sankara Rao. K. 1988. In vitro meristem cloning of *Eucalyptus tereticornis* In: Plant cell reports. 7:546-549.

## Explantos vivos a los 60 días Segundo ensayo

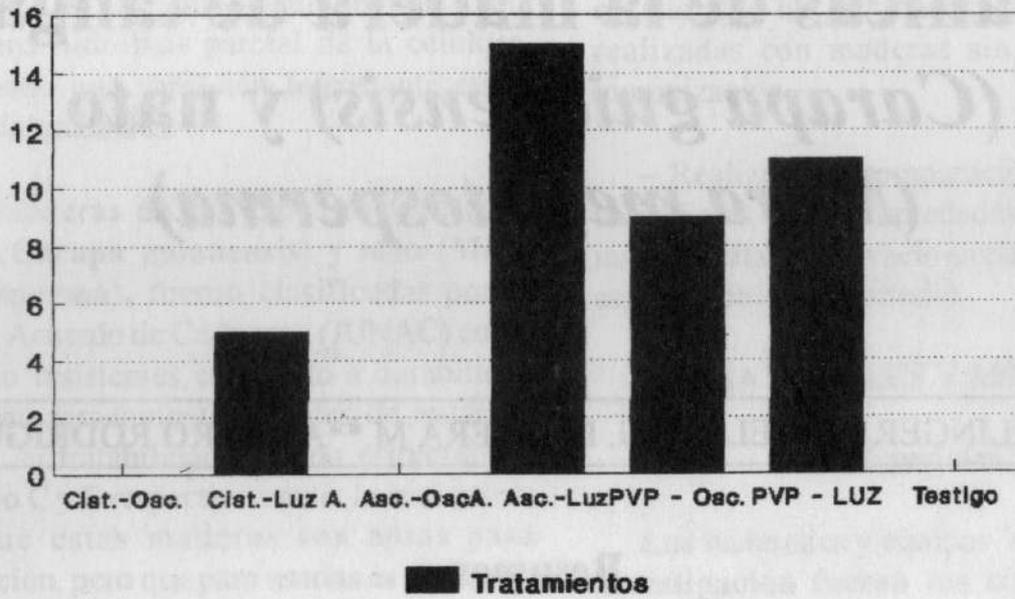


Gráfico No 3

# Incidencia de la inmunización a vacío-presión en las propiedades mecánicas de la madera de tangare (*Carapa guianensis*) y nato (*Mora megistosperma*)

---

WILLIAM KLINGER B.\* BELTSY G. BARRERA M.\*\* AMPARO RODRIGUEZ L.\*\*

---

## Resumen

**L**as maderas de tangare y nato son aptas para la construcción pero biológicamente poco resistentes. Esto significa que en zonas tropicales, utilizarlas en construcción, exige inmunizarlas preferiblemente mediante sistemas de presión.

Ya que teóricamente se esperan modificaciones del comportamiento mecánico de esas maderas por efecto de los procesos de preservación, se hace necesario determinar sus resistencias después de inmunizadas, para proporcionar a los ingenieros datos que les permitan calcular estructuras confiables y seguras.

Se determinaron los esfuerzos básicos de ambas maderas inmunizadas por vacío-presión y se compararon con las de la madera no inmunizada; utilizando las normas de la comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y de la Asociación Standar Timber of Materials (ASTM) para los ensayos y cálculos respectivamente.

La preservación incidió notablemente en las propiedades mecánicas de ambas maderas, pero más en el nato. Esta madera aumentó su resistencia y disminuyó su elasticidad después de tratada; mientras el tangare disminuyó tanto su elasticidad como su resistencia, excepto en compresión perpendicular.

---

\* Ingeniero Forestal. Profesor Propiedades de la Madera. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"

\*\* Estudiantes de Pregrado. Ingeniería Forestal. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas".

## Introducción

Teóricamente parece observarse que el tratamiento de la madera mediante procesos que utilizan altas temperaturas y presiones, como son algunos de los métodos de inmunización, causan una hidrólisis parcial de la celulosa, produciendo una variación importante en su resistencia mecánica.

Las maderas de las especies forestales tangare (*Carapa guianensis*) y nato (*Mora megistosperma*), fueron clasificadas por la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) como muy poco resistentes en cuanto a durabilidad natural, moderadamente difíciles de tratar en cuanto a su tratabilidad y como estructurales del Grupo C y B respectivamente; lo cual quiere decir que estas maderas son aptas para construcción, pero que para usarlas es necesario realizarles tratamientos de inmunización y ojalá por sistemas de presión.

Lo anterior muestra la urgente necesidad de determinar cómo han de modificarse los diversos esfuerzos de diseño de las maderas en mención, por el efecto de los procesos de inmunización por presión. Con los resultados se pretende que los diseñadores y calculistas de estructuras de madera puedan utilizar esfuerzos de trabajo reales, para así determinar secciones de madera eficientes y seguras.

### OBJETIVOS

#### Objetivo General

Determinar la incidencia de los procesos de inmunización en las propiedades mecánicas de las maderas de tangare (*Carapa guianensis*) y nato (*Mora megistosperma*).

#### Objetivos Específicos

– Determinar los porcentajes de variación de los esfuerzos básicos en cada especie, por

efecto del método de preservación utilizado.

– Comparar los resultados obtenidos en este estudio, con los reportados en investigaciones realizadas con maderas sin tratamiento de inmunización.

– Realizar una comparación a partir de las variaciones en las propiedades mecánicas de la madera tratada por vacío-presión, entre las dos especies objeto de estudio.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación fueron los siguientes: sierra circular, cepillo, herramientas generales de carpintería, madera de tangare y nato, sales inorgánicas CCA, equipo de inmunización por vacío-presión, tornillos micrométricos, calibradores, deformímetro, máquina universal de ensayos y accesorios, cuarto climático, equipo de carpintería, estufa, balanza analítica, campana desecadora, pentóxido de fósforo, computador, paquete Excel.

### Métodos

La investigación comprendió los siguientes pasos:

#### – Elaboración de la probetería

La probetería se elaboró en el laboratorio de Tecnología de Maderas del Departamento de Recursos Forestales, siguiendo las normas internacionales en cuanto a defectos y orientación.

#### – Inmunización

El proceso de inmunización a vacío-presión fue realizado en las instalaciones de la

Inmunizadora de Maderas «Serrano Gómez S.A.», con las condiciones de operación que se indican a continuación.

- Vacío inicial 510 mm
- Duración Vacío inicial 45 minutos
- Presión 12 Kg/cm<sup>2</sup>
- Duración de la presión 2 Horas
- Concentración CCA. 4,4
- Densidad 1,0385g/cm<sup>3</sup>
- Kg CCA /m<sup>3</sup> de solución 52,85

**- Ensayos Mecánicos**

Para la realización de los ensayos mecánicos se siguieron las normas COPANT: 455 - 464 - 466 - 556 - 463 y 465.

**- Ajuste de Humedad**

Los resultados obtenidos fueron ajustados a un contenido de humedad del 12%.

**- Manejo de datos**

El manejo de datos consistió en la determinación de los coeficientes de variación para su posterior comparación con los máximos admisibles según la norma ASTM D-2555-78.

**- Determinación de esfuerzos básicos**

Se obtuvieron los valores mínimos probables utilizando los criterios de las distribuciones de Student y Normal.

Los esfuerzos básicos se obtuvieron a partir de los valores probables, como un producto de éstos por los factores de ajuste que dependen de cada ensayo y normalizan la duración de la carga a 10 años.

**- Comparación de las propiedades mecánicas**

La comparación entre las propiedades mecánicas de las maderas estudiadas sin inmunizar y sometidas a procesos de inmunización por vacío-presión se realizó

mediante medias poblacionales. La significancia fue establecida con una probabilidad del 95%.

Además se realizó la comparación entre varianzas para establecer la confiabilidad de los datos medios. El grado de significancia se estableció con una probabilidad del 95%.

**RESULTADOS**

**Tangare**

**Resumen de propiedades mecánicas**

En la Tabla 1 puede apreciarse un resumen de los valores medios obtenidos en cada uno de los ensayos de propiedades mecánicas. Se incluyen también los coeficientes de variación, para que el lector verifique la validez estadística de los datos.

Tabla 1. Propiedades mecánicas de la madera de tangare inmunizada por vacío-presión.

Propiedad	Esfuerzo	Media	Coefficiente de Variación
Compresión Perpendicular	RLP	161,9206	19,61910
	RUM	139,9859	22,87840
Cizallamiento	EMAX	76,5936	10,06257
Dureza Extremos	EMAX	895,6221	12,43010
Dureza Lateral	EMAX	570,4187	11,74560
Compresión paralela	MOE	15431,5893	26,99450
	RUM	464,9421	10,54010
	RLP	433,4538	11,56200
Flexión	RLP	746,6027	19,80850
	RUM	891,6057	15,49130
	MOE	93980,1277	21,41040
Impacto Tangencial	EMAX	2,1605	36,10093
	Impacto Radial	EMAX	1,9732

**CONVENCIONES:**

- RLP = Resistencia en el límite proporcional.
- RUM = Resistencia unitaria máxima.
- EMAX = Esfuerzo Máximo.
- MOE = Módulo de elasticidad.

**Esfuerzos básicos**

Los esfuerzos básicos de la madera de tangare (*Carapa guianensis*) inmunizada mediante métodos de vacío-presión se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Esfuerzos básicos de la madera inmunizada de tangare.

Propiedad	Criterio de distribución	Esfuerzo Básico Kg/cm <sup>2</sup>
Compresión Perpendicular	Student	60,6060
	Normal	45,3150
Cizallamiento	Student	11,0277
	Normal	9,6695
Compresión Paralela	Student	144,2520
	Normal	125,5973
Flexión MOE	Student	52371,6940
	Normal	37813,7850
Flexión RUM	Student	243,4467
	Normal	195,9696

**Comparación entre la madera inmunizada y no inmunizada**

Los factores recomendados para convertir esfuerzos básicos en esfuerzos de trabajo, por efecto del proceso de inmunización en la madera de tangare, se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Factores de Conversión de Esfuerzos Básicos a Esfuerzos de Trabajo en tangare.

Propiedad	Factor de conversión	
	Criterio Student	Criterio Normal
Compresión perpendicular	2,37	2,95
Cizallamiento paralelo	0,94	0,92
Compresión paralela	1,00	1,02
Módulo de Elasticidad	0,78	0,73
Flexión	0,91	0,94

NOTA: Todas los factores deben utilizarse como multiplicadores

**Nato**

**Resumen de propiedades mecánicas**

En la Tabla 4 se pueden apreciar los valores medios y los coeficientes de variación obtenidos en cada uno de los ensayos de propiedades mecánicas, con el fin de verificar la validez de dichos resultados.

Tabla 4. Propiedades mecánicas de la madera de nato inmunizada por vacío-presión.

Propiedad	Esfuerzo	Media	Coefficiente de Variación
Compresión Perpendicular	RLP	191,1039	15,1085
	RUM	226,2480	10,7878
Cizallamiento	EMAX	115,2646	8,2200
Compresión paralela	MOE	34586,2228	15,8289
	RUM	723,6208	9,2753
	RLP	714,8698	11,9246
Flexión	RLP	1270,9777	13,2399
	RUM	1486,6853	9,9800
	MOE	131756,451	11,0133
		1	
Impacto Radial	EMAX	4,5400	22,0282

**Esfuerzos básicos**

En la Tabla 5 se pueden apreciar los esfuerzos básicos para madera de nato, sometida a procesos de inmunización a vacío-presión.

Tabla 5. Esfuerzos básicos para madera de nato inmunizada.

Propiedad	Criterio Distribución	Esfuerzo Básico Kg/cm <sup>2</sup>
Compresión Perpendicular	Student	73,2390
	Normal	59,3420
Cizallamiento	Student	16,7476
	Normal	15,0800
Compresión Paralela	Student	225,9453
	Normal	220,3968
Flexión MOE	Student	77508,0300
	Normal	67009,6170
Flexión RUM	Student	417,5346
	Normal	366,5229

### Comparación de la madera inmunizada y la no inmunizada

En la Tabla 6, se pueden observar los factores para convertir esfuerzos básicos en esfuerzos de trabajo, por efecto del proceso de inmunización.

Tabla 6. Factores de Conversión de Esfuerzos Básicos a Esfuerzos de Trabajo en nato.

Propiedad	Factor de conversión	
	Criterio Student	Criterio Normal
Compresión perpendicular	2,03	2,04
Cizallamiento paralelo	2,12	—
Compresión paralela	1,20	1,21
Módulo de Elasticidad	0,91	0,94
Flexión	1,25	1,22

\* NOTA: Todos los factores deben utilizarse como multiplicadores

### Comparación entre las variaciones

Al comparar las variaciones sufridas por la madera de las dos especies estudiadas por efecto del proceso de inmunización, se nota que no siguen la misma tendencia. Entre los aspectos dignos de destacar a este respecto se encuentran los siguientes:

– Mientras en la madera de tangare, ocho parámetros de tipo mecánico de los 13 analizados (61,54%), arrojaron diferencias significativas; en la madera de nato son 9 de los 10 parámetros analizados (90%) los que presentan diferencias significativas.

– En la madera de tangare el 50% de los ensayos significativos están por encima de los resultados obtenidos en madera no inmunizada. En la madera de nato el efecto es notoriamente distinto, ya que el 88,89% de los datos significativos está por encima de lo reportado para madera no inmunizada.

– Excepto en la compresión perpendicular, todos los factores de conversión (multiplicadores) de esfuerzos básicos en esfuerzos de trabajo resultan mayores en el nato que en el tangare.

– El único esfuerzo básico que resulta más alto que el de trabajo, después de la inmunización para ambos ensayos, es el módulo de elasticidad.

### CONCLUSIONES

1. La preservación de las maderas de tangare (*Carapa guianensis*) y nato (*Mora megistosperma*) por vacío-presión, incide notablemente en la modificación de sus comportamientos mecánicos. Contrariamente a la información recogida en los antecedentes, la resistencia de estas maderas a la mayoría de ensayos se vió favorecida por el proceso de inmunización; entre las razones que pueden explicar este fenómeno se destaca el hecho de permitir un secado natural muy lento de la madera (15 años), en condiciones muy favorables de almacenamiento.

2. Existen diferencias significativas entre las resistencias de la madera de tangare inmunizada y sin inmunizar en los siguientes ensayos: cizallamiento tangencial, dureza en los extremos, módulo de elasticidad a compresión paralela, resistencia a la flexión en el límite proporcional, módulo de elasticidad a flexión, dureza lateral, impacto radial e impacto tangencial.

Los ensayos significativamente diferentes y de resultados inferiores en la madera inmunizada son: cizallamiento tangencial, módulo de elasticidad a compresión, módulo de elasticidad a flexión y dureza lateral.

3. Existen diferencias significativas entre la resistencia de la madera de nato inmunizada y sin inmunizar en la mayoría de ensayos,

excepto en el ensayo de cizallamiento radial.

Los ensayos de resultados inferiores en madera inmunizada son el módulo de elasticidad a la compresión paralela y el módulo de elasticidad a la flexión.

4. La modificación del comportamiento mecánico de la madera inmunizada de tangare es muy diferente al de la madera inmunizada de nato. A pesar de ser esta última madera muy difícil de tratar, la inmunización hace que los esfuerzos de trabajo tengan factores de conversión bastante mayores en la madera de nato, en comparación con la madera de tangare.

#### RECOMENDACIONES

1. Se recomienda estudiar la influencia del tiempo de almacenamiento en la resistencia mecánica de la madera, con el fin de aseverar o descartar la incidencia de esta causa en el comportamiento encontrado en este estudio.

2. Se recomienda revisar la categoría de las maderas estudiadas en cuanto a durabilidad natural, pues en más de 15 años de permanecer

almacenada bajo cubierta y sin cuidados especiales, no sufrió el más mínimo deterioro de tipo biológico.

#### Bibliografía

1. HUNT, G. M. y GARRAT, G. A. 1962. Preservación de la Madera. Salvat Editores S.A. Barcelona. Traducción orientada por Adelardo Sanchiz Batalla.
2. KLINGER, William. 1994. Propiedades Mecánicas y Aplicaciones Estructurales de la Madera Parte I. Santafé de Bogotá, Universidad Distrital «Francisco José de Caldas».
3. PEREZ, Vicente. 1978. Manual de Construcciones en Madera. Santiago, Instituto Forestal de Chile.
4. SILVA, William. 1991. Incidencia de la Inmunización en Las propiedades físico-mecánicas del *Pinus patula*. Revista Madera (Col). 9 (1). 3-14
5. UNIVERSIDAD DISTRITAL «FRANCISCO JOSE DE CALDAS». 1978. Estudio Tecnológico de 15 Especies Maderables procedentes de la Zona del Bajo San Juan, Chocó. Bogotá, Departamento Recursos Forestales, Universidad Distrital.

# Plagas y enfermedades más comunes del chachafruto *Erythrina edulis* en Viotá y El Colegio Cundinamarca\*

JAIRO GARCIA RODRIGUEZ - HELENA MORENO BELTRAN\*\*

## Resumen

**P**ara la identificación de las plagas y enfermedades más comunes que atacan al chachafruto *Erythrina edulis*, en Viotá y el Colegio (Cundinamarca) Colombia, se realizaron muestreos con el fin de observar el tipo y porcentaje de daño en el árbol, así como determinar las condiciones que favorecen el ataque. Se observó que el chachafruto es atacado por una larva perteneciente al orden Lepidóptera, familia Pyralidae, la cual penetra por las yemas jóvenes del árbol, barrenando las ramas en su interior y provocando una pudrición debida al excremento y contaminación micótica.

Los frutos son atacados por una larva perforadora identificada como *Terastia meticulosalis* (Lepidóptera Pyralidae) que penetra en las semillas alimentándose de éstas. La larva es parasitada por una mosca del género *Leskia* sp. (Diptera: Tachinidae) y un Hymenóptero de la familia Ichneumonidae.

Por otra parte, el follaje del chachafruto es atacado por un hongo perteneciente al género *Oidium* sp. en su estado imperfecto, el cual se presenta como un polvillo blancuzco en los folíolos, que al invadir completamente el árbol, termina por defoliarlo.

El ataque de barrenador de yema es más intenso en época de lluvias, caso contrario del hongo foliar, que es en época seca cuando incrementa su ataque.

El daño causado por el perforador de fruto es indiferente a la época, y su presencia depende principalmente de la producción de frutos en el árbol.

---

\* Extracto de la tesis de grado de Ingeniero Forestal, presentada a la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" en abril de 1992 y dirigida por el Ingeniero Forestal Trino Triviño Díaz.

\*\* Ingenieros Forestales.

## Introducción

### ANTECEDENTES

El chachafruto en su estado de plántula, es atacado por una larva que barrena el tallo entrando por la yema terminal. Así mismo, los frutos y semillas son atacados por una larva perforadora identificada como *Terastia meticulosalis* (Lepidóptera Pyralidae) (Acero, 1988).

Investigaciones sobre ácaros que atacan las hojas del *Erythrina edulis* en el Valle de Limatambo (Perú), determinan la presencia del *Eotetranychus lewisi* (Acaride Tetranychidae), el cual es controlado por un escarabajo de la familia Staphilinidae, identificado como *Oligota pygmaeus* Solier (Verhoek, 1988).

Con relación a enfermedades reportadas en *Erythrinas*, en Suiza se hizo un reconocimiento de la incidencia de hospederos de mildew polvoso, estableciendo la ocurrencia de *Phylactinia corylea* en hojas de *Erythrina lysistemon*, caracterizándose el ataque por la presencia de hifas y conidióforos (que asemejan un polvo blancuzco) en el envés de los folíolos (Teyegaga, 1987).

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El chachafruto es un árbol multipropósito con gran proyección futurista, en el cual el estudio de plagas y enfermedades se constituye en una herramienta básica para el conocimiento integral de la especie. Por esta razón, es importante determinar qué organismos atacan el chachafruto *Erythrina edulis* y bajo qué condiciones se favorece este ataque.

### OBJETIVOS

Identificar las plagas (barrenador de yema-perforador de fruto) y el agente causal de la

enfermedad de la hoja, complementándose con el estudio de su ciclo biológico y recomendaciones preliminares para su control.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en las regiones de Viotá y El Colegio (Cundinamarca) Colombia. En Viotá, la población está determinada por una plantación de chachafruto asociado con café, de 3 años de edad, con alturas promedio de 3,5 m y una densidad de siembra de 7x7 m entre árboles. En El Colegio, las plantaciones se encuentran en la Hacienda Misiones, tienen una edad de 2 años y están distribuidas en dos zonas y cuatro ensayos (cerca viva, asociación chachafruto-lulo, asociación chachafruto-malangay y asociación chachafruto-caña).

El diseño experimental establecido para el estudio, fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial. En Viotá, el arreglo factorial fue de 2x3, donde las variables evaluadas fueron época (seca y de lluvias) y estrato copa (bajo, medio y alto), para cada tipo de daño (barrenador de yema, perforador de fruto y hongo foliar). En Misiones, los arreglos factoriales fueron de 2x3x3, donde las variables fueron época (seca y de lluvias), tipo de ensayo (chachafruto solo, asociación chachafruto-lulo y malangay, y asociación chachafruto-caña) y estrato copa (bajo medio y alto), para los tipos de daño (barrenador de yema y hongo foliar). Para el perforador de fruto, el arreglo factorial fue de 2x2x2, por no encontrarse frutos en los árboles de Misiones en la asociación chachafruto-caña ni en el estrato alto de la copa.

Se realizaron muestreos a las plantaciones cada dos meses durante un año, con el fin de registrar la presencia y desarrollo de los organismos causantes del deterioro del árbol y las condiciones que favorecían su establecimiento.

Se evaluó el daño ocasionado por los insectos (barrenador de yema y perforador de fruto), mediante el conteo de los árboles atacados y sus características, como profundidad, diámetro y forma del orificio, así como la presencia y desarrollo del insecto.

La recolección de los insectos se hizo en estado larvario, a partir del cual se les llevó el seguimiento de su ciclo biológico en condiciones de laboratorio hasta la obtención de adultos para su identificación.

Para la evaluación del daño ocasionado por el hongo foliar, se hizo un conteo de los árboles que mostraran sintomatología del parásito, cuantificando el porcentaje de ataque por cada estrato de la copa en los diferentes muestreos realizados. Una vez recolectado el material en el campo, se llevó al laboratorio para su identificación.

## RESULTADOS

### Barrenador de yema

El barrenador de yema, fue clasificado dentro del orden Lepidóptero, familia Pyralidae, el cual penetra por la yema terminal de ramas jóvenes, barrenando el interior de éstas y dejando su excremento que origina una pudrición que termina por deteriorar la rama. En consecuencia, el árbol responde a éste ataque formando numerosos brotes secundarios que originan ramificaciones del tronco (Figuras 1 y 2).

El ciclo de vida de éste insecto se determinó a partir del estado larval, en el cual permaneció durante 36+4 días, para pasar a pupa (17+5 días) y posteriormente a adulto, estado en el cual duró 4 días.

Los análisis estadísticos de las variables analizadas en Viotá, determinan que entre

épocas existe una diferencia significativa, presentándose un mayor índice de daño en la época de lluvias que en la seca. Así mismo, no hubo diferencia significativa entre bloques, estratos y la interacción entre épocas y estratos. Los contrastes ortogonales entre las variables analizadas en esta región, tampoco fueron significativos. En Misiones se presentó diferencia significativa entre las variables, época, tipo de ensayo; y la interacción época y tipo de ensayo; mostrando un mayor índice de daño el ensayo de chachafuto solo en la época de lluvias. El estrato de la copa, sus interacciones con las demás variables y los contrastes ortogonales, no presentaron diferencias significativas.

### Perforador de fruto

El perforador de fruto fué identificado como *Terastia meticulosalis* Guenee (Lepidóptera: Crambidae).

La larva de éste insecto perfora los frutos alimentándose de las semillas y permaneciendo allí hasta su paso al estado de pupa; este estado lo desarrolla por fuera del fruto, generalmente en el suelo, donde construye un capullo, el cual abandona a la salida del adulto (Figura 3).

El ciclo de vida del *Terastia meticulosalis* tiene una duración de 59 + 10 días contabilizados desde la fase larval hasta la obtención de adultos.

Durante la cría de este insecto se observó que la larva es parasitada por una mosca identificada como *Leskia* sp. (Díptera: Tachinidae) y por una avispa de la familia Ichneumonidae (el porcentaje de parasitismo fue del 40 y 10% respectivamente) (Figura 4).

La larva del *T. meticulosalis* penetra generalmente por la parte inferior del fruto, alimentándose de las semillas y dejando su

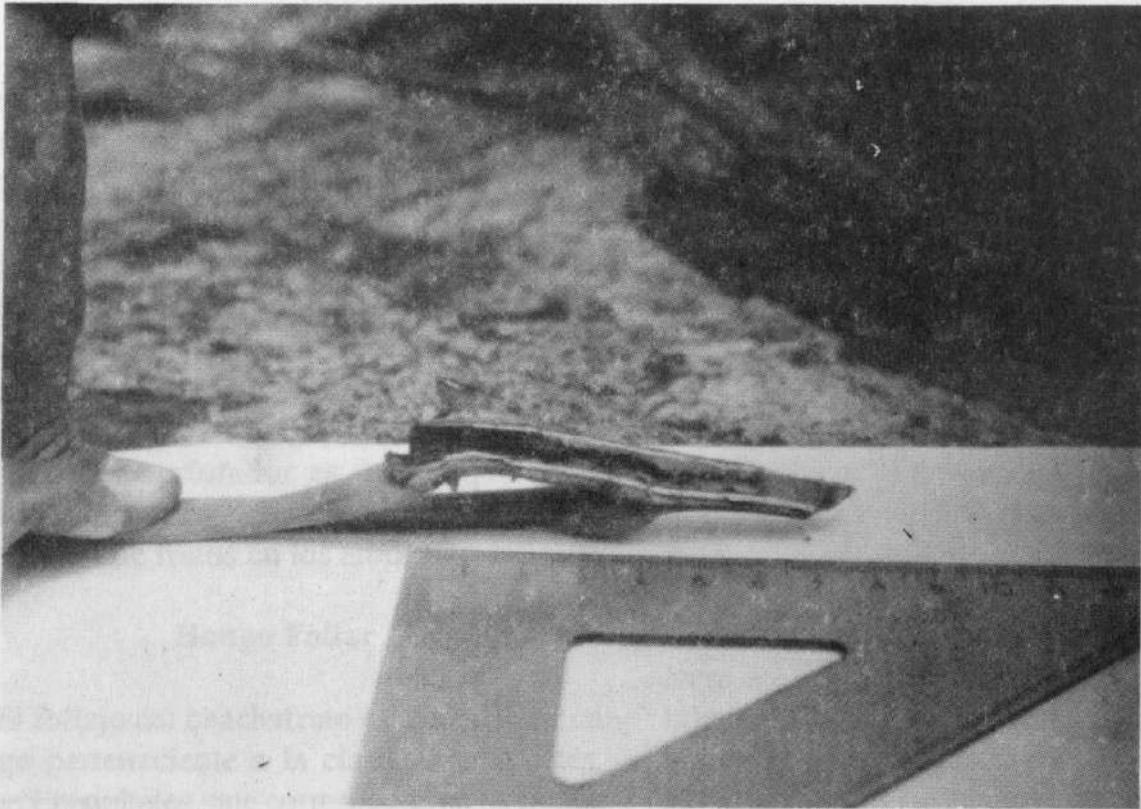


Figura 1. Larva del barrenador de yema en rama de *Erythrina edulis*.



Figura 2. Pudrición de brotes tiernos de chachafruto a causa de la larva barrenadora.



Figura 3. Larva de *Terastia meticulosalis* perforando la semilla de chachafruto.

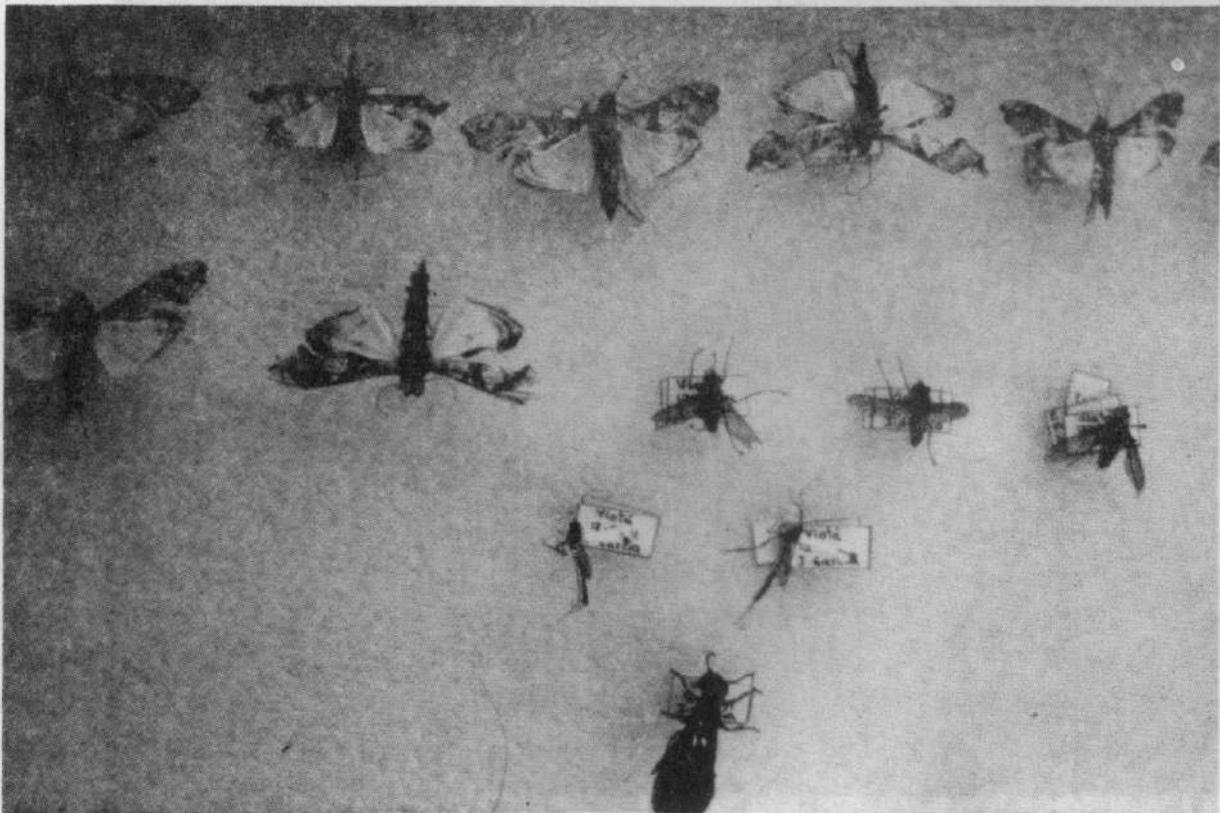


Figura 4. Adultos del perforador de fruto y sus parásitos.

excremento, el cual propicia una pudrición que termina por descomponer la semilla y la vaina del fruto, dándole no solo apariencia sino un olor desagradable.

El análisis estadístico determinó que no existen diferencias significativas entre las variables época, estrato y tipo de ensayo en las dos regiones; sin embargo, en Viotá el índice de daño del perforador es mayor que en la Hacienda Misiones, por presentarse allí una alta producción de frutos en los árboles.

### Hongo Foliar

El follaje del chachafruto es atacado por un hongo perteneciente a la clase Ascomycetes, orden Erysiphales, que corresponde en su estado imperfecto al género *Oidium* sp. Este hongo, inicia su ataque en el árbol en forma ascendente, desde las hojas maduras del estrato bajo hasta invadirlo completamente. Aparece como pequeñas manchas blancuzcas semejantes a un polvillo, generalmente en el envés de los foliolos, el cual aumenta hasta cubrirlo en forma total. Cuando el ataque es muy severo, trae como consecuencia la defoliación del árbol (Figura 5).

El análisis estadístico para el estudio del ataque del hongo foliar, muestra que existe una diferencia significativa entre épocas, estratos y tipo de ensayo para las dos regiones, presentándose los mayores índices de daño en el estrato bajo, época seca y ensayo de chachafruto solo.

Es de anotar que, en los árboles de Viotá el ataque del hongo se presenta más agresivo que en los árboles de Misiones, pues éstos fueron sometidos a podas secuenciales que no permitieron la proliferación de la enfermedad.

### CONCLUSIONES

Los frutos del *E. edulis* son atacados por un insecto identificado como *Terastia meti-*

*culosalis* (Lepidóptero:Crambidae) el cual en su estado larvario se alimenta de las semillas deteriorándolas totalmente. La larva de este insecto es parasitada por una mosca del género *Leskia* (Díptera : Tachinidae) y por una avispa del orden Hymenóptera, familia Ichneumonidae.

En los muestreos realizados, se observó que la presencia del *T. meticulosalis* es indiferente a las variables analizadas y depende principalmente de la producción de frutos en el árbol.

Las yemas del árbol son atacadas por una larva del orden Lepidóptera, familia Pyralidae, la cual se alimenta de las yemas tiernas del árbol barrenando hacia el interior de la rama. Esta plaga se presenta principalmente en las épocas de alta pluviosidad, básicamente en los meses de abril, octubre y noviembre, estabilizándose el ataque en los meses de menor precipitación.

El hongo foliar que presenta el *E. edulis* fué identificado como un *Oidium* sp., presentándose principalmente en la época seca (junio-agosto), donde el follaje es invadido totalmente por el parásito, lo que induce la defoliación del árbol.

Los diferentes ataques que presenta el *E. edulis* (barrenador de yema, perforador de fruto y hongo foliar), no producen pérdidas significativas al cultivo, sin embargo, ocasionan traumatismos considerables al desarrollo de la especie.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar podas periódicas a los árboles, sobre todo en la época de invierno, con el fin de evitar la proliferación y desarrollo de las larvas barrenadoras de yema.

En el caso del perforador de fruto, se recomienda desarrollar estudios más detallados acerca de los parásitos encontrados en laboratorio, pues estos se constituyen como una

ayuda muy importante en el control biológico de ésta plaga.

Con respecto al hongo, se recomienda hacer fumigaciones con fungicidas azufrados (Tiovit, Metaltox y Sapro), en las horas de menor radiación solar con el fin de evitar la fitotoxicidad. Así mismo, si el ataque no es muy fuerte, en lo posible se deben eliminar las hojas afectadas, evacuándolas fuera del cultivo.

### Bibliografía

ACERO, Luis E. 1988. Proyecto «Silvicultura y Productividad del chachafruto *Erythrina edulis*». Informe final. Bogotá, Corporación Nacional para la Investigación y Fomento Forestal (CONIF) 68 p.

BORROR, Donal y DeLong, M. 1976. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart and Winston. New York, United States of America. 852 p.

GONZALEZ, Luis. 1985. Introducción a la Fitopatología. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 235 p.

TEYEGAGA, A. 1987. *Erythrina lysistemon* Hutch., another host species of the powdery mildew *Phyllactinia corylea* (Pers) Karts. FAO. Plant protection bulletin. vol. 35, No. 4. 216 p.

VERHOEK, Bert. 1988. Acaros araña y sus enemigos naturales en el árbol del basul *Erythrina edulis* en el Valle de Limatambo. Lima, Perú. Instituto de Investigación UNSAAC-NUF-FIC. 32 p.

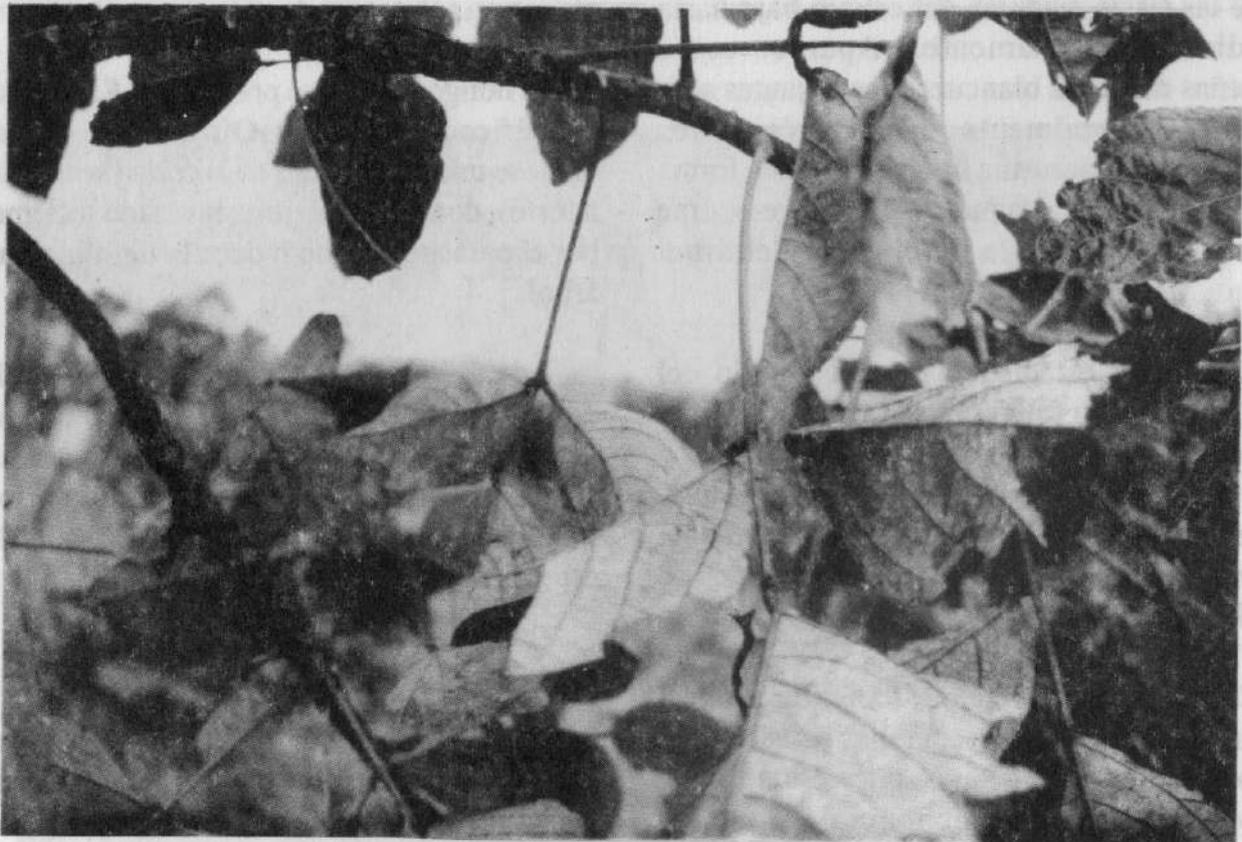


Figura 5. Hojas de chachafruto invadidas totalmente por el hongo *Oidium sp*

# Análisis de la información de pérdidas de suelo en parcelas de escorrentía bajo prácticas conservacionistas, Cuenca Río Combeima

---

CARLOS FRANCISCO GARCIA OLMOS \*

---

## Resumen

**S**e realizó un análisis estadístico de la información de las pérdidas de suelo causadas por erosión hídrica, con base en los ensayos desarrollados en el Centro Experimental Llanitos El Secreto, localizado en la cuenca del Río Combeima, parte alta del municipio de Ibagué (Tolima). Esta investigación se llevó a cabo por parte del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), por medio de la Regional Tolima, desde 1985 hasta 1992, a través del Proyecto Cuenca Alto Magdalena (PROCAM), estableciendo para el efecto toda una infraestructura de parcelas de escorrentía.

## OBJETIVOS

Como una de las etapas en el proceso investigativo de la erosión hídrica en suelos de ladera que ha venido desarrollando el INDERENA en la cuenca alta del Río Magdalena, a través de sus proyectos en los Centros Experimentales del Tolima y del Huila, se adelantó la evaluación y análisis de la información de pérdidas de suelo en parcelas de escorrentía. Esta evaluación permitirá el uso

con fines investigativos, de los datos que revistan mayor confiabilidad; de ésta forma, los resultados de siete años de experimentación con prácticas conservacionistas de curvas a nivel y barreras vivas, comparados con las prácticas tradicionales del agricultor de la cuenca del Combeima podrán demostrar la mayor confiabilidad y en consecuencia se podrá realizar en nuestro país una transferencia de

---

\* Ingeniero Civil, M.Sc., Profesor Hidrología, Programa de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital «Francisco José de Caldas».

tecnología de impacto altamente positiva, en relación con la reducción ostensible de la erosión hídrica bajo cultivos usuales en cada región, y se obtendrá la optimización de la producción agrícola.

Es importante observar que para el buen manejo, conservación y aprovechamiento de las Cuencas Hidrográficas, se deben identificar los cultivos y prácticas conservacionistas que cumplan óptimamente los objetivos de producción y conservación, siendo consecuentes con la creciente demanda de alimentos derivada de los altos índices de incremento de nuestra población y el deterioro por la erosión a que están sometidas cada día más las cuencas hidrográficas. De ahí la relevancia de esta investigación, en una entidad que como INDERENA, está encargada de la administración, manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y su medio ambiente.

## MATERIALES Y METODOS

### Generalidades

Con base en la información de más de 10.000 años-parcela y sus datos experimentales en Estados Unidos, se desarrolló la fórmula universal de pérdidas de suelo, cuya forma general para erosión es la siguiente:

$$AS = R \times K \times LS \times C \times P$$

Donde:

AS = Pérdidas de suelo promedio anual (ton/ha/año ton/año).

R = Factor de potencial erosivo de la lluvia.

K = Factor de erodabilidad del suelo.

L = Factor de longitud de la pendiente.

S = Factor de pendiente.

C = Factor de cobertura vegetal.

P = Factor de manejo antrópico.

La fórmula universal de pérdidas de suelo cuantifica el suelo removido in-situ, o sea en

un punto dado, por acción de las lluvias (Wischmeier, 1959).

Wischmeier (1958) sólo investigó la erosión in-situ, hasta en pendientes del 20 por ciento. Esta investigación lo hace para pendientes mayores y condiciones propias de nuestras cuencas.

### Localización del Proyecto

El proyecto se viene desarrollando en el Centro Experimental Llanitos El Secreto, ubicado en el caserío del mismo nombre, jurisdicción del corregimiento de Villarestrepo, municipio de Ibagué, en la Cuenca del Río Combeima.

### Instalaciones y Diseño Experimental

La experimentación sobre erosión hídrica en suelos de ladera, en el Centro Llanitos El Secreto, tiene como base 21 parcelas de escorrentía, y diseño estandar, según el modelo de Wischmeier, de cien metros cuadrados cada una. Estas parcelas están distribuidas en tres rangos de pendiente, de la siguiente forma:

RANGO A: Pendientes del 60 al 70 % .  
Parcelas 01 a 09

RANGO B: Pendientes del 40 al 50 % .  
Parcelas 10 a 18

RANGO C: Pendientes del 10 al 20 % .  
Parcelas 19 a 21

Las parcelas de escorrentía constan de dos partes básicas:

a. El campo experimental que corresponde al área de terreno para el cultivo (Figura 1).

b. El campo receptor, el cual consta de un canal receptor que va a lo ancho de la parte inferior de la parcela, cuya función es recoger el suelo erodado y el agua de escorrentía; y un canal conductor que lleva la escorrentía y sedimentos en suspensión al tanque sedimentador A, el cual recoge las aguas de escorrentía y material erodado, en suspensión.

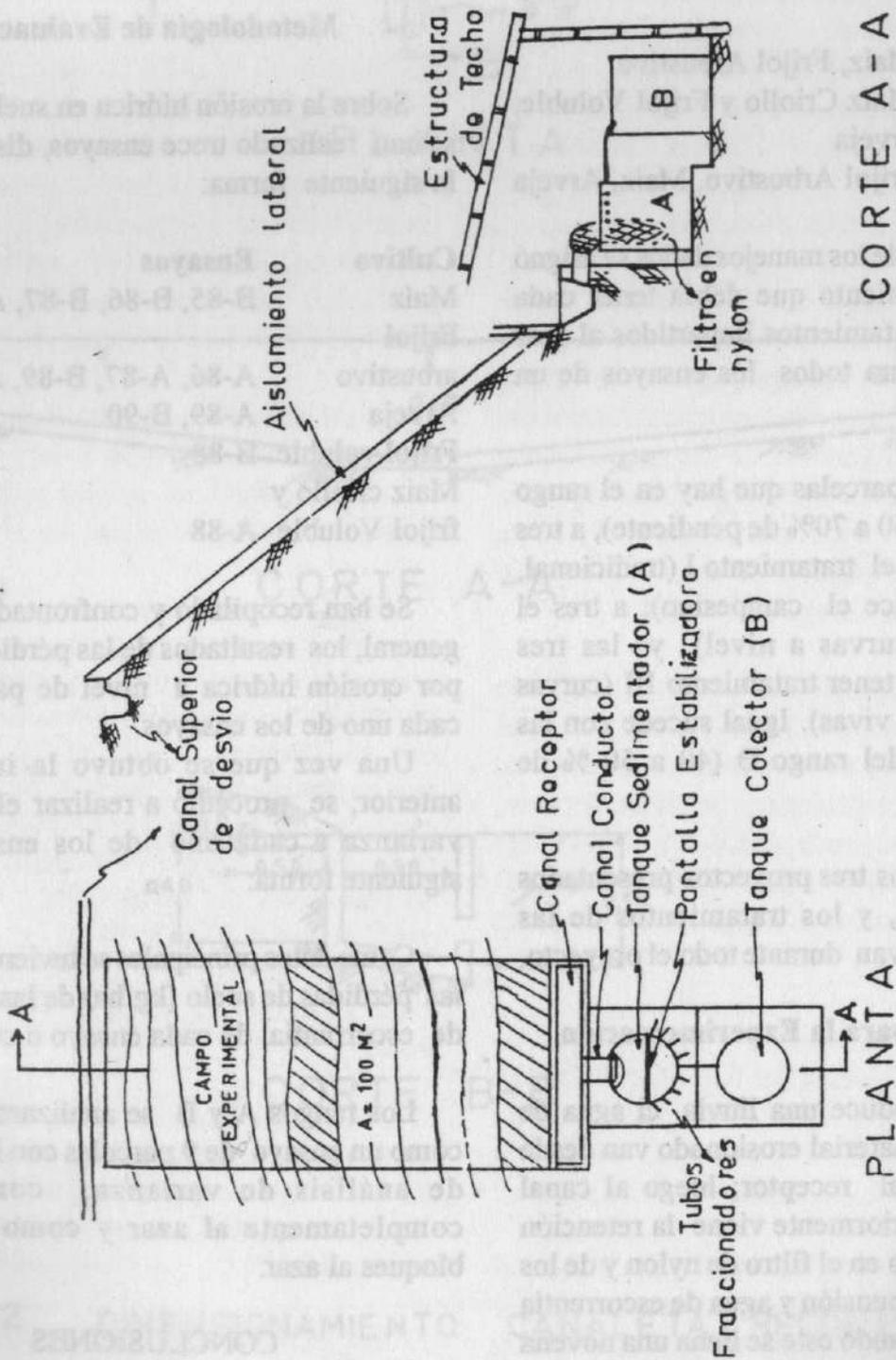


FIGURA 1 ESQUEMA GENERAL DE UNA PARCELA DE ESCORRENTIA

Además, hay un tanque colector denominado tanque B, a continuación del tanque A, que recoge una novena parte del volumen que exceda al A (Figura 2).

La experimentación se ha realizado bajo tres tipos de manejo, dados por los Proyectos que tienen las siguientes secuencias de cultivos:

**Proyecto 1:** Maíz, Frijol Arbustivo

**Proyecto 2:** Maíz Criollo y Frijol Voluble, Frijol Voluble, Arveja

**Proyecto 3:** Frijol Arbustivo, Maíz, Arveja

Para cada uno de los manejos dados se asignó al azar el tratamiento que debía tener cada parcela. Estos tratamientos impartidos al azar se conservaron para todos los ensayos de un proyecto.

De las nueve parcelas que hay en el rango de pendiente A (60 a 70% de pendiente), a tres les corresponderá el tratamiento I (tradicional, o sea como lo hace el campesino); a tres el tratamiento II (curvas a nivel) y las tres restantes deberán tener tratamiento III (curvas a nivel y barreras vivas). Igual sucede con las nueve parcelas del rango B (40 a 50 % de pendiente).

Cada uno de los tres proyectos presentados tiene su manejo, y los tratamientos de las parcelas se conservan durante todo el proyecto.

### Metodología para la Experimentación

Cuando se produce una lluvia, el agua de escorrentía y el material erosionado van desde la parcela al canal receptor; luego al canal conductor y posteriormente viene la retención del material grueso en el filtro de nylon y de los sedimentos en suspensión y agua de escorrentía en el tanque A; cuando este se llena una novena parte va al tanque B.

De cada evento se recuperan 1.000 cm<sup>3</sup> de

agua de escorrentía con sedimentos del tanque A y del B, a fin de cuantificar los sedimentos en suspensión por filtrado.

Los sedimentos de fondo se recuperan en el canal colector y en el canal conductor, incluido el que queda retenido en el filtro de nylon.

### Metodología de Evaluación

Sobre la erosión hídrica en suelos de ladera se han realizado trece ensayos, distribuidos en la siguiente forma:

Cultivo	Ensayos
Maíz	B-85, B-86, B-87, A-90, B-91
Frijol arbustivo	A-86, A-87, B-89, A-91
Arveja	A-89, B-90
Frijol voluble	B-88
Maíz criollo y frijol Voluble	A-88

Se han recopilado y confrontado, en forma general, los resultados de las pérdidas de suelo por erosión hídrica a nivel de parcela y por cada uno de los ensayos.

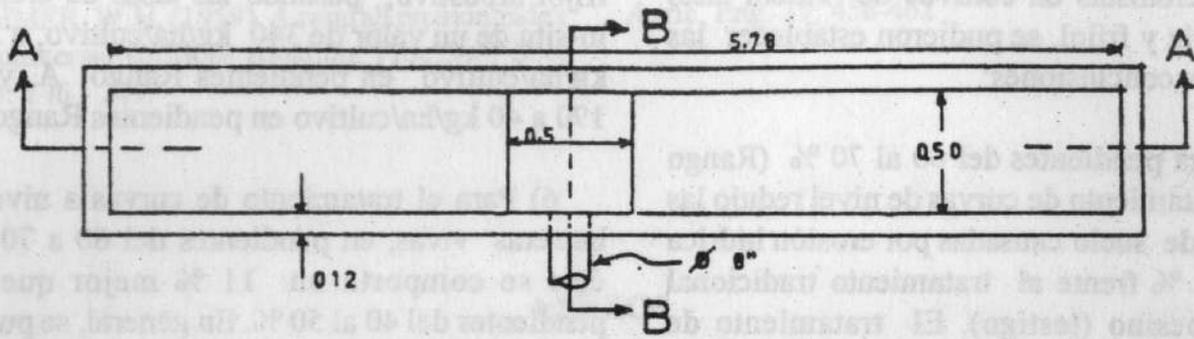
Una vez que se obtuvo la información anterior, se procedió a realizar el análisis de varianza a cada uno de los ensayos en la siguiente forma:

Como datos principales se tuvieron en cuenta las pérdidas de suelo (kg/ha) de las 21 parcelas de escorrentía, de cada ensayo o cultivo.

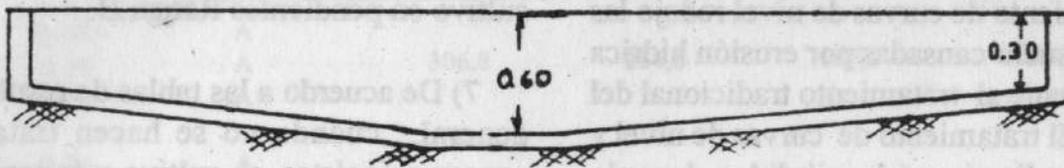
Los rangos A y B se analizaron cada uno como un ensayo de 9 parcelas con los métodos de análisis de varianza, como diseño completamente al azar y como diseño de bloques al azar.

### CONCLUSIONES

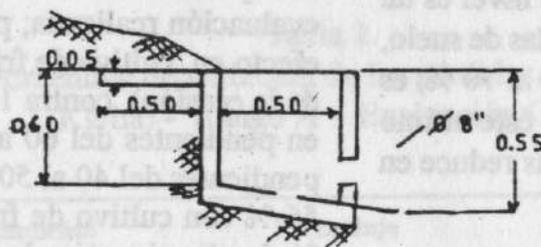
De la evaluación general de pérdidas de suelo, para un nivel de significancia hasta del



PLANTA



CORTE A-A



CORTE B-B

FIGURA 2 DIMENSIONAMIENTO CANALETA RECOLECTORA

19 %, cuando se implementan prácticas conservacionistas en cultivos de ladera tales como maíz y frijol, se pudieron establecer las siguientes conclusiones:

1) Para pendientes del 60 al 70 % (Rango A), el tratamiento de curvas de nivel redujo las pérdidas de suelo causadas por erosión hídrica en un 20 % frente al tratamiento tradicional del campesino (testigo). El tratamiento de curvas de nivel y barreras vivas disminuyó las pérdidas de suelo producidas por erosión hídrica en un 52 % frente al testigo y en un 40 % respecto al tratamiento de curvas de nivel.

2) Para pendientes del 40 al 50 % (Rango B), el tratamiento de curvas de nivel redujo las pérdidas de suelo causadas por erosión hídrica en un 27% frente al tratamiento tradicional del campesino. El tratamiento de curvas de nivel y barreras vivas disminuyó las pérdidas de suelo producidas por erosión hídrica en un 41 % en comparación al testigo, y en un 20 % respecto al tratamiento de curvas de nivel.

3) Comparativamente con relación a la pendiente se obtuvo: En pendientes del 40 al 50 % la eficiencia de las curvas de nivel es un 7 % mayor para controlar las pérdidas de suelo, en comparación a pendientes del 60 al 70 %; es decir, las disminuye en un 20 % en éste último caso, mientras que en el rango B las reduce en un 27 %.

4) Las curvas a nivel y barreras vivas muestran una eficiencia del 52 % en pendientes del 60 al 70 % (Rango A) mientras que en pendientes del 40 al 50 % es sólo del 41 %, con relación a pérdidas de suelo.

5) Conforme a los dos puntos anteriores, el tratamiento de curvas a nivel se comporta mejor en pendientes del 40 al 50 % (7% más que el Rango A), pero en general se puede decir que para pendientes del 40 al 70 % las curvas a nivel controlan la erosión en un 20 a 27 %,

cuando se implementan cultivos de maíz y de frijol arbustivo; pasando las tasas de erosión in-situ de un valor de 340 kg/ha/cultivo, a 270 kg/ha/cultivo en pendientes Rango A, y de 190 a 40 kg/ha/cultivo en pendientes Rango B.

6) Para el tratamiento de curvas a nivel y barreras vivas, en pendientes del 60 a 70 %, éste se comporta un 11 % mejor que en pendientes del 40 al 50 %. En general, se puede decir que para pendientes del 40 al 70 %, la erosión in-situ se reduce en un intervalo entre 41 a 52 % cuando se implementan las curvas a nivel y barreras vivas, disminuyendo las tasas de erosión de 340 a 160 kg/ha/cultivo, en pendientes Rango A, y de 210 a 120 kg/ha/cultivo en pendientes Rango B.

7) De acuerdo a las tablas de resultados, en general, cuando no se hacen tratamientos conservacionistas, el cultivo más erosivo es el de maíz, en pendientes del 40 al 50 %

8) La implementación de prácticas conservacionistas de curvas a nivel y de curvas a nivel y barreras vivas es eficiente para el control de la erosión en cultivos de maíz y frijol, con pendientes del 40 al 70 %, según la evaluación realizada; pero se obtuvo un mejor efecto en cultivo de frijol (34 % de reducción de la erosión) contra 14 % del cultivo de maíz en pendientes del 60 al 70%; así mismo, en pendientes del 40 al 50 %, la reducción fue del 56 % con cultivo de frijol arbustivo contra 50 % de disminución de la erosión en cultivo de maíz.

9) El tratamiento de curvas a nivel y barreras vivas es más eficiente en cultivo de frijol arbustivo que de maíz, en pendientes del 40 al 70 %, con un 65 % de reducción de la erosión contra el 46 % en cultivo de maíz.

10) En pendientes del 60 al 70 % con cultivo de maíz y frijol voluble la erosión se reduce en un 52 %, implementando prácticas de curvas a nivel más barreras vivas.

**Bibliografía**

WISCHMER, W.H. (1959). A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. Proc. Soil. Soc. Am. 23: 246 - 249.

WISCHMER, W.H., Smith, D.D. y Uhland, R. E. (1958). Evaluation of factors in the soil-loss equation. Agric. Eng. 39: 458-462

**ANEXOS**

**Tabla 1. Evaluación General de Pérdidas de suelo (Kgr./ha.)**

Cultivo	Ensayos	Rango	Tratamientos			me
			I	II	III	
Maíz	B-85	A				
	A-90	A	306,8	264,8	187,1	252,9
	B-91	A				
Frijol Arbustivo	A-86	A				
	A-91	A	495,8	328,6	173,6	332,7
Maíz*Frijol VolubleA-88		A	210,4	216,8	122,2	183,1
	mt =		337,7	270,1	161,0	256,2

**Tabla 2.  
Porcentaje de variación de las pérdidas de suelo (Kg/ha) - Rango A - Evaluación Gral.**

Tratamiento	Porcentaje	
I	100	
II	80	Respecto A I
III	48	Respecto A I
III	60	Respecto A II

Tabla 3.  
Evaluación General de Pérdidas de suelo  
(t<sub>v</sub> gr./ha.)

Cultivo	Ensayos	Rango	Tratamientos			me
			I	II	III	
Maíz	B-85	B				
	A-90	B	250,9	125,1	1116,6	164,2
	B-91	B				
Frijol Arbustivo	A-86	B				
	A-91	B	221,1	96,7	77,9	131,9
Maíz*Frijol Voluble						
	A-88	B	100,2	194,7	140,8	145,2
		mt =	190,7	138,8	111,8	147,1

Tabla 4.  
Porcentaje de variación de las pérdidas de suelo  
(Kg/ha) - Rango B - Evaluación Gral.

Tratamiento	Porcentaje	
I	100	
II	73	Respecto A I
III	59	Respecto A I
III	80	Respecto A II

Tabla 5.  
Análisis de varianza logarítmico-diseño bloques al azar  
ensayos en parcelas de Escorrentia 1985 - 1991 cuenca del río Combeima

Cultivo	Ensayo	Rango A			Rango B		
		FOTr	FOB	CV%	FOTr	FOB	CV%
Maíz 1	B-85	2,3	0,6	12,9	0,7	0,2	15,9
FR. AR.	A-86	5,6	0,1	10,7	11,0	0,4	13,8
Maíz* 1	B-86	0,02	0,5	346,8	4,7	1,7	129,2
FR. AR.	A-87	17,3	0,5	12,4	0,9	1,3	146,0
Maíz* 2	B-87	2,3	0,6	96,3	4,4	4,8	258,2
MC-FR.V. 3	A-88	1,9	1,4	10,4	1,5	4,1	18,0
FR.V. * 4	B-88	0,9	1,3	143,9	3,8	0,4	219,3
ARV. * 1	A-89	3,9	2,2	1830	0,8	132	134
FR.AR.*	B-89	0,9	1,0	100,1	1,1	1,2	96,2
Maíz 4	A-90	0,6	2,4	12,0	5,7	24,8	18,0
ARV. * 1	B-90	0,4	0,4	290,2	1,1	4,9	737,2
FR.AR.	A-91	2,7	1,6	7,8	1,4	7,9	21,1
Maíz	B-91	0,7	0,3	9,1	3,4	1,3	30,0

\* Ensayo descartado por CV muy alto

**Convenciones**

- 1 FR.AR. : Frijol arbustivo
- 2 MC-FRV. : Maíz criollo-frijol voluble
- 3 FR.V. : Frijol voluble
- 4. ARV. : Arveja

# Especies arbóreas multipropósito para sistemas agroforestales

LUIS ENRIQUE ACERO DUARTE \*

## Resumen

**D**entro de la gran variedad de especies arbóreas podemos resaltar algunas cuyo potencial de utilidad no estriba únicamente en el aprovechamiento de la madera, sino porque al ser evaluadas nos permiten ver que el Ingeniero Forestal puede ampliar su campo de acción si tiene en cuenta al árbol y sus productos como materia prima de otras industrias.

Por lo anterior es importante conocer acerca de las especies arbóreas promisorias multipropósito y evaluar el estado actual de la investigación, para así determinar los vacíos existentes y poder encaminar los esfuerzos a complementar su conocimiento.

De otra parte no se trata de incursionar en otras disciplinas, sino de trabajar conjuntamente para optimizar los estudios y evitar duplicación de esfuerzos.

Finalmente podemos decir que la meta no es sólo identificar e investigar especies promisorias multipropósito, la meta, es implementarlas en programas que favorezcan el rendimiento sostenido del suelo y sean una alternativa viable y efectiva para el sector rural.

## Antecedentes

El sector forestal nació y se desarrolló en Colombia (década de los 50 y 60) con la Misión Alemana y el Servicio Forestal de E.E.U.U. a través de disciplinas tales como Silvicultura y Aprovechamiento de especies maderables de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*.

Con el paso del tiempo y aunque no en gran número se fueron incluyendo como objeto de estudio e investigación algunas especies forestales nativas, aunque siempre desde el punto de vista de producción de madera. Respecto de lo anterior es loable el resultado

---

\* Ingeniero Forestal, Dendrólogo - Profesor Catedrático, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital «Francisco José de Caldas».

obtenido en Zambrano - Bolivar por PIZANO S.A. con especies tales como ceiba tolúa (*Bombacopsis quinatum*), roble (*Tabebuia sp.*) y otras.

Sin embargo, a través del tiempo, la insistencia en centrar la atención en el árbol madera permitió que otros sectores (Agronomía, Biología, Zootecnia) ganaron espacios a su costa, a partir del manejo de los conceptos árbol-comida, árbol-protección medioambiental árbol-forraje, cerca viva, árbol-medicina, árbol-colorante, árbol-fibra, árbol-artesanía, árbol-esencia, árbol-ornato, árbol-fauna y árbol-industria.

#### EL ARBOL Y LA AGRICULTURA DEL FUTURO

Se ha venido observando que en el Mercado Común Europeo, están logrando buenos precios los productos vegetales obtenidos dentro de manejos relacionados con: ausencia de fertilizantes y plaguicidas comerciales y uso de fertilizantes orgánicos. Esta es una agricultura que se ha dado en llamar ecológica o biológica.

El árbol ha mostrado sus bondades dentro de estos sistemas de producción, debido a que facilita regulación microclimática, rendimiento intensivo y sostenido del suelo, y además grandes perspectivas agroindustriales en los campos de alimentación humana, alimentos concentrados para animales, aceites, grasas, vinos, frituras de astilla, productos para desayunos, compotas, encurtidos, fruta fresca y otros.

Dentro de algunos pisos climáticos de Colombia se hallan especies arbóreas que por si mismas jalonarían, a través de cultivo y procesos agroindustriales, grandes proyectos de beneficio comunitario. Su implementación apoyaría además los programas oficiales de sustitución de cultivos ilegales.

En términos generales se puede establecer

que las especies arbóreas frutales inician su producción entre el tercer y sexto año de vida y tienen una etapa productiva de 50 a 70 años. Por lo anterior no es aventurado recomendar que los territorios actualmente viven su bonanza petrolera (Arauca, Casanare) los cuales tendran una duración de 10 a 15 años, deberían iniciar pronto una fase de cultivo con especies arbóreas de posibilidad agroindustrial.

#### ESPECIES ARBOREAS DEL PISO ANDINO

##### *Uva Camarona - Macleania rupestris*

Especie arbustiva con grandes posibilidades de cultivo y aprovechamiento en zonas húmedas entre 2.300 y 3.300 m.s.n.m.

Producto Aprovechable. Fruto en baya globosa de 15 mm. de diámetro, para consumo en fresco y para procesar.

##### Algunas especies arbóreas multipropósito para sistemas agroforestales

- 3.200 m.s.n.m. -

*Uva Camarona Macleania rupestris*

*Cerezo Prunus serotina*

- 2.200 m.s.n.m. -

*Chachafruto Erythrina edulis*

*Jaca Artocarpus integrifolia*

- 1.100 m.s.n.m. -

*Arbol del Pan Artocarpus altilis*

*Yarumo Uvo Pourouma cecropiaefolia*

*Inchi Caryodendron orinocense*

*Trupillo Prosopis juliflora*

*Cerezo - Prunus serotina*

Especie arbórea que a pesar de tener en sus frutos una buena demanda, sin embargo el conocimiento de cultivo y posibilidades agroindustriales es deficiente.

**Cuadro 1. Análisis bromatológico del fruto de *Macleania rupestris***

Caracterización	Porcentaje
Humedad	65,67 %
Cenizas	0,4184 %
Azúcares reductore	6,65 %
Azúcares totales	8,625 %
Acido ascórbico	4,324 %
Proteínas	0,36 %
Grasas	1,2467 %

Fuente: Universidad Pedagógica. Bogotá.

**Cuadro 2. Minerales en la pulpa**

Mineral (mg/100g)	Valor
Calcio	136,90
Fósforo	10,30
Sodio	8,69
Magnesio	8,20
Potasio	5,24
Manganeso	3,02
Hierro	0,97
Cobre	0,17

Fuente: Universidad Pedagógica. Bogotá.

Se le observa buen crecimiento y producción en el rango altitudinal de 2.000 a 3.000 m.s.n.m.

Producto Aprovechable: Drupa globosa de 13 mm de diámetro para consumo en fresco y para procesos.

Modalidad de Cultivo: Mientras se configura como un cultivo comercial el cerezo podría cultivarse como lindero - cerca viva.

Necesidades de investigación: Es importante iniciar una selección de procedencias dirigida al logro de buen tamaño y sabor de frutos; de

otro lado se amerita la investigación de procesos agroindustriales que amplie la utilización diferente a fruto fresco.

**Especies arbóreas del piso subandino**

***Balu o Chachafruto - Erythrina edulis***

Especie para promocionar y aprovechar en el rango altitudinal de 1.400 a 2.400 m.s.n.m.

Producto Aprovechable: Fruto en legumbre de 40 cm de longitud. Se calcula que entre los años de 1.990 a 1.992 se sembraron en el país unos 8 millones de árboles dentro de la campaña de promoción del Proyecto Chachafruto (Universidad Distrital - CIID - CONIF - Universidad Nacional). Ha habido ya intentos por comercializar 2 productos derivados; uno a partir de harina de semilla para coladas y teteros de bebé y otro en frituras tipo snack. Esta especie forestal multipropósito puede propiciar el montaje de una industria molinera dirigida al mercado de harinas compuestas (alimentación humana) o a la producción de concentrados para alimentación animal.

**Cuadro 3. Aprovechamiento industrial de la semilla de chachafruto**

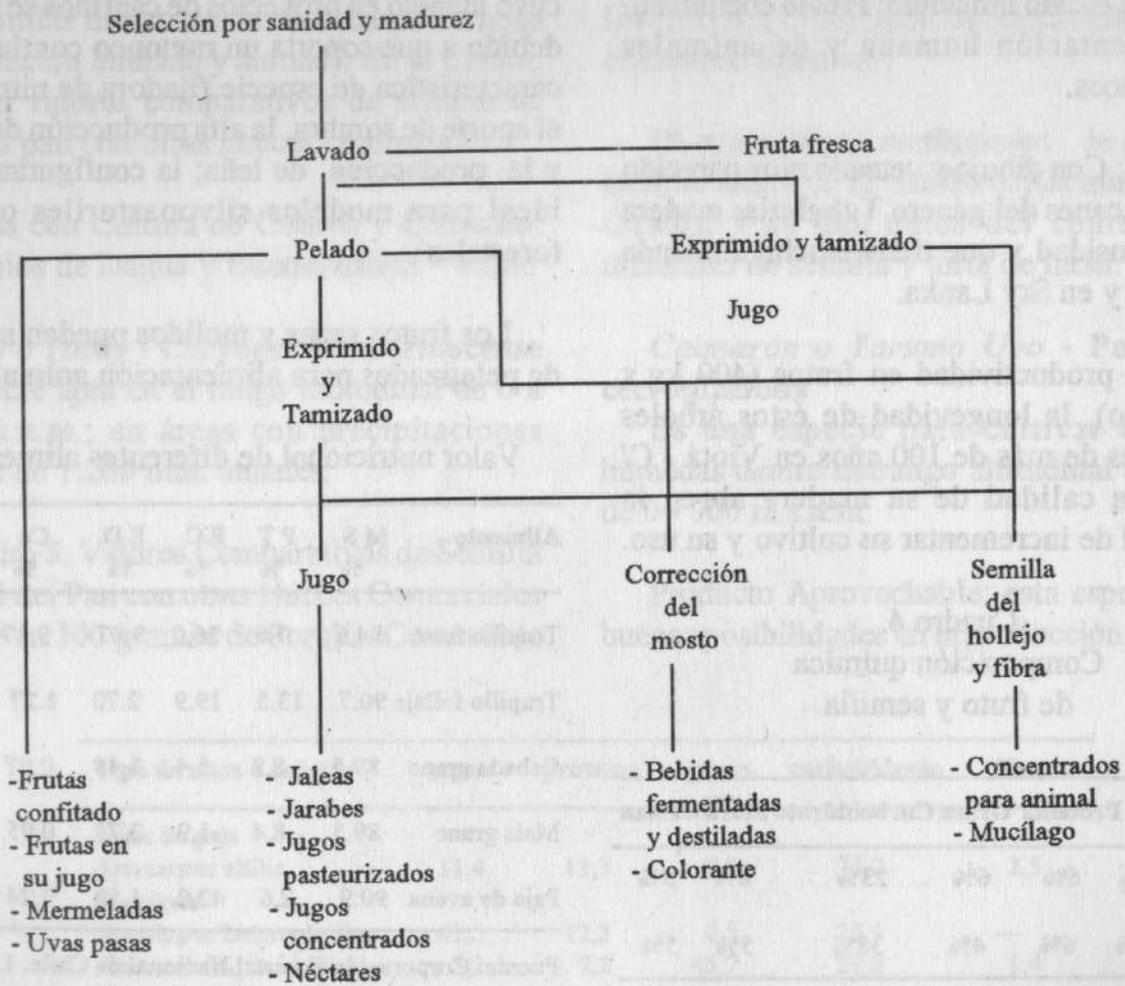
	Alimentación humana	Alimentación animal
Grano hidratado o fresco	Previo cocimiento -Encurtidos -Compotas -Frituras tipo «snack» -Culinaria casera	Semilla cocida -Alimentación de monogástricos Semilla cruda -Alimentación rumiantes
Grano deshidratado y molido	-Harinas compuestas -Hojuelas tipo «flakes» para el desayuno	-Peletizados para concentrados

***Jaca - Artocarpus heterophyllus***

Especie frutal y maderable para cultivar y aprovechar en rangos altitudinales de 0 a 1.300

## POSIBLE APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DEL FRUTO DE LA UVA CAMARONA

Recolección  
Transporte  
R.M.P.



m.s.n.m. con precipitación promedio anual de 1.200 mm.

**Producto Aprovechable:** Fruto en agregado ovoide de 20 kg. de peso. Adicionalmente madera de gran dureza y excelente veteadado.

**Areas de Cultivo:** Vereda Ceilán - Municipio de Viotá - Cundinamarca. Fruto en estado maduro: En este estado se aprovecha la envoltura amarilla de las semillas para: consumo humanodirecto, en pudines, jugos, etc. El sobrante del fruto para consumo animal.

Fruto en estado inmaduro: Previo cocimiento para alimentación humana y de animales monogástricos.

**Madera:** Con dibujo y veteadado muy parecido a los guayacanes del género *Tabebuia*; madera de gran densidad y que tiene mucha demanda en la India y en Sry Lanka.

La alta productividad en frutos (400 kg.x árbol x año), la longevidad de éstos árboles (Ejemplares de más de 100 años en Viotá - C/ marca y la calidad de su madera abren la posibilidad de incrementar su cultivo y su uso.

**Cuadro 4.**  
Composición química  
de fruto y semilla

Elem.	Agua	Proteína	Grasa	Carbohidrato	Fibra	Ceniza
Fruto	73%	6%	6%	23%	8%	5%
Semilla	51%	6%	4%	38%	5%	5%

En el Cuadro 4 se dan datos sobre la composición química del fruto y la semilla.

Composición en porcentaje sobre un fruto de 22,5 Kg pulpa de semilla 31,1%, pedúnculo y pericarpio 30,0%, fibra de mesocarpo 23,9%, semilla 8,9%.

### Especies arbóreas del piso tropical o de bajura

#### *Trupillo o Algarrobo - Prosopis juliflora*

Especie que prospera en áreas con precipitaciones menores de 900 mm entre rangos altitudinales de 0 a 800 m.s.n.m.

**Producto Aprovechable:** Fruto en legumbre para alimentación animal. Producción de leña. Flores (apicultura). Goma - laca.

**Implementación:** El trupillo es una especie cuyo manejo en proyectos de caprinos se facilita debido a que soporta un ramoneo continuo. Su característica de especie fijadora de nitrógeno, el aporte de sombra, la alta producción de fruto, y la producción de leña; la configuran como ideal para modelos silvopastoriles o agro-forestales.

Los frutos secos y molidos pueden ser base de peletizados para alimentación animal.

#### Valor nutricional de diferentes alimentos

Alimento	MS %	PT %	FC %	ED %	Ca %	P %
Trupillo fruto	94,6	7,6	26,0	3,07	9,17	0,02
Trupillo follaje	90,7	13,5	19,9	2,70	1,27	0,05
Cebada grano	89,5	8,9	5,4	3,45	0,07	0,27
Maíz grano	89,5	8,4	1,9	3,75	0,05	0,34
Paja de avena	90,9	2,6	42,2	1,50	0,24	0,09

Fuente: Corporación Forestal Nacional de Chile. 1.985.

M.S.Materia seca PT. Proteína Total FC Fibra cruda ED Mc/K . Energía digestible (megacalorías por kilo) Ca. Calcio P. Fósforo

Areas de Trupillo: Valle Seco del Río Magdalena.

**Arbol del Pan - Artocarpus altilis**

Especie para cultivar desde el nivel del mar hasta los 1.100 m.s.n.m., en áreas con más de 1.100 mm de precipitación al año.

**Producto Aprovechable:**

- Cultivar de fruto sin semilla: fruto en agregado globoso de 1.5 Kg de peso, con mesocarpo succulento y comestible (alimentación humana y animal).

Cultivar de fruto con semilla: fruto en agregado globoso de 1 Kg de peso con unas 40 a 50 semillas dentro de un mesocarpo carnoso (alimentación humana y animal). En el Cuadro 5 se dan valores comparativos de semilla de árbol del pan con otras nueces comerciales.

Áreas con Cultura de Cultivo y Consumo: Municipios de Dagua y Buenaventura - Valle.

**Inchi o Tacay - Caryodendron orinocense**

Especie apta en el rango altitudinal de 0 a 800 m.s.n.m.; en áreas con precipitaciones mayores de 1.200 mm. anuales.

Cuadro 5. Valores Comparativos de Semilla de Arbol del Pan con otras Nueces Comerciales con base en 100 gramos de Porción Comestible

**Producto Aprovechable:** Semilla que produce aceite para consumo humano dejando como excedente una torta residual de alto valor proteico para la industria de concentrados en alimentación animal o incluso en alimentación humana.

**El Aceite:** La presencia de ácidos grasos poliinsaturados en un 75 % los cuales **no producen colesterol** colocan el aceite de inchi como muy conveniente en la dieta humana; frente al de palma africana (8%), oliva (9,5%), coco 14%), maní (26%), ajonjolí (42%). Tiene también un alto porcentaje de ácido linoleico (73%) que es esencial para el organismo humano.

El contenido y rendimiento de aceite de inchi se indica en el Cuadro 6. Así mismo, en el Cuadro 7 se dan datos del contenido de minerales de semilla y torta de inchi.

**Caimarón o Yarumo Uvo - Pourouma cecropiaefolia**

Es una especie para cultivar en zonas húmedas dentro del rango altitudinal climático de 0 - 900 m.s.n.m.

**Producto Aprovechable:** esta especie tiene buenas posibilidades en la producción de vinos,

Tipo de nuez o especie	agua	proteína	grasa	carbohidrato	fibra
<b>Nuez de pan</b>					
Artocarpus altilis	11,4	13,3	6,2	76,2	2,5
<b>Jackfruit</b>					
Artocarpus heterophyllus	61,5	12,3	0,5	25,1	—
Anacardium occidentale	5,2	7,2	45,7	29,3	1,4
<b>Macadamia</b>					
Macadamia tetraphylla	3,0	7,8	71,6	15,9	2,5
<b>Nuez del Brasil</b>					
Bertholletia excelsa	4,6	14,3	66,9	10,9	3,1
<b>Coco seco</b>					
Cocus nucifera	3,6	7,2	64,9	23,0	3,9

Fuente: Universidad de Puerto Rico, Mayaguez. 1.983.  
Bromatología de Breadfruit.



FIGURA 1.

La uva camarona; una especie arbustiva para recuperar suelos y generar agroindustria. (11 toneladas de fruto x hectárea x año).



FIGURA 2.

El chachafruto o balú. Un árbol adulto puede producir 170 kilos de fruto al año.

alcohol industrial y jaleas. La Empresa Licorera del Putumayo inició compras de fruta en 1.973 dirigidas a la elaboración de vino. Hay una segunda empresa que está produciendo alcohol industrial a partir del fruto.

**Cuadro 6.**  
Contenido y rendimiento de aceite de inchi en comparación con otros aceites vegetales.

Especie	Contenido de aceite en la semilla %	Rendimiento Kg. aceite x Ha.
Inchi	53	4.300
Palma africana	50	4.000
Coco	62	1.500
Maní	42	450
Girasol	38	425
Soya	17	350
Ajonjolí	47	300
Algodón	18	180

Fuente: ZAPATA, C.G. & D.H. HERNANDEZ. 1.978. Extracción Hidráulica de Aceite a partir del Inchi. Universidad del Valle. Ingeniería Química. Cali - Col. 84 pág.

**Cuadro 8.**  
Análisis bromatológico sobre 100 Gr de fruto húmedo de caimaron

Elemento	Porcentaje
Humedad	98,00%
Grasa	6,55%
Fibra	4,35%
Proteína	4,20%
Cenizas	3,77%
Extracto no nitrogenado	81,13%

Fuente: HURTADO, Luis Alberto. Universidad del Tolima. 1.983.

Areas con Cultura de Consumo y Cultivo: Departamentos del Amazonas y Putumayo. Vereda Rumiayaco y Planadas en el Municipio de Mocoa - Putumayo.

En los Cuadros 9, 10 y 11 del Anexo, se indican las especies arbóreas multipropósito para diferentes pisos climáticos.

**Cuadro 7.**  
Contenido de minerales en semilla y torta de inchi

Mineral	Semilla en 100 Gr.	torta en 100 Gr.	Necesidad por Persona x día
Fósforo	366 mg	746 mg	800 mg
Magnesio	174 mg	360 mg	—
Hierro	19 mg	40 mg	15 mg
Calcio	330 mg	680 mg	800 mg.

Fuente: MARTINEZ. 1.990 El Inchi. El AGRO. 25 (3) 21 - 23. Quito - Ecuador.

## ANEXOS

 Cuadro 9.  
 Especies Arbores para Piso Climático Andino Húmedo

Especie	Arboles por hectárea	Iniciación fase productiva	Producción anual de fruto	Perspectivas usos	Cultivos asociados
<i>Macleania rupestris</i>	1.100	4o Año	-10 Kg x arbusto.	-Vino, -Jugos, -Néctares,	-Pasto kikuyo <i>Pennisetum clandestinum</i>
Uva Camarona			11 Ton x Hectárea.	-Uvas pasas,	
Uva				-Colorante, -Jaleas, -Frutas	-Haba andina <i>Vicia andicola</i>
		confitadas.			
<i>Prunus serotina</i>	204	4o Año	-25 Kg x árbol.	-Mermelada, -Jugos, -Vinos,	-Lulo <i>Solanum quitoense</i>
Cerezo				-Néctares.	
Capuli			-5 Ton x Hectárea.		-Pasto kikuyo <i>Pennisetum clandestinum</i>

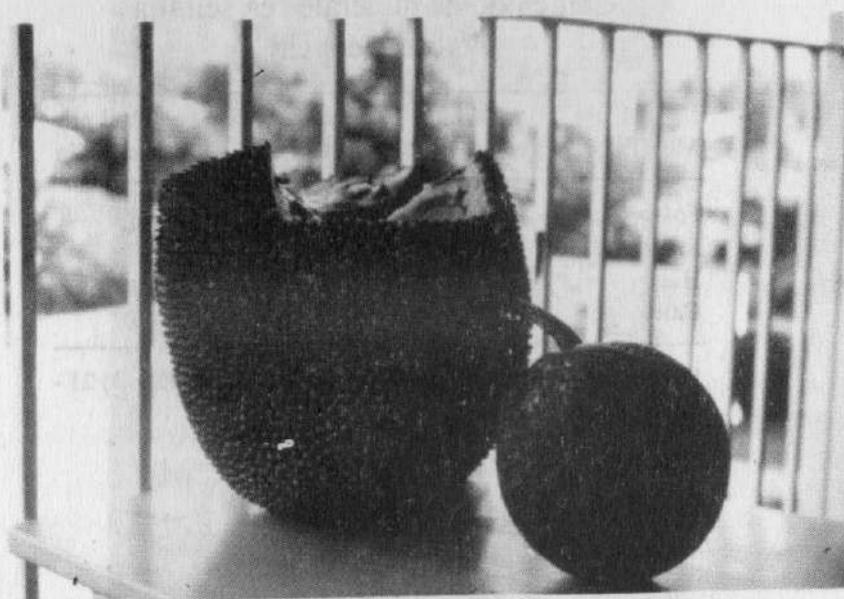


FIGURA 3.

El jaca (a la izquierda), cada fruto puede pesar 28 kilos. El frutopan (a la derecha) sin semilla se está tratando de cultivar en el interior del país, (Proyecto Arbol del Pan).

Cuadro 10.  
Especies Arbóreas para Piso Climático Subandino Húmedo

Especie	Arboles por hectárea	Iniciación fase productiva	Producción anual de fruto	Perspectivas usos	Cultivos asociados
<b>Erythrina edulis</b>	156	3o Año	-170 Kg x árbol.	-Harinas	-Café
Chachafruto				-compuestos, (alimento humano)	<b>Coffea arabiga</b>
Balu			-26 Ton x Hectárea.	-Pelets, (alimento animal)	-Lulo
Nupo			-2,3 Ton de harina de semilla x hectárea	-Snacks,	<b>Solanum quitoense</b>
Chaporuto				-Almidones,	-Bore
Poroto				-Compotas.	<b>Xanthosoma belophyllum</b>
Cachafruto			-4,2 Ton. de harina de fruto x hectárea		
<b>Artocarpus heterophyllus</b>	100	5o Año	-450 Kg x árbol.	-Jugos,	-Guandul
Jaca				-Flan o Pudín	<b>Cajanus cajan</b>
Jackfruit			-45 Ton x Hectárea.	-Encurtidos,	
				-Harinas compuestas,	-Bore
				-Colorante, (madera)	<b>Xanthosoma belophyllum</b>
				-Látex, (Industria de barnices y pegantes)	-Café
				-Medicina casera.	<b>Coffea arabiga</b>



FIGURA 4. El árbol del pan puede producir en fruto anualmente 30 toneladas por hectárea.

**Cuadro 11.**  
**Especies para Pisos Climáticos Cálidos Húmedos y Cálidos Secos**

<b>Especie</b>	<b>Arboles por hectárea</b>	<b>Iniciación fase productiva</b>	<b>Producción anual de fruto</b>	<b>Perspectivas usos</b>	<b>Cultivos asociados</b>
<b>Prosopis juliflora</b>	100	4o Año	-100 Kg x árbol.	-Frutos para concentrado alimentación animal.  -Goma para cosméticos (fuste).  -Arbol melífero.	-Zábila Aloe vera  -Patilla Citrullus vulgaris  -Sorgo Sorghum vulgare
<b>Caryodendron orinocense</b> Inchi	100	5o Año	-160 Kg x árbol	-Aceite para mesa	-Guandul Cajanus cajan
Tacay			-16 Ton x Hectárea.	-Semilla para confitería.	-Papachina Colocasia esculenta
Almendrillo			-4 Ton de aceite x Hectárea.	-Torta residual para concentrados alimento animal	-Bore Xanthosoma belophyllum
			-3,5 Ton de torta residual x Hectárea.	-Hojuelas tipo flakes para desayuno	-Cacao Theobroma cacao
<b>Pourouma cecropiaefolia</b> Caimarón	156	4o Año	-250 Kg x árbol.	-Vinos, -Uva pasa, -Jugos, -Néctares, -Jaleas.	-Cacao Theobroma cacao
Yarumo Uvo			-40 Ton x Hectárea.		-Borojó Borojoa patinoi

Continuación Cuadro 11.  
Especies para Pisos Climáticos Cálidos Húmedos y Cálidos Secos

Especie	Arboles por hectárea	Iniciación fase productiva	Producción anual de fruto	Perspectivas usos	Cultivos asociados
Uvilla					-Papachina Colocasia esculenta -Guandul Cajanus cajan Bore Xanthosoma belophyllum
Artocarpus altilis	156	4o Año	-200 Kg x árbol.	-Harinas compuestas (Alimento humano).	-Guandul Cajanus cajan
Arbol del Pan			-30 Ton x Hectárea.		-Cacao Theobroma cacao
Guampano				-Pelets (Alimento animal).	-Papachina Colocasia Cultivos
Pan de Arbol				-Almidón, -Snacks, -Alcohol industrial.	-Bore Xanthosoma belophyllum



FIGURA 5. Una hectárea en cultivo de tacay puede producir 4 toneladas de aceite y 3,5 toneladas de torta residual de alto contenido proteico



FIGURA 6. 156 árboles de caimarón por hectárea pueden producir 40 toneladas de fruto al año.

#### Bibliografía

1. ACERO D., LUIS ENRIQUE. 1979. Principales plantas útiles de la Amazonía Colombiana. Bogotá. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 332 p.
2. —. 1985. Árboles de la Zona Cafetera Colombiana. Bogotá. FONDO CULTURAL CAFETERO. 285p.
3. —. 1988. Proyecto Silvicultura y Productividad del Chachafruto - *Erythrina edulis*. Bogotá. Universidad Distrital «Francisco José de Caldas». 68 p.
4. —, et al. 1990. El manto de la tierra. Bogotá. CAR, GTZ, KFW. 332 p.
5. AMAYA, N.A. y RINCON, H.A. 1989. Contribución al estudio de la uva camarona (*Macleania rupestris*). Bogotá. Departamento de Química. Universidad Nacional. 225 p.
6. DE VALENCIA CH., Lucia y DE CARRILLO M., Nohora. 1991. Anatomía del Fruto de *Macleania rupestris*. Bogotá. Departamento de Biología. Universidad Nacional. 150 p.
7. FAO. 1985. Estado actual del conocimiento sobre *Prosopis tamarugo* y *Prosopis juliflora*. Chile. Universidad de Tarapaca. Corporación Nacional Forestal de Chile. 483p.
8. HURTADO, Luis Alberto. 1983. Estudio dendrológico y silvicultural del *Pourouma cecropiaefolia*. Ibagué. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. 210 p.
9. LOZANO, N. y M.L. de VALENCIA. 1993. Anatomía floral de *Macleania rupestris*. Bogotá. Universidad Nacional. 89 p.
10. MARTINEZ, J.B. 1980. El Inchi. El Agro. Quito -Ecuador. 25 (3): 21 - 23.
11. MENDOZA, Humberto. 1991. Biología floral del caimarón (*Pourouma cecropiaefolia*). Cali. Universidad del Valle Corporación Autónoma Regional del Putumayo. 110 p.
12. SILVA, M. L. 1989. Estudio bromatológico de 3 especies de frutos comestibles de los páramos. Bogotá. Tesis Magister Biología. Universidad Javeriana. 145 p.
13. TOVAR, I. y CARDENAS, E. 1975. Análisis bromatológico de la *Macleania rupestris*. Bogotá. Universidad Pedagógica. 130 p.
14. ZAPATA, C. G. y O. HERNANDEZ. 1978. Extracción hidráulica de aceite a partir del Inchi. Cali. Universidad del Valle Ingeniería Química. 84 p.

# Cambios recientes en los nombres científicos de especies de importancia forestal

ROCIO CORTES BALLEEN\*

## Resumen

**L**as revisiones taxonómicas de muchos grupos de plantas tropicales han alterado notablemente su denominación. Con el objeto de actualizar los nombres científicos de la colección del Herbario Forestal de la Universidad Distrital, se realizó una revisión de literatura que permitió detectar los principales cambios. Se discuten aspectos relacionados al problema taxonómico y al nomenclatural y posteriormente se presenta una lista de los nombres científicos válidos y el o los sinónimos más conocidos en la literatura forestal.

## Introducción

En los últimos años se ha incrementado notablemente el número de revisiones taxonómicas de plantas tropicales. Nuestro país y los países vecinos han publicado parcialmente sus floras y muchos investigadores han realizado revisiones de grupos de manera independiente dentro de proyectos a largo plazo. Dentro de éstos últimos se destaca el proyecto «Flora Neotropical», en el que participan botánicos de todo el mundo y que pretende inventariar la flora del trópico americano. Tales revisiones taxonómicas han alterado la denominación de algunas especies arbóreas conocidas en nuestro medio, y para poder acceder a la información que sobre ellas se genera, es indispensable conocer sus nombres válidos.

Con el propósito de actualizar los nombres de las especies depositadas en la colección del Herbario Forestal de la Universidad Distrital, se realizó una revisión bibliográfica que permitió detectar los principales cambios en la denominación de las especies forestales.

## ANTECEDENTES

### La importancia de los nombres científicos

Los nombres científicos, pese a ser el primer obstáculo para quienes se inician en la botánica, son, sin lugar a dudas, los únicos que garantizan una denominación inequívoca para cada especie.

\* Ingeniera Forestal. Directora, Herbario Forestal. Profesora, Depto. de Recursos Forestales, Fac. de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital «Francisco José de Caldas».

Mientras que una planta tiene un sólo nombre científico válido, puede tener varios nombres comunes, o incluso no tener; los nombres científicos son universales y se reconocen en todo el mundo, contrario a lo que ocurre con los nombres comunes, los cuales se aplican sólo a un idioma; adicionalmente, los nombres científicos son informativos, permiten hacer relaciones entre especies del mismo género o entre géneros de la misma familia.

Lo anterior no quiere decir que los nombres comunes deban entrar en desuso, al contrario, son los que permiten intercambiar información con la comunidad y acceder a los conocimientos de culturas populares o milenarias, pero deben estar siempre acompañados del nombre científico de la especie para evitar confusión o pérdida de información.

### El problema taxonómico

Las revisiones taxonómicas conducen a una variada gama de conclusiones, dentro de las más comunes se encuentran:

- Especies que conservan su identidad.
- Especies que antes se consideraban diferentes y que corresponden sólo a una.
- La que se consideraba una especie y que corresponde a dos o más.
- Especies que se transfieren sin cambio de rango, por ejemplo de un género a otro, o con cambio de rango, por ejemplo de especie a subespecie.

La reubicación taxonómica es el producto del análisis de revisiones anteriores a la luz de los conocimientos actuales. El acceso a las colecciones depositadas en los herbarios y el trabajo de campo, unidos a un profundo conocimiento de la historia taxonómica del grupo en estudio, brindan las herramientas

necesarias para que el botánico plantee un nuevo esquema de su clasificación.

Aunque no siempre una revisión posterior garantiza ser mejor que una anterior, se supone que con mayor evidencia (descripción de especies nuevas, revisión de grupos afines, estudio de nuevos caracteres, etc), se pueden establecer de una mejor forma las similitudes y las diferencias de los taxa entre sí.

### El problema nomenclatural

Una vez se han definido las entidades y se ha resuelto el problema taxonómico, se debe establecer el nombre correcto de cada una de ellas.

El conjunto de reglas que rigen la asignación de nombres a las plantas se recopilan en el «Código Internacional de Nomenclatura Botánica» (Greuter et. al., 1988); en él se indica el procedimiento para realizar publicaciones válidas de las especies nuevas, así como también para seleccionar el nombre correcto cuando los taxa se unen, dividen, transfieren o rechazan.

El código mencionado establece que cuando dos o más especies se unen, se debe retener el epíteto específico legítimo más antiguo (Principio de la prioridad); cuando una especie se divide en dos o más, se debe retener el epíteto específico para una de ellas; y que cuando una especie se transfiere, se debe retener el epíteto específico si es legítimo. De igual forma los nombres se deben rechazar si no cumplen con las reglas que establece el código.

Al establecer el nombre válido de una especie, los nombres a los que ha estado ligada históricamente pasan a ser sus sinónimos. Es muy útil citar a continuación del nombre válido el, o los sinónimos más conocidos de cada especie, hasta tanto sea de uso común su nuevo nombre.

## RESULTADOS

A continuación se presenta la lista de los nombres de las principales especies arbóreas que han pasado a la sinonimia. El nombre válido aparece en negrilla y cursiva, a continuación se encuentra el o los sinónimos más conocidos en cursiva, al final y entre corchetes la referencia bibliográfica, si la referencia es la misma para toda la familia, aparece al inicio.

## ANACARDIACEAE:

[Barfod, 1987]

- *Spondias mombin* L.*Spondias lutea* L.- *Tapirira guianensis* Aublet*Tapirira myriantha* Triana & Planchon

## APOCYNACEAE:

- *Himatanthus articulatus* (Vahl) Woodson*Himatanthus articulata* (Vahl) Woodson /[Plumel, 1991] - *Macoubea guianensis* Aublet var. *pubiflora* Monachino *Macoubea witotorum* Schultes / [Alloige, 1985]- *Molongum laxum* (Bentham) Pichon*Tabernaemontana laxa* Bentham /

[Zarucchi, 1987]

- *Molongum lucidum* (H.B.K.) Zarucchi*Ambelania lucida* (H.B.K.) Markgraf /

[Zarucchi, 1987]

- *Mucoa duckei* (Markgraf) Zarucchi*Ambelania markgrafiana* Monachino /

[Zarucchi, 1987]

- *Neocouma ternstroemiacea* (Muell. Arg.)

Pierre

*Tabernaemontana ternstroemiacea* Muell.

Arg.

- *Rhigospira quadrangularis* (Muell. Arg.)Miers *Ambelania quadrangularis* Muell. Arg. / [Zarucchi, 1987]- *Spongiosperma macrophyllum* (Muell.

Arg.) Zarucchi

*Ambelania lopezii* Woodson / [Zarucchi,

1987]

## ARALIACEAE:

[Maguire et. al., 1984]

- *Dendropanax arboreum* (L.) Decaisne & Planchon*Gilibertia arborea* (L.) Marchal- *Schefflera morototoni* (Aub.) Maguire, Stey. & Frodin *Didymopanax morototoni* (Aub.) Decaisne & Planchon

## BIGNONIACEAE:

[Gentry, 1992]

- *Tabebuia chrysea* Blake*Roseodendron chryseum* (Blake) Miranda- *Tabebuia donell-smithii* Rose*Roseodendron donell-smithii* (Rose)

Miranda

*Roseodendron millsii* (Miranda) Miranda

## BOMBACACEAE:

[Alverson, 1994]

- *Pachira coriacea* (Martius) W.S. Alverson*Bombax coriaceum* Martius*Rhodognaphalopsis coriacea* (Martius) A.

Robyns

*Pochota coriacea* (Martius) Steyermark &

W.D. Stevens

- *Pachira quinata* (Jacquin) W.S. Alverson*Bombax quinatum* Jacquin*Pochota quinata* (Jacquin) W.D. Stevens- *Pachira sordida* (R.E. Schultes) W.S. Alverson*Bombax sordidum* R.E. Schultes*Rhodognaphalopsis coriacea* (Martius) A.Robyns var *sordida* (R.E. Schultes) A. Robyns*Pochota sordida* (R.E. Schultes) Steyermark & Stevens

## BRUNELLIACEAE:

- *Brunellia integrifolia* Szyszylowicz*Brunellia hispida* Cuatrecasas*Brunellia mollis* Cuatrecasas / [Cuatrecasas, 1970]

## BURSERACEAE:

- *Crepidospermum cuneifolium* (Cuatrec.)

Daly

*Hemicrepidospermum cuneifolium*  
Cuatrec. / [Daly, 1987]

- *Dacryodes cuspidata* (Cuatrec.) Daly  
*Trattinickia cuspidata* Cuatrec. / [Daly,  
1989]

- *Protium fimbriatum* Swart.  
*Paraprotium amazonicum* Cuatrec. / [Daly,  
1989]

- *Protium nitidifolium* (Cuatrec.) Daly  
*Paraprotium nitidifolium* Cuatrec. / [Daly,  
1989]

- *Protium vestitum* (Cuatrec.) Daly  
*Paraprotium vestitum* Cuatrec. / [Daly,  
1989]

#### CAESALPINIACEAE:

- *Apuleia leiocarpa* (J. Vogel) J.F. Macbride  
*Apuleia molaris* Spruce ex Bentham  
[Lewis, 1987; citado en Brako & Zarucchi,  
1993]

- *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze  
*Tara spinosa* (Molina) Britton & Rose  
[Carrillo, 1974; citado en Brako & Zarucchi,  
1993]

- *Hymenaea oblongifolia* var. *palustris*  
(Ducke) A.T. Lee & Langenheim  
*Hymenaea palustris* Ducke / [Spichiger et.  
al., 1989]

- *Senna alata* (L.) Roxburgh  
*Cassia alata* L. / [Irwin & Barneby, 1982]

- *Senna multiglandulosa* (Jacquin) Irwin &  
Barneby  
*Adipera tomentosa* (L.f.) Britton & Rose  
*Cassia tomentosa* L.f. / [Irwin & Barneby,  
1982]

- *Senna spectabilis* (DC.) Irwin & Barneby  
var. *spectabilis*  
*Cassia spectabilis* DC. / [Irwin & Barneby,  
1982]

- *Senna viarum* (Little) Irwin & Barneby  
*Cassia velutina* (Britton & Killip) Garcia  
Barriga y Forero González  
*Cassia viarum* Little / [Irwin & Barneby,  
1982]

- *Tachigalia micrantha* (L.O. Williams)

Zarucchi & Herendeen

*Sclerolobium micranthum* L.O. Williams  
[Brako & Zarucchi, 1993]

#### CECROPIACEAE:

[Berg et. al., 1990]

- *Coussapoa asperifolia* ssp. *magnifolia*  
(Trecul) Akkermans & C.C. Berg

*Coussapoa magnifolia* Trecul

*Coussapoa hypochlora* Standley

- *Coussapoa crassivenosa* Mildbraed

*Coussapoa steyemarii* Cuatrecasas

- *Coussapoa parviceps* Standley

*Coussapoa oligoneura* Mildbraed

- *Coussapoa vannifolia* Cuatrecasas

*Coussapoa rotunda* Little

- *Coussapoa villosa* Poeppig & Endl.

*Coussapoa lawrancei* Standley

*Coussapoa danielis* Cuatrecasas

*Coussapoa mutisii* Killip & Cuatrecasas

*Coussapoa planitiensis* Cuatrecasas

- *Pourouma bicolor* Martius subsp. *bicolor*

*Pourouma lawrancei* Standley

*Pourouma schultesii* Cuatrecasas

- *Pourouma bicolor* Martius subsp.  
*chocoana* (Standley) C.C. Berg & van Heusden

*Pourouma chocoana* Standley

- *Pourouma cecropiifolia* Martius

*Pourouma sapida* Karsten

*Pourouma edulis* Dufresne

- *Pourouma cucura* Standley & Cuatrecasas

*Pourouma garciana* Cuatrecasas

- *Pourouma cuspidata* Mildbraed

*Pourouma tergozabra* Cuatrecasas

- *Pourouma guianensis* Aublet subsp.  
*guianensis*

*Pourouma radula* Benoist

- *Pourouma hirsutipetiolata* Mildbraed  
subsp. *hispida*

(Standley & Cuatrecasas) C.C. Berg & van  
Heusden

*Pourouma hispida* Cuatrecasas

- *Pourouma melinonii* Benoist subsp.  
*melinonii*

*Pourouma apaporensis* Cuatrecasas

- *Pourouma minor* Benoist
- Pourouma Cuatrecasasii* Standley
- *Pourouma mollis* Trécul subsp. *triloba* (Trécul) C.C. Berg & van Heusden
- Pourouma jaramilloi* Cuatrecasas
- *Pourouma ovata* Trécul
- Pourouma longipendula* Ducke

## CHRYSOBALANACEAE:

[Prance, 1972]

- *Licania apetala* (Meyer) Fritsch var. *apetala*
- Licania hylaea* Cuatrecasas
- *Licania arborea* Seeman
- Licania bullatifolia* Cuatrecasas

## CLUSIACEAE:

- *Garcinia madruno* (Kunth) Hammel
- Rheedia madruno* (Kunth) Planchon & Triana [Hammel, 1989]

## EUPHORBIACEAE:

- *Conceveiba martiana* Baillon
- Conceveibastrum martianum* (Baillon) Pax & Hoffman
- [Webster, com. per.; cit. en Brako & Zarucchi, 1993]
- *Hyeronima alchorneoides* Allemão var. *alchorneoides*
- Hyeronima chocoensis* Cuatrecasas / [Franco, 1990]
- *Hyeronima asperifolia* Pax & Hoffman
- Hyeronima sararita* Cuatrecasas / [Franco, 1990]
- *Hyeronima huilensis* Cuatrecasas
- Hyeronima pilifera* Cuatrecasas / [Franco, 1990]
- *Hyeronima macrocarpa* Muell. Arg.
- Hyeronima colombiana* Cuatrecasas / [Franco, 1990]
- *Hyeronima moritziana* (Muell. Arg.) Pax & Hoffman
- Hyeronima nevadensis* Cuatrecasas / [Franco, 1990]
- *Hyeronima scabrida* (Tul.) Muell. Arg.

*Hyeronima hirtinervia* Cuatrecasas / [Franco, 1990] -

- *Micrandra spruceana* (Baillon) R. E. Schultes
- Cunuria spruceana* Baillon / [Schultes, 1952]
- *Sapium glandulosum* (L.) Morong.
- Sapium biglandulosum* (L.) Muell. Arg.
- Sapium bogotense* Huber
- Sapium moritzianum* Klotzsch / [Kruijt, 1989]
- *Sapium laurifolium* (A. Rich.) Griseb.
- Sapium utile* Preuss / [Kruijt, 1989]
- *Sapium stylare* Muell. Arg.
- Sapium cuatrecasasii* Croizat
- Sapium putumayense* Croizat
- Sapium tolimense* Jum. / [Kruijt, 1989]

## FABACEAE:

- *Dipteryx rosea* Spruce ex Bentham
- Coumarouna rosea* (Spruce ex Bentham) Taubert.
- [Lima, com. per., citado en Brako & Zarucchi, 1993]

## FLACOURTIACEAE:

[Sleumer, 1980]

- *Carpotroche integrifolia* Kuhlmann
- Mayna integrifolia* (Kuhlman) Schultes
- *Carpotroche pacifica* (Cuatrecasas) Cuatrecasas
- Mayna pacifica* Cuatrecasas
- *Carpotroche ramosii* (Cuatrecasas) Cuatrecasas
- Mayna ramosii* Cuatrecasas
- *Homalium guianense* (Aublet) Oken
- Homalium chocoense* Cuatrecasas
- *Lindackeria laurina* Presl.
- Lindackeria nitida* Killip & Schultes
- *Mayna odorata* Aublet
- Mayna glomerata* Killip & Schultes

## LAURACEAE:

- *Anaueria brasiliensis* Kostermans
- Beilschmiedia brasiliensis* (Kostermans)

Kostermans

[citado en Brako & Zarucchi, 1993]

- *Cinnamomum cinnamomifolium* (H.B.K.)

Kostermans

*Phoebe cinnamomifolia* (H.B.K.) Nees

[Kostermans, 1961 / van der Werff, 1991]

- *Licaria triandra* (Swartz) Kostermans

*Licaria limbosa* (R. & P.) Kostermans

[Kurz, 1983; citado en Brako & Zarucchi, 1993]

- *Ocotea oblonga* subsp. *cuprea* (Meissner)

Rohwer

*Ocotea cuprea* (Meissner) Mez

[Rohwer, 1986; citado en Brako & Zarucchi, 1993]

- *Persea americana* Miller var. *americana*

*Persea gratissima* Gaert. Fruch. & Seem /

[Köop, 1966]

LECYTHIDACEAE:

- *Eschweilera gigantea* (Knuth) J. F.

Macbride

*Chytroma gigantea* Knuth

[Mori & Prance, 1990; cit. en Brako & Zarucchi, 1993]

- *Eschweilera parvifolia* C. Martius ex A.

DC.

*Eschweilera timbuchensis* Knuth

[Mori & Prance, 1990; cit. en Brako & Zarucchi, 1993]

- *Grias neuberthii* Macbride

*Grias foetidissima* Dugand / [Prance &

Mori, 1979]

- *Gustavia longifolia* Poeppig ex Berg

*Gustavia magna* Cuatrecasas

*Gustavia dumitiana* Garcia-Barriga

[Prance & Mori, 1979]

LORANTHACEAE:

- *Gaiadendron punctatum* (R. & P.) G. Don

*Gaiadendron tagua* (H.B.K.) G. Don /

[Dueñas, 1991]

LYTHRACEAE:

- *Lafoensia acuminata* (R. & P.) DC.

*Lafoensia speciosa* (H.B.K.) DC. /  
[Lourteig, 1989]

MALVACEAE:

- *Hampea punctulata* Cuatrecasas

*Hampea romeroi* Cuatrecasas

*Hampea dukei* A. Robyns / [Fryxell, 1969]

MELASTOMATACEAE:

- *Bellucia pentamera* Naudin

*Bellucia axinantha* Triana / [Renner, 1989]

MELIACEAE:

[Pennington, 1981]

- *Guarea grandifolia* A. DC.

*Guarea gigantea* Triana & Planchon

*Guarea mancharra* Cuatrecasas

- *Guarea guidonia* (L.) Sleumer

*Guarea trichilioides* L.

- *Guarea kunthiana* Adr. Jussieu

*Guarea megaphylla* Cuatrecasas

- *Guarea polymera* Little

*Guarea chalde* Cuatrecasas

- *Guarea pterorhachis* Harms.

*Guarea aligera* Harms

- *Guarea pubescens* (L.C. Richard) Adr. Jussieu subsp. *pubescens*

*Guarea davisii* Sandwith

- *Guarea pubescens* (L.C. Richard) Adr. Jussieu subsp. *pubiflora* (Adr. Jussieu)

Pennington

*Guarea pubiflora* Adr. Jussieu

- *Trichilia appendiculata* (Triana & Planchon) C. DC.

*Trichilia purdiei* C. DC.

- *Trichilia martiana* C. DC.

*Trichilia colombiana* Cuatrecasas

- *Trichilia pleeana* (Adr. Jussieu) C. DC.

*Trichilia smithii* C. DC.

*Trichilia oblanceolata* Rusby

- *Trichilia trifolia* L. subsp. *trifolia*

*Trichilia lamellulata* Dugand

- *Ruagea glabra* Triana & Planchon

*Ruagea florinbunda* Cuatrecasas

- *Ruagea hirsuta* (C. DC.)  
*Ruagea silviandina* Cuatrecasas

## MIMOSACEAE:

- *Abarema jupunba* (Willdenow) Britton & Killip  
*Pithecellobium jupunba* (Willdenow) Urban  
[Rico, com. per., citado en Brako & Zarucchi, 1993]
- *Albizia saman* (Jacquin) F. Mueller  
*Pithecellobium saman* (Jacquin) Benth  
*Samanea saman* (Jacquin) Merill  
*Zygia saman* (Jacquin) Lyons / [Rico, 1991]
- *Macrosamanea pedicellaris* (DC.) Kleinhoonte  
*Pithecellobium pedicellare* (DC.) Benth  
[Lewis, 1987; citado en Brako & Zarucchi, 1993]
- *Parkia nitida* Miquel  
*Parkia oppositifolia* Spruce ex Benth / [Hopkins, 1986]
- *Zapoteca tetragona* (Willd.) H. Hernández  
*Calliandra toroana* Britton & Rose / [Hernández, 1986]
- *Zygia longifolia* (H. & B. ex Willdenow) Britton & Rose  
*Pithecellobium longifolium* (H. & B. ex Will.) Standley  
[Rico, com. per., citado en Brako & Zarucchi, 1993]

## MORACEAE:

- [Berg, 1972]
- *Brosimum alicastrum* subsp. *bolivarensis* (Pitt.) C.C. Berg  
*Brosimum columbianum* Blake
- *Naucleopsis amara* Ducke  
*Ogcodeia amara* (Ducke) Ducke
- *Naucleopsis ulei* (Warburg) Ducke  
*Ogcodeia ulei* (Warburg) Macbride

## MYRISTICACEAE:

- *Otoba acuminata* (Standl.) A. Gentry  
*Dialyanthera acuminata* Standl. / [Gentry, 1979]

- *Otoba gordoniaefolia* (DC.) A. Gentry  
*Dialyanthera gordoniaefolia* (DC.) Warb. / [Gentry, 1979] - *Otoba gracilipes* (A.C. Smith) A. Gentry  
*Dialyanthera gracilipes* A.C. Smith / [Gentry, 1979]
- *Otoba latialata* (Pitt.) A. Gentry  
*Dialyanthera latialata* Pitt. / [Gentry, 1979]
- *Otoba lehmannii* (A.C. Smith) A. Gentry  
*Dialyanthera lehmannii* A.C. Smith / [Gentry, 1979]
- *Otoba novogranatensis* Moldenke  
*Dialyanthera otoba* (H. & B.) Warb. / [Gentry, 1979]
- *Otoba parvifolia* (Mgf.) A. Gentry  
*Dialyanthera parvifolia* Mgf. / [Gentry, 1979]
- *Virola elongata* (Benth) Warburg  
*Virola cuspidata* (Spr. ex Benth.) Warburg  
*Virola theidora* (Spr. ex Benth.) Warburg [Rodrigues, 1980]

## MYRSINACEAE:

- [Pipoly, 1992]
- *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br.  
*Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pavon) Mez
- *Myrsine dependens* (Ruiz & Pavon) Spreng.  
*Rapanea dependens* (Ruiz & Pavon) Mez
- *Myrsine paramensis* (Cuatr.) Pipoly  
*Rapanea paramensis* Cuatr.

## MYRTACEAE:

- *Syzygium jambos* (L.) Alston  
*Eugenia jambos* L.  
[Mc. Vaugh, 1963; citado en Brako & Zarucchi, 1993]

## OLACACEAE:

- *Minquartia guianensis* Aublet  
*Minquartia macrophylla* Ducke / [Sleumer, 1984]

## PALMAE:

- *Aiphanes aculeata* Willdenow  
*Aiphanes caryotifolia* (H.B.K.) H.A.

Wendland

[Henderson, com. per.; cit. en Brako & Zarucchi, 1993]

- *Dictyocaryum lamarckianum* (Martius)

H.A. Wendland

*Dictyocaryum schultzei* Burret

*Dictyocaryum globiferum* Dugand /

[Henderson, 1990]

- *Iriartea deltoidea* R. & P.

*Iriartea ventricosa* C. Martius /

[Henderson, 1990]

- *Iriartella setigera* (C. Martius) H.A.

Wendland

*Iriartea setigera* Martius

*Cuatrecasea spruceana* (Barbosa

Rodrigues) Dugand

*Cuatrecasea vaupesana* Dugand /

[Henderson, 1990]

- *Iriartella stenocarpa* Burret

*Iriartea stenocarpa* (Burr.) Macbr. /

[Henderson, 1990]

- *Oenocarpus bataua* C. Martius

*Jessenia bataua* (C. Martius) Burret

[Galeano, 1992]

- *Socratea hecatonandra* (Dugand) Bernal

*Metasocratea hecatonandra* Dugand /

[Henderson, 1990]

PODOCARPACEAE:

- *Nageia rospigliosii* (Pilger) Laubenfels

*Podocarpus rospigliosii* Pilger

*Decussocarpus rospigliosii* (Pilger)

Laubenfels

[Laubenfels, 1991; cit. en Brako &

Zarucchi, 1993]

- *Prumnopitys montana* (Willdenow)

Laubenfels

*Podocarpus montanus* (Willdenow)

Loddiges

[Torres-Romero, 1988; Laubenfels, 1991,

cit. en Brako & Zarucchi, 1993]

ROSACEAE:

[Simpson, 1979]

- *Polylepis quadrijuga* Bitter

*Polylepis boyacensis* Cuatrecasas

*Polylepis cocuyensis* Killip & Cuatrecasas

- *Polylepis sericea* Weddell

*Polylepis quindiensis* Cuatrecasas

RUTACEAE:

- *Zanthoxylum rhoifolium* Lamarck

*Fagara rhoifolia* (Lamar.) Engl. /

[Alburquerque, 1977]

SAPINDACEAE:

- *Dilodendron costaricense* (Radlk) A.

Gentry & Steyermark

*Dipterodendron costaricense* Radlk

[Gentry & Steyermark, 1987]

SAPOTACEAE:

[Pennington, 1990]

- *Chrysophyllum argenteum* Jacquin subsp.

*auratum* (Miquel) Pennington

*Chrysophyllum auratum* Miquel

- *Chrysophyllum colombianum* (Aubreville)

Pennington

*Prieurella colombiana* Aubreville

- *Chrysophyllum eximium* Ducke

*Chrysophyllum rufocupreum* Ducke

- *Chrysophyllum pomiferum* (Eyma)

Pennington

*Achrouteria pomifera* Eyma

- *Chrysophyllum sanguinolentum* (Pierre)

Baehni subsp. *spurium* (Ducke) Pennington

*Ragala spuria* (Ducke) Aubreville

- *Elaeoluma glabrescens* (Martius &

Eichler) Aubreville

*Lucuma glabrescens* Martius & Eichler

*Pouteria glabrescens* (Miquel & Eichler)

Baehni

- *Manilkara bidentata* (A. DC.) Cheval.

subsp. *bidentata*

*Manilkara balata* (Pierre) Dubard

*Manilkara dariniensis* (Pittier) Standley

- *Manilkara bidentata* (A. DC.) Chevalier

Subsp. *surinamensis* (Miquel) Pennington

*Manilkara amazonica* (Huber) Chevalier

- *Manilkara chicle* (Pittier) Gilly

- Manilkara calcicola* var. *columbiana* Gilly  
 - *Manilkara zapota* (L.) van Royen  
*Achras zapota* L.  
 - *Micropholis guyanensis* (A. DC.) Pierre  
 subsp. *duckeana* (Baehni) Pennington  
*Micropholis rosandinha-brava* Aubreville  
 & Pellegrin  
 - *Micropholis guyanensis* (A. DC.) Pierre  
 subsp. *guyanensis*  
*Micropholis cyrtobotrya* (Martius ex  
 Miquel) Baillon  
 - *Micropholis venulosa* (Martius & Eichler)  
 Pierre  
*Sideroxylon venulosum* Martius & Eichler  
*Pouteria venulosa* (Martius & Eichler)  
 Baehni  
 - *Pouteria amygdalica* (Pittier)  
 Pennington  
*Pouteria heterodoxa* Stand. & L. Williams  
 ex Allen  
 - *Pouteria bangii* (Rusby) Pennington  
*Pseudocladia colombiana* Aubreville  
 - *Pouteria buenaventurensis* (Aubreville)  
 Pilz  
*Richardella buenaventurensis* Aubreville  
 - *Pouteria caimito* (Ruiz & Pavon)  
 Radlkofer  
*Pouteria laurifolia* (Gomes) Radlkofer  
 - *Pouteria cladantha* Sandwith  
*Neoxythece cladantha* (Sandwith)  
 Aubreville  
*Richardella cladantha* (Sandwith) Baehni  
 - *Pouteria collina* (Little) Pennington  
*Chrysophyllum collinum* Little  
 - *Pouteria chocoensis* (Aubreville)  
 Pennington  
*Richardella chocoensis* Aubreville  
 - *Pouteria cuspidata* (A. DC.) Baehni subsp.  
*cuspidata*  
*Pouteria albiflora* Baehni  
 - *Pouteria cuspidata* (A. DC.) Baehni subsp.  
*robusta* (Mart. & Eichl.) Pennington  
*Neoxythece robusta* (Mart. & Eichl.) Aub.  
 & Pelle.  
 - *Pouteria egregia* Sandwith  
*Sandwithiodoxa egregia* (Sand.) Aubre. &  
 Pelle.  
 - *Pouteria elegans* (A. DC.) Baehni  
*Sideroxylon elegans* A. DC.  
*Pouteria crassifolia* Radlkofer  
*Neoxythece elegans* (A. DC.) Aubreville  
*Franchetella crassifolia* (Radlk.) Pires y  
 Rodrig.  
 - *Pouteria guianensis* Aublet  
*Pouteria cuatrecasasii* Aubreville  
 - *Pouteria multiflora* (A. DC.) Eyma  
*Pouteria medicata* Garcia-Barriga  
*Pouteria officinalis* Garcia-Barriga  
 - *Pouteria rostrata* (Huber) Baehni  
*Pouteria purusiana* Baehni  
 - *Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore &  
 Stearn  
*Achras zapota* L.  
*Calocarpum mammosum* (L.) Pierre  
 - *Pouteria sclerocarpa* (Pittier) Cronquist  
*Calocarpum sclerocarpum* (Pittier) Lundell  
 - *Pouteria trilocularis* Cronquist  
*Franchetella neblinaensis* Aubreville  
 - *Pradosia colombiana* (Standley)  
 Pennington ex T. Ayers & D. Boufford  
*Ecclinusa colombiana* (Standley)  
 Aubreville  
 - *Pradosia cuatrecasasii* (Aubreville)  
 Pennington  
*Ecclinusa cuatrecasasii* Aubreville  
 - *Sarcaulus brasiliensis* (A. DC.) Eyma  
 subsp. *brasiliensis*  
*Chrysophyllum brasiliense* A. DC.  
 - *Sideroxylon celastrinum* (Kunth)  
 Pennington  
*Bumelia affinis* Blake  
 - *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. &  
 Schul.) Pennington  
 subsp. *buxifolium* (Roem. & Schul.)  
 Pennington  
*Bumelia buxifolia* Roemer & Schultes  
*Bumelia dunantii* A. DC.
- STERCULIACEAE:  
 - *Pterygota excelsa* (Standley & Williams)  
 Kostermans

*Basiloxylon excelsum* Standley & Williams  
[Kostermans, 1960]

TILIACEAE:

- *Heliocarpus americanus* L.

*Heliocarpus popayanensis* H.B.K.

[Steyermark & Huber, 1978]

- *Luehea cymulosa* Spruce ex Bentham

*Luehea tessmanii* Burret

[Meijer, com. per.; citado en Brako & Zarucchi, 1993]

- *Trichospermum colombianum*  
(Cuatrecasas) Kostermans

*Belotia colombiana* Cuatrecasas /  
[Kostermans, 1962]

- *Trichospermum occidentalis* (Cuatrecasas)  
Kostermans

*Belotia occidentalis* Cuatrecasas /  
[Kostermans, 1962]

VERBENACEAE:

- *Aegiphila integrifolia* var. *guianensis*  
(Molden.) López-P.

*Aegiphila guianensis* Moldenke / [López-  
Palacios, 1977]

- *Avicennia germinans* (L.) L.

*Avicennia nitida* Jacquin

[Howard, 1989; citado en Brako & Zarucchi, 1993]

VOCHYSIACEAE:

- *Ruizterania albiflora* (Warming) Marcano-  
Berti

*Qualea albiflora* Warming / [Marcano-  
Berti, 1969]

Agradecimientos:

Deseo expresar mis agradecimientos a los Botánicos del Herbario Nacional Colombiano (I.C.N.- U.N.) por su amable colaboración en la búsqueda de referencias bibliográficas.

Bibliografía

Albuquerque, B. W. P. de. 1976. Revisão das Rutaceae do estado do Amazonas. A. 6(3, supl.): 1 - 67.

Allorge, L. 1985. Monographie des Ap Tabemaemontanoïdées américaines. I Natl. Hist. Nat., Sér. B, Bot. 30: 1 - 216

Alverson, W. S. 1994. New species and co of *Catostemma* and *Pachira* (Bombacace Venezuelan Guayana. Novon 4: 3-8.

Barfod, A. S. 1987. Anacardiaceae. Fl. 1 9-50.

Berg, C.C. 1972. Olmedieae, Brosimeae | Fl. Neotrop. 7: 1-229.

Berg, C.C., R. W. A. P. Akkermans & E. C. H. van Heusden. 1990. Cecropiaceae: *Coussapoa* and *Pourouma*, with an introduction to the family. Fl. Neotrop. 51: 1 - 208.

Brako, L. & J. L. Zarucchi. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. Vol. 45.

Cuatrecasas, J. 1970. Brunelliaceae. Fl. Neotropica No. 2. 189 p.

Daly, D. C. 1987. Studies in neotropical Burseraceae I. A synopsis of the genus *Crepidospermum*. Brittonia 39 (1): 51-58.

Daly, D. C. 1989. Studies in neotropical Burseraceae. II. Generic limits in new world Protieae and Canarieae. Brittonia 41 (1): 17-27.

Dueñas, H. C. 1991. Lorantáceas y Viscáceas de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Tesis Biólogo. Bogotá. Fac. de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 126 p.

Franco R., P. 1990. The genus *Hyeronima* (Euphorbiaceae) in South America. Bot. Jahrb. Syst. 111 (3): 297-346

- Fryxell, P. A. 1969. The genus *Hampea* (MALVACEAE). *Brittonia* 21: 359-396.
- Galeano, G. 1992. Las Palmas de la región de Araracuara. TROPENBOS, Colombia. 181 p.
- Gentry, A. H. 1979. Transfer of the species of *Dialyanthera* to *Otoba* (MYRISTICACEAE). *Taxon* 28(4): 417.
- Gentry, A. H. 1992. Bignoniaceae - Part II (tribe Tecomeae). *Fl. Neotrop.* 25 (2): 1-370
- Gentry, A. H. & J. Steyermark. 1987. A revision of *Dilodendron* (Sapindaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74(3): 533-538.
- Greuter, W., Burdet, H. M., Chaloner, W. G., Demoulin, V., Grolle, R., Hawksworth, D. L., Nicolson, D. H., Silva, P. C., Stafleu, F. A., Voss, E. G. & McNeill, J. (ed.). 1988. International Code of Botanical Nomenclature, adopted by the fourteenth International Botanical Congress, Berlin, July-August 1987. *Regnum Veg.* 118.
- Hammel, B. 1989. New combinations and taxonomies in Clusiaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 76 (3): 927-9.
- Henderson, A. 1990. Arecaceae. Part I. Introduction and the Iriarteinae. *Fl. Neotrop.* 53: 1-100.
- Hernández, H. M. 1986. ZAPOTECA: A new genus of neotropical Mimosoideae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 73: 755-763.
- Hopkins, H. C. F. 1986. *Parkia*, Leguminosae, subfamily Mimosoideae. *Fl. Neotrop.* 43: 1-124
- Irwin, H. S. & R. C. Barneby. 1982. The American Cassiinae: a synoptical revision of Leguminosae tribe Cassieae subtribe Cassiinae in the New World. *Mem. New York Bot. Gard.* 35: 1-918 (in 2 parts).
- Koop, L. E. 1966. A taxonomic revision of the genus *Persea* in the Western Hemisphere (Perseae-Lauraceae). *Mem. New York Bot. Gard.* 14(1): 1-117.
- Kostermans, A. J. G. H. 1960. *Basiloxylon* K. Schumann and *Pterygota* Endl. (STERCULIACEAE). *Reinwardtia* 5(4): 415-417.
- Kostermans, A. J. G. H. 1961. The New World species of *Cinnamomum* Trew. (Lauraceae). *Reinwardtia* 6 (1): 17-24.
- Kostermans, A. J. G. H. 1962. The genera *Belotia* Rich. and *Trichospermum* Bl. (Tiliaceae). *Reinwardtia* 6(3): 277-279.
- Kruijt, R. C. 1989. Monographic studies on *Sapium* (Euphorbiaceae, Hippomaneae) and related genera. Ph. D. dissertation, Rijksuniversiteit. Utrecht. The Netherlands. 237 p.
- López-Palacios, S. 1977. Verbenaceae. Mérida. Fl. Venezuela. Univ. de los Andes. Fac. de Farmacia. 655P.
- Lourteig, A. 1989. Lythraceae. *Fl. Ecuador* 37: 1-46.
- Maguire, B., J. A. Steyermark & D. G. Frodin. 1984. Araliaceae. In: B. Maguire & collaborators, The botany of the Guayana Highland-part XII. *Mem. New York Bot. Gard.* 38: 46-84.
- Marcano- Berti, L. 1969. Un nuevo género de las Vochysiaceae. *Pittieria* 2: 1-27.
- Moore, H. E. Jr. 1963. *Iriartella* H. Wendland emended *Gentes* Herb. 9 (3): 274-285 (Arecaceae).
- Pennington, T. D. 1990 Sapotaceae. *Fl. Neotrop.* 52: 1-771.
- Pennington, T. D., B. T. Styles & D. A. H. Taylor. 1981. Meliaceae. *Fl. Neotrop.* 28: 1-470.
- Pipoly, J.J., III. 1992a. Estudios en el género *Myrsine* (Myrsinaceae) de Colombia. *Caldasia* 17 (1): 3-10.
- Plumel, M. M. 1991. Le genre *Himatanthus* (Apocynaceae) Révision Taxonomique. *Bradea* 6 supl. 1-118.
- Prance, G.T. 1972. Chrysobalanaceae. *Fl. Neotrop.* 9:1-410 Prance, G.T. & S. A. Mori. 1979. Lecythidaceae - Part 1. *Fl. Neotrop.* 21: 1-270.

- Renner, S. S. 1989. Systematic studies in the Melastomataceae: *Bellucia*, *Loreya*, and *Macairea*. Mem. New York Bot. Gard. 50: 1 - 111.
- Rico-Arce, M. de L. 1991. New species, combinations and synonyms for *Zygia*, *Cojoba*, *Marmaroxylon* and *Pithecellobium* (Leguminosae-Mimosoideae, Ingeae). Kew Bull. 46 (3): 493-521.
- Rodrigues, W. A. 1980. Revisão taxonômica das espécies de *Virola* Aublet (Myristicaceae) do Brasil. Acta Amazon. 10 (1, supl.): 1-127.
- Schultes, R. E. 1952. Studies in the genus *Micrandra* I. The relationship of the genus *Cunuria* to *Micrandra*. Bot. Mus. leaf. Harvard Univ. 15(8): 201-221.
- Simpson, B. B. 1979. A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). Smithsonian Contr. Bot. 43: 1-62.
- Sleumer, H. 1980. Flacourtiaceae. Fl. Neotrop. 22:1-499
- Sleumer, H. 1984. Olacaceae. Fl. Neotropica. 38: 1-159.
- Spichiger, R., J. Meroz, P. Loizeau & L. Stutz de Ortega. 1989. Los árboles del Arboétum Jenaro Herrera, vol. 1. Moraceae a Leguminosae. Boissiera 43: 1-359.
- Steyermark, J. A. & O. Huber. 1978. Flora de Avila. Soc. Venezolana de Ciencias Nat., Caracas. 971 p.
- Torres-Romero, J. H. 1988. PODOCARPACEAE. In: Pinto, P. & Lozano, G. (eds.), Flora de Colombia, 5. Inst. de Ciencias Nat. Univ. Nacional de Colombia, 73 p.
- Van der Werff, H. 1991. New species of Lauraceae from Ecuador and Peru. Ann. Missouri Bot. Gard. 78(2): 409-423.
- Zarucchi, J. L. 1987. A revision of the Tribe Ambelaniaceae (Apocynaceae-Plumerioideae). Agric. Univ. Wageningean Pap. 87(1): 1-106.

# Especies leñosas multiusos, alternativa de desarrollo forestal para el trópico\*

GONZALO DE LAS SALAS\*\*

## Resumen

**L**a silvicultura de especies leñosas de uso múltiple (ELUM) se propone como una alternativa de desarrollo forestal para los trópicos americanos. Para soportar tal enfoque se esbozan los hechos siguientes: a) la deforestación de más de 10 millones de hectáreas/año de bosque natural; b) la dependencia de leña de más de 1.500 millones de personas en el trópico; c) la necesidad del habitante rural de satisfacer sus demandas básicas de energía, alimento y vivienda. Se destaca el papel de las ELUM en aspectos tales como alimento, energía, ambiente, ingresos y empleo. Se discuten los temas prioritarios de investigación con ELUM, especialmente propagación y mejoramiento, establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones. Se comentan las experiencias de proyectos de silvicultura que ensayaron más de 30 especies forestales para leña, entre ellas: *Pinus*, *Eucalyptus*, *Cupressus*.

*Acacia*, *Juglans*, *Alnus*, *Quercus* (Zonas Altoandinas); *Anacardium excelsum*, *Cariniana pyriformis*, *Cordia goeldiana*, *Eucalyptus grandis*, *Gliciridia sepium*, *Pinus caribaea*, *Swietenia macrophylla*, *Leucaena leucocephala* y *Tectona grandis* (Zonas bajas). Se destacan las perspectivas de las ELUM como protectoras de suelos. Se hace referencia a la necesidad de adelantar programas de selección genética.

\* Este artículo es una modificación de la contribución presentada al XIX Congreso mundial de la IUFRO, Montreal, Canadá, 1990.

\*\* Profesor Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital «Francisco José de Caldas»

## Introducción

La silvicultura enfrenta hoy serios problemas en los países en desarrollo. En un futuro cercano, el reto más importante para América Latina será la plantación de árboles de uso múltiple, un mejor manejo de las plantaciones existentes y el aprovechamiento del bosque secundario. Esto, debido al hecho de que en las áreas cubiertas de monte productivo, éste se ha cortado pero no se ha replantado, mientras se registra un considerable avance de la erosión y desertización en varias regiones críticas. Asistimos -aparentemente impotentes- a la deforestación de más de diez millones de hectáreas/año de bosques naturales latifoliados del trópico húmedo americano. Frente a esta alarmante cifra, la proporción entre el área plantada y el área deforestada es de 1:10.

Por otra parte, no podemos desconocer que sólo de la leña como alternativa energética en los países en desarrollo, dependen más de 1.500 millones de personas (Palmberg, 1981).

### ESPECIES LEÑOSAS DE USO MÚLTIPLE, (ELUM); SU PAPEL EN EL DESARROLLO RURAL DEL TROPICO HUMEDO AMERICANO<sup>1</sup>

El papel de las ELUM en el desarrollo rural del trópico húmedo americano está asociado con los sistemas socioeconómicos, políticos y con los factores externos de cada región o país. La importancia atribuida a las ELUMS y los bienes y servicios derivados de éstas para las poblaciones rurales se puede sintetizar en los siguientes aspectos principales: necesidades energéticas y de vivienda, alimentos y estabilidad ambiental e ingresos y empleo.

### Necesidad energética y de vivienda

Cerca de mil millones de habitantes del tercer mundo depende de la madera como fuente de energía para la cocción de alimentos, la calefacción, la construcción rural y otros usos menores. Más de cien millones de campesinos del Tercer Mundo sufren actualmente de escasez aguda de leña que les impide satisfacer necesidades básicas para sobrevivencia. En 1988 el consumo de madera como fuente de energía en los países en desarrollo superó los 1.100 millones de metros cúbicos anuales, con un contenido energético equivalente a 1.800 millones de barriles de petróleo (el consumo de petróleo de toda América Latina en el mismo año fue de aproximadamente 1.700 millones de barriles); sin embargo, solo un 20% del contenido energético de la madera es aprovechado por los métodos tradicionales de combustión directa. En términos promedio, la producción del consumo total de energía atribuible a leña es de 20% en América Latina, 60% en África y 30% en Asia (Centeno, J.C. 1988).

La importancia del consumo de leña y carbón vegetal en América Latina es generalmente subestimada. La alarmante deforestación de las regiones secas y semisecas tiene su causa principal en el consumo de leña.

### Alimentación y medio ambiente

El uso de la tierra más extendido en los trópicos húmedos es el de «roza, tumba y quema». Actualmente existen más de 200 millones de seres en esta área geográfica que

<sup>1</sup> Para los efectos del presente documento una especie leñosa de uso múltiple (ELUM) se define como un árbol o arbusto cultivado y manejado para más de un uso intencional, para obtener productos y/o servicios

practican este sistema en poco más de 300 millones de hectáreas de terrenos forestales para derivar su subsistencia. El aumento de la presión demográfica sobre las áreas de bosque húmedo ha forzado el acortamiento progresivo del barbecho, a tal punto, que no es suficiente ni para restaurar la fertilidad del suelo ni para producir una biomasa forestal utilizable. El futuro de tales áreas, en las cuales es imposible mantener la productividad agrícola indefinidamente, hace imperante la necesidad de establecer sistemas de uso del suelo que contemplen la inclusión de especies leñosas de rápido crecimiento de uso múltiple, siendo uno de los más importantes el mejoramiento del suelo a través del aumento de la materia orgánica y el nitrógeno.

El mejoramiento del medio ambiente y por consiguiente, de la calidad de vida del habitante rural debe lograrse con métodos de producción estables, uno de los cuales es el de la ocupación del suelo con especies leñosas de uso múltiple.

### **Ingresos y empleo**

Los productos derivados de la cosecha de las ELUM, son una fuente de ingresos adicionales y de ahorro para el productor rural. En el trópico bajo, en donde la actividad ganadera está muy extendida, la madera utilizada para cercos, corrales, establos, portones, casas, horcones, jaulas y otras construcciones, constituye un elemento esencial para el funcionamiento de la finca. Por otra parte, muchos ganaderos están conscientes de la importancia de mantener bosquetes de protección de aguas, con lo cual contribuyen al mantenimiento del germoplasma y, parcialmente, de la fauna silvestre. Otros productos como miel, frutas, forraje y leña entre los principales, contribuyen en gran medida a la economía familiar del pequeño productor rural.

La madera para construcción proporciona empleo para operarios locales y artesanos, así

como suministro de materia prima para pequeños aserraderos. Se estima que un proyecto de plantación de ELUM puede generar empleo permanente durante la fase de vivero y los dos primeros años de plantación.

### **TEMAS DE INVESTIGACION PRIORITARIOS PARA LAS ELUM ACTUALMENTE UTILIZADAS**

#### **Propagación y mejoramiento de especies**

Las ELUM, además de su reproducción por semillas, poseen la ventaja, casi todas, de propagarse vegetativamente. Esta es una circunstancia afortunada ya que en las zonas rurales se hace necesaria una forma fácil y barata de propagar los árboles y arbustos que han probado tener más de un uso o por lo menos un uso muy generalizado que amerite una investigación a largo plazo.

En la investigación de especies forestales, es necesario tener un criterio claro sobre el uso más eficiente de la especie en cuestión y sobre las posibilidades de éxito del programa de investigación.

La propagación de las ELUM, debe cumplir los objetivos siguientes:

- a. Estudio de los problemas biológicos y fisiológicos en particular, tales como diferenciación de tejidos, interacciones con factores climáticos y edáficos, influencia de las fitohormonas en el enraizamiento, comportamiento fenológico, entre los principales;
- b. Establecimiento de huertos semilleros para el suministro de semillas genéticamente mejoradas;
- c. Formación de colecciones de clones con el objeto de lograr la conservación de germoplasma de la o las especies que desee propagar;
- d. Producción de material vegetativo en cantidades comerciales para la reforestación de sitios marginales en plazos cortos y con plantas genéticamente mejoradas.

La propagación vegetativa por medio de estacas es en la práctica, el método más utilizado en el trópico húmedo. Esta circunstancia debería aprovecharse para resolver de inmediato los problemas siguientes: especies que enraizan fácilmente; prendimientos de estacas de diferente tamaño; diferencias de enraizamiento entre estacas provenientes de diferentes posiciones en la copa de un árbol; estímulo de las fitohormonas al enraizamiento; optimización de la preparación y la producción de estacas; condiciones ambientales óptimas para propagación; adiestramiento de personal para las labores de propagación; evaluación del potencial de la manipulación genética (hibridación, cultivo de tejidos, polinización controlada).

#### Establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones

La selección de los métodos silviculturales apropiados para el manejo del bosque natural es compleja, por una serie de razones que no cabe analizar aquí. La inconsistencia de su aplicabilidad se debe a una regeneración natural impredecible, su composición florística no siempre deseable, su largo plazo de producción de especies valiosas y madera comercializable.

Frente a este hecho, el establecimiento y manejo de plantaciones leñosas de múltiple propósito, surge como una alternativa deseable y necesaria para la satisfacción de las necesidades de leña, cobijo, calidad ambiental y bienestar del habitante rural.

Las acciones, a nivel experimental, en el trópico húmedo americano se han concentrado en: manejo de rebrotes; manejo de podas; manejo de la sombra (esta práctica es tradicional en el sistema de café; con sombra de *Erythrina poeppigiana* en Costa Rica); el manejo del espaciado.

El caso del manejo de plantaciones de *Eucalyptus cloeziana*, *E. grandis*, *E.*

*tereticornis* y otras especies con turnos de corta de 6 años en el Brasil, se sale del contexto de una silvicultura social por tratarse de grandes extensiones.

El principal objetivo de la investigación sobre manejo de ELUM es evaluar la producción de biomasa, frutos, forraje, miel, etc., en función de la densidad y la edad del rodal.

#### Experiencias en investigación

Uno de los proyectos más grandes en América Tropical comenzó en Centroamérica en 1981 (su primera fase abarcó 5 años) siendo su objetivo central estudiar el comportamiento de especies forestales aptas para la producción de leña. Las especies seleccionadas en seis países centroamericanos fueron las siguientes (CATIE, 1986):

*Acacia mangium*, *Alnus acuminata*, *Azadirachta indica*, *Caesalpinia velutina*, *Calliandra calothyrsus*, *Cassia siamea*, *Casuarina cunninghamiana*, *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus deglupta*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Grevillea robusta*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Melia azedarach*, *Mimosa scabrella* y *Tectona grandis*.

La información analizada abarcó los aspectos siguientes: taxonomía, distribución natural, morfología, usos principales de la madera, requerimientos ambientales, regeneración natural e inducida, producción en vivero, prácticas de plantación, crecimiento y manejo, producción de biomasa y manejo de rebrotes.

Ocho de estas especies fueron escogidas para programas de investigación en zonas secas de México y El Caribe (Martínez y Hughes, 1987).

En la zona Altoandina de América del Sur se ha conducido una serie relativamente grande de ensayos (Bauer, J. y Jan Llap, R 1987, CONIF, 1989) con los géneros **Pinus**, **Eucalyptus**, **Cupressus**, **Acacia**, **Juglans**, **Alnus**, **Quercus**. Los resultados son preliminares y algunos de ellos controvertidos. La investigación silvicultural en Colombia con especies de zonas altas (2.700-3.400 m) de diferentes procedencias, ha tenido un record de diez años (CONIF, 1989). Las siguientes especies se están ensayando en plantaciones piloto dado su buen crecimiento en altura y alta sobrevivencia: **P. radiata** (Chile), **P. patula** (Zimbawe, Malawi, Suráfrica, Colombia), **A. mearnsii** (Colombia), **Alnus jorullensis** (Colombia), **E. viminalis** (Australia) **E. nitens** (Australia).

Mención especial merece el programa clonal de mejoramiento de árboles de **E. grandis** de la Empresa Smurfit Cartón de Colombia S.A. para elevaciones alrededor de 2.000 m. El objetivo de este programa es aumentar la producción de esta especie de 25m<sup>3</sup>/ha/año a 40 m<sup>3</sup>/ha/año con una generación (4 1/2 años) de selección de árboles plus, ensayos clonales y plantaciones monoclonales comerciales (Lambeth, C y López. J., 1988).

En la zona baja húmeda del trópico americano, se han ensayado con éxito en programas de fomento, **Anarcadium excelsum**, **Cariniana pyriformis**, **Cordia gerascanthus**, **Cordia goeldiana**, **Tabebuia rosea**, **Schizobolium parahyba**, **Tectona grandis**, **Terminalia ivorensis**, **Switenia macrophylla**, **Carapa guianensis**, **Didimopanax morototoni**, **P. caribaea**, **E. grandis**, **Gliricidia sepium**, y **Grevillea robusta**, entre las principales.

#### PERSPECTIVAS

##### Protección del suelo bajo árboles de uso múltiple

La reforestación es un método normalmente aceptable para reducir la erosión y regular las

inundaciones al mismo tiempo que para proveer madera, leña, frutos, forraje, cercos vivos y otros productos. La función más importante de los árboles en la conservación del suelo es protegerlo contra la erosión laminar causada por el impacto directo de la lluvia.

La siguiente es una lista de características deseables de especies leñosas de uso múltiple para programas de conservación de suelos (De las Salas 1989, Young 1989): 1. buena sobrevivencia y crecimiento rápido en sitios pobres; 2. habilidad para producir gran cantidad de hojarasca; 3. fuerte y expandido sistema radical; 4. fácil establecimiento y necesidad de poco mantenimiento; 5. propiedad de reproducción vegetativa; 6. capacidad para formar una copa densa y mantener follaje durante gran parte del año; 7. resistencia a insectos, enfermedades y al ramoneo; 8. habilidad para mejorar el suelo (fijación de nitrógeno por leguminosas); 9. provisión de retorno económico a corto plazo.

##### Selección de especies y procedencias

La selección de árboles para mejorar la productividad del suelo y prevenir la erosión, requiere una cuidadosa consideración. Plantar especies inapropiadas puede significar pérdida de esfuerzos, tiempo y dinero. El ritmo de deforestación del bosque húmedo tropical y su escaso rendimiento, indican que existe un incentivo evidente para el establecimiento de especies leñosas de uso múltiple mejoradas de diferentes procedencias, en zonas de agricultura migratoria y en suelos empobrecidos. Antes de embarcarse en proyectos de implantación de cierta escala, es conveniente llevar a cabo ensayos con las especies reportadas en la literatura como más promisorias para una región o localidad dada. El número y tipo de ensayos difiere según las necesidades de los distintos países, pero es altamente deseable su cooperación mutua con el consiguiente

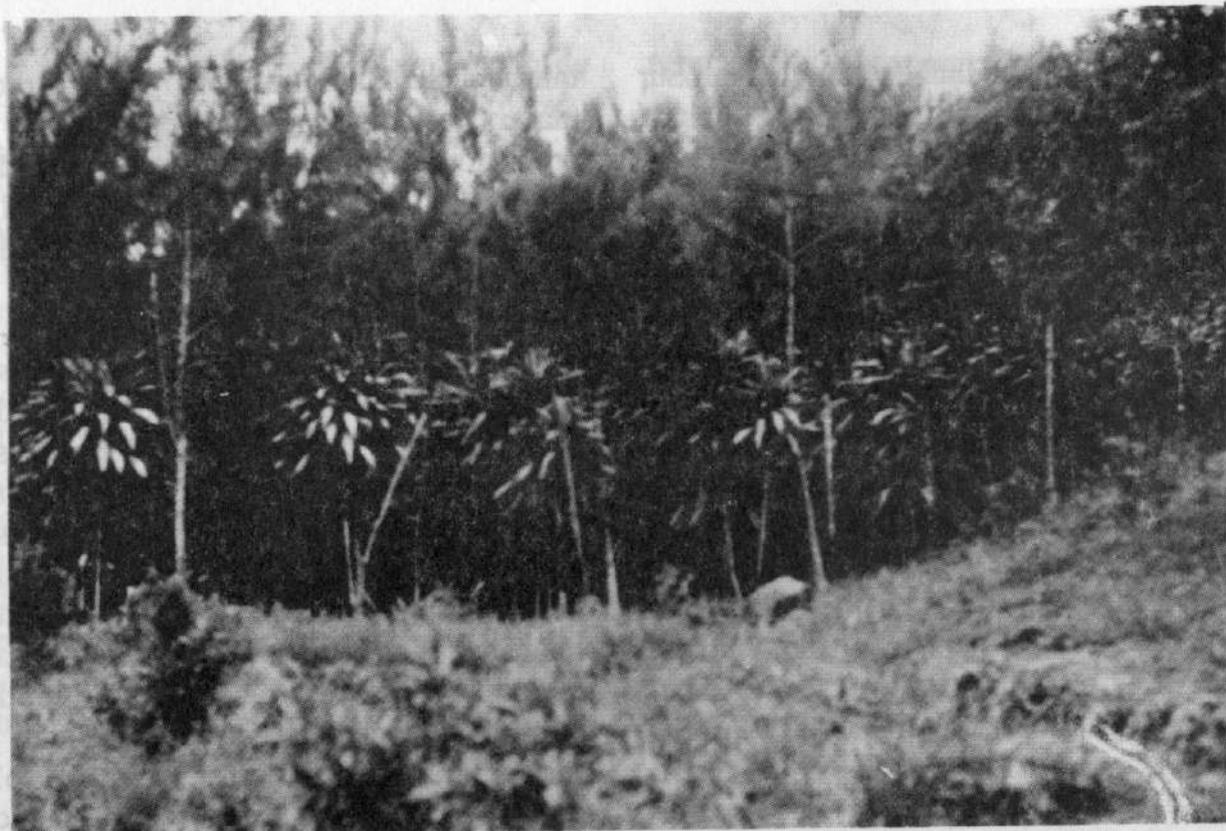


Figura 1. Caña de Indio (*Dracaena masangiana*) y casuarina (*Casuarina equisetifolia*) en asocio. La 1ª especie tiene un alto valor como ornamental; Casuarina sirve como barrera rompe viento (San Ramón, Costa Rica).



Figura 2. Jacaranda copaia asociada con cultivos y pastos. Tumaco, Colombia. (2.500 mm, 26 °C) la madera de esta especie es altamente cotizada en el mercado.

beneficio para todos. Una ventaja adicional se conseguiría si los procedimientos detallados de los proyectos se unificaran en formularios o guías normalizadas con fines de comparación y evaluación posterior. Burley y Wood (1979) sugieren que las actividades principales de investigación de especies y procedencias, a partir de las cuales se podrían formular programas, sean las siguientes:

a. Revisión de literatura, correspondencia y conocimientos personales de distribución y variación de especies susceptibles de ser estudiadas. Discusiones con organizaciones internacionales y regionales que tratan con estas especies.

b. Elección de especies y de procedencias por ensayar: (i) selección de rodales parentales en el monte natural, en cuanto sea posible, basada principalmente en su producción de semilla y calidad genética; (ii) selección y ordenación de rodales semilleros en plantaciones, cuando sea posible; (iii) obtención, tratamiento y almacenamiento de la semilla.

c. Diseño, trazado y análisis de experimentos de especies y procedencias: (i) evaluación y selección de estaciones; (ii) selección de sistemas silvícolas y ordenación; (iii) planificación y diseño de experimentos e interpretación; (iv) análisis e interpretación de datos experimentales; (v) informe y publicación de resultados.

d. Técnicas y evaluaciones en la etapa del vivero, incluidos métodos de comprobación en las etapas iniciales; (i) condiciones del vivero y tratamientos culturales; (ii) diseño y dirección de los experimentos en vivero; (iii) evaluaciones en vivero; (iv) métodos de comprobación de las primeras etapas, incluidos estudios bioquímicos y anatómicos, correlación juvenil-maduro.

e. Técnicas y evaluaciones en el bosque: (i) definición de tipos de pruebas (plazo corto,

mediano o largo) y sus objetivos; (ii) diseño y dirección de experimentos en el bosque; (iii) evaluaciones en el bosque, incluyendo: supervivencia, forma y rendimiento de árboles individuales y parcelas, calidad de la madera, los factores que influyen en ella, y sus implicaciones para la utilización.

### Especies promisorias.

Se han identificado alrededor de 1.000 especies leñosas consideradas de uso múltiple en los trópicos americano, asiático y africano. El forestal tropical enfrenta el peligro de distraer esfuerzos de investigación en muchas especies que han fracasado o de las cuales se conoce muy poco. El cuadro No. 1 muestra que el 85% de las plantaciones forestales en los trópicos está cubierta por tres géneros: **Pinus**, **Eucalyptus** y **Tectona**. Además de otros géneros como **Swietenia**, **Cedrela**, **Cordia**, **Glicicidia**, **Gmelina** y **Leucaena** en América Tropical. La silvicultura de los árboles multiusos es poco conocida.

Como una especie apropiada debe aportar los beneficios esperados, la matriz de opciones que debe investigarse (suelos, sitios, procedencia, usos etc.) limita al forestal (en tiempo y dinero) considerablemente en el alcance de esta meta. Datos comparativos de las mejores opciones para seleccionar la especie apropiada, sobre todo en zonas socialmente marginadas, son sorprendentemente escasos.

### OBSERVACIONES FINALES

De la experiencia de varios proyectos de investigación sobre la silvicultura de especies leñosas de uso múltiple en América Tropical, principalmente en Centroamérica, El Caribe, Colombia, Perú y Brasil, pueden resumirse algunos puntos relevantes.

a) No deben diseñarse programas demasiado rígidos: un experimento puede servir

para varios objetivos;

b) La duración de los ensayos no debe sobreestimarse: muchos árboles multiusos alcanzan un crecimiento aceptable en dos o tres años y podrían utilizarse para programas de fomento;

c) La importancia del mejoramiento genético no debe desestimarse: la mayoría de las especies leñosas multipropósito se seleccionan de fuentes muy reducidas de germoplasma y el rendimiento no es un criterio de selección;

Cuadro 1.  
Especies utilizadas en plantaciones forestales tropicales\* (Evans, 1987).

Género/Grupo	(El orden indica la importancia relativa)	Porcentaje
Pinus	(patula, caribaea, ellioti, kesiya, merkussii, oocarpa, otros).	33,7
Otras Coníferas	Araucaria cunninghamii, A. angustifolia, Cupressus, lusitanica, otros.	3,0
Eucalyptus	(grandis, camaldulensis, globulus** saligna, deglupta tereticornis, robusta, citriodora, urophylla, otros)	37,5
Teca	Tectona grandis	14,2
Otros géneros y familias	(Acacia, Gmelina, Meliaceae, Terminalia, Albizzia, Triplochiton, otros)	11,6
		100,0

\* No incluye datos del Sur de China, en donde las principales especies plantadas son **Cunninghamia lanceolata**, **Pinus massoniana** y **P. yunnanensis**.

\*\* Solo exitosas en las zonas altas, principalmente en Colombia, Ecuador, Etiopía, India y Perú.

d) El desarrollo de modelos de índice de sitio, tanto para rodales como para individuos, no ha sido una meta en las investigaciones sobre ELUM. El índice de sitio sigue jugando un papel central en la predicción del crecimiento. Las funciones matemáticas utilizadas, los desarrollos recientes de modelos de crecimiento y la nueva tecnología computarizada, hacen posible el diseño de sistemas eficientes de muestreo (Grey D.C., 1989);

e) Los científicos de larga trayectoria con apoyo de largo plazo, son escasos; esa es una razón por la cual los programas de investigación de ELUM a largo plazo son casi desconocidos.

f) La investigación silvicultural sobre ELUM no debe catalogarse únicamente como «un problema para resolver». Es necesaria la investigación básica, por ejemplo: taxonomía, diversidad ecológica y fisiológica de las ELUM más utilizadas, influencias microclimáticas y edáficas, actividad fotosintética, dinámica de nutrientes, nodulación y fotoperíodos.

g) La utilización de diseños experimentales simples apropiados con objetivos claros no se ha destacado en varios programas de investigación sobre ELUM en el trópico americano. Es frecuente observar a investigadores jóvenes buscando al experto en estadística para que les interprete confusos resultados y logre evaluar el experimento como «significativo» con cualquier nivel de confianza. Huxley (1989) comenta que en términos prácticos y dependiendo de los objetivos de una investigación en particular, los siguientes aspectos influyen sobre el diseño experimental a utilizarse: a) la escogencia y número de unidades experimentales; b) la identificación de cómo se combinan mejor estas unidades. Indudablemente la investigación de campo requiere considerable habilidad para resolver situaciones conflictivas;

h) Los árboles «milagrosos» no son aceptados fácilmente por el campesino. El interrogante básico en el manejo de especies y sitios es si los productos obtenidos cumplen los

beneficios buscados encaminados a llenar el requisito de la silvicultura social: «El bosque es para la gente»

i) Los resultados de la investigación silvicultural han sido tímidamente divulgados y ésto dentro de un limitado número de investigadores y usuarios.

j) La pobreza ha sido la causa principal de la deforestación en los trópicos. En las zonas tropicales viven aproximadamente 2000 millones de personas con un incremento anual de un 2,6 por ciento que descuajan extensas superficies de bosque. La plantación de especies forestales multiusos se vislumbra como una alternativa para disminuir la tasa de deforestación y brindar al habitante rural la opción de estabilizarse y cubrir sus necesidades básicas de techo, energía y alimento.

#### Bibliografía

BAUER, J. y R. JHON LLAP. 1987: Investigación de apoyo a programas de plantación con especies leñeras de uso múltiple en la zona Alto-Andina de América del Sur (Bolivia, Ecuador, Perú) documento de proyecto. En: Taller IUFRO sobre planificación de la investigación forestal en América Latina Tropical. Huáraz, Perú. Julio 1-10, 1987 48p.

BURLEY, J.P. WOOD (compilador) 1979. Manual sobre investigación de especies y procedencias conferencia especial a los trópicos. Oxford, Commonw. Forestry Institute. University of Oxford. Tropical Forestry Papers No 10 y 10A. 233 p. Anexos.

CENTENO, J.C. 1988: Explotación de bosques tropicales. Mérida, Venezuela, Instituto Forestal Latinoamericano. 95p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Investigación sobre forestación de zonas altas de Colombia. Informe Anual de Avance Proyecto 3p-86-0021 Bogotá, Colombia, CONIF-CIID. 17p y anexos (sin publicar).

DAWKINS, H.C. 1966: Report to the Forest Product Research Institute of the Ghana Academy of Sciences. Commonwealth Forestry Inst. Univ. Of Oxford.

DE LAS SALAS, G. 1989. Agroforestry systems: a production/protection land use strategy for steep land in the tropics. W.S. Reifsnyder and. T.O. Darnhofer (eds.): *Meteorology and Agroforestry. Proceedings of an International Workshop.* ICRAF, WMPO, UNEP. Nairobi, Kenya. February 9-13, 1987. 131-141 p.

EVANS, J. 1987. Site and species selection; changing perspectives. In: Figueroa. J.C. (ed.), *Management of the forest of tropical América; prospects and technologies.* Proceedings of a Conference. San Juan, Puerto Rico, Institute of Tropical Forestry and University of Puerto Rico. Sept. 22-27 1986. 279-289 p.

GREY, D.C. 1989. Site Index: a review. *South African Forestry Journal* No 148 p.23-28.

HUXLEY, P.A. 1989: Experimental designs for multi

purpose tree research. In: P.A. Huxley and B.S. Westley (eds.): *Multipurpose trees: selection and testing for agroforestry.* Nairobi, Kenya, International Council for Research in Agroforestry, ICRAF. 81-103 pp.

LAMBETH, C.C. y J.L. LOPEZ 1988. Programa clonal de mejoramiento de árboles de **Eucalyptus grandis** para Cartón de Colombia. Cali: Smurfit Cartón de Colombia. Informe de investigación No 120. 6p (mimeo).

MARTINEZ, H. y C. HUGHES. 1987 Investigación sobre las especies leñosas de uso múltiple para las zonas secas de América Central, México y el Caribe; documento de Proyecto. En: *Taller IUFRO sobre planificación de la investigación forestal en América Latina Tropical.* Huáraz, Perú. Julio 1-10. 1987. 57p.

PALMBERG, C. 1981. Un acervo genético leñero en peligro. *Unasylva* 33(133): 22-30

YOUNG, A. 1989. *Agroforestry for soil conservation.* C.A.B. International. Wheatons Ltd. Exeter. Wallingford United Kingdom. 276p.



Figura 3. Poró (*Erithryna poeppigiana*) como cerca viva en la meseta Central de Costa Rica.

# Implicaciones de un nuevo manejo conceptual de algunas temáticas sobre tecnología de maderas

WILLIAM KLINGER BRAHAM\*

## Resumen

*En este artículo se revisan las bases conceptuales de los contenidos de humedad de equilibrio y en la zona de saturación de las fibras de la madera; se recomiendan y sustentan argumentos para manejar los conceptos de una manera diferente, y se hacen notar las implicaciones que estos cambios conceptuales pueden generar en la predicción del comportamiento tecnológico de este material.*

*El contenido del artículo está basado en un libro escrito por el autor a principios del presente año y que sirve como guía en el curso de propiedades de la madera en la facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital «Francisco José de Caldas».*

*La incidencia de los conceptos mencionados en fenómenos de frecuente utilización como los cambios dimensionales, la densidad y las propiedades mecánicas son tratados aquí, al igual que la necesidad de reorientar las investigaciones en el área de tecnología de la madera.*

## Introducción

La tecnología de maderas está soportada en dos conceptos que por su importancia, y por servir de base para la deducción de varias ecuaciones que se usan para predecir el comportamiento físico-mecánico de este valioso material, se han constituido en los pilares de tan importante área de las ciencias forestales.

Son los contenidos de **humedad de equilibrio y en la zona de saturación de las fibras.**

Existen grandes diferencias entre la forma como hasta ahora se han manejado estos conceptos y lo que hoy se sugiere para sus tratamientos; las razones son varias y se

---

\* Ingeniero Forestal M.E., Profesor propiedades de la madera Universidad Distrital «Francisco José de Caldas».

exponen en el desarrollo del artículo. Las diferencias comentadas implicarían significativas modificaciones en algunos elementos de análisis del comportamiento de la madera y sugerirían nuevas tendencias y orientaciones en el manejo de estas temáticas.

## CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO

### El concepto y su importancia

Se entiende como contenido de humedad de equilibrio al grado de humedad alcanzado por la madera, cuando no es capaz de ceder ni tomar agua de la atmósfera circundante.

Siempre se recomienda utilizar la madera al contenido de humedad que ésta pueda lograr al alcanzar el equilibrio con el clima donde va a prestar su servicio. Esto se hace con el fin de evitar fluctuaciones permanentes y que se originen grietas y rajaduras a consecuencia del comportamiento anisotrópico de la madera.

La conducción del secado es otra práctica usual que se encuentra íntimamente ligada a la humedad de equilibrio y que junto a lo anterior muestran la absoluta importancia de manejar criterios válidos y claros cuando se habla de ella.

### Las diferencias conceptuales

Hasta el momento se utilizan las isotermas para conocer la humedad de equilibrio de la madera teniendo como parámetros de entrada, la humedad relativa y la temperatura del sitio. Este procedimiento asume que la humedad de equilibrio depende exclusivamente de las condiciones climáticas de la región y que independientemente de la especie cualquier tipo de madera logra igual valor si se les somete a similares condiciones de clima durante el mismo tiempo.

Contrario a la anterior consideración de tipo teórico, se piensa que el contenido de humedad

de equilibrio no depende exclusivamente de las condiciones climáticas del sitio sino también del tipo de madera. Esta afirmación tiene su explicación en los diferentes niveles de higroscopicidad que se generan en ella por la mayor o menor presencia de extractivos, tales como taninos, aceites, resinas, etc.

Hasta el momento no se conoce en Colombia algún estudio que haya registrado valores de los contenidos de humedad de equilibrio para diversas especies en el mismo sitio, en razón a que se cree que la especie no es una variable de incidencia en dicho fenómeno.

Con el propósito de sustentar la incidencia de la especie en esta humedad, se cita a continuación la experiencia chilena que muestra cómo dos maderas distintas pueden adquirir valores disímiles de contenido de humedad de equilibrio, aun estando sometidas a iguales condiciones climáticas durante el mismo tiempo.

Tabla 1. Humedades de equilibrio para algunas maderas Chilenas.

Localidad	Promedio anual de CHE (%) para la especie			
	Alerce	Olivillo	Coigue	Pino insigne
Inquique	12,7	14,1	11,8	14,2
Chuquicamate	6,1	6,7	5,8	6,3
Autofagasta	12,1	14,1	11,8	14,3
Copiapó	12,2	14,1	11,8	14,5
La Serena	15,0	17,1	13,7	17,1
Valparaiso	12,4	15,1	12,4	15,0
Santiago	11,9	14,4	11,9	14,4
Los cipreses	11,1	12,5	10,6	13,0
Chillán	13,5	16,9	13,7	16,9
Concepción	15,7	18,9	15,2	19,2
Abanico	14,1	16,8	13,2	16,8
Taruaco	14,1	17,0	13,5	17,3
Valdivia	15,1	18,4	14,9	18,9
Osorno	14,6	18,5	15,3	18,6
Puerto Montt	16,0	20,2	16,8	20,6
Puerto Ansen	15,6	19,5	15,7	20,3
Puerto Arenas	13,2	15,6	12,6	15,7

Fuente: PEREZ, 1978

CHE: Contenido de Humedad de Equilibrio

Al efectuar un análisis detenido de la información contenida en la tabla 1, se pueden hacer, entre otras, las siguientes consideraciones.

1. Las diferencias en las condiciones climáticas de dos regiones o localidades, hacen que se generen diferentes valores de contenido de humedad de equilibrio para una madera de la misma especie. Un ejemplo claro son los valores encontrados para la madera de pino insigne que en la localidad de Chuquicamate tiene un contenido de humedad de equilibrio de 6,3%, en cambio en Puerto Ansen tiene uno de 20,3 %.

2. Debido a las diferencias en las características y composición de cada madera; se pueden encontrar distintos valores de contenido de humedad de equilibrio en dos o más especies así se encuentren en la misma localidad y durante el mismo tiempo. Obsérvese por ejemplo que en la misma localidad, Puerto Ansen, la madera de alerce alcanza un contenido de humedad de equilibrio de 15,6 %, mientras la de pino insigne llega al 20,3%. Igualmente en Osorno la madera de alerce tiene 14,6 % y la de pino insigne de 18,6 %.

3. Considerando varias localidades y tipos de madera, las diferencias entre los contenidos de humedad de equilibrio máximos y mínimos son muy amplias, lo que hace peligrosa una mala estimación de sus valores. La madera de coigue en Chuquicamate; la región más seca de las relacionadas, tiene una humedad de equilibrio de 5,8% y la madera de pino insigne en una de las regiones más húmedas, Puerto Montt, tiene una humedad de equilibrio de 20,6 %.

Esto no solo muestra las diferencias climáticas entre Chuquicamate y Puerto Montt, sino también las marcadas diferencias entre las maderas de coigue y pino insigne.

### Las implicaciones y tendencias

El lector comprenderá el arduo trabajo de investigación que nos espera en Colombia, si los valores de humedad de equilibrio que hoy se usan en cada una de las ciudades y pueblos del país, tienen una alta probabilidad de estar desfasados, porque su determinación ha partido de unos supuestos teóricos que hoy son muy discutibles.

Si a lo anterior se suman el incipiente trabajo que se ha hecho sobre tiempos de equilibrio, influencia del tamaño y orientación de las piezas y humedades en interiores y exteriores; se debe comprender fácilmente la magnitud de la tarea restante.

Pienso que se aproxima una de las tareas más arduas en lo que concierne a la búsqueda de métodos que contemplen estas teorías, y que sobre todo rompan la inercia normal que ha existido en todos los cambios conceptuales a través de la historia de la humanidad.

Hay que empezar por clasificar las zonas con alto uso de maderas, para que ellas sean las que constituyan los primeros sitios donde se establezcan los ensayos investigativos. Se pretende entonces, determinar los contenidos de humedad de equilibrio promedios para la madera de cada una de las especies forestales utilizadas frecuentemente en distintas zonas del país.

Es bueno aportar datos sobre las humedades de equilibrio en interiores, y dinamizar el trabajo contemplando tiempos de equilibrio, especialmente en sitios donde no existe tecnología adecuada para el secado artificial de maderas.

En definitiva, el trabajo que se haga en lo referente a humedades de equilibrio en la madera, debe considerar que no todas ellas

tienen por qué alcanzar un mismo valor de esta humedad; así estén durante el mismo tiempo en sitios con similares condiciones climáticas.

### CONTENIDOS DE HUMEDAD EN LA ZONA DE SATURACION DE LAS FIBRAS (C H Z S F)

#### El concepto y su importancia

Cuando el agua alojada en la madera se va incorporando hasta ocupar todo el espacio disponible en sus paredes celulares y ésta se encuentra tan llena que le es imposible tomar más agua y los lúmenes se disponen a alojarla en sus espacios; justo en ese momento, la madera alcanza su zona de saturación.

La mayoría de los autores coinciden en considerar que se dan variaciones en los valores de humedad de saturación de las fibras y las atribuyen a las diferencias en la constitución química de las maderas. También citan rangos entre los cuales se pueden encontrar dichos valores y recomiendan el uso de un valor puntual para todas las especies. A mi juicio este ha sido un gran error y explica las causas por las cuales se falla al predecir desde la teoría el comportamiento de la madera.

La importancia de la humedad de saturación de las fibras es relevante, entre otras, por las siguientes consideraciones:

- Por encima de su valor no se presentan cambios dimensionales en la madera.
- Las variaciones de humedad por encima de su valor, modifican el comportamiento de la densidad de la madera.
- La conductividad eléctrica de la madera aumenta bruscamente desde 0% hasta la humedad de saturación de las fibras.
- La resistencia mecánica de la madera, en términos generales, se ve favorecida por una reducción del contenido de humedad entre la zona de saturación de las fibras y 0%.

#### Las diferencias conceptuales

Varios investigadores han recomendado el uso de valores promedios de contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras para todo tipo de maderas, algunos recomiendan 28 % y otros 30 %, pero al fin y al cabo un valor que no excluye especie alguna.

La humedad de saturación de las fibras depende principalmente de la densidad de la madera. Al existir en Colombia tanta diversidad de especies forestales y un rango de variación de densidades tan amplio; éste contenido de humedad para las maderas colombianas varía en un intervalo de 11 % a 51%, el cual es muy diferente a los reportados hasta hoy.

Por lo anterior no se recomienda el uso de valores medios para todas las especies, por el contrario se sugiere la utilización de valores por grupos de especies cuando no se requiera mucha precisión en los trabajos. En el caso de requerir mucha precisión se pueden utilizar los valores reportados para cada especie, los que se pueden encontrar en la publicación de Klinger (1994).

Fundamentado en algunas deducciones matemáticas, se han encontrado valores de contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras para un gran número de maderas colombianas. Se han establecido cuatro (4) grupos de maderas atendiendo estos valores, los cuales pueden apreciarse en la Tabla 2.

Tabla 2.  
Agrupación de maderas según su CHZSF

Grupo	Valores de C H Z S F	Media
A	Entre 10% y 20%	16,39 %
B	Entre 20% y 30%	24,24 %
C	Entre 30% y 40%	31,30 %
D	Mayor de 40%	44,62 %

FUENTE : KLINGER, 1994

Existen maderas comercialmente importantes en cada grupo :

A. Mora, coco cabuyo, caoba, aceituno, chaquiro, vara santa, caña brava, sapán, guayacán y almendro.

B. Bonga, achapo, cedro macho, sande, aceite maría sangretoro, nato y chanul.

C. Caracolí, sajo, ceiba, cuángare, abarco, chingale, tachuelo y níspero.

D. Otobo, pategallina, y corcho.

La mayoría de las maderas colombianas, se encuentran ubicadas en el grupo C. Este grupo tiene una media de saturación en las fibras de 31,3%, por lo que al trabajarlas con 30 % no se han presentado errores apreciables.

- Las medias de los cuatro (4) grupos establecidos, oscilan entre 16% y 44%, rango de variación bastante amplio y seguro generador de importantes diferencias en el comportamiento de las maderas. Los valores absolutos varían entre 11,77 % y 50,32%.

- La mayor parte de las especies de madera pesada, están distribuidas en los grupos A y B con valores de humedad de saturación no superiores a 24 %, mientras que las especies de maderas mas livianas se distribuyen entre los grupos C y D y algunas alcanzan el grupo B.

**Las implicaciones y tendencias**

Tener un valor de este contenido de humedad bastante inferior o superior al promedio reportado hasta hoy para todas las especies forestales, tiene serias implicaciones.

En primera instancia demos una mirada a los cambios dimensionales que sufre la madera . Se tendría la obligación de entender que en ciertas maderas, la hinchazón de sus dimensiones se daría entre 0% y 11% ó 0% y 51%, por citar solo los casos más extremos.

Los métodos de secado a emplear en la madera, deben considerar que los contenidos

de humedad de saturación de las fibras pueden ser mucho más altos o mucho más bajos de 30%. Esto hace que la aplicación de energía para liberar el agua fija contenida en la madera, deba hacerse algunas veces más rápido y en otras oportunidades de tiempo de espera.

A la resistencia mecánica de la madera, ya no puede predecirse su variación con los valores de saturación reportados; en los que se destacan medias del 28 % y 30 %. Los cambios de la resistencia mecánica de la madera, pueden hacerse manifiestos a contenidos de humedad mucho más bajos o mucho más altos del 30 % y debe tenerse sumo cuidado cuando se apliquen ecuaciones que tomen en cuenta el concepto de saturación de las fibras; especialmente, las relaciones logarítmicas que se utilizan para corregir la resistencia de la madera, por efecto de la variación de humedad.

Con la agrupación de maderas de acuerdo a sus valores de contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras, se pueden analizar las tendencias que existirán en adelante con este importante concepto.

Para hacer notar las implicaciones surgidas, analizaremos por ejemplo la madera de almendro (*Dipterix panamense*), que tiene las propiedades físicas que se indican en la Tabla 3.

Tabla 3  
Propiedades Físicas  
del almendro (*Dipterix panamense*)

Propiedad	Valores
Densidad anhidra	1,013g/cm <sup>3</sup>
Densidad Básica	0,878 g/cm <sup>3</sup>
Contracción volumétrica total	13,27 %
Contracción radial total	5,52 %
Contracción tangencial total	8,04 %
Zona de saturación	15,18 %

FUENTE : MARTINEZ Y MEJIA, 1991

- Si se tomara un valor de contenido de humedad de saturación de las fibras de 30 % la contracción volumétrica máxima resultaría de 26,34 %, valor que no fue el obtenido experimentalmente (13,27%).

- Lo expresado anteriormente hace pensar que un lote de la madera de almendro (*Dipterix panamense*), que tenga un volumen anhidro de 20 m<sup>3</sup> podría hincharse solo hasta 23 m<sup>3</sup> y no hasta 26 m<sup>3</sup>. La traducción económica de este problema dependerá de los costos regionales, pero en todos los casos tiene gran importancia.

- Serían muy significativos los errores arrojados en los cálculos de dimensiones a diversos contenidos de humedad, con la aplicación de valores de contracción específica tangenciales de 0,268 y radiales de 0,184 y no de los adecuados 0,539 y 0,364 respectivamente.

Esto daría que una madera bien orientada y cuadrada de 20 cm x 20 cm al 15% de contenido de humedad, pasaría anhidra, a 19,2 cm x 19,4 cm, y no como realmente sucede, que pasa a 18,4 cm x 18,9 cm. Estas pequeñas diferencias podrían generar defectos importantes.

- La ya famosa ecuación que sirve para calcular la densidad de una madera a contenidos de humedad que oscilan entre 0 % y 25 %, y que ha sido deducida bajo tres supuestos; uno de los cuales dice que la madera satura sus

fibras a un 28%, no sigue siendo la misma, y habría que establecer unas ecuaciones tentativas, hasta tanto se trabaje un poco más sobre los dos restantes supuestos.

- La ecuación logarítmica de ajuste de resistencia por efecto de la humedad, ya no tendría la menor consistencia. Si la resistencia máxima a la flexión del almendro es de 1602 Kg/cm<sup>2</sup> en condición seca al aire, la aplicación de la ecuación mencionada daría como resultado una resistencia de 1511 Kg/cm<sup>2</sup> a un contenido de 14 %; lo que es muy superior al real 1.196 Kg/cm<sup>2</sup>

### Bibliografía

DELGADO, Gustavo. 1975. Propiedades de la Madera. Mérida - Venezuela, Universidad de los Andes.

KLINGER, William. 1994. Una revisión conceptual a los contenidos de humedad de equilibrio y en la zona de saturación de las fibras de la madera, implicaciones y tendencias. Bogotá, Universidad Distrital.

MARTINEZ, Antonio y MEJIA, Doris. 1991. Estudio tecnológico de la madera de cinco especies procedentes del Alto Sinú. Tesis Ingeniero Forestal, Bogotá, Universidad Distrital.

PEREZ, Vicente. 1978, Manual de Construcciones en Madera. Santiago de Chile, Instituto Forestal de Chile.

# Marco prospectivo para una política forestal nacional

JOSE MIGUEL OROZCO MUÑOZ, M.S.\*

## EL RETO ACTUAL EN LA FORMULACION DE UNA POLITICA FORESTAL NACIONAL

Si se parte del contexto que se configura a partir de los diagnósticos efectuados en los últimos años sobre el sector forestal en Colombia, se puede afirmar sin lugar a dudas, que el reto que se enfrenta en cuanto a la formulación y aplicación de una política forestal nacional es francamente formidable.

De tal magnitud es este desafío que, parafraseando una muy conocida definición, no sería exagerado el afirmar que, en nuestro caso, la política forestal es el «arte de los imposible».

Las experiencias de los últimos veinte años, la coyuntura actual y las perspectivas del corto y mediano plazo obligan a encarar este reto de manera seria y con mucha conciencia acerca de las implicaciones que pueden tener las acciones o las omisiones del momento, aún suponiendo que se comprenda que el ejercicio de formulación de política para el sector forestal no debe entenderse como una actividad que

pueda definirse de una vez para siempre sino que entraña un proceso dinámico y permanente de ejecución, evaluación y ajustes.

Sin interpretar esto último, en el otro extremo, como el derecho a dar bandazos continuamente, pues si algo se constituye en un prerrequisito esencial de la política forestal es la necesidad de su visión de largo plazo, concordante con la dimensión temporal de la actividad.

El reto formidable a que hemos hecho referencia tiene que ver con la totalidad de aspectos que comprende la definición de los cursos de acción para el logro de unos objetivos de política sectorial, lo cual no abarca solamente los elementos temáticos sino además la racionalización de las experiencias y la determinación de los procedimientos e instrumentos que han de servir para su materialización, amén de la necesidad de contar con un enfoque conceptual que le garantice coherencia y holismo. Por encima de todo, lo cual sobresale como el reto principal el de traducir las formulaciones teóricas generales en acciones

\* *Ingeniero Forestal M.S., Profesor de Política Forestal, Universidad Distrital «Francisco José de Caldas», Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.*

prácticas específicas y en lograr, antes que el perfeccionamiento o el cambio, el cumplimiento de la ley.

### LAS POLITICAS FORESTALES PRECEDENTES

Ya en 1978 y 1984 el país contó oficialmente con declaraciones formales de política forestal, las cuales, a juzgar por sus logros, han debido fallar en alguna parte, bien haya sido en su concepción, método de formulación, mecanismos de implementación o formas de evaluación y seguimiento. No pretendemos afirmar que dichas políticas hayan fracasado totalmente, pero lo cierto es que el grueso de sus objetivos siguen siendo metas a alcanzar en la actualidad. La lección simple que se deriva de esta reflexión es la de que no es posible asistir a la promulgación de un nuevo documento de política forestal, contentivo solamente de buenas intenciones, que se hace público (por coincidencia?) exactamente veinte y diez años después de que se conociesen los dos precedentes, lo cual equivaldría a cumplir una cita inexorable con la inocuidad.

### UN NUEVO MARCO PARA LA POLITICA FORESTAL

¿Hay en la circunstancia presente elementos nuevos que den lugar a pronosticar mejores niveles de éxito (o deberíamos decir menores índices de fracaso?) en cuanto hace al logro de los objetivos fundamentales de la política sectorial?

Sin duda, existe un marco diferente, que se nutre tanto de un contexto internacional caracterizado por nuevos desarrollos conceptuales como de uno nacional en el que se destacan nuevas formas institucionales para la gestión ambiental. En medio de todo lo cual es evidente la profundización de algunos de los más graves problemas que por siempre han marcado al sector forestal, dentro de los cuales

ya no es ninguna novedad mencionar los elevados índices de deforestación, los precarios niveles de reforestación, el caótico sistema de aprovechamiento del bosque natural, la descoordinación y poca eficiencia dentro de la administración forestal pública, la marginalidad social en los centros de tradicional actividad forestal y la baja participación del sector en la economía nacional, por referirnos solamente a algunos de ellos.

La novedad no tiene mucho que ver pues con el tipo de problemas a resolver, que en esencia siguen siendo los mismos, sino más bien con los instrumentos conceptuales sobre los cuales puede construirse una política diferente y con los mecanismos de gestión que permitan llevarla a la práctica.

### CONFLUENCIAS Y PARADOJAS ENTRE EL CONTEXTO INTERNACIONAL Y LA SITUACION NACIONAL.

A la par que es factible identificar puntos de coincidencia entre las tendencias globales en torno del medio ambiente y los recursos naturales renovables y el pensamiento oficial nacional, también es posible señalar algunas situaciones que muestran las enormes diferencias que subsisten, y dicho en mejor forma, la ambigüedad de algunas posiciones.

Sobre las convergencias no es necesario ahondar demasiado ya que es bien sabido que el país se ha hecho eco de las preocupaciones internacionales en cuanto a la complejidad que encarna el tema del desarrollo económico visto desde la perspectiva de la sustentabilidad y se ha sumado formalmente, al igual que muchos otros, a las más importantes declaraciones y convenciones suscritas universalmente, incluyendo desde luego las generadas como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro en 1992.

El compartir principios globales sobre la urgencia y necesidad del desarrollo sustentable no le ha impedido al gobierno colombiano asumir posturas críticas para señalar que, más allá de las declaraciones, los compromisos fundamentales no se han cumplido por parte de los países en desarrollo y que sin la transferencia de nuevos recursos y tecnologías será punto menos que imposible iniciar el camino hacia un modelo de desarrollo que atienda a los requerimientos de la sustentabilidad, no solo ecológica, sino también económica y social.

Para algunos, la ambigüedad consiste, en que esa misma postura no se mantiene hacia adentro del país y se insiste en exigir, al menos para algunos sectores de la actividad económica, entre ellos el forestal, nuevas formas de gestión orientadas hacia la sustentabilidad ambiental pero sin atender a los prerrequisitos necesarios para su gradual implementación.

#### DESARROLLO SOSTENIBLE Y GESTION FORESTAL

El tema de la sustentabilidad no es ajeno al mundo forestal. De hecho desde hace más de dos siglos el concepto de rendimiento sostenido ha sido el fundamento teórico del manejo de los bosques. Sin embargo es claro que las preocupaciones ambientales contemporáneas han obligado a una revaloración de tal concepto y más que eso a una ampliación del mismo en el sentido de incorporar de manera más sistemática las funciones económica, social y ecológica de los bosques en el contexto de desarrollo.

Lo que puede ponerse de presente en este sentido es que tal vez por las razón arriba anotada el sector forestal se encuentra en una mejor situación que otros para encabezar acciones prácticas del desarrollo sostenible. Quizá esta misma circunstancia determina que sea al sector forestal al que se hagan mayores exigencias para emprender cambios en sus

prácticas tradicionales de utilización del recurso.

En Colombia, empero, en forma similar a lo que ocurre en otras partes del mundo, el sector no parece querer reconocer esas ventajas y mantiene cierta distancia en cuanto al análisis del tema, lo cual no permite diferenciarlo claramente de la situación que en la práctica defienden otras ramas de la actividad económica.

De manera pragmática resulta en este punto forzoso afirmar que ninguna gestión sustentable de los bosques será factible si no se desarrollan estrategias similares y convergentes en los sectores conexos y en el conjunto general del desarrollo nacional.

Por otra parte, es necesario precisar que aún existen carencias en cuanto al desarrollo de un concepto universalmente válido de lo que significa el desarrollo forestal sustentable. Es tal vez por la vía de identificar lo que no es sustentable como se pueden lograr acuerdos más ampliamente aceptados. Nadie diría que es sustentable un modelo de aprovechamiento que no garantiza la reposición del recurso. Nadie insistiría en que es sustentable un esquema de explotación que no retribuye beneficios tangibles a las poblaciones locales. Nadie defendería como sustentable un tipo de utilización del bosque que no concede ningún valor económico a los árboles en pie del bosque natural.

#### ¿EN QUE PUNTO NOS ENCONTRAMOS?

Para tratar de determinar en qué momento del desarrollo forestal nos encontramos no basta con acudir a los ya conocidos diagnósticos sobre el sector.

Se precisa contextualizar la situación respondiendo a los interrogantes:

1) ¿De qué situación venimos?

2) ¿Con las tendencias que arrastramos, hacia dónde nos dirigimos?

3) ¿Hacia dónde queremos ir?

4) ¿Hacia dónde podemos ir?

Obviamente estas preguntas pueden tener variadísimas respuestas.

Un intento, esquemático claro, y subjetivo desde luego, de contestar estas inquietudes puede responderse así:

1) Venimos de una situación que en términos generales puede calificarse como no deseable tanto para la permanencia del recurso como para lo que de su utilización y manejo se espera como contribución al desarrollo económico y social. Las políticas y legislaciones precedentes no han impedido el progresivo deterioro de los bosques ni la marginalidad social y económica de las áreas de tradicional actividad forestal.

2) De mantenerse las tendencias históricas en la gestión forestal se llegará inevitablemente al agotamiento económico (no rentabilidad del aprovechamiento aunque haya existencias) y a niveles inmanejables del deterioro social en áreas forestales. Las consecuencias ecológicas de un escenario de estas características no son difíciles de imaginar. La controversia en este punto puede girar alrededor de precisar el momento en que un colapso de esta naturaleza se produzca, mas no sobre la posibilidad de la ocurrencia del mismo.

Por supuesto no hay acuerdo sobre el momento en que no haya abastecimiento interno de productos forestales por física desaparición de las fuentes naturales (los cálculos van desde hasta tres a cuatro décadas).

Los más optimistas refuerzan su posición con el argumento un tanto cínico de que cuando desaparezca el último vestigio de bosques naturales entonces cobrará importancia el sector forestal en el país.

3) Si no hay consenso en torno de los dos puntos anteriores, menos puede haberlo en relación con la imagen objetivo que se desea tener como deseable para el sector y sus complejos componentes.

Si el espectro de posiciones abarca desde aquella que, manifiesta o tácitamente, plantea que todo marcha bien, hasta aquella otra que sugiere que el colapso ya está ocurriendo, se comprenderá fácilmente que existen enormes dificultades para establecer unas bases mínimas de acuerdo sobre el deber ser de la gestión sectorial.

En esta materia es necesario ser explícito, en el sentido de que puede sacarse provecho y ventaja individual o grupal tanto al mantener el **status quo** como al pretender modificarlo radicalmente.

No se trata de adoptar el camino intermedio **per se** sino de conciliar los puntos de vista, reconociendo despojados de las preconcepciones, los logros y aciertos, que los hay, como las fallas y errores, que también existen.

De todos modos, no debe renunciarse a la utopía, al logro del fin de la gestión forestal sustentable, como meta ideal.

4) Son las circunstancias generales del propio desarrollo del país las que imponen límites a las acciones viables. Son los mismos factores políticos, sociales, económicos y ecológicos los que van configurando la esfera de lo posible, que es en últimas, lo que la política forestal debe saber identificar.

Dentro de un conjunto amplio de opciones y alternativas de cambio, lo que realmente puede traducirse en realizaciones prácticas debe seleccionarse en función de su factibilidad técnica, de su aceptación social, de su viabilidad económica y de su compatibilidad ecológica. Todo lo cual puede enunciarse como sostenibilidad ecológica, social, cultural y económica. Las prioridades deben responder a la consideración de estos aspectos y por tanto a determinar aquellas opciones que los cubran integralmente. No puede privilegiarse solamente uno de tales aspectos por cuanto ello necesariamente conduce a soluciones parciales que siendo exitosas en una dimensión implican deterioro o merma de las demás.

#### ASPECTOS CRITICOS QUE DEBE RESOLVER LA POLITICA SECTORIAL

En el momento clave que atraviesa el sector para redefinir su curso, más que aventurarse en la identificación de soluciones-panacea, puede señalarse que cualquier propuesta de política forestal que pretenda llevarse a efecto, sobrepasado el alcance de las declaraciones formales de buenas intenciones, debe responder como mínimo a los siguientes interrogantes:

– ¿Puede el principal problema que afecta a los bosques naturales de Colombia, el de la deforestación, resolverse efectivamente a través de una política de colonización que le corresponde formular al Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el Ministerio de Agricultura?

– ¿Puede la política de colonización involucrar una nueva legislación agraria encaminada a solucionar en forma eficaz el problema crónico de inequidad en la estructura de la propiedad rural en el país?

– ¿Puede adoptarse una política forestal integral estable que contenga metas definidas para el corto, mediano y largo plazo y que pueda

ser objeto de actualización y revisiones periódicas?

– ¿Puede institucionalizarse un mecanismo de concertación entre el sector público y el sector privado, que permita definir lineamientos de política sectorial y evaluar en forma permanente la ejecución de planes y programas?

– ¿Puede un mecanismo de esta naturaleza ser representativo, contar con el respaldo de todos los sectores interesados, ser funcional y lograr el reconocimiento de las autoridades de gobierno de modo que sus conceptos y opiniones sean realmente tenidos en cuenta en el momento clave de la toma de decisiones?

– ¿Es factible poner en funcionamiento en el más corto plazo la Dirección General Forestal y de Vida Silvestre del Ministerio del Medio Ambiente incorporando en su reglamentación las previsiones suficientes para que pueda cumplir cabalmente con sus funciones, incluidas en aquellas las que apunten a resolver los conocidos problemas de descoordinación intra e interinstitucional?

– ¿Es posible, dando cumplimiento a lo ordenado por la Ley 99 de 1993, estructurar, organizar y poner en marcha un Servicio Forestal Nacional que responda a las necesidades auténticas del país, que sea operativo y cuente con los medios requeridos para llevar a cabo sus funciones, dentro de las cuales se deben incorporar todas aquellas actividades que, de acuerdo con la situación actual, no están en cabeza de ninguna institución, pudiéndose señalar a modo de ejemplo, las relacionadas con el control de incendios forestales, prevención y control de plagas y enfermedades forestales, inventario forestal nacional, etc.?

– ¿Puede, dando cumplimiento a la legislación, estructurarse y ejecutarse el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, en el cual se

introduzca una auténtica visión prospectiva de los objetivos y metas para el sector a través de la cual se rebese el alcance cortoplacista que caracteriza la mayor parte de los programas actuales?

- ¿Puede en un término razonablemente breve darse curso a la tarea de revisión, actualización y unificación de la legislación forestal nacional?

- ¿Puede para este propósito adoptarse un mecanismo que garantice que oportunamente se tendrán en cuenta los puntos de vista de los diferentes sectores que serán afectados pasiva o activamente por dicha legislación?

- ¿Pueden introducirse modificaciones realmente innovadoras orientadas a contar con una normatividad que, más allá de lo ideal, sea aplicable y susceptible de cumplimiento por los usuarios y de verificación por las autoridades correspondientes?

- ¿Pueden preverse instrumentos y procedimientos legales que impidan que las sanciones y penalizaciones se conviertan virtualmente en objeto de burla?

- ¿Pueden establecerse y desarrollarse acciones permanentes de educación y de divulgación de las normas con el fin de que las mismas no sean desatendidas por desconocimiento de los interesados?

- ¿Puede adoptarse dentro de la legislación la figura de Patrimonio Forestal Permanente, como medio de garantizar que no se seguirá desangrando el capital forestal de la nación para dar solución temporal a los problemas de tenencia de tierras?

- ¿Pueden delimitarse y operar bajo criterios verificables de sustentabilidad Zonas Forestales Productoras?

- ¿Pueden delimitarse y operar bajo criterios verificables de sustentabilidad Zonas Forestales Protectoras?

- ¿Pueden las zonas anteriormente mencionadas regirse por lineamientos normativos claros, superando funcionalmente el interesante, -pero poco útil desde el punto de vista práctico- argumento académico de que toda zona forestal productora protege y de que toda zona forestal protectora produce?

- ¿Puede crearse un Sistema Nacional de Reservas Forestales?

- ¿Pueden hacerse cumplir las disposiciones que obligan a la transformación de productos en las áreas de aprovechamiento?

- ¿Pueden hacerse cumplir las disposiciones que obligan a efectuar reinversiones económicas en el bosque con el propósito de garantizar su persistencia y por tanto, su manejo sustentable?

- ¿Pueden propiciarse mecanismos de asociación que permitan el desarrollo de modelos mixtos a través de los cuales las comunidades locales establezcan acuerdos con las grandes y medianas empresas para el aprovechamiento de los recursos forestales, contando para ello con el arbitrio del estado?

- ¿Puede ponerse en práctica el mecanismo de interventoría, contratada con firmas o profesionales particulares, para solucionar la falta de presencia del estado en los sitios en los cuales se han otorgado permisos de aprovechamiento forestal?

- ¿Pueden establecerse mecanismos no discriminatorios que permitan reducir la proliferación de permisos de aprovechamiento de bajos volúmenes o que faciliten su concentración en determinadas áreas de modo que sea factible su control y seguimiento?

– ¿Pueden identificarse tendencias en cuanto al comercio internacional de maderas y otros productos forestales de modo que se determinen rumbos claros para el sector en el marco de las nuevas políticas económicas y que se aprovechen adecuadamente las innegables ventajas comparativas con que cuenta el país?

– ¿Pueden adoptarse esquemas para la toma de decisiones sobre el desarrollo del sector que contemplen una adecuada y efectiva participación de la comunidad, que vayan más allá de la tradicional retórica en esta materia?

– ¿Pueden concebirse los programas de desarrollo forestal (trátase de reforestación, aprovechamiento, etc.) bajo un nuevo enfoque que dé preeminencia a los componentes sociales y económicos, desestimulando toda iniciativa que tienda a mantener las condiciones de marginalidad, pobreza y atraso que son tradicionales en las zonas de actividad forestal?

– ¿Pueden adoptarse medidas inmediatas para resolver el problema de la no valoración económica de la madera en pie del bosque natural?

– ¿Pueden crearse incentivos económicos directos para la conservación del bosque natural?

– ¿Puede crearse y operar un Sistema Nacional de Estadísticas Forestales que resuelva la grave y antigua carencia del país en este campo?

– ¿Puede sacarse de su condición de cenicienta la investigación forestal y asignar a ella los recursos que demanda para el logro de sus metas más fundamentales, estableciendo además una estructura institucional que le permita dar salida a sus conocidas limitaciones operativas y especialmente que deslinde funciones y responsabilidades institucionales, las cuales no parece que se clarifiquen y determinen con precisión dentro del nuevo esquema administrativo ambiental?

Si las respuestas a estos interrogantes son positivas, entonces el reto de formular y ejecutar una política forestal nacional dejará de entenderse como una tarea imposible y pasará a concebirse como un ejercicio no sólo factible y deseable sino además irremplazable, ineludible e inaplazable.

## 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.

# Instrucciones a los Colaboradores

## 1

Los textos deben elaborarse en lenguaje claro, breve y con datos precisos. Los trabajos no deben exceder de 20 páginas tamaño carta y a doble espacio. Salvo casos excepcionales.

## 2

Los trabajos deben presentarse en original de computador, con margen de 4 centímetros y con las páginas numeradas, incluidos los cuadros con datos. Además deberá enviarse el diskette de 3 1/2 en Word Perfect 5.1.

## 3

La escritura de nombres científicos de plantas o animales (género y especie) deberá hacerse en cursiva o letra itálica de computador.

## 4

En la primera página del trabajo se debe indicar: título conciso, nombre y apellido del autor o autores, título profesional y cargo que desempeña e institución donde se hizo la investigación.

## 5

Los cuadros deben tener títulos en la parte superior y números consecutivos. Las gráficas, dibujos y fotografías o diapositivas se considerarán como figuras y deberán llevar cada uno una leyenda explicativa en la parte inferior y números consecutivos. Las gráficas deben presentarse en original en papel mantequilla o en originales nítidos de computador. Las fotografías deben colocarse en hojas separadas del texto y adheridas a éstas con cinta pegante, y con su leyenda respectiva.

## 6

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

## 7

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.

## 8

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.

## 9

Todo trabajo debe venir acompañado por un resumen que compendie su contenido y conclusiones. Este resumen debe tener de 150 a 200 palabras y debe colocarse al comenzar el artículo.

## 10

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

## 11

Las cifras decimales se deben separar con coma.

## 12

El autor recibirá gratuitamente 5 ejemplares de la revista; en el caso de autor y coautor, cada uno recibirá 3 ejemplares.