

# ESTUDIO ECOLOGICO Y FENOLOGICO DE UN BOSQUE PLUVIAL EN EL MUNICIPIO DE GUATAPE, ANTIOQUIA

## ECOLOGICAL AND PHENOLOGICAL STUDY OF A PLUVIAL FOREST IN GUATAPE, ANTIOQUIA

Alicia Uribe de C. <sup>1</sup>

Linda Albert de E. <sup>1</sup>

Javier Vallejo C. <sup>1</sup>

### RESUMEN

Desde abril de 1985 hasta diciembre de 1986, se realizó un estudio de las épocas de floración y fructificación de la vegetación arbórea en un bosque pluvial localizado en el municipio de Guatapé a una altura de 1850 m. La estructura del bosque se determinó utilizando el método "punto y cuarto", lo que estableció la dominación en el bosque de especies de palmas, más particularmente de *Dictyocaryum platysepalum* y *Wettinia fascicularis*. Las épocas de mayor floración variaron con el estrato del bosque y según la biología reproductiva particular de algunas especies, pero en general se produjeron en este bosque en los meses de verano.

### ABSTRACT

Flowering and fruiting periods of the woody vegetation in a pluvial forest located at 1850 m altitude, in the municipio of Guatapé, was studied from April 1985 to December 1986. The point-quarter method was used to establish the structure of the forest which is dominated by palms, particularly *Dictyocaryum platysepalum* and *Wettinia fascicularis*. The major flowering period occurred in the dry season, although there was variation among the species, depending on the stratum in which the species occurred, and in some cases on the particular reproductive biology of the species.

### INTRODUCCION

La fenología estudia las periodicidades de los eventos biológicos que ocurren en una especie, las causas de estas periodicidades con relación a factores bióticos y abióticos y la interrelación entre los eventos biológicos de una misma especie o entre diferentes especies (Lieth, 1974).

Los eventos fenológicos son más predecibles en un clima con fuertes cambios estacionales. En zonas templadas, las estaciones marcadas determinan respuestas periódicas tanto en animales como en plantas que se traducen en migraciones, hibernación, épocas de cría, dispersión de frutos y semillas, floración, crecimiento, etc. En zonas tropicales húmedas, las cuales no sufren fuertes cambios de temperatura a lo largo del año, también existen patrones definidos de estacionalidad (Frankie *et al.*, 1974; Miller, 1963; Ward, 1969; Fogden, 1972). En estos casos los ciclos anuales de lluvia pueden servir para sincronizar eventos reproductivos y la producción de follaje, caída de hojas, etc. (Opler *et al.*, 1976).

Estudios realizados en bosques de Centroamérica han mostrado que el pico de florecimiento de las especies arbóreas se produce en la estación seca (Janzen, 1967; Daubenmire, 1972; Frankie *et al.*, 1974; Jackson, 1978). No sólo florecen más especies en la época seca, sino que las que lo hacen tienden a poseer flores más grandes y vistosas (Mori y Kallunki, 1976). El número de especies arbóreas con frutos maduros también es mayor durante la época seca (Janzen, 1967; Frankie *et al.*, 1974). Smythe (1970) ha demostrado un pico pronunciado en la producción de semillas grandes dispersadas por animales al final del periodo seco y al principio de la estación de lluvias. También existen picos en la caída de hojas en la época seca (Daubenmire 1972; Frankie *et al.*, 1974) y producción de nuevas hojas al comienzo de ésta (Rockwood, 1975) o a finales de la estación seca y a comienzos de la estación de lluvias (Daubenmire, 1972; Frankie *et al.*, 1974).

Se han reportado excepciones a estos patrones generales para *Jacquinia pungens* (Janzen, 1970a), que pierde sus hojas en la estación húmeda y las renueva en la estación seca, y para *Spondias monbin* (Croat, 1975a),

<sup>1</sup> Profesores, Depto de Biología, Univ. de Antioquia, Medellín, Colombia.

que produce frutos maduros que caen a mediados y a finales de la estación húmeda.

Las plantas son excelentes indicadores de cambios climáticos y los registros fenológicos de la vegetación son muy importantes para comprender la dinámica de las comunidades forestales (Fournier, 1969). Sirven también para tomar decisiones sobre el manejo y la planeación de actividades en la agricultura, la horticultura y la silvicultura (Hopp, 1974). La información fenológica puede ser usada para estudiar las interacciones entre las plantas y los animales que afectan la polinización de las flores, la dispersión de las semillas y la depredación por los animales. Estas interacciones no sólo sirven para la reproducción de la misma planta, sino que son esenciales para la producción del alimento de los animales y del hombre (Alencar *et al.*, 1979; Baker, 1973; Janzen, 1967, 1969, 1970b y 1971; Pijl, 1969). Por consiguiente, los patrones periódicos en las plantas determinan, en gran parte, los patrones fenológicos en los animales.

A pesar de la importancia que tienen los estudios fenológicos, son pocas las investigaciones que se han realizado en Colombia en ecosistemas naturales. Cabrera (1978), Cuadros (1978), Midrielin de Pieri (1978), Mozo (1970), Ponton (1978) y Venegas (1978), reportaron datos para algunas especies de importancia particular, y Hilty (1980) efectuó observaciones fenológicas en un bosque húmedo premontano a 1050 m de altura y con 4000 a 6000 mm anuales de precipitación en el alto de Anchicayá, departamento de Valle del Cauca. Estudios realizados en Costa Rica (Ortiz y Fournier, 1983) pueden ser utilizados para comparar con los datos obtenidos de bosques en Colombia, pero las latitudes y alturas diferentes y la composición florística que difiere en gran parte de nuestros bosques, hacen que estas comparaciones sean sólo parcialmente útiles.

La necesidad de llevar a cabo estudios fenológicos en varias clases de zonas de vida en los trópicos es urgente. Sólo a través del análisis de los ecosistemas o comunidades intactos, podemos entender cómo están organizados biológicamente, y cómo ha evolucionado esta organización.

## METODOLOGIA

### Descripción del área

El presente estudio se realizó en la finca Montepinar (vereda Santa Rita, municipio de Guatapé) en el departamento de Antioquia, Colombia (figs 1 y 2). Es uno de los pocos remanentes de su clase en la región (Pérez, 1976) y por consiguiente, aunque presenta una área relativamente pequeña, es de mucho interés científico.

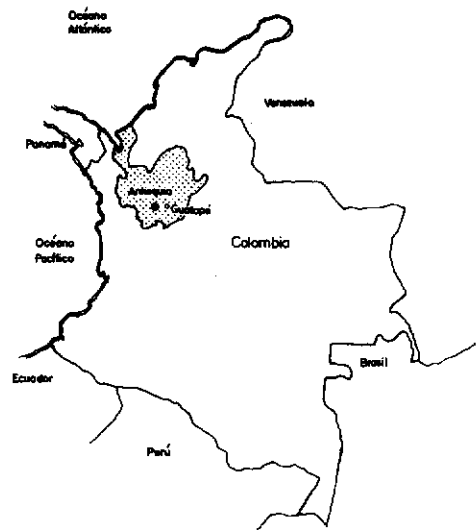


Fig. 1. Mapa de Colombia, indicando la ubicación del departamento de Antioquia y del municipio de Guatapé.

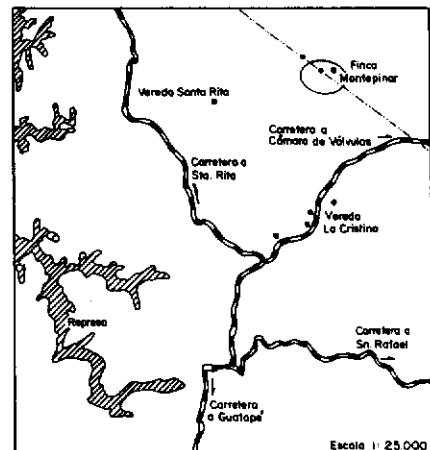


Fig. 2. Mapa de la zona de estudio en el municipio de Guatapé, con la ubicación de la finca Montepinar.

- a. **Altitud y topografía.** El bosque de la finca Montepinar está localizado a 1850 m de altura, en una región de topografía ondulada con pendientes de 25 a 75%. Se clasifica como un bosque de transición entre el premontano y el montano bajo tropical, según la nomenclatura de Holdridge (1947).
- b. **Pluviosidad.** Los datos pluviométricos de los años 1959 a 1985, suministrados por las Empresas Públicas de Medellín, en la estación de Santa Rita, que es la más cercana al bosque (ca. 3 km), definen esta zona como pluvial, con una precipitación total anual superior a los 6000 mm.
- c. **Temperatura.** La zona de Santa Rita presenta temperaturas promedio entre 12 y 18°C.

d. Suelos. De acuerdo con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Pérez, 1976), los suelos del área pertenecen a la asociación San Carlos en sus fases quebrada y ondulada a quebrada, derivada de material proveniente del batolito antioqueño, así como a la asociación Guarne, derivada del material coluvioaluvial en pendientes moderadas. Los suelos son de color negro en su horizonte superior con alto contenido de materia orgánica acumulada sin descomponer. Presentan un fuerte lavado de las bases y otros elementos nutritivos del suelo, debido a la alta precipitación. Dichos suelos son, por lo tanto, ácidos, muy pobres en nutrientes y con bajo o mediano intercambio de cationes.

#### Mediciones de condiciones climáticas

Se colocó un pluviómetro de medida directa y un termómetro máximo-mínimo, marca Taylor, en el área del estudio. Las lecturas se tomaron diariamente a las 7 a.m. desde mayo de 1985 hasta diciembre de 1986.

#### Muestreos de suelos

Se tomaron muestras de los suelos a nivel de la superficie y a 30 cm de profundidad y se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional, seccional Medellín. Los análisis realizados fueron: textura, pH, materia orgánica, fósforo, aluminio, calcio, magnesio, potasio y capacidad de intercambio de cationes.

#### Muestreos de la vegetación

a. Establecimiento de líneas de trayecto: Se seleccionaron dos áreas de bosque distanciadas aproximadamente 500 m entre sí. En una de las áreas se trazaron tres líneas de trayecto de 50 m de longitud y de 2 m de ancho; en la otra, se trazaron dos líneas con iguales características. Se marcaron las plantas leñosas con una circunferencia igual o mayor a 10 cm, con cinta impermeable de color. Al iniciar el estudio, se marcaron 882 plantas. Al analizar los datos correspondientes al primer año, se encontró que murió el 70% de las plantas, o no se reprodujeron, probablemente por encontrarse en estadíos inmaduros. Con este resultado se procedió a un remarcage, que incluyó un total de 202 plantas. Se seleccionó para el remarcage el área de menor perturbación y se aumentó la amplitud de los transectos, de tal forma que el área muestreada correspondiera al área inicial. Sólo se marcaron individuos en estado de reproducción o de un tamaño tal que se esperaba su reproducción durante el siguiente año.

b. Recolección de muestras: Se recolectaron muestras de cada planta del área de estudio. Las muestras de las plantas fértiles se procesaron de acuerdo con

métodos de herbario establecidos y se conservaron en el Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA). Se contó con la colaboración de varios expertos para la correcta identificación de las plantas.

c. Estructura de la vegetación: Para este análisis se utilizó el método de "punto y cuarto" (Cottam y Curtis, 1956). Los 20 puntos a muestrear se seleccionaron trazando líneas de trayecto de 50 m dentro del bosque y ubicando los puntos a intervalos de 5 m cada uno. El intervalo fue seleccionado con base en ensayos que indicaron que a distancias de 5 m no se repetía el conteo de un mismo árbol en dos puntos consecutivos.

d. Observaciones fenológicas: Durante 18 meses, desde abril de 1985 hasta diciembre de 1986, se realizaron visitas periódicas a la zona (aproximadamente cada 15 días). Para cada una de las plantas marcadas y en cada visita, se estableció visualmente (y con binóculos cuando fue necesario), el estado reproductivo de la planta (presencia de botones, flores o frutos).

Los datos anotados incluyeron el diámetro a nivel del pecho (DAP) y la altura de cada planta.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### ✓ Clima.

Los datos climáticos permitieron constatar las variaciones en la pluviosidad, aún de zonas muy cercanas, como la de Santa Rita. La zona está bajo la influencia de las lagunas formadas por la construcción de la represa de El Peñol, hecho que se puede constatar en la figura 3, que muestra los totales de la precipitación antes y después de dicha construcción. Antes de 1970, la precipitación total anual era aproximadamente de 5000 mm en la estación de Santa Rita. Posterior a esta fecha, se incrementó en promedio 1000 mm. El efecto se observa también para la zona de Guatapé y en menor grado para El Peñol. Pérez (1976) describe igual efecto para la temperatura, en el que la mínima subió un poco más de 1°C y la máxima bajó en igual proporción después de la construcción de la represa. Otro hecho importante de anotar es que se observan diferencias notorias en cuanto a los valores de precipitación entre las estaciones de Santa Rita, Guatapé y El Peñol, las cuales están relativamente cercanas. Entre Guatapé y El Peñol la diferencia fue de 1000 mm aproximadamente, siendo mayor en Guatapé, y entre Guatapé y Santa Rita la diferencia fue mayor a los 2000 mm (fig. 3). Al visitar frecuentemente la zona de estudio, se observa la presencia de una masa de nubes cargadas de humedad, que asciende en las horas de la tarde, procedente del cañón del río Magdalena y de las otras represas locali-

zadas a menores alturas al oriente. La densa neblina formada también incrementa la humedad efectiva del bosque.

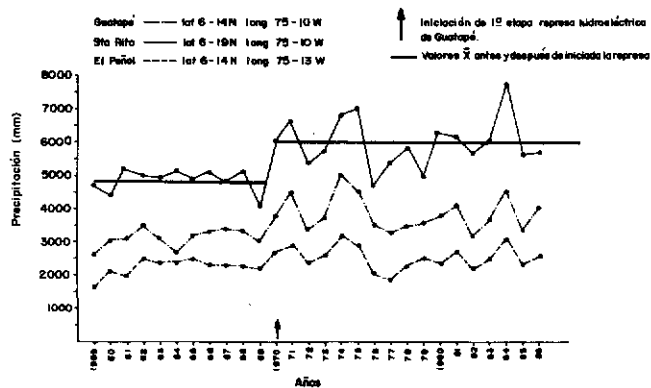


Fig. 3. Valores de precipitación total anual (mm) para los años 1959 a 1986, registrados en las estaciones pluviométricas de El Peñol, Santa Rita y Guatapé (Antioquia). Datos de las Empresas Públicas de Medellín.

La región de Santa Rita presentó dos épocas de menor precipitación, entre diciembre y marzo y entre junio y julio, siendo más seca la primera. No obstante, cayeron lluvias en estos meses, y los totales para los meses considerados secos en este bosque serían considerados normales para un bosque húmedo tropical. Las épocas de mayor precipitación fueron abril a mayo y agosto a octubre (fig. 4).

El mes más seco en la zona de Santa Rita durante el tiempo del estudio fue febrero de 1986 aunque hubo un menor número de días con lluvia en junio de 1985 y en julio de 1986.

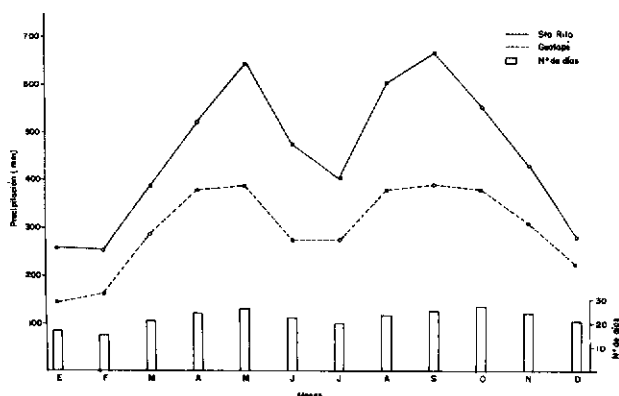


Fig. 4. Precipitación mensual total promedio y número de días en los que se registró para las estaciones de Santa Rita y Guatapé, 1959 a 1986. Datos de las Empresas Públicas de Medellín.

Los registros de lluvias para el bosque de la finca Montepinar mostraron ligeras diferencias con respecto

a los datos de la estación más cercana en Santa Rita. El mes más seco fue julio de 1986 (fig. 5). Tanto la estación pluviométrica de Santa Rita, como la localizada en el bosque, mostraron un registro de precipitación inusualmente elevado en enero de 1986 (fig. 5), el cual podría conllevar a cambios en la respuesta fenológica de las plantas en esta época.

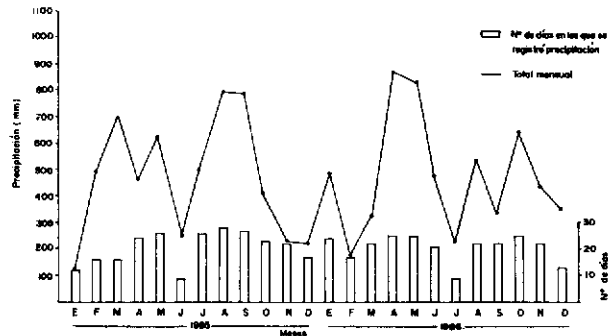


Fig. 5. Precipitación total mensual y número de días en los que se registró en la finca Montepinar durante el periodo de estudio.

Según Pérez (1976), la evapotranspiración real para un bosque pluvial premontano tropical es de 910 a 990 mm y para un bosque pluvial montano bajo tropical es de 680 a 780 mm. Dado que la precipitación en este bosque es de unos 6700 mm anualmente, queda entonces un excedente por escorrentía mayor a 3000 mm, lo cual representa una cantidad considerable de agua para alimentar ríos y quebradas.

El termómetro de registro de temperaturas máximas y mínimas fue ubicado bajo techo en la zona del estudio y se tomaron lecturas a la misma hora de cada mañana antes anotada. La temperatura mínima promedio fue de 14°C y la máxima de 23°C (fig. 6).

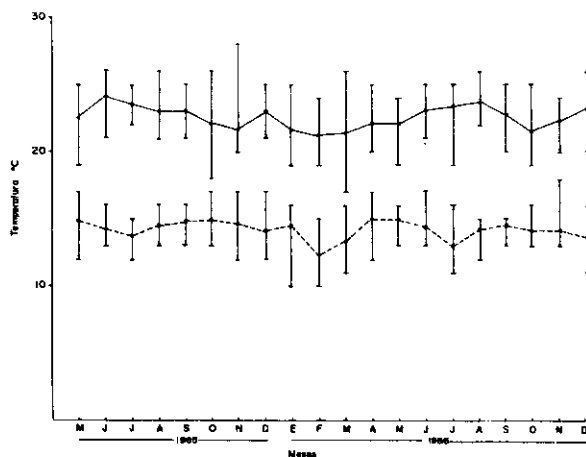


Fig. 6. Temperaturas promedio máximo y mínimo mensuales registradas en la finca Montepinar durante el tiempo de estudio.

## Suelos

Los resultados del análisis de los suelos se encuentran en la tabla 1. Su pH ácido y su bajo contenido de materia orgánica y de nutrientes hacen que sean poco apropiados para la agricultura y la ganadería y por lo tanto se debe dejar la vegetación natural. Lo anterior se confirma en esta finca, ya que su propietario intentó varios cultivos, con resultados negativos, razón por la cual abandonó los terrenos y ha sido posible observar regeneración secundaria.

Otra de las características de los suelos en el sitio de estudio, es el alto porcentaje de arenas, las cuales se depositan en las partes bajas y planas. Se nota además una alta erosión en los lugares desprovistos de vegetación.

Tabla 1. Análisis de fertilidad del suelo del bosque de la finca Montepinar, Guatapé.

	Suelo	Subsuelo
Textura	Franco-arenoso	Franco arcilloso-arenoso
pH	3.7	3.9
Materia orgánica	7.4	3.0
Fósforo (ppm)	3.0	2.0
Capacidad de Intercambio de cationes (meq/100 suelo)	4.5	3.7
Aluminio (meq/100g)	3.3	3.0
Calcio (meq/100g)	0.6	0.5
Magnesio (meq/100g)	0.2	0.2
Potasio (meq/100g)	0.125	0.035

## Vegetación

Inicialmente se marcaron 882 plantas en las cinco líneas de trayecto (tabla 2). De éstas, 10.4% murió, y de las restantes, sólo 29.5% se reprodujo. Lo anterior hizo necesario cambiar la forma de muestrear la vegetación, seleccionando ejemplares adultos. Por otra parte, en las cinco líneas seleccionadas inicialmente, hubo diferencias en cuanto a la composición y estructura de la vegetación debido a los diferentes estadios sucesionales en que se hallaban. Por lo anterior, el remarcaje, al final de un año, se realizó en el área del bosque que mostraba un mejor grado de conservación (líneas 4 y 5). Las nuevas plantas marcadas se seleccionaron con base en que tuvieran un diámetro suficientemente grande

para esperar su reproducción (tabla 3). Como se observa en la tabla 2, al seleccionar la muestra en el remarcaje se presentó una menor mortalidad y un porcentaje más alto de individuos en reproducción.

Tabla 2. Número de individuos marcados y porcentajes de mortalidad y de reproducción en las dos etapas del estudio fenológico en la finca Montepinar, Guatapé.

Líneas	1	2	3	4	5	Total
Número de plantas marcadas	154	198	207	149	174	882
Porcentaje de plantas muertas	7.1	11.1	14.9	7.4	9.7	10.4
Porcentaje en reproducción	38.3	25.8	24.2	36.9	25.9	29.5

Remarcaje	%
Número de plantas marcadas	202
Número de plantas muertas	4
Número de plantas en reproducción	159
	79.5

Tabla 3. Comparación del diámetro promedio de los individuos reproductivos y no reproductivos de las especies más comunes del bosque de la finca Montepinar, Guatapé. Se ilustra la importancia de seleccionar individuos por clase diamétrica en un estudio fenológico.

Especie	Promedio del diámetro de individuos no reproductivos (mm)	Promedio del diámetro de individuos reproductivos (mm)
<i>Dictyocaryum platysepalum</i>	18.12	30.17
<i>Wettinia fascicularis</i>	3.10	7.96
<i>Elaeagia pastoensis</i>	3.30	12.90
<i>Graffenrieda</i> sp.	6.35	8.74
<i>Meriania albertiae</i>	2.70	11.90
<i>Tovomitia weddelliana</i>	5.20	16.50
<i>Pollicourea perquadrangularis</i>	1.50	1.70
<i>Guatteria lehmannii</i>	3.50	5.50
<i>Miconia curvipetiolata</i>	3.80	7.60
<i>Geonoma euterpoldea</i>	3.10	3.10

El bosque presentó niveles de estratificación bien marcados en las áreas de menor perturbación (tabla 4). La vegetación de las líneas 2 y 3 presentaba un mayor grado de perturbación y las plantas de más de 11 m de altura fueron muy escasas. La vegetación de las líneas 1, 4 y 5, en cambio, había sufrido un menor grado de perturbación y los estratos superiores estaban bien representados con árboles grandes de las especies *Albizia carbonaria*, *Croton killipianus*, *Dictyocaryum platysepalum*, *Elaeagia pastoensis*, *Podocarpus oleifolius*, *Tovomita weddelliana* y *Wettinia fascicularis*. Con la excepción de *Croton killipianus*, que es típica de zonas recientemente taladas, estas especies también estuvieron bien representadas en los estratos bajos del bosque, demostrando así su capacidad de regeneración.

Los árboles típicos de los estratos medios del bosque fueron *Geonoma undata* y *G. euterpoidea*. La planta más común del estrato inferior fue la rubiácea *Palicourea perquadrangularis*. Se debe notar que el número total de individuos en la tabla 4 no corresponde al marcado originalmente, ya que se excluyeron las que murieron durante el tiempo de estudio.

La composición arbórea del bosque se presenta en la tabla 5. Comprende sólo una lista parcial del inventario florístico, ya que no incluye las plantas herbáceas y varias plantas leñosas que no pudieron ser identificadas completamente debido a que no se recolectaron en

condición fértil. En otros casos, no había claves recientes, o expertos que pudieran colaborar en la identificación de los especímenes.

Tabla 4. Comparación del número de plantas marcadas en cada uno de los cinco estratos de las líneas de trayecto del bosque de la finca Montepinar, Guatapé. Se ilustran las diferencias de la estructura de la vegetación de cada una. (n= 790 individuos a los que se hizo seguimiento hasta el final del estudio)

Estrato (m)	Línea					Total
	1	2	3	4	5	
1 0-<4	38	96	98	47	58	337
2 4-<7	28	53	38	35	37	191
3 7-<11	36	28	24	30	28	146
4 11-<16	22	4	6	18	13	63
5 16->16	20	0	3	9	21	53
Total	144	181	169	139	157	790

Tabla 5. Especies de plantas leñosas identificadas en las líneas de trayecto en la finca Montepinar, Guatapé.

#### FILICINAE

##### Cyatheaceae

*Cyathea* sp.

#### GYMNOSPERMAE

##### Podocarpaceae

*Podocarpus oleifolius* Don. var. *macrostachys* Burch et M. Gray

#### ANGIOSPERMAE MONOCOTYLEDONAE

##### Arecaceae

*Alphanea* sp.  
*Chamaedorea* cf. *brevifrons* H. A. Wendl.  
*Chamaedorea geonomiformis* H.A. Wendl.  
*Dictyocaryum platysepalum* Burret  
*Euterpe kalbreyeri* Burret  
*Geonoma euterpoidea* Burret  
*Geonoma undata* Burret  
*Hyospathe* cf. *wendlandiana* Dammer  
*Wettinia fascicularis* (Burret) Moore & Dransfield

##### Poaceae

*Arthrostylidium venezuelae* (Steud.) McClure  
*Merostachys* sp.

#### ANGIOSPERMAE DICOTYLEDONAE

##### Actinidaceae

*Saurauia brachybotrys* Turcz.

##### Anacardiaceae

*Mauria heterophylla* H.B.K.  
*Mauria suaveolens* Poepp.

##### Annonaceae

*Guatteria lehmannii* Tr. & Planch.  
*Guatteria* sp.

##### Aquifoliaceae

*Ilex calliana* Cuatr.  
*Ilex danielis* Killip & Cuatr.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
 BIBLIOTECA CENTRAL  
 SALA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
 HEMEROTECA

*Ilex* aff. *nervosum* Tr. & Planch.  
*Ilex* aff. *riparia* Tr. & Planch.

## Araliaceae

*Schefflera americana* Aubl.  
*Schefflera* cf. *oblata* Cuatr.  
*Schefflera* cf. *karsteniana* (March.) Harms  
*Schefflera* cf. *uribei* Cuatr.  
*Schefflera vasquesiana* Harms

## Asteraceae

*Baccharis brachylaenoides* DC  
*Mikania banisteriifolia* DC  
*Vernonia* sp.

## Bignoniaceae

*Schiegella fuscata* A. Gentry  
*Schiegella monachinoi* Mold.

## Bombacaceae

*Chlorisa* sp.

## Boraginaceae

*Cordia* cf. *protracta* I.M. Johnston

## Burseraceae

*Protium* sp. nov.  
*Dacryodes* sp.

## Chloranthaceae

*Hedyosmum racemosum* (R. & P.) G. Don.

## Clusiaceae

*Chrysochlamys* cf. *dependens* Planch. & Tr.  
*Clusia crenata* Cuatr.  
*Clusia decussata* R. & P.  
*Clusia lopezii* Maguirei  
*Clusia* cf. *multiflora* H.B.K.  
*Clusia* cf. *triflora* Cuatr.  
*Tovomitia weddelliana* Tr. & Planch.  
*Vismia* sp.

## Cunoniaceae

*Weinmannia* sp.

## Dichapetalaceae

*Stephanopodium* cf. *peruvianum* Poepp. & Endl.

## Ericaceae

*Cayendishia angustifolia* Mansf.  
*Cayendishia bracteata* (R. & P. ex J.St. Hill.) Hoer.  
*Cayendishia* cf. *callista* Donn. Sm.

*Cayendishia quatapeensis* Mansf.  
*Cayendishia pubescens* (H. B.K.) Hemsley  
*Cayendishia speciosa* A. C. Smith  
*Cayendishia tarapotana* (Meisn.) Benth. & Hook.  
 (hibrido X *C. bracteata*)  
*Macleania* cf. *antioquiensis* F. & B.  
*Psammisia* cf. *ulbrichiana* Hoer.  
*Psammisia* sp. nov.  
*Satyria arborea* A.C. Smith  
*Sphyrospermum cordifolium* Benth.  
*Thibaudia rigidiflora* A.C. Smith

## Erythroxylaceae

*Erythroxylum citrifolium* St. Hill.  
*Erythroxylum panamense* Turcz. vel aff.

## Euphorbiaceae

*Croton killipianus* Croiz  
*Croton* cf. *glabellus* L.  
*Tetrorchidium orcheleucum* Cuatr.  
*Tetrorchidium robledoanum* Cuatr.

## Fabaceae

*Albizia carbonaria* Britt.  
*Inga* sp.  
*Senna dariensis* (Britt. & Rose) Irwin & Barneby

## Flacourtiaceae

*Casearia* cf. *arborea* (L.C. Rich.) Urb.

## Lamiaceae

*Hyptis arborea* Benth.

## Lauraceae

*Nectandra longifolia* Nee  
*Nectandra* cf. *mariniscensis* (Jacq.) Mez  
*Ocotea* aff. *pauillii* Allen  
*Persea cuneata* Meisn.

## Lecythidaceae

*Eschweillera panamense*  
*Lecythis* sp.

## Loranthaceae

*Dendrophthora lindeniana* Van Tiegh  
*Gaiadendron latifolium* Killip  
*Phoradendron* sp.

## Magnoliaceae

*Dugandiodendron* cf. *urraoense* Lozano

## Malpighiaceae

*Banisteriopsis wilburii* B. Gates

**Melastomataceae**

- Blakea quadrangularis* Triana  
*Graffenrieda* sp. nov.  
*Meriania albertiae* Wurdack  
*Miconia costaricensis* Cogn. cf. var. *pittleri* Cogn.  
*Miconia* cf. *curvipetiolata* Cogn. & Gl. ex Gleason  
*Miconia* cf. *floribunda* (Bonpl.) DC.  
*Miconia frontinoana* Cogn. & Gl. Gleason  
*Miconia lehmannii* Cogn.  
*Miconia plena* Gleason  
*Miconia theaezans* (Bonpl.) Cogn.  
*Miconia velutina* Triana  
*Miconia* sp. nov. Sección Chaenopleura

**Meliaceae**

- Guarea* sp.

**Monimiaceae**

- Mollinedia* sp.  
*Siparuna archeri* A.C. Smith

**Moraceae**

- Castilla elastica* Sesse  
*Ficus americana* Aubl.  
*Ficus* cf. *hartwegii* (Miq.) Miq.  
*Naucleopsis glabra* Spruce ex Baillon  
*Persea quianensis* Aubl. ssp. *castilloides* (Pittler) C.C. Berg

**Myristicaceae**

- Virola* aff. *sebifera* Aubl.

**Myrsinaceae**

- Ardisia* cf. *guyanensis* (Aubl.) Mez.  
*Ardisia sapida* Cuatr.  
*Cybianthus laurifolius* (Mez.) Agostini  
*Cybianthus* aff. *laurifolius*  
*Cybianthus occigranatensis* (Cuatr.) Agostini  
*Cybianthus pastensis* (Mez.) Agostini  
*Cybianthus* cf. *peruviana* C. DC.  
*Cybianthus* sp. nov. vel *poeppligii* Mez.  
*Gelsanthus* sp.  
*Myrsine* cf. *coriaceae* (Sw.) R. Br. ex R. & S.

**Myrtaceae**

- Eugenia* sp.  
*Myrcia* cf. *paivae* Berg  
*Myrcia* sp.

**Nyctaginaceae**

- Neea* sp.

**Ochnaceae**

- Godoya antioquiensis* Planch.

**Piperaceae**

- Piper archeri* Tröl. & Yunker

**Polygalaceae**

- Monina* sp.

**Rubiaceae**

- Amaloua* sp.  
*Borojoa* sp.  
*Cephaelis crassifolia* Standl.  
*Coussarea* sp.  
*Elaeagla pastoensis* L.E. Mora  
*Faramea euricarpa* D. Sm.  
*Faramea parvula* Standl.  
*Palcourea perquadrangularis* Wernh.  
*Psychotria aubleitiana* Steyererm.  
*Psychotria costanensis* Steyererm.  
*Psychotria guadalupensis* (DC.) Howard  
*Psychotria orchidearum* Standl.  
*Raritebe palcoureoides* Wernh.

**Rutaceae**

- Fagara* sp.

**Sapindaceae**

- Paullinia* sp.

**Simaroubaceae**

- Simarouba amara* Aubl.

**Solanaceae**

- Capsicum* sp.  
*Cestrum* sp.  
*Lycianthes* sp.  
*Solanum aturense* Dunal

**Styracaceae**

- Styrax* cf. *leptactinosus* Cuatr.

**Symplocaceae**

- Symplocus* sp.

Otras familias con una especie aún no identificada son: Celastraceae, Chrysobalanaceae, Sapotaceae, Theaceae y Violaceae.



En total se identificaron completa o parcialmente 151 especies de plantas de 51 familias. De éstas, las familias mejor representadas (en número de especies), fueron: Rubiaceae, Melastomataceae, Ericaceae, Myrsinaceae, Arecaceae, Clusiaceae y Araliaceae. Las

palmas, además de presentar una alta diversidad, presentaron una alta densidad de individuos con representantes en todos los estratos del bosque. Las especies más importantes de esta familia en el bosque se encuentran ilustradas en las figuras 7 a 13.

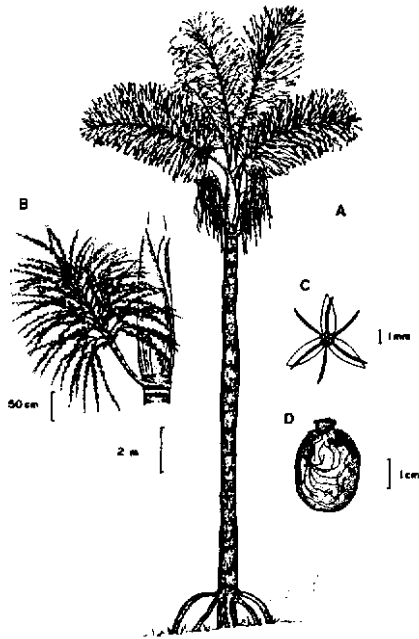


Fig. 7. *Dictyocaryum platysepalum* Burret. A. Arbol con infrutescencia joven; B. Vista aumentada de una infrutescencia; C. Flor; D. semilla.

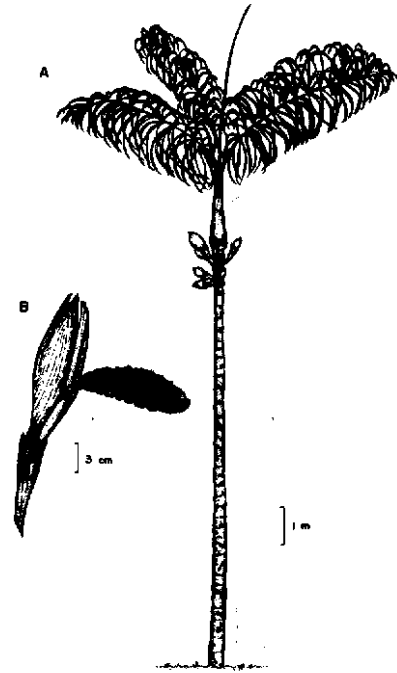


Fig. 8. *Wettinia fascicularis* (Burret) Moore & Dransfield. A. Arbol con inflorescencias en formación; B. Infrutescencia.

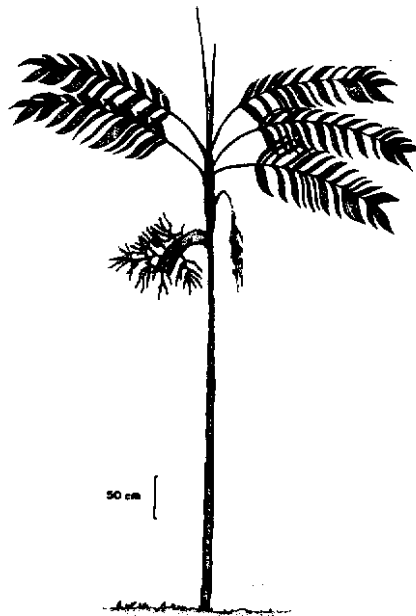


Fig. 9. *Geonoma* cf. *undata* Klotzch.

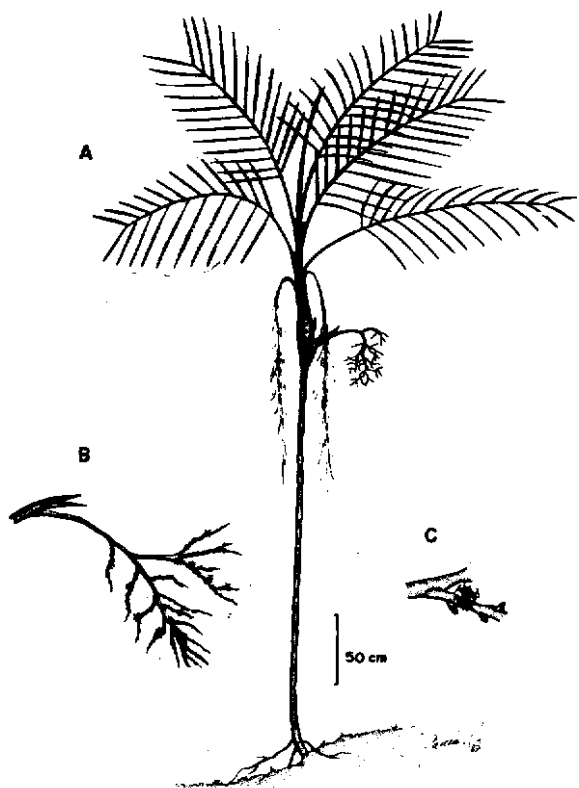


Fig. 10. *Geonoma euterpoidea* Burret. A. Arbol con inflorescencia; B. Vista aumentada de una inflorescencia; C. Detalle de una inflorescencia.

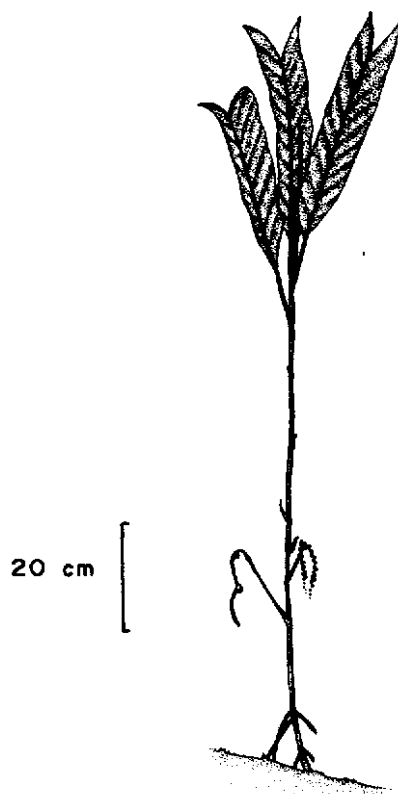


Fig. 11. *Chamaedorea geonomiformis* H. A. Wendl.

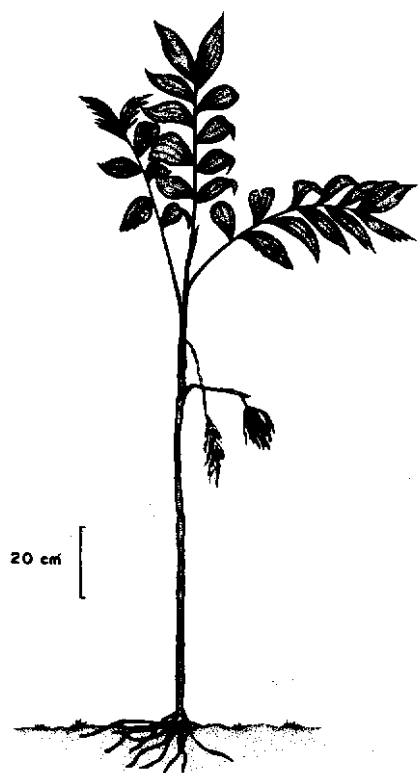


Fig. 12. *Chamaedorea cf. brevifrons* H.A. Wendl.

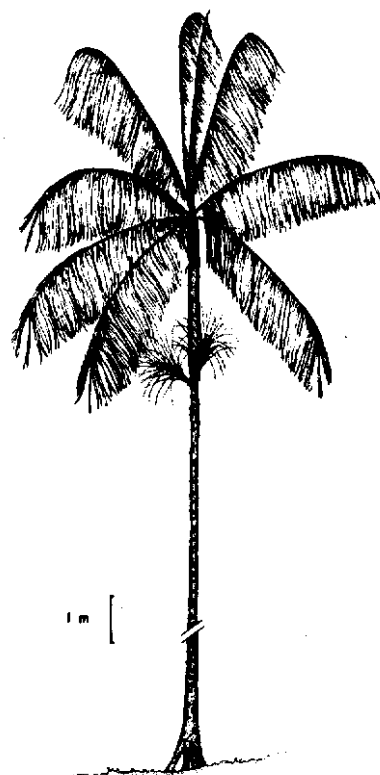


Fig 13. *Euterpe kalbreyeri* Burret

Algunas de las especies de palmas, a pesar de ser abundantes en Guatapé, son de distribución restringida, tales como *Dictyocaryum platysepalum*, *Wettinia fascicularis* y *Chamaedorea geonomiformis*. La presencia de esta última especie en el bosque de Guatapé representa un segundo reporte para Colombia y Suramérica (Galeano y Bernal, 1987). Es importante anotar además que, aún siendo un bosque de área relativamente pequeña, se encontraron en las partes más preservadas, de aproximadamente 1 ha de exten-

sión, nueve especies nuevas, de las cuales siete quedan aún sin describir: *Graffenrieda* sp. nov., dos especies de *Miconia*, *Meriania albertiae*, *Tessmanianthus* sp. nov. y *Topobea albertiae* (todas de la familia Melastomataceae), *Protium* sp. nov. (Bursuraceae), *Psammisia* sp. nov. (Ericaceae) y *Cybianthus* sp. nov. (Myrsinaceae). La importancia de este bosque también se nota en la presencia del cauce (*Godoya antioquiensis* Ochnaceae) que está en vía de extinción (León Morales, com. pers.).

Tabla 6. Número de individuos por línea de las especies más comunes del bosque en la finca Montepinar, Guatapé.

Especie	No. de individuos por línea					Total
	1	2	3	4	5	
<i>Wettinia fascicularis</i>	8	41	16	7	3	75
<i>Dictyocaryum platysepalum</i>	16	7	2	15	14	54
<i>Geonoma euterpoidea</i>	6	16	6	7	5	40
<i>Elaeagia pastoensis</i>	6	5	1	13	4	29
<i>Geonoma cf. undata</i>	11	1	3	3	2	20
<i>Tovornita weddelliana</i>	0	0	0	8	5	13
<i>Albizia carbonaria</i>	4	0	3	1	2	10
<i>Graffenrieda</i> sp.	4	1	0	0	3	8
<i>Cephaelis crassifolia</i>	0	2	4	0	1	7
<i>Palcourea perquadrangularis</i>	0	2	1	1	3	7
<i>Meriania albertiae</i>	1	0	0	5	0	6
<i>Guatteria lehmannii</i>	0	2	1	3	0	6
<i>Miconia curvipetiolata</i>	0	3	1	0	1	5
<i>Hedyosmum racemosum</i>	4	0	1	0	0	5
<i>Miconia plena</i>	3	1	0	0	0	4
<i>Croton killipianus</i>	0	2	0	1	1	4

En promedio se encontraron 25 especies por línea de trayecto, de las cuales 16 tuvieron cuatro o más individuos (tabla 6) y sólo cinco estuvieron presentes en todas las líneas: *Wettinia fascicularis*, *Dictyocaryum platysepalum*, *Geonoma euterpoidea*, *G. undata* y *Elaeagia pastoensis*. La composición de las especies también varió entre las líneas de trayecto: *Wettinia fascicularis* y *Geonoma euterpoidea* presentaron una elevada densidad en la línea de mayor perturbación (línea 2), mientras que *Dictyocaryum platysepalum* fue más abundante en las líneas de menor perturbación (líneas 1,4,5) (tabla 6).

Las tablas 7 y 8 dan la frecuencia y el número de individuos marcados y reproductivos de las líneas de

trayecto. Es de notar el bajo número de individuos reproductivos en las líneas trazadas inicialmente. Al marcar las plantas en forma aleatoria, se incluía una mayoría de individuos inmaduros, obligando a un cambio en la metodología del muestreo. La tabla 8 presenta los datos de remarcaje de las plantas del bosque, en el cual se tuvo en cuenta sólo aquellos individuos maduros sexualmente, o de un tamaño tal que se podría esperar su reproducción durante el estudio.

La estructura del bosque, analizada por el método "punto y cuarto", se encuentra en la tabla 9. Las especies más importantes fueron *Dictyocaryum platysepalum*, *Wettinia fascicularis* y *Albizia carbonaria*.

Tabla 7. Número de individuos marcados y reproductivos (en orden de abundancia) en cada una de las líneas de trayecto, ilustrando las diferencias en la composición florística entre ellas. Finca Montepinar, Guatapé

Especie	Línea						Número de individuos	
	1	2	3	4	5	RM	marcados	reproductivos
1 <i>Wettinia fascicularis</i>	x	x	x	x	x	x	75	17
2 <i>Dictyocaryum platysepalum</i>	x	x	x	x	x	x	54	11
3 <i>Geonoma euterpoidea</i>	x	x	x	x	x	x	40	21
4 <i>Elaeagia pastoensis</i>	x	x	x	x	x	x	29	9
5 <i>Geonoma cf. undata</i>	x	x	x	x	x	x	20	2
6 <i>Tovomita weddelliana</i>	x			x	x	x	13	6
7 <i>Albizia carbonaria</i>	x		x	x	x	x	10	3
8 <i>Graffenrieda sp.</i>	x	x			x	x	8	5
9 <i>Cephaelis crassifolia</i>		x	x		x	x	7	3
10 <i>Palicourea perquadrangularis</i>		x	x	x	x	x	7	4
11 <i>Meriania albertiae</i>	x			x			6	5
12 <i>Guatteria lehmannii</i>		x		x		x	6	5
13 <i>Miconia curvipetiolata</i>		x	x		x		5	4
14 <i>Hedyosmum racemosum</i>	x		x				5	3
15 <i>Croton killipianus</i>		x		x	x	x	4	2
16 <i>Miconia plena</i>	x	x					4	2
17 <i>Myrcia cf. palvae</i>				x	x		3	2
18 <i>Erythroxylum citrifolium</i>				x	x		3	2
19 <i>Cavendishia bracteata</i>		x					3	3
20 <i>Cavendishia angustifolia</i>	x	x	x				3	1
21 <i>Borojoa sp.</i>	x	x			x		3	0
22 <i>Alloplectus schultzei</i>			x				3	3
23 <i>Miconia cf. floribunda</i>			x		x		3	3
24 <i>Simarouba amara</i>				x	x		2	2
25 <i>Euterpe kalbreyeri</i>			x	x		x	2	2
26 <i>Ilex caliana</i>				x	x		2	2
27 <i>Podocarpus oleifolius</i>			x	x			2	0
28 <i>Eugenia sp.</i>		x		x		x	2	2
29 <i>Miconia lehmannii</i>		x			x		2	2
30 <i>Perebea guianensis</i>	x						2	1
31 <i>Raritebe palicoureoides</i>	x						2	2
32 <i>Miconia theaezans</i>		x	x				2	1
33 <i>Myrsine cf. coriacea</i>			x	x			2	2
34 <i>Piper archeri</i>			x		x		2	2
35 <i>Clusia cf. multiflora</i>		x					2	2
36 <i>Croton cf. glabellus</i>			x	x			2	1
37 <i>Psychotria costanensis</i>				x	x		2	2
38 <i>Godoya antioquiensis</i>					x	x	1	0
39 <i>Chamaedorea geonomiformis</i>			x				1	1
40 <i>Topobea albertiae</i>	x	x			x		1	1
41 <i>Psychotria aubletiana</i>		x					1	1
42 <i>Persea cuneata</i>		x			x		1	1
43 <i>Virola cf. guianensis</i>				x	x		1	1
44 <i>Nectandra longifolia</i>				x	x		1	1
45 <i>Eschweilera antioquiensis</i>					x	x	1	1
46 <i>Stephanopodium cf. peruvianum</i>	x						1	1
47 <i>Cavendishia tarapotana</i>		x					1	1
48 <i>Spyrospermum cordifolium</i>		x					1	1
49 <i>Faramea eunicarpa</i>		x					1	1
50 <i>Cordia cf. protracta</i>		x					1	1
51 <i>Chrysochlamys cf. dependens</i>			x				1	0
52 <i>Cybianthus cf. peruviana</i>			x				1	1
53 <i>Cybianthus sp. nov. vel poeppigii</i>			x				1	1
54 <i>Ardisia sapida</i>			x				1	1
55 <i>Ilex aff. nervosum</i>			x		x		1	1
56 <i>Clusia decusota</i>			x				1	0
57 <i>Gaiodendron latifolium</i>			x				1	1
58 <i>Erythroxylum panamense</i>					x	x	1	0
59 <i>Ilex danielis</i>				x	x		1	1
60 <i>Ficus americana</i>					x		1	1
61 <i>Mauria heterophylla</i>					x		1	1
Total	16	25	23	20	19	22	369	162

x: Presente en la línea

Tabla 8. Número de individuos de las especies remarcadas y reproductivas (en orden de abundancia) en el bosque de la finca Montepinar, Guatapé. Estos fueron seleccionados por clase diamétrica, lo cual aumenta la probabilidad de que estén reproductivos para las observaciones fenológicas.

Especie	Número de individuos	
	remarcados	reproductivos
1 <i>Wettinia fascicularis</i>	16	16
2 <i>Dictyocaryum platysepalum</i>	13	12
3 <i>Elaeagia pastoensis</i>	10	8
4 <i>Tovomita weddelliana</i>	10	7
5 <i>Meriania albertiae</i>	6	6
6 <i>Geonoma euterpoidea</i>	6	5
7 <i>Geonoma cf. undata</i>	5	4
8 <i>Godoya antioquiensis</i>	5	4
9 <i>Croton killipianus</i>	4	3
10 <i>Albizia carbonaria</i>	3	2
11 <i>Graffenrieda sp.</i>	3	2
12 <i>Palicourea perquadrangularis</i>	2	2
13 <i>Simarouba amara</i>	2	0
14 <i>Topobea albertiae</i>	2	2
15 <i>Guatteria lehmannii</i>	2	2
16 <i>Euterpe kalbreyeri</i>	2	2
17 <i>Vriola cf. guianensis</i>	2	2
18 <i>Myrcia cf. palvae</i>	2	2
19 <i>Erythroxylum citrifolium</i>	2	2
20 <i>Eschweilera antioquiensis</i>	2	1
21 <i>Chamaedorea cf. brevifrons</i>	1	1
22 <i>Persea cuneata</i>	1	1
23 <i>Ilex aff. nervosum</i>	1	1
24 <i>Nectandra longifolia</i>	1	0
25 <i>Miconia cf. floribunda</i>	1	1
26 <i>Psychotria costanensis</i>	1	1
27 <i>Ilex daniells</i>	1	1
28 <i>Ficus cf. americana</i>	1	1
29 <i>Mauria heterophylla</i>	1	1
30 <i>Erythroxylum cf. panamense</i>	1	1
31 <i>Ilex calliana</i>	1	0
32 <i>Eugenia sp.</i>	1	1
33 <i>Miconia lehmannii</i>	1	1
34 <i>Piper archeri</i>	1	1

A nivel de la comunidad, hubo mayor floración en julio de 1985 y 1986 y en el periodo de enero a abril de 1986, que corresponden a las épocas de menor precipitación (fig. 14). La floración se reduce entre octubre y diciembre, o sea a finales del periodo húmedo (las observaciones efectuadas en junio de 1985, no se tomaron en cuenta para el análisis por ser muy escasas), y la fructificación fue mayor entre octubre y noviembre de 1985 y en febrero de 1986, ya que en esta época fructifican especies de mayor abundancia. Estos datos son importantes en términos de la producción de recursos (flores y frutos) de toda la comunidad, pero no dan una idea clara acerca del número de especies florecidas o fructificadas en una época determinada. Para este fin, se analizó el bosque por estratos y por especies.

Tabla 9. Análisis de la estructura de la vegetación por el método de "punto y cuarto" en el bosque de la finca Montepinar, Guatapé.

Especie	Densidad relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Valores de Importancia *
<i>Dictyocaryum platysepalum</i>	7.49	7.89	33.67	49.05
<i>Wettinia fascicularis</i>	19.98	15.79	4.21	39.98
<i>Albizia carbonaria</i>	1.25	1.32	18.12	20.64
<i>Graffenrieda sp. nov.</i>	6.25	6.58	4.69	17.52
<i>Cyathea sp.</i>	6.25	6.58	4.53	17.36
<i>Clusia sp.</i>	6.25	6.58	2.57	15.40
<i>Miconia plena</i>	2.49	2.63	5.49	10.57
<i>Podocarpus oleifolius</i>	1.25	1.32	6.94	9.51
<i>Geonoma cf. undata</i>	3.74	3.95	1.24	8.93
<i>Ilex calliana</i>	1.25	1.32	5.68	8.25
<i>Elaeagia pastoensis</i>	2.49	2.63	1.86	6.98
<i>Geonoma euterpoidea</i>	2.49	2.63	0.46	5.58
<i>Elaeagia cf. utilis</i>	2.49	2.63	0.41	5.53
<i>Tovomita weddelliana</i>	2.49	2.63	0.38	5.50
<i>Vismia sp.</i>	1.25	1.32	0.43	3.00
<i>Guatteria lehmannii</i>	1.25	1.32	0.37	2.94
<i>Inga sp.</i>	1.25	1.32	0.37	2.94
<i>Chamaedorea brevifrons</i>	1.25	1.32	0.16	2.73
<i>Myrcia cf. palvae</i>	1.25	1.32	0.12	2.70
<i>Ilex cf. daniells</i>	1.25	1.32	0.12	2.70
<i>Palicourea perquadrangularis</i>	1.25	1.32	0.12	2.70

\* Otras catorce especies aún no identificadas, tuvieron sus valores de importancia por debajo de 2.7 c/u.

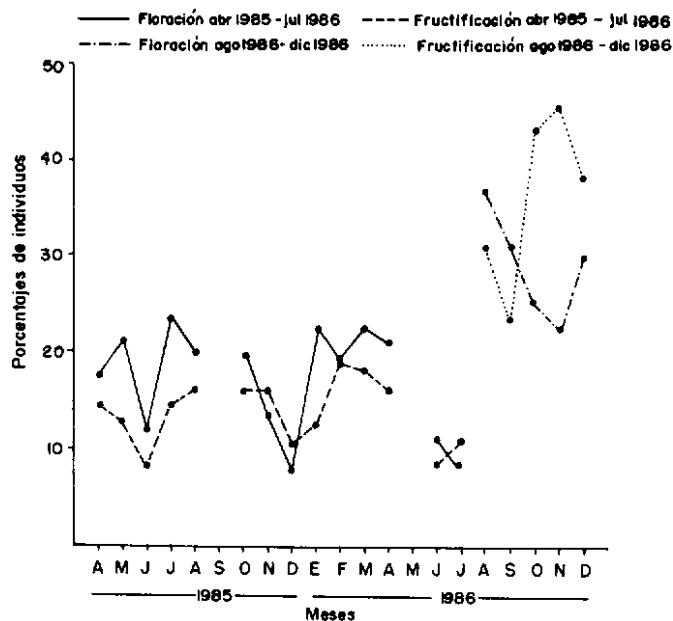


Fig 14. Porcentajes mensuales de floración (botón hasta antes) y fructificación. Finca Montepinar, Guatapé.

Los porcentajes de floración y fructificación, presentados en la tabla 10, se basan en el número de individuos que se reprodujeron en cada línea y en cada estrato del bosque. Se nota un aumento progresivo en el porcentaje de reproducción desde el estrato bajo (17.5%) hasta el más alto (69.8%). Estos datos se presentan en las figuras 15 y 16. Para el más bajo la floración se incrementó hacia agosto de 1985 y en febrero de 1986,

que son las épocas en que termina el periodo seco y comienza el húmedo, mientras que en el estrato 2 la mayor floración ocurrió en los meses más húmedos (mayo de 1985 y abril de 1986). Para los árboles más altos (estratos 3, 4 y 5), la floración fue mayor en la época seca (julio de 1985) y a partir de abril de 1986, excepto para el 5, el cual presentó un pico de floración en febrero de 1986.

Tabla 10. Porcentajes de individuos reproductivos en cada uno de los estratos y líneas del bosque de la finca Montepinar, Guatapé.

Estrato (m)	Línea					Total
	1	2	3	5	6	
1 (0-<4)	23.7	12.5	19.4	10.6	24.1	17.5
2 (4-<7)	21.4	37.7	28.9	34.3	10.8	27.7
3 (7-<11)	38.9	50.0	50.0	56.7	42.9	47.3
4 (11-<16)	63.6	75.0	83.3	61.1	76.9	68.3
5 (>16)	80.0	-	66.6	66.7	61.9	69.8
	41.0	27.1	29.3	36.7	33.8	33.0

Nota: Los porcentajes se basan en el número total de individuos en cada estrato de cada línea.

Es de anotar que la población de *Dictyocaryum platysepalum* floreció en forma abundante entre abril y junio de 1985. En 1986 formó frutos en algunos individuos, mientras que otros iniciaron el desarrollo de las inflorescencias. En el análisis fenológico, la denominación de "floración" incluye desde la formación de la inflorescencia hasta la apertura de las flores.

En general, se puede decir que hubo diferencias en la fenología de la floración entre los estratos altos y bajos del bosque. Se observó que a medida que transcurre la época seca, se incrementa la pérdida de follaje en el dosel del bosque, lo que permite una mayor penetración de luz al sotobosque, lo cual incide en la energía disponible y necesaria para florecer, produciendo la respuesta reproductiva en el estrato bajo en un periodo posterior al del estrato superior.

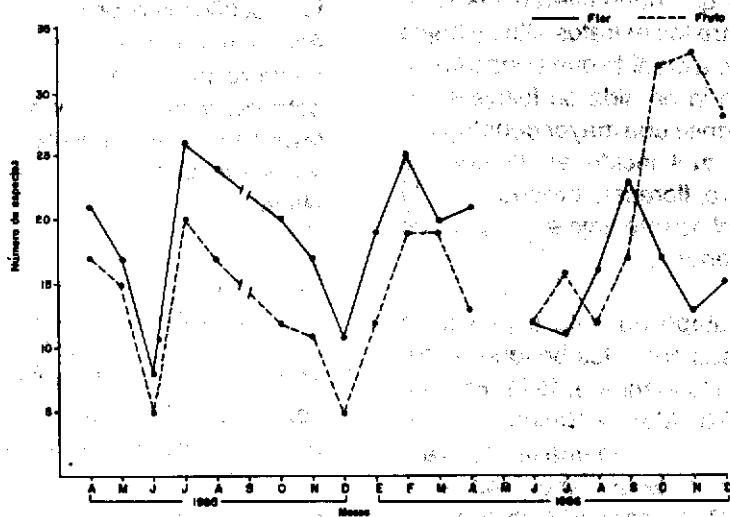
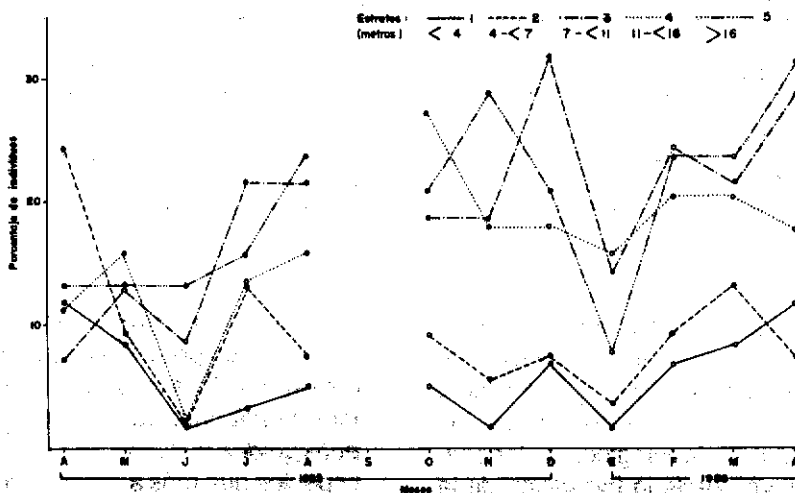
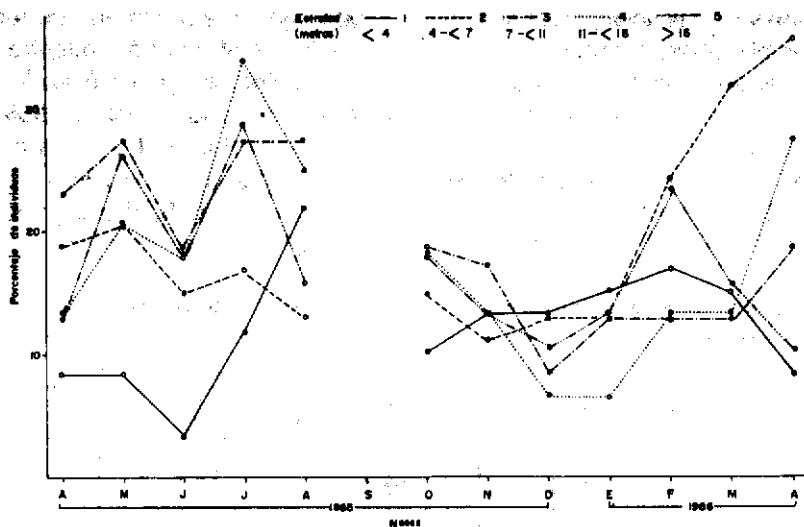
Aunque el bosque de Guatapé no está sujeto a un periodo de sequía prolongada como los bosques estudiados en América Central (Daubenmire, 1972; Frankie *et al.*, 1974; Jackson, 1978; Mori y Kallunki, 1976; Fournier y Salas, 1966), sí se observó una tendencia a presentar una mayor floración de la comunidad en la época del año más seca. *Dictyocaryum platysepalum* fue la especie que más influyó en los resultados ob-

tenidos para el estrato más alto del bosque, seguido en menor grado por *Elaeagia pastoensis*, mientras que en los estratos 3 y 4 lo fueron las especies *Wettinia fascicularis*, *Graffenrieda* sp. y *Elaeagia pastoensis*. *Geonoma euterpoidea* y *Palicourea perquadrangularis* fueron las especies que más afectaron los resultados en los estratos 1 y 2 por su mayor abundancia.

La fructificación presentó incrementos al empezar la época húmeda (agosto y abril) y a finales de ésta (octubre, noviembre y diciembre), principalmente en los estratos altos. Es probable que los factores que afectan la dispersión de semillas, sean las presiones que inciden en esta respuesta para algunas especies en los estratos altos.

El análisis de los patrones fenológicos por especie (fig. 17), no contradice los observados para la comunidad como un total. La floración se incrementó en julio de 1985 y en febrero de 1986, que son épocas secas, y en septiembre de 1986, principalmente para las especies de los estratos bajos del bosque.

Los patrones fenológicos para las especies más importantes del bosque se presentan en las figuras 18 a 20.



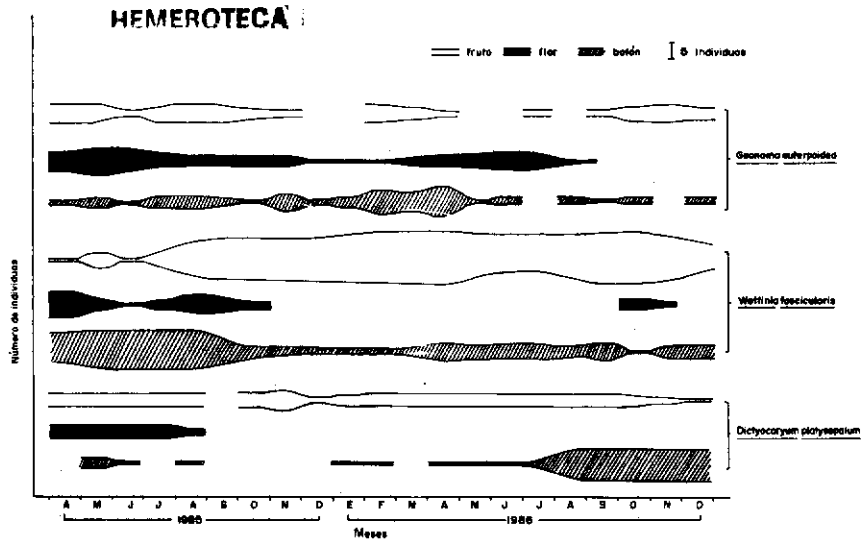


Fig. 18. Fenología de la floración y fructificación de especies de la familia Arecaceae (Palmae).

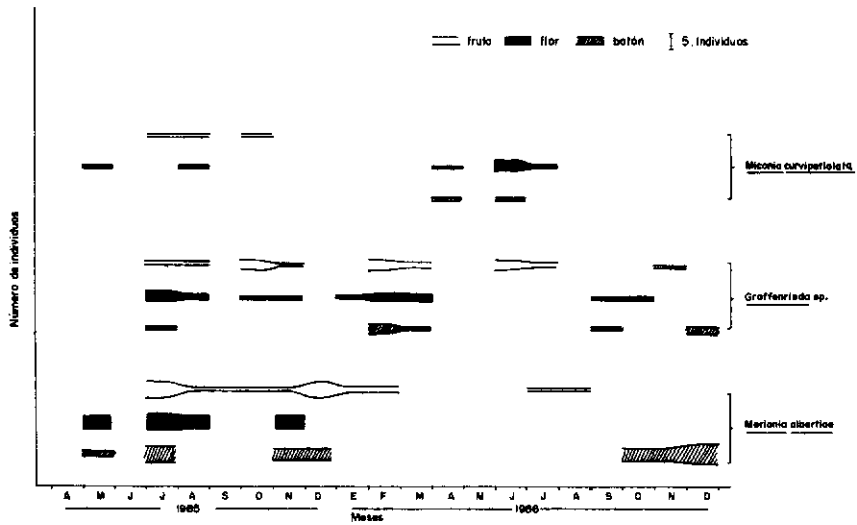


Fig. 19. Fenología de la floración y fructificación de especies de la familia Melastomataceae.

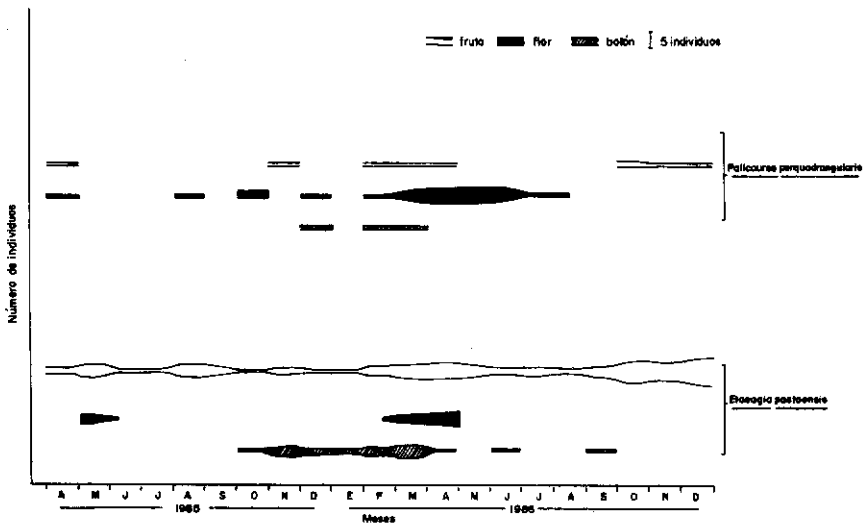


Fig. 20. Fenología de la floración y fructificación de especies de la familia Rubiaceae.



*Dictyocaryum platysepalum*

Este árbol, que alcanza tamaños de hasta 30 m, florece cada dos años. El desarrollo de la inflorescencia, que mide 1 a 3 m de largo, es prolongado, al igual que la maduración de los frutos. La antesis de las flores es mayor entre abril y agosto, aunque la iniciación de la inflorescencia empieza mucho antes de abril y dura abierta aproximadamente un mes, durante el cual es visitada intensamente por insectos. Los frutos requieren de casi un año para madurar. Se puede encontrar individuos florecidos o fructificados en cualquier época del año.

*Wettinia fascicularis*

De unos 7 a 15 m de altura, presenta un patrón fenológico similar a la especie anterior, pero el desarrollo de la inflorescencia se demora menos. Las flores son muy visitadas por abejas. Existen una a varias (hasta 10) inflorescencias inmaduras, en diferentes estados de desarrollo, durante casi todo el año, con un promedio de dos que abren por cada árbol por año. La presencia de frutos en la población dura todo el año.

*Geonoma euterpoidea*

Ocupa los estratos del sotobosque. No presenta una época de mayor floración, sino que florece y fructifica todo el año.

*Meriania albertiae*

Este árbol, de unos 10 m de altura, floreció entre mayo y agosto y en noviembre de 1985, lo cual no se repitió en 1986. Los frutos se produjeron en la época seca de julio y diciembre de 1985.

*Graffenrieda* sp.

Este árbol de los estratos medios del bosque presenta dos épocas de floración en el año, que coinciden con las épocas secas. La fructificación se observa durante casi todo el año y los frutos son persistentes.

*Miconia curvipetiolata*

La floración de este árbol del sotobosque de unos 6 a 12 m de altura fue sincrónica y se presentó en junio. La fructificación ocurrió entre junio y octubre.

*Elaeagia pastoensis*

Existe una época definida para la floración en esta especie de 15 a 20 m de altura que ocupa los estratos superiores del bosque. Presenta botones desde noviembre hasta marzo y las flores abren de marzo a mayo. Los frutos son persistentes en los árboles y caen gradualmente durante todo el año.

*Palicourea perquadrangularis*

La antesis de esta planta de unos 1 a 2 m de altura, ocurre en dos periodos del año, uno corto en octubre y

otro entre marzo y junio, lo que coincide con las épocas húmedas del año. Su fructificación se reparte a través del año.

Algunas de las diferencias observadas en la fenología de las especies en los dos periodos comprendidos entre abril de 1985 y abril de 1986 y entre mayo y diciembre de 1986, se deben a que muchas de las especies se encuentran mejor representadas en la muestra que incluye el remarcaje y otras en la muestra previa. Por lo tanto el análisis se hizo teniendo en cuenta tanto el número de especies como el número de individuos en la comunidad. Dicho análisis permite, además, incluir especies representadas por un solo individuo.

## CONCLUSIONES

Como del bosque seleccionado para este estudio no se tenían estudios previos, ni aún de otros de su tipo, el estudio tiene valor intrínseco, tanto desde el punto de vista del inventario florístico y las nuevas especies que se descubrieron, como de la información fenológica adquirida. La selección preliminar, al azar, de los individuos para la observación fenológica, no permitió, al final, obtener información de un número adecuado de individuos sobre los periodos reproductivos en algunas especies. Por lo tanto se recomienda continuar las observaciones por un periodo de tiempo más largo y con una selección adecuada del tamaño poblacional. Para algunas especies, con periodos de reproducción no anuales, se ha recomendado efectuar estudios de 10 o más años de duración (Stiles, 1978; Alencar *et al.*, 1979). No obstante lo anterior, es posible sacar algunas conclusiones preliminares que serían revisadas posteriormente. A nivel de comunidad, puede concluirse que hay cierta correlación entre las respuestas fenológicas y los periodos de precipitación, principalmente con el proceso de la floración, el cual se da en mayor grado en la época seca. En el análisis por estratos del bosque, se observan diferencias; la tendencia de las plantas del estrato alto es a florecer en la época seca, en tanto que en el estrato bajo es en la época húmeda. Un patrón similar fue reportado por Ortiz y Fournier (1983) y por Croat (1975b). El efecto se observa tanto en el análisis por individuos como por especies.

El bosque presenta características particulares, tanto desde el punto de vista climático como edáfico y florístico. Ocupa una área relativamente pequeña, siendo pluvial en forma muy localizada. Los suelos son ácidos y pobres en nutrientes. Presenta una alta diversidad de especies de la familia *Arecaceae*, la cual es muy dominante en este tipo de bosque, con elementos florísticos característicos de zonas de menor altura. Posee una especie maderable, de valor económico, *Godoya antioquiensis* Planch., empleada para elaborar cabos de hachas y otras herramientas y que se encuentra en vía de extinción. A pesar de la poca extensión del bosque, se reportan en este trabajo siete especies nuevas, y un segundo reporte para Colombia y Suramérica de una especie de palma. Su cercanía a Medellín (aproximadamente 2 h de viaje) y el hecho de encontrarse en una

## HEMEROTECA

área contigua a la central hidroeléctrica de Guatapé, con un alto potencial turístico y de fácil acceso, hacen que este tipo de bosque se encuentre susceptible a ser destruido o a que las perturbaciones lo alteren fácilmente. Trabajos anteriores en zonas cercanas han recomendado que estos bosques se conserven en su estado natural (Espinal, 1985; Pérez, 1976) ya que sus suelos no son apropiados para la agricultura y la ganadería. Además de su valor científico, el bosque es importante por el control de aguas a la represa. Por lo tanto apoyamos las recomendaciones hechas sobre su conservación.

A pesar de haber logrado información nueva y de valor, no consideramos que todo se haya hecho. Quedaron aún interrogantes sobre la fenología de las especies cuya densidad baja no permitió hacer un análisis completo. Además hay que confirmar lo establecido para las especies analizadas con estudios que cubran periodos de tiempo más largos.

Como el trabajo se basó en plantas leñosas, aún quedan muchas especies de plantas herbáceas (terrestres y epífitas) sobre las que sería muy interesante realizar estudios, ya que presentan abundantes poblaciones. Por otra parte, muchas de las especies encontradas suministran recursos para las aves de la región en forma de néctar, frutos o semillas. Así que sería de muchísimo interés dilucidar aspectos sobre el efecto de las periodicidades en la floración y fructificación de esas plantas sobre eventos periódicos en aves, o viceversa. Se ha visto, por ejemplo, que la competencia por polinizadores es un estímulo para la evolución de las épocas de floración de algunas especies de plantas (Mosquin, 1971; Stiles, 1975 y 1978; Opler *et al.* 1976; Waser, 1978) o que el florecimiento afecta los patrones de comportamiento de los polinizadores, lo que repercute en la reproducción de las plantas (Augsburger, 1980, 1981 y 1983); o que la época de fructificación afecta la probabilidad de que sus semillas sean dispersadas (Thompson y Willson, 1979); o que se reduzca la competencia por dispersores (Snow, 1965).

Con la información obtenida se puede además establecer comparaciones entre especies comunes a otros bosques que posean diferentes condiciones altitudinales y climáticas. Por último, es posible establecer con mayor exactitud las épocas de dispersión de algunas semillas y realizar ensayos para su propagación, sobre todo de aquellas especies, como *Godoya antioquiensis*, más susceptibles de extinción.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se hizo posible gracias al apoyo económico de la Universidad de Antioquia, a través del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y a la colaboración desinteresada del doctor Pedro Restrepo, propietario de la finca Montepinar, quien permitió el acceso a su bosque. Los

análisis de suelos se realizaron sin costo en los laboratorios de la Universidad Nacional de Colombia, seccional Medellín, y las Empresas Públicas de Medellín permitieron el acceso a los registros climáticos de la región.

Se agradece muy especialmente a los estudiantes de los programas de pre y posgrado del Departamento de Biología por su colaboración con los trabajos de campo, especialmente a Adriana Betancourt, Julio Betancur, Elisa Londoño, Orlando Marulanda, Francisco Javier Roldán y María Patricia Velásquez, y a los auxiliares Omar Escobar y Jorge Wilson Rengifo por su colaboración en el campo y en el herbario.

Las figuras fueron elaboradas por Consuelo García y Gloria Mora del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Se reconoce la labor invaluable de los siguientes expertos de varios herbarios, quienes realizaron algunas identificaciones de las especies vegetales:

L. Atehortúa (HUA)	Helechos
R. Barneby (NY)	Mimosaceae
C.C. Berg (U)	Moraceae
R. Bernal (COL)	Arecaceae
R. Callejas (HUA)	Piperaceae
D. Daley (NY)	Burseraceae
W. D'Arcy (MO)	Solanaceae
S. Díaz (COL)	Asteraceae
J. Dwyer (MO)	Rubiaceae
V. Funk (US)	Asteraceae
B. Gates (MICH)	Malpighiaceae
G. Galeano (COL)	Arecaceae
A. Gentry (MO)	Bignoniaceae, familias varias
B. Hammel (MO)	Clusiaceae, Cyclanthaceae
R. Jaramillo (COL)	Familias varias
J. Kallunki (NY)	<i>Casearia</i>
J. Kirkbride (US)	Rubiaceae
J. Kuijt (LEA)	Loranthaceae
L. Landrum (ASU)	Myrtaceae
G. Lozano (COL)	Magnoliaceae
J. Luteyn (NY)	Ericaceae
S. Mori (NY)	Lecythidaceae
M. Nee (NY)	Solanaceae
J. Pipoly (US)	Clusiaceae, Myrsinaceae
T. Plowman (F)	<i>Erythroxylum</i>
R. Pohl (ISC)	Poaceae
G. Prance (NY)	Dichapetalaceae
E. Rentería (HUA)	<i>Mauria</i>
H. Robinson (US)	Asteraceae
D. Sánchez (MEDEL)	<i>Guatteria</i>
W. Thomas (NY)	Simaroubaceae
C. Todzia (TEX)	<i>Hedyosmum</i>
J.H. Torres (COL)	Podocarpaceae
H. van der Werff (MO)	Lauraceae
G. Webster (Davis)	Euphorbiaceae
J. Wurdack (US)	Melastomataceae

## LITERATURA CITADA

- Alencar, J.D.C., R.A. de Almeida y N.P. Fernandes. 1979. Fenología de especies forestales en floresta tropical umida da terra firme na Amazonia Central. *Acta Amazonica* 9(1): 163-198.
- Augsburger, C.K. 1980. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): Influence on pollinator attraction and movement. *Evolution* 34(3): 475-488.
- \_\_\_\_\_. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub: Experimental studies on effects of pollinator and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62(3): 775-788.
- \_\_\_\_\_. 1983. Phenology, flowering synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica* 15(4): 257-267.
- Baker, H.G. 1973. Evolutionary relationships between flowering plants and animals in American and African tropical forest. In: Meggers, B.J., E. S. Ayensu y W.D. Duckworth (eds). *Tropical forest ecosystems in Africa and South America: A Comparative review*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.
- Cabrera, I. 1978. Datos fenológicos de especies arbóreas colombianas. *Cespedesia* 7(25-26) Suplemento 2: 101-160.
- Cottam, G. y J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460. In: Muller-Dombois, D. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, N.Y.
- Croat, T.B. 1975a. A case for selection for delayed maturation in *Spondias* (Anacardiaceae). *Biotropica* 6: 135-137.
- \_\_\_\_\_. 1975b. Phenological behavior of habit an habitat classes on Barro Colorado Island (Canal Zone). *Biotropica* 7(4): 270-277.
- Cuadros, H. 1978. Observaciones dendrológicas y fenológicas en algunos árboles del Bajo Calima, Depto de Valle del Cauca. *Cespedesia* 7(25-26) Suplemento 2: 61-71.
- Daubenmire, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. *J. Ecol.* 60:147-170.
- Espinal, L.S. 1985. Geografía ecológica del departamento de Antioquia (Zonas de vida, formaciones vegetales del departamento de Antioquia). *Revista Fac. Nac. Agron. Medellín* 38(1): 1-116.
- Fogden, M.P. 1972. The seasonality and the population dynamics of tropical forest birds in Sarawak *Ibis* 114: 307-343.
- Fournier, L.A. 1969. Estudio preliminar sobre la floración en el roble de sabana *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. *Revista Biol. Trop.* 15(2): 259-267.
- Fournier, L.A. y S. Salas. 1966. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque tropical húmedo de Villa Colón. *Revista Biol. Trop.* 14(1): 75-85.
- Frankie, G.W., H.G. Baker y P.A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881-919.
- Galeano, G. y R. Bernal. 1987. Palmas del departamento de Antioquia, región occidental. Univ. Nacional de Colombia. Centro Editorial.
- Hilty, S.L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12: 292-306.
- Holdridge, L.R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105: 367-368. En: Espinal, L.S. 1985. Geografía ecológica del departamento de Antioquia (Zonas de vida, formaciones vegetales del departamento de Antioquia). *Revista Fac. Nac. Agron. Medellín* 38(1): 1-70.
- Hopp, R.J. 1974. Plant phenology observation networks. In: Lieth, H. (ed.). *Phenology and seasonality modeling ecological studies*. Vol 8. Chapman & Hall Ltd, London.
- Jackson, J.F. 1978. Seasonality of flowering and leaf fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. *Biotropica* 10(1): 38-42.
- Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- \_\_\_\_\_. 1969. Seed eaters versus seed size, number, toxicity dispersal. *Evolution* 23: 1-27.
- \_\_\_\_\_. 1970a. *Jacquinia pungens*, a heliophile from the under-story of a tropical deciduous forest. *Biotropica* 2: 112-119.
- \_\_\_\_\_. 1970b. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *Amer. Nat.* 104: 501-528.
- \_\_\_\_\_. 1971. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science* 171: 203-205.
- Lieth, H. 1974. Purposes of a phenology book. In: Lieth, H. (ed.). *Ecological studies*. Vol. 8. Phenology and seasonality modeling. Chapman & Hall Ltd, London.
- Midiellín de Pierl, A. 1978. Epocas de producción de semillas de plantas forrajeras en clima cálido. *Cespedesia* 7(25-26) Suplemento 2: 169-170.
- Miller, A.H. 1963. Seasonal activity and ecology of the avifauna of an American equatorial cloud forest. *Univ. California Publ. Zool.* 66: 1-78.
- Mori, S.A. y J.A. Kallunki. 1976. Phenology and floral biology of *Gustavia superba* (Lecythidaceae) in Central Panama. *Biotropica* 8(3): 184-192.
- Mosquin, T. 1971. Competition for pollination as a stimulus for the evolution of flowering time. *Oikos* 22(3): 398-402.
- Mozo, T. 1970. La importancia de la fenología. *Revista Incora. En: Fenología vegetal en Colombia. Cespedesia* 7(25-26) Suplemento 2: 161-168.
- Opler, P.A., H.G. Baker y G.W. Frankie. 1976. Reproductive biology of some Costa Rican *Cordia* species (Boraginaceae). *Biotropica* 7(4): 234-247.
- Ortiz, R. y L.A. Fournier. 1983. Comportamiento fenológico de un bosque pluvial de premontano en Cataritas de San Ramón, Costa Rica. *Revista Biol. Trop.* 31(1): 69-74.
- Pérez, C. 1976. Proyecto hidroeléctrico de San Carlos: Estudio ecológico. Interconexión Eléctrica S.A. (ISA), Medellín. Publicación Especial Mimeografiada.
- Pijl, L. van der. 1969. Evolutionary action of tropical animals on the reproduction of plants. *J. Linn. Soc., Biol.* 7: 85-96.
- Ponton, C. 1978. Notas sobre áreas de semilleros y fenología de algunos árboles maderables y ornamentales del departamento de Córdoba, Colombia. *Cespedesia* 7(25-26): 73-100.
- Rockwood, L.L. 1975. The effect of seasonality on foraging in two species of leaf-cutting ants (*Atta*) in Guanacaste Province. Costa Rica. *Biotropica* 7: 176-193.
- Smythe, N. 1970. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. *Amer. Nat.* 104: 25-35.
- Snow, D. W. 1965. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forest. *Oikos* 15: 274-281.
- Stiles, F.G. 1975. Ecology, flowering phenology and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology* 56: 285-301.
- \_\_\_\_\_. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbird food plants of a tropical wet forest. *Biotropica* 10(3): 194-210.
- Thompson, S.N. y M.F. Willson. 1979. Evolution of temperate fruit/bird interactions: Phenological strategies. *Evolution* 33(3): 973-982.
- Venegas, L. 1978. Metodología para observaciones fenológicas. Informe Inderena-PNUD FAO (COL 74/005). En: Fenología vegetal en Colombia. *Cespedesia* 7(25-26) Suplemento 2: 25-32.
- Ward, P. 1969. The annual cycle of yellow-vented bulbul. *Pycnonotus goiaver* in a humid equatorial. *Environm. J. Zool. (Lond.)* 157: 25-45.
- Waser, N.M. 1978. Competition for hummingbird pollination and sequential flowering in two Colorado wildflowers. *Ecology* 59: 934-944.