

(120)

Quinta Epoca

Bogotá D.E. Septiembre de 1989

/ ISSN 0120-0739

Vol. 1.3 No. 3
Septiembre

BORESTAL

Colombia



\$ 300

SEMESTRAL

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



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

Rector

Juan Enrique Niño Guarín

Vice-Rector Académico:

Rafael Rodríguez Rodríguez

Director Centro de Investigaciones

Alvaro Iván Vargas

Jefe de Publicaciones:

Alvaro Carvajal Arias

**Decano de la Facultad de Ingeniería Forestal:**

Yezid Navas Peñaranda

Director Instituto de Investigaciones Forestales y Madereras:

Luis Jairo Silva Herrera

Jefe Departamento Aguas y Suelos:

Hugo Riveros Polanco

Jefe Departamento Aprovechamiento Forestal:

Alvaro Jiménez Morales

Jefe Departamento Ordenación Forestal:

Armando Clavijo Bobadilla

Jefe Departamento Protección Forestal:

Hernando Guevara Casallas

Director Revista COLOMBIA FORESTAL:

Jorge Enrique Becerra B.

Comité Editorial:

Jorge Enrique Becerra B., Yezid Navas Peñaranda,
Jairo Silva Herrera

Diseño y Diagramación:

John Brian Cubaque

Armada:

Marco Robayo

Portada: CEIBA PENTANDRA (ceiba)

Lugar: Río Guaviare en la desembocadura sobre el
Atabapo - sitio de Amanaven.

Foto: Gilberto Mahecha.

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

CONTENIDO

*Los recursos naturales de la tierra, incluidos el aire, el agua, el suelo, la flora y la fauna, y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras.
(Naciones Unidas Conferencia de Estocolmo, 1972).*

2 **Notas Editoriales**
Yezid Navas Peñaranda

NOTAS CIENTIFICAS

8 **Estructura y crecimiento de un bosque secundario de roble**
Jorge E. Becerra

23 **Análisis nutricional de la especie *Cordia alliodora***
Miguel E. Cadena R.

42 **Caracterización anatómica de las maderas latifoliadas**
Leonor Rodríguez M.

COMUNICACIONES TECNICAS

48 **Estos son los pesticidas más peligrosos del mundo**
Nubia Amparo Cárdenas

54 **La bio-ingeniería y el control de la erosión**
Herbert Enrique Soto S.

61 **TESIS DE GRADO**

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.

NOTAS

EDITORIALES

Una nueva época

No son pocas las dificultades que se deben superar cuando se tiene la mira puesta en alcanzar la excelencia académica en una Facultad, con trayectoria en la formación de profesionales de los recursos naturales, enmarcada dentro de una gran maraña de deficiencias institucionales tanto administrativas y económicas como humanas.

Sin embargo lo importante y destacable es la necesidad y testarudez de ánimo positivo en luchar, idear e imaginar todas las formas y estrategias conducentes a rescatar y poner en el verdadero sitio que le corresponde a una carrera, como la Ingeniería Forestal, que por su alto contenido social ha contribuido y contribuirá determinadamente en la formación de conciencias en el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales, como un amortiguador efectivo a la desenfrenada carrera de explotación y deterioro irreversible de nuestra verdadera riqueza nacional, por la desmedida voracidad e indolente complicidad del estado en el arrasamiento de los bosques con las consecuencias funestas que esta actividad conlleva.

Es por esta razón que nos compete, a quienes estamos comprometidos en la actividad docente, una gran responsabilidad en la estructuración y proyección de este tipo de formación hacia el futuro, para responder eficazmente a la solución de las necesidades, cada vez más críticas y apremiantes, del Sector.

La Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Distrital ha diseñado un Plan y ha cometido algunas acciones concretas conducentes a la estructuración y definición básica de lo que será en el futuro su actividad docente, investigativa y de extensión.

En la Docencia

Conscientes de la necesidad de actualizar el Plan de Estudios de la Carrera, se inició en 1987 el estudio sobre la Reestructuración y Planificación Curricular de Ingeniería Forestal con el objetivo de hacer una evaluación completa de la situación actual de los recursos naturales en el país y sus necesidades, consultando a especialistas, egresados, empresas públicas y privadas, comunidades,

profesores y estudiantes. Esta investigación financiada por el Centro de Investigaciones de la Universidad, ha tenido un cubrimiento nacional, ya se concluyó y está en la etapa de publicación e incluirá todos los planes, programas y estrategias requeridas para su puesta en marcha en el primer Semestre de 1990.

Este nuevo Plan de Estudios diseñado con una concepción amplia de lo que debe incluir un verdadero diseño curricular, permitirá la actualización y proyección del nuevo Ingeniero Forestal, tratando de solucionar todas las deficiencias que la actual estructuración tiene y apunta hacia la formación de profesionales comprometidos con el Sector Rural, conocedores de su problemática, a través del trabajo comunitario, con fundamentación teórica, sólida en conocimientos de la técnica, socio-económicos-administrativos y humanísticos (en el próximo número se incluirá un artículo sobre el nuevo curriculum de Ingeniería Forestal).

Investigación

A pesar de constituir el soporte científico, generador de conocimientos frescos para la docencia, la investigación en la Facultad de Ingeniería Forestal era una especie en extinción; circunscrita exclusivamente al cumplimiento de un requisito académico a través de los trabajos de tesis, con un agravante en el sentido de que no se habían identificado los problemas ni definido prioridades de investigación por el desconocimiento que se tenía de las verdaderas necesidades del Sector.

Esta situación ya está en vía de ser solucionada a través de las siguientes acciones:

Plan de Investigaciones:

La Facultad consideró necesario realizar un diagnóstico regional en Cundinamarca con participación de la comunidad rural, los reforestadores, técnicos y docentes para conocer los problemas de la comunidad en lo referente a los recursos naturales renovables, a las deficiencias tecnológicas, las limitantes y condicionantes de la investigación y las bases conceptuales del desarrollo e investigación forestal.

Con base en este estudio ya se han definido líneas y proyectos concretos de investigación orientados hacia la solución de la problemática socio económica, ambiental y tecnológica con el fin de contribuir con el desarrollo regional del Sector.

En el momento la Facultad cuenta con un Plan de Investigaciones estructurado y coherente que le permite establecer políticas claras sobre lo que en adelante será su acción investigativa.

Notas
Editoriales

Infraestructura para la Investigación:

No podíamos pretender una arremetida en el campo de la investigación, sin contar con la infraestructura requerida tanto en el campo administrativo como de los recursos.

La Universidad, a través de la creación del Centro de Investigaciones con un presupuesto este año cercano a los \$ 120'000.000 ha facilitado las cosas para acometer estas acciones; a su vez la Facultad ha estructurado cuatro grandes proyectos que harán viable la acción investigativa.

I Base de datos sobre bibliografía forestal.

Conscientes de la importancia que representa la disponibilidad de un Centro de Documentación como base para una buena actividad investigativa y docente y conscientes de las graves deficiencias de infraestructura y de servicios documentarios e informativos en la Facultad, se elaboró un proyecto para el establecimiento de una base de datos en el Centro de Documentación de la Facultad de Ingeniería Forestal (CEDOF).

Este proyecto tiene como objetivo general, establecer una base de datos sobre bibliografía forestal, que sirva de apoyo a las labores docentes e investigativas, de la Facultad de Ingeniería Forestal y sea fuente de información a las entidades del Sector Forestal, para análisis de proyectos de investigación.

Este proyecto fue presentado en noviembre de 1987 al CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo) para su financiación con un costo total de \$ 45'000.000.

Resueltas estas deficiencias bibliográficas y de documentación con este proyecto, estamos seguros del gran avance y actualización que alcanzará nuestra Facultad en beneficio de sus principales usuarios, los estudiantes.

II Laboratorio Forestal

Como resultado de las investigaciones sobre necesidades apremiantes del Sector Forestal se estableció la importancia de contar en la Facultad con un laboratorio forestal que permita adelantar estudios relacionados con cultivos in-vitro, micorrización y fitomejoramiento como una contribución al conocimiento profundo y desarrollo de las especies forestales nativas y un aporte significativo al desarrollo del sector a través de su reproducción en condiciones óptimas.

Para el efecto se presentó un proyecto al Centro de Investigaciones de la Universidad, el cual ya fue aprobado y se encuentra en su etapa de ejecución.

III Centro Experimental Cuenca de San Cristóbal

Para darle continuidad a la investigación de laboratorio se ubicó un área de 3.000 Has. cercana a la Facultad, propiedad del Acueducto de Bogotá, en la cual se podrán desarrollar ensayos de investigación permanente.

Ya se han adelantado conversaciones con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para el establecimiento de un convenio interinstitucional que le permita a la Facultad tener acceso, utilizar la infraestructura y obtener financiación para diversos proyectos de investigación que ya le han sido propuestos en un número cercano a 15.

Con esta alternativa se solucionará, sin costo para la Universidad, un problema planteado desde siempre, el relacionado con la carencia de un sitio para investigación permanente, que garantice la continuidad en los proyectos de largo plazo, que son la mayoría en el campo forestal.

Todos estos proyectos le van dando bases firmes en todos los campos a la Facultad y contribuirán a integrar su verdadero plan de desarrollo que la proyecte con un alto nivel de competencia en la formación de profesionales para el manejo de los recursos naturales del país.

IV Organización y sistematización del Herbario Forestal

Tomando como base la colección botánica cercana a los 20.000 ejemplares de árboles de Colombia, se presentó y fue aprobado por COLCIENCIAS un proyecto para su montaje, organización y sistematización, como un acopio de información botánica de gran valor, tanto para los estudiantes, como para los potenciales usuarios externos a la Universidad.

Sin contar aún con la anterior infraestructura, que se encuentra en ejecución, pero apoyados financieramente por numerosas entidades del Sector, la Facultad ha vuelto a abrir sus puertas a entidades externas, iniciando proyectos de investigación en varios campos con varias instituciones; vale la pena mencionar los siguientes:

- * Estado de sanidad de la postería inmunizada instalada en Colombia (Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá E.E.E.B.).
- * Investigación Agroforestal, Lulo en combinación con especies forestales (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo CIID - Interconexión Eléctrica S.A. - ISA).

*Notas
Editoriales*

- * Silvicultura y productividad del Chachafruto (CIID).
- * Producción de Plántulas a raíz desnuda, *Alnus jorullensis* y *Acacia decurrens* (CAR).
- * Determinación de crecimiento de *Acacia decurrens* en la región del Checua - Cundinamarca (CAR).
- * Propagación vegetativa del Borojó Patinoi-Borojó (CONIF).
- * Diseño paisajístico y arborización del canal del Río San Cristóbal (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá).
- * Producción de café bajo sombrío de árboles forestales (Hacienda Misiones y Federación de Cafeteros).
- * Compendio Tabulado sobre los usos de la Vegetación Superior en la región del Guaviare (Corporación de Araracuara).

No podíamos dejar inconcluso este gran esfuerzo, con el impulso de la actividad investigativa, sin concluir en lo que considero lo más importante, como es la difusión de todos esos conocimientos generados en la Facultad para que sean de utilidad a la sociedad y cumplir su verdadero objetivo de solucionar problemas apremiantes del sector. Es por eso que se impulsó nuevamente, después de 10 años de haber editado los dos primeros números, la publicación del número 3 de la revista COLOMBIA FORESTAL como un órgano de divulgación científico-tecnológica abierta a todos los interesados en dar a conocer sus hallazgos y soluciones para el sector de los recursos naturales y especialmente para nuestros estudiantes, profesores, egresados y en general Ingenieros Forestales del país.

Extensión

Ha sido otra de las grandes deficiencias mostradas en la Facultad que se ha visto sometida a un completo ostracismo durante los últimos años, mediante un aislamiento y desconexión con la actividad externa a la Universidad, lo cual ha contribuido a que no se la tenga en cuenta para ningún proyecto y se desperdicien todos aquellos conocimientos y recursos que en la mayoría de los casos ésta podría aportar a través de asesorías, consultorías y autorías de importantes proyectos para las empresas, tanto públicas como privadas.

A nivel del mismo trabajo con la comunidad, el aporte de la Facultad ha sido totalmente nulo con un gran perjuicio para el

estudiante quien se forma en un ambiente exclusivamente técnica olvidándose por completo de que todos los proyectos que estructura deberán ser ejecutados para y con la comunidad.

Esta situación se ha tratado de corregir proponiendo una serie de proyectos a instituciones del sector, en los que se involucra al estudiante, como los citados anteriormente que ya se adelantan con ISA, EEEB, CAR, CIID, COLCIENCIAS, etc.

También es importante destacar una gran iniciativa del estamento estudiantil en la creación del CONSULTORIO ECOLOGICO, con un alto contenido social y de servicio a la comunidad, lo cual contribuirá notablemente a su acercamiento y función de extensionista de la Facultad.

Es por todas estas razones que me he atrevido a titular este editorial como **UNA NUEVA EPOCA**, la cual estoy seguro le ha llegado a la Facultad de Ingeniería Forestal en la que ya soplan vientos frescos de renovación, con acciones concretas y un gran espíritu y capacidad de trabajo para mejorar las cosas.

Se están construyendo unas bases sólidas en todo el andamiaje de la Facultad que le permitirán proyectarse hacia el futuro con seguridad y ocupar dentro de la Universidad y el país el lugar que le corresponde como formadora de profesionales altamente capacitados y de una gran sensibilidad social, garantes y vigilantes en el manejo racional de los recursos naturales.

En esta tarea estamos comprometidos muy de cerca profesores, estudiantes y trabajadores de la Facultad, contando con el apoyo que hemos recibido de la actual administración, a través del Consejo Académico, Rectoría, Vice-Rectoría Académica y el Centro de Investigaciones, para llevar a feliz término todas estas iniciativas en beneficio de la Ingeniería Forestal.

Agradecemos muy especialmente la diligencia y especial colaboración de la Oficina de Publicaciones sin la cual habría sido imposible la terminación de la revista.

Invito a todos los colegas forestales, estudiantes, profesionales, investigadores y conocedores del sector de los recursos naturales a colaborar con este órgano de divulgación, a través del envío de artículos de interés con la seguridad de que serán tenidos en cuenta y publicados en los próximos números.

YEZID NAVAS PEÑARANDA

Ingeniero Forestal M.A. Decano Facultad Ingeniería Forestal.

Estructura y crecimiento de un bosque secundario de roble (*Quercus humboldtii*)

JORGE E. BECERRA*

Resumen

Los estudios en el bosque secundario de 16 1/2 años, se llevaron a cabo en 12 parcelas de 400 m², ubicado en la región de "La Sierra", de la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo. Para el ensayo de tratamientos silviculturales se utilizó el diseño de bloques al azar con tres replicaciones, y se efectuaron los siguientes tratamientos: tallar compuesto con pocos resalvos, tallar con muchos resalvos y cortas de limpieza. Estos tratamientos se evaluaron a los 4 años de aplicados.

El bosque no intervenido posee 32 especies forestales, de las cuales el 78% de los árboles corresponden a roble (*Quercus humboldtii*). Para árboles de diámetro superior a 8 cm. y alturas totales que oscilan entre 6,7 a 10,3 m; y en valores proyectados a hectárea, se dedujo: existe un total de 358 árboles y un volumen de 20,63 m³. El roble representa el 74% de este volumen. El 79% de los árboles fustales de roble se originaron por semilla y el resto por brotes de cepa. Existen 1.671 árboles latizales por hectárea, de 5 a 8 cm, de diámetro.

El bosque secundario de "La Sierra", es menor en 2-1/2 veces el volumen, en comparación al bosque de edad semejante de la zona húmeda tropical del "Calima". El incremento medio anual (IMA) en diámetro por árbol, para roble, es de 0,58 cm. y el IMA en volumen es de 0,92 m³/Ha.

Para obtener árboles de diámetro de 40 cm. para aserrío, en el bosque natural no intervenido, en calidad de sitio media (10 m. de altura de árboles dominantes para 16-1/2 años de edad), en la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo de "La Sierra", se requiere un turno de aproximadamente 69 años.

* Ingeniero Forestal M.S. Profesor Facultad de Ingeniería Forestal U.D.

No hubo diferencia significativa en la aplicación de tratamientos silviculturales, al nivel de 95% de confianza, tanto para roble como para otras especies forestales.

Antecedentes

La investigación sobre tratamientos silviculturales en el bosque secundario de roble, se llevó a cabo en la zona forestal de "La Sierra", con base en un programa de cooperación entre la Empresa Acerías Paz del Río y el Instituto de Investigaciones y Proyectos Forestales y Madereros de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Distrital.

El bosque secundario donde se efectuaron los tratamientos silviculturales se formó por desarrollo de la vegetación natural (sucesión), en un sitio que tenía originalmente bosque primario de roble (*Quercus humboldtii*). Este bosque primario había sido aprovechado por corta total y el bosque secundario tenía una edad de 16-1/2 años, contados a partir de la fecha en que se inició la sucesión.

Introducción

Se considera de especial importancia conocer el comportamiento de la regeneración natural del roble, después de efectuada la corta total del bosque primario; y conocer la composición y estructura del bosque secundario que se establece posteriormente, en las primeras etapas de la sucesión.

De otra parte, el reducido incremento del roble en el bosque primario y la falta de una adecuada regeneración natural en el bosque no intervenido, ha traído como consecuencia un interés por buscar nuevos tratamientos silviculturales, tendientes a obte-

ner un mayor incremento y rendimiento de los bosques que se obtienen después de la explotación del bosque primario por corta total (bosque secundario).

Objetivos

- [] Determinar la composición y estructura del bosque secundario que se establece después de la corta total del bosque primario de roble.
- [] Deducir el incremento del roble, en el bosque secundario natural, y en este mismo bosque, determinar el crecimiento cuando se aplican diferentes tratamientos silviculturales a la masa forestal.

La investigación se llevó a cabo en dos etapas, en la primera de éstas se tuvo en cuenta especialmente el primer objetivo y en la segunda etapa el otro objetivo.

Características físicas y localización de la zona

Altitud y pendiente

Los bosques de roble de la finca "La Sierra", ubicada en el municipio de Duitama, se encuentran en su mayor parte, a altitudes que oscilan entre 2.200 a 2.900 m.

La zona donde se llevó a cabo la inves-

tigación se encuentra ubicada a una altitud de 2.720 m.

Las parcelas de investigación tienen una pendiente promedio del 25%.

Clima

Según datos de la Estación Meteorológica situada en la zona de "La Sierra" a una altitud de 2.680 m., y presentados por González (1978), el sitio de la zona experimental tiene las siguientes características climáticas:

- * Temperatura media anual de 12,2°C. Temperatura máxima absoluta de 26°C. y mínima absoluta de 1°C.
- * Precipitación media anual de 2.022 m.m., repartidos en 240 a 250 días por año.
- * La humedad relativa presenta valores medios que oscilan entre 85 a 90%.
- * Teniendo en cuenta el criterio de Thornthwaite, el cual señala como mes seco aquel cuyo valor de evapotranspiración es mayor que la precipitación mensual, en la zona experimental no hay mes seco.
- * De acuerdo a los datos de temperatura media anual y precipitación, el área experimental corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo de la clasificación de Holdridge (1979).
- * La evapotranspiración potencial anual es de 605 m.m. según cálculos efectuados por el sistema de Thornthwaite (1965).
- * Según el método de Thornthwaite, el

índice de humedad para la zona es de 198, valor que corresponde a una provincia de humedad perhúmeda.

Materiales y métodos

Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques al azar con tres replicaciones, y se efectuaron los siguientes tratamientos: tallar con pocos resalvos (A 1), tallar con muchos resalvos (A 2), cortas de limpieza (A 3); además se dejó un testigo (T).

Las parcelas fueron de forma cuadrada de 20 × 20 m. (400 m²), con una faja de separación de 5 m. en todo su perímetro, la cual recibió igual tratamiento que la parcela correspondiente. De acuerdo a lo anterior, se establecieron tres bloques (I, II, III) de 55 × 55 m., con un franja de aislamiento entre bloques de 10 m. de ancho, en la cual no se llevó a cabo ninguna intervención (Ver figura 1).

Descripción de los tratamientos

Tallar compuesto con pocos resalvos (A 1)

Las intervenciones en este tratamiento fueron:

- I) Corta de árboles muertos.
- II) Corta de árboles de roble y otra especie, provenientes de semilla y de re-nuevos, usadas para palanca de mina, de diámetro mayor a 8 cm.
- III) En árboles de roble u otras especies

FIG. 1. DISEÑO EXPERIMENTO TRATAMIENTOS DE TALLAR EN ROBLE

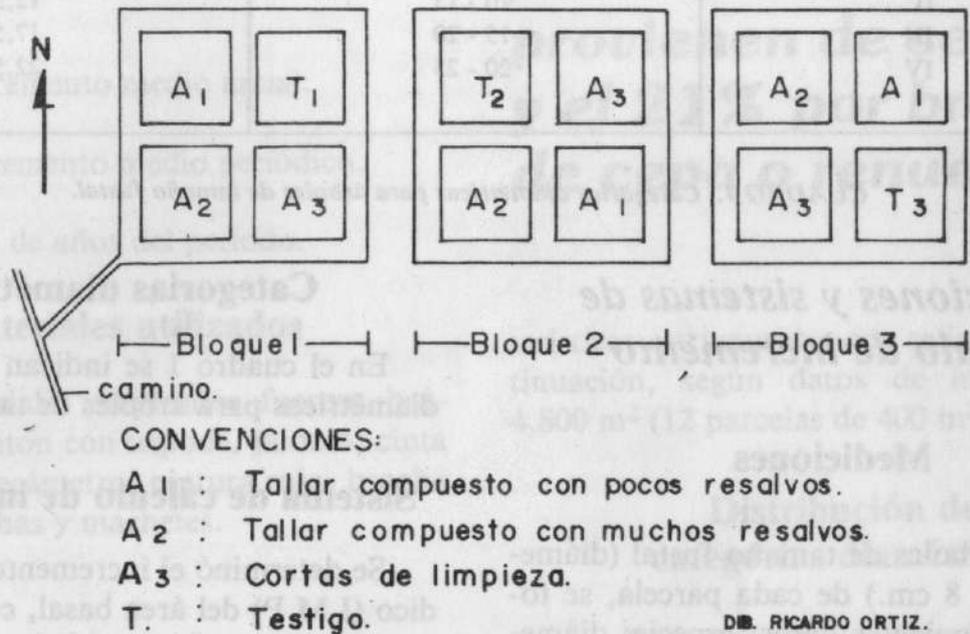


FIGURA 1. Diseño experimento tratamientos de tallar en roble.

que se reprodujeron por brotes del tocón, se efectuó una selección de renuevos dejando los 3 a 4 renuevos mejor conformados por tocón.

- IV) Eliminación por cortas de especies indeseables y árboles de mala forma, incluyendo: a) árboles de fuste corto y copa muy ancha; b) árboles inclinados y muy curvados, cuando no tenían una parte recta de al menos 2,0 m. Además se cortó el chusque (*Chusquea sp.*).

El corte de los fustes se practicó en forma inclinada, con hacha, efectuándolo a una altura aproximada de 20 cm.

Tallar compuesto con muchos resalvos (A 2)

- I) Corta de árboles muertos.

- II) Se dejaron en pie como resalvos, árboles de roble y otras especies usadas para palanca de mina, provenientes de semilla y renuevos, sin límite de diámetro, siempre y cuando tuvieran buena forma.
- III) Intervenciones similares a las indicadas en los numerales III) y IV) de tallar compuesto con pocos resalvos (A 1).

Cortas de limpieza (A 3)

Se practicó una intervención igual a la señalada en el numeral IV) del tratamiento A 1.

En las parcelas testigo no se efectuaron cortas y sólo se llevó a cabo una pequeña limpieza alrededor de los árboles que se iban a medir y marcar.

Categorías diamétricas	Intervalo cm.	DAP medio cm.
I	8 - 10	9,0
II	10 - 15	12,5
III	15 - 20	17,5
IV	20 - 25	22,5

CUADRO 1. Categorías diamétricas para árboles de tamaño fustal.

Mediciones y sistemas de cálculo de incremento

Mediciones

En los árboles de tamaño fustal (diámetro mayor a 8 cm.) de cada parcela, se tomaron los siguientes datos: especie; diámetro; altura de fuste y total; números de renuevos por tocón, en caso de que el árbol no se haya originado directamente de semillas; calidad del fuste: buena (B), regular (R), y mala (M). Así mismo, se registraron en cada parcela datos del número de latizales (árboles de 5,0 a 7,9 cm. D A P) por cada especie, en las diferentes parcelas.

Los fustales se marcaron con un anillo de pintura a la altura a la cual se midió el diámetro, y además se numeraron. A los latizales se les marcó con una raya de pintura.

Los fustales provenientes de semillas se marcaron con solo número, en cambio aquellos árboles que se originaron de renuevos se marcaron con número y subíndice de una letra Ej: 1 A, 1 B, etc.

Además se determinó el número de palancas de mina que producen los árboles con diámetro mayor a 8 cm.

Categorías diamétricas

En el cuadro 1 se indican las categorías diamétricas para árboles de tamaño fustal.

Sistema de cálculo de incrementos

Se determinó el incremento medio periódico (I M P) del área basal, con base en los datos de circunferencia de los árboles registrados al principio y final del período. Este incremento correspondiente a un período de 4 años, se determinó para cada tratamiento, utilizando la siguiente fórmula:

$$I M P = M_f - M_i + E - I$$

DONDE:

I M P = Incremento medio periódico bruto.

M_f = Masa o área basal al final del período.

M_i = Área basal al principio del período.

E = Egresos, incluyendo árboles cortados y muertos.

I = Ingresos o sea árboles que durante el período sobrepasaron el límite de 8 cm. de diámetro.

El incremento medio anual (I M A) se obtuvo por la siguiente fórmula:

$$IMA = \frac{IMP}{n}$$

DONDE:

IMA = Incremento medio anual.

IMP = Incremento medio periódico.

n = Número de años del período.

Materiales utilizados

Los materiales empleados fueron: brújula tipo brunton con trípode, jalones, cinta diamétrica, decámetro, pintura roja, brocha pequeña, hachas y machetes.

Composición estructura y crecimiento del bosque natural

Composición florística del bosque secundario

El bosque secundario donde se llevó a cabo el inventario de las parcelas experimentales posee un total de 33 especies, de las cuales las más abundantes son: roble, chusque y camarero.

En el cuadro 2 se indica el nombre vulgar, científico y familia correspondiente a las especies encontradas.

Estructura del bosque secundario

El bosque secundario no intervenido (datos iniciales de parcelas) tiene las caracte-

El 79% de árboles fustales de roble provienen de semillas y el 21% por brotes de cepa o renuevos.

terísticas estructurales que se indican a continuación, según datos de inventario de 4.800 m² (12 parcelas de 400 m²).

Distribución de categorías diamétricas

La mayor categoría diamétrica corresponde al roble, con 23,5 cm. de diámetro (categoría IV). De especies diferentes al roble, la mayor categoría diamétrica es la III (15-19,9 cm.). Por otra parte, el mayor número de árboles está concentrado en la categoría diamétrica I (8-10 cm.).

Número y porcentaje de árboles de tamaño fustal y latizal

Existe un número promedio de árboles de tamaño fustal (mayor de 8 cm. de diámetro) de 358 por hectárea y de latizales (5 a 7,99 cm.) 1.671/Ha, o sea un total promedio de árboles fustales y latizales de 2.029/Ha. Estas cantidades nos indican que, en el estado de sucesión del bosque, el número de latizales ha aumentado considerablemente, razón por la cual se puede afirmar que existe la tendencia a una ocupación total del sitio con regeneración natural de especies maderables, especialmente de roble.

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
Ají	Hediosmun sp.	Chloranthaceae
Ahuyamo	Turpinia sp.	Stafiliaceae
Amarillo	Persea sp.	Lauraceae
Cucharo	Rapanea ferruginea	Mirsinaceae
Camarero	Cavendishia sp.	Ericaceae
Cristal	Palicourea sp.	Rubiaceae
Cajeto	Brunellia sp.	Brunelliaceae
Colorado o Chuguacá	Hieronyma sp.	Euphorbiaceae
Chusque	Chusquea sp.	Graminaceae
Encenillo	Weinmania tomentosa	Cunoniaceae
Garrocho	Viburnum sp.	Caprifoliaceae
Gaque	Clusia sp.	Guttiferae
Guamito	Inga sp.	Mimosaceae
Graniso	Hedyosmun bomplandianum	Chloranthaceae
Higuerón	Aralia sp.	Araliaceae
Istoraque	Styrax sp.	Stiracaceae
Manchador	?	?
Manoleón	Didymopanax sp.	Araliaceae
Mulato	Ilex sp.	Aquifoliaceae
Naranjito	?	Araliaceae
Orejo	?	Compositae
Patevaca o Chiriguaco	Clethra sp.	Clethraceae
Quino	Landerbergia sp.	Rubiaceae
Roble	Quercus humboldtii	Fagaceae
Susque	Ocotea sp.	Lauraceae
Sietecueros	Tibouchina lepidota	Melastomaceae
Tague	?	?
Tuno	Miconia sp.	Melastomaceae
Tinto	Monnina speciosa	Poligalaceae
Totumo	Meliosma sp.	Sabiaceae
Uche	?	?
Varito	Oreopanax sp.	Araliaceae

CUADRO 2. Especies del bosque secundario de la parte alta de la Sierra.

Proporción de árboles de roble en relación a otras especies

Del total de árboles fustales, el 78% corresponde a roble (*Quercus humboldtii*) y el resto a otras especies. Respecto a latizales, el 57% es de roble y el resto es de otras especies. Lo anterior determina que en el tamaño fustal el roble predomina ampliamente en relación a otras especies, pero que esta proporción disminuye en el tamaño latizal. Esto último se debe fundamentalmente al establecimiento de especies tolerantes,

bajo el dosel de especies dominantes que son en mayoría árboles de roble.

Número y porcentaje de árboles fustales de roble que provienen de semilla y renuevos

El porcentaje de árboles fustales de roble que provienen de semillas es de 79%, y 21% de árboles originados por brotes de cepa o renuevos; esto demuestra que la mayor parte de la regeneración del roble se ha originado en plantas que provienen de semilla.

Crecimiento del bosque secundario

Los valores de crecimiento en diámetro, área basal y volumen que se indican a continuación corresponden a los datos registrados en las parcelas experimentales, antes de la aplicación de los tratamientos silviculturales. Los datos de incremento corresponden pues al período de 16 1/2 años de edad de la sucesión vegetal.

Incremento en diámetro

En el cuadro 3 se indica el incremento medio anual (IMA) en diámetro para roble.

Teniendo en cuenta un IMA en diámetro por árbol de 0,58 cm. para el bosque no intervenido, se puede concluir que para obtener árboles de 40 cm. para aserrío, en calidad de sitio media, de la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo, se requiere un turno de aproximadamente 69 años en el bosque natural.

Mass (1977) citado por Jiménez (1982) indica que en México, en bosque de especies del género *Quercus*, para que los árboles alcancen un DAP de 50 cm. para aserrío, un roble puede necesitar un turno de 50 a 100 años, dependiendo de la especie, la calidad de sitio y la intensidad del manejo silvícola.

Categ. DAP	NA	DAP Medio cm.	Intervalo DAP	IMA DAP - cm.
8-10	84	9,0	2	0,53
10-15	24	12,5	5	0,68
15-20	1	17,5	5	1,00
20-25	2	22,5	5	1,20
TOTAL: 111				

NA = No. de árboles.

CUADRO 3. Incremento medio anual (IMA) en diámetro para roble.

De los datos indicados en el cuadro 3 se deduce que el mayor incremento de los árboles de roble del bosque secundario se presenta en la categoría diamétrica de 20 a 25 cm.

De los valores sobre incremento en diámetro, se puede deducir además un incremento medio anual, general para los árboles de roble, de 0,58 cm.

Según Veillón et. al. (1983), en la zona de la Mucuy en Venezuela, correspondiente a la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo, se determinó un crecimiento diamétrico medio por árbol de 0,20 cm. en el bosque primario.

Incremento en área basal y volumen

El incremento medio anual en área basal

por categoría diamétrica para roble, se indica en el cuadro 4. Este incremento corresponde a una superficie de 4.800 m².

diámetro mayor a 8 cm. y alturas totales que oscilan entre 6,7 a 10,3 m. De otra parte, se deduce que el mayor incremento me-

MASA FORESTAL PARCELAS				POR HECTAREA			
Catóg. DAP Cm.	NA	AB cm ²	IMA/AB cm ²	Alt. Total m.	IMA Alt. m.	Vol. Tot. m ³	IMA Vol. m ³
I	98	5958	361	6,7	0,40	7,81	0,47
II	32	3046	185	7,3	0,44	4,27	0,26
III	1	213	13	9,0	0,54	0,35	0,02
IV	4	1521	92	10,3	0,62	2,87	0,17
TOTAL	135	10.738	651			15,30	0,92

CUADRO 4. Incremento medio anual (I M A) de área basal (A B), altura (Alt.) y volumen (Vol.) por categorías diamétricas para roble.

MASA FORESTAL PARCELAS				POR HECTAREA			
	NA	AB cm ²	IMA/AB cm ²	Alt. Total m.	IMA Alt. m.	Vol. Total m ³	IMA Vol. m ³
I	30	1874	114	6,0	0,36	2,21	0,13
II	6	1899	115	7,2	0,43	2,62	0,16
III	1	624	38	8,0	0,48	0,50	0,03
TOTAL	37	4397	267			5,33	0,32

CUADRO 5. Incremento de AB, Vol, y Alt. por categorías diamétricas para otras especies latifoliadas.

Con base en las cifras del cuadro 4 y teniendo en cuenta una proyección de los datos a 1 hectárea, se concluye que el roble presenta los siguientes valores correspondientes a 281 árboles por hectárea y a un período de 16 1/2 años de la sucesión vegetal: 2,23 m²/Ha. de área basal y 0,135 m²/Ha. de incremento en área basal (I M A); volumen de 15,30 m³/Ha. e IMA en volumen de 0,92 m³/Ha.

Los valores anteriores de área basal y volumen corresponden a árboles que tienen

diámetro mayor a 8 cm. y alturas totales que oscilan entre 6,7 a 10,3 m. De otra parte, se deduce que el mayor incremento me-

El incremento medio anual en altura, área basal y volumen, para las otras 32 especies forestales que se encuentran asociadas al roble en las parcelas experimentales, se indica en el cuadro 5, el cual es semejante al cuadro anterior indicado para roble.

Según el cuadro 5, los valores de área

basal, volumen e incremento anual de estos parámetros proyectados a una hectárea, para especies latifoliadas asociadas al roble son los siguientes: 0,92 m²/Ha. de área basal e IMA de 0,055 m²/Ha; volumen de 5,33 m³/Ha. e IMA de 0,32 m³/Ha.

Analizando en conjunto los valores del roble y otras especies latifoliadas, se deduce lo siguiente:

- En valores proyectados a 1 hectárea, la masa forestal total de las parcelas experimentales presenta un área basal de 3,15 m² y un volumen de 20,63 m³. para un total de 358 árboles de diámetro mayor a 8 cm.
- El roble representa el 74% del volumen total y el 71% del área basal de la masa forestal, en árboles de tamaño fustal, constituyéndose así en la especie de mayor importancia en la estructura y de mayor producción en el bosque.

De otra parte, teniendo en cuenta que existen 1.671 árboles latizales por hectárea, y considerando un diámetro medio de 6,50 cm. para árboles de 5 a 8 cm., se tiene un área basal de 5,54 m²/Ha. para árboles latizales. Según este valor, el área basal total de árboles fustales y latizales para el bosque secundario es de 8,69 m²/Ha. Es de anotar que, el área basal de latizales es superior a la de árboles fustales, por tratarse de un bosque secundario donde predominan árboles de tamaño latizal.

Estado de sucesión

El bosque donde se efectuaron los tratamientos, se había formado por desarrollo

de la vegetación natural en un sitio que tenía originalmente bosque primario de roble. Este bosque primario se había cortado por corta total hacía 16 1/2 años.

De acuerdo a las características y estado de desarrollo del bosque, se puede afirmar que este se encontraba en un estado de sucesión secundaria temprana.

Según lo observado en otros sitios semejantes al de la zona de investigación, los terrenos que inicialmente tenían bosque primario y que fueron explotados por corta total, son invadidos en la primera fase de desarrollo de la sucesión (pionera) por varias especies indeseables de crecimiento rápido. Entre estas especies indeseables abunda especialmente chusque (*Chusquea sp.*) y camarero (*Cavendishia sp.*).

En el estado de sucesión pionera, el roble es dominado por la vegetación indeseable, pero luego va surgiendo lentamente hasta llegar al piso superior de la vegetación enmarañada de las primeras fases de la sucesión.

En el estado de la sucesión en su etapa secundaria temprana, el roble y otras especies de uso para palanca de mina, se encontraban en su mayor parte en el estrato o piso superior, y en gran parte de los sitios las copas se hallaban en contacto, cerrando así el dosel del bosque.

Este estado de cierre del dosel, trajo como consecuencia la eliminación del chusque y camarero (plantas que han presentado la mayor competencia), las cuales estaban en su mayor parte secas. Esta forma de eliminación del chusque es muy favorable, ya que su supresión por otros medios es muy costosa.

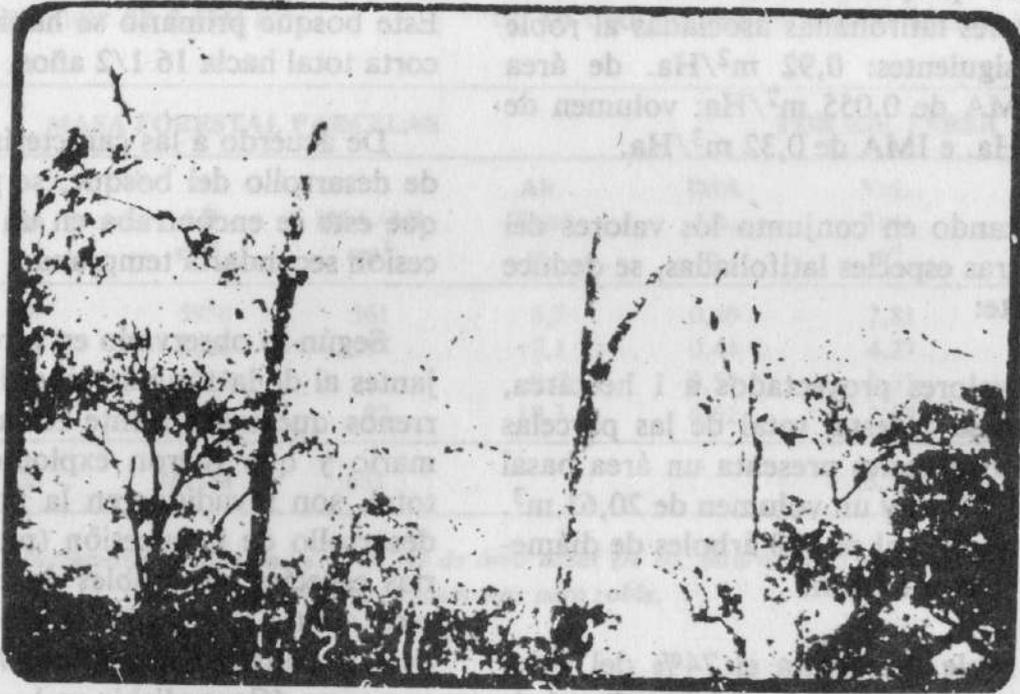


FIGURA 2. Vista del bosque de roble, en la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo, de "La Sierra".

El desarrollo de la sucesión mencionada y la competencia entre especies deseables e indeseables en las primeras fases de desarrollo de la vegetación, se puede considerar de gran importancia para el manejo silvicultural del bosque secundario de roble.

Comparación del bosque secundario con el bosque primario de roble

Según González (1978) en el bosque primario, en calidad media de sitio, existe un área basal promedio de $18,6 \text{ m}^2/\text{Ha}$. y un volumen de $118,48 \text{ m}^3/\text{Ha}$. Según los datos del presente estudio, a la edad de $16 \frac{1}{2}$ años el bosque secundario de roble, en cali-

dad de sitio semejante a la indicada para el bosque primario, presenta para árboles fustales de todas las especies, un área basal de $3,15 \text{ m}^2/\text{Ha}$. y un volumen de $20,63 \text{ m}^3/\text{Ha}$. Lo anterior significa que para recuperar el volumen del bosque natural original se requieren aproximadamente 95 años.

González (1978) indica que el roble tiene una representación en la masa del bosque primario del 39% del número de árboles de tamaño fustal por hectárea, 60% del área basal y 60% del volumen. En el bosque secundario correspondiente al presente estudio, el roble está representado por el 78% de árboles fustales, 71% del área basal y 74% del volumen.

En el bosque primario, González (1978) indica que existen cerca de 50 especies fo-

restales. En las parcelas experimentales de la presente investigación se encontraron 32 especies forestales asociadas al roble.

Comparación del bosque de roble con el bosque secundario de la zona húmeda tropical

Según Mazuera y Ladrach (1979), el bosque secundario de 15 años de edad de la zona húmeda tropical, ubicado en la región del Calima presenta las siguientes características, para árboles de diámetro mayor a 13 cm.: área basal de 12,2 m²/Ha., volumen total 54 m³/Ha, 23 especies forestales y 515 árboles/Ha. Los mismos autores indican que el bosque de 15 años, proveniente de regeneración natural, después de haber cortado el bosque primario, tiene la mitad del volumen del bosque primario, de lo cual deducen un turno de 30 años para que el bosque primario haya recuperado su volumen (108 m³/Ha.).

Comparando los datos del bosque secundario de la zona del Calima, con los del bosque de edad semejante en la zona de estudio de la Sierra, se tiene que el bosque secundario de la zona húmeda tropical supera aproximadamente en 4 veces al valor de área basal y 2 1/2 veces el volumen.

Resultados en la aplicación de tratamientos silviculturales

En el tratamiento de tallar con pocos resalvos (A 1) se extrajo toda el área basal de fustales, quedando en pie la de latizales. En el tratamiento de tallar con muchos resalvos (A 2) el porcentaje de extracción de área basal de árboles fustales fue del 4,8% y en el de cortas de limpieza 5,5%.

No se cortaron árboles latizales porque de estos árboles no se podían obtener todavía palancas de mina.

Incremento por la aplicación de tratamientos silviculturales

La segunda etapa de la investigación en bosques de roble, consistió en analizar los resultados a los 4 años de practicados los tratamientos silviculturales en el bosque secundario de roble. En esta etapa, la sucesión natural en la parcela testigo tenía una edad de 20 1/2 años.

En el cuadro 6 se indica el incremento medio periódico (IMP) y el incremento medio anual (I M A) de área basal por parcela y su equivalente en valores por hectárea según tratamientos y especies.

Análisis estadístico de los resultados

Para el análisis estadístico de los valores obtenidos durante los 4 años del período, se empleó el método de análisis de varianza, el cual se efectuó a partir de los incrementos medios periódicos (IMP) de área basal de los árboles para cada tratamiento, con el objeto de averiguar si había o no diferencias significativas entre tratamientos. Este análisis de varianza se hizo en forma separada para roble, otras especies y total de especies, teniendo en cuenta el diseño de bloques al azar con 3 replicaciones.

Como conclusión general del análisis estadístico, se puede deducir que no hay diferencia significativa entre tratamientos,

Tratam. por espe- cies	Masa for Parcelas		Proyección a Hectárea		
	I M P m ²	I M A m ²	I M A m ²	AB/fin. m ²	AB/inic. m ²
Tratam. A₁					
Roble	0,0081	0,0020	0,016	3,2117	2,7583
Otras	0	0	0	1,7718	2,1944
Total Espec.	0,0081	0,0020	0,016	4,9825	4,9527
Tratam. A₂					
Roble	0,1600	0,0400	0,333	5,8183	1,5538
Otras	0,0459	0,0115	0,096	1,0943	0,4346
Total Esp.	0,2059	0,0515	0,429	6,9126	1,9884
Tratam. A₃					
Roble	0,1886	0,0472	0,393	6,4706	2,4454
Otras	0,0119	0,0030	0,025	0,9356	0,5200
Total Esp.	0,2005	0,0502	0,419	7,4062	2,9654
Testigo - T					
Roble	0,1795	0,0499	0,374	6,2592	2,1746
Otras	0,0293	0,0073	0,061	0,9525	0,5157
Total Esp.	0,2088	0,0522	0,435	7,2117	2,6903

A B/fin = Area basal final
 A B/inic = Area basal inicial.
 Masa for = Masa forestal.

CUADRO 6. Incremento medio periódico (I M P) e incremento medio anual (I M A) de área basal (A B) en parcelas y por hectárea según tratamientos y especies.

al nivel del 95% de confianza, tanto para roble, como para otras especies y para el conjunto de especies forestales.

En el hecho de no existir diferencias significativas entre tratamientos y tratamientos en relación al testigo, según el análisis de varianza basado en el incremento medio periódico de área basal, pueden haber influido el corto período de la investigación y el crecimiento lento de las especies forestales, especialmente del roble que es la especie más abundante.

Además es conveniente anotar que, en el caso de las cortas de limpieza o mejora, así

como en las cortas de aclareo, según la teoría de Moller citado por Vincent (1975): dentro de límites amplios de espesura o densidad, y considerando períodos largos, los tratamientos silviculturales aplicados a bosque constituido por árboles provenientes de semilla, no influyen en el incremento de la producción total, sino en el aumento de la producción de los árboles de mejor calidad al final del turno.

Por otra parte, se debe indicar que, en un período relativamente largo, las cortas de talar intensivas (tratamiento de talar con pocos resalvos-A 1) es posible que influyan en el incremento de área basal, debi-

do al mayor crecimiento de buen número de árboles de roble que provienen de renuevos, en relación a los mismos árboles provenientes originalmente de semilla.

Especies que se regeneran por brotes de cepa

Durante el período de la investigación efectuada, se observó que las especies que se regeneraron por renuevos o brotes de cepa fueron, roble (*Quercus humboldtii*) y mano de león (*Didy mopanax sp.*).

Producción de madera según tratamientos silviculturales

La producción de madera se expresó por el número de palancas de mina que se obtuvo de roble y otras especies utilizadas para este fin. Las palancas de mina son de 2,0 m. de longitud y diámetro superior a 8 cm.

Al efectuar los tratamientos silviculturales en las parcelas experimentales, a los 16 1/2 años de edad de la sucesión vegetal, se obtuvo la siguiente producción de palancas de mina por tratamientos silviculturales, en datos proyectados a 1 hectárea: tallar con pocos resalvos (A 1) = 271; tallar con muchos resalvos (A 2) = 17; cortas de limpieza = 6. Lo anterior equivale a una producción total de 294 palancas de mina por hectárea, de las cuales 191 corresponden a roble (65%).

En el supuesto caso de que se hubiera decidido hacer una corta de todos los árboles de tamaño fustal, en las diferentes parcelas experimentales no intervenidas, se podría haber obtenido, a los 16 1/2 años de edad del bosque, una producción de 533 palancas de mina por hectárea de roble y

188 de otras especies, o sea un total de 721 palancas por hectárea.

Si se hubiera procedido bajo el mismo supuesto indicado, la producción a los 4 años de practicados los tratamientos silviculturales sería de 1.517 Ha. (77%) palancas de mina de roble y 449 (23%) de otras especies, o sea un total de 1.966 palancas por hectárea. Esta producción se distribuiría por tratamientos silviculturales y parcelas testigo, así: tallar con pocos resalvos (A 1) = 435/Ha; tallar con muchos resalvos (A 2) = 510 Ha; cortas de limpieza (A 3) = 498/Ha; y parcelas testigo (T) = 523/Ha.

De acuerdo a los datos anteriores, se puede afirmar que cerca del 70% de la producción de madera corresponde a roble.

Conclusiones

1. El bosque secundario, proveniente de la sucesión vegetal natural después de cortado el bosque primario, y de una edad de 16 1/2 años, posee un total de 32 especies forestales, de las cuales el 78% de los árboles de diámetro mayor a 8 cm. corresponden a roble (*Quercus humboldtii*).
2. En la regeneración natural que se obtuvo después de la tala rasa, en terrenos con pendientes promedio del 25%, el 79% de los árboles de roble se originaron por semilla y el 21% se reprodujeron por brotes de cepa.
3. En valores proyectados a una hectárea, la masa forestal del bosque secundario, de 16 1/2 años de edad, presenta los siguientes valores, correspondientes a 358 árboles por hectárea de diámetro mayor de 8 cm. y alturas

medias de árboles dominantes de 10 m., 3,15 m. de área basal, volumen de 20,33 m³; de estos valores el roble representa el 74% del volumen y el 71% del área basal.

4. El incremento medio anual (IMA) en volumen para árboles fustales de roble es de 0,92 m³/Ha. y el IMA en diámetro por árbol es de 0,58 cm.

5. Existen 1.671 árboles latizales por hectárea en el bosque secundario de 5 a 8 cm. de diámetro, con un área basal de 5,54 m²/Ha.

6. El bosque secundario de la zona húmeda tropical de Calima, supera al bosque secundario de la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo de la Sierra, en aproximadamente 4 veces el valor del área basal y 2 1/2 veces el volumen.

7. Al cerrarse el dosel en la etapa de sucesión secundaria temprana del bosque de roble, se elimina el chusque, el cual sería muy costoso suprimirlo por otros medios, en la etapa de sucesión pionera.

8. Al analizar estadísticamente los resultados de los tratamientos silviculturales de tallar compuesto y cortas de mejora en la masa forestal, después de un periodo de 4 años, se deduce que no hay diferencia significativa entre tratamientos al nivel del 95% de confianza, tanto para roble, como para otras especies y para el conjunto de especies forestales.

9. Para obtener árboles de 40 cm. de diámetro para aserrío, en calidad de sitio media (10 m. de altura de árboles dominantes para 16 1/2 años de edad),

de la zona de vida bosque muy húmedo Montano Bajo, se requiere un turno de aproximadamente 69 años en el bosque natural no intervenido.

Bibliografía

BECERRA, J. E. y MACIA, F. Regeneración natural del roble después de la tala rasa y ensayo comparativo de diferentes sistemas de talar en esta especie. Instituto de Investigaciones y Proyectos Forestales y Madereros. Universidad Distrital, Bogotá, 1973, 38 páginas.

BECERRA, J. E. Ensayo comparativo de tres sistemas silviculturales en un bosque secundario de roble (*Quercus humboldtii*). Instituto de Investigaciones y Proyectos Forestales y Madereros. Universidad Distrital de Bogotá, 1979, 26 páginas.

GONZALEZ, J. Análisis cuantitativo y aspectos florísticos de un sector boscoso de "La Sierra", Departamento de Boyacá. Tesis de grado. Universidad Distrital, Facultad de Ingeniería Forestal, Bogotá, 1978, 88 páginas.

HOLDRIDGE, L. Ecología basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José, Costa Rica, 1979, 216 páginas.

JIMENEZ, W. y CHAVERRI, A. Algunas consideraciones taxonómicas, ecológicas y silviculturales de los robles (*Quercus sp.*) con énfasis en Costa Rica. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales, Heredia, Costa Rica, 1982, 24 páginas.

MAZUERA, H. y LADRACH, W. Composición y crecimiento de la regeneración natural de 4 a 15 años de edad en la concesión del Bajo Calima. Cartón de Colombia. Investigación Forestal, Cali, 1979, 28 páginas.

THORNTHWAITE, C. y MATHER, J. Instructions and tables for computing potencial evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology, Centerton, New Jersey, 1965, 311 páginas.

VICENT, L. Manejo de plantaciones forestales con fines de producción. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, 1975, 143 páginas.

VEILLON, J. P. et al. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. Instituto de Silvicultura. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales, 1983, 122 páginas.

Análisis nutricional de la especie *Cordia alliodora* *

Asociado a hidroponía

MIGUEL E. CADENA R.**

Resumen

En el presente estudio se empleó un sistema hidropónico, bajo condiciones controladas de invernadero, como medio para simular estados carenciales de doce (12) bioelementos: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Azufre (S), Hierro (Fe), Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo) y Manganeso (Mn). El ensayo consistió en suministrar todos los elementos mayores y menores en formulaciones previamente establecidas, exceptuando una, que daba la carencia respectiva. Así con cada uno de los restantes bioelementos hasta completar doce (12) estados carenciales. El trabajo incluyó una evaluación de campo para comparar los resultados obtenidos en invernadero con los obtenidos en condiciones naturales en lo que respecta a caracterización sintomatológica de afecciones morfológicas y comportamiento de las variables de crecimiento, observadas en la especie *Cordia alliodora*.

Entre las técnicas empleadas tenemos: formulaciones con base en la composición media de las sales nutritivas Hoagland, técnica hidropónica de subirrigación conocida como "Hidroculture Luwasa" y determinación del contenido de bioelementos por espectrometría de emisión con fuente de plasma (ICP).

Se efectuaron 1.332 determinaciones por la técnica ICP y su análisis mediante sistemas ternarios en muestras de invernadero y campo. El análisis de crecimiento se realizó empleando tanto variables como parámetros de crecimiento. Las variables de crecimiento analizadas fueron: altura del vástago, longitud de la raíz, área

* Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Cooperación de la Federación Nacional de Cafeteros e Instituto de Asuntos Nucleares. Dirigido por el Biólogo Luis Martín Caballero y Asesoría del Dr. Marco Quijano Rico.

** Ingeniero Forestal. Profesor Universidad Distrital.

foliar, peso seco y húmedo total y densidad funcional de la raíz. Los parámetros de crecimiento fueron: tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento relativo, tasa de asimilación neta, cociente de área foliar, cociente de peso foliar, área foliar específica y relación vástago-raíz. Las mediciones de las variables de crecimiento se sometieron a análisis de variancia, empleando un diseño completamente al azar.

A los trescientos doce (312) días de desarrollo vegetativo de los estados carenciales, la especie *Cordia alliodora* mostró diferencia significativa entre tratamientos a los siguientes niveles de probabilidad para las variables de crecimiento: altura del vástago (0,0001), peso húmedo total (0,0542), área foliar (0,0001) y longitud de la raíz (0,0010).

Introducción

El crecimiento y diferenciación normal de una planta requiere de un suministro continuo de minerales, los cuales cumplen diversas funciones en el metabolismo vegetal, incluyendo la estructuración de proteínas (N y S) y ácidos nucleicos (P), la formación de paredes celulares (Ca), fenómenos de transporte (K) y cofactores enzimáticos (Fe, Mn, Mo, Cu, Zn).

El análisis nutricional de las especies vegetales permite evaluar la interacción de los bioelementos, su nivel de importancia, su composición media y el grado de deterioro de la planta por niveles bajos y altos en concentración.

La especie *Cordia alliodora* es una especie forestal perteneciente a la familia *Boraginaceae*, nativa de América Tropical. Ha sido

descrita como indígena desde la latitud Norte 25 grados a lo largo de la Costa Oeste de México, hasta la latitud Sur 25 grados en Misiones, Argentina. Es una especie pionera de rápido crecimiento y que se adapta a condiciones ecológicas que van desde el nivel del mar hasta una altitud de 1.900 m.s.n.m. Esta especie es de especial interés en el establecimiento de plantaciones coétaneas y agroforestales, en virtud de la amplia aceptación en el mercado de la madera y el alto rendimiento en fase de crecimiento. Su madera se emplea con bastante demanda en la construcción de muebles de oficina y en la producción de chapas y contrachapados.

Para la realización de este trabajo se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivos específicos

- Conocer que bioelementos son esenciales en el metabolismo de la especie *Cordia alliodora*.
- Establecer los niveles críticos de concentración en análisis efectuados en tejido foliar para un determinado estado de desarrollo.
- Desarrollar algunos modelos matemáticos que permitan conocer la biomasa y el área foliar en función de registros de fácil toma en condiciones de campo, como son altura del vástago y el tiempo.
- Obtener elementos de juicio que faciliten la labor de identifica-

- ción de deficiencias nutricionales en plantación a campo abierto como son: material fotográfico donde se aprecie la sintomatología propia de la condición de deficiencia y el diseño de una clave dicotómica para la identificación de deficiencias minerales.
- Conocer las interacciones entre bioelementos como respuesta a descensos en el estado de concentración de los mismos.
 - Clasificación de la especie *Cordia alliodora*, mediante mecanismos de diferenciación fotosintética, como especie C₃ ó C₄.

Objetivos generales

- Establecer una metodología en el campo de la nutrición mineral, a fin de conocer los requerimientos nutricionales en especies forestales para un período de desarrollo vegetativo temprano.
- Estandarizar algunas técnicas procedimentales en el campo de la histoquímica y la espectrometría, que por su novedad y mayor eficiencia son de gran utilidad en el campo de la nutrición mineral.

- Medir el efecto del diagnóstico preliminar del estado nutricional en campo, practicado con ayuda del registro sintomatológico-fotográfico y del diseño de la clave dicotómica para identificación de deficiencias minerales y posterior confirmación mediante los análisis foliares respectivos.

Materiales y métodos

Material de propagación

Se empleó como propágulo la pseudoestaca, cuyas dimensiones correspondientes fueron: diez (10) cm. de longitud de raíz, treinta (30) cm. de longitud de tallo y dos (2) cm. de diámetro a la circunferencia media del tallo. El material se obtuvo en el municipio de Venecia, departamento de Antioquia (Colombia), finca "La Loma", a una altura de 1.380 m.s.n.m., temperatura media anual de 22 grados centígrados, humedad relativa del 75% y precipitación media anual de 2.636,5 mm.

El material se desinfectó en su sección de raíz con hipoclorito de sodio al 5%. Posteriormente se hizo el montaje en el sistema hidropónico, empleando una solución nutritiva completa

como fase adaptativa tendiente a incluir brotación de raíz y primordios foliares.

Preparación de las soluciones nutritivas

Superada la fase de adaptabilidad el trabajo se concentró en la inducción de deficiencias. Para ello se tuvo en cuenta el cuadro diseñado por Hoagland, donde se aprecia la manera de operar los estados carenciales en elementos mayores. Dicho cuadro se modificó con base en ensayos preliminares de respuesta a niveles de concentración, ampliación de su información a elementos menores y balances estequiométricos en concentración para cada uno de los bioelementos en estudio (Anexo 2).

Sistema hidropónico

El sistema hidropónico utilizado es conocido con el nombre de "Hidrocul-ture Luwasa" (República Federal de Alemania), caracterizado en su aspecto más general por pertenecer a la técnica de subirrigación. Como característica especial de los recipientes es su hermetismo y la inercia química tanto del revestimiento como del sustrato (arcilla expansiva-Herculita) en relación con las solu-



FIGURA 1. Brotación inicial de las pseudoestacas.

ciones nutritivas y de las secreciones de las raíces.

El montaje hidropónico se mantuvo bajo condiciones controladas de invernadero. Temperatura media de 21 grados centígrados, temperatura máxima de 35 grados centígrados y temperatura mínima de 17 grados centígrados. Humedad relativa media del 70%, humedad relativa máxima del 95% y humedad relativa mínima del 50%.

Sintomatología de estados carenciales

La descripción sintomatológica se efectuó periódicamente

mediante el empleo de la tabla Munsell para tejidos vegetales, seguimiento fotográfico de la evolución del síntoma y descripción de cambios en la anatomía de la planta.

Diagnóstico de los estados carenciales

El diagnóstico se efectuó de acuerdo a la determinación de la concentración de los bioelementos en tejido foliar. Para tal efecto se cumplieron las siguientes bases de diagnosis: muestreo del material foliar, limpieza de muestras folia-

res y material plástico para análisis de elementos traza, secado de las muestras foliares, digestión de las muestras, preparación de las curvas de calibración, análisis químico mediante el espectrómetro de emisión óptica con fuente de plasma inductivamente acoplado, determinación del contenido de potasio (K) por espectrofotometría de absorción atómica y análisis de nitrógeno por microkjeldahl.

Las labores de secado se llevaron a cabo mediante la técnica del horno microondas acoplado a línea de vacío.

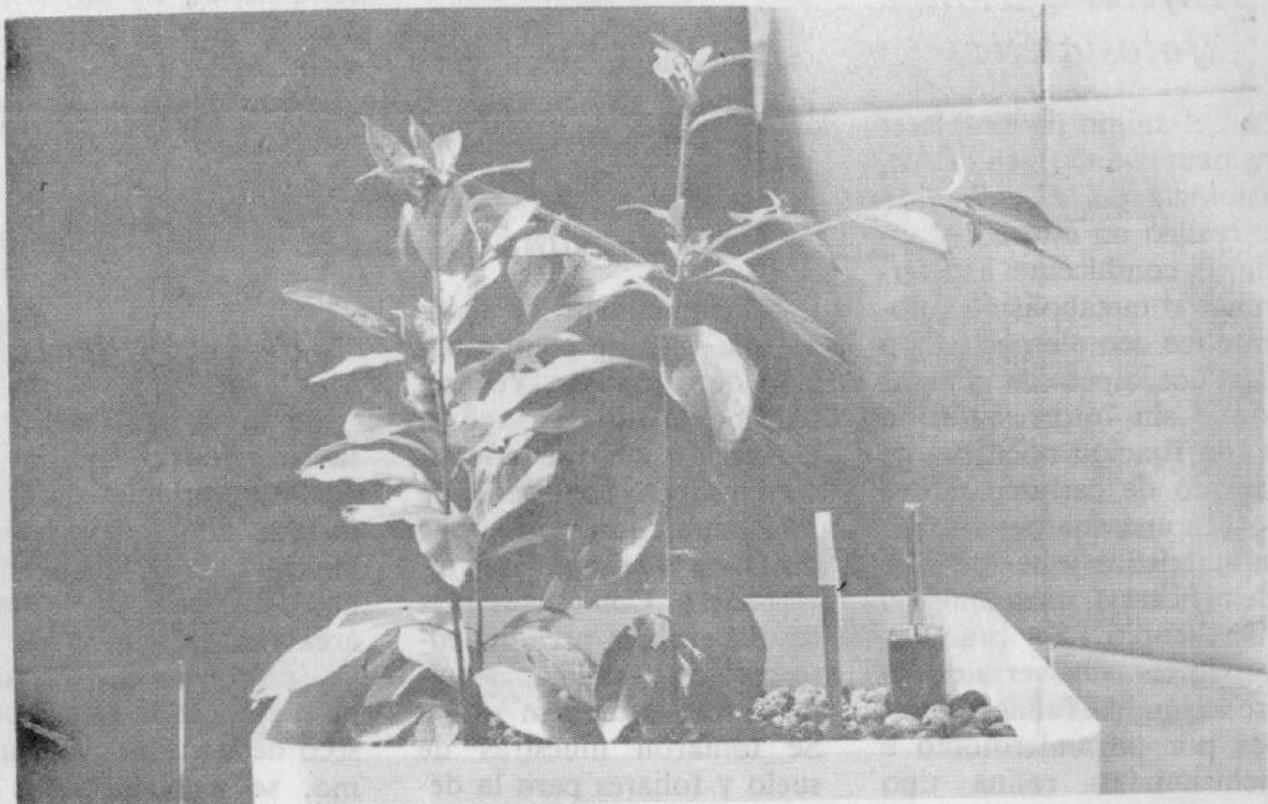


FIGURA 2. Prendimiento y adaptabilidad de la especie *Cordia alliodora* al sistema hidropónico "Hidroculture luwasa".

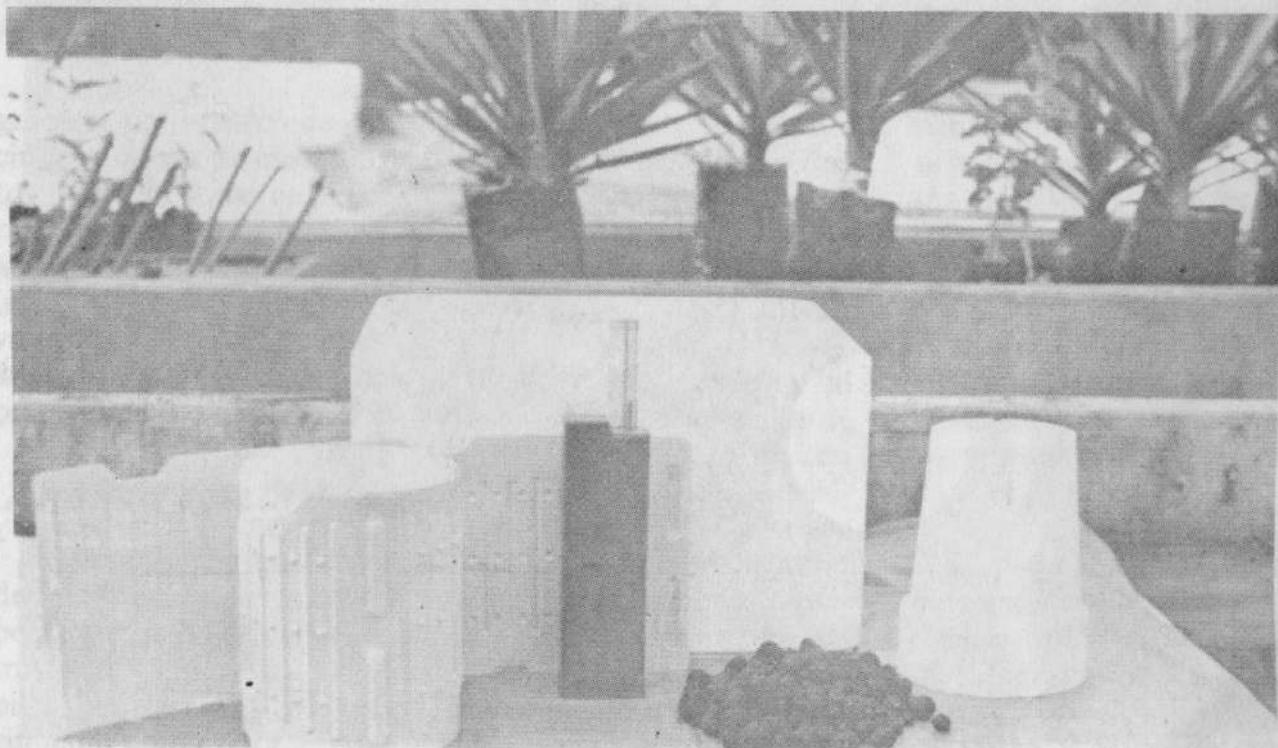


FIGURA 3. Elementos que integran el sistema hidropónico "Hidroculture luwasa": Madera exterior en styrofoam, flotador (Indicador del nivel de agua), madera interior en icopor, fundas en styrofoam, herculita.

Diferenciación fotosintética

Con el ánimo de establecer las pautas que rigen la ecofisiología del *C. alliodora* se realizó un estudio histológico conducente a determinar el metabolismo fotosintético como especie C₃ ó C₄. Los tipos de plantas con o sin fotorrespiración o con fijación nocturna de dióxido de carbono (CO₂) poseen una anatomía foliar característica que permite identificarlas mediante el microscopio. Se practicaron cortes transversales sobre la lámina foliar obtenidos por ultramicrotomo e inclusión en resina tipo

spurr. Dichos cortes se obtuvieron tanto para observaciones de microscopía de luz como de microscopía electrónica (CADENA, M. 1987).

Fase de campo

Adicionalmente se realizó una fase de comprobación de campo en Venecia (Antioquia) que incluyó la plantación de pseudoestacas en vivero sobre eras de trasplante, al tiempo que se instalaba el ensayo en el invernadero. Con esto se pretendía evaluar prendimiento para las condiciones químicas del suelo "in situ". Se tomaron muestras de suelo y foliares para la de-

terminación de la concentración de los 12 bioelementos en estudio, al igual que los registros de crecimiento.

Variables y parámetros de crecimiento

En la fase evaluativa se tuvieron en cuenta las siguientes variables de crecimiento: altura del vástago, longitud de la raíz, densidad funcional de la raíz, área foliar, peso verde total, peso seco del vástago, peso seco de la raíz y peso seco de las hojas. Así mismo, se analizaron los si-



FIGURA 4. Arcilla expansiva (Herculita) que sirve de sustrato al sistema hidropónico "Hidroculture luwasa". Químicamente inerte. Granulometría 8 a 20 mm.

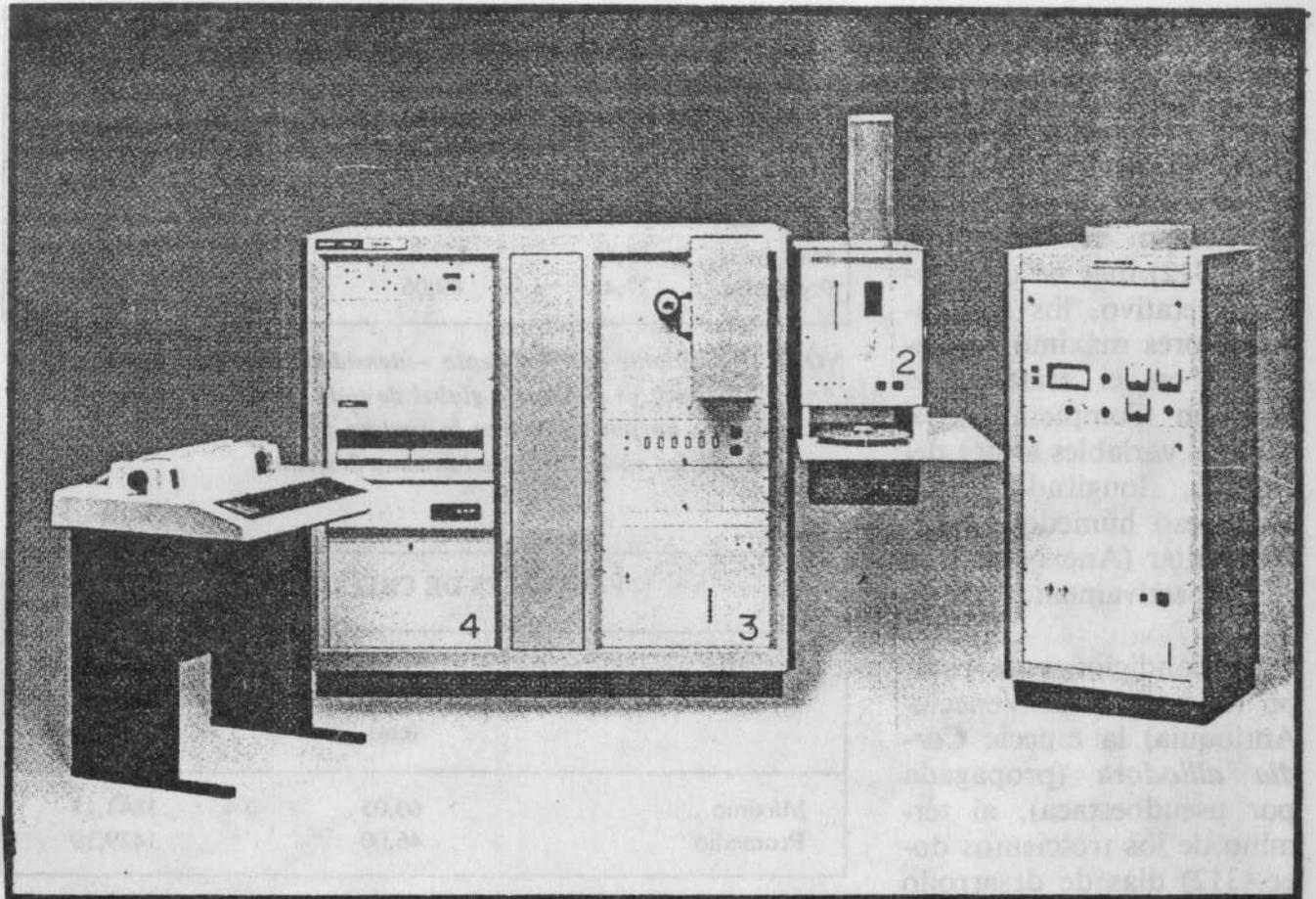


FIGURA 5. Espectrómetro de emisión con fuente de plasma inductivamente acoplado (ICP). Bausch and Lomb, Modelo 3560 AES. 1) Generador de alta radiofrecuencia, 2) Fuente de excitación, 3) Espectrómetro, 4) Sistema de cómputo.

güentes parámetros de crecimiento: tasa de crecimiento absoluto, tasa de crecimiento relativo, tasa de asimilación neta, área foliar específica, relación vástago-raíz, cociente de área foliar y cociente de peso foliar.

Análisis estadístico

Se desarrolló un proceso de inferencia estadística por estimación y por contraste de hipótesis, tanto para las variables de crecimiento como para la concentración de los bioelementos en estudio. En lo que respecta a las variables

de crecimiento se efectuó para cada una de ellas (excepto peso seco y densidad funcional de la raíz) un análisis de variancia. El análisis de variancia correspondió a un diseño experimental completamente al azar que se conformaba de trece (13) tratamientos, con nueve (9) unidades experimentales (pseudoestacas) por tratamiento para un total de 117 observaciones (Anexo 1). A los resultados de ANOVA siguieron los tratamientos de comparaciones múltiples: Duncan y Tukey.

Se tuvo en cuenta un sistema giratorio manual que

consistió en desplazar cada una de las materas en forma individual rotacional y traslacionalmente con el fin de permitir que condiciones microclimáticas propias del espacio ocupado en el invernadero, tuviesen igual participación para cada uno de los tratamientos (Anexo 3).

El procesamiento de los datos se llevó a cabo en un equipo IBM-380, virtual machine/system product release 3 con 1,4 megabytes en RAM y disco de cinco (5) cilindros. Se empleó para el análisis el sistema SAS versión No. 5.

Resultados

En condiciones hidropónicas la especie *Cordia alliodora* (propagada por pseudoestaca), alcanzó en un tiempo de trescientos doce (312) días de desarrollo vegetativo, los siguientes valores máximo y promedio en el tratamiento Solución Completa (S.C.) para las variables altura del vástago, longitud de la raíz, peso húmedo total y área foliar (Anexos 4, 5, 6 y 7 respectivamente).

En condiciones de campo (municipio de Venecia-Antioquia) la especie *Cordia alliodora* (propagada por pseudoestaca), al término de los trescientos doce (312) días de desarrollo vegetativo, alcanzó los siguientes valores máximo y promedio en las variables altura del vástago y área foliar.

Los valores así obtenidos corresponden a un desequilibrio en el complejo nutricional (CADENA, M. 1987).

De acuerdo con el comportamiento de las variables de crecimiento y su incidencia en el desarrollo del *C. alliodora*; los registros así obtenidos permitieron deducir las siguientes ecuaciones:

$$1. Af = 3,511 (L) + 9,398 (A) - 46,152$$

Condición:

VARIABLES DE CRECIMIENTO				
Valor	Longitud raíz (cm)	Altura Vástago (cm)	Peso húmedo Total (g)	Area Foliar (cm ²)
Máximo	39,33	124,0	341,75	5106,10
Promedio	27,45	89,06	244,63	3414,12

NOTA: La variable de crecimiento —densidad funcional de la raíz (Anexo 8)— incluye el manejo global de todo el material vegetal por tratamiento y no por individuo; lo cual no genera el respectivo promedio de las variables anteriormente descritas.

VARIABLES DE CRECIMIENTO		
Valor	Altura Vástago (cm)	Area Foliar (cm ²)
Máximo	60,05	1843,15
Promedio	46,00	1429,19

NOFA: Los anteriores valores se pueden apreciar en los anexos 4 y 7 con la referencia C2.

$$L > 9,0 \text{ cm}$$

$$2. Af = 1,368 (L) + 3,894 (A) - 7,346$$

Condición:

$$L \leq 9,0 \text{ cm}$$

$$3. Af = 49,513 (H) - 0,696 (T) - 913,45$$

Condición:

- Tiempo \geq 60 días
- Altura del Vástago = 20,0 cm
- Para tiempo \geq 60 días reemplazar el Tiempo respectivo en la ecuación 3) por el valor de "X".

$$3. Y = 0,997 (X) - 29,28$$

y el correspondiente valor de "Y" a su vez, reemplazarlo en la ecuación (3) por la variable "T".

$$4. Ph = 3,44 (H) + 0,044 (T) - 41,085$$

Condición:

La ecuación es aplicable si se cumplen las condiciones a, b y c de la ecuación 3).

$$5. Ps = 0,7066 (Ph) - 24,78$$

La ecuación (5) permite

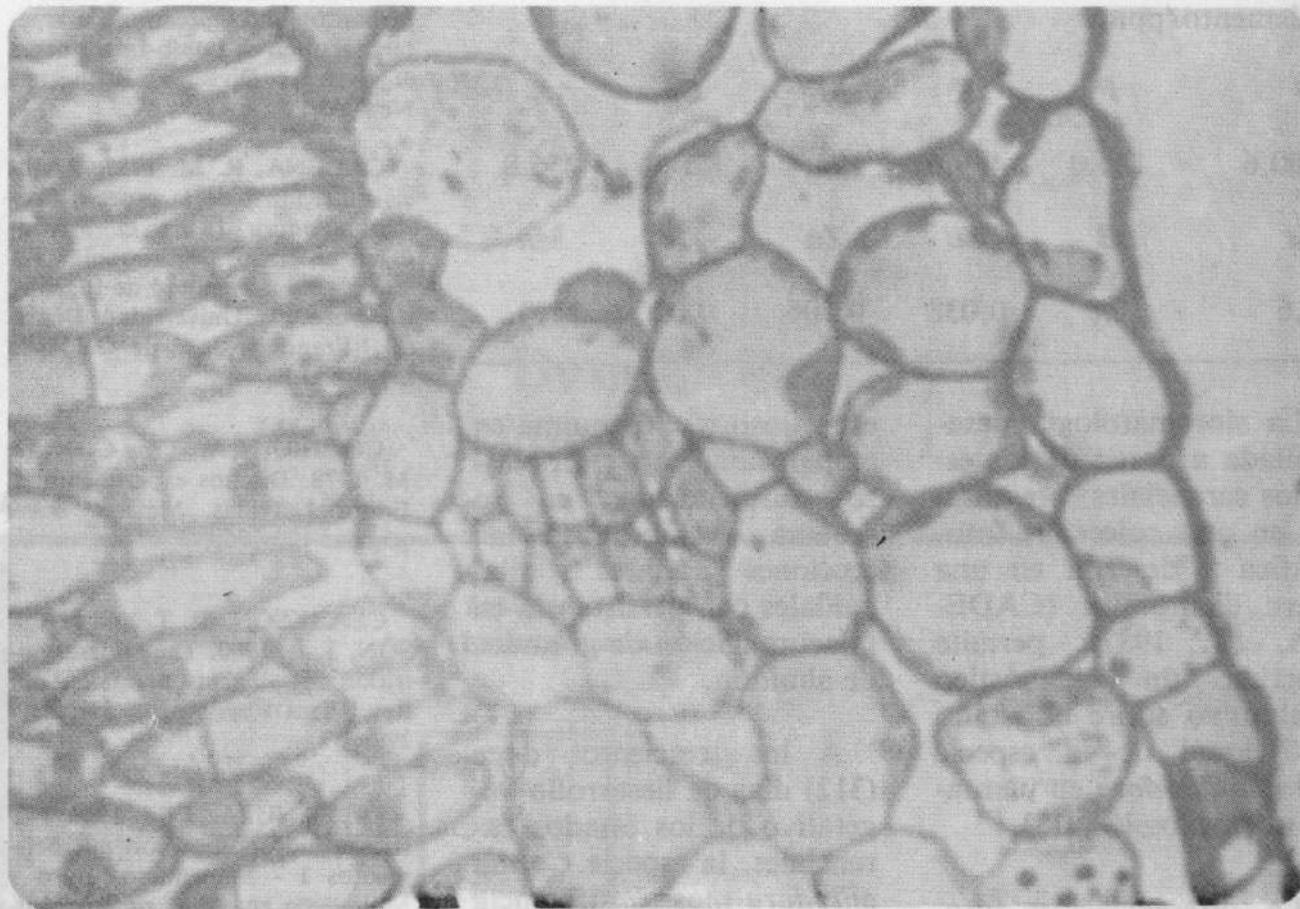


FIGURA 6. Clasificación fisiológica. Microscopía óptica. Corte transversal de lámina foliar. Vaina vascular 1.000X.

obtener el peso seco total de la planta a partir del peso húmedo (Ph) que se deduzca de la ecuación (4).

- Af = Area Foliar (cm²)
- L = Longitud de la lámina foliar (cm)
- A = Ancho de la lámina foliar (cm)
- H = Altura del vástago (cm)
- T = Tiempo (días)
- Ph = Peso húmedo (g)
- Ps = Peso seco (g)

El porcentaje de participación de cada uno de los tratamientos respecto al testigo (rendimiento relati-

vo) en cada una de las variables de crecimiento permite apreciar el grado de escenciabilidad del bioelemento en el metabolismo de la planta (Anexo 9).

Se obtuvieron los siguientes niveles críticos de concentración (análisis foliares) en los doce (12) bioelementos en estudio, en las reacciones N-P-K, K-Ca-Mg, (N+P)/K, Ca/P, K/Ca, K/Mg, K/(Ca+Mg) (Anexo 10).

Al término de trescientos doce días de desarrollo vegetativo del *Cordia alliodora* en ensayos hidropóni-

cos correspondientes al análisis nutricional y de acuerdo con los rendimientos alcanzados en ese período, se obtuvieron las siguientes concentraciones en la disolución nutritiva por bioelemento.

Dado que a cada tratamiento se le determinó la concentración de doce (12) bioelementos (análisis foliar) en tres muestreos durante el transcurso del ensayo; esto permitió por elemento/por tiempo a través de las relaciones N-P-K y K-Ca-Mg establecer las interacciones entre bioelementos (Anexo 11).

Elemento/ppm					
<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>	<i>S</i>
980,6	124,0	469,6	194,4	820,0	256,8
<i>Fe</i>	<i>B</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mo</i>	<i>Mn</i>
5,6	1,0	0,038	0,106	0,02	1,0

La sintomatología desarrollada a partir de los estados carenciales, presentada en una colección fotográfica y descrita en una clave dicotómica (CADENA, M. 1987); permite efectuar un diagnóstico cualitativo sobre el estado nutricional de la especie *Cordia alliodora* en plantación (Anexos 12 y 13).

La diferenciación fotosintética, fundamentada en la diversificación de la ultraestructura del tejido foliar y estudiada tanto en el microscopio de luz como en el microscopio electrónico; permitió establecer que la especie *Cordia alliodora* (proveniente del municipio de Venecia-Antioquia) pertenece al grupo de las plantas C₃. Las observaciones al microscopio de luz mostraron células parenquimatosas, constitutivas de la vaina vascular, más pequeñas que las del mesófilo circundante. La observación mediante el microscopio electrónico reveló una estructura similar en los cloroplastos de la vaina vascular, parénquima

esponjoso y parénquima empalizada, con cloroplastos diferenciados en su sistema membranoso en secciones granares y tilacoidales con persistencia en la acumulación de gránulos de almidón.

A los trescientos doce (312) días de desarrollo vegetativo de los estados carenciales, la especie *Cordia alliodora* mostró diferencia significativa entre tratamientos a los siguientes niveles de probabilidad para las variables de crecimiento: altura del vástago (0,0001), peso húmedo total (0,0542), área foliar (0,0001) y longitud de la raíz (0,0010).

Bibliografía

ANGLADETTE, A. 1965. Nutritional status as indicated by plant analysis. The mineral nutrition of the rice plant; proceedings of a symposium at The International Rice Research Institute. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, páginas 355-372.

BAUSCH & LOMB. ICP

SPECTROMETRY. 1982. Instrumentation and Operating Parameters. Bausch & Lomb-Instruments & Systems Division. Rochester, New York.

CADENA, R. M. 1987. Análisis nutricional de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz et Pavón) Oken asociado a hidroponia. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Bogotá D.E.

COCHRAN, W. G. y COX, G. M. 1978. Diseños experimentales. Editorial Trillas. México, D.F., páginas 120-176.

CLARKSON, D. T. and HANSON, J. B. 1980. The mineral nutrition of higher plants. Ann. Rev. Plant Physiology. (31): 239-298.

DE LANUZA, J. M. 1966. Nutrición hidropónica con microelementos I - Manganeso, Boro y Molibdeno en *Pinus radiata*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Ministerio de Agricultura. Madrid (España).

EPSTEIN, E. 1972. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Department of soils and plant nutrition university of California Davis.

MEDINA, E. 1977. Introducción a la ecofisiología vegetal. Washington D.C.: OEA. Programa regional de desarrollo. Serie de Biología. Monografía No. 16.

MENGEL, K. and KIRKBY, E. A. 1982. Principles of plant nutrition. International potash Institute. Third edition. Bern, Switzerland.

SAS INSTITUTE INC. SAS user's guide: Basics, 1982. Edition Cary, NC: SAS Institute Inc: 1982.

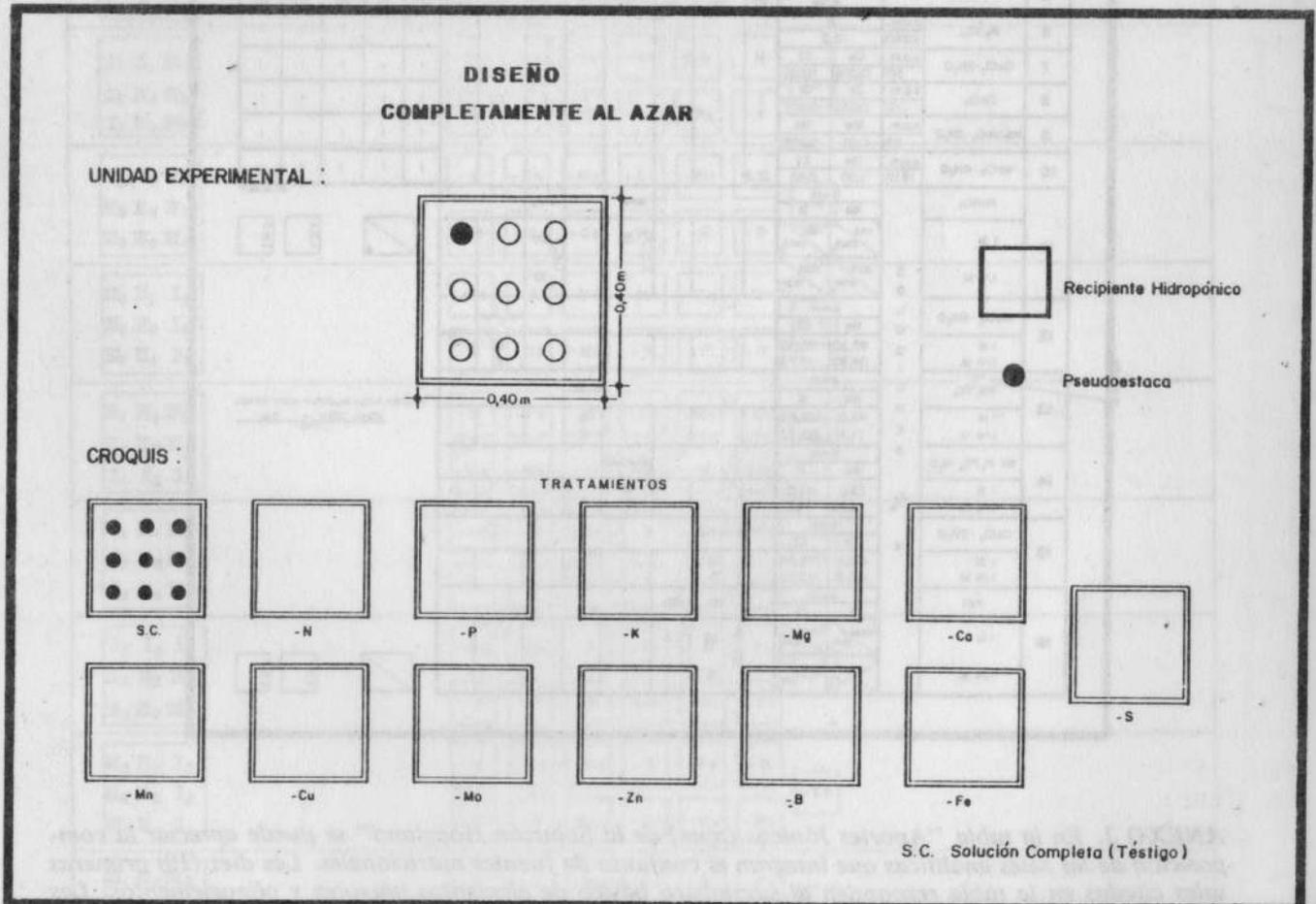
ANEXO 3

SISTEMA GIRATORIO

ANEXO 1

Descripción de Anexos

ANEXO I



ANEXO 1. En el gráfico se puede apreciar la conformación del diseño experimental "completamente al azar". En él se muestra cada uno de los tratamientos, correspondientes a cada uno de los estados carenciales y el respectivo testigo.

ANEXO I

APORTES IONICOS (p.p.m.) DE LA SOLUCION HOAGLAND																
REFERENCIA	SOLUCIONES MATRIZ		APORTES IONICOS		ML. DE SOLUCION MATRIZ / LITRO DE DISOLUCION NUTRITIVA											
	[C]				S.C.	-N	-P	-K	-Mg	-Ca	-S	-Fe	-B	-Cu	-Zn	-Mo
1	Ca(NO ₃) ₂	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O											
			Ca	N	20	-	20	20	20	-	20	20	20	20	20	20
			410,0	280,2	5	-	5	5	5	-	5	5	5	5	5	5
2	KNO ₃	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		KNO ₃											
			K	N	20	-	20	-	20	20	20	20	20	20	20	20
			195,68	140,1	5	-	5	-	5	5	5	5	5	5	5	5
3	MgSO ₄ · 7H ₂ O	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		MgSO ₄ · 7H ₂ O											
			Mg	S	8	8	8	8	-	8	-	8	8	8	8	8
			97,20	128,4	2	2	2	2	-	2	-	2	2	2	2	2
4	KH ₂ PO ₄	M 1 M 1/4 M	p.p.m.		KH ₂ PO ₄											
			K	P	4	4	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4
			39,10	62,0	1	1	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Fe EDTA *	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		Fe EDTA											
			Fe	EDTA	10	10	10	10	10	10	10	-	10	10	10	10
6	H ₃ BO ₃	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		H ₃ BO ₃											
			B													
7	CuCl ₂ · 2H ₂ O	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		CuCl ₂ · 2H ₂ O											
			Cu	Cl												
8	ZnCl ₂	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		ZnCl ₂											
			Zn	Cl												
9	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O											
			Mo	Na												
10	MnCl ₂ · 4H ₂ O	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		MnCl ₂ · 4H ₂ O											
			Mn	Cl												
11	NaNO ₃	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		NaNO ₃											
			Na	N			20			40						
			113,5	140,1			5			10						
12	MgCl ₂ · 6H ₂ O	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		MgCl ₂ · 6H ₂ O											
			Mg	Cl							8					
			97,20	70,93							2					
13	Na ₂ SO ₄	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		Na ₂ SO ₄											
			Na	S						8						
			46,0	128,40						2						
14	Na H ₂ PO ₄ · H ₂ O	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		Na H ₂ PO ₄ · H ₂ O											
			Na	P				4								
			23,0	42,0				1								
15	CaCl ₂ · 2H ₂ O	M 1 M 1/4 M	p.p.m.		CaCl ₂ · 2H ₂ O											
			Ca	Cl	20											
			410,0	172,46	5											
16	KCl	S 1 M 1/4 M	p.p.m.		KCl											
			K	Cl			20		4							
			195,68	177,25			5		1							

ANEXO 2. En la tabla "Aportes Iónicos (ppm) de la Solución Hoagland" se puede apreciar la composición de las sales analíticas que integran el conjunto de fuentes nutricionales. Las diez (10) primeras sales citadas en la tabla responden al suministro básico de elementos mayores y oligoelementos. Las seis (6) restantes sales relacionan el conjunto de sales de sustitución, por efecto del desbalance provocado en la inducción de deficiencias.

La preparación de las trece (13) disoluciones nutritivas (tratamientos) correspondientes a doce (12) bioelementos carenciales y el testigo, tuvieron origen a partir de soluciones matriz 1/4-M y concentraciones en ppm para los elementos menores.

De las soluciones matriz se tomaron alicuótas por el volumen indicado en cada uno de los tratamientos y las sales respectivas; para llevar finalmente a un litro de disolución nutritiva con agua bidestilada. Tales contenidos aportan en forma catiónica o aniónica las cantidades (ppm) que figuran en la columna "Aportes Iónicos" de la tabla en cuestión, para cada uno de los bioelementos.

ANEXO 3

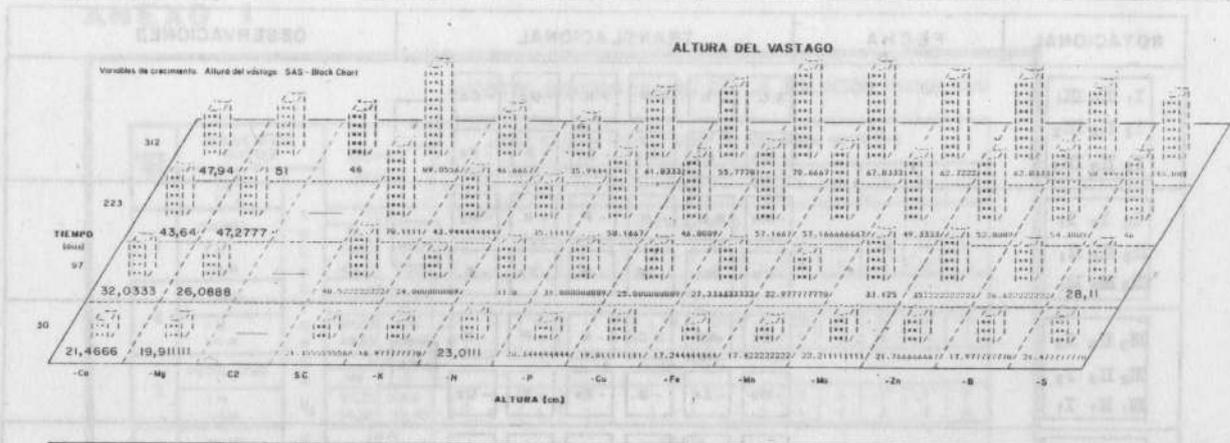
SISTEMA GIRATORIO

ROTACIONAL	FECHA	TRANSLACIONAL	OBSERVACIONES
I ₁ II ₁ III ₁ I ₂ II ₂ III ₂ I ₃ II ₃ III ₃		S.C. - N - P - K - Mg - Ca - Mn - Cu - Mo - Zn - B - Fe	- S
I ₃ I ₂ I ₁ II ₃ II ₂ II ₁ III ₃ III ₂ III ₁		- Mn S.C. - N - P - K - Mg - Cu - Mo - Zn - B - Fe - S	- Co
III ₃ II ₃ I ₃ III ₂ II ₂ I ₂ III ₁ II ₁ I ₁		- Cu - Mn S.C. - N - P - K - Mo - Zn - B - Fe - S - Ca	- Mg
III ₁ III ₂ III ₃ II ₁ II ₂ II ₃ I ₁ I ₂ I ₃		- Mo - Cu - Mn S.C. - N - P - Zn - B - Fe - S - Ca - Mg	- K
I ₁ II ₁ III ₁ I ₂ II ₂ III ₂ I ₃ II ₃ III ₃		- Zn - Mo - Cu - Mn S.C. - N - B - Fe - S - Ca - Mg - K	- P
I ₃ I ₂ I ₁ II ₃ II ₂ II ₁ III ₃ III ₂ III ₁		- B - Zn - Mo - Cu - Mn S.C. - Fe - S - Ca - Mg - K - P	- N
III ₃ II ₃ I ₃ III ₂ II ₂ I ₂ III ₁ II ₁ I ₁		- Fe - B - Zn - Mo - Cu - Mn - S - Ca - Mg - K - P - N	S.C.
III ₁ III ₂ III ₃ II ₁ II ₂ II ₃ I ₁ I ₂ I ₃		- S - Fe - B - Zn - Mo - Cu - Ca - Mg - K - P - N S.C.	- Mn
I ₁ II ₁ III ₁ I ₂ II ₂ III ₂ I ₃ II ₃ III ₃		- Ca - S - Fe - B - Zn - Mo - Mg - K - P - N S.C. - Mn	- Cu
I ₃ I ₂ I ₁ II ₃ II ₂ II ₁ III ₃ III ₂ III ₁		- Mg - Ca - S - Fe - B - Zn - K - P - N S.C. - Mn - Cu	- Mo
III ₃ II ₃ I ₃ III ₂ II ₂ I ₂ III ₁ II ₁ I ₁		- K - Mg - Ca - S - Fe - B - P - N S.C. - Mn - Cu - Mo	- Zn
III ₁ III ₂ III ₃ II ₁ II ₂ II ₃ I ₁ I ₂ I ₃		- P - K - Mg - Ca - S - Fe - N S.C. - Mn - Cu - Mo - Zn	- B
I ₁ II ₁ III ₁ I ₂ II ₂ III ₂ I ₃ II ₃ III ₃		- N - P - K - Mg - Ca - S S.C. - Mn - Cu - Mo - Zn - B	- Fe

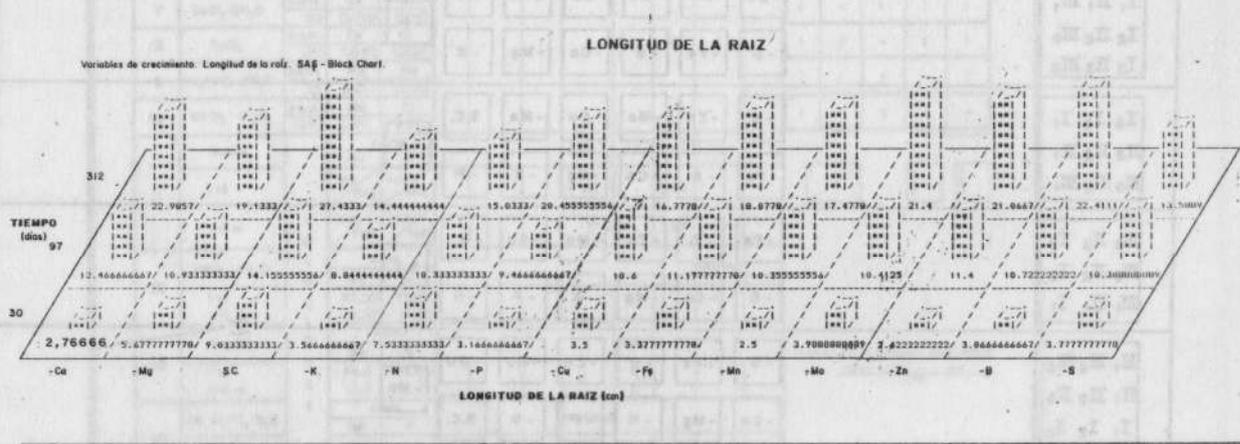


ANEXO 3. En éste anexo se muestra el esquema que complementa el arreglo espacial del diseño completamente al azar. El desplazamiento rotacional y traslacional de las materias compensa la aleatorización inherente al diseño.

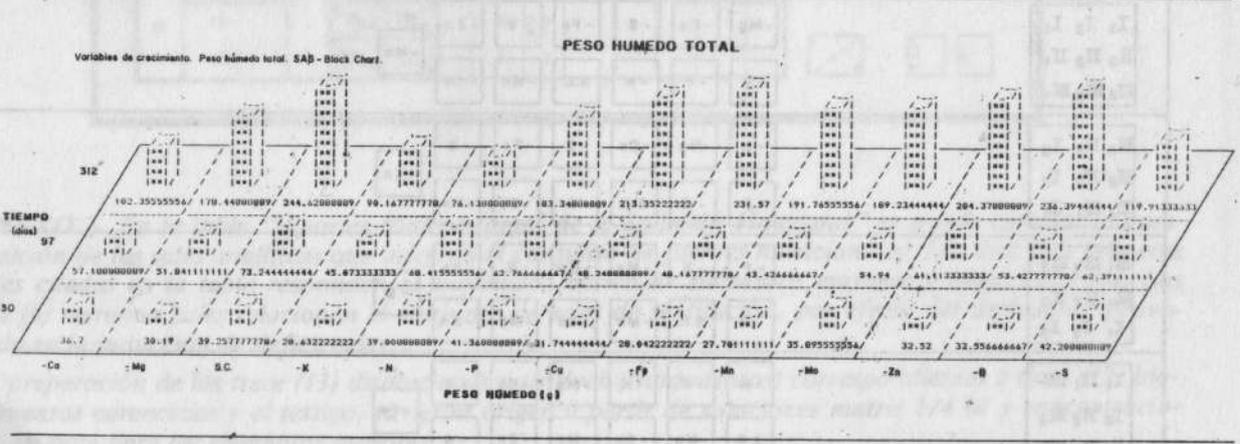
ANEXO 4



ANEXO 5

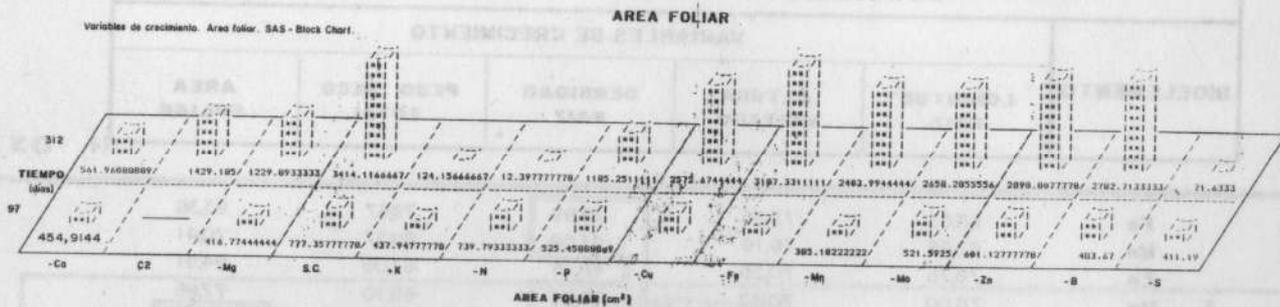


ANEXO 6

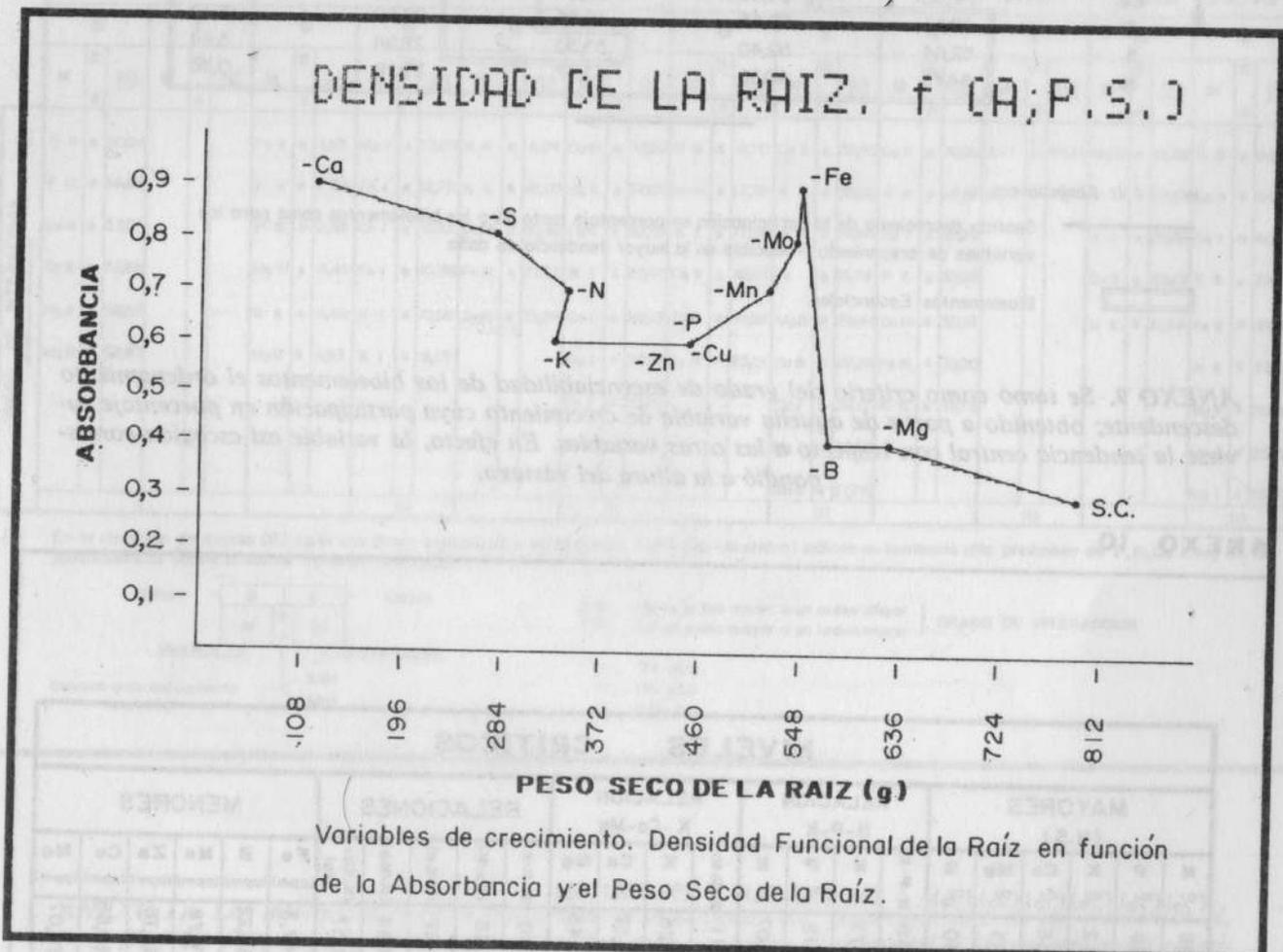


ANEXOS 4-7. En los anexos 4, 5, 6 y 7 se aprecian gráficos tridimensionales (SAS-Block Chart), donde se ilustra el desarrollo en magnitud de cada una de las variables de crecimiento; comparando cada uno de los tratamientos a través del tiempo.

ANEXO 7



ANEXO 8



ANEXO 8. En lo que respecta a la variable densidad funcional de la raíz, tenemos: si se tiene en cuenta que la densidad se expresa como la unidad de masa en la unidad de volumen; este volumen se podría expresar como la cantidad de colorante (azul de metileno) removido del sistema radical por una solución de alcohol isopropílico más ácido clorhídrico, cuantificado en el espectrofotómetro en unidades de absorbancia. A mayor cantidad de azul de metileno removido, como resultado de una baja densidad radical; se obtiene una alta absorbancia. De esta forma se deduce que la medida de la densidad de la raíz (funcional) es función inversa de la absorbancia (CADENA, M. 1987).

ANEXO 9 Grado de escenciabilidad de los bioelementos. Rendimiento relativo por bioelemento y por variable de crecimiento.

RENDIMIENTO RELATIVO (%)					
BIOELEMENTO	VARIABLES DE CRECIMIENTO				
	LONGITUD RAIZ	ALTURA VASTAGO	DENSIDAD RAIZ	PESO SECO TOTAL	AREA FOLIAR
Fe	65,83	79,35	33,99	79,67	93,36
Mn	63,68	76,16	41,59	69,37	70,41
Zn	76,76	70,55	48,16	61,08	84,91
Mo	78,00	70,42	39,04	69,10	77,86
P	74,50	69,44	47,05	52,85	34,72
B	81,64	65,62	76,99	76,46	81,51
Cu	73,26	62,63	51,94	64,37	85,77
Mg	69,76	57,26	85,40	63,01	36,02
Ca	74,90	53,83	32,57	12,16	16,46
S	49,51	52,65	39,44	27,50	2,10
K	52,64	52,40	53,30	28,94	3,64
N	54,79	40,36	41,37	29,18	0,36

• 1 / Vr. Absorbancia

→ Sentido decreciente de la participación en porcentaje tanto para los bioelementos como para las variables de crecimiento traducible en la mayor tendencia de daño.

▭ Bioelementos Escenciales

ANEXO 9. Se tomó como criterio del grado de escenciabilidad de los bioelementos el ordenamiento descendente; obtenido a partir de aquella variable de crecimiento cuya participación en porcentaje tuviese la tendencia central con respecto a las otras variables. En efecto, la variable así escogida correspondió a la altura del vástago.

ANEXO 10

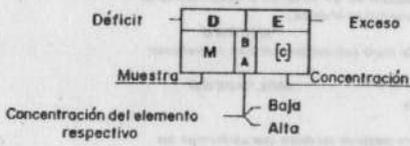
NIVELES CRITICOS																								
MAYORES (M.S.)						RELACION N-P-K			RELACION K-Ca-Mg			RELACIONES				MENORES								
N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	N-P-K	N (%)	P (%)	K (%)	K-Ca-Mg	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	(N/P/K)	(Ca/P)	(K/Ca)	(K/Mg)	(K/Ca+Mg)	Fe (ppm)	B (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mo (ppm)
2,46-2,98	0,26-0,38	0,91-1,12	1,42-1,66	1,17-1,33	0,26-0,30	3,63-4,48	66,52-67,77	7,16-8,48	25,00-25,07	3,50-4,11	26,00-27,25	40,39-40,57	32,36-33,43	2,99-3,00	4,37-5,46	0,64-0,67	0,78-0,84	0,35-0,37	125,5-142,3	64,54-69,22	63,94-76,78	55,07-63,75	31,69-40,85	16,15-20,07

ANEXO 10. En el anexo se puede apreciar los niveles críticos de concentración por exceso y por defecto para cada uno de los bioelementos en estudio; así como para cada una de las relaciones: N-P-K, K-Ca-Mg, (N+P)/K, Ca/P, K/Ca, K/Mg y K/(Ca+Mg).

ANEXO II

		INTERACCIONES																																		
		N - P - K									K - Ca - Mg																									
		N(%)			P(%)			K(%)			K(%)			Ca(%)			Mg(%)																			
		66,52-67,77			7,16 8,48			25,00-25,07			26,00-27,25			40,39-40,57			32,36 - 33,43																			
		D		E		D		E		D		E		D		E		D		E																
		M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B															
GRADO DE INTERACCION		[c]		[c]		[c]		[c]		[c]		[c]		[c]		[c]		[c]		[c]																
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A															
	N II	B	50,54			Fe II	B	1,53	Mg I	A	13,29	K III	B	8,24	Ca III	B	38,89	K III	B	8,70	Ca II	B	35,83	Ca II	B	10,00	Zn I	B	44,21	Mg III	B	21,96	K III	B	54,43	
	P III	B	56,82			P II	B	2,33	Zn I	B	12,75	K II	B	18,03	Mg II	A	37,06	Mn III	B	17,39	K I	A	35,66	K III	B	26,88	Mn II	B	43,12	B I	B	22,03	Ca II	B	54,17	
	Ca III	B	57,07			P III	B	2,65	Ca I	B	11,83	Mn III	B	18,42	Ca II	B	32,49	K II	B	17,85	B I	B	34,65	Ca I	B	30,79					K I	A	28,68	Ca I	B	40,05
	Ca II	B	57,68			Mg II	A	4,41	Fe I	B	10,28	Fe III	A	21,72	K I	A	29,42	Cu II	B	18,67	Fe I	B	31,76	P II	B	33,23					Cu II	B	30,22	S II	A	39,96
	Mg II	A	58,53			S II	A	4,49	K I	A	10,08	Zn III	B	22,56	Ca I	B	28,13	Zn III	B	19,25	Mg II	A	29,44	Ca III	B	39,16					B II	B	31,78	Fe II	B	39,63
	Mg III	B	62,83			Mg III	B	4,93	B I	B	9,13				Mg I	A	27,22	Fe III	A	23,01	Ca III	B	29,29	Fe III	A	39,20							N II	B	37,82	
																	Fe I	B	27,22														Mg II	A	35,98	
																	B I	B	27,18														Mo II	B	35,92	
																																	Mg I	A	35,07	

(I) En la condición de exceso (E), cada uno de los tratamientos en el tiempo I (44 días - Muestra) indican un contenido alto preliminar de P, K, Ca ó Mg en los pseudoestacas provenientes de Venecia (Antioquia).



- D . De un orden menor a un orden mayor } GRADO DE INTERACCION
 E . De un orden mayor a un orden menor }
 I . 44 días
 II . 130 días
 III . 247 días

ANEXO II. Las interacciones entre bioelementos se obtienen así: para cada uno de los elementos N, P, K (N-P-K) y K, Ca, Mg (K-Ca-Mg) en sus respectivos rangos de porcentaje; las muestras allí referidas, contribuyen en su tiempo correspondiente a la condición de déficit o exceso del elemento en consideración. Así tenemos, por ejemplo, que el Ca (transcurridos 130 días) en una concentración baja (B), aparece formando parte de las columnas N (D) y K (E) en la relación N-P-K y en las columnas K (E), Ca (D) y Mg (E) de la relación K-Ca-Mg. Esto indica que el calcio deficiente a los 130 días (Ca II), tiene acción sinérgica sobre el N; confirmando de paso la deficiencia del tratamiento —Ca en primer grado de interacción de la columna Ca (D) y el antagonismo con los elementos K y Mg. De igual forma se establecen las interacciones que constituyen las muestras restantes con los elementos principales.

ANEXO 12

CLAVE DICOTOMICA PARA LA IDENTIFICACION DE DEFICIENCIAS MINERALES EN LA ESPECIE

Cordia alliodora

A. Las Hojas Basales del tercio medio de la planta afectadas con más intensidad, efectos localizados o generalizados.

B. Los efectos mayormente generalizados sobre toda la lámina foliar.

C. Plantas con clorosis total y evolución necrótica en la hoja, del ápice a la base. La clorosis se presenta en sus primeros estados con una tonalidad 5Y 8/8 a 8/10 de forma interreticular de la periferia hacia el centro, acompañada de manchas color rojo 5YR 6/6 en toda la lámina. Se registra en su periodo final defoliación total.

NITROGENO

C.C. Plantas con clorosis localizada venal e intervenalmente (nervaciones secundarias).

D. Hojas con nerviación central y lateral en clorosis. El síntoma comienza con un ligero desvanecimiento de 2,5 GY 6/8 hacia el ápice, continuando con 2,5 GY 7/8 en moteado para finalizar con una clorosis venal 2,5 GY 8/10. Sobre el final se aprecia marcada defoliación en el tercio superior superior de la planta.

AZUFRE

D.D. Hojas con clorosis intervenal. La planta presenta inicialmente una tonalidad 2,5 GY 7/8 a 7/10 acrópeta que avanza hasta cubrir toda la planta con una tonalidad en la lámina foliar de 7,5 YR 7/10. En un estado avanzado se sucede epinastia foliar generalizada con retardo en las yemas apicales.

POTASIO

B.B. Los síntomas son zonales sobre toda la lámina foliar.

C. Se presenta alguna clorosis con e sin marcada tonalidad rojiza hacia la periferia del limbo.

D. Clorosis distal en manchas 5Y 8/6. Se puede apreciar 2,5 GY 8/6 en los primeros estados en forma de manchas del borde hacia el centro con doblamiento ventral apical persistente que atrofia la parte acuminada.

MANGANESO

D.D. Transformación de la clorosis inicial a una marcada tonalidad rojiza y/o azul.

E. Tono rojizo 2,5 YR 4/8 hacia el borde del limbo con persistencia del tono verde intervenalmente. Venas de color verde-rojizo 7,5 YR 7/10 en hojas adultas. En hojas jóvenes la tonalidad rojiza se presenta más definida, 10R 4/8, en los bordes con clorosis incipiente intervenalmente.

FOSFORO

E.E. Nervaduras central y laterales con tonalidad rojiza 7,5 YR 8/6, con ampliación en sus bordes. Color verde-azulado 5G 8/4 intervenalmente. Las hojas presentan en sus primeros estados un viraje hacia un verde claro, 2,5 GY 7/6, acompañado de un crestamiento sobre la superficie del limbo. El color evoluciona a 5Y 8/8 para finalizar en 5G 8/4.

ZINC

C.C. Presencia de clorosis con algún resalto de tonalidad rojiza.

D. Clorosis interreticular en la zona céntrica de la hoja, 2,5 Y 8/6, con nerviación de color verde. En las márgenes se aprecia a manera de cordón que rodea toda la periferia un tono amarillo-rojizo 5YR 7/10. En un estado intermedio se define una acentuada clorosis 5Y 8/10 en foliolos terminales que se va incrementando a 5Y 7/10 en toda la planta hasta alcanzar un alto grado de defoliación.

CALCIO

D.D. Se advierte una clara disposición de la clorosis 5 GY 6/8 de la mitad de la hoja hacia el ápice, con la otra mitad en tono rojizo 5YR 6/10. La mitad clorótica se destaca por la nerviación amarilla e intervenalmente por el tono verde-amarillo. Al iniciarse el síntoma se observa una leve clorosis 2,5 GY 6/6 a 6/8, continuando como 2,5 GY 7/8 en moteado. Así mismo, se pudo apreciar por breve tiempo en las hojas terminales puntuaciones 5R 3/2 que daban paso a perforaciones de la lámina (perdigones).

MAGNESIO

A.A. Las hojas terminales del tercio medio de la planta afectadas con menos intensidad en su tono, pero con mayor intensidad en su morfología.

B. Alteración de la tonalidad original por efecto de un moteado clorótico generalizada en toda la lámina foliar.

C. Típico moteado clorótico interreticular 5Y 8/12 en toda la superficie foliar con evolución a una tonalidad rojiza 10R 6/8. Se parte de una clorosis incipiente 2,5 GY 7/8, que continúa en 5Y 8/10 para finalizar en 5Y 8/12. En el desarrollo de el Síntoma se observa un rizado en las márgenes de las hojas con arrosamiento ventral en el ápice.

NIERRO

C.C. Moteado clorótico difuso interreticular 5Y 8/6 que cubre toda la lámina foliar. Se inicia con una leve clorosis interreticular 2,5 GY 8/10 que culmina en 5Y 8/6.

MOLIBDENO

B.B. Daño por malformación generalizada de la lámina foliar con e sin presencia de clorosis.

C. Se aprecia abundantes plegamientos ventrales con doblez transversal en la parte media de las hojas que conforman las yemas terminales (aspecto de mariposa). Así mismo, se observa anisotropismo en el desprendimiento verticilado-plagiotrópico. Circunrotaciones terminales en el eje caular que acompaña las yemas terminales. Se presenta inicialmente una tonalidad amarillo-rojizo 5YR 5/6 en las hojas del tercio inferior a manera de manchas, que degenera al final en una clorosis 5Y 8/10 hacia los márgenes de la hoja.

BORO

C.C. Se suceden pequeñas comisuras laterales que van creciendo y dan el aspecto de rasgado de la lámina foliar, que a la postre constituyen labiomientos. Igualmente se dan pliegues ventrales longitudinales sobre la nervadura central hacia la base de la hoja acompañados de quemazón sobre el dorso del quiebre.

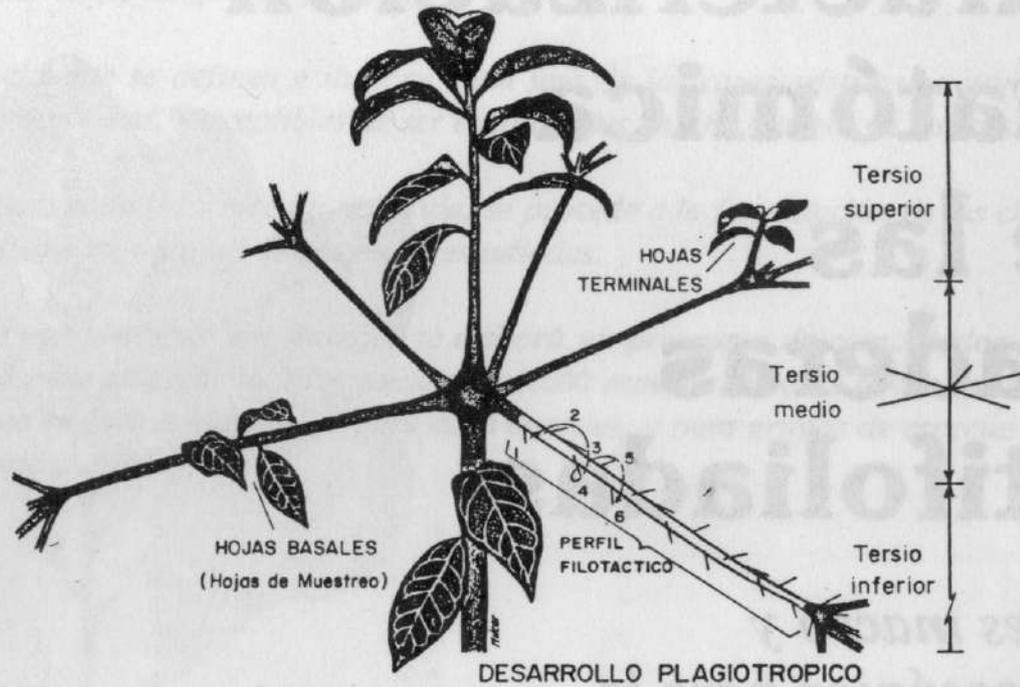
COBRE

NOTA 1 Esta clave se diseñó empleando el sistema de nomenclatura de la "Munsell Color Charts for Plant Tissues"

- GY Verde-amarillento
- Y Amarillo
- YR Amarillo-rojizo
- G Verde
- R Rojo

ANEXO 12. La clave consiste en tomar una decisión en cada uno de los caminos alternativos de la tabla de doble entrada hasta hallar una sola explicación. Así tenemos que la primera elección es con relación a la localización de las hojas basales del tercio medio (A) respecto a las hojas terminales del mismo tercio (AA). Una vez que esta elección ha sido hecha, continúa otra serie de elecciones. El siguiente paso es (B) frente a (BB) bajo la previa elección de (A) o (AA). Luego (C) frente a (CC), (D) frente a (DD) etc.

ANEXO 13



FILOTAXIS DE LA ESPECIE

Cordia alliodora

ANEXO 13. En las figuras de desarrollo ortotrópico y plagiotrópico de la especie *Cordia alliodora* se puede apreciar la posición de las hojas en el eje caulinar; distribución conocida como filotaxis. Dicha distribución permite conformar perfiles filotácticos (CADENA, M. 1987).

En el tipo de desarrollo plagiotrópico se aprecia la zonificación de la arquitectura de la planta, empleada para la descripción sintomatológica de los estados carenciales en la clave dicotómica.

Caracterización anatómica de las maderas latifoliadas

*Claves macro y
microscópica para la
identificación de
120 especies**

LEONOR RODRIGUEZ MONTENEGRO**

Resumen

En el estudio se presenta información de 120 especies forestales latifoliadas reportadas para Colombia, para cada una de las cuales se incluyeron los siguientes aspectos:

- * *Descripción dendrológica, la cual se ilustra con una fotografía de la muestra botánica.*
- * *Datos de las características organolépticas de la madera, acompañado de fotografía de la muestra respectiva.*

* *Extracto de la tesis presentada como requisito para el grado de Ingeniero Forestal, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Dirigida por el Ingeniero José Anatolio Lastra L. (q.e.p.d.)*

** *Ingeniero Forestal.*



Anatomía

- * Descripción anatómica, con fotomicrografías de cada uno de sus tres planos (transversal, tangencial y radial).
- * Finalmente se definen e ilustran cada una de las características anatómicas microscópicas, susceptibles de ser encontradas en una madera de latifoliada.

Con base en la información obtenida, se procede a la formulación de las claves de identificación, para las 120 especies estudiadas.

Como complemento del trabajo, se elaboró un programa de computador, con capacidad para albergar la información de 1.000 especies, la cual puede ser obtenida ya sea en forma individual (para cada especie), o para grupos de especies con características afines.

Introducción

El presente estudio surgió como una necesidad urgente, de profundizar en el conocimiento anatómico de las maderas latifoliadas, especialmente en el campo de la microscopía, como otro medio de identificación de las especies.

Si bien lo ideal sería poder contar siempre, tanto con la muestra botánica, como con la muestra de madera para identificar una especie, esto no siempre es posible; por lo tanto, esta identificación puede y debe hacerse en algunos casos sobre una muestra de madera únicamente. Pero para identificar una especie a través de su madera, debe primero tenerse conocimiento de los elementos constitutivos que la caracterizan, ya que, si bien dichos elementos son únicos y específicos para cada especie, debe tenerse una buena base de investigación que permita comparar y garantizar una correcta identificación a partir de la muestra de madera.

Objetivos

- * Establecer un muestrario de maderas y placas, en el cual se presenten macro y microscópicamente las características anatómicas generales de las maderas latifoliadas.
- * Determinar, con base en ese muestrario, las características anatómicas microscópicas susceptibles de ser encontradas en una madera latifoliada.
- * Presentar un modelo de formulario de laboratorio que involucre todas las características anatómicas de las maderas latifoliadas.
- * Presentar un modelo de tarjeta perforada que incluya todas las características anatómicas de las maderas latifoliadas.

Anatomía

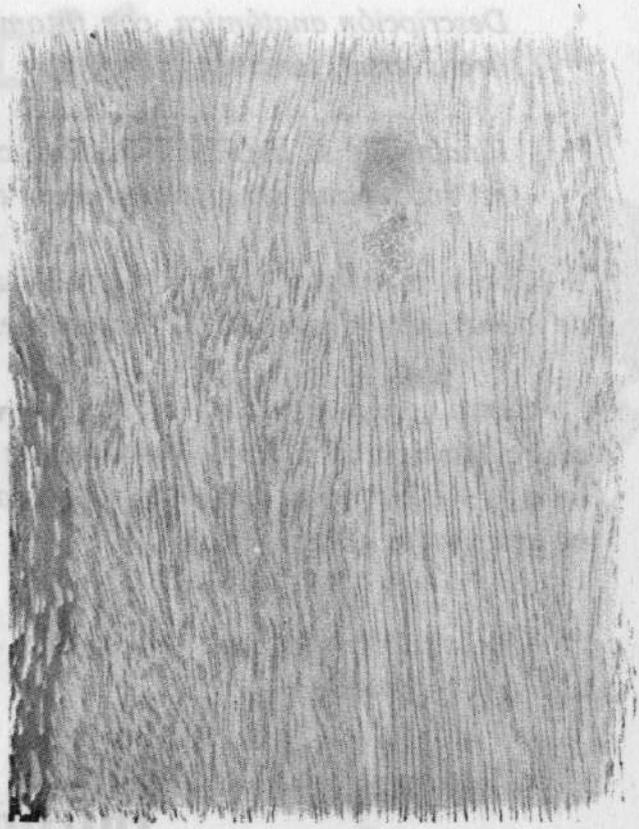


FIGURA 1. Muestra botánica de Diatork.

FIGURA 2. Plano longitudinal de la madera de Diatork.

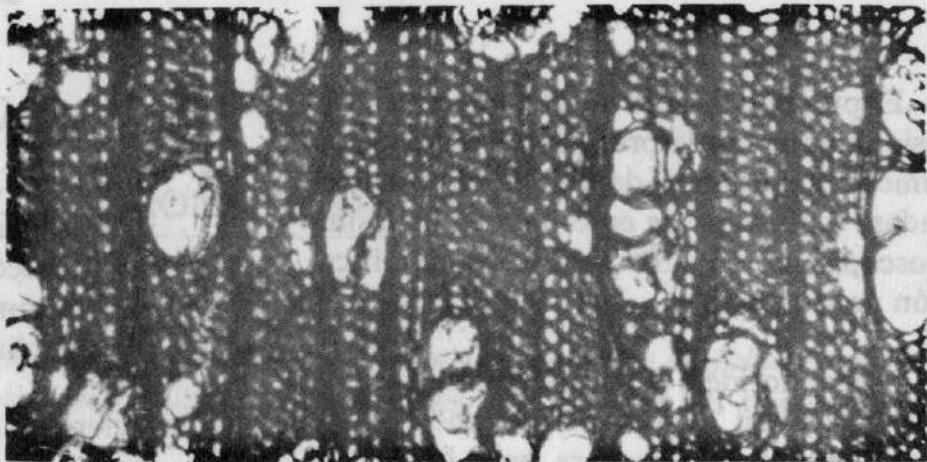
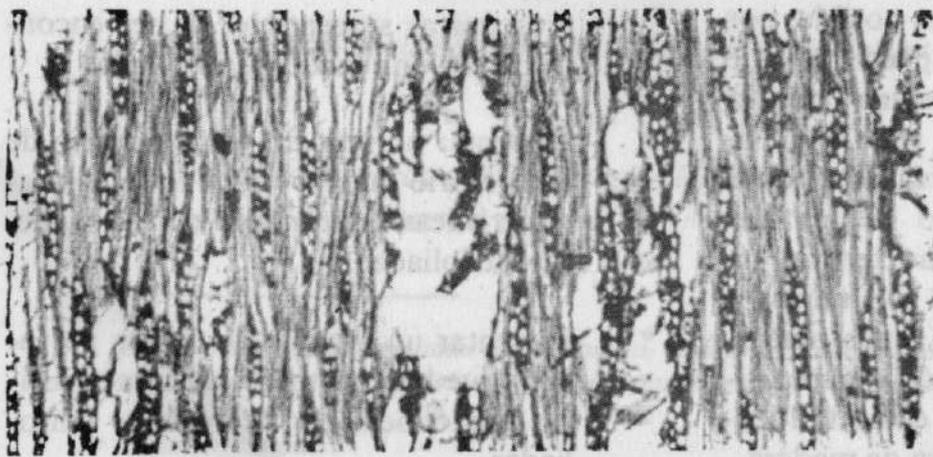


FIGURA 3. Corte transversal de la madera de Diatork.

FIGURA 4. Corte tangencial de la madera de Diatork.



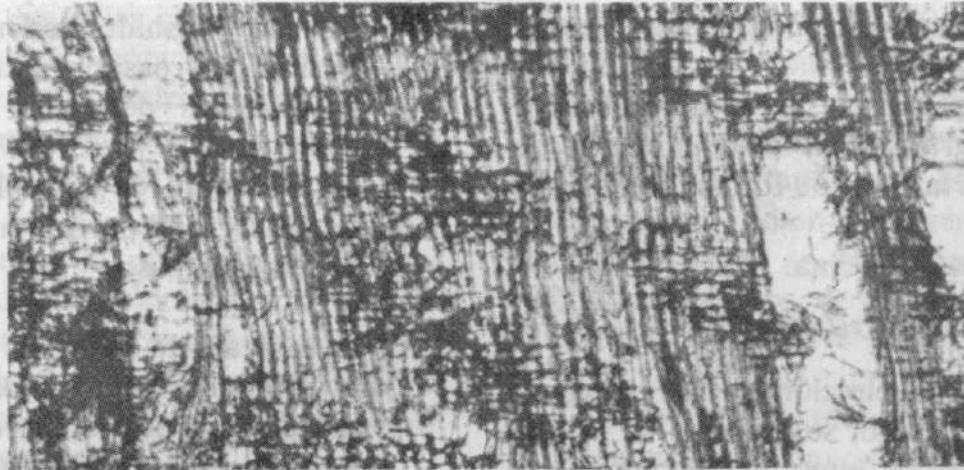


FIGURA 5. Corte radial de la madera de Diatork (*Achrouteria pomyfera*).

- * Presentar un programa de computador con todas las características anatómicas de las maderas latifoliadas, base para la identificación de especies.
- * Presentar claves macro y microscópica dicotómicas para la identificación de 120 especies.

Materiales y Métodos

Materiales

Los materiales empleados durante la ejecución del estudio fueron:

- * 120 especies; de las cuales 100 procedían de la región Amazónica Colombiana, 7 de la zona del Pacífico, 6 del municipio de Viotá, 4 de la región Carare-Opón y 3 del Oriente Antioqueño.
- * Se emplearon un número de 6 tablillas de madera por especie, las cuales fueron la base tanto para el análisis de las características macroscópicas, como de las microscópicas.
- * De cada tablilla se obtuvo una probe-

ta de $2 \times 1 \times 1$ cm., con el objeto de obtener las muestras de madera para el montaje de placas; estas muestras tenían en promedio 20 micras de espesor. En total se montaron 6 placas por especie, para un número final de 720 placas.

Elementos

En el estudio se emplearon los siguientes elementos:

Maquinaria de carpintería para la elaboración y acabado de las muestras.

Micrótopo de corrimiento plano.

Cuchillas para el micrótopo.

Afilador de cuchillas.

Elementos de laboratorio: vasos, embudos, pipetas, papel de filtro, porta y cubreobjetos.

Reactivos químicos: fuschina básica, ácido pícrico, alcohol, xilol, agua destilada.

Microscopio binocular.

Escala para medición en el microscopio.

Microscopio de trasluz y campo oscuro, cámara fotográfica con los aditamentos necesarios para la toma de fotomicrografías.

Elementos de oficina.

Metodología

Luego de la selección de las especies a incluir en el estudio, se procedió en carpintería a obtener las muestras de xiloteca, de un tamaño de $10 \times 6 \times 1,5$ cm., y en lo posible estuvieron representadas tanto la albura como el duramen; estas tablillas fueron la base para el estudio anatómico macroscópico.

Posteriormente, de cada tablilla se sacó una probeta de madera de duramen, de $2 \times 1 \times 1$ cm., perfectamente orientada de acuerdo a los tres planos de la madera.

De dichas probetas, (previo ablandamiento por cocción durante diferentes períodos de tiempo, según la densidad de la madera), se obtuvieron los cortes necesarios para el montaje de las placas. Estos cortes se hicieron con el micrótopo de corrimiento plano. El espesor de cada corte fue de 20 micras en promedio.

Finalmente se procedió a la coloración, deshidratación y montaje de los cortes; los pasos a seguir fueron los mismos para todas las muestras:

- * Inmersión de los cortes durante 10 minutos en solución de fuschina básica al 1% en agua destilada.
- * Inmersión durante 5 minutos en solución de ácido pícrico saturado en agua destilada, para fijar el colorante en el corte.

- * Lavado y deshidratación de los cortes, haciéndolos pasar por diferentes concentraciones de etanol (al 25%, al 50%, al 75% y al 100%); finalmente en solución de etanol-xilol (partes iguales) y xilol puro, durante 10 minutos en cada paso.

- * El montaje de los cortes se efectuó sobre láminas portaobjetos y con bálsamo de Canadá, se fijaron las laminitas cubreobjetos. Finalmente se dejaron en la estufa a 60°C , por 24 horas, para así obtener montajes definitivos.

El siguiente paso fue realizar el estudio de cada madera, sobre las diferentes muestras.

La información relativa a las características anatómicas macro y microscópicas, se consignó en el modelo de formulario elaborado para tal fin, esto con el ánimo de facilitar el manejo de la información en el momento de elaborar las descripciones.

Resultados

Se presenta para cada especie información relativa a:

- * Descripción dendrológica, en la cual en forma sucinta se presentan las características más sobresalientes y se ilustra además, con la fotografía de la respectiva muestra botánica.
- * Características generales de la madera: aquí se describen las propiedades organolépticas de cada muestra de madera y se ilustra con una fotografía de la tablilla de madera correspondiente.
- * Descripción anatómica: en la cual se

incluyen tanto las características anatómicas macroscópicas, como las microscópicas, se ilustra con las respectivas fotomicrografías de cada uno de los tres planos de la madera.

- * Con base en las especies estudiadas y de una forma comprensible, se presenta la caracterización anatómica, en la cual se definen e ilustran los términos empleados en la descripción anatómica microscópica.
- * Con la información obtenida, se presentan 2 tipos de claves para la identificación de las especies, con base tanto en las características anatómicas macroscópicas, como en las microscópicas.
- * Se propone de acuerdo a todo lo anterior, un programa de computador, con capacidad para el manejo de la información correspondiente a mil especies. Con este programa se puede obtener información específica y colectiva, es decir, identificar especies cuyas características estén en sus archivos o agrupar especies con características similares.
- * Finalmente se propone un modelo de tarjeta perforada para el manejo de la información, en caso de que esta deba ser manejada por una persona poco experta en el campo de la anatomía de la madera.

Conclusiones

Las características anatómicas microscópicas, son únicas para cada especie, por lo tanto, la identificación de éstas, se puede lograr con base en una muestra de madera, siempre y cuando se pueda corroborar esta

información, ya sea con una muestra de madera o con el montaje de una placa.

Las características anatómicas microscópicas son afines tanto para especies de un mismo género, como para géneros de una misma familia; v. gr. estratificación de elementos en géneros de Bignoniáceas y de Fabáceas.

La fotografía, se muestra como el mejor complemento de la investigación, por cuanto se constituye en elemento de gran ayuda, especialmente para la identificación de las especies, cuando no se tiene acceso directo a las placas de microscopía.

Recomendaciones

Se debe propender por continuar con este tipo de estudios, con el ánimo de recopilar suficiente información que permita la identificación de especies con base en la anatomía de maderas.

De otra parte, es conveniente en el momento de realizar estudios similares, compilar toda la información posible de cada especie, con el fin de disminuir el margen de error en el momento de identificar una especie.

Bibliografía

COROTHIE, H. Glosario Internacional de Términos Utilizados en Anatomía de Maderas. Mérida, Venezuela. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales, 1963, 71 páginas.

LONDOÑO, A. Anatomía de Maderas. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué, Colombia, 1977, 203 páginas.

RECORD, S. J. and HESS, R. Timbers of the New World. Yale University Press, 1949, 640 páginas.

Desde hace unos años se ha venido implantando una campaña a nivel mundial, para retirarlos del mercado o por lo menos, controlar su aplicación.

Estos son los pesticidas más peligrosos del mundo

NUBIA AMPARO CARDENAS*

Resumen

La cada día mayor resistencia que las plagas y enfermedades de las plantas han venido desarrollando, ha hecho que los productos que existen para combatirlos y controlarlos tengan un mayor poder tóxico que a la larga, afectan el medio ambiente y la salud humana.

Desde aproximadamente una década, se ha venido previniendo sobre el manejo prudente y técnico de estos productos de los cuales, a través de serios estudios e investigaciones, se ha demostrado su alta peligrosidad cuando se usan indiscriminadamente.

A continuación se enumeran los principales plaguicidas contra los cuales desde hace unos años se ha venido implantando una campaña a nivel mundial, para retirarlos del mercado o por lo menos, controlar su aplicación.

Esta actividad la han venido realizando entidades como la Organización Mun-

* Ingeniera Forestal. Directora Santuario de Fauna y Flora Iguaque. INDERENA-Regional Boyacá-Casanare.

dial de la Salud, Pesticide Action Network y Greenpeace de Estados Unidos, Friends of the Earth Limited de Inglaterra, el Centro Panamericano de Ecología y Salud de México, entre otros.

A nivel internacional esta campaña se conoce como "LA DOCENA SUCIA" ya que son 12 los productos que se han considerado de mayor peligrosidad para el hombre y la naturaleza.

B.H.C. Lindano

Pertenece al grupo de los organoclorados, cuyos productos han sido retirados de la mayoría de países industrializados por su comprobada peligrosidad.

El Lindano es un carcinógeno potencial y se acumula en los tejidos grasos y leche de los animales.

Es altamente venenoso y a largo plazo produce anemia crónica y leucemia.

Un ejemplo del abuso del Lindano ocurrió en Ghana (Africa) donde usado como medio de pesca, caía a un lago; muchas personas se envenenaron al consumir las aguas y los peces y la misma población de peces disminuyó alarmantemente. Persiste por mucho tiempo en el medio ambiente, ya que no es fácilmente degradable, pero se declaró que podría ser producido en el extranjero. Se halla prohibido en Argentina, Estados Unidos, Bulgaria, Chipre, Alemania, Hungría, Japón y Tailandia. Severamente restringido en la URSS, Finlandia, Filipinas, Suecia, Turquía, Canadá, Dinamarca, Comunidad Europea, Nueva Zelanda y Colombia.

En Colombia se vende como insecticida bajo los nombres comerciales de Gorgoricida, Lexagro 3 Agricense, Lexagro Lindano

25%, algunos de los cuales tienen fecha de vencimiento 1989; también Agronexit y Jardinx Lindafor.

El Banco Mundial ha recomendado evitar el uso de este pesticida.

Canfecloro o Toxafeno (Organoclorado)

Conocido por su alto riesgo para la salud humana, sospechosamente carcinógeno, extremadamente persistente en el medio ambiente y residual en las comidas. Como insecticida, en el país se conoce bajo los nombres de: Clorofen, Crysofenometil y Vicsafeno-DDT y 60.

Prohibido en Bulgaria, la comunidad Económica Europea, Alemania, Dinamarca, Finlandia y Filipinas, entre otros. Severamente restringido en Canadá, Turquía, Estados Unidos, Colombia e Israel.

Clordano y Heptacloro (Organoclorado)

La Organización Mundial de la Salud lo ha calificado como peligroso y el Banco Mundial recomienda que no se use.

Produce mal formaciones genéticas, es

muy tóxico para peces, abejas y otros insectos; el envenenamiento se produce al tomarlo, inhalarlo o por contaminación de la piel.

Es altamente persistente y tiende a acumularse en tejidos animales. Residuos de este producto se han encontrado en comida importada de Estados Unidos.

En Colombia se comercia bajo el nombre de varios tipos de Clordano; ha sido prohibido en Finlandia, Alemania, Japón, Comunidad Europea y Estados Unidos. Está severamente restringido en Argentina, Estados Unidos, Australia, la URSS, Canadá, Nueva Zelandia y Finlandia.

D.D.T. Organoclorado

Ha sido uno de los plaguicidas más combativos a nivel mundial y desde hace tiempo se vienen recalando sus efectos nocivos para la salud humana, animal y medio ambiente.

Es potencialmente cancerígeno y su peligro aumenta al acumularse en los tejidos grasos y mamarios de animales; en los huevos de aves causa graves daños y se ha encontrado una relación directa con el decrecimiento de las águilas.

El envenenamiento directo no es muy común, pero cuando el hombre se expone a altas dosis de DDT, produce parálisis de la lengua y la cara, irritabilidad, aturdimiento, temblores y convulsiones.

En el medio ambiente es lentamente degradado; se necesitan más de 10 años para perder el 50% de peligrosidad; los residuos luego de 17 años de aplicación se han situado alrededor del 39%.

Altos niveles de DDT han sido encon-

trados en leche materna con los efectos negativos consiguientes para la salud humana.

Este producto se ha usado principalmente en el control de la malaria para erradicar el zancudo transmisor y aunque en muchos países se ha prohibido aún para esta labor, "Colombia se va quedando como uno de los últimos países en el mundo que autorizan por decreto el empleo de DDT en la agricultura, con el agravante de que indiscriminadamente y en forma violatoria se está usando en cultivos de alimentos básicos como hortalizas, papas y arroz". "En 1977 Colombia importó 600 toneladas, el 1% de la producción mundial, (1) para emplearse en cultivos de algodón y como materia prima para la lucha contra la malaria.

En la Sabana de Bogotá se venden productos a base de DDT para utilizarlos en hortalizas y el comercio en Bogotá se hace de manera clandestina". (1).

Por la inmensa cantidad de contaminación que crea en el medio ambiente, este plaguicida ha sido condenado por el Banco Mundial, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos y las Naciones Unidas.

Actualmente se expende bajo el nombre de Toxafeno DDT 40-20 y Fedetox 40-20 Vicsafeno y Azofeno.

Colombia es uno de los últimos países que aún lo utilizaba en la agricultura hasta marzo de 1986, cuando mediante el decreto 704 del Ministerio de Salud se prohibió su uso; sin embargo, como se anotaba arriba, su comercio para la agricultura es subterráneo y difícil de controlar si no se aplican las medidas reglamentarias en forma estricta.

Dibromocloropropano (Organohalógeno)

Es considerado oncogénico (transmisión genética de enfermedades o malformaciones) y produce esterilidad masculina, comprobada cuando en 1977 en dos plantas productoras, Occidental y Dow Chemical de Estados Unidos, fue encontrado estéril un gran porcentaje de sus trabajadores.

Su uso debe hacerse con los mayores cuidados y prevenciones ya que puede ser mortal si la dosis es alta y se inhala o absorbe a través de la piel.

Es nematocida y en el país se comercializa como NEMACUR. Se ha prohibido en varios países latinoamericanos entre ellos Colombia, en Europa, la URSS, Asia y Canadá. En Estados Unidos se halla severamente restringido.

Los Drinks (Organoclorados)

Junto con el DDT son los productos de mayor polémica mundial debido a su alta toxicidad.

Son tres los tipos de drinks: Aldrin, Dieldrin y Endrin. A nivel internacional el Andrin y Endrin han sido clasificados como "sumamente peligrosos" y se recomienda no sean utilizados.

Se acumulan en los tejidos grasos de pájaros, pescados y mamíferos; de gran poder y tóxicos para toda clase de insectos, son residuales y en Colombia se venían usando para el control de plagas en el suelo de varios cultivos.

En octubre de 1985 el Gobierno prohibió la importación, producción y ventas en todo el territorio nacional de productos que

contengan el ingrediente activo Endrin, debido a una campaña internacional, pero sin tomarse medidas contra los otros dos productos mencionados.

En Colombia se expenden nueve productos que contienen Aldrin como ingrediente activo, con el mismo nombre y otros, como Chisacol o Arrierafin; Dieldrin, Endrex y Andrin correspondientes a Dieldrin y Endrin.

En general estos productos se han prohibido en Alemania Oriental, Finlandia, Hungría, la URSS, Turquía, Tailandia, Filipinas y Japón. Están restringidos en la Comunidad Europea, Argentina, Australia, Canadá, Dinamarca, Nueva Zelanda, Suecia, Estados Unidos e India.

Tylene-Bromide (Organo Halógeno)

Es extremada y potencialmente oncogénico y mutagénico y tiene efectos negativos en el sistema reproductivo.

Su acción es muy fuerte, penetrando aún las máscaras protectoras; su inhalación puede ser fatal. Traspasa también materiales de goma, plástico, vestidos protectores y la piel humana y animal. En el medio acuático y en cereales han sido hallados residuos de este producto.

En Estados Unidos ha sido prohibido y se han venido tomando medidas para retirarlo del mercado, pero paradójicamente allí se encuentran los centros de las multinacionales que lo producen.

Restringido en Filipinas, Suecia y Nueva Zelanda. En Colombia se halla en el mercado con el nombre de DOWFUME MC-2.

Paraquat

En Colombia, en los últimos años han despertado polémica su utilización y consecuencias, ya que en el combate contra el narcotráfico, Estados Unidos había venido presionando su aplicación para erradicar plantaciones de marihuana.

La discusión acerca de su uso es a nivel mundial y en Estados Unidos se viene estudiando sus efectos sobre el hombre y la naturaleza desde varios años atrás y sus resultados y conclusiones merecen un artículo especial.

Es el cuarto herbicida que se consume en el mundo con fines agrícolas; en Estados Unidos casi 2.000.000 de kilogramos al año y en Colombia 1.300.000 litros en cultivos de papa, plátano, arroz, cítricos, maíz, sorgo, soya, uvas, algodón, etc.

Altamente tóxico por vía oral produce hasta la muerte; así mismo, cantidades letales pueden ser absorbidas por la piel, irritando las membranas mucosas y los ojos.

Produce varias lesiones pulmonares rápidas e irreversibles en el ser humano, ataca el sistema renal, gastrointestinal, hígado, páncreas, el sistema cardiovascular y nervioso, y en mujeres embarazadas puede ocasionar la muerte.

Es uno de los plaguicidas que no tiene antídoto conocido

La propia compañía fabricante, CHEVRON CHEMICAL, advirtió al Departamento de Antinarcóticos de Estados Unidos, que el uso de este producto nunca se

consideró para la destrucción de la marihuana y por lo tanto, "no tiene ningún dato sobre los efectos de los residuos del Paraquat en la misma". (2).

Así, que si la misma compañía productora no conoce las consecuencias, los riesgos de su uso en este campo son mayores.

Se ha restringido severamente en Estados Unidos, Canadá, Finlandia, Filipinas, Turquía, Dinamarca, Nueva Zelandia y Suecia.

En Colombia se utiliza bajo los nombres comerciales de Agroquat, Gramaxone, Herbicut, Paracuat CL y Rafatox.

Paration

La Organización Mundial de la Salud lo ha clasificado como extremadamente peligroso para la salud.

Altamente tóxico por absorción de la piel o inhalación, afectando el sistema gastrointestinal y el sistema nervioso central llegando hasta la parálisis.

En América Latina este producto ha causado gran porcentaje de envenenamientos.

En el país, denunció el Instituto Nacional para Ciegos que varios niños sufren lesiones en los ojos, e incluso ceguera total, por el uso de Paration en la vereda Merchán de Chiquinquirá. (3).

Prohibido en: Hungría, Japón, Filipinas, Turquía y otros.

Severamente controlado en USA, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Inglaterra, India, Israel, Nueva Zelandia y Suecia.

Fenilmercurioacetato (Mercurial)

Se ha recomendado a nivel mundial no usarlo por su extrema toxicidad y la lucha para retirarlo del mercado ha sido ardua.

Persiste largamente en el medio ambiente y en Colombia se puede recordar la contaminación de la Bahía de Cartagena por los desechos mercuriales de Alkalis de Colombia.

En 1974 el ICA en Colombia canceló los registros de venta de este fungicida y aunque en agricultura no se usa, las fábricas de la industria química lo siguen utilizando.

Los casos de Minamata (1953) y Nigata (1964) en Japón son gráficos acerca de la peligrosidad del producto, ya que allí se observaron alteraciones neurológicas en niños nacidos de madres de la zona que habrían consumido pescado contaminado de mercurio.

2-4-5-T (Organoclorado)

Su principio activo, Dioxín, produce malformaciones congénitas en el feto, de acuerdo con las últimas investigaciones.

Es uno de los más potentes carcinógenos conocidos y su efecto se agrava por su acción residual prolongada que afecta hombres, animales y medio ambiente.

Componente del famoso "Agente Naranja" usando como defoliante en la guerra del Vietnam.

En Colombia, se encuentra prohibida su aplicación desde 1979 junto con países como USA, URSS, India, Dinamarca y otros.

Sin embargo, a nivel mundial se sigue produciendo por compañías que tienen filiales en Colombia y su posible circulación como materia prima no es controlada.

Clordimeform Organoclorado

Altamente tóxico desde el punto de vista químico y sospechoso carcinógeno.

Es producido para exportarse al Tercer Mundo, especialmente a México y Egipto.

Aproximadamente 40% de 3.600 exámenes de orina de trabajadores mexicanos expuestos al Clordimeform mostró que tenía niveles más altos que los permitidos.

Prohibido en Chipre, Pakistán, la URSS, Tailandia, Suiza y Nueva Zelandia. Severamente restringido en Colombia y Guatemala, aunque en el país se comercializa bajo los nombres de Galecrón y Fundal.

Bibliografía

1. OBREGON CARLOS. Colombia está empleando DDT en alimentos básicos. Febrero 25 de 1986. Bogotá, El Tiempo.
2. CASTRO GLORIA MORENO de. El INS se opone al uso de Paraquat. El Tiempo.
3. Hay niños ciegos por el uso del Paratién. El Tiempo. Mayo 9 de 1986, Bogotá.
4. ECO. Data Sheets for the Target List of Dangerous Pesticides. 1984.
5. ICA. Plaguicidas y Coadyuvantes de Uso Agrícola, Defoliantes y Reguladores Fisiológicos de las Plantas Registradas en Colombia. Marzo de 1985.
6. Friends of the Earth. Friend of the Earth Survey on Pesticides, Health and Environment. 1984.



FIGURA 1. Recuperación de cárcavas con trinchos en esterilla, Municipio de Salamina, Departamento de Caldas Corporación Regional Autónoma.

CRAMSA. Fotografía de Herbert Enrique Soto S.

La bio-ingeniería y y el control de la erosión

HERBERT ENRIQUE SOTO S.*

Resumen

La Bio-Ingeniería es tan antigua como la humanidad y de ella en sus diferentes especialidades e interpretaciones técnicas, se ha servido el hombre para utilizar los recursos naturales renovables con el menor deterioro posible.

Las culturas indígenas la practicaron y es quizá la Ingeniería Forestal, la disciplina y profesión que tiene los mayores y mejores elementos para lograr la recu-

* Ingeniero Forestal. Jefe Sección Recursos Naturales de CRAMSA. Caldas, Risaralda y Quindío.

peración de áreas degradadas y utilizar racionalmente los recursos naturales renovables.

En el Departamento de Caldas la Corporación Regional Autónoma CRAMSA, ha desarrollado con éxito obras y tratamientos de prevención y control de la erosión, en las que se integran las soluciones de Ingeniería Civil y de Ingeniería Forestal, dando como resultado la recuperación de áreas degradadas, estableciendo cobertura vegetal multiestrata y logrando la recuperación y aumento de la fauna.

Los principales tratamientos biológico-forestales o de bio-ingeniería, como trinchos en guadua para corrección de cauces, trinchos en guadua para estabilización de taludes, trinchos en esterilla, trinchos en cañabrava, barreras vivas, empradizados, mateados, colchones de empaques de fique, revegetalización y reforestación integrados a las soluciones de Ingeniería Civil; tienen como principal objetivo el dar soluciones a los graves problemas y amenazas contra la vida, integridad y el ambiente de los habitantes de los Municipios de Manizales, Aranzazu, Salamina y La Merced, en el Departamento de Caldas.

La bio-ingeniería y el control de la erosión

Es común escuchar o leer sobre la bio-ingeniería en diferentes campos de la ciencia y la investigación. Las especializaciones de la Biología, las Ingenierías Agronómica, Electrónica, Forestal y otras profesiones, permiten encontrar soluciones a los problemas de la humanidad y de la degradación de los recursos naturales renovables, con una participación decisiva de los organismos vivos, especialmente de las plantas. Las soluciones interdisciplinarias eran conocidas y practicadas por las culturas indígenas, destacándose en ellas los Incas, los Tayronas y los Aztecas, entre otros.

En Colombia los indígenas practicaron la agricultura con sistemas conservacionistas, garantizando un rendimiento sostenido con un deterioro mínimo de los recursos naturales renovables y del ambiente.

Hoy es grande el esfuerzo de los Extensionistas Rurales y Técnicos de los Sectores Estatal y Privado, para detener o disminuir la acelerada degradación del ambiente y la destrucción de los recursos naturales y en este esfuerzo es muy destacado el papel que cumple el Ingeniero Forestal.

Lo novedoso de la Bio-Ingeniería para recuperar áreas degradadas y el paisaje en ciudades y campos europeos, es algo inherente a las prácticas de conservación de suelos y tratamientos biológico-forestales, realizados desde hace más de cincuenta años por Agrónomos e Ingenieros Forestales en Colombia.

En el Departamento de Caldas trabajan en forma integrada el estado, el sector privado y la comunidad, intercambiando expe-

riencias y haciendo transferencia de tecnologías originales o adaptadas a la Zona Andina.

Se destacan regional y nacionalmente los resultados exitosos en la recuperación de suelos y control de la erosión, realizados por la Corporación Regional Autónoma - CRAMSA en los Municipios de Manizales, Aranzazu, Salamina y La Merced, en el Departamento de Caldas.

La erosión

Es este el principal problema ecológico al cual la Corporación Regional Autónoma - CRAMSA, ha dedicado más de 15 años de labor continua y eficiente.

En la Zona Andina y especialmente en el Departamento de Caldas, la erosión tiene su origen en factores antrópicos y físicos o naturales.

Los principales factores físicos son:

La roca subyacente está formada generalmente por esquistos arcillosos, con núcleos de grafito y pizarras, cubiertos por mantos de cenizas volcánicas.

Laderas con pendientes entre 70% y 100%.

Las fuertes pendientes longitudinales de los cauces, la forma de su lecho y las altas precipitaciones, originan flujos torrenciales que arrastran material de fondo, profundizando el lecho y socavando la base de las laderas.

Las precipitaciones de alta intensidad y el elevado porcentaje de humedad relativa, que contribuyen a los altos contenidos de humedad de los suelos.

La acción de las aguas de escorrentía, que origina fenómenos de erosión regresiva.

Las aguas de infiltración que contribuyen a saturar los suelos, aumentando su peso y acelerando los desprendimientos.

Los factores antrópicos son los de mayor incidencia en los problemas erosivos de la región y son:

Tala y quema progresiva de la vegetación natural, para el establecimiento de agricultura y cultivos limpios, exponiendo las laderas a los efectos directos de las aguas lluvias y de la escorrentía.

Explotaciones agropecuarias sin prácticas conservacionistas.

Construcción de carreteras y caminos de penetración sin obras adecuadas de drenaje.

Excavaciones inadecuadas para vivienda y construcción de las mismas, con desconocimiento de los suelos que utilizan.

Concentración sobre laderas con pendientes hasta del 100%, de sobrantes de excavaciones y movimientos de tierra realizados en partes altas, con ausencia de técnica y sin compactación.

Disposición de basuras en diversos lugares del área urbana y suburbana, de niveles socio-económicos muy bajos.

Falta de programas de educación, capacitación y concientización para la comunidad, sobre el uso racional del suelo y demás recursos naturales renovables.

Soluciones para el control de la erosión

Las obras y tratamientos ejecutados para controlar la erosión y recuperar los sue-

los, se agrupan en dos tipos: soluciones de Ingeniería Civil y Tratamientos Biológico-Forestales y de Conservación de Suelos o Bio-Ingeniería.

Las obras o soluciones de Ingeniería Civil, se dirigen principalmente a la estabilización de taludes y laderas y al control y manejo de aguas.

Las principales soluciones de Ingeniería Civil son las siguientes: sellamiento de grietas, drenaje horizontal, drenaje de zanja, conformación de taludes, muros en gaviones, mampostería o piedra acomodada, canales de corona, alcantarillados, canales de diferentes tipos, presas correctoras, trinchos, estructuras de disipación, pavimentos, impermeabilización y sumideros.

La infraestructura de Ingeniería Civil se complementa e integra con los tratamientos biológico-forestales, entre los que se destacan:

Trinchos en guadua para corrección de cauces.

Trinchos en guadua para estabilización de taludes.

Trinchos en esterilla.

Trinchos en cañabrava.

Barreras vivas.

Empradizados.

Mateados.

Colchones de empaques de fique.

Revegetalización.

Reforestación.

La bio-ingeniería o los tratamientos biológico-forestales

Estos tratamientos se dirigen a la prevención y control de la erosión, comple-

mentando las obras de Ingeniería Civil o presentándose como alternativa para solucionar un problema de degradación de suelos.

En el control y prevención de la erosión, la bio-ingeniería, utilizando como su principal herramienta a la Ingeniería Forestal, trata de devolver la cobertura vegetal a aquellos sitios en que ha desaparecido ya sea por factores naturales o antrópicos, evitando de esta manera el impacto directo de las aguas lluvias, disminuyendo la velocidad de las aguas de escorrentía; regulando la infiltración, fijando el suelo y logrando un equilibrio entre el volumen de materiales de arrastre y los flujos naturales de agua.

Trinchos en guadua para corrección de cauces o estabilización de taludes

Son barreras transversales que se ubican en un cauce o en una ladera, para impedir el arrastre de materiales o suelo, logrando la sedimentación y disipación de las aguas en cauces secundarios intermitentes.

El material principal para su construcción es la guadua rolliza, la cual es conveniente inmunizar para garantizar su mayor duración al estar en contacto con suelo, agua y aire. Este tratamiento se complementa con la siembra de estacas vivas, junto a las guaduas verticales y especies arbustivas en la parte superior o relleno de los trinchos.

Trinchos en esterilla

Son barreras transversales que se colocan en un talud o ladera para controlar la erosión superficial y adecuar terrenos para el establecimiento de cobertura vegetal (ver figura 1).

El material que se utiliza es esterilla de guadua y macanas como anclaje, las cuales pueden ser cambiadas por estacas vivas si las características del suelo y pendiente lo permiten.

La terraza resultante se siembra con vegetación de estrato rasante, de acuerdo a las condiciones ecológicas de la región. Se han obtenido excelentes resultados con gramíneas y leguminosas. En una segunda fase se introducen especies arbustivas de múltiple uso.

Trinchos en cañabrava

Son barreras transversales construidas con tallos o colinos de cañabrava y que se colocan en pequeñas cárcavas o derrumbes cicatrizados, formando terrazas en las cuales se siembran especies arbustivas y de porte bajo (preferencialmente leguminosas y gramíneas). La preparación y crecimiento de la cañabrava en asociación con las leguminosas y otras especies, permite el establecimiento de una cobertura vegetal de varios estratos, logrando una excelente recuperación y protección de la cárcava.

Barreras vivas

Son líneas de plantas, arbustos y árboles de porte medio sembrados en forma densa, con distancias variables que oscilan entre 0.20 mts. y 3.00 mts., dependiendo de las especies, suelos y pendientes de las laderas. Las barreras pueden ser una, dobles o triples, sencillas o multiestratas y sus objetivos son los de detener la erosión superficial, disminuir la velocidad del agua de escorrentía, regular los caudales y proteger contra el viento.

Las especies más utilizadas son: Limoncillo (*Cymbopogon citratus*), Pasto imperial

(*Axonopus scoparius*), Cañabrava o Cañamenuda (*Gynerium sagittatum*), Chusquea (*Chusquea* sp.), Cabuya (*Agave* sp.), Bambú (*Bambusa* spp.), Nacadero (*Trichanthera gigantea*), Guadua (*Guadua angustifolia*) y Leucaena (*Leucaena* sp.).

Empradizados

Es una cobertura vegetal que complementa la estabilización de las laderas y protege al suelo contra factores naturales que originan la erosión, como son: viento, lluvia, pendiente etc.

Se utilizan cespedones de pasto de 0.30 mts. × 0.30 mts., con una capa de tierra negra no inferior a 5 cm., y se fijan a la ladera o superficie a cubrir, con estacas vivas o de lata de guadua.

Para que esta cobertura vegetal sea exitosa, es necesario unir muy bien los cespedones evitando la infiltración, el pisoteo de animales y el paso del hombre hasta que la cobertura haya enraizado en el terreno a cubrir.

Mateados

Es un tratamiento que protege al suelo contra los agentes erosivos. El cubrimiento es más lento debido a que las "Macollas", "Cepas" o matas de pasto se colocan a distancias entre 15 y 20 cm. al cuadro y en curvas a nivel.

Colchones de empaques de fique

Es el establecimiento de cobertura vegetal correspondiente a los estratos rasante y arbustivo, en sitios degradados, de fuerte

pendiente y sin suelo para soportar y sustentar la cobertura vegetal.

Se utilizan empaques de fique, materia orgánica y/o tierra negra, semillas de vegetación de zonas aledañas y estacas para el anclaje o fijación del "Colchón" a la ladera.

Los empaques se unen, se rellenan con la materia orgánica y las semillas, se fijan al terreno con las estacas como "colchones" o "almohadas".

Este es un tratamiento experimental que ha dado resultados buenos, regulares y malos, siendo una de las principales causas de su fracaso la acción del hombre al destruirlo.

Revegetación

Algunas zonas degradadas se han aislado a la acción y presión del hombre y los animales domésticos, induciendo a la revegetación con la siembra de algunas especies y semillas al voleo, logrando una excelente cobertura vegetal y recuperación armónica de las zonas degradadas.

Reforestación

Se hace con especies nativas e introducidas, arbustivas y arbóreas, buscando la heterogeneidad en especies, edad y tamaño. El manejo silvicultural incluye diferentes distancias y sistemas de siembra, aclareos tempranos y controles fitosanitarios.

Las especies más utilizadas son: Guadua (*Guadua angustifolia*), Nogal (*Cordia alliodora*), Leucaena (*Leucaena* sp.), Arboloco (*Montanoa* sp.), Urapán (*Fraxinus chinensis*), Guamo (*Inga* sp.), Cedro (*Cedrela* sp.), Cerezo o Aliso (*Alnus jorullensis*), Sauce (*Sa-*

lix humboldtii), Roble (*Quercus humboldtii*), y pino (*Pinus patula*).

Los tratamientos biológico-forestales o la bio-ingeniería, aplicada por CRAMSA en el control de la erosión han dado resultados satisfactorios en la recuperación de áreas degradadas, estableciendo y manejando la cobertura vegetal, evaluando el comportamiento de especies promisorias para proyectos de reforestación y logrando la aparición y aumento de fauna, como es el caso del sector la Palma en el Municipio de Salamina. Los aspectos bio-físicos, técnicos y sociales; se encuentran integrados en el Manejo de la Microcuenca Doñana en el Municipio de Aranzazu y son múltiples los ejemplos en la jurisdicción de CRAMSA, donde la labor conjunta de las Ingenierías Civil y Forestal, ha logrado dar solución a los graves problemas y amenazas contra la vida, integridad y el medio ambiente de los habitantes de Manizales, Aranzazu, Salamina y La Merced en el Departamento de Caldas.

Bibliografía

ARISTIZABAL MUÑOZ, JOSE FERNANDO Y PEÑA HERNANDEZ, ROGELIO. Infraestructura de Ingeniería Civil para Control de Erosión. Conferencia presentada por CRAMSA en el Primer Seminario sobre Manejo y Conservación de Suelos, Cali, Colombia, junio 14 a 16 de 1984.

ESCOBAR QUINTERO, DANIEL ALFREDO. Evaluación Tratamientos de Conservación de Suelos - CRAMSA, 1983.

LEAL FRANCO, BEATRIZ Y GUERRERO MARTINEZ, HERMOGENES. Establecimiento y Evaluación de Tratamientos Biológico-Forestales en Zonas Erosionadas del Municipio de La Merced, Departamento de Caldas.

SOTO SALAMANCA, HEBERT ENRIQUE. Los Tratamientos Biológico-Forestales en el Control de la Erosión. Conferencia presentada por CRAMSA en primer Seminario sobre Manejo y Conservación de Suelos, Cali, Colombia, junio 14 a 16 de 1984.

Resúmenes de Tesis de Ingeniería Forestal

Estudio de diagnóstico y formulación del plan de ordenación de la cuenca del Río Pamplonita

RODRIGO RUIZ MARTINEZ VICTOR MANUEL PINZON G.

La cuenca del Río Pamplonita tiene un área aproximada de 1.128 Km² y está situada al sureste del Departamento de Norte de Santander y corresponde a la vertiente de la cordillera oriental, del sistema andino colombiano.

Se elaboró un mapa de uso del suelo y cobertura vegetal, determinándose nueve grandes tipos dominantes de cobertura vegetal, a saber: cultivos, bosques muy intervenidos, bosques poco intervenidos, pastos, rastrojo alto, rastrojo bajo, zona cafetera y áreas sin vegetación.

Según el mapa, se pudieron apreciar 11 tipos de suelos, con sus correspondientes asociaciones y series.

Teniendo en cuenta las zonas de vida y las clases agrológicas de la región, se delimitaron 49 zonas agroecológicas, las cuales aparecen en el mapa correspondiente y se caracterizan una a una en un cuadro síntesis.

Se determinó que el principal agente de contaminación del Río Pamplonita lo constituyen los vertimientos de aguas residuales de origen doméstico, y los aportes de basuras y desechos de las poblaciones allí asentadas, lo cual indica que la contaminación de estas aguas es más bacteriológica que físico-química.

Considerando el uso potencial de cada zona, según la aptitud de los suelos y el

uso actual de cada uno de ellos, se proponen las siguientes zonas de manejo, con sus respectivos programas: área crítica de Cúcuta y sus alrededores, áreas protectoras de la zona alta y baja de la cuenca, áreas de manejo agropecuario intensivo y zona cafetera.

De otra parte, se sugiere llevar a cabo las siguientes acciones para la ordenación de la cuenca: manejo de microcuencas que surten acueductos municipales, manejo de áreas para reforestación, control de la calidad de agua y estudios especiales e investigaciones. Así mismo, se dan recomendaciones sobre la estructura administrativa y estrategias para la ejecución del plan, y alternativas de financiación.

Estudio hidroclimático y algunos aspectos de vegetación de la cuenca alta del Río Blanco y Páramo de Chingaza-Cundinamarca

ALVARO ERNESTO BERNAL MEDINA - NESTOR HUMBERTO TORRES MOYA

Este estudio presenta un análisis de los principales factores climáticos: precipitación, temperatura y evapotranspiración; en la Cuenca Alta del Río Blanco, Páramo de Chingaza, sobre la Cordillera Oriental en los Andes colombianos.

El área de estudio cubre aproximadamente 19.147 Km². y está situada entre los 2.400 a 3.600 m.s.n.m., a unos 30 Km. al este de Bogotá.

Mediante la elaboración de isohietas y polígonos de Thiessen se obtuvo la precipitación media anual de la cuenca, la cual fue de 1.712 mm.

Se calculó la evapotranspiración potencial por los

métodos de Turc y Thornthwaite, elaborándose los balances hídricos respectivos para cada una de las estaciones meteorológicas. El análisis de éstos resultados, muestran las especiales condiciones de humedad de la cuenca durante todo el año.

Se determinaron los principales índices morfométricos de la Cuenca Alta del Río Blanco, así como de las principales subcuencas localizadas en el Páramo de Chingaza sobre la vertiente oriental de la Cordillera Oriental. Estos nos indican la importancia de la morfometría y fisiografía, como uno de los factores que influyen en las avenidas que se presentan.

Con base en la fotointer-

pretación y trabajo de campo, se llevó a cabo un mapa de vegetación y uso de la tierra, a una escala de 1:25.000, en la cual se correlacionaron los principales tipos de vegetación con el relieve.

El impacto humano en el área, ha llevado a un cambio en la estructura y composición de la vegetación; grandes zonas boscosas han sido reemplazadas por formaciones abiertas propias del páramo, donde predominan *Espeletia sp.* y gramineas como la *Swalleanochloa tessellata*. Entre los factores antrópicos de mayor incidencia en el área estudiada se encuentran las quemadas repetidas con el fin de establecer ganaderías o cultivos, así como la explotación minera de caliza.

Diagnóstico y jerarquización de las subcuencas Iquirá Pacarni Pedernal para su ordenación y manejo en la Cuenca del Río Yaguará (Huila)

HERNANDO CARVAJAL MUÑOZ - RODRIGO RODRIGUEZ MARTINEZ

Las subcuencas de los Ríos, Iquirá, Pacarni y Pedernal, en estudio, se localizan al sur-occidente del país, conforman la parte alta de la cuenca del Río Yaguará, (Departamento del Huila).

La metodología empleada para la jerarquización de las subcuencas es una adaptación de la utilizada por el CIDIAT de Venezuela a nuestro medio, conformada por los siguientes parámetros: 1. Grado de erosión,

2. Pendientes, 3. Índices de Protección, 4. Importancia de la subcuenca como abastecedora de aguas, 5. Capacidad productiva actual, 6. Influencia antrópica, 7. Aspecto socioeconómico.

Los resultados obtenidos contemplan dos partes:

1. Los aspectos físicos generales para las tres subcuencas.
2. Los estudios básicos para cada una de las

tres subcuencas, como son: cobertura vegetal, uso actual de la tierra e índices de protección, Procesos Erosivos y Pendientes. De lo anterior se deriva la sectorización de áreas de tratamiento.

Se formula el plan preliminar de ordenación y manejo para la subcuenca prioritaria "Río Pedernal", que consta de cinco (5) programas básicos.

Diagnóstico del estado actual de la industria del secado de la madera en Bogotá

MARIA CARLOTA ECHEVERRI MEDINA - JOSE ALEJANDRO ROJAS CASTILLO

El secado, como parte integral del procesamiento in-

dustrial de la madera, es una actividad indispensable

para la disminución de pérdidas económicas y me-

joramiento de los aspectos técnicos. Por ello, es necesario que se realicen estudios sobre su desarrollo que ilustren a empresarios y técnicos buscando el mejoramiento en su aplicación.

El presente trabajo se realizó con el objeto de diagnosticar el estado del proceso en los diferentes niveles de la industria de la madera en la ciudad de Bogotá. Se determinaron con una confiable certeza los hábitos técnicos que rigen el secado, para lo cual se encuestaron 49 empresas que se dedican a las siguientes actividades: inmunización de maderas, secado de maderas, productoras de triplex, fabricantes de muebles, comercializadoras (depósitos de maderas) y productoras de molduras.

Por medio de este muestreo se determinaron los siguientes aspectos:

- * El secado artificial mediante el uso de deshumidificadores, cámaras convencionales de caldera, intercambiadores de calor y cuartos secadores, es utilizado casi exclusivamente por las empresas grandes que poseen instalaciones propias y por las medianas que cuando no las poseen contratan la realización del proceso en otras compañías (muy

pocas) que prestan el servicio. El período de tiempo para la obtención del contenido de humedad de equilibrio (CH eq), difiere en cada empresa con las especies y dimensiones manejadas, pero se puede decir que varía más o menos entre 8 y 25 días.

Los problemas detectados en las empresas que hacen esta clase de secado son: la heterogeneidad de especies y grosores con que se cargan las cámaras en algunas compañías buscando llenarlas para que el proceso no sea antieconómico; las fallas de tipo técnico que presentan casi la mitad de los horarios de secado encontrados en el muestreo y por último la falta de capacitación técnica que poseen una gran parte del personal que tiene que ver con las labores del secado.

- * El secado natural es usado por la mayoría de las empresas de nivel medio y pequeño y sólo una de las grandes. Casi siempre se sigue el proceso denominado "de tableteo" que consiste en reaserrar la madera a tamaños pequeños, luego apilarla durante un período y por último procesarla; esperando que cuando se obtenga el producto final ya la madera haya llegado al CH de equilibrio. Este proceso

puede demorar entre 15 y 60 días.

Las fallas encontradas en las empresas que hacen secado natural fueron: la mayor parte de los patios no poseen ni espacio ni las condiciones técnicas (para aireación, techado, protección, limpieza) para realizar un secado eficiente; las medidas de control y los períodos de tiempo utilizados no permiten tener certeza acerca del CH final a que llega la madera.

- * Se encontraron algunas pequeñas empresas y comercializadoras que no tienen en cuenta para nada el estado de humedad de la madera.

- * Las formas de control de los procesos y la madera son en la mayoría de los casos deficientes, utilizando por lo general xilohigrómetros para el CH o realizándolo solamente por experiencia.

- * Las pérdidas reportadas por defectos en secado (torceduras y rajaduras) varían entre el 1 y el 50%; siendo lo más común el 5%; esto hace pensar en la gran cantidad de madera que se desperdicia si se tiene en cuenta el volumen de madera que se maneja en cada empresa, acarreado

una mayor presión sobre el recurso bosque.

* Los costos en el proceso del secado son: para el caso del secado natural, el tener un inventario de madera parado durante algún período de tiempo y para el artificial, la energía utilizada en el funcionamiento de los sistemas de ventilación y calefacción.

* Según lo manifestado por los empresarios, la construcción futura de cámaras no está siendo considerada, por los costos que acarrea su construcción y manteni-

miento, y por los volúmenes de madera que se necesitaría manejar para utilizarla a la máxima capacidad. Debido a esto, se sugiere como una posible solución al problema del secado en los niveles pequeño y mediano de la industria, la creación de sociedades o cooperativas que realicen los procesos de reaserrado y secado de la madera, ofreciéndola en el mercado; ya que en la actualidad sólo dos empresas lo cubren. La justificación para que estos entes sean creados por los empresarios es: los costos en que incurre actualmente

para obtener madera seca a las dimensiones requeridas (transportes, madera verde, valor del reaserrado y secado, pérdidas de madera en los procesos y tiempo) son mayores que comprar la madera seca solamente en las dimensiones y cantidad que representan algunos de los rubros anotados anteriormente; adicionalmente estas empresas podrían ofrecer buenos precios al bajar los costos por comprar madera en grandes cantidades, aprovecharla en forma más integral aminorando los desperdicios y manipular grandes volúmenes.

Algunos principios de la Conferencia de Estocolmo Naciones Unidas 1972

* Debe mantenerse y, siempre que sea posible, restaurarse o mejorarse la capacidad de la tierra para producir recursos vitales renovables.

* El hombre tiene la responsabilidad especial de preservar y administrar juiciosamente el patrimonio de la flora y fauna silvestres y su hábitat, que se encuentran actualmente en grave peligro por una combinación de factores adversos. En consecuencia, al planificar el desarrollo económico debe atribuirse importancia a la conservación de la naturaleza, incluidas la flora y fauna silvestres.

* Los recursos no renovables de la tierra deben emplearse de forma que se evite el peligro de su futuro agotamiento y se asegure que toda la humanidad comparte

beneficios de tal empleo.

* Debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas o de otras materias y a la liberación de calor, en cantidades o concentraciones tales que el medio no pueda neutralizarlas, para que no se causen daños graves o irreparables a los ecosistemas. Debe apoyarse la justa lucha de los pueblos de todos los países contra la contaminación.

* Los estados deberán tomar todas las medidas posibles para impedir la contaminación de los mares por sustancias que puedan poner en peligro la salud del hombre, dañar los recursos vivos y la vida marina, menoscabar las posibilidades del esparcimiento o entorpecer otras utilidades legítimas del mar.

* El desarrollo económico y social es indispensable para asegurar al hombre un ambiente de vida y trabajo favorable y crear en la tierra las condiciones necesarias para mejorar la calidad de la vida.

Algunas normas para las contribuciones a la Revista Colombia Forestal

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

Artículos Científicos

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

Notas de Investigación

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

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

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

Comunicaciones Técnicas

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

Notas y Comentarios

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

Recomendaciones

1

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

2

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

3

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

4

Los cuadros deben tener títulos en la parte superior y números consecutivos. Los gráficos, figuras, fotografías, dibujos, croquis, etc., llevarán todos la denominación de "figuras" y deberán llevar cada uno una leyenda explicativa en la parte inferior y números consecutivos.

Las gráficas deben numerarse y presentarse en papel mantequilla o papel de fondo blanco, dibujadas con tinta negra.

5

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

6

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

7

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

8

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

9

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

10

El título del artículo debe ser conciso y dar idea del contenido del escrito.

Es necesario incluir el nombre completo de la institución donde se hizo la investigación.

11

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