

tikalia

Revista de la Facultad de Agronomia
Vol. 2 No. 1 Año 1983

FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Antonio Sandoval
Decano

Ing. Carlos Fernández
Secretario

Ing. Oscar Leiva
Vocal I

Ing. Gustavo Méndez
Vocal II

Ing. Rolando Lara Alecio
Vocal III

Prof. Heber Arana
Vocal IV

Prof. Francisco Muñoz
Vocal V

Revista de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Guatemala, C.A.



REVISTA TIKALIA

Volumen II, No. 1. Abril 1983.

CONSEJO EDITORIAL

Ing. Carlos Fernández
Ing. Luis A. Castañeda
Ing. Rodolfo Albizúrez Palma
Ing. Laureano Figueroa

La Revista Tikalia es el órgano oficial de divulgación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Su propósito es contribuir al desarrollo de las Ciencias Agrícolas, mediante la publicación de artículos científicos y técnicos que reflejan los resultados de las investigaciones que realizan profesores y estudiantes de la Facultad; así como la publicación de artículos teóricos elaborados por científicos de otras universidades e instituciones de investigación agrícola, que se adecúen a las necesidades del desarrollo académico de la Facultad.

Los autores son responsables del contenido de sus artículos.

INDICE

LAS COMUNIDADES DE PINABETE EN GUATEMALA 5
Juan H. González M.
César Castañeda

LA FLOR, POLINIZACION Y POLINIZADORES DEL CARDAMOMO EN COBAN, ALTA VERAPAZ 39
Fritz Lang O.

EL EFECTO DE LAS QUEMAS EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO 57
Luis A. Castañeda A.

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA 75
L. Castañeda
V. Cabrera
J. González
J. M. Leiva

MONILIASIS DEL CACAO. Enfermedad de Importancia Cuarentenaria en Guatemala 107
Eduardo Arturo López C.

NOTAS TECNICAS 121

PUBLICACIONES 125



LAS COMUNIDADES DE PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder) EN GUATEMALA *

Juan H. González M.(1)
César Castañeda (2)

---

* Artículo basado en el trabajo de tesis que, previo a recibir el título de Ingeniero Agrónomo, presentó el primero de los autores; realizado dentro del programa de Investigación que sobre las comunidades forestales del altiplano guatemalteco se encuentra ejecutando la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

(1) Ingeniero Agrónomo M. Sc. Coordinador de la Subárea de Recursos Naturales Renovables, Facultad de Agronomía.

(2) Ingeniero Agrónomo M. Sc. Coordinador del Area de Ciencias, Facultad de Agronomía.

RESUMEN

El estudio se realizó en diez rodales con dominancia de pinabete *(Abies guatemalensis Rehder)* en Totonicapán, Quezaltenango, San Marcos y Huehuetenango, comprendidos en las zonas de vida correspondientes a los bosques muy húmedo montano bajo subtropical, húmedo montano subtropical y muy húmedo montano subtropical, de 2,800 a los 3,500 metros sobre el nivel del mar, con el objetivo de analizar y establecer su composición, estructura, dinámica y características climáticas, fisiográficas y fitosanitarias (con énfasis en *Dendroctonus sp.*).

En cada rodal, muestreado al azar con 10 parcelas circulares de 100 m^2 para árboles, se investigó su ubicación, acceso, exposición, pendiente, altitud sobre el nivel del mar e historial en cuanto a manejo. En cada parcela, con respecto a árboles mayores de 2.5 cms de diámetro se registraron datos de identidad de especie, diámetro a la altura del pecho (DAP) y estado sanitario de cada árbol muestreado, regeneración árborea y presencia de arbustos, para hierbas se establecieron parcelas de 16 m^2 en el centro de cada parcela de 100 m^2, y se tomaron datos de identidad y cobertura por especie. De una muestra de árboles de cada rodal se extrajo un cilindro de madera con el incremento de edades por medio del cual se determinó su edad.

Los datos de densidad, frecuencia y área basal se utilizaron para calcular el valor de importancia de las especies, definido como la suma de los valores relativos de densidad, frecuencia y área basal. Con dichos valores se elaboró un dendrograma por el método de peso de grupos pares (Sokal and Sneath, 1963), basado en una matriz de similaridad usando el Indice de Similaridad de Spatz (Mueller-Dumbois and Ellemberg, 1974) que sirvió para ordenar los rodales y describir la composición. La estructura y la dinámica fue interpretada mediante gráficas de perfiles y cuadros de clases diamétricas y edad.

Las principales conclusiones son las siguientes:

1. Las comunidades en donde el pinabete *(Abies guatemalensis Rehder)* es uno de sus componentes, están limitadas a pequeñas áreas, fundamentalmente de las zonas altas de Totonicapán, Huehuetenango, San Marcos, Sololá, Quezaltenango, con límites más o menos definidos y generalmente no mayores de tres hectáreas. Están rodeadas de bosques jóvenes de pinos (*Pinus pseudostrobus, Pinus*

tenuifolia y Pinus rudis), de aliso (*Alnus sp.*) y ciprés (*Cupressus lusitánica*); muchos de los rodales con *P. rudis* presentan fuerte ataque de gorgojo del pino (*Dendroctonus sp.*).

2. Por medio del análisis de los diferentes rodales, basado en el método de peso de grupos pares, fueron detectados 3 grupos ecológicos que se identifican de la siguiente manera:

   Grupo I *Pinus ayacahuite – Abies guatemalensis – Pinus rudis*, en donde hay codominancia de estas tres especies encontrándose en baja proporción *Arbutus xalapensis* y *Quercus sp.*

   Grupo II *Abies guatemalensis – Pinus ayacahuite – Cupressus lusitánica* en donde hay codominancia de éstas tres especies, encontrándose en baja proporción *Arbutus xalapensis, Litsea glaucescens, Pinus brachybotrya y Quercus sp.*

   Grupo III *Abies guatemalensis*, representado por rodales casi puro de pinabete. En reducida proporción se encuentran ejemplares de *Arbutus xalapensis, Litsea glaucescens, Prunus brachybotrya* y *Quercus sp.*

3. Todas las comunidades estudiadas muestran poca diversidad vegetal. El pinabete, en total, se encuentra asociado con un máximo de ocho especies forestales que son: *Pinus ayacahuite, Cupressus lusitánica, Pinus rudis, Arbutus salapensis, Prunus brachybotrya, Alnus sp., Litsea glaucescens y Quercus sp.* Se asocia con un máximo de 5 especies arbustivas que son: *Cestrum guatemalense, Senecio sp., Ceanothus coeruleus, Monnina xalapensis* y *Rubus trilobus*; en el estrato de arbustos también tienen importancia las especies forestales *Pinus ayacahuite, Cupressus lusitánica, Litsea glaucescens, Arbutus xalapensis, Quercus sp.* y *Prunus brachybotrya*. El pinabete se asocia con un máximo de 33 especies herbáceas, de las cuales son más abundantes: *Salvia cinnabarina, Bidens ostruthioides, Alchemilla pectinata, Acaena enlongata, Adianthum andicola, Fuchsia splendens* y musgo. Se observó que el estrato herbáceo en cuanto a densidad, cobertura y frecuencia, depende de la densidad del estrato forestal.

4. El mayor número de plantas epífitas se encontró en árboles de mayor edad, creciendo generalmente sobre árboles de *Pinus ayacahuite* y *Abies guatemalensis*. La especie *Pinus ayacahuite* tiene alta relación con epífitas, lo cual se explica como un resultado de su ramificación favorable a sostener dicho tipo de plantas. Las principales epífitas encontradas son: *Polypodium sp,* musgo, *Epidendrum Polybulbon, Arpophyllum alpinum* y *Smilacina flexuosa.*

5. El pinabete es componente de algunas de las comunidades culminantes o clímax de los bosques de las zonas altas del altiplano occidental de Guatemala. De manera que los bosques no distribuidos tienden a mantener su composición y los disturbados tienden a regresar a una etapa anterior del proceso de sucesión ecológica y por consiguiente el pinabete desaparece como componente en las comunidades fuertemente taladas.

I INTRODUCCION

El pinabete o pashaque (*Abies guatemalensis Rehder*) es un componente natural de los bosques del altiplano occidental de Guatemala y conforme transcurre el tiempo es cada vez menor el número de comunidades donde él es parte de la composición florística. Dicha especie, aunque es nativa de Guatemala, es un componente no común en los bosques del altiplano occidental. Su distribución está limitada a las partes altas y no muy disturbadas de Totonicapán, Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quezaltenango y Sololá. Su madera tiene demanda y por su buena apariencia se le aprovecha también como árbol navideño.

Los bosques que se encuentran alrededor de aquellos constituidos por pinabete son jóvenes, degradados y con ataque de gorgojo del pino (Castañeda, 1980) lo cual los coloca como etapas serales del proceso sucesional del área.

Se ha reconocido que ésta especie se encuentra en peligro de extinción. Se estima entonces necesario un conocimiento de sus características ecológicas que permita fundamentar dicho peligro y formular recomendaciones en relación a su adecuado manejo.

Por sus características morfológicas y su rol como dominante, es deseable, desde los puntos de vista científico, económico y estético,

preservar e incrementar el número de bosques en donde el pinabete es uno de los componentes.

El presente artículo forma parte del programa de investigación que sobre la vegetación del altiplano occidental realiza la Facultad de Agronomía. Sus objetivos son los siguientes:

1. Analizar la composición vegetal y estructura de rodales representativos donde *Abies guatemalensis Rehder* es uno de los componentes.

2. Establecer de manera genèral la dinámica de la vegetación existente en dichos rodales.

3. Estudiar las características climáticas, edáficas y topográficas de las regiones donde están ubicados éstos rodales.

4. Establecer la presencia de plagas de *Dendroctonus sp.* en rodales dominados por *Abies guatemalensis.*

II. MATERIALES Y METODOS

1. Localización del área de estudio

La investigación se realizó en 1978 y 1979 mediante reconocimientos en las áreas donde se ha reportado pinabete y muestreo intensivo en diez rodales* seleccionados por su tamaño y ubicación.

Los rodales muestreados intensivamente, y que se localizan en la figura No. 1 son los siguientes:

Rodales María Tecún I. (MTI), María Tecún II (MTII), María Tecún III (MTIII), en la montaña del mismo nombre; aquí se establecieron tres zonas de estudio debido a su variación y extensión relativamente grande.

Rodal San Juan Ostuncalco (SJO), entre los kilómetros 221 y 222

---

* Por rodal se entiende la agrupación de árboles que, ocupando una superficie de terreno determinado, es suficientemente uniforme en su composición, edad, calidad o estado.

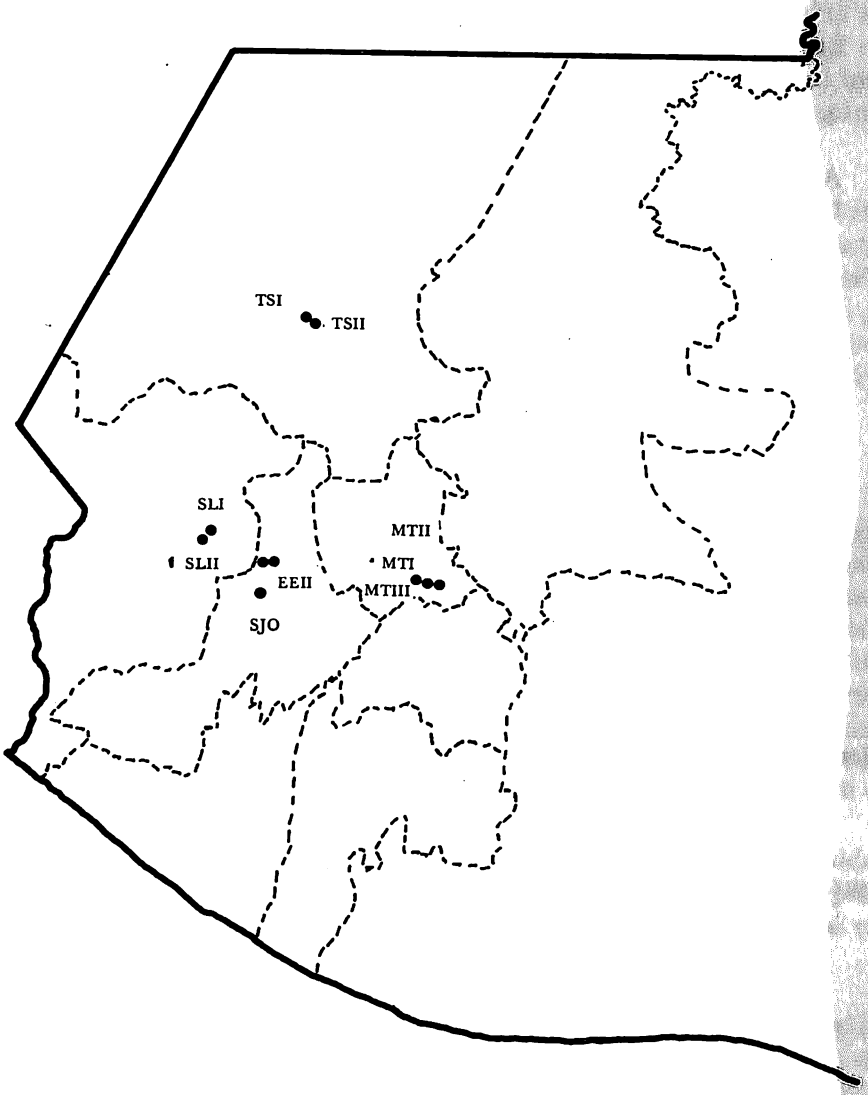


FIG. 1
Mapa de la región Occidental de Guatemala en el que se indica la ubicación de los 10 rodales estudiados.

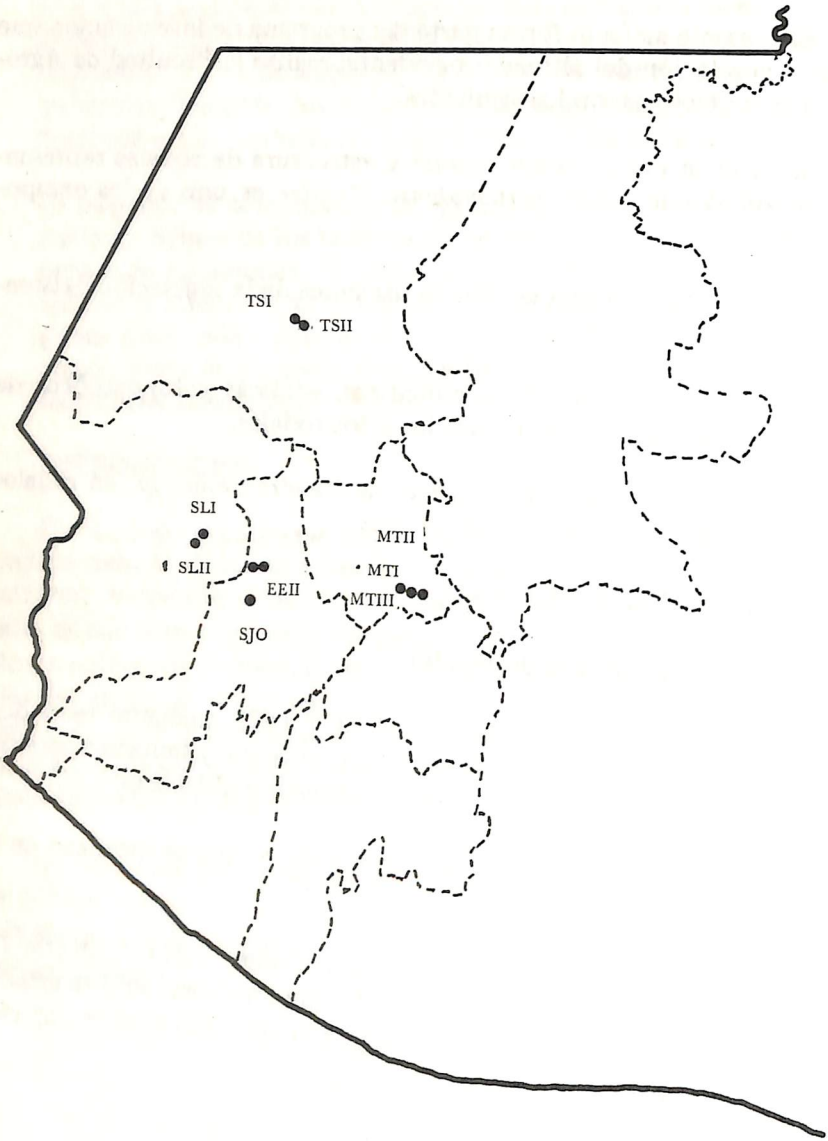


FIG. 1

Mapa de la región Occidental de Guatemala en el que se indica la ubicación de los 10 rodales estudiados.

2.2 Estructura de los Rodales

La estructura de los rodales se analizó en base a la distribución de edades y diámetros y la realización de dos perfiles: uno del Rodal María Tecún II, donde el pinabete tiene el menor valor de importancia, y el otro del rodal El Edén II donde el pinabete tiene el mayor valor de importancia. Para obtener el perfil se trazó una franja de 50 metros de largo y 6 metros de ancho, con una línea central indicadora. En un croquis se registraron datos de pendiente, orientación de la pendiente, nombre científico, diámetro y altura de árboles, nombre científico y alturas de arbustos y hierbas, y distancias de cada especie hacia el punto de partida.

2.3 Dinámica de la Vegetación

Se determinó la edad de árboles representativos de cada especie contando los anillos de crecimiento en un cilindro de madera extraído con el barreno de incremento de edades, a la altura del pecho, de una muestra de árboles por rodal. Para completar la información se consultaron las boletas de campo del inventario forestal del altiplano realizado por INAFOR en 1977, donde se encuentran datos de edad del pinabete y de las especies asociadas.

2.4 Características de Topografía, Clima, Suelo y Daños a la Vegetación de cada Rodal

En cada parcela de 100 metros cuadrados se midió la pendiente del terreno y orientación de la misma. La altitud de cada rodal se determinó usando los mapas con escala 1:50,000. Los valores de precipitación, temperatura y humedad relativa se obtuvieron consultando los mapas respectivos del Atlas Nacional (Guatemala, 1972) y se compararon con los datos climáticos de las estaciones cercanas a los rodales. La génesis de los suelos se determinó usando el mapa respectivo que se encuentra en el Atlas Nacional (Guatemala, 1972). La clase textural se obtuvo por medio del análisis de las muestras del suelo. Se tomó una muestra de suelo de cada rodal colectada en tres puntos hasta una profundidad de 40 cms; las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, donde se determinó la clase textural, pH y materia orgánica.

El daño a la vegetación se detectó observando el estado de las plantas, anotando si existía alguna situación anormal y de ser posible la causa. Especialmente se buscaron daños ocasionados por el gorgojo del pino.

3. Cálculo e Interpretación de Datos

Con los datos obtenidos en el campo se calcularon los valores relativos y absolutos de densidad, frecuencia, área basal o cobertura y el valor de importancia de todas las especies por rodal. El valor de importancia (VI), que muestra objetivamente la significancia de las especies, se define como la suma de los valores relativos de densidad, frecuencia y área basal o cobertura (Curtis y McIntosh, 1951) que para las especies forestales tiene un valor máximo de 300 y para las especies arbustivas de 200, ya que solamente se suman los valores relativos de densidad y frecuencia. Para las especies herbáceas el valor máximo es de 200 ya que se suman los valores relativos de frecuencia y cobertura.

La estructura se estableció elaborando gráficas de los perfiles, cuadros de clases diamétricas en intervalos de diez centímetros y cuadros de distribución de edades. La dinámica se interpretó en base a los cuadros de edad y de clases diamétricas.

Los rodales fueron ordenados desde el punto de vista florístico por medio de un dendrograma, usando técnicas de análisis por grupos. Ello fue hecho por el "método de peso de grupos pares" (*"Weighted pair group method"*), tal como es descrito por Sokal and Sneath (1963). Los valores de importancia de las especies forestales fueron usados para obtener una matriz de similaridad, usando el Indice de Similaridad de Spatz (Mueller—Dombois and Ellenberg, 1974).

El Indice de Similaridad de Spatz tiene la siguiente fórmula:

$$ISsp = \frac{\Sigma\,(Mw : Mg)}{a + b + c} \times \frac{Mc \times 100}{Ma + Mb + Mc}$$

donde:

ISsp = Indice de Similaridad de Spatz.
Mw = Valor de importancia más pequeño de especie común a

rodales A y B.

Mg = Valor de importancia más grande de especie común a rodales A y B.

a = Número de especies que ocurren solamente en el rodal A

b = Número de especies que ocurren solamente en el rodal B

c = Número de especies comunes a rodales A y B.

Mc = Suma de los valores de importancia de las especies comunes a los rodales A y B.

Ma = Suma de los valores de importancia de las especies que solamente están en el rodal A.

Mb = Suma de los valores de importancia de las especies que solamente están en el rodal B.

Se calcularon valores de diversidad de cada rodal en los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos usando los índices Shannon—Weiner y Simpson descritos por Barbour, Burk and Pitts (1980). Los valores de diversidad fueron ploteados en un eje de coordenadas junto con valores de factores ambientales. Usando los valores relativos de área basal de las especies forestales se realizó una ordenación polar de los rodales siguiendo la metodología citada por Barbour, Burk and Pitts (1980), posteriormente se comparó la distribución de los rodales con el comportamiento de los principales factores ambientales.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Composición Vegetal

Las relaciones florísticas de los rodales, que se muestran en el dendrograma de la Fig. 2, fueron evaluadas utilizando el Indice de Similaridad de Spatz y el Análisis por Grupos. El dendrograma consiste en pares de rodales unidos a diferentes niveles de similaridad.

El examen de la composición vegetal de la ordenación polar (Fig. 3) y del dendrograma de los 10 rodales (Fig. 2) indica el arreglo de las especies en los 3 siguientes grupos ecológicos:

Grupo I *Pinus ayacahuite – Abies guatemalensis – Pinus rudis*. Constituidos por los rodales María Tecún I, II y III y San Lorenzo I.

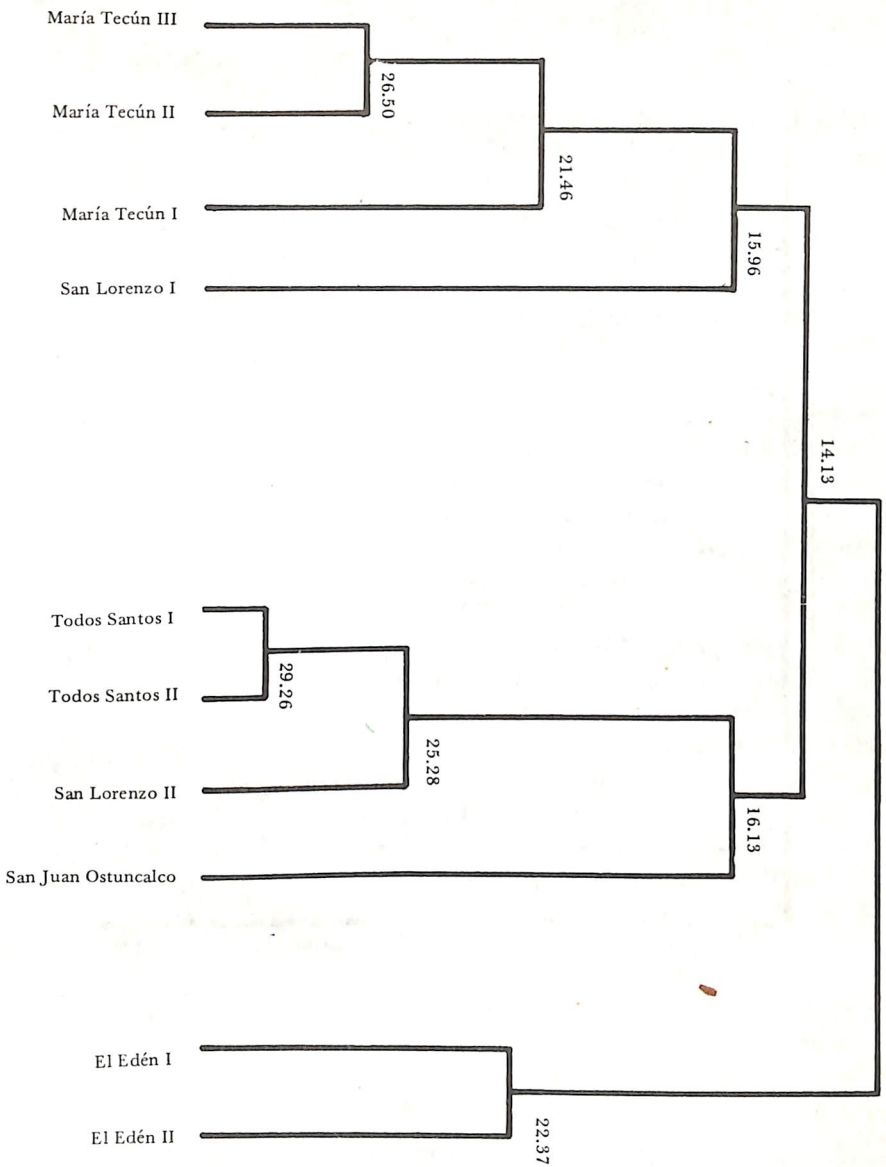


FIG. 2
Dendrograma mostrando las relaciones florísticas de los rodales estudiados.

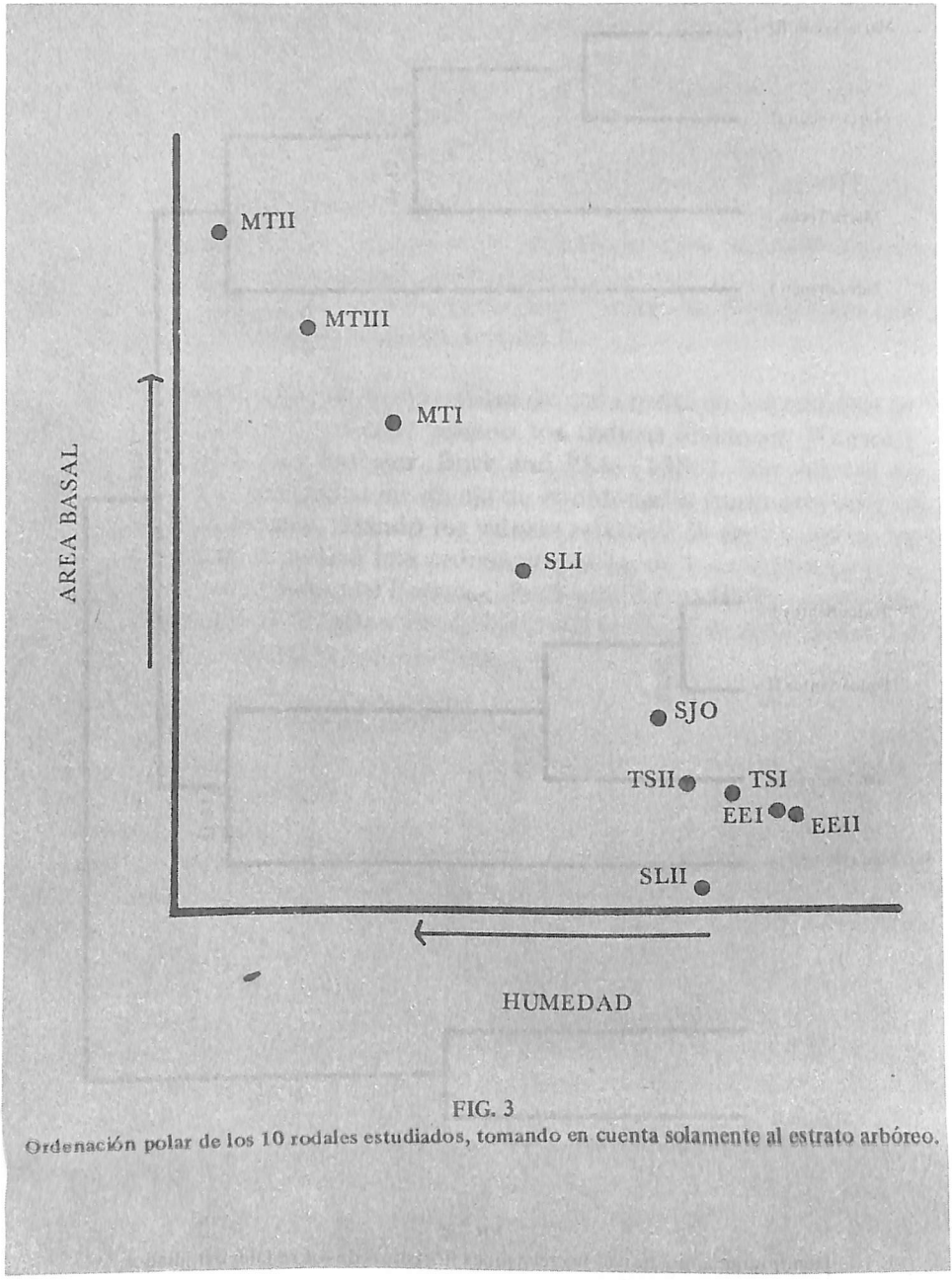


FIG. 3

Ordenación polar de los 10 rodales estudiados, tomando en cuenta solamente al estrato arbóreo.

Grupo II *Abies guatemalensis – Pinus ayacahuite – Cupressus lusitánica*. Constituido por los rodales Todos Santos I y II, San Juan Ostuncalco y San Lorenzo II.

Grupo III *Abies guatemalensis*. Constituido por los rodales El Edén I y II.

El Grupo I se caracteriza por la dominancia en el estrato arbóreo de *Pinus ayacahuitte* Ehrenberg Linnaea en tres de los cuatro rodales y de *Abies guatemalensis* en uno, mientras que *Pinus rudis* Endl. tiene el menor valor de importancia de estas tres especies importantes. Raramente se encuentran árboles pertenecientes a las especies *Arbutus xalapensis* HBK y *Quercus sp.* En el estrato arbustivo *Cestrum guatemalense* Francey es un claro dominador ante pocas especies arbustivas. En el estrato herbáceo existen diferencias entre los rodales, debido fundamentalmente al grado de disturbación y a factores limitantes que se describen posteriormente. Este estrato está constituido por pocas especies de las que sobresalen: musgo, *Alchemilla pectinata* HBK, *Acaena enlongata* L., *Salvia cinnabarina* Martens & Galeotti y *Salvia urica* Epling.

El Grupo II se caracteriza por la dominancia en el estrato arbóreo de *Abies guatemalensis* en los cuatro rodales; *Cupressus lusitánica* Miller y *Pinus ayacahuite* tienen valores de importancia similares. En éste estrato también están presentes *A. xalapensis, Litsea glaucescens* HBK, *Prunus brachybotrya* Zucc., *Alnus sp* y *Quercus sp*, generalmente en los sitios donde ha existido una distribución reciente. En este grupo hay pocas especies arbustivas y herbáceas, siendo importantes en el estrato arbustivo *C. guatemalense y Senecio sp.* y en el estrato herbáceo Musgo *Bidens ostruthioides*, (DC) Sch. Bip. *Senecio warscewiczzii*, A. Br. & Bouché. *Salvia cinnabarina* y *Gnaphalium attenuatum* DC.

El Grupo III se caracteriza por estar formado en el estrato arbóreo casi exclusivamente de *A. guatemalensis*, pudiéndose considerar como rodales puros de pinabete. Ocurren esporádicamente árboles de las especies *A. xalapensis, L. glaucescens, P. brachybotrya* y *Quercus sp*. Pequeñas plantas de *C. guatemalense* y *Senecio sp* son las especies que dominan el estrato arbustivo constituido por pocas especies. Los rodales son especiados y ésto ha permitido que la cubierta herbácea sea extensa, destacando las siguientes especies: *B. ostruchioides*, Musgo, *A. enlongata, S. cinnabarina* y el helecho *Polystichium ordinatum* (Kunze Liebm).

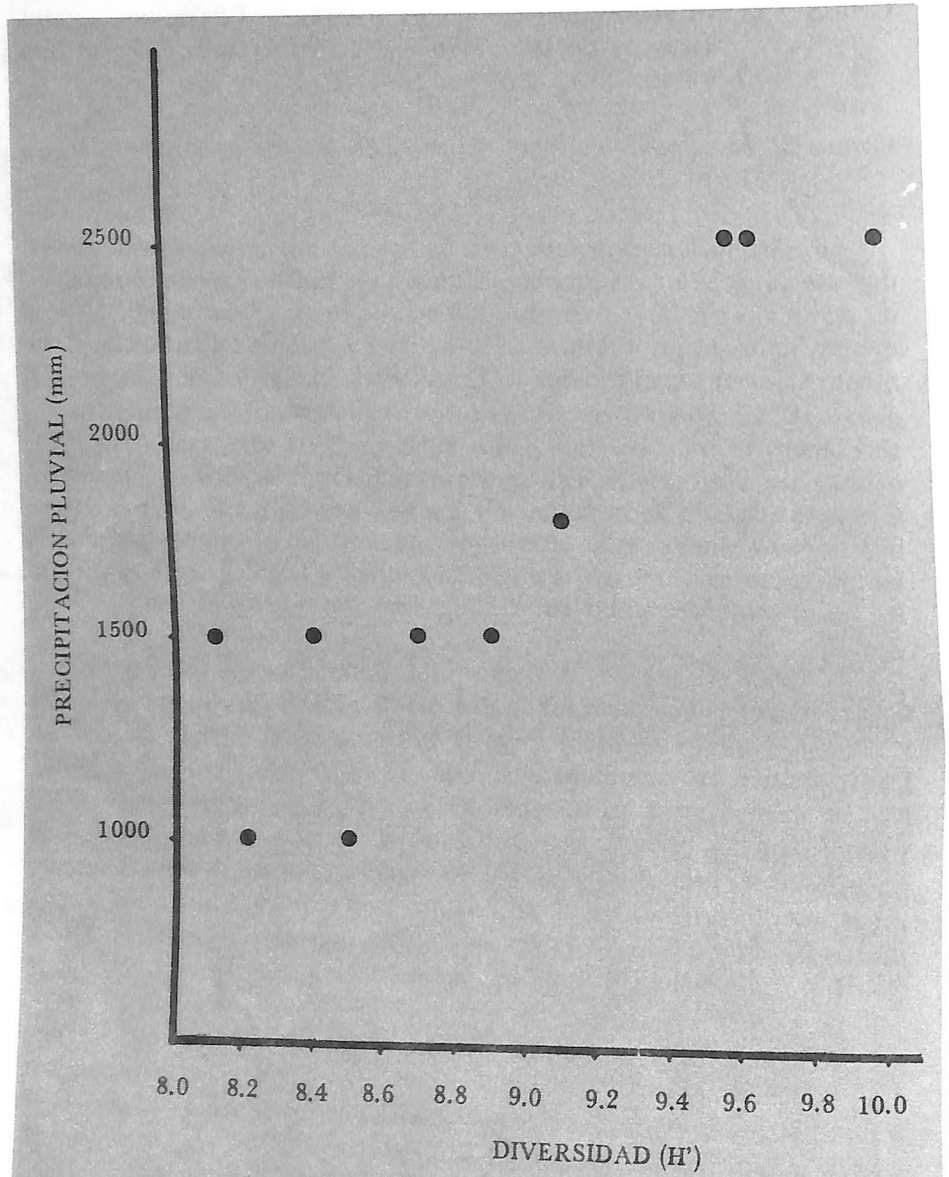


FIG. 4
Representación gráfica de la relación entre diversidad (H') y precipitación para el estrato arbóreo.

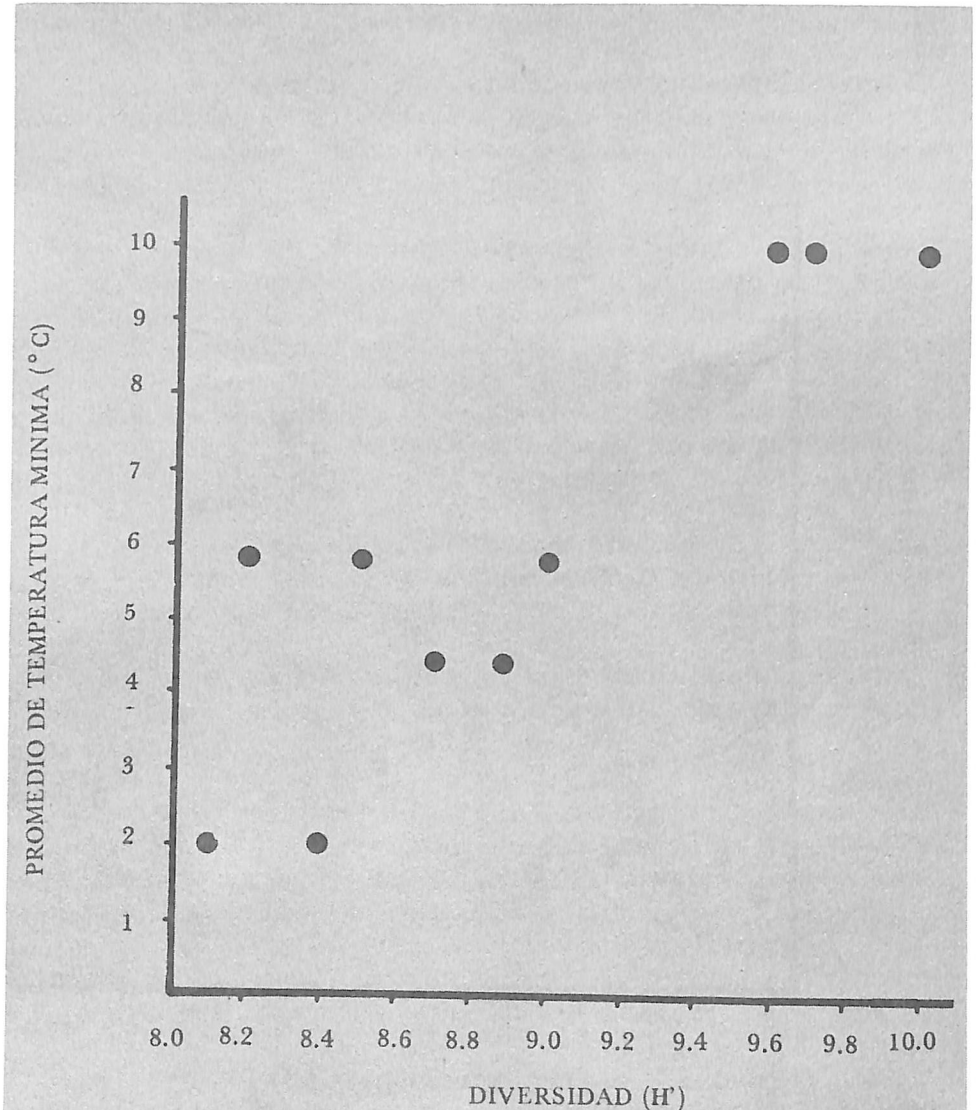


FIG. 5
Representación gráfica de la relación entre diversidad (H') y el promedio de temperatura mínima para el estrato arbóreo.

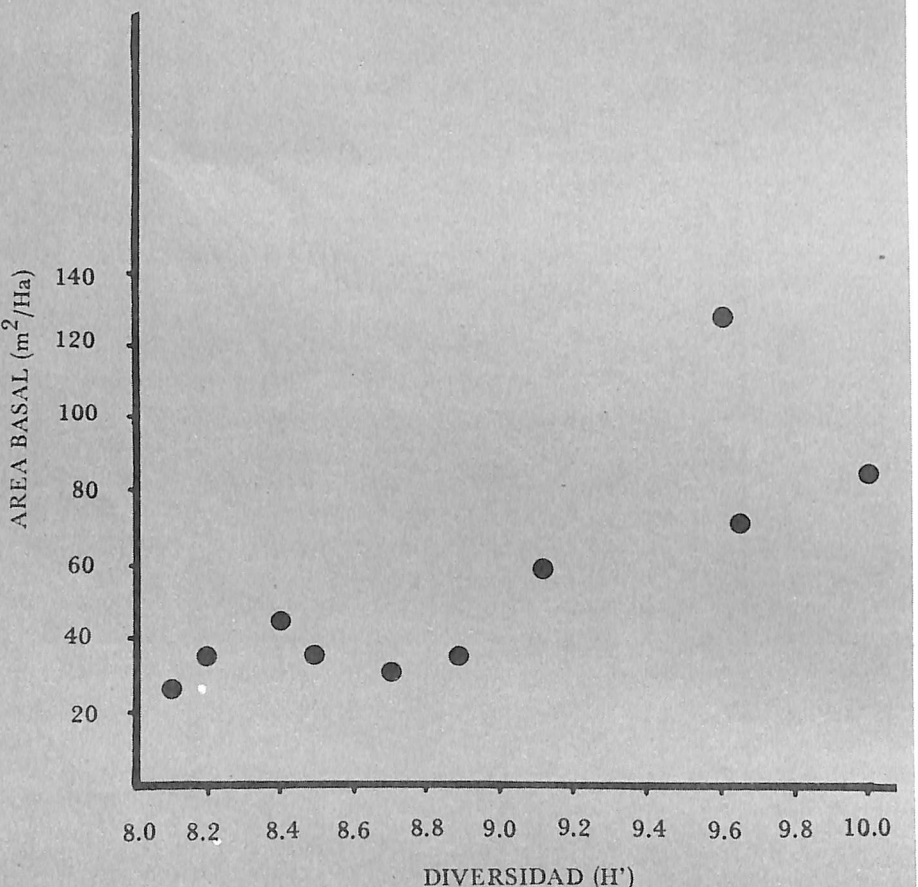


FIG. 6
Representación gráfica de la relación entre diversidad (H') y área basal para el estrato arbóreo.

En los tres grupos se encontraron plantas epífitas que tienen predilección por los rodales densos y húmedos.

Las especies epífitas encontradas son *Polypodium sp,* Musgo, *Tillandsia sp, Epidendrum polybulbon,* Sw., *Smilacina flexuosa* Bertol., *Arpophyllum alpinum* Lind., *Peperomia galioides* HBK y *Echevemia guatemalensis* Rose.

De acuerdo a los valores de diversidad (H') el grupo ecológico I es el que presenta mayor diversidad en el estrato arbóreo con un valor promedio de 9.34, luego el grupo II con 8.78 y el grupo III con 8.35. En el estrato arbustivo el grupo I también es el más diverso con un valor promedio H' de 9.24, luego el grupo III con 7.85 y finalmente el grupo II con 4.52. Tomando en cuenta el valor de diversidad (D) para el estrato herbáceo, el grupo I es el más diverso con un valor promedio de 0.765, luego el grupo III con 0.755 y el grupo II con 0.545.

Tomando en cuenta los tres estratos, el grupo ecológico I es el más diverso, posiblemente debido al alto contenido de humedad y su condición templada.

Las figuras 4, 5 y 6 sugieren que la diversidad forestal se correlaciona positivamente con la precipitación, promedio de temperatura mínima y área basal.

No se detectó alguna tendencia clara en el patrón de diversidad del estrato arbustivo, pero es probable que la influencia del área basal del estrato forestal sea importante, determinando directa o indirectamente el patrón de diversidad, por ejemplo, *C. guatemalense* y *Senecio sp* son las dos especies arbustivas que más ampliamente se distribuyen y crecen en buenas condiciones en la sombra, siendo los rodales con mayor área basal los que determinan ésta condición de sombra.

La Fig. No. 7 sugiere que la diversidad en el estrato herbáceo aumenta conforme disminuye la altitud. El efecto de la altitud parece ser el más importante, pero existen otros factores que también ejercen influencia, tales como la cantidad de radiación solar que llega al piso del bosque, la competencia con las raíces de los árboles y arbustos, el pastoreo y la pendiente del terreno. En este estrato es determinante la densidad forestal.

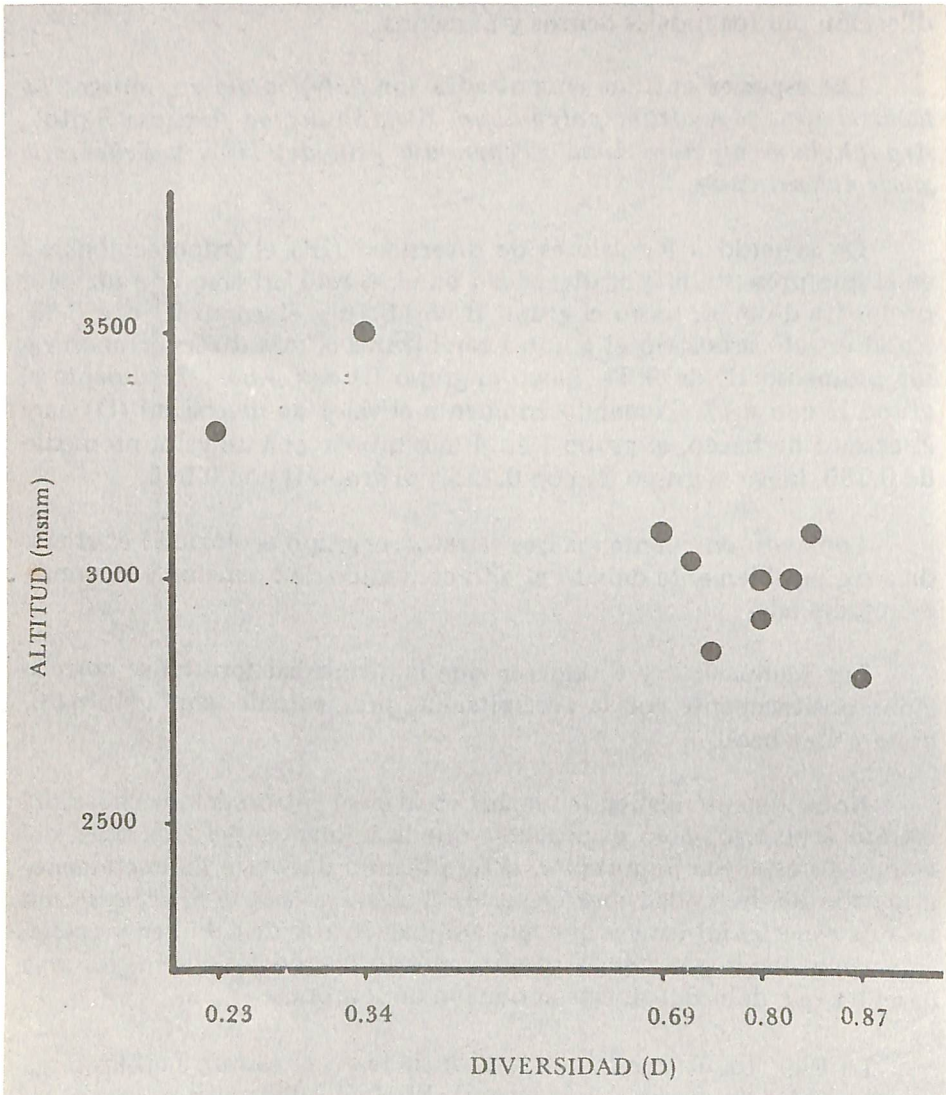


FIG. 7
Representación gráfica de la relación entre diversidad (D) y altitud para el estrato arbóreo.

La ordenación polar de los rodales, tomando en cuenta el estrato arbóreo, corrobora lo establecido en el dendrograma y en el análisis de diversidad. La distribución de los rodales en los ejes de la ordenación está primariamente definida por la precipitación y área basal; el grupo más diverso se localiza en los niveles altos de precipitación y área basal, mientras que el grupo II está en una posición intermedia y el grupo III en los niveles bajos.

Los grupos ecológicos se encuentran ubicados, de acuerdo al Sistema de Holdridge, en las siguientes zonas de vida:

Grupo I Bosque húmedo montano (rodales María Tecún I, II, III);
Bosque muy húmedo montano bajo (rodal San Lorenzo I).

Grupo II Bosque muy húmedo montano (Todos Santos I y II);
Bosque muy húmedo montano bajo (San Lorenzo II, San Juan Ostuncalco).

Grupo III Bosque muy húmedo montano bajo (El Edén I y II).

2. Estructura

Los resultados que permiten caracterizar la estructura se presentan en las figuras de distribución de clases diamétricas por grupos (Figs. 8 a 10) y en los perfiles de los rodales María Tecún II y El Edén II (Figs. 11 y 12).

Los rodales son de edad no uniforme (disetáneos) y por lo tanto presentan variación no solo en edad sino también en clases diamétricas.

En el grupo ecológico I el mayor porcentaje de árboles se encuentra comprendido en los intervalos 31-40 y 21-30 cms de diámetro a la altura del pecho (DAP). Existe un porcentaje apreciable en los intervalos iniciales, principalmente en el rodal María Tecún I, indicando que existen condiciones propicias para regeneración natural. En los rodales María Tecún I y II existen árboles con DAP mayores de 80 cms y es en éste grupo donde se detectaton los árboles con mayor DAP. De acuerdo a la distribución de clases diamétricas (Fig. 8) el rodal María Tecún I es balanceado, lo que indica que cada clase diamétrica ocupa más o menos la misma área y el aumento de un grupo de árboles a la siguiente clase

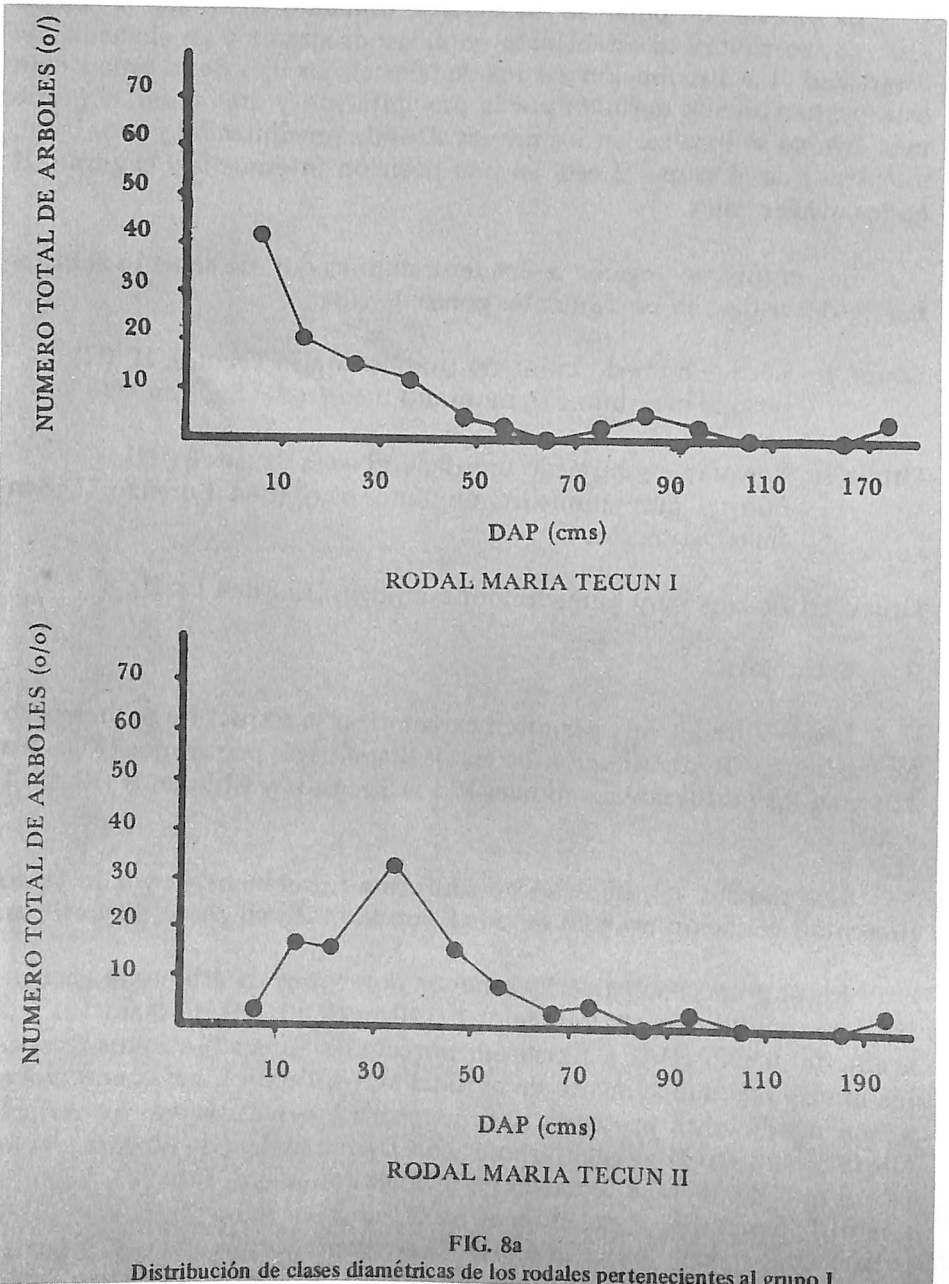


FIG. 8a
Distribución de clases diamétricas de los rodales pertenecientes al grupo I.

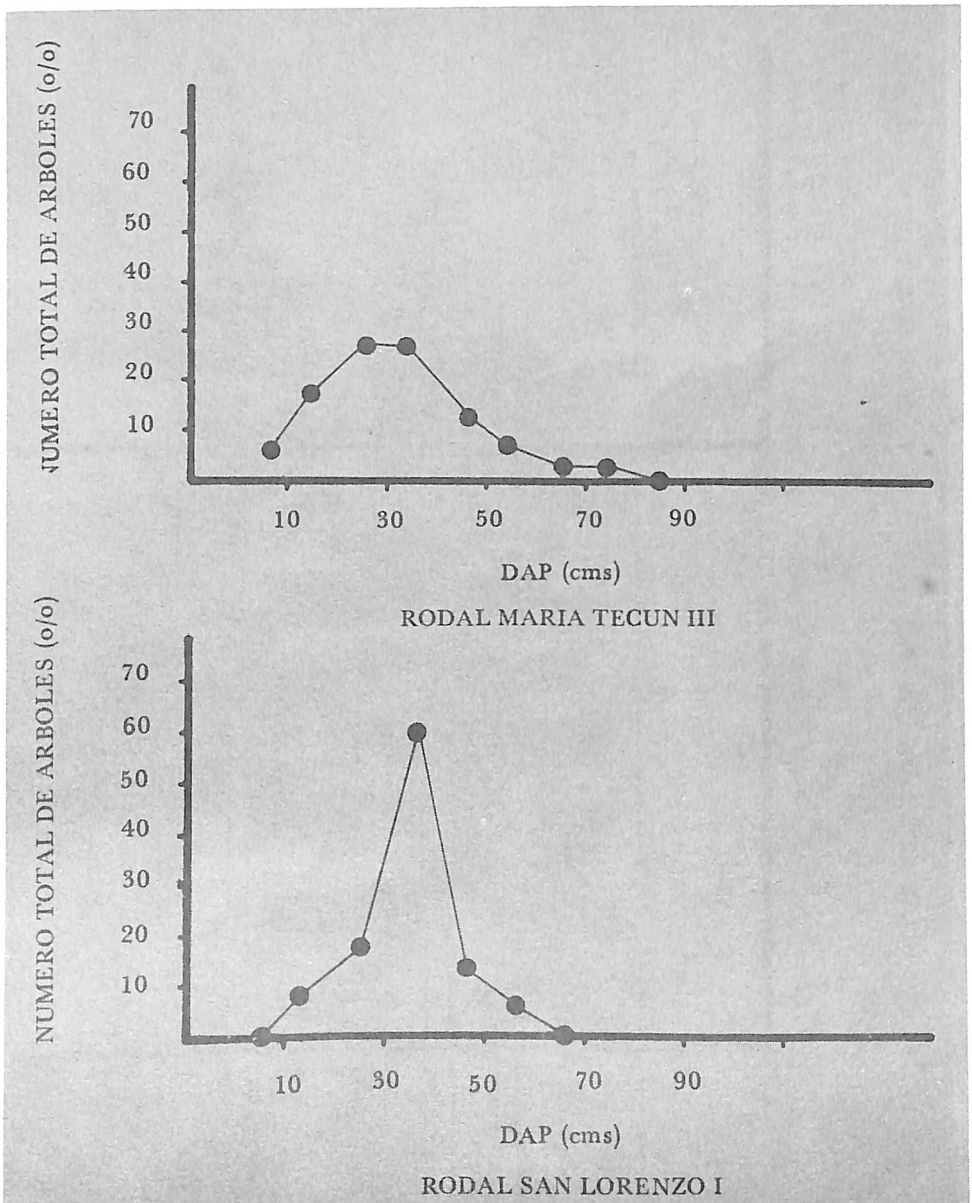
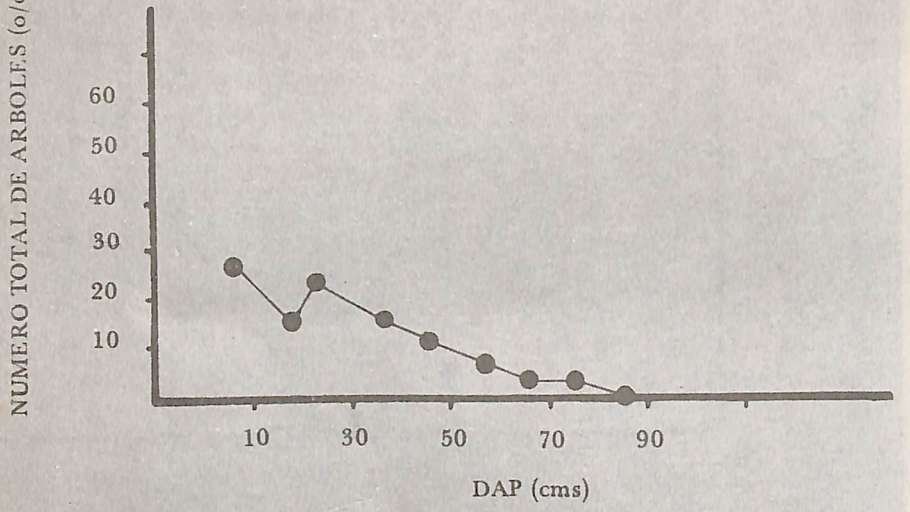


FIG. 8b
Distribución de clases diamétricas de los rodales pertenecientes al grupo I.



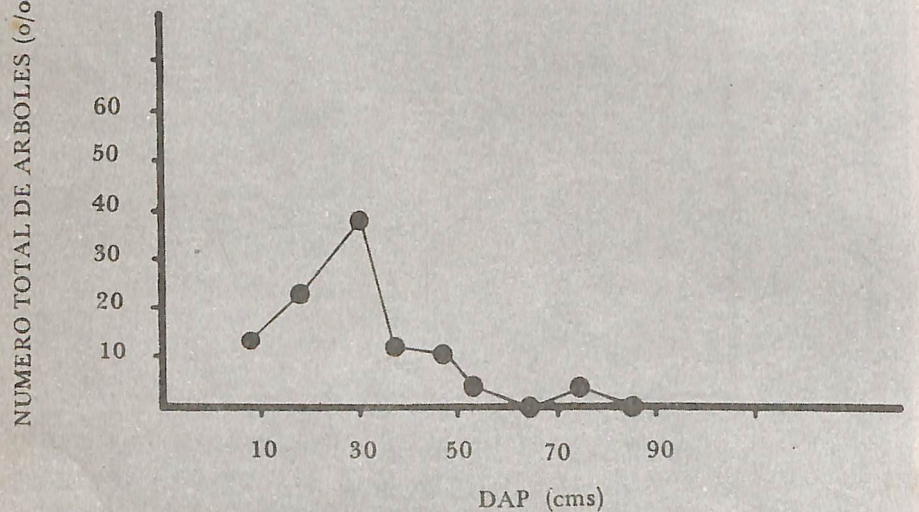


FIG. 9a
Distribución de clases diamétricas de los rodales pertenecientes al grupo II.

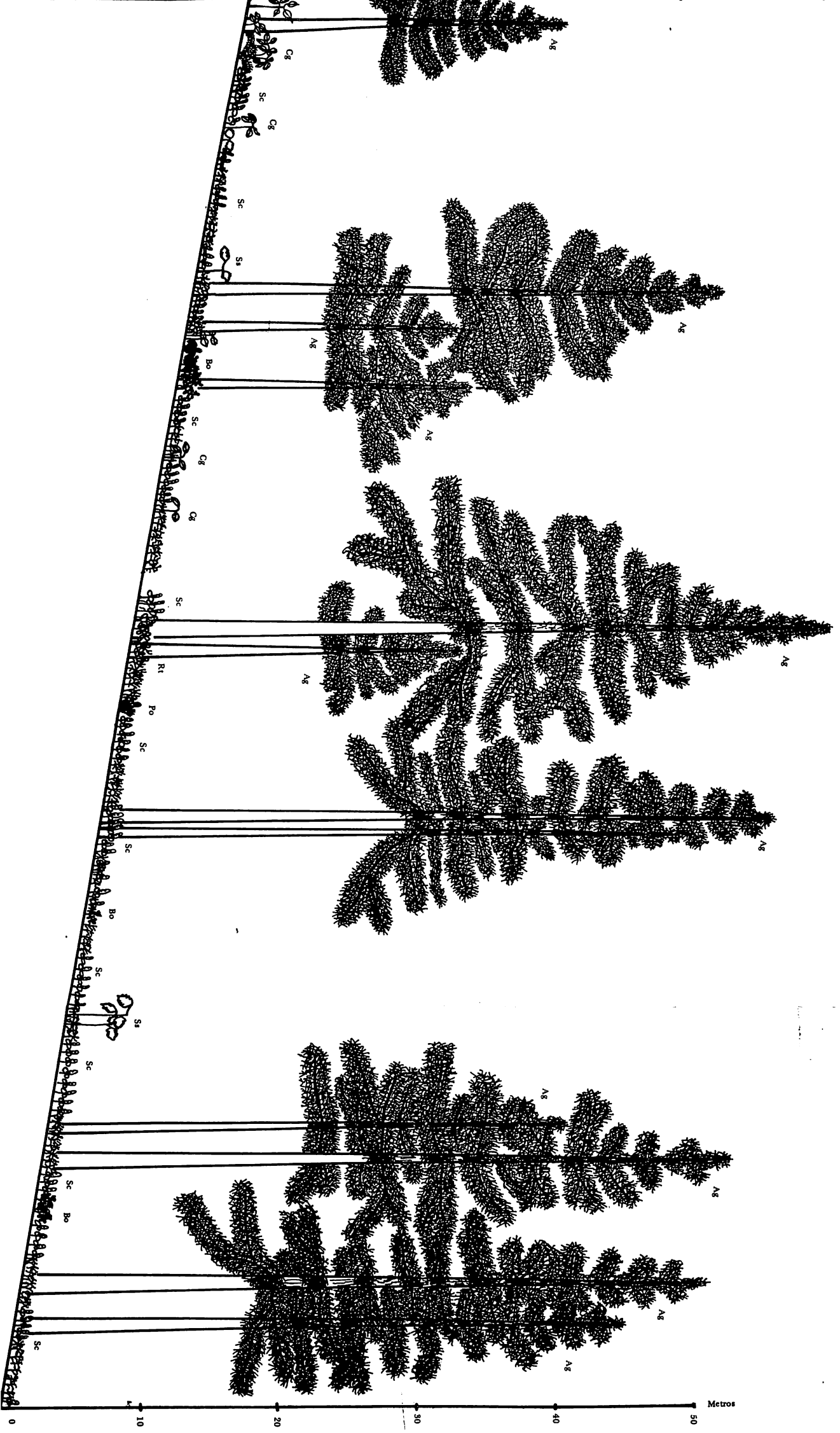


FIG. 12

Perfil de un bosque de coníferas en la aldea El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Comunidad *Abies guatemalensis*. El diagrama representa una franja de 50 m de largo y 6 m de ancho.



Leyenda: Ag. = *Abies guatemalensis*; Ap. = *Alchemilla pectinata*; Cg. = *Cestrum guatemalense*; M = musgo; Pa. = *Pinus ayacahuite*; Pr. = *Pinus rudis* y Sc. = *Salvia Cinnabarina*

diamétrica implica la eliminación de un número proporcional de ellos. Esta distribución de clases diamétricas, que es única entre los 10 rodales, puede ser resultado de la intervención del hombre. Los rodales María Tecún II y III y San Lorenzo I son irregulares, existiendo una concentración en el intervalo 31-40 cms de DAP, algo típico de los bosques naturales (Smith, 1962). De acuerdo a la distribución de clases diamétricas de los rodales del grupo II (Fig. 9), los rodales Todos Santos I y II son irregulares con porcentajes altos en los tres primeros intervalos y los árboles mayores no sobrepasan los 80 cms de DAP, indicando que hay condiciones favorables para la regeneración natural.

El rodal San Juan Ostuncalco es bastante irregular debido a la disturbación sufrida, con alto porcentaje de árboles en el primer intervalo (2.5-10 cms de DAP) y en los intervalos comprendidos entre 41 y 80 cms. El rodal San Lorenzo II también es irregular y con alto porcentaje de árboles en los intervalos 31-40 y 21-30 cms. El grupo II en general presenta regeneración natural y alto porcentaje en el intervalo 21-30 cms y los árboles con DAP mayores de 80 cms son esporádicos.

Los rodales del grupo III son también irregulares, con alto porcentaje en los intervalos 31-40 y 41-50 cms de DAP (Fig. 10). Son esporádicos los árboles con DAP mayores de 80 cms.

Los rodales del grupo I son los más densos y en los cuales existen varios doseles. como puede verse en la Fig. 11, las alturas mayores se encuentran entre 20 y 30 metros.

El grupo II es intermedio en cuanto a densidad y las alturas mayores están entre 30 y 40 metros.

El grupo III es el menos denso y donde se detectaron muchos árboles entre 40 y 50 metros de altura (Fig. 12).

3. Dinámica

La dinámica de los rodales de pinabete, considerada como los cambios vegetacionales que se dan a relativamente corto plazo, se infirió del análisis de clase de edad, datos de estructura (Figs. 8 a 12) y observaciones realizadas en bosques jóvenes que están alrededor de rodales de pinabete y diferentes rodales en San Mateo Ixtatán.

Dichos datos muestran que los árboles más viejos pertenecen a las especies de *Abies guatemalensis, Pinus ayacahuite* y *Pinus rudis*; sin embargo los dos primeros se distribuyen en todas las edades y el último más en las edades mayores. Se infiere que *Pinus rudis* y *Arbutus xalapensis* tienden a desaparecer mientras que *Pinus ayacahuite* y *Abies guatemalensis* se establecen.

4. Características de Topografía, Clima, Suelo y Daño a la Vegetación

Los rodales estudiados se encuentran en las 3 vertientes del país, entre 2,800 y 3,500 metros sobre el nivel del mar. La topografía es accidentada y variable, con pendiente desde 0 a 90 por ciento, orientadas generalmente hacia el Norte. El suelo posee alto contenido de arena con texturas franco-arenosas y valores de pH comprendidos entre 4.9 y 7.1. La precipitación pluvial anual oscila entre 1,000 y 2,500 mms, la temperatura media anual es de 15°C, la humedad relativa es cercana al 80 por ciento.

CONCLUSIONES

1. En Guatemala las comunidades en donde el pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) es uno de sus componentes, están limitadas a pequeñas áreas, fundamentalmente de las zonas altas de Totonicapán, Huehuetenango, San Marcos, Sololá y Quezaltenango. Dichas comunidades vegetales tienen límites más o menos definidos y generalmente no son mayores de tres hectáreas. Están rodeados de bosques jóvenes de pinos (*Pinus pseudostrobus, Pinus tenuifolia* y *Pinus rudis*) de aliso (*Alnus sp*) y ciprés (*Cupressus lusitánica*).

2. Las comunidades de pinabete, de acuerdo a la clasificación de zonas de vida basada en el sistema Holdridge, se encuentran en los bosques muy húmedo Montano Subtropical, muy húmedo Montano Bajo Subtropical y húmedo Montano Subtropical.

3. Por medio del análisis de los diferentes rodales, basado en el método de peso de grupos pares, fueron detectados 3 grupos ecológicos que se identifican de la siguiente manera:

Grupo I, *Pinus ayacahuite – Abies guatemalensis – Pinus rudis*. En

donde hay codominancia de las 2 primeras especies, encontrándose en baja proporción *Arbutus xalapensis, Litsea glaucescens, Prunus brachybotrya sp* y *Quercus sp.*

Grupo II, *Abies guatemalensis – Pinus ayacahuite – Cupressus lusitánica* en donde hay codominancia de estas tres especies, encontrándose en baja proporción *Arbutus xalapensis, Litsea glaucescens, Prunus brachybotrya, Alnus sp* y *Quercus sp.*

Grupo III, *Abies guatemalensis.* Representado por rodales casi puros de pinabete. En reducida proporción se encuentran ejemplares de *Arbutus xalapensis, Litsea glaucescens, Prunus brachybotrya* y *Quercus sp.*

4. Todas las comunidades estudiadas muestran poca diversidad vegetal.

El pinabete, en total, se encuentra asociado con un máximo de 8 especies forestales que son: *Pinus ayacahuite, Cupressus lusitánica, Pinus rudis, Arbutus xalapensis, Prunus brachybotrya, Alnus sp, Litsea glaucescens* y *Quercus sp.* Se asocian con un máximo de 5 especies arbustivas que son: *Cestrum guatemalense, Senecio sp, Ceanothus coeruleus, Monnina xalapensis* y *Rubus trilobus*; en el estrato de arbustos también tienen importancia las especies forestales *Pinus ayacahuite, Cupressus lusitánica, Litsea glaucescens, Arbutus xalapensis, Quercus sp* y *Prunus brachybotrya.* El pinabete se asocia con un máximo de 33 especies herbáceas, de las cuales son importantes: *Salvia cinnabarina, Bidens ostruthioides, Alchemilla pectinata, Acaena enlongata, Adiantum andícola, Fuchsia splendens* y musgo. Se observó que el estrato herbáceo en cuanto a densidad, cobertura y frecuencia, depende de la densidad del estrato forestal.

5. El mayor número de plantas epífitas se encontró en árboles de mayor edad, creciendo generalmente sobre árboles de *Pinus ayacahuite* y *Abies guatemalensis.* La especie *Pinus ayacahuite* tiene alta relación con epífitas y ello se explica como un resultado de su ramificación favorable a sostener dicho tipo de plantas. Las principales epífitas encontradas son: *Polypodium sp,* musgo, *Epidendrum polybulbon, Arpophyllum alpinum* y *Smilacina flexuosa.*

6. En base a los datos de edad, diagramas de perfiles y distribución de individuos por clase diamétrica, se estima que el pinabete es componente de algunas de las comunidades culminantes o clímax de los bosques de las zonas altas del altiplano Occidental de Guatemala. De manera que los bosques no disturbados tienden a mantener su composición y los disturbados tienden a regresar a una etapa anterior del proceso de sucesión ecológica y por consiguiente el pinabete desaparece como componente en las comunidades fuertemente taladas.

7. De acuerdo a pláticas sostenidas con campesinos y a observaciones realizadas sobre el manejo de los bosques estudiados, se ha detectado que el área con árboles de pinabete ha disminuido intensamente en los últimos años debido principalmente a la tala de árboles y pastoreo. Evidencia de ésto último se encontró, principalmente, en los bosques de María Tecún III y San Lorenzo I, en donde la regeneración de árboles y la presencia de herbáceas fue casi nula, no obstante que existen las condiciones adecuadas para su desarrollo.

8. La mayor cantidad de los árboles de los bosques estudiados tiene un diámetro a la altura del pecho comprendido entre 31 y 40 cms.

9. En las comunidades donde las copas de los árboles tienen una densidad tal que impide mucha penetración de luz y además hay ausencia de pastoreo, se detectó baja presencia de hierbas y crecimiento de regeneración de *Abies guatemalensis*. Esto muestra que el pinabete se desarrolla en sus primeros años con poca luz y confirma que es una especie componente de comunidades culminantes. Esto ocurre en los bosques María Tecún II, María Tecún I, Todos Santos II y San Lorenzo II.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Aguilar, J. M. *Guía para la Identificación de Coníferas de Guatemala.* Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. p. 5-50.

Barbour, M. G., Burk, J. H. and Pitts, W. D. *Terrestrial Plant Ecology.* New York, Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1980. p. 130-154, 186-195.

Castañeda, C. *Gorgojo del Pino en Guatemala.* Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Editorial Universitaria, 1980. Serie Separatas, anuario No. 38, 1980. 30 págs.

Curtis, J. T. and McIntosh, R. P. *An Upland Forest Continuum in the Prairie – Forest Border Region of Wisconsin.* Ecology, Vol. 32, No. 3, 1951.

De la Cruz, R. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala basada en el Sistema Holdridge.* Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 24 págs.

Guatemala, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Instituto Geográfico Nacional. *Atlas Nacional de Guatemala.* Guatemala 1972.

Holdridge, L. R. *Ecología basada en zonas de vida.* Trad. al español por H. Jiménes. Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1978. p. 15-22.

Madrigal, X. *Contribución al conocimiento de la Ecología de los Bosques de Oyamel (Abies religiosa –HBK– Schl et Cham) en el Valle de México.* México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto de Investigaciones Forestales, 1967. 94 p.

Manzanilla, H. *Investigaciones Epidométricas y Silvícolas en Bosques Mexicanos de Abies Religiosa.* México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Información y Relaciones Públicas, 1974. 165 p.

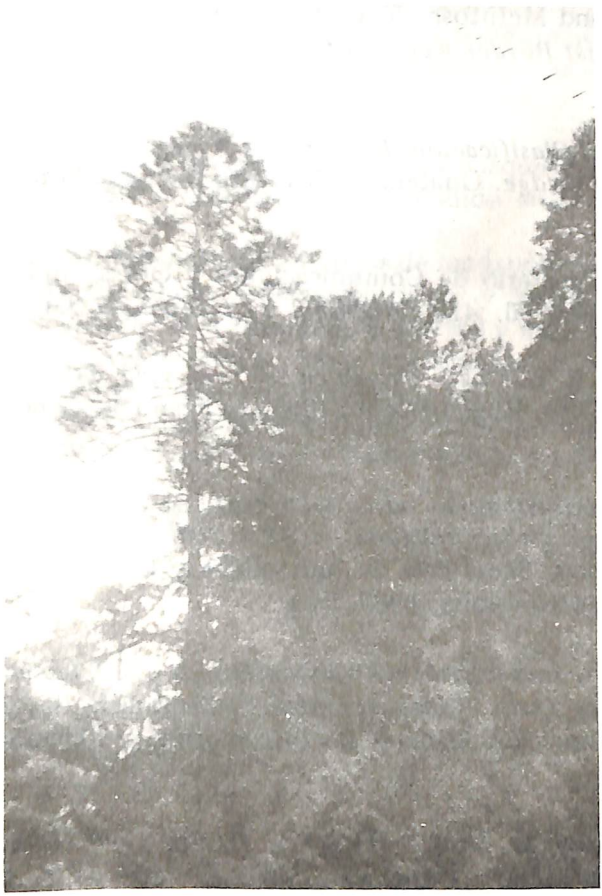
Mueller — Dombois, D. and Ellenberg, H. *Aims and Methods of Vegetation Ecology.* New York, John Wiley & Sons, 1974. pp. 220-228.

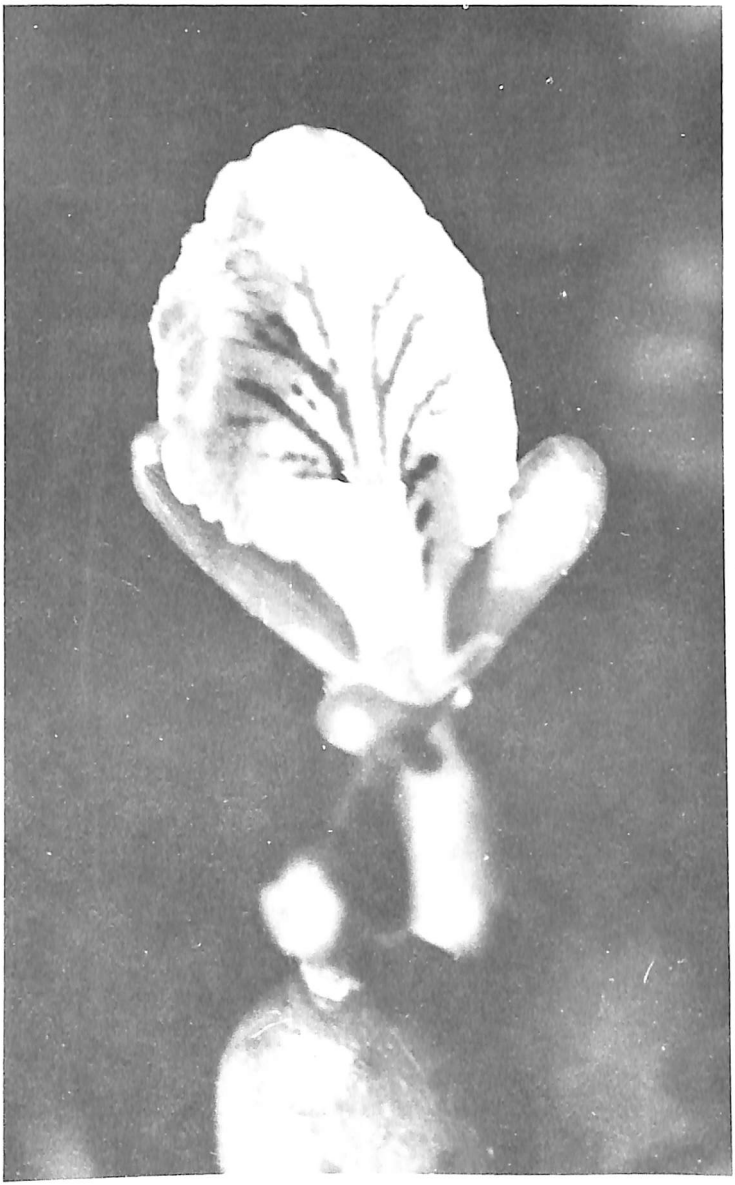
Peters, R. *Tablas de Volumen para las Especies Coníferas de Guatemala.* Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1977. 162 p.

Rodas, J. *Pinabete*. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División Forestal, 1966. 12p. (copias mimeografiadas).

Standley, P. and Steyermark, J. *Flora of Guatemala, Fieldiana Botany*. USA, Museum of Chicago, 1958. 24 vols.

Sokal, R. and Sneath, O. H. A. *Principles of Numerical Taxonomy*. USA, San Francisco, Freeman, 1963. 359 p.







LA FLOR, POLINIZACION Y POLINIZADORES DEL CARDAMOMO (Elettaria cardamomun M.) EN COBAN, ALTA VERAPAZ

Fritz Lang O. (1)

---

* Resumen de Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo.

(1) Catedrático de la Facultad de Agronomía, USAC.

RESUMEN

Se estudió el fenómeno de la polinización como causante de abscisión de flores y frutos, en las variedades de cardamomo *Mysore* y *Malabar*.

Se describe la morfología de la flor y se relaciona con el mecanismo de polinización; los principales polinizadores son los Hymenópteros de los géneros *Trigona* y *Bombus*; ambos igualmente eficientes, conjuntamente dan lugar al 71.5 por ciento de fructificación; otros agentes de la polinización son mariposas, colibríes y posiblemente viento, lluvia, hormigas y ácaros, que en conjunto dan lugar al 22.7 por ciento de fructificación; un 5.6 por ciento puede deberse a autogamia natural o partenocarpia.

Se describe el comportamiento de la flor en antesis y se relaciona con la época de floración de algunos vegetales de la región, ya que los polinizadores no son específicos para el cardamomo, y éstas otras plantas juegan un rol importante al mantener altas las poblaciones de abejas en épocas críticas.

Mysore y *Malabar* presentan el mismo comportamiento en lo que a la abscisión de flores y frutos se refiere; en ambos la mayor abscisión ocurre durante los 42 días después de la polinización. El clon Mysore presenta 34 por ciento de fructificación, mientras que Malabar presenta el 49 por ciento.

Se concluye que la abscisión es una respuesta natural de la planta a las condiciones ambientales en donde se desarrolla, y salvo indirectamente, la polinización es la causante de dicho fenómeno.

I. INTRODUCCION

Entre los factores que merman la productividad del cardamomo, está la abscisión de flores y frutos inmaduros. Algunos estudios particulares demuestran que aplicando pesticidas y fertilizantes, en un reducido porcentaje han contribuído a corregir dicho fenómeno.

La polinización puede ser una causal de la abscisión (6), pues para obtener buenas cosechas, debe haber una buena relación agua-insecto en

la época de floración del cardamomo (4). Las abejas son los principales polinizadores de éstas plantas (1,3,5), aunque puede presentarse autopolinización (4).

En la India, las flores se abren alrededor de las 5:30 horas y permanecen receptivas hasta cerca de las 11:00 horas (5). En los tipos *Malabar* y *Vazhukka* se obtiene un máximo de fructificación del 40-48 por ciento respectivamente, cuando la polinización ocurre entre las 9:00 y 9:30 horas, mientras que el tipo Mysore presenta un máximo de fructificación del 31 por ciento cuando la polinización ocurre entre las 6:00 y 6:30 horas (2).

Este trabajo se realizó con el propósito de conocer los mecanismos de polinización del cardamomo y sus agentes, y determinar qué relación guardan éstos mecanismos con el fenómeno de la abscisión de flores y frutos inmaduros.

II. MATERIALES Y METODOS

1. La investigación se realizó en la finca *Choval*, Cobán A. V.; su localización geográfica es: latitud 15° 32' 11" y longitud 90° 23' 33"; su altura sobre el nivel del mar es de 1,200 metros. Se hicieron otras observaciones en lugares aledaños, todos ubicados en una zona de vida con bosque muy húmedo subtropical frío, según Holdridge.

2. Se estudiaron 2 clones: *Elettaria cardamomum* M. grupo *minúscula* B., variedad con características cercanas al *Malabar ("pache")* y la variedad *Mysore ("verde")*. Ambos clones tienen 5 años de plantados; el clon Mysore se encuentra a pleno sol, mientras que Malabar está bajo sombra de *Eugenia jambos* L. (poma rosa) principalmente.

3. El sitio experimental tuvo una distribución en bloques al azar; de acuerdo al experimento se utilizaron 3 ó 4 bloques, 4 ó 5 parcelas y en cada parcela se tomaron 10 macollas.

4. Las macollas seleccionadas se identificaron con etiquetas de plástico y cintas de plástico de colores resaltantes; ambas marcas fueron colocadas en tallos jóvenes, a 1.5 m del suelo.

5. Los botones floreles y las flores se marcaron con tiras de lana, amarrados suavemente al pedicelillo.

6. Las comparaciones se hicieron en porcentajes obtenidos al relacionar el número de frutos *pegados* y el total de flores tratadas; los datos se ajustaron a la curva normal por medio de la fórmula:

$$\% \text{ ajustado} = \text{arco seno } \sqrt{\ } \%$$

El ANDEVA se obtuvo por el método de Análisis Combinado en Serie de Experimentos. La comparación entre medias se hizo con la prueba Tukey.

7. Se realizaron 5 distintos experimentos; a continuación se describen los materiales y métodos empleados en cada uno.

a. **Autopolinización Manual utilizando palillos de mesa**

Materiales: bolsas de plástico transparente de 0.075 x 0.15 m; clips de metal de 0.019 m, palillos de madera y agua de goteo pendiente de las hojas de cardamomo.

Método

a. Tamaño experimental: 2 clones x 3 bloques x 5 tratamientos x 6 repeticiones = 180 flores.

b. Procedimiento: un día antes de antesis se cubren botones florales con una bolsa, la cual se sujeta con un clip a manera de formar una cámara y no entorpecer la antesis normal de la flor.

c. A las 9:00, 11:00 y 15:00 horas del día siguiente, se descubren las flores, se polinizan y de nuevo se cubren. Una parcela permanecerá con flores aisladas durante toda su vida, y en otra sólamente se marcan flores que no estuvieron sujetas a ningún tratamiento.

d. Para autopolinizar humedecimos un palillo con agua para hidratar el polen y evitar que se derramara, para cada flor se utilizó un palillo distinto.

5. Los botones floreles y las flores se marcaron con tiras de lana, amarrados suavemente al pedicelillo.

6. Las comparaciones se hicieron en porcentajes obtenidos al relacionar el número de frutos *pegados* y el total de flores tratadas; los datos se ajustaron a la curva normal por medio de la fórmula:

$$\% \text{ ajustado} = \text{arco seno } \sqrt{\%}$$

El ANDEVA se obtuvo por el método de Análisis Combinado en Serie de Experimentos. La comparación entre medias se hizo con la prueba Tukey.

7. Se realizaron 5 distintos experimentos; a continuación se describen los materiales y métodos empleados en cada uno.

a. Autopolinización Manual utilizando palillos de mesa

Materiales: bolsas de plástico transparente de 0.075 x 0.15 m; clips de metal de 0.019 m, palillos de madera y agua de goteo pendiente de las hojas de cardamomo.

Método

a. Tamaño experimental: 2 clones x 3 bloques x 5 tratamientos x 6 repeticiones = 180 flores.

b. Procedimiento: un día antes de antesis se cubren botones florales con una bolsa, la cual se sujeta con un clip a manera de formar una cámara y no entorpecer la antesis normal de la flor.

c. A las 9:00, 11:00 y 15:00 horas del día siguiente, se descubren las flores, se polinizan y de nuevo se cubren. Una parcela permanecerá con flores aisladas durante toda su vida, y en otra sólamente se marcan flores que no estuvieron sujetas a ningún tratamiento.

d. Para autopolinizar humedecimos un palillo con agua para hidratar el polen y evitar que se derramara, para cada flor se utilizó un palillo distinto.

e. A partir de las 9:00 horas del día siguiente a la polinización, se descubren y marcan las flores tratadas.

b. Autopolinización Manual utilizando pinceles

Materiales: bolsas de plástico transparente de 0.075 *x* 0.15 m, clips de metal de 0.0019 m, pinceles No. 2 con pelo de camello, alcohol isopropílico al 88 %, solución azucarada al 3% en peso y frascos de vidrio de 125 cc.

Método

a. Tamaño experimental: 2 clones *x* 3 bloques *x* 4 tratamientos *x* 15 repeticiones = 360 flores.

b. Procedimiento: un día antes de antesis se cubren todos los botones florales a punto de antesis, sujetándose la bolsa con un clip; al día siguiente se autopolinizan las flores a las 9:00, 11:00 y 14:00 horas y luego se cubren de nuevo. En otra parcela sólamente se marcan flores no sujetas a ningún tratamiento.

c. Para autopolinizar se humedece el pincel en la solución azucarada, se autopoliniza y luego se coloca el pincel en alcohol; antes de autopolinizar otra flor se humedece de nuevo el pincel con la solución azucarada.

c. Control Artificial de la Polinización, cuando las inflorescencias aisladas se descubren a diferentes horas

Materiales: bolsas de plástico transparente de 0.5 *x* 0.8 m y pita plástica (rafia).

Método

a. Tamaño experimental: 2 clones *x* 5 tratamientos *x* 12 repeticiones = 480 inflorescencias.

b. Procedimiento: cada inflorescencia seleccionada debe tener cuando menos un botón floral a punto de antesis; por la tarde se cubre cada inflorescencia con una bolsa y se amarra por su base;

al siguiente día se retiran las bolsas a las 9:00, 11:00 y 15:00 horas. En una parcela las flores permanecen aisladas durante toda su vida y en otra se marcaron flores no sujetas a ningún tratamiento.

d. **Control Artificial de la Polinización cuando las inflorescencias se descubren a diferentes horas del día.**

Este experimento es similar al anterior, con la diferencia de que en éste se cubren las inflorescencias después que las flores están sujetas a períodos de polinización natural; es decir se cubren a las 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 horas. En una parcela se marcaron flores no sujetas a ningún tratamiento.

El tamaño experimental es: 1 clon x 3 bloques x 5 tratamientos x 6 repeticiones = 90 inflorescencias.

e. **Control Artificial de los Polinizadores utilizando mallas seleccionadoras**

Materiales: hilo plástico, tela plástica de color verde, cedazo metálico de color verde (27 mallas/0.01 m^2), malla metálica de cuadros (arnero de 0.0047 m), malla metálica hexagonal (gallinero de 0.019 m) y pintura verde oscuro.

Método

a. Se seleccionan inflorescencias de la periferia de la macolla; se describe en cada una de ellas, tanto al inicio como al final del experimento, el número de flores y frutos presentes en cada sub—inflorescencia.

b. Se construyen cilindros de 0.17 m de diámetro x 1.05 m de largo. Las mallas gallinero y arnero se pintan previamente. Los cilindros de cedazo se llevan construidos al campo y los otros se construyen en el mismo. La tela plástica se une a la base del cilindro del cedazo para lograr un mejor aislamiento. Las inflorescencias se amarran a su tallo, con hilo de plástico.

c. Tamaño experimental: 2 clones x 3 repeticiones x 4 tratamientos x 6 repeticiones = 144 inflorescencias.

8. Otras observaciones se hicieron tomando nota de lo observado.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Las características morfológicas de la flor son las siguientes: es zigomórfica, cuyas partes florales están arregladas en un plan trímero, los verticilos se originan cerca del raquis; su perianto consta de 2 verticilos más o menos reducidos; el cáliz es gamosépalo, tubular, dividido en su extremo superior en 3 cortos dientes y está a menudo partido por un lado; la corola es gamopétala, tubular, posee 3 pétalos de color verde, similares y angostos, que miden 1 cm de largo; posee 5 estambres, de los cuales solo uno es fértil (el posterior del verticilo interno), los 2 adyacentes del verticilo interno forman el labelo y los 2 estambres restantes se encuentran reducidos a estaminodios filiformes, constituyendo un par de glándulas nectaríferas. El estambre fértil está colocado en medio de la flor, mientras que el par lateral de estaminodios, junto con el labelo, abrazan al estambre; la antera tiene 2 sacos polínicos, con dehiscencia longitudinal; el filamento es alargado, angosto y profundamente acanalado; la característica más sobresaliente de la flor es el labelo: éste está opuesto al estambre fértil y es un estaminodio petaloide, espatulado, con los bordes finos y ondulados, de color blanco y presenta líneas purpúreas al centro (éstas líneas pueden variar de tonalidad o no estar presentes, dependiendo del material genético). El gineceo está formado por un solo pistilo, con el estilo alargado y delgado, colocado a lo largo del canal del filamento, formando una sola columna; el estigma es capitado, húmedo, con prolongaciones papilosas y sobresale de la antera en el centro de la flor; tiene capacidad de almacenar 60 granos de polen. El ovario es tricarpelar, trilocular, ínfero y con placentación axial, con 5 a 12 óvulos por lóculo; los óvulos son anátropos, bitégmicos, crassinucelados, con endospermo. El polen es pesado, de color blanco, tiene ornamentación baculada y es inaperturado.

La planta de cardamomo manifiesta mecanismos de adaptación a las condiciones en donde se desarrolla, asi: a) cuando las temperaturas son bajas (mínimas menores de 10°C), la flor dura con vida 2 días (normalmente dura 1 día) y ésto aumenta su probabilidad de polinización; b) la flor presenta una alta receptividad desde el momento de antesis, a partir de las 5:30 horas, hasta aún las 15:00 horas; c) cuando las yemas florales quedan cubiertas por hojarasca, las flores siempre quedan expuestas debido a movimientos násticos; d) para atraer a los insectos,

las flores poseen un labelo grande y de color blanco con ornamentación púrpura al centro, son olorosas y tienen alimento (néctar y polen); e) las primeras flores tienen un mayor número de óvulos viables (30 en promedio), pero a medida que los tallos de los cuales provienen las inflorescencias van cumpliendo dos años de edad, las flores se presentan más pequeñas, y no solo tienen un menor número de óvulos, sino también es menor la cantidad de semillas que se forman en cada fruto. Posiblemente en los meses de mayor floración la fecundación se alcance en 24 horas, porque al poner a germinar granos de polen con pistilos en agua, y al realizar cortes en estilos de flores polinizadas naturalmente, luego de 5 horas algunos tubos polínicos ya habían crecido más de la tercera parte de la longitud del estilo.

Es indiferente autopolinizar con palillos o pinceles, pues no existen diferencias en el porcentaje de fructificación entre tratamientos; es de hacer notar que éste resultado puede deberse a que la unidad experimental fue pequeña. Ni el agua posiblemente infectada por patógenos ni la solución azucarada, modifican el porcentaje de fructificación; también existe similitud entre los resultados de la polinización natural y la autopolinización manual.

Los principales polinizadores del cardamomo son Hymenópteros de los géneros *Trigona ("cap" y "reinita")* y *Bombus (abejorro o "gonón")*; ambos son igualmente eficientes y dan lugar al 71.7 por ciento de fructificación; otros agentes de la polinización son las mariposas y los colibríes, y posiblemente el viento, la lluvia, las hormigas y los ácaros, que en conjunto dan lugar al 22.7 por ciento de frutos; el restante 5.6 por ciento puede deberse a autogamia natural o a partenocarpia. (Ver figura No. 4).

Las flores mantienen una alta viabilidad desde el momento de antesis hasta aún a las 15:00 horas; pero la polinización efectiva se lleva a cabo antes de las 9:00 horas, ya que en este período de tiempo la flor mantiene una conformación adecuada al tamaño y forma de polinizar de cada abeja, y además posee suficiente néctar y polen, puesto que la mayoría de flores todavía no se encuentran perforadas en la base del tubo corolino; ésta perforación la realizan las trigonas quienas al hacerla ya solo se dedican a robar néctar sin polinizar. (Ver figura No. 1).

A un mayor número de horas de exposición de las flores a los poli-

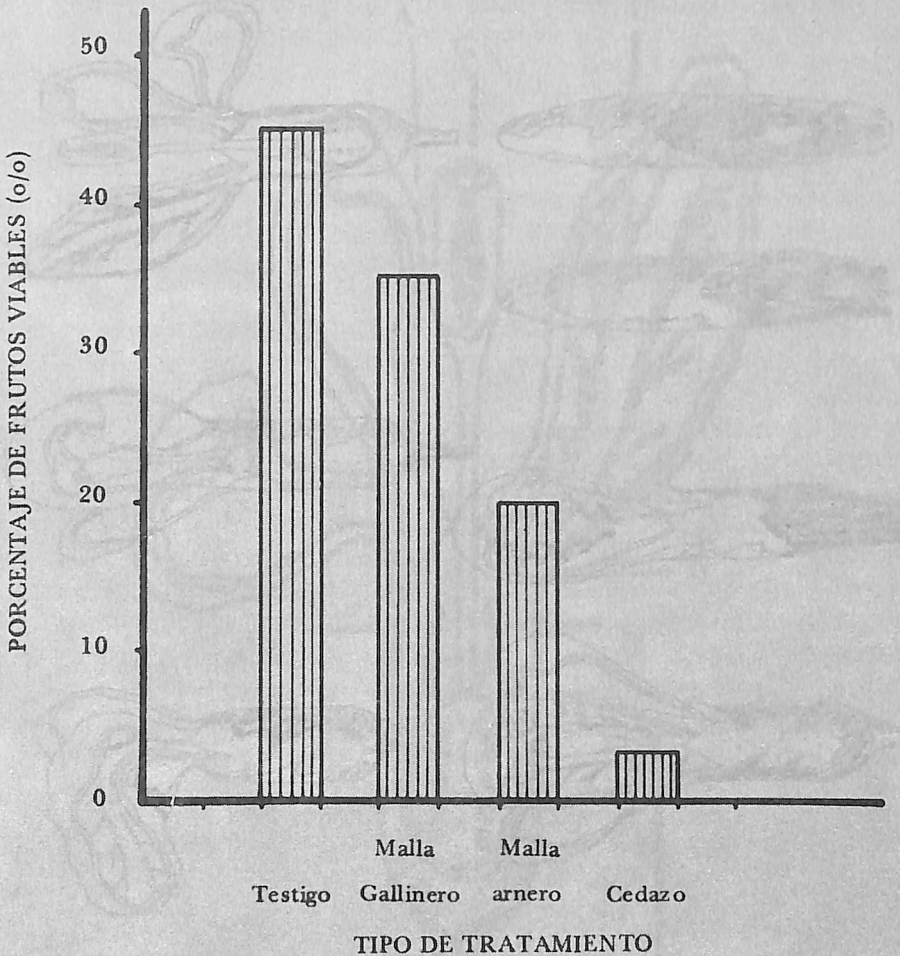


FIG. 1

Gráfica del porcentaje de frutos viables, obtenidos en el experimento, en donde se usaron mallas excluidoras de los agentes polinizadores.

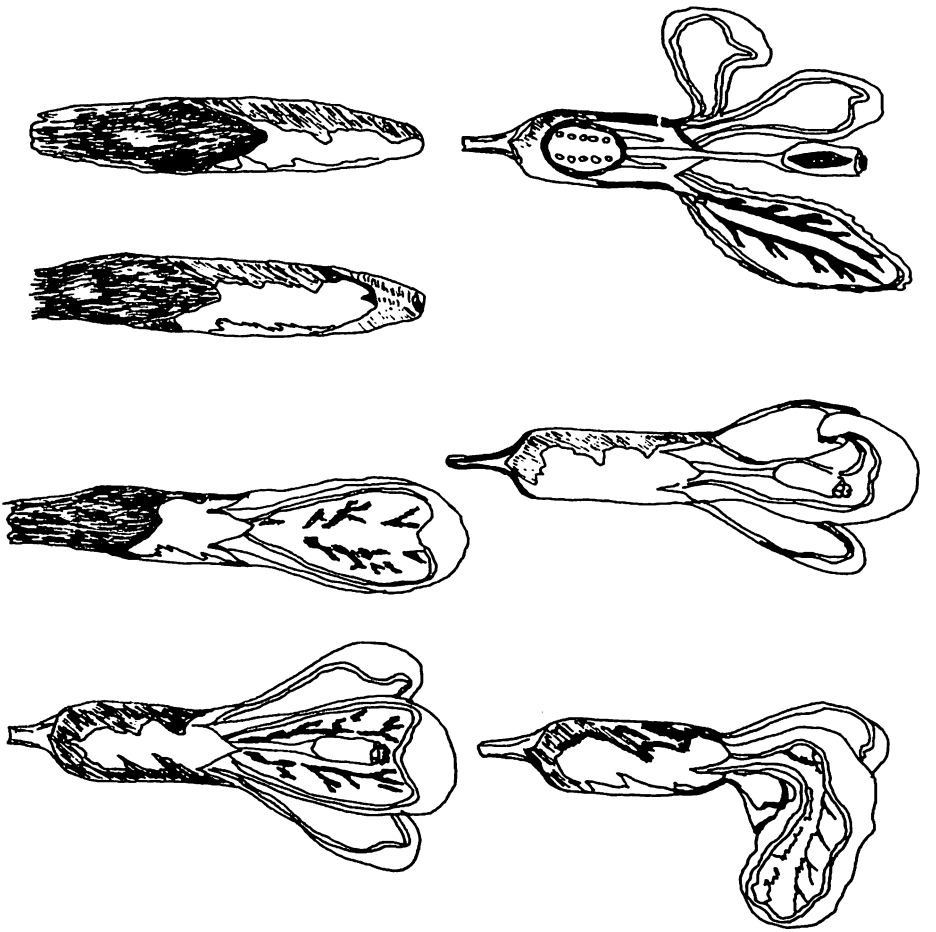


FIG. 2

Fenología de la flor del cardamomo: A) yema floral cubierta con el cáliz; B) en el botón floral se observan los pétalos; C) el botón floral a punto de antesis, los pétalos aún cubren al estambre y labelo, así se observa un día antes de antesis; D) disposición de los vesticilos durante el transcurso de la mañana del día de antesis; observe el lugar de la perforación; F) disposición de los vesticilos después de las 18:00 hrs. del día de antesis; observe al labelo cubriendo de nuevo el estambre y estigma; G) aspecto de la flor, un día después de su antesis; su coloración es rojiza y húmeda.

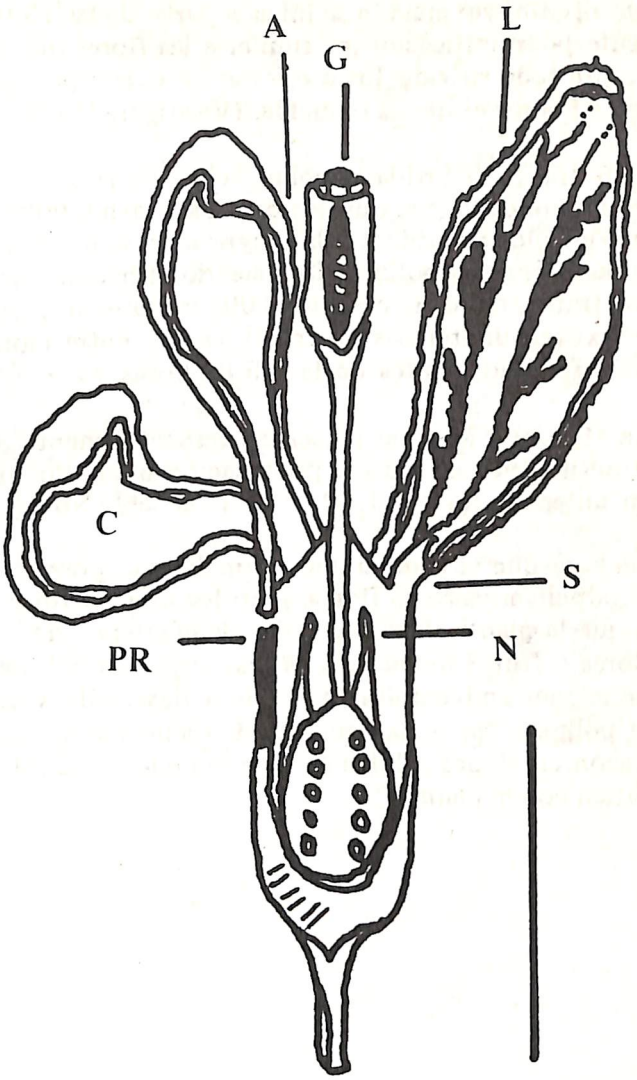


FIG. 2E

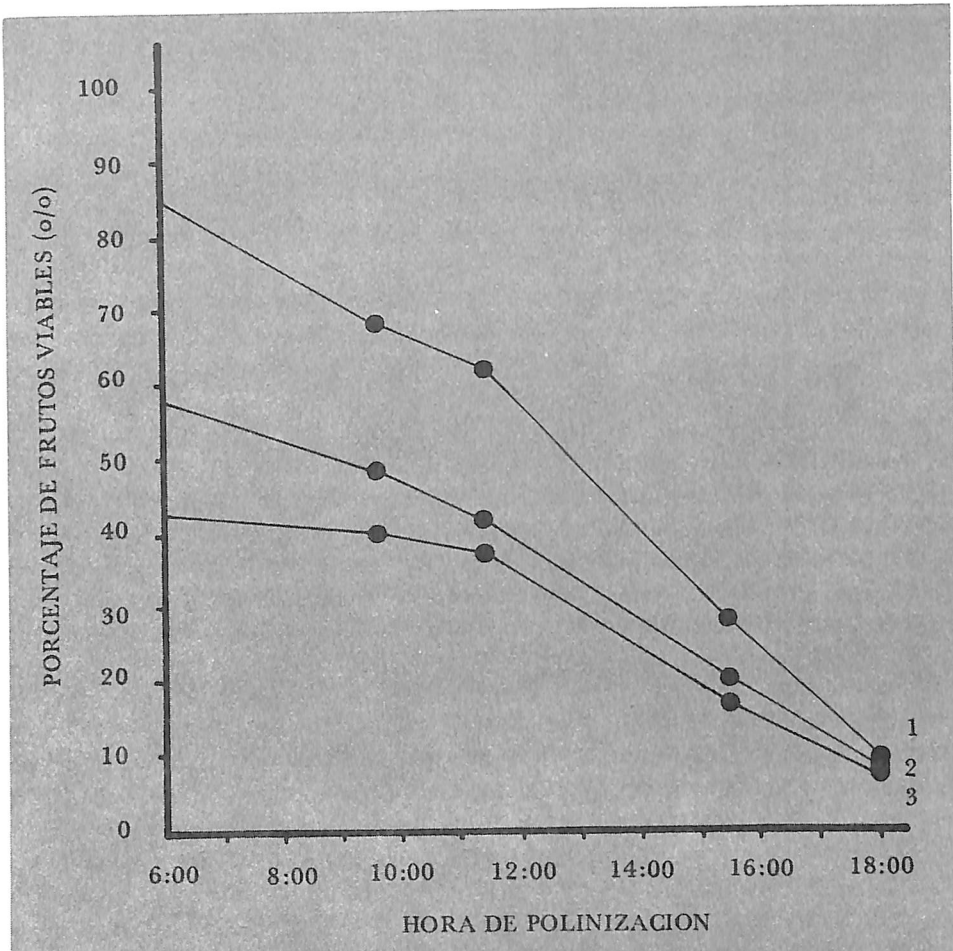
Corte longitudinal de la flor del cardamomo, con las siguientes partes: A – antera; G – estigma; L – labelo; N – glándulas nectaríferas; S – cáliz; C – pétalo; PR – Perforación hecha por *Trigona Sp.* Barra = 1 cm.

nizadores, el porcentaje de fructificación es más alto, pero a medida que se retrasa el momento de inicio de la polinización, éste porcentaje progresivamente disminuye; cuando se inicia a partir de las 15:00 horas, estadísticamente la fructificación es similar a las flores que permanecen aisladas durante toda su vida; lo anterior es motivado porque a ésa hora la presencia de polinizadores es reducida. (Ver figura No. 2).

A los 15 días de ocurrida la polinización, ya se observa cuáles flores no fueron fecundadas, ya que sus ovarios miden 0.003 x 0.004 m y se presentan de color amarillento; la mayor abscisión ocurre hasta aún los 42 días después de la polinización, siendo el mayor tamaño que alcanzan éstos frutos, antes de caer, de 0.003 x 0.008 m; después de este período no existen diferencias de fructificación entre clones ni entre polinizaciones realizadas antes de las 15:00 horas. (Ver figura No. 3).

El clon Mysore y Malabar presentan respectivamente 34 y 49 por ciento de fructificación cuando la polinización natural ocurre desde el momento de antesis hasta las 11:30 horas. (Ver tabla No. 1).

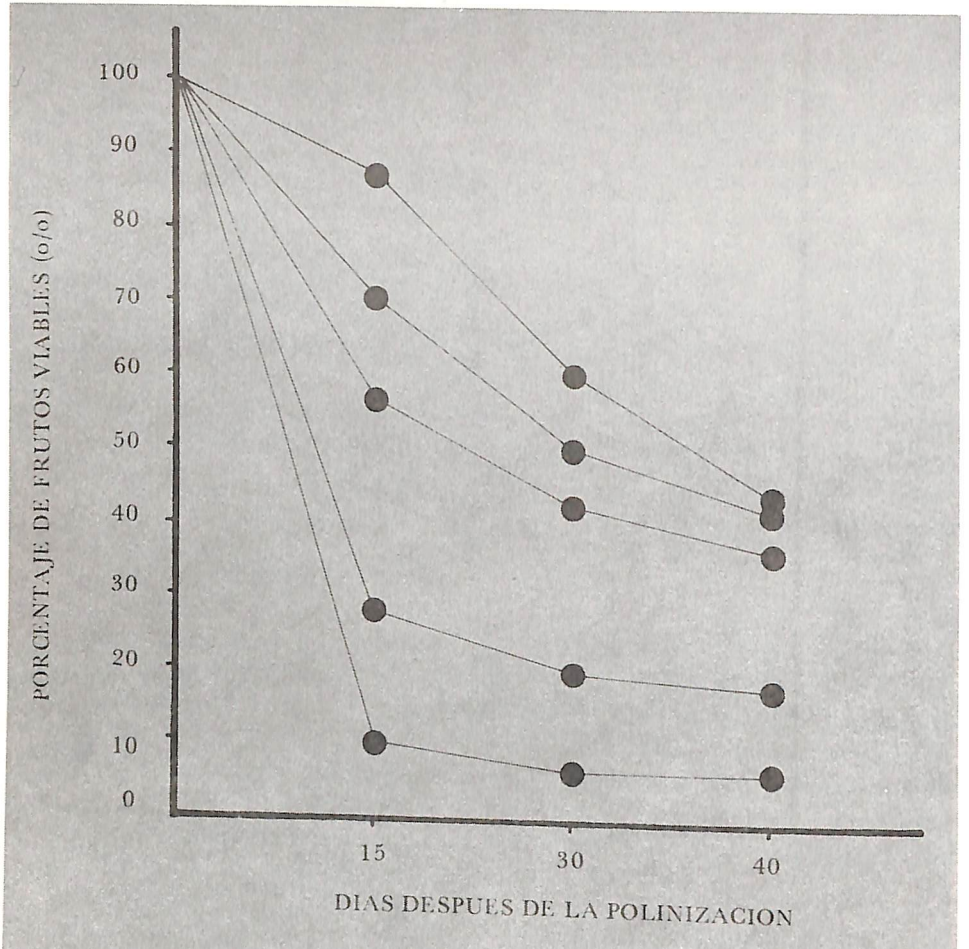
Se concluye que el cardamomo normalmente presenta la característica de producir numerosas flores, pero los únicos frutos que persisten son los que la planta tiene capacidad de mantener; de donde la abscisión de flores y frutos inmaduros es una respuesta natural de la planta a las condiciones ambientales en donde se desarrolla, y salvo indirectamente, la polinización es la causante de dicho fenómeno. Puede ser que la abscisión en climas cálidos sea el producto de la interacción del factor climático con la planta.



1. Lectura a los 15 días.
2. Lectura a los 30 días.
3. Lectura a los 42 días.

FIG. 3

Gráfica de porcentaje de frutos viables cuando las inflorescencias se descubren a distintas horas del día. Comportamiento 15, 30 y 42 días después de la polinización (en base a la tabla 1).



1. Flores sujetas a polinización natural durante todo el día.
2. Tratamiento a las 9:00 horas.
3. Tratamiento a las 11:00 horas.
4. Tratamiento a las 15:00 horas.
5. Flores aisladas durante todo el día.

FIG. 4

Gráfica del porcentaje de frutos viables, cuando las inflorescencias se descubren a distintas horas del día. Comportamiento de los distintos tratamientos, 15, 30 y 42 días después de la polinización (en base a la tabla 1).

TABLA No. 1
RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN CADA EXPERIMENTO

Material	Clon	Tipo de fecundación	Forma de polinización	Método de polinización	Hora inicio polinización	% de Fecundación 15 días	% de Fecundación 30 días	% de Fecundación 42 días	% meristemos activos	Fecha de inicio
	Pache	Autogamia	Artificial	Palillo de mesa –1/	9:00 hrs.	83.33	---	---	---	23-8-81
					11:00 hrs.	77.80	---	---	---	23-8-81
					15:00 hrs.	100.00	---	---	---	23-8-81
				Pincel –2/	9:00 hrs.	74.73	---	35.23	---	5-9-81
					11:00 hrs.	70.53	---	20.9	---	5-9-81
					15:00 hrs.	78.57	---	40.47	---	5-9-81
			Natural	Cedazo –5/	Libre	---	---	3.01	79.52	12-8-81
				Bolsa plást. gde. –1/	---	9.27	---	---	---	23-8-81
				Bolsa plást. gde. –3/	---	10.45	9.05	9.05	---	7-8-81
		Alogamia	Natural	Bolsa plást. gde. –3/	9:00 hrs.	63.25	54.45	47.25	---	7-8-81
					11:00 hrs.	64.6	47.5	45.00	---	7-8-81
					15:00 hrs	23.1	20.25	14.75	---	7-8-81
				Malla gallinero –5/	Libre	---	---	33.33	48.15	12-9-81
				Malla arnero –5/	Libre	---	---	17.86	41.1	12-9-81
				Testigo de palillo	Libre	90.9	---	---	---	23-8-81
				Testigo de pincel –2/	Libre	85.33	---	52.13	---	5-9-81
				Testigo bolsa gde. –3/	Libre	79.67	70.08	52.12	---	7-8-81
				Testigo de mallas –5/	Libre	---	---	43.14	34.45	12-9-81
Cardamomo	Verde	Autogamia	Artificial	Palillo de mesa –1/	9:00 hrs.	73.3	---	---	---	22-8-81
					11:00 hrs.	77.83	---	---	---	22-8-81
					15:00 hrs.	92.13	---	---	---	22-8-81
				Pincel –2/	9:00 hrs.	61.27	---	40.67	---	5-9-81
					11:00 hrs.	56.57	---	36.87	---	5-9-81
					15:00 hrs.	62.20	---	25.87	---	5-9-81
			Natural	Cedazo –5/	Libre	---	---	1.99	50.27	12-9-81
				Bolsa plást. peq. –1/	Libre	0.00	---	---	---	22-8-81
				Bolsa plást. gde. –3/	Libre	5.27	3.82	3.82	---	7-8-81
		Alogamia	Natural	Bolsa plást. gde. de cubrir inflorescencias –3/	9:00 hrs.	71.50	40.92	35.30	---	7-8-81
					11:00 hrs.	60.90	35.32	28.80	---	7-8-81
					15:00 hrs.	28.45	14.95	14.95	---	7-8-81
				Bolsa plást. gde. de cubrir inflorescencias –4/	10:00 hrs.	52.71	---	36.11	---	24-10-81
					12:00 hrs.	70.37	---	45.30	---	24-10-81
					14:00 hrs.	84.17	---	65.37	---	24-10-81
					16:00 hrs.	81.39	---	37.01	---	24-10-81
				Malla gallinero –5/	Libre	---	---	35.33	48.22	12-9-81
				Malla arnero –5/	Libre	---	---	21.30	55.34	12-9-81
				Testigo palillo –1/	Libre	81.53	---	---	---	22-8-81
				Testigo pincel –2/	Libre	60.63	---	31.63	---	5-9-81
				Testigo bol. gde. –3/	Libre	90.82	42.7	34.45	---	7-8-81
				Testigo bol. gde. –4/	Libre	57.05	---	23.88	---	24-10-81
				Testigo mallas –5/	Libre	---	---	45.78	63.29	12-9-81

NOTA: Los numerales –1/, –2/, –3/, –4/ y –5/ hacen referencia a cada uno de los experimentos realizados.
"–" Indica que no se tomó lectura.
Las cifras no son transformadas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Ilyas, M. *The spices of India-II*. Economic Botany, (3): 238-263. 1978.

2. Kuruvina, S. and Mohamed, S. *Collection and mantenance of cardamom germplasm*. Plant Breeding Abstracts 51(1): 110, 114-118. 1981.

3. Mukherji, D. E. *Large cardamom*. World crops West Bengal. 25: 31-33. 1973.

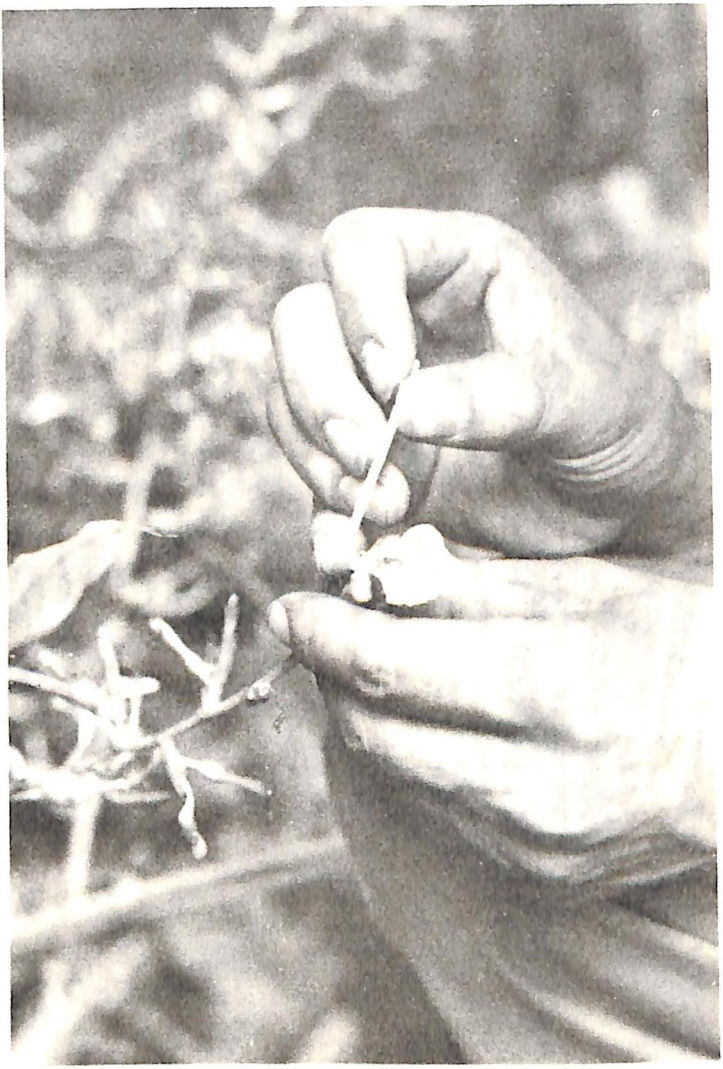
4. Ochoa, G. *El Cultivo de Cardamomo en Guatemala*. (Inédito).

5. Sahadevan, P. C. *Cardamom*. Trivandrum, India. 1965.

6. Stephenson, A. G. *Flower and fruit abortion: aproximate causes and ultimate functions*. Anual Review of Ecology and Systematics. United States. 12: 253-279. 1981.

FOTOS

Flor en antesis, momento óptimo para la polinización (pág. 37).
Características morfológicas de la flor de cardamomo (pág. 38)
Flores de cardamomo autopolinizadas con palillo de mesa (pág. 55)
Cilindro excluidor de polinizadores construido con malla metálica (pág. 56)





EL EFECTO DE LAS QUEMAS EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO

Luis A. Castañeda A.*

* Msc, Profesor de la Facultad de Agronomía, USAC.

RESUMEN

La quema es una práctica agrícola de difusión mundial, destacándose como elemento característico de la agricultura migratoria. Como consecuencia de esta práctica se registran cambios en la estructura y química del suelo. N (Nitrógeno), C (Carbono) y S (Azufre) son perdidos en forma gaseosa. Ca (Calcio), Mg (Magnesio) y K (Potasio) son depositados en el suelo e incorporados a las capas superficiales y posteriormente lixiviados en mayor o menor grado según el tipo de suelo y precipitación. Incrementos temporales del pH, especialmente en suelos ácidos, son reportados como consecuencia del calentamiento y adición de cenizas al suelo. Los cambios en la estructura, materia orgánica y flora microbiana son considerables. Suelos ácidos y pobres en bases son favorecidos por la generación de condiciones favorables al crecimiento de los cultivos o vegetación secundaria. Sin embargo, estos efectos son transitorios. Efectos negativos sobre la estructura del suelo por quemas repetidas y de gran intensidad son manifiestas. Estos efectos, unidos a las pérdidas de nutrimentos por lixiviación, volatilización de ceniza, gasificación y erosión, no permiten que la quema periódica severa sea una buena práctica si se piensa en rendimiento contínuo.

Las quemas controladas en terrenos poco erosionables, podrían maximizar y prolongar los efectos benéficos de la práctica y minimizar los efectos perjudiciales.

INTRODUCCION

El fuego es quizás el elemento más espectacular utilizado por el hombre en la modificación de su medio ambiente. Cambios repentinos en el sistema suelo-planta tienen lugar durante la quema e inmediato a ésta.

El fuego es una de las más valiosas herramientas utilizadas por el hombre en la agricultura, especialmente para la limpieza de los campos previa su utilización (6). Sin embargo, la utilización del fuego dentro de la agricultura, ha dado lugar a innumerables controversias respecto a sus efectos sobre las características del suelo. Argumentos respecto a las consecuencias benéficas o detrimentales, a veces contradictorias, son encontradas en la literatura.

El presente trabajo tiene como propósito revisar parte de la literatura sobre el tema, para exponer los efectos estudiados de la quema del suelo, a fin de ofrecer un panorama concordante de dichos efectos.

1. Las quemas como elemento característico de la agricultura migratoria

La agricultura migratoria puede ser definida como el conjunto de técnicas utilizadas por agricultores que solo disponen de herramientas primitivas y no pueden invertir ningún capital en el trabajo (29). Es un sistema agrícola en el cual áreas desmontadas son utilizadas por menor tiempo que aquél durante el que permanecen en descanso(18). Las técnicas de la agricultura migratoria son análogas en casi todas partes: corte y quema de la vegetación, cultivos por uno o dos años, abandono del terreno y rebrote o cubierta de matorrales (14,21). Una de las características de la agricultura migratoria es su universalidad (13). En regiones ampliamente separadas en el mundo, el agricultor nómada corta y quema el bosque, planta y abandona su parcela para invadir nuevas tierras. Es la práctica predominante en cerca de 3.6 billones de hectáreas y constituye el medio de sustento de unos 200 millones de personas (18,-28).

Como parte integrante de la agricultura migratoria, la quema es una práctica de difusión e importancia mundial. En efecto, la agricultura migratoria sin quema es citada solamente como una excepción. Según Snedaker y Gamble(24), en áreas de alta precipitación, como la costa del pacífico de Colombia, la vegetación cortada es dejada como cobertura (*mulch*) ante la imposibilidad de quemar.

La práctica de quemar, tiene una difusión aún más amplia que la mencionada dentro de la agricultura migratoria:

a. En zonas de agricultura estable, como método de limpieza de residuos de cosechas y monte, previo a la preparación del terreno (6,26).

b. En zonas ganaderas, quemando los potreros anualmente, principalmente para obtener retoños tiernos (27,26).

Siendo tal la difusión de la quema y el papel vital de los suelos en la producción mundial, es imperativo conocer las transformaciones sufridas por éstos, como consecuencia de la mencionada práctica.

2. Cambios directos en las propiedades del suelo

Cambios de Temperatura

Inmediato a la quema, la superficie del suelo es calentada. Esto tiene un efecto directo sobre la población microbiológica, estructura y propiedades químicas del suelo (13). Como la temperatura es el agente causal de estos cambios, es necesario exponer, previamente, las variaciones de ésta que ocurren en el suelo durante la quema. Las temperaturas tienen un rango muy variable, disminuyendo rápidamente con la profundidad del suelo. La duración e intensidad de los cambios de temperatura dependen de la naturaleza del combustible quemado (cantidad, disposición, contenido de humedad), de la tasa de dispersión y de conductividad térmica; esta última a su vez, depende del contenido de humedad, composición del suelo y estrato de basura (12,9).

En todo caso, los incrementos de temperatura se limitan solo a los primeros centímetros del suelo. Experimentos citados por Norton y McGarity (12), en suelos cubiertos de pastos y con poco contenido de materia orgánica, mostraron incrementos apreciables de temperatura, únicamente en la capa superficial entre 1 y 10 mm. La temperatura máxima registrada fué de 75.5°C, en la parcela experimental donde se registró la mayor cantidad de pasto quemado (8,600 Kg/ha).

Para suelos más ricos en materia orgánica y con mayores cantidades de combustible, los incrementos de temperatura pueden ser mayores. Scholl (20) registró temperaturas de 270°C a 0.5 cm. de profundidad. A 6 cm. no encontró incrementos de temperatura significativos.

DeBano (3) registró temperaturas de 370°C en la superficie del suelo y según sus estimaciones la temperatura a 1 cm. de profundidad fué mayor de 167°C. El material consumido fue de 20,100 Kg/ha.

Fassbender (6) cita que los efectos directos de la temperatura sobre las propiedades del suelo son apreciables solo cuando ocurren temperaturas muy arriba de los 200°C y solo temperaturas arriba de 100°C durante lapsos cortos, o de 80°C durante períodos largos podrían causar esterilización parcial de los microorganismos. Sin embargo, la temperatura del suelo entre 1 y 5 cm. rara vez va más allá de los 100°C. A mayores profundidades solo aumentará en unos pocos grados más

que lo normal, aún cuando en la superficie la temperatura sea de varios cientos de grados centígrados (14). Respecto al tiempo de duración de las altas temperaturas, éste resulta ser de solo unos pocos minutos (12).

Aunque los incrementos de la temperatura del suelo son reducidos, pueden ser importantes respecto a cambios en la estructura, la química, la microbiología y la cantidad de semillas viables de malezas (13).

Cambios en la Estructura

El término estructura define el grado de agregación o arreglo de las partículas del suelo. Se entiende como partículas no solo a elementos simples, resultantes de una separación mecánica, sino a agregados formados por la agrupación de partículas muy pequeñas (primarias y secundarias). La estructura es una propiedad física de gran importancia. Influye no solo en su condición de factor ecológico para el crecimiento de las plantas, sino que también en el fortalecimiento del suelo, para amortiguar los efectos inherentes a la actividad humana (15).

Los efectos de la quema sobre la estructura han sido investigados en función de las propiedades del suelo que dependen de ésta. Es muy difícil generalizar sobre si los efectos de la práctica son benéficos o detrimentales, ya que los resultados varían según la propiedad estudiada (permeabilidad, porosidad, tasa de infiltración, densidad aparente); varían según forma de evaluación de los beneficios y de los daños, a corto y a largo plazo.

Investigaciones por métodos directos, que comprenden apreciaciones microscópicas y macroscópicas, que describen el tamaño de los agregados y tipos de cementación, en relación con la quema, son muy escasos. Rodríguez (17) y Suárez de Castro (26), reportan mediciones de los agregados del suelo en parcelas quemadas y no quemadas. Según sus observaciones, en suelos ricos en materia orgánica, en Colombia, la estructura mejoró como consecuencia de la quema. El porcentaje de agregados mayores de 0.5 mm. se incrementó de 35 a 56 por ciento y el de agregados menores de 0.25 mm. se redujo de 50 a 38 por ciento. Mediciones de infiltración, porosidad y movimiento de agua mostraron también efectos benéficos.

Conklin, citado por Nye (13), reporta que la quema en *montones*

promueve un mejoramiento de la estructura del suelo a una o dos pulgadas de profundidad, en arcillas pesadas, mejorando notablemente su friabilidad. Scott y Burgy (22) citan que, aunque los agregados del suelo se incrementan por efecto de la quema en las primeras capas, este efecto puede ser temporal. Sin embargo, sobre calentamientos a muy altas temperaturas, tienden a destruír las propiedades coloidales de los suelos. Budowski (1) cita que fuegos repetidos, conjuntamente con factores edafológicos y actividades humanas como el pastoreo, son causa del origen de las sabanas, notablemente la presencia del caparazón laterítico.

Sin embargo, dicho autor también reporta que sembrar laurel, *Cordia alliodora*, sobre montoncitos incinerados, es un buen método de siembra directa, ya que se mejora el suelo en su estructura y en nutrientes directamente asimilables.

La presencia de una capa impermeable bien definida a unos pocos centímetros de la superficie del suelo, en áreas de vertiente quemadas al sur de California, fue observada por DeBano (2). La capa de impermeabilidad fue relacionada con fuegos espontáneos. Observaciones de campo y quemas experimentales en laboratorio fueron hechas para desarrollar la hipótesis relacionando la impermeabilidad con las temperaturas del suelo durante el fuego. Sustancias orgánicas de la capa superficial son vaporizadas y parte de ellas descienden a las capas bajas del suelo donde son condensadas. Estas sustancias repelen el agua causando impermeabilidad (3).

La relación entre la quema y la impermeabilidad fue más manifiesta en los suelos arenosos (textura gruesa) donde la cantidad de hojarasca quemada fue mayor. En suelos de textura fina la impermeabilidad fue imperceptible (3).

Savage *et al* (19), identificaron las sustancias vaporizadas causantes de la impermeabilidad. De los resultados de su estudio puede concluirse lo siguiente:

a. Impermeabilidad extrema en suelos quemados puede ser inducida por productos derivados del calentamiento de la hojarasca de la superficie del suelo.

b. Básicamente éstas sustancias fueron identificadas como hidrocarburos alifáticos.

c. Las sustancias son producidas arriba de 300°C.

d. El mecanismo por medio del cual el suelo llega a tener impermeabilidad después del calentamiento, es probablemente más complejo que una simple condensación de materiales volátiles.

La densidad aparente de un suelo es una buena medida de su estructura. En general, se ha probado que ésta aumenta con la quema. Popenoe (15) cita que los aumentos en la densidad aparente como consecuencia del clareo y quema del bosque van de 0.55 gr/cc a 0.66 gr/cc; este aumento desaparece progresivamente si el suelo es dejado en barbecho. Sin embargo, cualquier densidad menor a 1.2 gr/cc no tiene efectos sobre la penetración de las raíces, drenaje o aereación. Watters y Bascones, citados por Sánchez (18), reportan aumentos de 1.08 gr/cc a 1.14 gr/cc. Debido a las bajas densidades de los suelos de bosques, menores que 1 gr/cc (15), es poco probable observar en éstos consecuencias adversas debido a incrementos de densidad por la quema.

Los efectos de la quema en la infiltración han sido ampliamente estudiados. Varios estudios efectuados por Burgy y Scott (22) muestran que la quema incrementó las tasas de infiltración de los suelos estudiados, excepto en el caso de suelos intensamente quemados. Sin embargo, el mismo autor cita que la escorrentía fue superior en las áreas quemadas. Explica que esto es causado por la pérdida de fricción, cuando la intensidad de lluvia excede a la capacidad de infiltración. Suárez de Castro (26) cita resultados similares.

Los estudios mencionados sugieren las siguientes conclusiones:

a. La quema no parece ser perjudicial para suelos de buena estructura, que no necesitan nuevas adiciones de materia orgánica. Sin embargo, podría ser detrimental en suelos de condiciones estructurales poco favorables.

b. La posibilidad de efectos adversos a las características estructurales del suelo son mayores para quemas fuertes donde las

temperaturas son elevadas y los materiales quemados son relativamente grandes. Las posibilidades de estos efectos se incrementan si la quema es repetida periódicamente.

c. Donde la materia orgánica es suficiente y nuevas adiciones ya no son necesarias, la quema puede favorecer la estructura incrementando el rendimiento de los cultivos, tal como lo cita Suárez de Castro (26).

3. Efectos en las propiedades químicas

Acidez del Suelo

En zonas de alta precipitación, los suelos maduros bien drenados de los trópicos tienden a ser ligeramente ácidos, porque la mayoría de las bases intercambiables han sido lixiviadas del perfil del suelo por fuertes lluvias (15).

Incrementos en los valores del pH debidos únicamente al aumento de temperatura, han sido registrados en experimentos descritos por Fassbender (6). Aumentos hasta de 1.5 unidades en suelos sometidos a 500°C de temperatura fueron reportados. Sin embargo, como se citó anteriormente, el suelo raras veces podría alcanzar valores cercanos a tal temperatura.

Las adiciones de ceniza rica en bases, incrementan el pH de la mayoría de los suelos sometidos a quemas. Nye y Greenland (13), estimaron que la ceniza de una sabana quemada contenía 5.3 toneladas de Calcio/ha, 0.7 toneladas de Magnesio/ha y 1.6 toneladas de Potasio/ha, en experimentos efectuados en Ghana.

Muchos investigadores, en áreas separadas, han reportado incrementos del pH por la quema en suelos ácidos, pero los incrementos en suelos neutros o básicos son poco probables. Mediciones hechas en vastas áreas quemadas en Idaho durante 15 años (27) no mostraron cambios en un suelo con pH de 7. Por el contrario, para suelos ácidos los incrementos de pH son evidentes aunque temporales. Sobre suelos muy ácidos, el incremento en el pH es el principal efecto de la quema en las propiedades químicas del suelo.

La lixiviación de las bases durante el cultivo resulta en una subse-

cuente disminución de los incrementos del pH logrados con la quema. En suelos afectados por ceniza volcánica, Suárez de Castro (26) reporta incrementos de pH de 4.6 a 5.4 después de la primera quema, y pequeños incrementos luego de quemas sucesivas de residuos de cosechas.

Popenoe (15), cita incrementos de pH de valores de 5.8 a 6.4 en los primeros 5 cm del suelo. Este incremento fue anulado luego de 2 años de barbecho o rastrojo. Nye y Greenland (13), reportan incrementos de pH de valores originales de 5.2 hasta 8.5 después de la quema, para los primeros 5 cm. Luego de 2 años el pH descendió a 7.0. Para las capas entre 5 y 30 cm, el pH fué elevado de 4.9 a 6.2, y luego de 2 años descendió a 5.0.

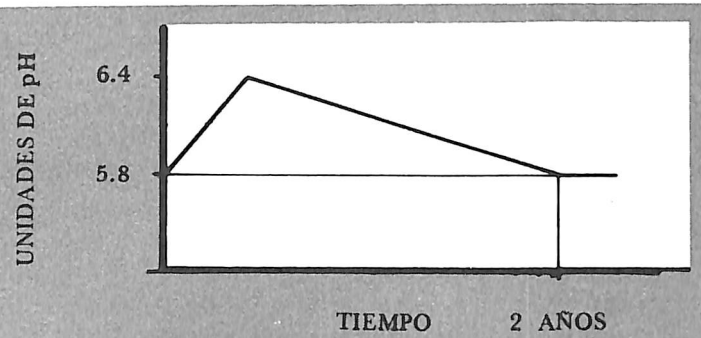


FIG. 1
Descripción gráfica de los incrementos de pH reportados por Popenoe (15) en suelos del Polochic, Guatemala.

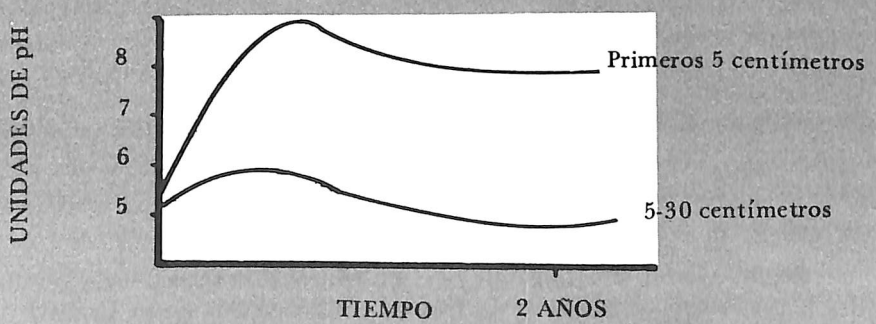


FIG. 2
Descripción gráfica de los incrementos de pH reportados por Nye y Greenland (13) como consecuencia de la quema en suelos de Ghana.

El incremento de pH a diversas profundidades, sugiere que la ceniza actúa como la cal comercial, moviéndose hacia abajo del perfil de suelo. Análogo al efecto de la cal, es transitorio. El incremento del pH puede constituir un importante factor ecológico, particularmente en el caso de suelos tropicales ácidos con escasa capacidad amortiguante. Un incremento de pH de 4.5 a 5.5 puede neutralizar totalmente los efectos tóxicos del aluminio en el suelo, acelerar notablemente la descomposición de la materia orgánica y alterar otros procesos microbiológicos que se efectúan en el suelo, tales como: nitrificación, fijación de nitrógeno, denitrificación y desarrollo de morrizas.

Materia Orgánica y Nitrógeno

Cuando la vegetación es cortada y quemada, todos los nutrientes, excepto el nitrógeno y el azufre, son depositados en forma de ceniza. Nitrógeno, carbono y azufre son perdidos en forma gaseosa (13). Bajo ciertas condiciones de abundancia de combustible vegetal, las pérdidas de estos elementos pueden ser de varios cientos de kilogramos por hectárea (8). DeBano y Conrad (2), citan pérdidas de 146 Kg de nitrógeno por hectárea. Aunque el carbono, nitrógeno y azufre del barbecho y la hojarasca son perdidos, el material humificado no sufre pérdidas (13), o éstas, si se dan, son mínimas (8). Varios investigadores reportan incrementos de carbono y nitrógeno total, posiblemente debido a la incompleta combustión de la vegetación.

La materia orgánica decrece bruscamente en la capa de 0 a 5 cm del suelo y el nitrógeno total permanece constante en algunos casos (15,26) y decrece en otros (15,13).

La relación C/N disminuye rápidamente, especialmente si se trata de suelos de alto contenido de materia orgánica. En otros suelos con menos materia orgánica la relación permanece constante. La mayoría de estudios concuerdan en que los cambios a unos pocos centímetros de la superficie del suelo son imperceptibles.

Según Orioli y Curvetto (14), únicamente temperaturas arriba de 250°C producen cambios en la fracción húmica del suelo. Como efecto secundario cita que la presencia, después de la quema, de residuos orgánicos parcialmente quemados, da como resultado una rápida movilización y mineralización de nutrientes del suelo almacenado en la capa superficial húmica.

A cambio de los efectos desfavorables, especialmente la pérdida de nitrógeno, la quema ofrece algunos efectos compensatorios. Destruye ácidos orgánicos y libera bases que neutralizan los ácidos del suelo, mejorando así ciertas condiciones para los procesos biológicos y el crecimiento de las plantas (8). Organismos nitrificantes son más activos en suelos neutros o alcalinos. Los efectos de la quema sobre los microorganismos del suelo, son debidos al calentamiento y a la adición de bases en la ceniza, con el consecuente cambio en el pH.

Mieklejohon (10), en Kenya, observó que la quema disminuye la microflora del suelo y que fijadores aeróbicos de nitrógeno son dañados. Sin embargo, Suárez de Castro (26) encontró que no hubo cambios en hongos y bacterias a profundidades de 0 a 20 cm.

Fowells y Stephenson (8), observaron que la nitrificación es estimulada por la quema y la liberación de materiales básicos de ceniza. Aparentemente, los efectos detrimentales observados por Mieklejohon fueron transitorios. Nye y Greenland (13), comparan el efecto del calentamiento con una esterilización parcial. Al principio un decremento en la población microbiológica, luego un rebrote con algunos cambios en la composición de la población. Desde el punto de vista de la fertilidad, el incremento de la tasa de mineralización del nitrógeno es lo más importante. Esta, en general, muestra cambios paralelos a los de la población microbiológica.

Renbuss y Chilvers (16), evaluaron la población microbiológica de suelos quemados. Luego de la quema, las bacterias rápidamente recolonizan el suelo y en un corto tiempo exceden a aquellas poblaciones del suelo que no fué calentado. Las primeras bacterias y hongos recolonizadores, incluyen tipos no detectados en suelos no tratados con la quema. Aproximadamente un año fué requerido para que ésta distintiva flora del suelo quemado regresara a lo normal. Este período de tiempo está correlacionado razonablemente con el período durante el cual el suelo permanece estimulatorio para el crecimiento de las plantas.

Corbet citado por Nye y Greenland (13), registró incrementos de de uno a once millones de microorganismos por gramo de suelo, en oxisoles muy ácidos en Malaya. El incremento solo persistió unas pocas se-

manas.

El hecho de que, en suelos con buen contenido de nutrientes y pH favorable, no se registren incrementos en la población microbiológica (26) sugiere que la causa de los incrementos es la adición de nutrientes y la modificación del pH, , cuando son desfavorables para el citado desarrollo de la población.

Bases Intercambiables

Casi todo el potasio, magnesio, y calcio contenido en la vegetación, puede encontrarse en la superficie del suelo luego de la quema (18,13). En Ghana y Nigeria se obtuvieron datos de los efectos de la quema de un bosque de 40 años. Los aumentos de calcio y potasio encontrados fueron muy similares a las cantidades contenidas por la vegetación, por lo que se estimó que la cantidad de vegetación quemada es determinante en la cantidad de nutrientes agregados al suelo (13). En sabanas, por ejemplo, las cantidades de nutrientes liberados son menores que en el bosque y dependen de la masa vegetal y la intensidad de la quema.

Estos incrementos son transitorios. Grandes pérdidas de potasio y magnesio ocurren durante el primer año. Las pérdidas por calcio lixiviado son comparativamente menores (18). Popenoe (15) encontró que el contenido de potasio intercambiable en la capa de 0—5 cm triplicado con la quema, decrecía una tercera parte en los primeros 3 meses y regresaba a su valor original al cabo de un año. El potasio en la capa entre 5 y 40 cm permaneció constante.

Los incrementos de calcio y magnesio fueron de un 50 y 70 por ciento respectivamente, para los primeros 5 cm del suelo. Al igual que el potasio, al término de un año, el calcio y magnesio intercambiables habían sido reducidos al valor original.

Las pérdidas por lixiviación y erosión imposibilitan que los efectos benéficos, del notable incremento en el contenido de bases intercambiables, se prolonguen más allá de 2 años. Los datos del siguiente cuadro ilustran los cambios de potasio, calcio y magnesio:

Cuadro No. 1

Cambios en contenido de nutrientes del suelo (fracción menor de 2 milímetros, 0-12" de profundidad) por la quema según Nye y Greenland (13).

Elemento	Antes de la quema	Después de la quema	Aumento (Kg/ha)
Potasio	0.28 meq/100 gr.	0.71 meq/100 gr.	699
Calcio	1.8 meq/100 gr.	5.1 meq/100 gr.	2795
Magnesio	1.11 meq/100 gr.	1.58 meq/100 gr.	264

3. Pérdidas de nutrientes por efectos indirectos

Aunque la rápida incorporación al suelo de los nutrientes existentes de la vegetación y hojarasca, mediante la quema, mejore en muchos casos las condiciones para el desarrollo de los cultivos, no puede esperarse que la repetición periódica de la práctica solucione en forma sostenida la situación de fertilidad del suelo. Existe, en todo caso, necesidad de un período de recuperación mediante barbecho o de adiciones de insumos al sistema. Es reconocido que quemas repetidas ocasionan el deterioro de las condiciones físicas del suelo, especialmente en lo referido a aumentos en la densidad aparente (15) y formación de capas impermeables (19,3,1). El período de recuperación se hace más evidente si se consideran las pérdidas de nutrientes del suelo como efecto secundario de la quema. Estas pérdidas se pueden materializar de la siguiente manera:

a. Nitrógeno, azufre y carbono son perdidos en forma gaseosa, directamente durante la quema. Los efectos indirectos se manifiestan en las pérdidas de Ca, Mg y K arrastrados en forma de cenizas por el viento hacia sitios lejanos (24). El arrastre de cenizas por el viento es determinado básicamente pro condiciones ambientales.

b. Debido a la pérdida de protección vegetal, el suelo es sometido a erosión eólica (4) e hídrica (28) perdiéndose así grandes cantidades de bases intercambiables y fósforo.

c. Pérdidas por lixiviación, descritas anteriormente.

4. Conclusión

Como consecuencia de las quemas, el suelo sufre cambios significativos en sus propiedades físicas y químicas. Algunos de estos cambios son benéficos pero transitorios debido a otros factores de manejo del suelo después de la quema. Pérdidas de nutrientes por lixiviación, volatilización de ceniza, gasificación y erosión, son característicos, especialmente en suelos de ladera sometidos a quemas severas periódicamente. Sobre las bases científicas actuales no se puede aseverar que la quema sea una práctica benéfica o perjudicial. Las quemas controladas, en terrenos poco erosionables, podrían maximizar y prolongar los efectos benéficos de la quema, así como minimizar los efectos perjudiciales. Quemas repetidas de gran intensidad en terrenos erosionables, a largo plazo, pueden modificar adversamente las características del suelo.

A manera de resumen, se presenta en la figura 3 los cambios en algunas propiedades del suelo como consecuencia de la quema.

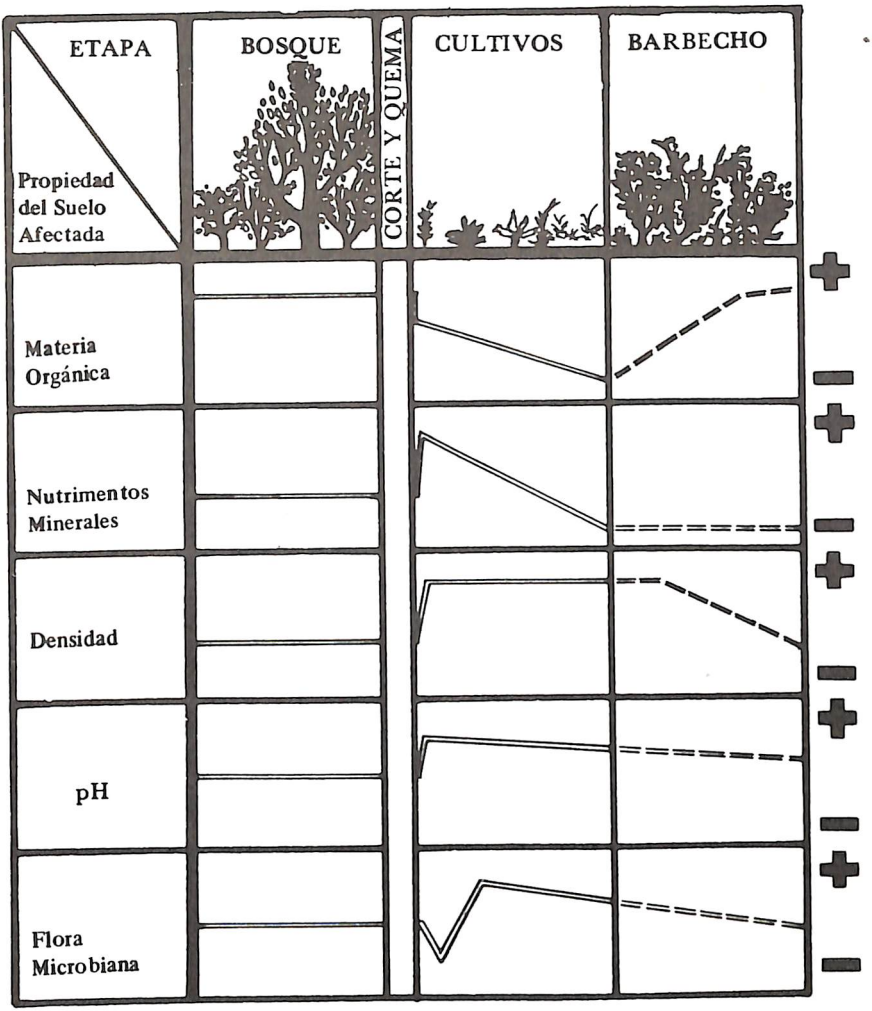


FIG. 3
Resumen gráfico del efecto de las quemas en algunas propiedades del suelo.

BIBLIOGRAFIA

1. Budowski, G. *Tropical savannas, a sequence of a forest felling and repeated burnings*. Turrialba, 6(1-2): 23-30. 1956.

2. DeBano, L. F. and Conrad, C. E. *The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem*. Ecology 59(3): 489-497. 1978.

3. ———, Mann, L. D. y Hamilton, D. A. *Translation of substances hidrophobic into seil by burning organic litter*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34(1): 130-133. 1970.

4. FAO. *Shifting cultivation*. Unasylva 11: 9-11. 1957.

5. Farnworth, E. G. and Golley, F. B. *Ecosistemas frágiles*. México, Fondo de Cultura Económica. 1977. 381 p.

6. Fassbender, H. W. *Experimentos de laboratorio para el estudio del efecto del fuego de la quema de restos vegetales sobre las propiedades del suelo*. Turrialba 25(3): 249-254. 1975.

7. Flogliata, F. A., Leiderman, J. y Matiussi, E. R. *Efectos de la quema de malhoja sobre la temperatura y flora microbiana del suelo*. Revista Industrial y Agrícola de Tucuman. 45(2): 27-53. 1967.

8. Fowells, H. A. y Stephenson, R. E. *Effect of burning on forest soils*. Science 38: 175-181. 1934.

9. Iwanami, Y. *Studies on burning temperature of grasslands*. Reports of the Institute of Agriculture Research, Tohoku University, 1973. 24: 509-705.

10. Meiklejohn, J. *The effect of bush burning on the microflora of a Kenya upland soil*. Journal of Soil Science, 6(1): 111-118. 1955.

11. Nissen, T. V. *Effects of straw burning on soil microflora*. Tidsskriff for Planteaul. 80(4): 547-555. 1976.

12. Norton, B. E. y McGarity, J. W. *The effect of burning of native pasture on soil temperature in northern New South Wales*. Journal

of the British Grassland Society. 20: 101-105. 1965.

13. Nye, P. H. and Greenland, D. J. *The soil under shifting cultivation.* Technnical communication No. 51. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, 1960. 156 p.

14. Orioli, G. A. and Curvetto, N. R. *The effect of fire on soil humic substances.* Plant and Soil. 50(1): 91-98. 1978.

15. Popenoe, H. *Effects of shifting cultivation on natural soil constituyents in Central America.* Thesis Ph. D., Gainsville, Univ. of Florida, 1960. 156 p.

16. Renbuss, M. A., et al. *Microbiology of an ashbed.* Proceeding of the Linnean Society of New South, 97(4): 402-310. 1973.

17. Rodríguez, A. *Efectos de la quema sobre los suelos de la serie Chinchiná, Colombia.* Boletín Informativo Cenicafé, pp. 34-46.

18. Sánchez, P. A. *Soil management under shifting cultivation. In –. A review of soils research in tropical Latin America.* Soil Science Department. North Carolina State University. 1972. pp. 62-92.

19. Savage, S. M. et al. *Substances contributing to fire-induced water repellency in soils.* Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36(4): 678-682. 1972.

20. Scholl, D. G. *Soil wettability and fire in Arizona chaparral.* Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39: 356-360. 1975.

21. Scott, V. H. *Relative infiltration rates of burned and unburned upland soils.* Trans Am. Geophys. Un. 37: 67-69.

22. ———, and Burgy, R. H. *Effects of heat and brusch burning on the physical properties of certain upland soils that influence infiltration.* Soil Sci. 82: 63-70. 1956.

23. Sharrow, S. H. y Wright, H. A. *Proper burning intervals for tobosagrass in West Texas based in nitrogen dinamics.* Journal of Range Management. 30(5): 343-346. 1977.

Management. 30(5): 343-346. 1977.

24. Smith, D. W. and Baues, G. C. *Loss of some elements in fly-ash during old-field burns in Southern Ontario*. Canadian Journal of soil Science. 54(2): 215-224. 1977.

25. Snedaker, S. C. and Gamble, J. F. *Compositional analysis of selected second-growth species in lowland Guatemala and Panamá*. Bio Science. 19(6): 536-538.

26. Suárez de Castro, F. *La quema como práctica agrícola y sus efectos*. Tesis Mag. Agr. IICA, 1956. 55 p.

27. United States Department of Agriculture (USDA). *Ecological effects of planned burning of sage brush grass range on the upper Sna e River Plains*. Technnical Bulletin No. 1075. 1953. 39 p.

28. Venezuela. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. *Conservación de suelos en zonas tropicales*. Trad. del francés por J. J. Castillo Castillo. Mérida, 1977. 120 p.

29. Witters, F. F. *La agricultura migratoria en América Latina*. Roma, FAO, 1971. 342 p.

30. Widden, P. and Parkinson, D. *The effects of a forest fire on soil microfungi*. Soil Biology & Biochemistry 7(2): 125-138. 1975.

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA *(1)*

Docentes Investigadores
Facultad de Agronomía, USAC.

L. Castañeda
V. Cabrera
J. González
J. M. Leiva

(1) Ponencia de la Facultad de Agronomía al III Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. Diciembre de 1982.



CONTENIDO

1. INTRODUCCION

2. ASPECTOS GENERALES DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA

3. SITUACION ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA

3.1 Tenencia y Distribución de la Tierra
3.2 Intensidad de Uso de la Tierra
3.3 Situación Actual del Recurso Bosque

Bosques de Latifoliadas. Bosques de Coníferas y Bosques Mixtos. Manglares. Cobertura Forestal Actual. Aprovechamiento e Industria Forestal (Industria Forestal. Situación Económica del Sector Forestal). Consideraciones en torno al Sector Forestal.

3.4 Situación Actual del Recurso Suelo

Aptitud de los Suelos. Susceptibilidad a la Erosión.

3.5 Situación Actual de los Recursos Hídricos

Aprovechamiento. Principales Problemas de los Recursos Hídricos. Planificación y Desarrollo de los Recursos Hidráulicos.

4. PERSPECTIVAS EN EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

RESUMEN

Se exponen en este trabajo las características generales de los recursos naturales renovables de Guatemala, con énfasis en los recursos suelo, agua y bosque.

Se discute sobre los principales problemas de su aprovechamiento. Se propone la integración de los esfuerzos de las distintas instituciones nacionales que actualmente están relacionadas con el manejo de dichos recursos, para la formulación y ejecución de planes nacionales de investigación en recursos naturales renovables, así como para la formación de personal capacitado en esta rama. Ambos aspectos se consideran necesarios para la solución de los distintos problemas derivados del aprovechamiento de los recursos naturales renovables que se hace actualmente.

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, inició en 1981, a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas, un programa de Investigación en Recursos Naturales Renovables. Considerando que las investigaciones en el país, en este campo se han desarrollado en forma dispersa y sin coordinación por diversas instituciones, se estableció la conveniencia de determinar, como paso inicial en dicho programa, la situación actual de los recursos naturales renovables, con la finalidad de establecer las prioridades de la investigación y formular, sobre esta base, un programa coordinado de investigación y manejo de los mismos.

Los objetivos generales de dicho trabajo son:

a. Determinar la situación actual de los recursos naturales del país con fines de planificación de la investigación.

b. Estudiar a nivel general los sistemas de recursos naturales renovables de Guatemala para detectar así, los principales problemas en el manejo de los mismos.

Por razones de espacio, en el presente documento se incluyen solo los aspectos más relevantes del mencionado diagnóstico, que en su tota-

lidad está siendo editado por el Instituto de Investigaciones Agronómicas.

1. INTRODUCCION

Recursos Naturales Renovables: según Gallopin citado por Castañeda (2) en un sentido amplio, recurso es un factor de existencia física que se requiere como insumo para un proceso productivo, incluyendo la subsistencia del hombre. En tanto ello ocurre, son recursos el suelo, el agua, el aire, el clima, las plantas, los animales y el hombre mismo. Un recurso natural es aquel que se encuentra o se extrae de la naturaleza. El Plan Maestro de los Recursos Naturales Renovables (1) lo define como *Todo aquello que existe en la naturaleza y que el hombre puede utilizar en su beneficio.*

Los recursos naturales se clasifican de diferentes maneras dependiendo del enfoque, la clasificación más generalizada es aquella que los divide en *renovables* y *no-renovables.* Los recursos naturales renovables son los que el hombre puede aprovechar y que tienen la capacidad de reproducirse o regenerarse natural o artificialmente, tales como: el suelo, la flora, la fauna; dichos recursos pueden ser, en principio, regenerables a un ritmo del mismo orden de magnitud que el de su uso (2).

Hasta la fecha, la utilización de los recursos naturales renovables en Guatemala se ha hecho en forma desorganizada, sin atender aspectos técnicos y científicos. Como producto de esta situación se manifiesta en extensas regiones del país, por una parte, un deterioro de estos recursos y, por otra, una sub-utilización de los mismos.

Este deterioro se evidencia en algunas regiones de manera espectacular y dramática; en otras es imperceptible para la mayor parte de la población por lo paulatino de su progreso, pero que sin embargo, puede estar en los límites del umbral ecológico.

Varias cuencas de la vertiente del Pacífico del país son un ejemplo del deterioro de los recursos suelo, agua y bosque, que ha tenido consecuencias dramáticas en el país. En dichas cuencas, la disminución de la cobertura vegetal y el mal uso del suelo ha provocado inundaciones y arrastre excesivo de sólidos en época lluviosa y bajos caudales en la época seca.

Numerosos ejemplos de sobre-explotación, explotación inadecuada y sub-utilización de los recursos suelo, agua y bosque pueden citarse. A pesar de esto, pocos intentos se han realizado en el país para optimizar la utilización de los recursos naturales renovables bajo el principio del rendimiento sotenido.

Teniendo en cuenta que, para la formulación del plan de manejo adecuado se debe partir del conocimiento de la estructura y funcionamiento de los sistemas de recursos naturales renovables, se considera necesario que se realicen esfuerzos que permitan conocer los recursos naturales del país a tal grado que este conocimiento constituya una base científica para el planteamiento de opciones de aprovechamiento de los mismos.

Actualmente el conocimiento de los recursos suelo, agua, flora, fauna, así como de sus interacciones, no es suficiente para el fin antes mencionado; al intentar reunir la información que sobre los recursos naturales renovables existe en el país, este diagnóstico pretende ser apenas un punto de partida para que, a través de la investigación, se lleguen a caracterizar cualitativa y cuantitativamente dichos recursos.

2. ASPECTOS GENERALES DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA

Guatemala es un país ubicado en la región sub-tropical del hemisferio norte. Tiene una extensión de 108,889 Km^2. Tiene fronteras con México, Belice, El Salvador y Honduras, y sus litorales se prolongan a lo largo de 170 Kms en el mar de las Antillas y 240 Kms en el Océano Pacífico.

Las variaciones altitudinales, que van desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 4,000 m de altitud, conllevan variaciones en las temperaturas medias. Estas variaciones, interactuando con la precipitación, que va desde los 400 mm hasta los 4,000 mm anuales, determina la existencia en el país de 11 zonas ecológicas (ver Cuadro No. 1).

La variabilidad de climas, suelos y altitud, es un factor importante en el tipo de vegetación que pueda desarrollarse y el tipo de manejo que debe darse a los recursos naturales renovables. Así mismo, esta variabilidad hace más complejo el conocimiento y el manejo de los diferentes

sistemas de recursos naturales renovables que tienen lugar en todo el territorio; pero también presenta la oportunidad de desarrollar diversos tipos de aprovechamiento de los mismos.

Cuadro No. 1

Zonas de vida de Guatemala según el sistema Holdridge. (Tomado de: René de la Cruz, Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala basada en el Sistema Holdridge, 1976).

	Area Total Cubierta	
	Km^2	% del total
Monte Espinoso Subtropical	1,110	1.02
Bosque Seco Subtropical	4,011	3.68
Bosque Húmedo Subtropical (templado)	12,733	11.69
Bosque Húmedo Subtropical (cálido)	25,417	23.34
Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido)	46,509	42.71
Bosque Muy Húmedo Subtropical (frío)	2,330	2.14
Bosque Húmedo Montano Bajo	9,547	8.77
Bosque Muy Húmedo Montano Bajo	5,447	5.00
Bosque Pluvial Montano Bajo	975	0.90
Bosque Húmedo Montano	100	0.09
Bosque Muy Húmedo Montano	710	0.65

De acuerdo a las características climáticas, topográficas y edáficas, gran parte del territorio nacional tiene vocación forestal, por lo que, el desarrollo de los recursos naturales renovables y en cierta medida, el desarrollo del país, debería girar en torno al aprovechamiento integral y sostenido del bosque. Sin embargo, la cubierta forestal disminuye rápidamente en todo el territorio nacional y el aprovechamiento de este recurso no ha sido, hasta la fecha, un factor importante en el desarrollo del país.

Esta situación ha provocado el deterioro notable y a veces dramático de los otros recursos naturales renovables, dada la función que desempeña el bosque como protector o regulador, especialmente del suelo y del agua. Por otro lado, debido al manejo que se da a los agrosistemas cercanos a los litorales, especialmente del Pacífico, los recursos marítimos están siendo amenazados seriamente.

Frecuentemente, el aprovechamiento de los recursos naturales renovables en el país se hace para satisfacer, a como de lugar, la demanda del recurso por parte del mercado (2) con el fin de obtener el mayor beneficio mercantil, a menos costo, en el menor tiempo posible, sin considerar la perpetuidad del recurso, es decir, su rendimiento sostenido.

De esta forma el beneficio derivado del aprovechamiento mencionado, abarca solo un pequeño sector de la sociedad; marginando de tal beneficio a amplios sectores de la sociedad actual y, posiblemente, a generaciones futuras.

Diversas instituciones realizan esfuerzos, hasta la fecha poco coordinados e insuficientes, para cambiar esta situación; entre ellas el Instituto Nacional Forestal (INAFOR), el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DIRENARE) y el Instituto Nacional de Electrificación (INDE). Uno de los principales problemas en el funcionamiento de estas instituciones, es la carencia de personal altamente calificado para la evaluación y manejo de los recursos naturales renovables, situación que se agudiza en el sector forestal.

Las Universidades del país, recién empiezan a contar con programas bien definidos de formación de un profesional capaz de resolver los problemas que plantea el manejo y conservación de los recursos naturales, entre ellos, se encuentra la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, que a partir de 1980 inició la carrera de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables.

3. SITUACION ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA

3.1 Tenencia y Distribución de la Tierra

Según Sebald-Manger (1971) se entiende por sistema de tenencia de la tierra a toda combinación de tipos de uso de la tierra que presente un patrón claro de relaciones económicas y sociales entre los varios grupos de personas implicadas en dicho uso.

Según el tercer censo nacional agropecuario (1979), en Guatemala se tienen 530,276 unidades productivas (fincas) de las cuales 524,990 son productores individuales. Las fincas restantes son propiedad de so-

ciedades, del Estado y un número reducido son fincas cooperativas (586).

En el cuadro No. 2 se presenta la distribución de la tierra, de acuerdo al tamaño de las explotaciones. Puede observarse cómo grandes extensiones de tierra están en manos de muy pocos propietarios y por otro lado, muchos propietarios extremadamente pequeños. Basta comparar el primer dato del cuadro con el último: solo 4 fincas abarcan una superficie de 122,318 Mz; mientras que 166,829 pequeñas fincas alcanzan a cubrir solo 78,984.5 Mz.

Según los datos apuntados en dicho cuadro, el 78 por ciento de los productores poseen sólo el 10.6 por ciento del total de tierras mientras que solo el 2.5 por ciento de los propietarios poseen el 65 por ciento de la tierra.

Cuadro No. 2
Distribución de la tierra según el tamaño de las fincas.

	Número de Fincas	Superficie en Manzanas*
Menos de 1 Mz.	166,829	18,984.5
1 Mz. a menos de 2 Mz.	121,184	164,200.2
2 Mz. a menos de 5 Mz.	128,125	381,128.9
5 Mz. a menos de 10 Mz.	51,492	340,059.7
10 Mz. a menos de 32 Mz.	40,129	706,859.3
32 Mz. a menos de 64 Mz.	9,076	402,370.2
1 Cab.** a menos de 10 Cab.	12,107	1,806,665.2
10 Cab. a menos de 20 Cab.	862	749,257.2
20 Cab. a menos de 50 Cab.	381	702,728.3
50 Cab. a menos de 100 Cab.	72	311,344.7
100 Cab. a menos de 200 Cab.	15	126,662.2
200 y más Caballerías	4	122,318.0

* 1 Mz. = 0.7 Has.
** 1 Cab. = 64 Mz. = 45 Has.

A esta situación debe agregarse que, según datos del mismo censo, gran parte de pequeñas fincas están ubicadas en tierras inapropiadas para la producción agrícola o tienen serias limitaciones para ello; sin embargo, por razones de subsistencia, los propietarios hacen uso de su tierra para cultivar productos alimenticios, especialmente granos básicos. De manera que, la distribución de la tierra, es uno de los factores importantes que determinan, por un lado, un problema de sobreexplotación de los recursos y, por el otro, una sub-utilización de los mismos.

3.2 Intensidad de Uso de la Tierra

Según el censo de 1950, de 5.3 millones de manzanas, 1.9 eran ocupadas por montes y bosques; 1.0 y 0.8 millones en pastos naturales y en tierras en descanso, respectivamente; es decir, que no se utilizaba el 61.5 por ciento de la tierra en las fincas y solamente se encontraban bajo cultivo 1.6 millones de manzanas, equivalente al 29 por ciento del total (Sebald-Manger, 1971).

En el censo de 1964, según Villacorta (1976), la tierra en fincas se distribuía de la siguiente manera:

	Superficie (Has.)
Total de tierras en fincas	3.771,196
Con cultivos anuales o temporales	675,833
Con cultivos permanentes	319, 419
Area de cosechas perdidas	357,817
Tierras en descanso	418,964
Tierras con pastos	1.051,946
Con montes y bosques	806,946
Tierras no utilizables	140,271

Según el estudio realizado por DIRENARE (1981), el 26 por ciento del territorio, equivalente a 1.481,569.89 Has es ocupado por pastos cultivados y bosque.

Estas cifras ponen de manifiesto la considerable disminución de la superficie forestal del país para dar paso a otro tipo de actividades, especialmente la agrícola y ganadera. El mismo estudio demuestra que otras áreas del país se encuentran simultáneamente cultivadas, siendo con

predominancia por cultivos anuales y perennes, pero en general, el uso de la tierra para 1981 se estimaba en 5.678,477.61 millones de hectáreas, cantidad que supera a la reportada en 1964.

Cuadro No. 3

Tendencias entre el uso de los recursos y la población.

	1950	1964	1979	2000 (1)
No. Habitantes	2.790,900	4.209,800	6.800,000	12.300,000
Area Total por Habitante	3.87	2.57	1.59	0.87
Area Agrícola por Habitante	1.63	1.08	0.67	0.40

* Suponiendo que el 42% del territorio nacional es de vocación agrícola (45,500 Km^2; estimación de Dutchover, 1975).

(1) Proyección de acuerdo a una tasa de incremento de la población del 3.3% anual.

Según el cuadro anterior, se observa que a partir de 1950 la presión de la población sobre los recursos naturales renovables ha sido bastante fuerte, a tal grado que para 1979 el área total por habitante y el área agrícola por habitante son de 1.59 y 0.67 hectáreas, cifras muy inferiores a las reportadas para 1950. De seguir esta tendencia, se espera para el año 2000 un área total y área agrícola por habitante menor a una hectárea. La estrategia sería entonces que para disminuir esta presión sobre áreas aún cubiertas de bosques para ser utilizadas en agricultura, debería de practicarse un tipo de agricultura intensiva para la obtención de alimentos y otros productos para la población, respetando los principios para el uso de la tierra.

3.3 Situación Actual del Recurso Bosque

Según las condiciones topográficas, climáticas y edáficas, se considera que más del 60 por ciento del territorio de Guatemala es básicamente tierra forestal (DIGESA-DIRENARE 1973).

Guatemala posee una gran riqueza en sus bosques y su manejo sobre bases científicas puede coadyuvar en la solución de problemas económicos, sociales y ecológicos. Existe una alta diversidad vegetal, desde el bosque sub-tropical lluvioso, hasta el bosque templado.

Del total de cobertura forestal se estima que, el 70 por ciento está conformada por bosques de latifoliadas, 20 por ciento de bosques de coníferas y 10 por ciento por bosques mixtos.

3.3.1 Bosques de Latifoliadas

Los bosques de latifoliadas se encuentran en las regiones cálidas y húmedas del país; existen dos regiones separadas: las tierras bajas del norte y la planicie de la costa del Pacífico. En ellas se encuentran numerosas especies forestales ampliamente distribuidas y con valores bajos de densidad, lo que hace que las condiciones para la extracción y transporte de productos forestales sea desfavorable. Las especies que han sido más explotadas entre muchas otras son: la caoba (*Swietenia humilis y Swietenia nacrophilla*), el cedro (*Cedrela mexicana*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), el ramón (*Brosimum alicastrum*). Es notable, en estos bosques la explotación incontrolada que se hace en el Petén, de madera de cedro y caoba que se exporta, sin beneficio alguno para el país y que amenaza con acabar con una de las pocas reservas mundiales de éstas maderas preciosas.

La planicie de la costa del Pacífico (que posee suelos volcánicos con aptitud para agricultura) ha perdido mucho del bosque original y actualmente son pocos los lugares que conservan la composición y estructura de ese tipo de bosques (INAFOR-IGN).

Las tierras bajas del norte están perdiendo su cobertura boscosa rápidamente, a causa de programas de colonización. De 1970 a 1975, fue destruido aproximadamente el 33 por ciento de los bosques latifoliados del Petén; se considera que, si ésta tendencia se mantiene, el resto quedará deforestado en el año 1995. Las implicaciones de la pérdida del recurso forestal en esta región, a causa de la habilitación de tierras para agricultura, son de gran magnitud ya que, debido a las condiciones climáticas y edáficas, la mayor parte de estos sitios no son capaces de sostener una agricultura permanente.

3.3.2 Bosques de Coníferas y Bosques Mixtos

Estos bosques se encuentran en las regiones montañosas, donde el relieve es generalmente escarpado y el clima es templado. Son menos diversos que los bosques latifoliados, de las tierras bajas húmedas y a pesar de que cubren menos área que éstos, son los mayores proveedores de madera para consumo interno.

Las especies más importantes de estos bosques son: en el Altiplano Occidental del país, con altitudes de 1,000 a 4,000 m.s.n.m., *Cupressus lusitanica, Pinus ayacahuite, Pinus rudis, Quercus sp. y Abies guatemalensis.* En el Altiplano Central que tiene altitudes de 410 a 2,000 m.s.n.m., *Pinus Pseudostrubus, Pinus maximinoi, Pinus montezumae, Cupressus lusitanica, Quercus sp. y Liquidambar stiraciflua.* En el Altiplano Oriental, que tiene altitudes de 80 a 1,600 m.s.n.m., los bosques de coníferas son dominados por *Pinus oocarpa.*

Estos bosques desempeñan un papel importante como regulador del ciclo hidrológico y como protector del suelo. Esto se debe a que dichos bosques están asentados en las partes altas y medias de la mayoría de cuencas del país; en éstas regiones, debido a las altas precipitaciones y a las pronunciadas pendientes que las caracterizan, al carecer de una cubierta vegetal apropiada que los proteja.

Al ser eliminada la cubierta boscosa, de las partes altas como ha ocurrido en la mayoría de cuencas del Pacífico de Guatemala, se ha reducido la infiltración y el almacenamiento de agua subterránea, ha aumentado la escorrentía superficial y el arrastre de suelo y otros sedimentos a las partes bajas de las cuencas.

3.3.3 Manglares

Estos bosques están localizados a lo largo de una franja angosta en la costa del Pacífico; están constituídas principalmente por *Rhizophora sp.* y *Avicenia sp.* Estas especies proporcionan madera dura para construcciones y leña y además proporciona las condiciones propicias para la reproducción del camarón y otras especies acuáticas.

3.3.4 Cobertura Forestal Actual

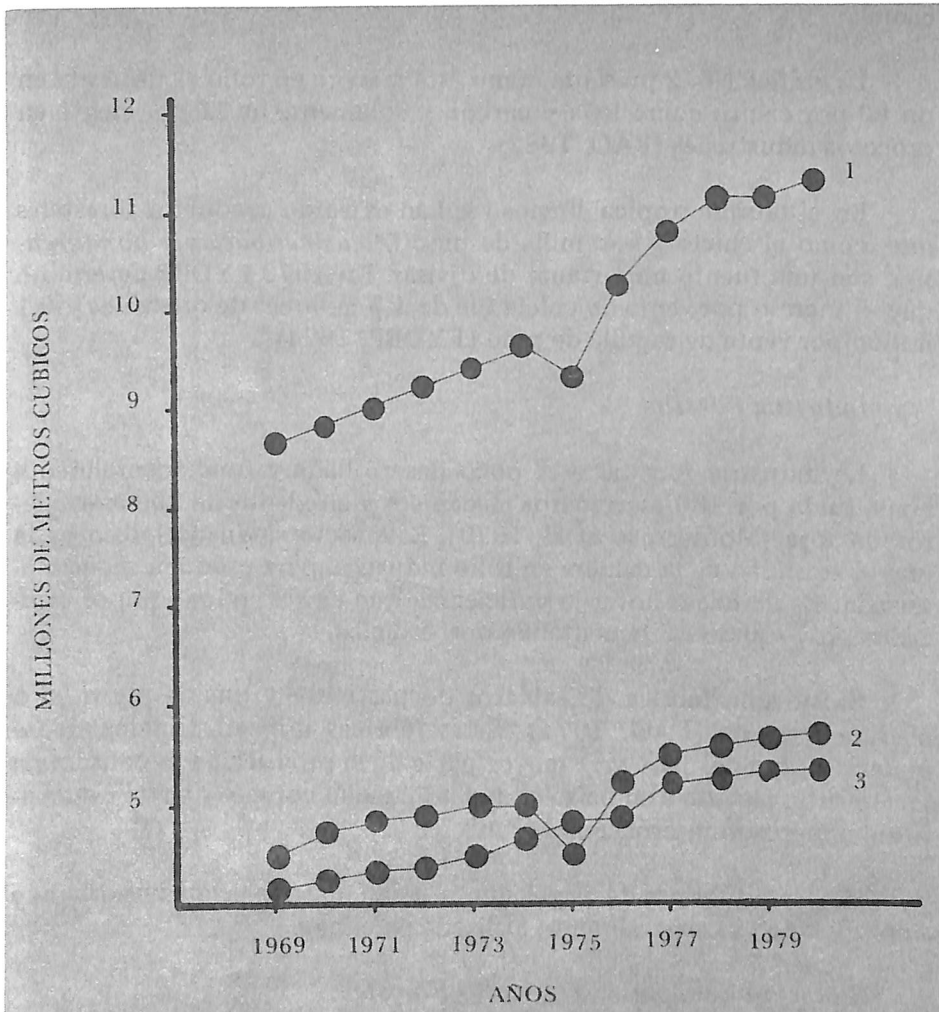
Algunas estimaciones sobre la cobertura vegetal se han hecho en años recientes. Mittak, citado por Castañeda (2), estimó que en 1950 el 64.7 o/o del territorio nacional estaba cubierto por bosque denso; para 1975, el mismo autor estima una cobertura boscosa del 36 o/o. Estos cálculos indican que, en 25 años hubo una reducción de casi un 50 o/o de bosques. El Instituto Nacional Forestal y el Instituto Geográfico Nacional (16,18) estimaron en 1981 una cobertura forestal de 4.3 millones de hectáreas, o sea el 39.6 por ciento del país, valor levemente superior al estimado por Mittak para 1975. Otros autores (2,7) han estimado valores menores que los anteriores para el porcentaje de cobertura vegetal.

3.3.5 Aprovechamiento e Industria Forestal

Hasta el momento, la explotación de los bosques se caracteriza por ser una extracción selectiva, en base a una selección económica de los árboles y sin inversión de recursos en la regeneración del bosque. No se aplican los conceptos básicos de la silvicultura, debido a diversos factores, lo que ha incidido en un mal aprovechamiento forestal.

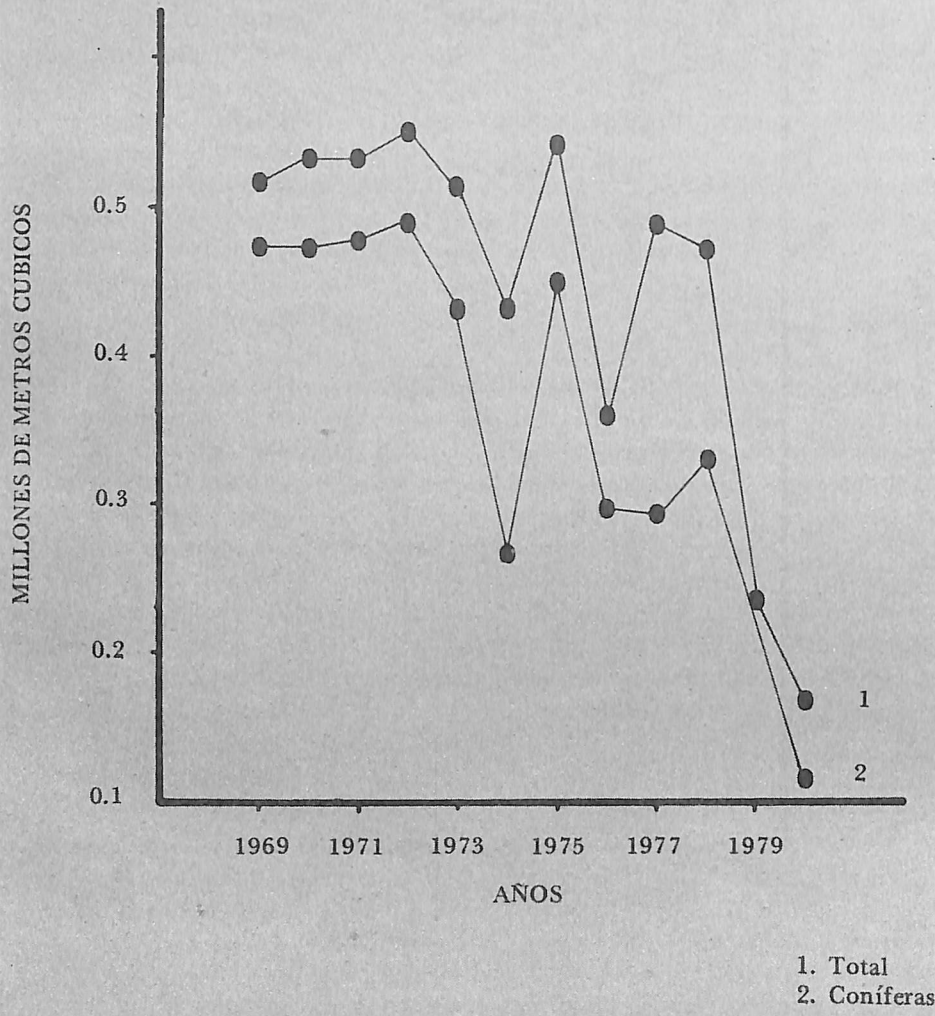
A lo largo de la historia el bosque en Guatemala ha sido una fuente de combustible, alimento, sustancias usadas en ceremonias y ritos religiosos, medicinas, etc. Actualmente la obtención de leña, carbón y madera constituyen los principales usos.

La gráfica No. 1, elaborada con datos publicados por FAO (1982), muestra que la extracción de madera en rollo (madera en estado natural) ha ido aumentando de 8.673 millones de metros cúbicos en 1969 a 11.231 millones en 1980; comparando estos datos con el total de volumen en pie y los datos aproximados de regeneración y crecimiento del bosque, se estima que la extracción está en un nivel inferior a la regeneración del recurso. Esto último nos indica que es factible alcanzar niveles mayores de atracción sin disminuír el volumen en pie, y que efectivamente *es la frontera agrícola la que en su avance ha ocasionado la disminución del recurso forestal*. A pesar de que las coníferas solo representan el 20 por ciento de la cobertura forestal, constituyen más del 50 por ciento de la madera en rollo. Además es de hacer notar que la madera latifoliada, alrededor del 90 por ciento está conformada por cedros y



GRAFICA I

Extracción de madera en rollo, expresada en valores totales, coníferas y latifoliadas.



GRAFICA IIb
Aprovechamiento de la madera en rollo para procesos industriales.

La gráfica No. 3 resume la situación del sector forestal, grandes cantidades de dinero son invertidas en la importación de productos forestales y los valores de exportación son reducidos.

3.3.6 Consideraciones en torno al Recurso Forestal

Dadas las consecuencias ecológicas y económicas del manejo actual del recurso forestal, enumeradas en los incisos anteriores, es evidente que deben tomarse medidas que conduzcan a contrarrestar dichas consecuencias. Tales medidas deben estar basadas en planes de manejo eficientes del recurso y respaldadas por una política que estimule la investigación científica forestal, la formación de recursos humanos, la industrialización de las materias primas forestales.

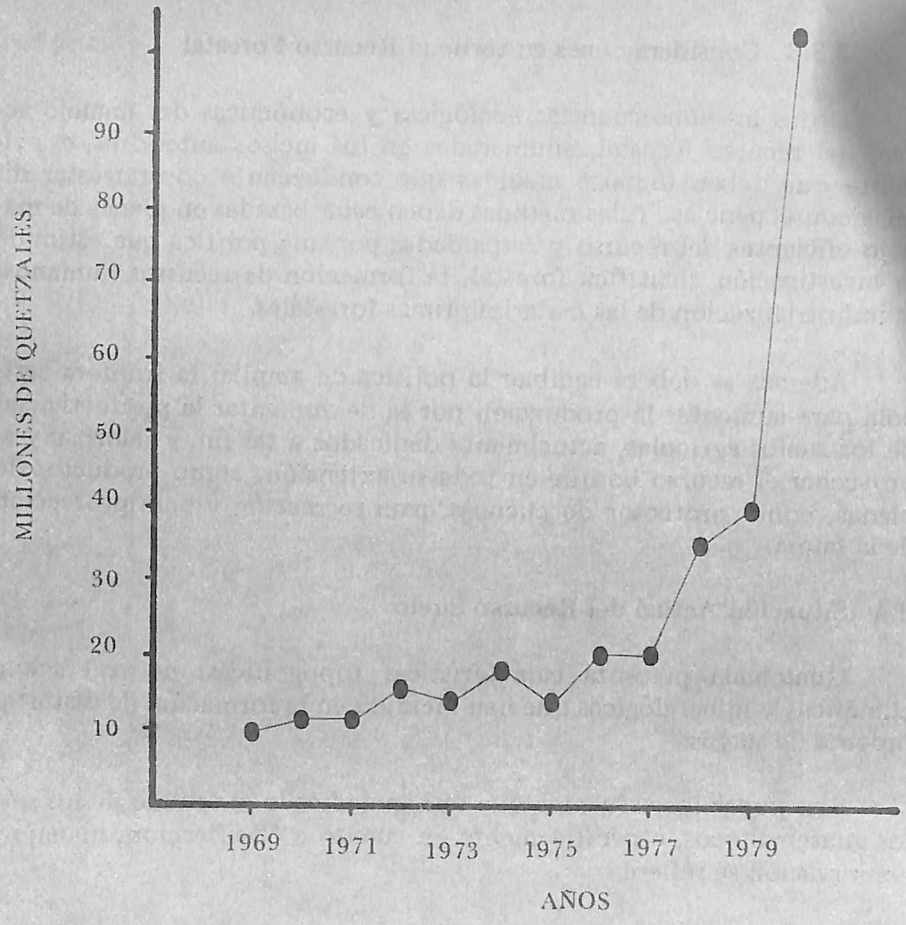
Además se deberá cambiar la política de ampliar la frontera agrícola para aumentar la producción por la de aumentar la productividad de los suelos agrícolas, actualmente dedicados a tal fin, y valorizar y aprovechar el recurso bosque en toda su extensión: como productos de bienes, como protector de cuencas, para recreación y para protección de la fauna.

3.4 Situación Actual del Recurso Suelo

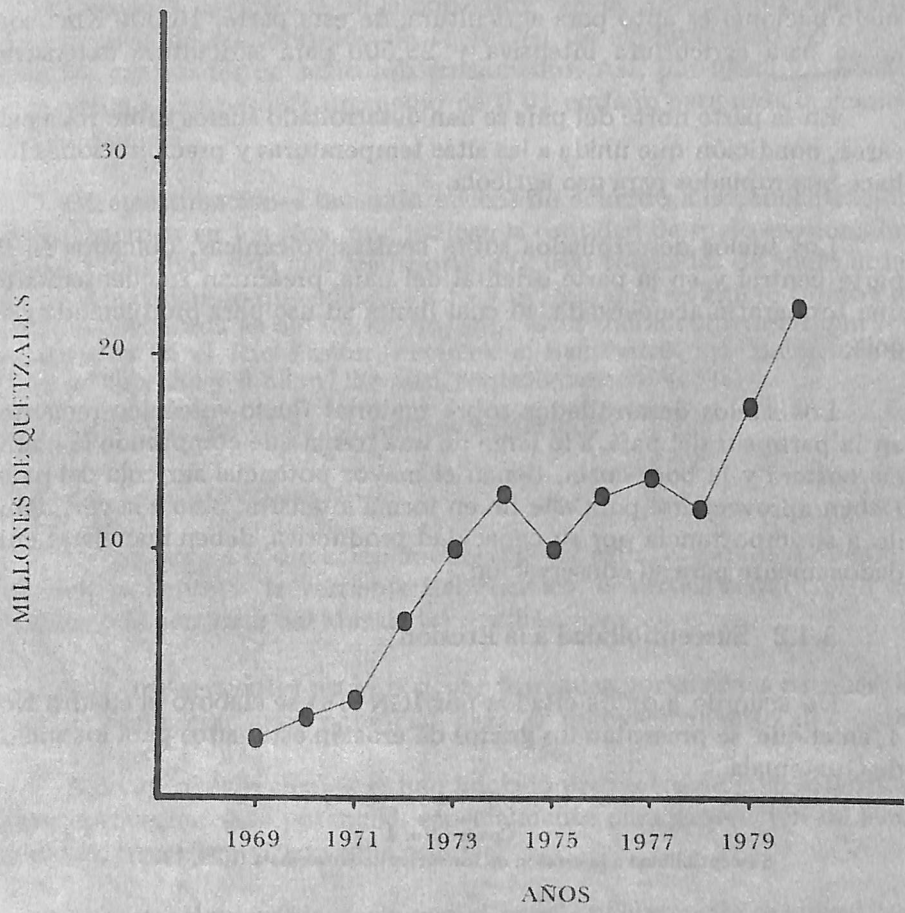
Guatemala presenta características topográficas, de vegetación, climáticas y mineralógicas que han incidido en la formación de distintos órdenes de suelos.

Son pocos los esfuerzos que se han dedicado al estudio de los suelos guatemaltecos, específicamente en cuanto a clasificación, manejo y conservación se refiere.

A nivel nacional solamente se ha realizado el estudio *Clasificación de reconocimientos de los suelos de la República de Guatemala*, realizado por Simmons, Tarano y Pinto en 1959. Además, se han realizado otros estudios a nivel regional con fines de riego, clasificación agrológica y forestal. También se han hecho clasificaciones en base a susceptibilidad a la erosión y porcentaje de pendiente (26).



GRAFICA IIIa
Valor de las importaciones de Productos Forestales



GRAFICA IIIb
Valor de las exportaciones de Productos Forestales

3.4.1 Aptitud de Suelos

Dutchover (7) señala que solo 45,500 Km^2 o sea 42 por ciento del suelo nacional es apto para agricultura; de esta parte, 16,000 Km^2 son aptos para agricultura intensiva y 29,500 para agricultura extensiva.

En la parte norte del país se han desarrollado suelos sobre roca calcárea, condición que unida a las altas temperaturas y precipitaciones los hace inapropiados para uso agrícola.

Los suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas, ubicados en la parte central y en la parte oriental del país, presentan frecuentemente una topografía accidentada, lo cual limita su uso para producción agrícola.

Los suelos desarrollados sobre material fluvio-volcánico reciente, en la parte sur del país, a lo largo de una franja que comprende la planicie costera y la boca-costa, tienen el mayor potencial agrícola del país. Deben aprovecharse para este fin en forma intensiva, pero a la vez, debido a su importancia por su capacidad productiva, deben manejarse cuidadosamente para su conservación.

3.4.2 Susceptibilidad a la Erosión

De acuerdo a datos citados por IGN (15) se elaboró el cuadro No. 4, en el que se presentan los grados de erosión estimados para los suelos de Guatemala.

Cuadro No. 4
Susceptibilidad a la erosión de los suelos de Guatemala (IGN, 1973)

Grado de Erosión	Extensión en Km^2	% del país
Ninguna	29,986	27.4
Ligera	4,801	4.4
Moderada	4,096	3.8
Alta	35,936	33.0
Muy Alta	32,691	30.1
Lagos y Cuerpos de Agua	1,379	1.3

Como puede apreciarse en el cuadro No. 4, el 63 por ciento de los suelos del país son alta o muy altamente susceptibles a la erosión.

Debido a la carencia de la cobertura vegetal apropiada y a la falta de prácticas de conservación de suelos en las explotaciones agrícolas, grandes cantidades de suelo son erosionados. Así, por ejemplo, Rossal (23) estimó una pérdida promedio de 0.01 cm/año para toda la cuenca del río Samalá.

Otras estimaciones han sido hechas de acuerdo a la concentración de sedimentos en los ríos, que indican la cantidad de suelo erosionado: el río Villalobos cada año transporta 372,000 toneladas de suelo al lago de Amatitlán, lo que equivale a 11.7 m^3/ha/año; en el Río Chixoy la erosión registrada es de 7.6 m^3/ha/año; estos datos contrastan con los registrados en el Río Pasión (Petén) y el San Pedro, los cuales son de 0.05 m^3/ha/año y 0.23 m^3/ha/año, respectivamente (13).

3.5 Situación Actual de los Recursos Hídricos

3.5.1 Aprovechamiento

De acuerdo a la dirección del drenaje del agua, el país está dividido en tres vertientes: la vertiente del Pacífico, la vertiente del Golfo de México y la vertiente del Mar de las Antillas.

Las tres vertientes están a su vez formadas por diversas cuencas, la mayor parte con gran potencial para el aprovechamiento del agua.

Solo en años recientes se han iniciado proyectos de gran magnitud para aprovechar éste potencial, especialmente para generación de electricidad, para riego y para agua potable.

En general se puede decir que el agua en Guatemala es abundante y poco utilizada.

A pesar del gran potencial hidroeléctrico existente, el 85 por ciento de la energía eléctrica es generada por termoeléctricas y plantas diesel y únicamente el 15 por ciento por hidroelectricidad. Recientemente se iniciaron una serie de estudios y se pusieron en marcha proyectos hidroeléctricos de gran envergadura (Chixoy, Aguacapa, Chulac) que re-

presentan una gran inversión para el país y un endeudamiento externo muy fuerte si se continúa con esta clase de proyectos.

La falta de una planificación sobre bases técnico-científicas en el pasado reciente, ha provocado que en la actualidad se cambie nuevamente de directrices, es decir se conciban nuevos proyectos hidroeléctricos.

Se han concebido pequeñas centrales hidroeléctricas que no cubren grandes extensiones inundadas y que están más acordes a la realidad económica e hidrológica del país.

Sin embargo, aún no se ha planificado el uso integral del agua, que incluya, además de la generación de energía, el riego, agua potable, la recreación y otros usos posibles.

El uso del agua para riego, se ha incrementado en los últimos años. Sin embargo aún existen grandes áreas potenciales para agricultura bajo riego. Por otro lado, es necesario aún, mejorar la eficiencia agronómica y económica del riego en los distritos en funcionamiento y superar los problemas sociales derivados de los mismos.

Actualmente se observan avances notables por parte del Instituto de Sismología, Vulcanología y Metereología, en el estudio de las aguas subterráneas de diversas regiones del país para su uso con fines de riego y agua potable.

3.5.2 Principales Problemas de los Recursos Hídricos

El aumento de la escorrentía superficial y la disminución de la infiltración y almacenamiento de agua en el suelo, como producto de la carencia de cobertura vegetal apropiada especialmente en las "cabeceras" de las cuencas; genera los problemas más notables.

Año con año se producen repentinamente grandes crecidas que provocan inundaciones desastrosas, especialmente en las cuencas de la vertiente del Pacífico.

En la época seca, escasea el agua en los ríos y en los almacenamientos subterráneos. Apenas recientemente, se empieza a valorizar el bos-

que como elemento regulador del recurso hídrico. Sin embargo, no se puede citar algún ejemplo de su manejo de cuencas bajo este principio; ni aún en las cuencas donde recién se han construido hidroeléctricas se han realizado acciones tendientes a mantener una cobertura vegetal que garantice la calidad del agua que llega a la represa. Al contrario, parece ser que con la apertura de nuevas vías de comunicación en dichas cuencas la deforestación aumenta a un ritmo mayor, que antes de la construcción de la hidroeléctrica.

3.5.3 Planificación y Desarrollo de los Recursos Hidráulicos

La formulación de las estrategias nacionales y regionales, a fin de configurar una política social y económica coherente; deberá estar en función de decisiones condicionales, que definen actos a realizar. Desde el punto de vista del aprovechamiento de las aguas, las estrategias deben plantearse en función de todas las circunstancias susceptibles de presentarse en el futuro.

La elaboración de una política nacional del agua debe basarse en los siguientes principios:

1. El agua no debe servir preferentemente a ningún grupo o grupos con exclusión de otros.

2. El aprovechamiento del agua debe enfocarse integralmente dentro del ciclo hidrológico y con los demás recursos naturales.

3. Para el uso del agua:

   a) Todos los usos son lícitos.

   b) Debe aplicarse los principios del uso razonable:

   — La maximización de su uso interfiere con otros.
   — No pueden maximizarse simultáneamente todos sus usos.
   — Debe llegarse a un compromiso entre los usos conflictivos.

   c) El consumo humano es prioritario pero el sistema de prioridades debe regionalizarse y ser flexible.

— En el largo plazo, el uso del agua debe normarse por el principio del uso razonable.
— En el corto plazo, por un sistema de deshechos de agua y permisos.

d) Debe incrementarse la eficiencia en el uso del agua.

e) El desarrollo del recurso debe ser planificado y abarcar todos los niveles (local, regional).

f) Debe propugnarse por una distribución geográfica nacional del agua.

g) El precio del uso del agua debe ser compartido por los beneficiarios mediante un sistema de distribución de costos.

h) Deben establecerse normas flexibles de calidad del agua.

i) Normarse la formulación y evaluación de programas y proyectos.

j) El recurso debe evaluarse continuamente y la política nacional del agua, adaptarse a los resultados de dichas evaluaciones.

k) Definir la participación de las diferentes instituciones y propugnarse por la superación constante de su personal a todos sus niveles.

En el plan maestro de los recursos naturales renovables de Guatemala (1975) fueron concebidos una serie de proyectos y subprogramas, de los cuales unos se han ejecutado parcialmente y otros están en su fase de control y ejecución.

Estos programas y proyectos son los siguientes:

1. La evaluación nacional por cuencas hidrológicas para obtener un inventario de los recursos hidráulicos.

2. El plan perspectivo sobre el uso del agua y recursos conexos

(suelo-bosque), para definir políticas y normas de utilización de éste recurso.

3. Programa nacional de prospección de aguas subterráneas y construcción de embalses.

4. Estudios de los efectos de contaminación sobre el potencial de pesca continental y marítima.

5. Ampliación de la red de datos metereológicos y fluviométricos.

Estos programas y proyectos se han desarrollado solo parcialmente debido a las complejas características del recurso agua y a la falta de integración institucional, al desarrollar paralelamente ciertas investigaciones, proyectos y programas creando con esto dualidad de esfuerzos.

Es también frecuente la ocurrencia de *cambios de directrices*; ésto es consecuencia de cambios a nivel direccional o de Gobierno o bien de planificaciones mal concebidas. Esto hace que se conciban nuevos proyectos que no están enmarcados en una planificación integral y permanente de los recursos hidráulicos.

4. PERSPECTIVAS EN EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

La potencial riqueza que puede derivarse del manejo adecuado de los recursos naturales del país, deberá contribuir a corto y mediano plazo a satisfacer las crecientes demandas de la población guatemalteca. Para que ésto se realice es indispensable que todas las instituciones que actualmente trabajan con los recursos naturales en el país coordinen sus diversos esfuerzos. Esta coordinación e integración es indispensable por cuanto, como se ha visto, los recursos interactúan entre sí, de tal forma que su problemática y manejo debe ser tratada en forma integral.

A corto plazo, bajo esta visión integradora deberá trabajarse en los siguientes aspectos:

a. Investigación

No existen a la fecha programas a nivel nacional coordinados para el estudio de los recursos naturales del país. A nivel institucional la investigación es atomizada y se realiza como base para desarrollar proyectos específicos. Recientemente se han logrado algunos avances por parte de algunas instituciones, especialmente en trabajos con sensores remotos aplicados a la determinación del uso potencial y uso actual de la tierra.

Entre las necesidades de investigación más evidentes a nivel nacional se tienen las siguientes:

- Investigaciones a nivel nacional sobre Silvicultura y Manejo de Areas Silvestres.
- Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- Manejo de Suelos y Aguas.

La Facultad de Agronomía ha iniciado recientemente un programa de caracterización de 3 cuencas del país y actualmente trabaja en una propuesta global para la investigación de riego y drenaje en Guatemala en la que se integrarán los esfuerzos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, la Dirección de Recursos Naturales Renovables, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola y las Universidades Privadas.

b. Formación de Recursos Humanos

Actualmente las Universidades de Guatemala recién empiezan a contar con programas bien definidos para formar profesionales especializados en el manejo de los recursos naturales renovables. Estos programas deben fortalecerse y reorientarse constantemente de acuerdo con las necesidades del país en el sector público y privado. A la vez, las instituciones públicas deberán llevar a cabo programas de formación profesional a distintos niveles, en coordinación con las instituciones de educación superior del país.

c. Estímulos y Marco Legal

Es necesario contar con políticas que estimulen la inversión en el

aprovechamiento de los recursos naturales renovables, respaldadas y reguladas por un marco legal adecuado que garantice no solo el aprovechamiento óptimo de los recursos, sino también su conservación. Se deberán crear los mecanismos de cooperación para que las instituciones de educación superior participen en la evaluación del impacto ecológico, social y económico de proyectos privados y estatales.



BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Bovay Engineers, Inc. *Estudio de Pre-factibilidad para un Plan Maestro de los Recursos Naturales Renovables de Guatemala.* CONAPLAN. Guatemala. 1975.

2. Castañeda, C. *El Hombre y los Recursos Naturales de Guatemala.* Primer Seminario Multiprofesional sobre Recursos Naturales Renovables de Guatemala. 1979. pp. 1-42.

3. Cetefor. *Programa para Manejo y Conservación de los Recursos Suelo, Vegetación y Agua de la región del Altiplano en Guatemala.* Ministerio de Agricultura, Guatemala. 1973. pp. 25.

4. De la Cruz, R. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala Basada en el Sistema Holdridge.* Instituto Nacional Forestal, Guatemala. 1976. pp. 24.

5. DIGESA-DIRENARE. *Resumen de Datos Importantes del Inventario Preliminar de los Recursos Naturales de Guatemala, C.A.* Ministerio de Agricultura, Guatemala. 1973.

6. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. *Uso actual de la tierra.* Ministerio de Agricultura, Guatemala. 1981. pp. 23.

7. Dutchover, J. T. *Guatemala, Land Use and Conservation.* 1975. Copias mimeografiadas.

8. FAO. *Análisis de Datos Estadísticos Forestales. Fortalecimiento del Sector Forestal.* Guatemala, 1974. pp. 19.

9. ——. *Introducción a la Planificación del Desarrollo Forestal.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1975. pp. 86.

10. ——a. *Análisis del Transporte Forestal basado en el Sistema Cable Aéreo.* Fortalecimiento al Sector Forestal, Guatemala, 1977. pp. 28.

11. ——b. *Estudio de Transporte Forestal en Bosques de Coníferas.* Fortalecimiento al Sector Forestal, Guatemala 1977. pp. 28.

12. ——. *Anuario de Productos Forestales, 1969-1980.* Roma, 1982. pp. 414.

13. García, L. *Informe de Guatemala a la Conferencia de Naciones Unidas –Mar del Plata– marzo de 1977.* Primer Seminario Multiprofesional sobre Recursos Naturales Renovables de Guatemala. 1979. pp. 79-95.

14. Holdridge, L. *Los Bosques de Guatemala.* Turrialba, Costa Rica, 1950.

15. IGN. *Atlas Nacional de Guatemala.* Guatemala s.p. 1972.

16. INAFOR-IGN. *Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Tierra.* Secretaría de Planificación Económica, Guatemala 1981. pp. 24.

17. INAFOR. *El Sector Forestal en la Economía de Guatemala.* Seminario FAO/SIDA sobre Planificación del Desarrollo Forestal para Planificación del Desarrollo Forestal para Países de Habla Hispana, Quito, Ecuador. 1975. pp. 37.

18. INAFOR-IGN. 1981. *Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Tierra*, Escala 1:5000,000. Memoria Explicativa. Guatemala. pp. 24.

19. Llaraudo, J. P. and G. Speidel. 1981. *Public Forestry Administrations in Latin America.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. pp. 178.

20. Monterroso, F., M. A. Aguilar y otros. 1979. *Los Recursos Naturales Renovables, su importancia económica y preservación.* Primer Seminario Multiprofesional sobre Recursos Naturales Renovables de Guatemala. pp. 192-215.

21. Morley, S. 1945. *Historia General de los Antiguos Mayas.* Enciclopedia Yucatenense, Vol. II. México. pp. 5-51.

22. Ponciano, I. *1979. Cubierta Arbórea de Guatemala (Primera Aproximación).* Primer Seminario Multiprofesional sobre Recursos Naturales Renovables de Guatemala. pp. 63-71.

23. Rossal, C. 1982. *Caracterización Preliminar de la Cuenca del Río Samalá.* Tesis Ing. Agr. Guatemala, Facultad de Agronomía,

24. Sebald-Manger, C. 1971. *Tenencia de la Tierra en Guatemala.* Vol. 2. Imp. Universitaria, USAC, Guatemala. pp. 395.

25. Simmons, C., J. M. Tarano y J. H. Pinto. 1959. *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala.* Edit. del Ministerio de Educación Pública "José de Pineda Ibarra", Guatemala. pp. 995.

26. Tobías, H. A. *Algunos Estudios de Suelos Efectuados en Guatemala.* Primer Seminario de los Estudios de Clasificación de los Suelos de Guatemala. Copias mimeografiadas. 1981. pp. 34.

27. Villacorta Escobar, M. *Recursos Económicos de Guatemala.* Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales, Facultad de Ciencias Económicas, USAC, 1976, (Colección Aula No. 19). pp. 15-69.

MONILIASIS DEL CACAO
Enfermedad de Importancia Cuarentenaria en Guatemala

Eduardo Arturo López C.(1)

---

(1) Ingeniero Agrónomo. Investigador del Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
El autor patentiza su agradecimiento a los Ingenieros Luis A. Castañeda y Edgar Martínez T. por la revisión del presente artículo.

I. INTRODUCCION

Guatemala ocupa el segundo lugar en producción de cacao en Centroamérica. Actualmente este cultivo se encuentra amenazado por una de las enfermedades más devastadoras, conocida como *Moniliasis del Cacao*.

En aquellos países donde ya existe la enfermedad, las pérdidas en cuanto a producción oscilan entre 40 y 80 por ciento, llegándose en algunos casos al abandono de las plantaciones, tal como está sucediendo en la Costa Atlántica de Costa Rica (2,9), y como sucedió en plantaciones del Ecuador (ver Fig. No. 1).

Actualmente se estima que en Guatemala existen 3,800 hectáreas de cacao, con un rendimiento promedio de 400 kg/ha de grano seco; ésto significa una producción nacional de 1,520 toneladas métricas. Con la aparición de la moniliasis en el país y tomando en cuenta las pérdidas que ha ocasionado en otros lugares, la producción podría verse disminuida en un 60 por ciento, lo cual significa la pérdida de 912 toneladas métricas de cacao seco, que con los precios actuales equivale a Q.1,300,-000.00. Tomando en cuenta éstas estimaciones se infiere la necesidad de reforzar las medidas cuarentenarias vigentes.

II. HISTORIA

Inicialmente se llamó a la Moniliasis *Enfermedad de Quevedo*, por ser éste el lugar donde se conoció por primera vez (1,7). Otros nombres se han originado principalmente de los síntomas o signos de la enfermedad, tales como: helada, hielo, ceniza, pudrición acuosa, mal palúdico, polvillo, pringue y pasmo (2,6,10).

Al inicio se creía que ésta enfermedad se podía deber a falta de Nitrógeno en el suelo, o bien a las heladas; pero Martínez (12) en 1916, estableció que la enfermedad debía ser de origen Criptogámico. En 1918, Rorer (13), identificó al hongo como del género Monilia. En 1933, Ciferri y Parodi, citados por Díaz (9), describieron las principales características morfológicas y fisiológicas del hongo, al cual clasificaron como *M. roreri* Cif. y Par., perteneciente a la clase Deuteromicetos, orden Moniliales, Familia Moniliaceae, género Monilia y especie roreri.

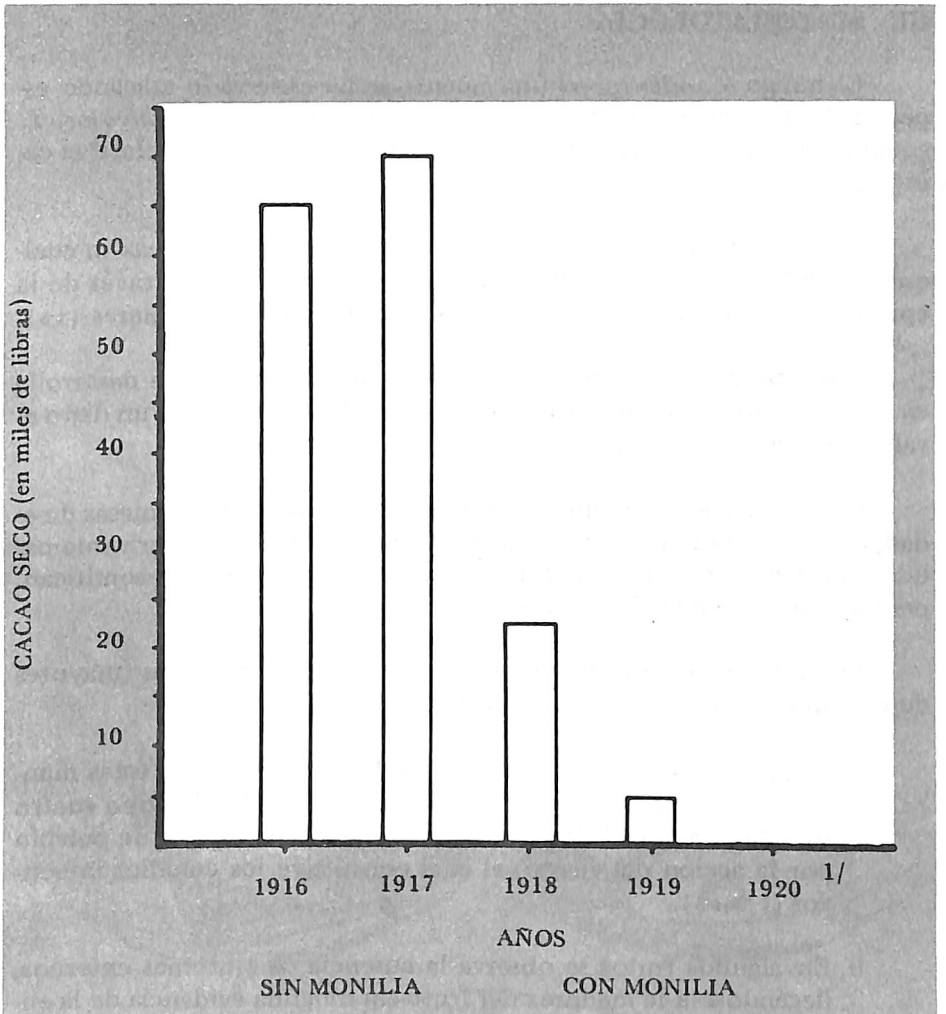


FIG. 1
Efecto de la moniliasis sobre la producción de cacao en una plantación de Ecuador (adaptado de Rorer, 1926).

1/ Se llegó al abandono de la plantación, posteriormente fue substituida por banano.

III. SINTOMATOLOGIA

El hongo *Monilia roreri* únicamente se ha observado atacando especies de *Theobroma* y *Herrania*, tales como *T. cacao, T. bicolor, T. grandiflora* y *H. baloencis, H. nitida* y otras, pero parece preferir el cacao (4).

El hongo muestra alta capacidad de atacar a las mazorcas en cualquier estado de desarrollo, penetrando en forma directa a través de la epidermis, principalmente por la base de los pelos glandulares (15).

Los frutos jóvenes son los más infectados; el hongo se desarrolla en la parte interna y los síntomas se observan cuando existe un daño avanzado (2,9,10).

Cuando las esporas infectan mazorcas menores de tres meses de edad, éstas presentan deformaciones en forma de *jibas*, de color verde pálido y brillante, éstos frutos posteriormente se necrosan y se momifican, permaneciendo adheridos al árbol (13).

Los principales síntomas observados en mazorcas adultas (mayores de tres meses de edad) son los siguientes:

a. manchas pardas al inicio, más tarde aparecen sobre éstas manchas un estroma de color blanco, el cual al cabo de dos a cuatro días se torna de color cremoso, soltando una especie de polvillo por la acción del viento, el cual constituye los conidios infectivos (1,2,15)..

b. En algunos frutos se observa la ausencia de síntomas externos, llegándose a la madurez del fruto sin ninguna evidencia de la enfermedad, pero en el interior de la mazorca se presenta el daño. Estas mazorcas generalmente son más pesadas que las normales (2).

c. Agrietamiento de los frutos: aunque no es común en todos los cultivares, se han encontrado frutos presentando éste síntoma, tanto en infecciones naturales como en inoculaciones (14). En la figura No. 2 se observa la secuencia de síntomas que se presentan conforme avanza la enfermedad. La figura No. 3 muestra una mazorca con 6 a 7 meses de haberse infectado.

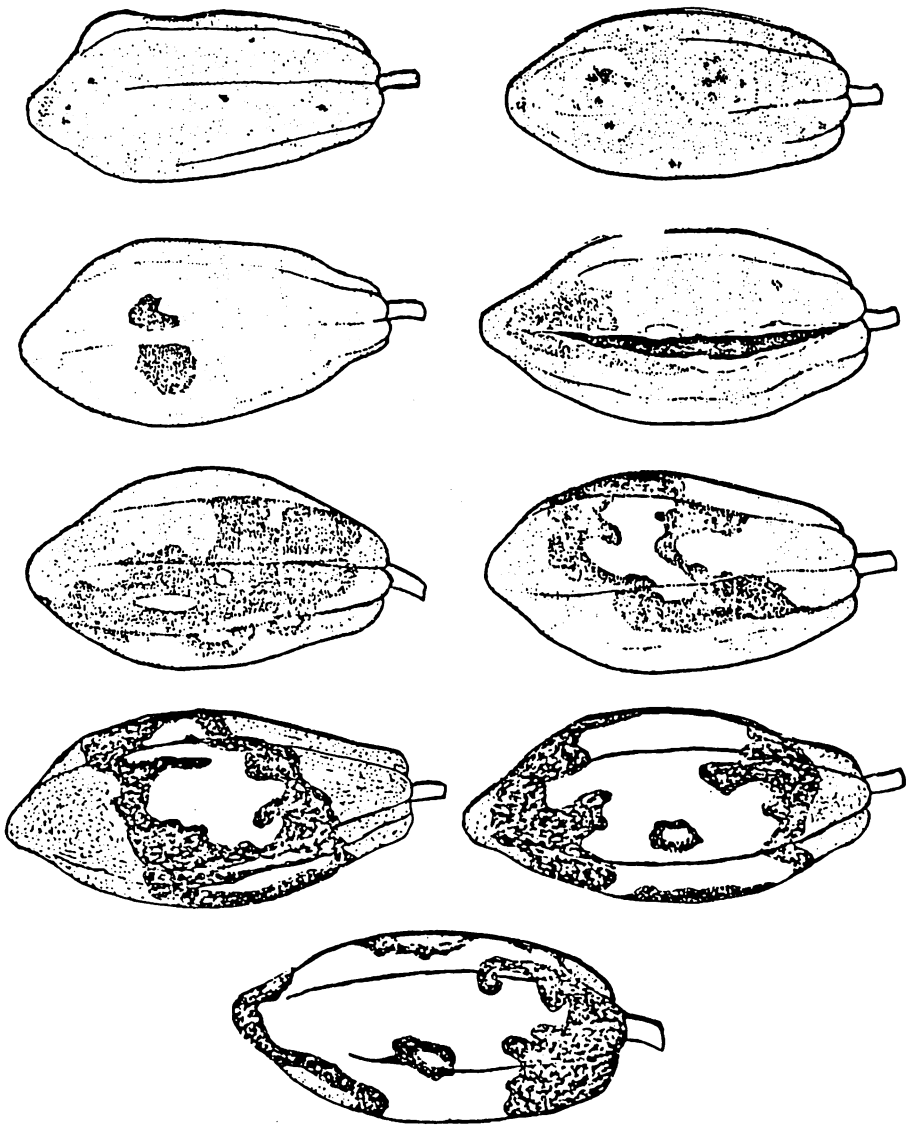


FIG. 2
Principales síntomas de la Moniliasis del Cacao. Adaptado de la escala de severidad externa utilizada por Sánchez (14).

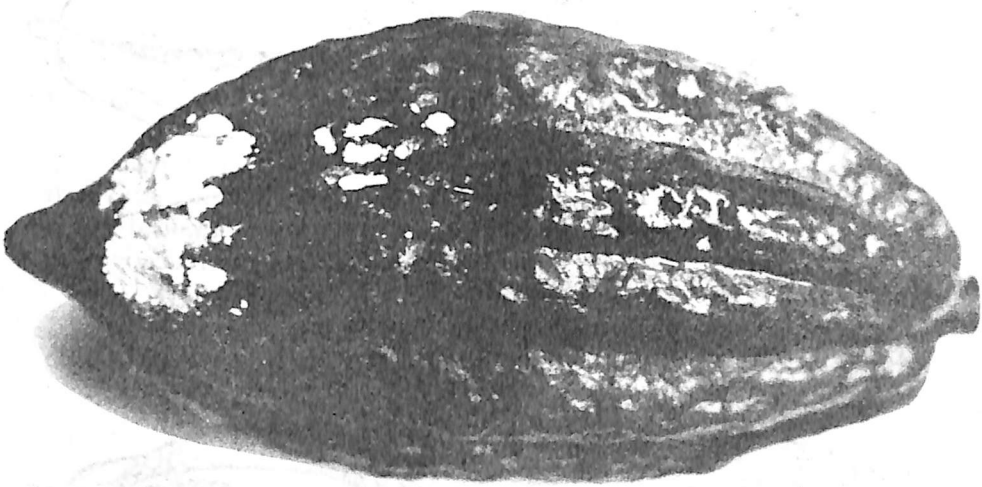


FIG. 3
Fruto de cacao con daño severo, ocasionado por *Monilia roreri*. Se observa el estroma constituido por la mancha blanca. (Fotografía tomada en la Finca La Lola de CATIE, Costa Rica 1982).

IV. EPIDEMIOLOGIA

El mayor daño de la enfermedad se presenta en la estación lluviosa, cuando las condiciones de humedad son óptimas para la germinación de las conidias y la penetración posterior de las hifas a través de la epidermis (5,9).

Temperaturas bajas (alrededor de 22°C) favorecen la enfermedad, manteniendo la turgencia de las conidias y a la vez favoreciendo su germinación; la temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad oscila entre 25 y 28°C (5,15).

Estudios recientes han establecido que las conidias son capaces de dispersarse hasta 30 m a favor de las corrientes de aire y 18 m en sentido contrario, ello le permite a la enfermedad un amplio radio de infección (11).

La sombra juega un papel importante en la incidencia de la enfermedad; aunque no existen datos concretos, se ha establecido que un manejo adecuado de la sombra aunado a otras medidas, pueden llegar a ser un buen método de combate de la enfermedad, sobre todo por su bajo costo.

V. METODOS DE COMBATE

En Guatemala, por estar libre de la enfermedad, las medidas deben de estar enfocadas a evitar su introducción. En los países donde se ha establecido la enfermedad se están llevando a cabo estudios tendientes a encontrar métodos efectivos de combate.

Los principales métodos de combate utilizados son:

a. Combate Cultural

Debido a que la Moniliasis tiene su efecto localizado en los frutos, el combate con medidas culturales es factible. Aunque muchas veces el resultado de las medidas culturales no se obtiene en forma inmediata, el bajo costo de su aplicación las hace atractivas para el productor.

Se ha podido comprobar que los cuidados culturales de: elimina-

ción de chupones, podas semestrales, remoción semanal de frutos enfermos, drenajes, reemplazos de árboles muertos y tres deshierbas anuales reduce la incidencia de la enfermedad, principalmente el segundo año; incrementándose la producción en las parcelas que reciben este tratamiento (3,6).

En Colombia y Ecuador es muy utilizado el combate de la moniliasis mediante prácticas culturales, habiendo mostrado ser efectivo y sobre todo de bajo costo (3,6,8,9).

b. Combate Químico

El mayor problema del combate químico es: poner el producto fungicida en el fruto de tal manera que cuando se produzca la llegada de las conidias o su germinación, éste actúe eficazmente; para ello se requiere de equipos con la suficiente presión de salida del producto de manera que alcance los frutos localizados en las partes más altas.

Se ha podido observar que la aplicación de fungicidas ha incrementado la producción en forma significativa, lo cual se atribuye al saneamiento general del follaje, al disminuir el daño ocasionado por otras enfermedades tales como Antracnosis y Diplodia, y propiamente no al combate de la Moniliasis (3,6,8).

El combate químico en éste caso y bajo las actuales circunstancias del cultivo, se considera antieconómico, por los precios de los fungicidas y su aplicación.

c. Combate por Resistencia

El combate por resistencia se considera la mejor alternativa a largo plazo; existe una gran diversidad genética en las poblaciones de cacao en donde es factible encontrar genes de resistencia, tanto vertical o monogénica, como horizontal o poligénica.

En Ecuador se han llevado registros de producción e infección natural de la enfermedad, pudiéndose observar que los cultivares *EET-396*, *EET-36* y *ICS-48* presentaron baja incidencia de la enfermedad; los cultivares *EET-114* y *EET-96* se destacaron por sus altos rendimientos y a la vez por una baja infección.

Sánchez (14), en un esfuerzo por establecer una metodología adecuada para detectar cultivares resistentes a Moniliasis, estimó que para inoculaciones artificiales, 10^5 conidios por mililitro es una concentración adecuada, sin embargo, señala que para cultivares muy susceptibles ésta concentración podría resultar alta, especialmente si las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de la enfermedad.

En una evaluación de clones de cacao resistentes a moniliasis, llevada a cabo con 35 materiales promisorios en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en 1982, se estableció la siguiente clasificación:

1.	Cultivares Resistentes (con incidencia menor a 34%)	CC-210 EET-59 EET-48 CC-266
2.	Cultivares Tolerantes o de reacción mixta (con baja severidad interna o incidencia media)	EET-400, UF-613 SPA-11, SPA-9 EET-338, EET-397 UF-11
3.	Cultivares Moderadamente Susceptibles	SCA-6 CC-114 CC-182 Catongo
4.	Cultivares Susceptibles	CC-211, CC-224 UF-672, UF-701 SCA-12, y CATIE-1000
5.	Cultivares muy susceptibles	UF-677, UF-667 UF-650, Pound-7 SGU-69, UF-29

Actualmente se está enfocando la búsqueda de resistencia a moniliasis de tal manera que incluya materiales que han mostrado resistencia a otras enfermedades, tales como: *Phitophtora* y *Ceratocystis*.

VI. MEDIDAS QUE EVITEN LA INTRODUCCION DE LA ENFERMEDAD

En Guatemala, por tener el privilegio de estar libre de ésta enfermedad, las principales medidas deben estar dirigidas, en primer lugar, a evitar su introducción y, en segundo, a la tecnificación del cultivo.

Medidas Cuarentenarias

1. Evitar la introducción de frutos del género *Theobroma* y *Herrania*, en vista que es en ellos que se desarrolla la enfermedad.

2. Cuando se requiera la introducción de semillas mejoradas (híbridos), ésta debe ser certificada por un organismo competente y además pasar a un lugar de cuarentena, dentro del país, donde deberá pasar las primeras etapas de su desarrollo, tales como semillero y almácigo.

3. Inspecciones periódicas (cada cuatro meses) en las zonas cacaoteras, con el propósito de detectar focos de infección.

4. Instruir a los productores de cacao para que avisen de inmediato en el caso de aparecer enfermedades no comunes en sus plantaciones.

VII. TECNIFICACION DEL CULTIVO

Actualmente la tecnología usada en Guatemala en cuanto al cultivo de cacao se encuentra estancada, con muchos años de retraso en la investigación de nuevas técnicas. Esto es el fruto de la falta de una política definida en cuanto al cultivo.

El Ministerio de Agricultura a través de la Estación de Fomento *Los Brillantes*, durante muchos años ha dedicado recursos al fomento del cultivo pero ha dado poco énfasis a la investigación y a la difusión de técnicas modernas de manejo del cultivo. En otros países donde se ha seguido una política definida y se han mantenido a la vanguardia en la tecnificación del cultivo, se están propagando materiales híbridos, que son el resultado de cruzas simples entre clones altamente rendido-

res y con buena habilidad combinatoria. Entre las principales ventajas atribuidas a éstos materiales se menciona: precocidad (inicio de producción a los tres años después de haber sido sembrados en el campo) y altos rendimientos, los cuales llegan a los 1,000 a 1,400 kg/ha/año, habiéndose reportado rendimientos hasta de 2,000 kg/ha/año.

El Centro de Agricultura Tropical *Bulbuxyá* de la Facultad de Agronomía USAC, ha introducido materiales híbridos procedentes de CATIE, Costa Rica, los cuales están en proceso de adaptación y observación de comportamiento bajo éstas condiciones. A la vez, se han introducido los progenitores de manera que cuando se compruebe su alto rendimiento puedan ser producidos en nuestro país mediante polinización artificial.

La tecnificación del cacao es una labor a largo plazo y requiere de una serie de estudios entre los cuales se destaca por su importancia, el establecimiento de dosis óptimas y épocas adecuadas de fertilización, así como el estudio de métodos adecuados de combate de plagas y enfermedades. A la par de todo ésto deben tomarse, a nivel de gobierno, otras medidas colaterales que estimulen al productor. Actualmente no existe una línea de crédito para el cultivo, por lo que se requiere de crédito a bajo interés y con un período de gracia no menor de cuatro años. Además deben tomarse medidas tendientes a mejorar los canales de comercialización, en vista que actualmente el mercado se encuentra dominado por los intermediarios.



BIBLIOGRAFIA

1. Ampuero, E. *Monilia pod rot of cacao.* Cacao Grower's Bulletin 9:15-18. 1967.

2. Barros N., O. *Investigaciones sobre el hongo Monilia roreri Cif. Par., causantes de la pudrición acuosa de la mazorca del cacao: sus daños y su control.* El Cacaotero Colombiano 3:42-52. 1977.

3. ———. *Valor de las prácticas culturales como método para reducir la incidencia de Monilia en plantaciones de cacao.* Agricultura Tropical (Colombia), 22:605-612. 1966.

4. ——— y Sánchez L., J. *Un método de aislamiento del hongo Monilia roreri Cif. y Par.* El Cacaotero Colombiano 11:27-40. 1979.

5. Campuzano, H. *Fluctuaciones de la población de esporas de Monilia roreri y su viabilidad durante un ciclo completo de afección. In* Resúmenes de la Conferencia Internacional de Investigaciones en Cacao 8a., Cartagena, Colombia, 18-24, Octubre 1981. Cartagena, Colombia. sp. (Resumen).

6. Cubillos A., G. y Aranzazu H., F. *Comparación de tres frecuencias de remoción de frutos enfermos en el control de Monilia roreri Cif. y Par.* El Cacaotero Colombiano, 8:27-34. 1979.

7. Delgado A., J. C. y Echandi, E. *Evaluación de la resistencia a la Monilia roreri Cif. y Par. en algunos clones de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue. In* InterAmerican Cocoa Conference, 8th., Trinidad and Tobago, 1960. Proceedings. Trinidad, Government Press, 1960. pp. 184-192.

8. Desrosiers, R. y Díaz M., J. *Efecto de diversos fungicidas en el combate de la podredumbre de las mazorcas causada por Monilia.* Agricultura Tropical (Colombia). 11(9):759-763. 1955.

9. Díaz M., J. *Observaciones sobre la incidencia de Monilia del cacao en Ecuador.* Turrialba, 7(4):95-99. 1957.

10. Enríquez, G., Salazar, G. y Paredes, L. A. *Monilia, una nueva enfermedad que afecta el cacao de Costa Rica en la zona de Cahuita*, Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Programa de Plantas Perennes, 1979. 9p.

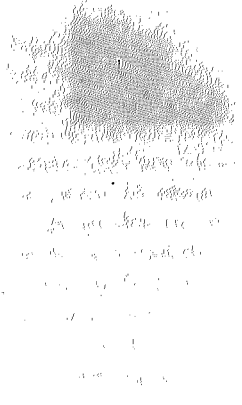
11. Green, M. J. *Estudios sobre Monilia roreri adelantados en Caldas, Colombia*. El Cacaotero Colombiano. (2):25 (información técnica).

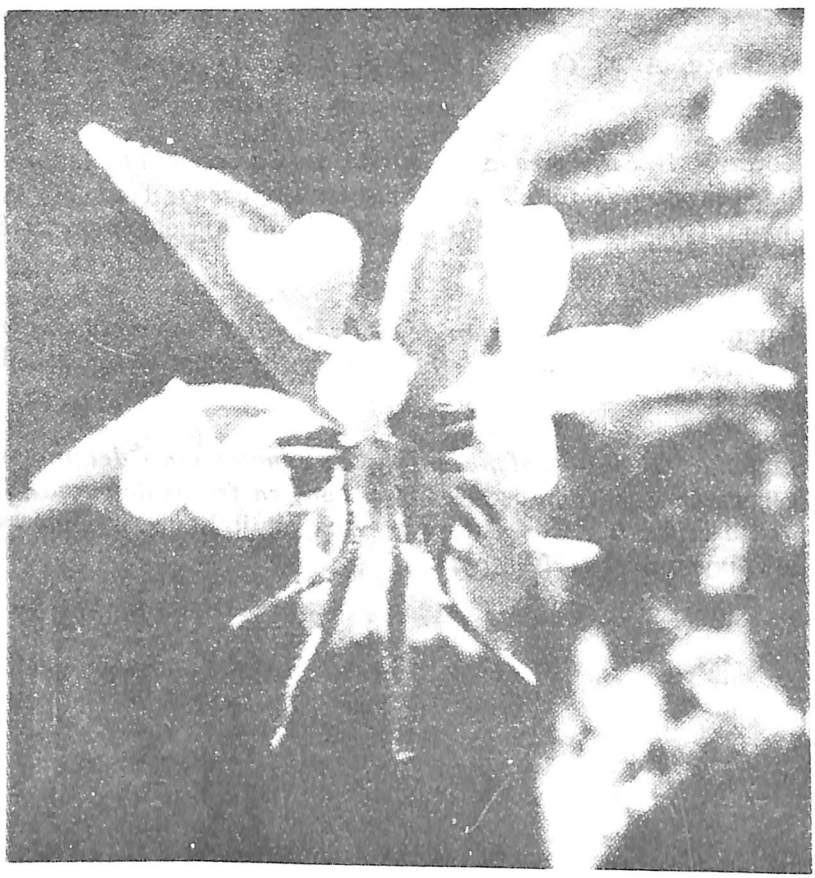
12. Martínez, A. N. *Circular No. 6 de la Quinta Normal de Ambato*. 1916. sp.

13. Rorer, J. B. *Enfermedades y plagas del Cacao en el Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo del cacao*. Trad. por A. Pachano. Guayaquil, Ecuador, Asociación de Agricultores. 1918. pp 17-40.

14. Sánchez L., J. A. *Reacción de cultivares de Cacao a la Inoculación Artificial con Monilia roreri*. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. 1982. 55 pág.

15. Suárez, C. *Estudio del mecanismo de penetración y del proceso de infección de Monilia roreri Cif. y Par., en frutos de cacao (Theobroma cacao L.)*. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil, 1971. 54 págs.





notas técnicas

chile

ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DE LA MARCHITEZ DEL CHILE PIMIENTO (*Capsicum annum*) EN EL ORIENTE DE GUATEMALA

Ing. Agr. Julio René Morales

Este estudio se realizó con el objetivo de determinar la etiología, incidencia, distribución de la marchitez del chile pimiento en el oriente de Guatemala. Se encontró que los patógenos responsables son: *Solerotium rolfsii* y *Phytophthora capsici* . Se encontró asociada una especie no patógena de *Fusarium* .

La incidencia de la enfermedad osciló entre 8.6 o/o en el departamento de Guatemala hasta 55.83 o/o en el departamento de El Progreso.

Además de los anteriores departamentos se encontró en Jutiapa, Zacapa y Chiquimula donde se cultiva el chile pimiento en gran escala.

maíz

TOLERANCIA DE LA PLANTA DE MAIZ A LA PERDIDA DE SU AREA FOLIAR EN DIFERENTES ETAPAS DE CRECIMIENTO

Ing. Agr. Joel David Calderón

Del 20 de abril al 20 de agosto de 1982, en la hacienda El Milagro, Patulul, departamento de Sacatepéquez, en el sur de Guatemala, se realizó un ensayo de defoliación en tres materiales genéticos de maíz. Se eliminó el 100 o/o del área foliar cuando tenían las plantas 0.50 y 1 m de altura, el 50 o/o del área foliar se eliminó cuando tenían 1 m, cuando emergió la flor masculina y cuando el grano estaba en estado lechoso. La defoliación se hizo solamente en las hojas superiores o inferiores, así como en todas las hojas. De los resultados se concluyó que la planta de maíz puede perder sus hojas inferiores en cualquier etapa sin afectar el rendimiento. Si pierde la mitad del número total de hojas todas localizadas en la parte superior en las etapas de 1 m de altura y grano lechoso, si se afecta el rendimiento, lo mismo sucede si se defolia el 50 o/o de todas las hojas en el período de emergencia de la flor masculina. Los rendimientos más bajos se obtuvieron cuando se defolió 100 o/o en cualquier etapa.

cardamomo

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA VIROSIS DEL CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*) EN GUATEMALA

Ing. Agr. Franz Hentze P.

La enfermedad mosaico del cardamomo se encuentra difundida por toda la costa sur de Guatemala y su presencia constituye una amenaza para la producción de cardamomo en el país.

El agente causal de la enfermedad es un virus de varilla flexible, similar al virus que causa el mosaico en jenjibre rojo (*Alpinia purpurea*). El virus mosaico del cardamomo (VMC) no se transmitió por: savia infectiva, cuchilla de corte, injerto, suelo contaminado con el VMC ni por la semilla botánica. El insecto vector es el áfido oscuro *Pentalonia nigronervosa*. Este insecto tiene preferencia para colonizar y alimentarse en plantas de jenjibre rojo (*A. purpurea*) y en dragón rojo (*Dracaena cordiline*). El virus que causa la sintomatología de mosaico en jenjibre rojo no se logró transmitir con *P. nigronervosa* de jenjibre rojo enfermo a cardamomo sano ni viceversa. No se observaron inclusiones virales utilizando las técnicas de coloración: Rosa de Bengala y verde de Metilo-Rodamina B. Tampoco se encontró resistencia al VMC en 5 clones o materiales genéticos evaluados.

hongos

EVALUACION DE MEDIOS DE CULTIVO PARA LA REPRODUCCION MASIVA DEL ENTOMOPATOGENO *Beauberia bassiana*

Ing. Agr. E. A. Rodas

El hongo *Beauberia bassiana* parasita y mata con bastante eficiencia principalmente a la broca del café. Con el objetivo de encontrar el mejor medio para el incremento del inóculo y poderse usar en el control de la broca se probaron siete medios de cultivo a base de arroz, maíz, trigo, sorgo, soya, papa y pulpa de café. Se evaluó el efecto de la temperatura y la luz. Se encontró que el mejor medio para lograr la mayor esporulación es a base de arroz cocido a 28° C, pH entre 5.5 y 7, con una humedad relativa dentro del recipiente mayor del 90 o/o. La luz no afectó la producción de micelio y esporulación del hongo.

DISTRIBUCION, ETIOLOGIA, INCIDENCIA Y EVALUACION DE PRACTICAS DE CONTROL DE LA PUDRICION ROSADA DE LA RAIZ DE LA CEBOLLA EN GUATEMALA

Ing. Agr. Flavio Linares

La pudrición rosada de la cebolla se encuentra distribuida en todas las áreas productoras del país, cuya severidad varía dentro y entre localidades.

Como agente causal de la misma se aisló un hongo de micelio septado y suhialino, que no formó picnidios en la naturaleza y en los medios: PDA y AA. Estos signos patológicos se consignan para *Pyrenochaeta terrestris* el que se sospecha que sea el incitante.

En todos los casos se encontró en constante asociación una especie de *Fusarium*. De cinco materiales genéticos evaluados, los de catafilas de color blanco se mostraron menos susceptibles que los de color amarillo.

Los niveles de fertilización nitrogenada: 0, 100 y 200 Kg de N/ha, así como el tratamiento de raíces con agallol y PCNB no influyeron significativamente en el ritmo de incidencia de la enfermedad, ya que en los materiales genéticos más susceptibles alcanzaron el 100 o/o de incidencia al momento de la cosecha.



publicaciones



INFORME FINAL DEL CURSO SOBRE METODOLOGIAS DE INVESTIGACION Y TECNICAS DE PRODUCCION DE LEÑA

Por: L. A. Castañeda

Del 23 al 28 de agosto de 1982 se realizó en Amatitlán, Guatemala, éste curso que fué organizado por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del acuerdo INAFOR-CATIE, de Guatemala.

Como expositores participaron técnicos del INAFOR, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza —CATIE—, del Instituto Centroamericano de Tecnología Industrial —ICAITI— de Guatemala, del Centro de Estudios Mesoamericanos de Tecnología Apropiada —CEMAT— de Guatemala y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En octubre de 1982 se publicó el informe que contiene las Actas de dicho evento. Esta publicación fué editada por el Ing. Héctor Martínez, del Proyecto Leña INAFOR-CATIE. Entre los temas relevantes de dichas Actas están los siguientes trabajos:

1. La leña como combustible en países en vías de desarrollo; el Proyecto Leña INAFOR-CATIE, H. A., Martínez H.

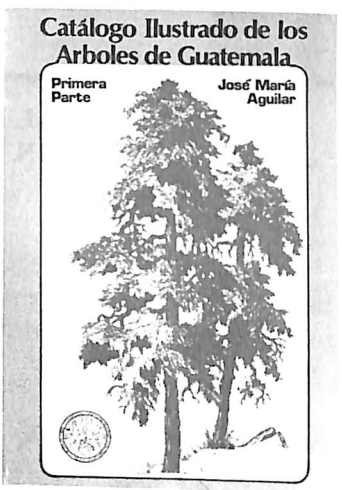
2. El uso de leña en Guatemala y especies utilizadas, J. R. Zanotti.

3. Los sistemas bioenergéticos: Instrumentos del Ecodesarrollo, R. Cáceres.

4. Control sanitario de bio-abonos y efluentes de letrinas aboneras secas familiares y digestores de biogas, A. Cáceres.

5. Resultados de la evaluación de especies forestales de interés para leña en parcelas forestales en Guatemala, H. A. Martínez H.

6. Los sistemas agroforestales y las posibilidades de producción de leña, L. A. Castañeda y H. A. Martínez H.



Catálogo Ilustrado de los Arboles de Guatemala

Autor: José María Aguilar

Este hermoso documento forma parte de la colección *Mario Dary Rivera* de la Editorial Universitaria de la USAC. El libro consta de 248 páginas en las cuales se presentan, en orden alfabético, los nombres vul-

gares o comunes de más de 650 árboles, acompañados de sus nombres científicos y de los sinónimos reportados. En el listado se incluyen en su gran mayoría, árboles nativos; aparecen también algunos árboles exóticos que tienen ya alguna dispersión en áreas rurales.

El libro es de suma importancia para el estudioso del bosque, que tendrá facilidad de relacionar el nombre que le da el campesino a los árboles, con su respectivo nombre científico; ésto le permitirá conocer, a través de la literatura existente, diversos aspectos técnicos o científicos de las especies encontradas en el campo, sin pasar por los, a veces inaccesibles, procedimientos de determinación de especies.

Además se presentan en esta magnífica obra, 79 figuras que esquematizan las hojas, flores y frutos de igual número de especies.

Faltan en el libro índices de especies, tanto de nombres comunes como de nombres científicos. Ambos índices, aunados a una lista de figuras, podrían ser útiles para manejar más ágilmente la información contenida en el mismo.

SEMINÁRIO SOBRE REVISÃO DE CURRÍCULOS DO ENSINO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA AMÉRICA LATINA

De 01 a 05 de março de 1982

ANAIS



UNESCO
Ministério da Educação e Cultura
Universidade Federal de Viçosa
COLABORAÇÃO: UFV/AIEAS/ABEAS
LOCAL: Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - Minas Gerais - Brasil

RESULTADOS DEL SEMINARIO SOBRE REVISION DE CURRICULOS DE ENSEÑANZA DE CIENCIAS AGRARIAS EN AMERICA LATINA

PRESENTACION

En el Centro de Información y Documentación Agrícola (CEDIA), se encuentra ya a disposición de profesionales y estudiosos de las ciencias agrícolas, las Memorias del Seminario realizado en Minas Gerais, Brasil, el año recién pasado. El Rector de la Universidad Federal de Viçosa, Arturo Fagundes Sousa, presenta dicha publicación en los siguientes términos: "Las memorias del Seminario sobre Revisión de Currículos de Enseñanza de Ciencias Agrarias en América Latina, realizado en la Universidad Federal de Viçosa en el período del 1o. al 5 de marzo de 1982, reune los pronunciamientos y las conclusiones de los estudios hechos durante el certamen llevado a cabo a instancias de la UNESCO, por indicación del Ministerio de Educación y Cultura y bajo el patrocinio de la Universidad Federal de Viçosa. El Seminario, que reunió representantes de ocho países de América Latina, además del Brasil, procuró analizar el papel de la educación agrícola superior en los procesos nacionales de desarrollo agrícola y rural, en una revisión de experiencias y metodologías de análisis de los componentes de un estudio integrado del desarrollo educacional, en el área objeto del cónclave". (1)

Por su particular interés para docentes, alumnos y funcionarios preocupados con la elevación del nivel académico de la Facultad de Agronomía y de otras instituciones que imparten educación agrícola a diferentes niveles, presentamos a continuación, en forma resumida, algunos de los resultados del evento. Una mayor profundización en esta temática requiere la lectura completa de las ponencias contenidas en las Memorias del evento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL SEMINARIO

La temática del evento giró en torno de tres cuestiones fundamentales: *El Profesional de las Ciencias Agrarias y el Desarrollo Económico, Social y Político de América Latina, Mercado de Trabajo en el Sector Agropecuario de América Latina* y *Formación del Profesional de Nivel Superior y Evaluación de los Currículos de las Ciencias Agrarias.*

Como resultado de las exposiciones de los ponentes y de las discusiones de las comisiones de trabajo sobre el tema de la vinculación del profesional de las Ciencias Agrarias con el desarrollo social de la región, el Seminario arribó a las siguientes conclusiones:

"1. La formación de los profesionales de ciencias agrarias deberá proporcionar a los técnicos la capacidad de desarrollar el sentido crítico relacionado a los problemas nacionales como un todo (técnicos, humanísticos, sociales y políticos), a fin de que puedan participar, efectivamente, en el proceso de desarrollo rural.

2. Es necesario elaborar un diagnóstico agropecuario en todos los países latinoamericanos, para conocer los tipos de profesionales y en qué número deberán ser formados por las Universidades. El diagnóstico deberá ser hecho por un equipo multidisciplinario, en el cual participen la Universidad, el Estado y Organizaciones afines.

3. Las Universidades ligadas a las Ciencias Agrarias deben disponer de un sistema de planificación concebido como un organismo propio, con una visión objetiva del desarrollo rural y de las necesidades de formación profesional, para atender las necesidades regionales y nacionales.

4. En los programas nacionales de desarrollo rural, no solamente deben actuar los profesionales del área de ciencias agrarias, también profesionales de otras áreas, como por ejemplo, Medicina, Servicio Social, Educación, etc.

5. El currículo de cada curso del área de Ciencias Agrarias debe ser elástico, nunca deberá permanecer estático. Los currículos deben acompañar los cambios que origina el desarrollo del país. El currículo debe ser enriquecido constantemente.

6. Los currículos en los cursos del área de Ciencias Agrarias deben ser regionales. Esta regionalización se debe al hecho de que las Universidades están localizadas en regiones diferentes, con características propias que deberán ser tomadas en consideración." (2)

En lo relativo a la problemática del mercado de trabajo en el Sector Agropecuario de América Latina, las conclusiones y recomendaciones emanadas del evento son los siguientes:

"1. La problemática sobre Mercado de Trabajo es tanto compleja cuanto amplia, y merece discusión detallada acerca de asuntos como: filosofía de trabajo profesional, ambiente y orientación académica en las Universidades, necesidades sociales de las carreras y directrices de traba-

jo a nivel de gobierno. En la mayoría de los países de América Latina, en general, el mayor empleador de los técnicos agropecuarios es el Estado, fenómeno que refleja una coyuntura programada para mantener un esquema de desarrollo, orientado para la producción de bienes ajustados al proceso de crecimiento económico planificado. En este contexto, la propia Universidad forma profesionales para atender a esta expectativa de desempeño y muy poco se ha hecho en el sentido de desarrollar una mentalidad de empresarios rurales.

La reformulación curricular, en ambiente académico y la orientación de la educación agrícola superior, debe ser orientada para la formación de individuos aptos técnica y políticamente para el trabajo, diferente de la preparación para el empleo, observándose el aspecto de las necesidades sociales de las carreras.

2. La división de las carreras en Ciencias Agrarias ha complicado los problemas de mercado de trabajo, por lo tanto, se debe pensar en reducir las diversificaciones.

3. No se debe crear más cursos en Ciencias Agrarias, y es necesario que se estudie, en este momento, la situación real de las Ciencias Agrarias en los países de América Latina, a fin de que el proceso de toma de decisiones sea objetivo y realista.

4. Cada Universidad debe definir muy bien el perfil del profesional que está formando, considerando entre otros factores, el mercado de trabajo, a pesar de la evolución de la técnica, de la ciencia, de su tradición, de sus recursos y limitaciones.

5. Mayor integración entre las asociaciones de clase y la Universidad, en el sentido de reducir las contradicciones que, al defender el campo de ejercicio profesional, terminan aumentando desordenadamente el currículo.

6. En los programas de colonización, deben ser creadas facilidades de trabajo para los profesionales de las ciencias agrarias interesados.

7. Dictar leyes que posibiliten la actuación del profesional de Ciencias Agrarias, aumentando consecuentemente el mercado de trabajo.

8. Crear y/o consolidar unidades de orientación profesional, las cuales puedan detectar actitudes que lleven a los egresados de las Universidades a una colocación efectiva en el mercado de trabajo." (3)

En el aspecto de la Formación Profesional y la Evaluación de los Currículos de las Ciencias Agrarias, las comisiones de trabajo, luego de resumir las cuestiones más relevantes respecto a las variables que intervienen y las metodologías que se utilizan en la elaboración y evaluación de currículos, plantearon las siguientes recomendaciones generales:

"a. **Respecto a la Evaluación del currículo**

1. La frecuencia de la evaluación del currículo depende de cada institución, pero debe ser periódica para verificar si los objetivos fijados están siendo cumplidos.

2. Organizar un sistema de supervisión periódica por parte de las Universidades, de los contenidos administrados por los departamentos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje.

b. **Respecto al perfeccionamiento docente**

1. Crear y/o fortalecer unidades de apoyo pedagógico, tendientes al asesoramiento y dinamización de las actividades de docentes y alumnos.

2. Promover el intercambio de docentes y alumnos de las Universidades latinoamericanas, con el propósito de lograr soluciones a los problemas detectados.

3. Crear un periódico, semestral o anual, dedicado a difundir las experiencias sobre educación agrícola superior de las Universidades latinoamericanas.

4. Que las asociaciones nacionales de enseñanza superior organicen un catastro de los profesores y respectivas especializaciones, como forma de facilitar el intercambio entre docentes.

5. Implementación de programas de entrenamiento para que profesores auxiliares o ayudantes se incorporen al proceso de enseñanza-apren-

dizaje. La Asociación Latina de Educación Agrícola Superior (ALEAS) con la ayuda de organismos internacionales como la UNESCO, FAO, IICA, deberá captar recursos económicos y humanos para apoyar este programa.

6. Cada Universidad, de acuerdo con sus condiciones, deberá organizar programas permanentes en metodología y evaluación educativa, como también laboratorios permanentes coordinados en forma departamental, en los cuales los profesores puedan intercambiar ideas y experiencias sobre temas específicos de formación y desarrollo docente en el proceso educativo. Como consecuencia del propio desarrollo de esos laboratorios, podrían tener participación organismos de apoyo, profesores de otras Universidades, asesores y otros elementos.

7. Unificar la nomenclatura utilizada en la educación para facilitar el entendimiento entre los profesores, alumnos y funcionarios de los diversos países de América Latina. Se debe, por lo tanto, efectuar un esfuerzo conjunto entre los países con la finalidad de establecer un glosario, y que el mismo sea ampliamente divulgado entre las distintas comunidades académicas.

8. La ALEAS y las asociaciones nacionales de educación agrícola superior, con el apoyo de organismos internacionales, tales como UNESCO, IICA y FAO, deberán crear las condiciones adecuadas para que eventos similares a este, se organicen con mayor frecuencia a nivel nacional y regional." (4)

CONTRIBUCION DE LOS PARTICIPANTES EXTRANJEROS AL SEMINARIO

En este apartado, cabe destacar la participación de Guatemala con la ponencia: *Fundamentos Metodológicos para la Formulación de Sistemas Curriculares: Caso de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala*.* De manera similar fueron presentados los currículos de estudios agronómicos a nivel superior e implementados en Perú y Argentina, el papel de la Facultad de Agronomía en el desarrollo agropecuario de Uruguay y el estudio sobre mercado de trabajo en el sector agropecuario de Costa Rica.

EVALUACION DEL SEMINARIO

El cuestionario de evaluación realizado entre los participantes al evento, evidenció que a juicio de los mismos, el Seminario presentó "un concepto coherente y racional de la revisión curricular de la Facultad de Ciencias Agropecuarias" (5), en el que los aspectos relativos a la problemática del mercado de trabajo y los métodos de elaboración y evaluación de currículos merecieron ser calificados como cuestiones de relevante utilidad susceptible de ser ampliados en futuros cursillos o seminarios nacionales o subregionales.

Asimismo, representantes de las organizaciones UNESCO, ALEAS, y la Asociación Brasileña de Educación Agrícola Superior (ABEAS), reunidos para evaluar los resultados y alcances del seminario, afirmaron: "El Seminario sobre revisión de currículos de enseñanza de ciencias agrarias en América Latina realizado en Viçosa, en marzo de 1982, evidenció la necesidad de profundizar temas referentes a la elaboración y desenvolvimiento de currículos de ciencias agrarias, para obtener criterios y directrices básicas que permitan integrar mejor los esfuerzos de las instituciones de enseñanza agrícola superior de los países latinoamericanos. Se considera necesario un estudio más profundo con respecto a la organización y desarrollo de currículos, como también la identificación y análisis de las experiencias de educación agropecuaria a nivel medio y primario, ya que las mismas podrían traer contribuciones significativas en cuanto a las metodologías de organización curricular, así como de algunas experiencias de educación no formal en el medio rural, por las innovaciones metodológicas que presentan. Nuevas y más consistentes reflexiones sobre la temática de currículos conducirá, probablemente a una mejor estructuración de los cursos, como también contribuirá para mejorar la calidad de la educación agropecuaria y para un mayor desarrollo rural." (6)

NOTAS

(1) Universidad Federal de Viçosa. *Seminário sobre Revisao de Curriculos do Ensino de Ciéncias Agrárias na America Latina.* Minas Gerais, Brasil, 1982. pág. s/n. Apresentaçao.
(2) Ibid, pag. 42
(3) Ibid, pag. 70
(4) Ibid, pag. 116
(5) Ibid, pag. 204
(6) Ibid, pag. 183

* Publicado en la Revista Tikalia, Epoca I, No. 1, Septiembre de 1982.

REVISTA TIKALIA

Se terminó de imprimir el día catorce de junio de mil novecientos ochenta y tres, en los Talleres de la Editorial Universitaria, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con un tiraje de 2,000 ejemplares.

contenido

LAS COMUNIDADES DE PINABETE EN GUATEMALA

Juan H. González M.
César Castañeda

LA FLOR, POLINIZACION Y POLINIZADORES DEL CARDAMOMO EN COBAN, ALTA VERAPAZ

Fritz Lang O.

EL EFECTO DE LAS QUEMAS EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO

Luis A. Castañeda A.

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE GUATEMALA

L. Castañeda
V. Cabrera
J. González
J. M. Leiva

MONILIASIS DEL CACAO. Enfermedad de Importancia Cuarentenaria en Guatemala

Eduardo Arturo López C.

NOTAS TECNICAS

PUBLICACIONES



CEDIA
FAUSAC
12H0012155