

PÉREZ ARBELAEZIA

Diciembre de 2006

ISSN 0120-7717



Mutisia clematis L

Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis
Centro de Investigación y Desarrollo Científico



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ
1986 - 1972

Sacerdote - Investigador
Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELAEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis,
dedicada a la memoria de su fundador, el doctor *Enrique Pérez Arbeláez*,
quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de
Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de
nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico *Linneo* quiso hacer en homenaje a *José Celestino Mutis*.

Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D. C.**

Alcalde Mayor de Bogotá D. C.
Luis Eduardo Garzón

Jardín Botánico de Bogotá
"José Celestino Mutis"

Directora
Martha Liliana Perdomo Ramírez

Secretaria General
Angélica Díaz Ortiz

Jefe Oficina Asesora Jurídica
Edna Patricia Rangel Barragán

Jefe Oficina Asesora de Control Interno
Nancy Sanabria Rojas

Asesor de Planeación
Vladimir Forero Serrano

Subdirectora Científica
Claudia Córdoba García

Subdirector Técnico Operativo
Rolando Higueta Rodríguez

Subdirectora Educativa y Cultural
Paola Liliana Rodríguez Suárez

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 17 - Diciembre de 2006

Publicación Anual

PÉREZ - ARBELAEZIA

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que esta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial

Martha Liliana Perdomo	Directora
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica
Paola Rodríguez	Subdirectora Educativa y Cultural
Santiago Madriñán Restrepo	Profesor. Departamento de Ciencias Biológicas Universidad de los Andes
Hernán Mauricio Romero	Profesor. Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia
Andrés Etter Rothlisberger	Profesor - Investigador Departamento de Biología y Territorio Universidad Javeriana

Editores

Patricia Jaramillo Martínez
Germán I. Andrade Pérez

Comité Científico



Alberto Gómez Mejía	Presidente	Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica	Jardín Botánico
Francisco Sánchez	Asesor	Jardín Botánico
Gustavo Morales	Coordinador Colecciones	Jardín Botánico
Ricardo Pacheco	Investigador	Jardín Botánico
Rito Hernán Cardozo	Investigador	Jardín Botánico
Rolando Higueta	Subdirector	
	Técnico Operativo	Jardín Botánico
Sandra Cortés	Investigadora	Jardín Botánico

Grupo de Árbitros

Antonio Luis Mejía	Biólogo - Investigador	Labfarve
Carlos César Parrado	Director	Institución Ferial de Barbastro - IFB
Carlos Valderrama	Coordinador Diseño de Áreas y SIG	Wildlife Conservation Society - Programa Colombia
David Rivera	Biólogo - Investigador	Independiente
Edgar E. Cantillo H.	Ingeniero Forestal - Investigador - Docente	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Heliodoro Sánchez	Ingeniero Forestal - Investigador - Docente	Independiente
Jaime Aguirre	Director	Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia
María Teresa Pulido	Profesora - Investigadora	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Méjico.
Marina A. Correa	Docente	Universidad Nacional de Colombia
Orlando Vargas	Profesor - Investigador	Universidad Nacional de Colombia
Santiago Díaz P.	Presidente	Academia de Historia

PÉREZ ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2006 - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

ISSN 0120-7717

La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.

Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.

Coordinación general

Paola Rodríguez Suárez - Subdirectora Educativa y Cultural

Coordinación editorial

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

- Corrección:

Germán Ignacio Andrade Pérez

Camila Gaitán Gaitán

Juan Carlos Gómez Amaya

- Diseño y diagramación: Bibiana Andrea Alturo M.

Impresión

Universidad Nacional de Colombia - Unibiblos

Ilustración carátula

Alfonso Robledo Anzola - Arquitecto.

Logo Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Mutisia clematis L.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. Calle 63 No. 68-95 / Teléfono: 437 7060 / Fax: 630 5075

www.jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación.....	8
Dinámica de la germinación y desarrollo plantular en <i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>oreades</i> (Decne) Rahn	
Héctor Orlando Lancheros.....	11
Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de biomasa en <i>Plantago australis</i> Lam. ssp. <i>oreades</i> (Decne) Rahn	
Héctor Orlando Lancheros / Hernán Cardozo.....	23
Estudio etnobotánico del manejo, uso y comercialización de plantas arvenses comestibles en las plazas de mercado de Bogotá, D.C. Colombia	
Nathalia Molina.....	37
Extracción de taninos de frutos del mortiño, <i>Hesperomeles goudotiana</i> Decne Killip. Rosaceae, Para ser utilizado en la formulación de un jabón con propiedades astringentes	
María Eugenia Torres.....	53
Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de Chapinero	
Manuel José Amaya Arias.....	67
Producción de estructuras reproductivas de <i>Ulex europaeus</i> y <i>Teline monspessulana</i> en tres tipos de vegetación en el Cerro de Monserrate, Bogotá, D.C. – Colombia	
Héctor Felipe Ríos A.....	93
Contribución al estudio de la distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín, Cundinamarca. Colombia.	
Carlos A. Rodríguez Beltrán.....	121
Hongos liquenizados como bioindicadores: macrozonas de isocontaminación atmosférica de Bogotá, D.C. (Cundinamarca, Colombia)	
Wilmer González Aldana.....	137
Hongos fitopatógenos de cuatro especies arbóreas en el contexto urbano	
Raúl Manuel Posada.....	155
Los ecosistemas de manglar en Colombia: situación actual y perspectivas	
Ricardo Álvarez León.....	169
Estudio corológico y fenológico de ocho especies del bosque andino con fines de restauración ecológica	
Yesid Lozano Ramírez / Leonardo Molina Portuguese / Jairo Silva Herrera / Claudia Alexandra Pinzón.....	187
Requerimientos de edición para la publicación de artículos en la revista.....	211

PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

Me complace mucho tener el gusto de presentar el ejemplar número 17 de la revista científica del Jardín Botánico *Pérez Arbelaez*. Con este hemos logrado dar continuidad a la publicación y cumplir los requisitos para su indexación, posición que vincula las investigaciones aquí presentadas al saber de la comunidad científica internacional. Esperamos sea un logro a partir de este número, en el cual podremos apreciar cómo cada vez con mayor claridad se perfila la especialización de las investigaciones adelantadas en el Jardín por un selecto grupo de científicos, así como por parte de las entidades afines sobre los ecosistemas tropicales de alta montaña.

Por tal motivo encontrarán en este ejemplar los resultados de investigaciones que aportan al conocimiento de nuestros ecosistemas y sus componentes como: Dinámica de la germinación y desarrollo plantular en *Plantago australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne) Rahn; Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la producción de biomasa en *Plantago australis* Lam. ssp. *oreades* (Decne) Rahn; Estudio etnobotánico del manejo, uso y comercialización de plantas arvenses comestibles en las plazas de mercado de Bogotá, D.C., Colombia; Extracción de taninos de frutos del mortiño (*Hesperomeles goudotiana* Decne Killip. Rosaceae) para ser utilizados en la formulación de un jabón con propiedades astringentes.

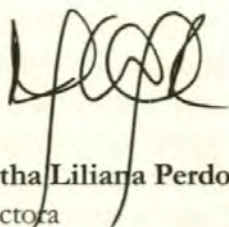
También encontrarán los artículos: Planes locales de arborización urbana: estructura y distribución del arbolado de la localidad de chapinero; Producción de estructuras reproductivas de *Ulex europaeus* y *Teline monspessulana* en tres tipos de vegetación en el Cerro de Monserrate, Bogotá D.C., Colombia; Contribución al estudio de la distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín, Cundinamarca, Colombia; Hongos liquenizados como bioindicadores: macrozonas de isocontaminación atmosférica de Bogotá,

D.C., Cundinamarca, Colombia; Hongos fitopatógenos de especies arbóreas;
Los ecosistemas de manglar en Colombia: situación actual y perspectivas;
Estudio corológico y fenológico de ocho especies del bosque andino con fines
de restauración ecológica.

Sea esta la oportunidad para despedirme, pues a partir del próximo año estaré
prestando mis servicios al Distrito y a la comunidad a través de la dirección de la
recién creada Secretaría Ambiental, desde donde seguiré velando por el futuro
del Jardín, entidad en la cual, gracias a un equipo humano comprometido, pude
avanzar en la concreción de muchos de sus objetivos y proyectos.

Espero que el conocimiento aquí publicado sea de gran utilidad para la
conservación, conocimiento y adecuado manejo de nuestros ecosistemas.

Cordialmente,



Martha Liliara Perdomo Ramírez

Directora

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Contribución al estudio de la distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín, Cundinamarca – Colombia.

Por:

CARLOS ALBERTO RODRÍGUEZ BELTRÁN¹

Recibido: 12 de septiembre de 2006 / Aceptado: 20 de abril de 2007

Resumen

En un relicto boscoso altoandino se describe y analiza la composición florística, la estructura y la distribución vertical de las epifitas vasculares, en un transecto de 500 m², donde el estrato arbóreo está dominado por *Rapanea ferruginea*, *Clusia grandiflora*, *Vernonia* sp, *Myrica pubescens* y *Abatia parvifolia*, con un total de 120 árboles con 12 especies, de los cuales 57 individuos sirven como forófitos y donde *Clusia grandiflora* fue seleccionada como el forófito más representativo.

Se registraron 34 especies de epifitas vasculares pertenecientes a 10 familias, 21 géneros y 34 especies; 10 especies de helechos, 11 especies de orquídeas y 8 especies de bromelias. Los fenómenos geomorfológicos predominantes en la zona de estudio ocasionan que los forófitos tengan grados de inclinación superiores a 35 grados, por tal razón se zonificó la arquitectura arbórea en nueve zonas, las cuales influyen en la distribución vertical de las epifitas vasculares. Dicha distribución está relacionada con varios factores tales como disponibilidad lumínica, humedad relativa, temperatura y substratos en cada una de las zonas del forófito.

La presencia de *Anthurium* sp, *Vriesea pereziana* y *Clusia grandiflora* en zonas bajas del fuste y suelo mostró una relación de tales especies con la baja intensidad lumínica. Los forófitos inclinados presentaron diferencias en su composición florística vertical. Las zonas bajas, así como las expuestas a la luz fueron las que mayor número de individuos y especies presentaron contrastando con las zonas altas y no expuestas a la luz.

1. Biólogo. Durante los años 2004 y 2005 fue Subdirector Científico del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. biologocar@yahoo.com



De las 34 especies de epifitas vasculares seis presentaron una clara distribución vertical; *Clusia grandiflora* en estado plantular y *Polipodium laevigatum* se ubican en las zonas bajas —1, 2 y 6—, *Oncidium* sp en las zonas 1, 2 y 3; *Pleopeltis macrocarpa* en las zonas 2 y 3, y *Tillandsia biflora* y *T. complanata* en las zonas superiores —4 y 5—.

Palabras clave

Epifita vascular, relicto boscoso, ecología de epifitas, forófito, distribución vertical.

Contribution to the study of the vertical distribution of vascular epiphytes in a wooded one of Junin, Cundinamarca - Colombia.

Abstract

The composition and the structure is described and analyzed, as well as the vertical distribution of the vascular epiphytes in property left at death a wooded altoandino of Junin Cundinamarca, Colombia. In a transecto of 500 m², where the arboreal layer is dominated by *Rapanea ferruginea*, *Clusia grandiflora*, *Vernonia* sp, *Myrica pubescens*, *Abatia parvifolia*. 120 trees with 12 species, as which 57 individuals serve like forophytes and where *Clusia grandiflora* was selected like the most representative forophyte.

34 species of vascular epiphytes, pertaining to 10 families, 21 sorts and 34 species were registered; 10 species of ferns, 11 species of orchides and 8 species of bromelias. Predominant the geomorfology phenomena in the zone of study cause that the forophytes have degrees of inclination superior to 35 degrees, for such reason zonification the arboreal architecture in nine zones, which influence in the vertical distribution of the vascular epifities. This distribution is related to several factors such as the luminance availability, relative humidity, temperature and substrata in each one of the zones of the forophyte.

The presence of *Anthurium* sp, *Vriesea pereziana* and *Clusia grandiflora* in low zones of the fuste and ground showed a relation of such species with the low luminance intensity. The inclined forophytes presented displayed differences in their vertical composition. The low zones, as well as the exposed ones to the light were those that greater number of individuals and species presented/ displayed contrasting with the high and not exposed zones to the light.

Of the 34 species of vascular epiphytes six presented displayed a clear vertical distribution; *Clusia grandiflora* in state to plantular, *Polipodium laevigatum*, *Oncidium* sp. and *Pleopeltis macrocarpa* are located in the low zones, and superior zones *Tallandsia biflora* and *T. complanata*.

Key words

Vascular epiphytic, forest relict, epiphytic ecology, forophyte, vertical distribution.

INTRODUCCIÓN

Estudios sobre la distribución de epifitas se encuentran referidos en las investigaciones de Brown (1990), Hetwole (1993), Johansson (1974), Serna (1992), Sudgen (1979) y Wolf (1993). Krebs (1986) calcula que el 10 por ciento de las especies vasculares son epifitas y que ellas se agrupan en 80 familias, 870 géneros y 2.300 especies; la familia Orchidaceae, como caso especial, reporta el 87 por ciento de especies en forma epífita.

Schimper (1888; citado en Johansson, 1974) pionero en el estudio de este tipo de plantas, se ocupó de su anatomía, morfología y ecología; Hosokawa (1943) aplicó una terminología especialmente referida a las formas de vida epifitas; Valdivia (1977) se ha referido al número, abundancia y cubrimiento de algunos aspectos ecológicos de las epifitas vasculares de Veracruz, Méjico; Steege & Cornelissen (1989) han dirigido su atención a la distribución y ecología de las hemiepifitas vasculares en tres tipos de planicies boscosas de Guyana; Brown (1990) ha estudiado la composición florística y el patrón de distribución de las epifitas vasculares en las selvas de montaña del Parque Nacional «El Rey», Argentina.

Medina, et al. (1989) se ocuparon del metabolismo ácido de las crasuláceas CAM y del metabolismo C3 en epifitas de la subfamilia Bromeliodeae —Bromeliaceae en los bosques húmedos tropicales; Rodríguez (1995) realiza una contribución al estudio ecofisiológico de epifitas vasculares donde concluye que estas en su mayoría emplean el metabolismo ácido de las crasuláceas CAM y otras pocas son facultativas.

Se parte de la hipótesis que la riqueza de epifitas vasculares en la copa de los árboles difiere de la que se encuentra en la base, esto significa que el estudio de su distribución requiere considerar los forófitos en estratos. En algunos



casos, el criterio seguido en la estratificación ha sido la altura sobre el suelo, en otros se ha recurrido a puntos específicos, como la base de las primeras ramas, y en otras se combinan los dos criterios señalados tal como lo hace Heatwole (1993). Estudios realizados por Wolf (1993) en el norte de los Andes colombianos, señalan que la distribución vertical guarda relación con gradientes de temperatura, radiación y humedad relativa.

Serna (1992) estudia la distribución vertical de epifitas en un bosque de Monserrate, Cundinamarca, concluyendo que ciertas especies obedecen a la estratificación, en tanto que otras se distribuyen aleatoriamente sobre el forófito. Con respecto a la distribución horizontal Sugden (1981) comparó la diversidad y abundancia de las especies de la Serranía de La Macuira y la Sierra Nevada de Santa Marta: la mayor diversidad resultó en la Serranía de La Macuira, fenómeno atribuido por el autor a las condiciones de alta humedad relativa durante la mayor parte del año. Otros estudios, realizados en bosques de Colombia, se registran en las publicaciones de Sota (1972), Sugden & Robing (op.cit.) y Cleef et al. (1984).

ÁREA DE ESTUDIO

El sitio de estudio fue localizado a los 4° 51' de latitud norte, 73° 40' de longitud oeste y altitud de 2.500 m.s.n.m. Se encuentra en jurisdicción del municipio de Junín, Cundinamarca, en la Vereda San Antonio.

Los suelos se asientan en un relieve predominantemente escarpado y quebrado, con pendientes mayores al 25 por ciento y características salino-sódicos. Cárcavas y surcos, resultantes de la falta de estabilidad de los suelos y del uso inadecuado de los mismos hacen parte del paisaje del área de estudio.

Los registros pluviométricos multianuales muestran que en promedio llueve 15.6 días por mes. Los meses en que se presenta mayor número de días con lluvia son mayo a agosto, con promedio de 24 a 25 días, y los meses con promedio más bajo son diciembre y enero, con 8 y 6 días respectivamente. En la Figura 1 se presentan los registros promedio mensuales de precipitación de la estación. El promedio mensual multianual fue de 121.8 mm, y el valor anual promedio de 1.461,4 mm. La precipitación anual de las lluvias corresponde a un régimen de distribución unimodal. Los meses de mayor precipitación son junio y julio, los más secos diciembre y enero.

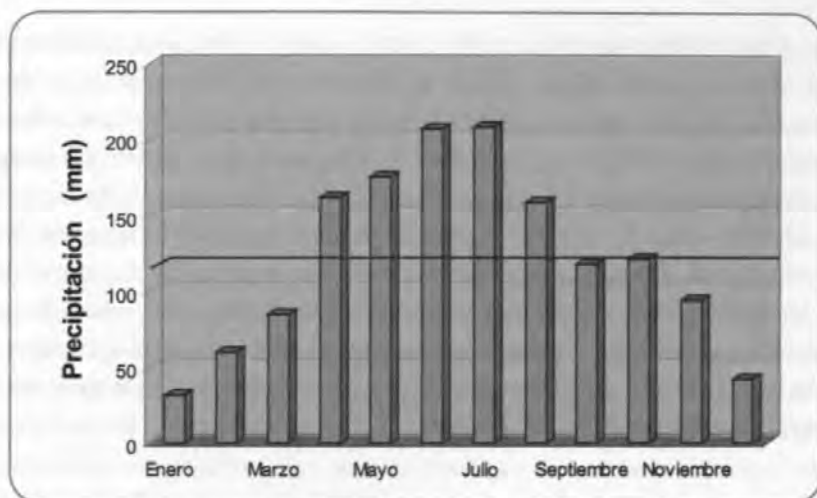


Figura 1. Precipitación multianual, período 1962 – 1994. Estación pluviométrica, Junín (Precipitación anual: 1.461 mm).

METODOLOGÍA

Se delimitaron 20 parcelas de 5 m x 5 m. En los 25 m² de cada una de estas parcelas fueron inventariados los individuos arbóreos adultos, con buen desarrollo, ramificaciones vigorosas, arquitectura regular de la especie —no modificada por intervención— y diámetro a la altura del pecho, DAP, $\geq$ de 12.5 cm. Cada individuo fue marcado y numerado; para determinar la fisonomía del bosque estudiado fueron observados el diámetro de la copa, el ángulo de inclinación del tronco, la altura (m) y la cintura (perímetro) a la altura del pecho (m). Las especies de árboles más abundantes y con mayor frecuencia en el área de estudio fueron seleccionadas como forófitas más representativas; estas son *Rapanea ferruginea* y *Clusia grandiflora*. No obstante únicamente se seleccionó a *Clusia grandiflora* para realizar los registros de la flora epífita que soporta. Se registraron todas las epifitas vasculares encontradas en cada forófito y de todas las especies se colectaron ejemplares.

Una vez identificado y etiquetado el material vegetal fue depositado en el Herbario Nacional Colombiano, COL. Para los forófitos se calculó: abundancia absoluta y relativa, y frecuencia absoluta y relativa.

Sobre el conjunto de forófitos se procedió analizar la distribución estratificada de las epifitas en la siguiente forma: (a) zonas 1, 2, 3 y 4, para la superficie expuesta a la luz; (b) zonas 6, 7, 8 y 9, para la superficie inferior, y (c) zona 5,



para las ramas terminales del forófito (ver Figura 2). También se determinó el tipo y espesor del sustrato en las combinaciones y espesores: (a) Musgo – Liquen, (b) Detrito —acumulación de materia orgánica—, (c) Combinación de musgo, liquen y detrito y (d) Desnudo —corteza del forófito desnuda—. Espesores del sustrato: (a) Ligero —0.5 a 3 cm—, (b) Denso —3 a 5 cm— y (c) Muy Denso —5 a 10 cm—. El área disponible para el crecimiento de las epifitas vasculares sobre el forófito, así como los sustratos musgo, liquen, detrito, la combinación musgo-liquen-detrito y la corteza del árbol desnuda fueron tenidos en cuenta y valorados por método directo no destructivo. La población de epifitas vasculares fue registrada en términos de número de individuos presente por zona del forófito.

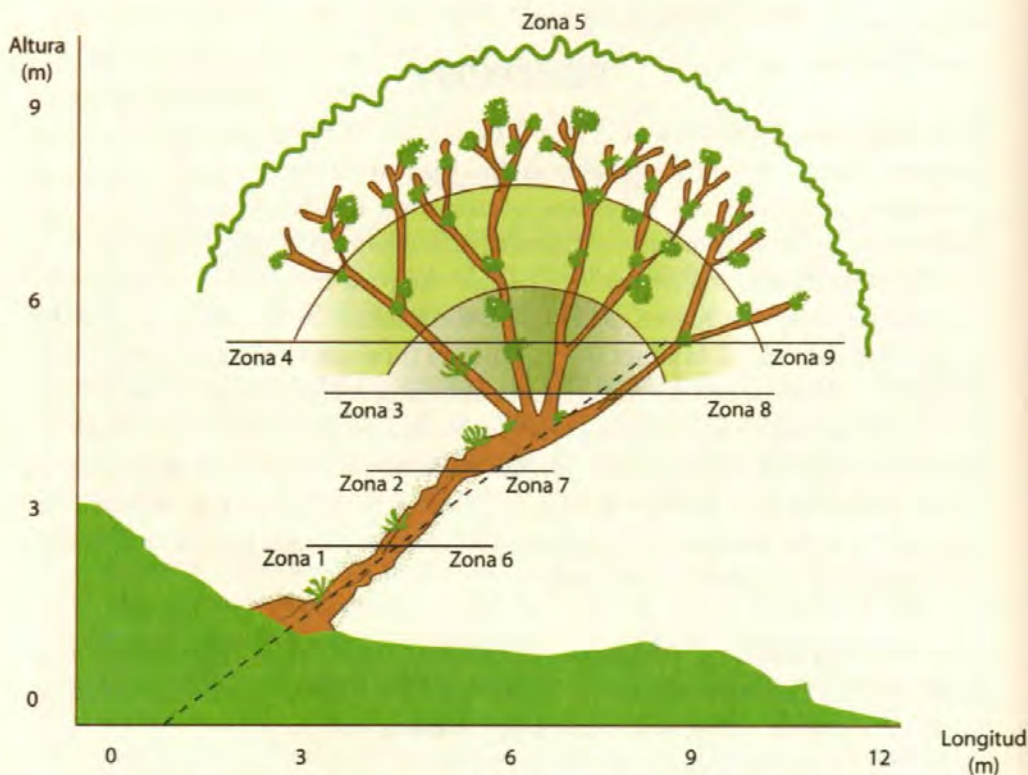


Figura 2. Diagrama representativo de *Clusia grandiflora* seleccionado como forófito .



A partir de los registros de número de individuos y porcentaje de cobertura —la cual se calculó como la sumatoria de las coberturas obtenidas en cuadrantes de 400 cm²— se determinó la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies epifitas vasculares en cada forófito así: 1- abundancia (Ab): número de individuos muestreados en los forófitos; 2- abundancia relativa (Ab.R): porcentaje de individuos epifitos de cada especie presentes en los forófitos muestreados; 3- dominancia (Dm): indica la abundancia relativa de un factor importante y particular de las especies. Se consideró dominante aquella categoría vegetal más notable en la comunidad con base en los valores de cobertura; 4- dominancia relativa (Dm.R): porcentaje de individuos dominantes por su cobertura en la zona de estudio; 5- frecuencia (Fr): porcentaje de unidades muestrales —forófitos— en las que aparece cada especie epifita; 6- frecuencia relativa (Fr.R): porcentaje de frecuencia de cada epifita; y 7- índice valor de importancia (IVI): concepto abstraído de los estudios forestales en Matteucci & Colma (1982), el cual fue ajustado para este estudio en términos de la sumatoria de los valores resultantes de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. El valor resultante revela la importancia ecológica relativa de cada especie, por muestra, con composición florística semejante.

El análisis del microclima es fundamental para el estudio. Se consideraron las variables temperatura, humedad relativa e intensidad lumínica; los valores de las dos primeras variables se registraron a 1.5 m del suelo, en puntos cercanos a los forófitos en estudio, durante 8 días. La intensidad de la luz incidente, a diferentes niveles de los forófitos se estimó a partir del registro de datos a las 7:00, 10:50 y 13:00 horas, en tres épocas diferentes. El equipo para el registro de datos microclimáticos estuvo compuesto por un higrotermógrafo de registro continuo, marca Henni modelo KRK 501, y por un fotómetro Auto-Spot II digital, marca Minolta, que mide la luz reflejada en valores de exposición —VE—, los cuales se traducen a valores de cd m².

RESULTADOS

En las parcelas se hizo un registro total de 120 árboles con DAP $\geq$ a 12 cm, de los cuales solo el 47.5 por ciento presentó características de forófito. El estrato arbóreo registra alturas de hasta 15 metros, el estrato arbustivo de 1.5 a 2 metros y el estrato herbáceo cerca de un metro; este último se encontró conformado por *Polypodium* sp. *Anthurium* sp. y *Guzmania mutisia*, coberturas en las que se identificó un vigoroso desarrollo sobre el suelo.



Parcela No.	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
6	<i>Abatia parvifolia</i>	11	9.17	30	9.17
1	<i>Eugenia</i> sp.	1	0.83	5	1.53
6	<i>Vernonia</i> sp.	18	15	30	9.17
9	<i>Myrica pubescens</i>	17	14.17	45	13.76
2	<i>Tibouchina lepidota</i>	4	3.33	10	3.06
1	<i>Clethra sagifolia</i>	1	0.83	5	1.53
12	<i>Rapanea ferruginea</i>	22	18.33	72	22.01
14	<i>Clusia grandiflora</i>	19	15.83	70	21.41
4	<i>Viburnum</i> sp.	8	6.67	20	6.11
4	<i>Escallonia pendula</i>	5	4.16	20	6.11
1	<i>Cordia cilindrostachya</i>	2	1.67	5	1.53
3	<i>Monnina solandriifolia</i>	5	4.17	15	4.59
	TOTAL	120	100	327	100

Tabla 1. Abundancia y frecuencia de las especies del estrato arbóreo en 500 m² de muestreo (20 parcelas de 25 m²).

C.A.P	0.81 m
Altura de la primera rama	3.91 m
Altura de la copa	6.47 m
Altura total	10.38 m
Diámetro mayor de la copa	7.62 m
Diámetro menor de la copa	5.86 m
Cobertura	35.79 m ²
Ángulo de inclinación	53.64°

Tabla 2. Registros promedio de los árboles de *Clusia grandiflora*, de 11 individuos identificados como forófitos.

Se determinaron como zonas de óptima distribución por mayor número de especies y por mayor porcentaje de cobertura las siguientes: zona 3: para *Oncidium* sp. (Orchidaceae) y *Pleopeltis macrocarpa* (Polypodiaceae); zona 1 y 2: para *Clusia grandiflora* (Clusiaceae) y *Polypodium laevigatum* (Polypodiaceae); zona 4 y 5: para *Tillandsia biflora* y *T. complanata* (Bromeliaceae).



Especie	Zona	Nº Individuos	% Cobertura
<i>Anthurium</i> sp.	1	1	1.58
<i>Asplenium auritum</i>	1	2	4.75
<i>Clusia grandiflora</i>	1	33	23.33
<i>Dictonae megalcephala</i>	1	10	18.75
<i>Elaphoglossum</i> aff. <i>repens</i>	2	1	3.03
<i>Elaphoglossum engelii</i>	6	2	12.45
<i>Elaphoglossum latifolium</i>	1	1	5.0
<i>Elaphoglossum muscosum</i>	1	8	52.83
<i>Eleocharis lupulina</i>	2	2	6.71
<i>Encyclia vespa</i>	2	2	16.67
<i>Epidendrum morissii</i>	4	3	0.70
<i>Grammitis semibirsuta</i>	1	8	31.67
<i>Guzmania</i> aff. <i>scharrosa</i>	1	8	26.32
<i>Guzmania mutisia</i>	1	8	88.89
<i>Hymenophyllum myriocarum</i>	1	*	98.11
<i>Maclea rufipes</i>	1	1	17.5
<i>Maxillaria</i> sp.1	2	5	7.25
<i>Maxillaria</i> sp.2	3	2	0.50
<i>Oncidium</i> sp.	2	6	50.0
<i>Peperomia blanda</i>	1	59	55.15
<i>Peperomia galioides</i>	2	23	39.06
<i>Pleopeltis macrocarpa</i>	2	12	21.05
<i>Pleurothallis</i> aff. <i>cardiostola</i>	2	7	8.72
<i>Pleurothallis roseopunctata</i>	2	29	12.75
<i>Polypodium brachinifolium</i>	1	1	5.88
<i>Polypodium laevigatum</i>	1	*	53.33
<i>Polypodium semioinnatifidum</i>	2	5	10.0
<i>Stelis</i> sp.	3	5	3.13
<i>Tillandsia</i> aff. <i>turneri</i>	2	30	100
<i>Tillandsia biflora</i>	2	10	100
<i>Tillandsia complanata</i>	2	10	58.33
<i>Tillandsia tetrantha</i>	1	8	21.05
<i>Vriesea</i> aff. <i>pereziana</i>	3	1	2.57
<i>Vriesea pereziana</i>	6	6	6.67

9 zonas - 11 forófitos

(*) Especies que por su hábito de crecimiento fueron consideradas como un solo individuo.

Tabla 3. Relación de epifitas vasculares en los forófitos muestreados y zona en la que registran mayor cobertura.



Zona	Musgo-liquen	Detrito	Desnudo	Musgo-liquen-desnudo
1	41	22	9	28
2	56	11	6	26
3	50	15	15	21
4	62	0	23	17
5	56	0	46	0
6	54	12	24	12
7	57	7	31	7
8	67	0	35	0
9	51	0	35	17

Tabla 4. Tipos de sustratos registrados en *Clusia grandiflora* por zona – Porcentaje (%). (*)

(*) Los espesores de los diferentes sustratos fueron evaluados por su densidad de espesor: Muy Denso, entre 5 y 10 cm de espesor; Denso, entre 3 y 5 cm de espesor; y Ligero, entre 0.5 y 3 cm de espesor.

La relación especie – sustrato, de mayor a menor afinidad, resultó de la siguiente manera: 1- *Clusia grandiflora*: detrito y musgo – liquen; 2- *Oncidium* sp.: liquen – liquen y detrito; 3- *P. laevigatum*: detrito, musgo – liquen, corteza desnuda y musgo – liquen – detrito; 4- *P. macrocarpa*: detrito, musgo – liquen, detrito y corteza desnuda; 5- *T. biflora*: detrito, sin registro en musgo – liquen – detrito; 6- *T. complanata*: detrito, musgo – liquen y corteza desnuda. Sin registro en musgo – liquen – detrito. Se señala que, excepto *T. complanata*, todas las demás especies se encuentran sobre acumulaciones de detrito.

Zonas	Porcentaje de Cobertura	Nº de Individuos
1	100	58
2	83	94
3	15	80
4	9	74
5	4	95
6	39	13
7	10	10
8	1,5	4
9	2	6

Tabla 5. Distribución vertical de las epifitas vasculares en un forófito representativo *Clusia grandiflora*.



El sustrato muy denso —5 a 10 cm de espesor— favorece el establecimiento de *Clusia grandiflora*, *P. laevigatum*, y *T. biflora*; mientras que *Oncidium* sp., se encontró en espesores ligeros —0.5 a 3 cm—; y *P. macrocarpa* y *T. complanata* en espesores densos —3 a 5 cm—

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valor de exposición en cd m ²	7	8.1	9.9	12.6	14.4	5.9	7.2	9.7	13.2

Tabla 6. Intensidad lumínica promedio en un árbol forófito típico de la zona de estudio.

DISCUSIÓN

En el área de estudio las especies arbóreas de mejor representación corresponden, en su orden, a *Clusia grandiflora*, *Rapanea ferruginea*, *Myrica pubescens*, *Vernonia* sp. y *Abatia parviflora*. Las dos primeras especies suelen encontrarse en comunidades vegetales de carácter primario, las especies restantes suelen ocupar espacios que han sido intervenidos y surgen como elementos de tipo secundario. La tendencia que se identifica alrededor de la composición de las especies arbóreas y subarbóreas, primarias y secundarias, indica que las comunidades originales pudieron haber constituido un tipo de bosque andino de altura media a alta —10 a 15 metros—, con un estrato emergente, elevado sobre el dosel, en el que pudieron haberse asentado algunas especies epífitas características de ambientes expuestos a condiciones ambientales diferentes a las que se presentan al abrigo del dosel.

El paisaje evidencia tala intensa, los espacios resultantes se dedican especialmente a la ganadería. La humedad relativa de la zona es aportada por los altos niveles de precipitación que se presentan durante la mayor parte del año y por los vientos que arrastran el aire húmedo; al respecto, Sugden & Robins (Op. cit.) señalan que la abundancia y diversidad de epífitas vasculares es mayor en regiones montañosas donde los períodos nublados son más frecuentes, regulares y prolongados.

Johansson (Ibid.) y Serna (Op. cit.) establecen que en general en los bosques existen dos grupos de factores que tienen influencia directa sobre el crecimiento



y el desarrollo de las especies de epifitas: uno, la humedad del substrato y la humedad relativa del aire, y dos, la temperatura, la intensidad lumínica y la velocidad del viento.

Frente a este conjunto de condiciones ambientales el éxito de la supervivencia de las especies depende de la combinación de características anatómicas, fisiológicas y de hábitat (Fahn 1990). En general, los lugares donde se desarrollan las epifitas presentan deficiencia de agua y nitrógeno, condiciones que las ha obligado a desarrollar estrategias adaptativas para sobrevivir: rosetas erguidas que conforman tanques, hojas con estructuras especializadas en absorción, raíces con la función de sostén y mecanismos de dispersión para alcanzar los sitios donde viven o donde eventualmente puede llegar a establecerse.

Es posible que la niebla, más que la lluvia misma juegue un papel importante en la distribución y riqueza de la flora epifita tal como lo demuestran los estudios de Cavelier & Goldstein (1986) y Cavelier et al. (1996).

La arquitectura de las copas arbóreas desempeña un papel importante en la penetración de la luz hacia los estratos inferiores del bosque y de los forófitos. La densidad de la vegetación y el tipo de ramificación poco denso de *Clusia grandiflora* permite el paso de suficiente luz hacia el sotobosque para el crecimiento en el suelo de *Anthurium* sp. y *Vriesea pereziana*, que se destacan entre las otras especies. Whitmore (1963, citado por Johansson, ibid.) ha reportado que en los bosques montanos penetra mejor la luz que en los bosques bajos y señala que ciertas especies terrestres pueden crecer como epifitas facultativas; tal comportamiento es el que se manifiesta en las especies mencionadas.

La relación de distribución vertical epifito-forófito corresponde a una respuesta de ajuste a las mejores condiciones para el establecimiento de semillas y desarrollo de las mismas. Así, se encontró que la zona 2 presenta 6 especies y la zona 3 presenta 5. En la medida en que se asciende en el árbol, disminuye la composición de epifitas; las zonas localizadas en la parte inferior del forófito, como las 6, 7, 8 y 9 registran en promedio una especie, resultando la zona 9 con los más bajos registros.

Las especies de la familia Bromeliaceae se encuentran en gran número como plántulas en las zonas superiores del forófito y en menor número, con buen



desarrollo y más amplia cobertura, hacia los fustes de los mismos. Las zonas inferiores del forófito localizadas en la base del fuste son más estables en cuanto a temperatura, humedad y luz que en las zonas superiores (Benzing, 1986), factores que se asocian a la presencia de *Clusia grandiflora* y de Pteridófitos. Serna (Op. cit.) observó en un bosque con características similares al del presente estudio que el mayor número de especies se encuentra en la base del fuste y concluyó que los Pteridófitos tienen la capacidad de vivir en ambientes bastante umbrófilos y húmedos, independiente del medio epifito o terrestre que ocupen.

Se observó que existen zonas en los árboles de *C. grandiflora* donde la cobertura de las epifitas vasculares sobrepasa el espacio susceptible de ser habitado, lo cual se explica por el traslapamiento del follaje de los individuos de una misma especie, pero también existen otras en donde se asienta un número alto de esa especie pero en estadio de plántula. Pareciera entonces que cada especie epifita vascular contara con una zona de óptima distribución la cual estaría también de conformidad con el estadio de desarrollo que ostentan los individuos.

La acumulación de detrito y materia orgánica es frecuente en las zonas 1, 2, 3, 6 y 7, correspondientes a las partes expuestas del fuste y a las ramas más gruesas del forófito, lugares con mayor facilidad para acumular materia orgánica proveniente del dosel. Buena proporción de especies de epifitas vasculares prefieren estas zonas de acumulación de detritos, especialmente las plántulas de *C. grandiflora* y de algunos Pteridófitos. Wolf (Op. cit.) encontró que en altitudes mayores a 2.460 m.s.n.m. la corteza de los forófitos puede acumular una especie de suelo orgánico —suelo suspendido— de composición química variable, en los que identificó algunos nutrientes como N, P-PO₄, K, Ca y SO₄, cuya presencia puede incidir en la composición florística de las epifitas. Como ya se ha señalado, el sitio es típicamente húmedo y la regularidad de la pluviosidad puede lavar algunos minerales. El estrato herbáceo es considerablemente vigoroso, caracterizado especialmente por algunos helechos y bromelias que pueden estar en el suelo o en las primeras zonas de los forófitos.

Así pues, la distribución vertical de epifitas vasculares se encuentra relacionada con los patrones de intensidad lumínica y humedad, además de la inclinación del tronco y ramas que afectan indirectamente esa distribución, tal como lo observó Ter Steege (1989). Adicionalmente se acepta que el tamaño del árbol



hospedero es un factor que influye en la abundancia y en la diversidad de las epifitas, correlación que puede ser debida a que cuanto mayor sea el árbol, mayores son los micrositos que ofrece el área de intercepción para las diásporas y el tiempo disponible para la colonización (Zotz & Andrade 2003).

La inclinación de los fustes, asociada a la acumulación de materia orgánica puede tener alguna influencia para el próspero establecimiento de semillas y esporas; estos factores podrían explicar la abundancia de plántulas de *Clusia grandiflora* y de Pteridófitos en los fustes de los árboles estudiados.

Las observaciones llevan a concluir que la presencia de cada especie epífita vascular, además de los requerimientos hídricos, guarda cierta relación con la luz y el tipo de sustrato. Estos planteamientos corroboran lo planteado por Krebs (Op. cit.) quien señala que una especie está presente o ausente en un sitio determinado debido a la interacción de muchos factores tales como capacidad de dispersión, relaciones favorables o limitantes con otras especies, factores físicos y químicos. En consecuencia, cualquier estudio que pretenda relacionar la distribución vertical u horizontal de las epifitas vasculares con su medio ambiente necesariamente tendrá que integrar todos los factores limitantes y establecer el rango de tolerancia a los factores ecológicos por especie.

Agradecimientos

El autor agradece muy especialmente a la profesora y amiga doctora Ángela Chaparro de Barrera (†), profesora del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia quien dirigió el estudio de epifitas vasculares en la sede de Bogotá. Su dedicación, empeño y carisma quedarán plasmados eternamente en las mentes de quienes tuvimos la oportunidad de ser sus alumnos. A los profesores de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia Indiana Bustos Bustos y Pedro Nel Pacheco por sus aportes en los análisis estadísticos.

De igual forma agradezco al doctor Jaime Cavelier de la Universidad de los Andes por irradiar sus conocimientos a quienes solicitamos su ayuda. Al doctor José Luis Andrade, quien por su paso por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá me aportó y apoyó para el desarrollo de la presente investigación.

Bibliografía

- Benzing, D.H.** 1986. *The Vegetative Basis of Vascular Epiphytism*. Selbyana 9: 23-43.
- Brown, A.** 1990. *El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional El Rey, Argentina: composición florística y patrón de distribución*. Rev. Biol. Trop. 38 (2A): 155-156.
- Cleff, A. M.** 1984. *La vegetación de las selvas del transecto Buriticá*. In: Van der Hammen, T y P. M. RUIZ. (eds). Cramer. Verl. Alemania pp. 267-406.
- Cavelier, J. & Goldstein, G.** 1986. *Mist and for interception in elfin cloud forest in Colombia and Venezuela*. Journal of Tropical Ecology 5: 309-322.
- Cavelier, J., D. Solis & M.A. Jaramillo.** 1996. *Fog interception in montane forests across the central cordillera of Panama*. Journal of Tropical Ecology 12: 357-369.
- Fahn, A.** 1990. *The leaf*. En: Plant Anatomic. 4th edition Pergamon Press Oxford. Chapter 12.
- Heatwole, H.** 1993. *Distribution of epiphyties on trunks of the arborescent fern, Blecum palmiforme, at Gough Island South Atlantic*. Selbyana 14: 46-58.
- Hosokawa, T.** 1943. *Studies on the life-forms of vascular epiphytes and epiphyte flora of Ponape Micronesia (I)*. Trans. Nat. Hist. Soc. Taiwan 33 (234): 35-55.
- Johansson, D.** 1974. *Ecology of vascular epiphyties in West African rain forest*. Acta Phitogeogr. Suec. 59: 1-129.
- Krebs, C.** 1985. *Ecología (Estudio de la Distribución y la Abundancia)*. Segunda Edición. Editorial Harla. Méjico: 257 p.
- Madison, M.** 1977. *Vascular Epiphytes: their systematic occurrence and salient features*. Selbyana 2 (1): 1-13.
- Matteucci, S. D. & Colma, A.** 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. OEA. Monografía N. 22 Serie de Biología. Washington D.C. 168 p.
- Medina, E., Olivares, M. Díaz & M. Van der Merwe.** 1989. *Metabolismo ácido de las crasuláceas en bosques húmedos tropicales*. Anales del IV Congreso Latinoamericano de Botánica. Vol. V. Simposio Ecofisiología pp: 56-67.
- Richards, P. W.** 1952. *The tropical Rain Forest and Ecological Study*. Cambridge Univerisity Press.



- Rodríguez, C.A. 1995. *Contribución al estudio ecofisiológico de epifitas vasculares en un relicto boscoso de Junín Cundinamarca*. Tesis de Grado. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. 121 p.
- Serna, R. 1992. *Distribución vertical de epifitas vasculares en un relicto de bosque de Weinmania tomentosa y Drymis granadensis en la región de Monserrate*. Tesis de Grado. Biología. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. 118 p.
- Sota, E. De La. 1972. *Las Pteridófitas y el epifitismo en el Departamento del Chocó (Colombia)*. Anales Soc. Ci. Argent. 194: 245-278.
- Steege, H. & J. Cornelissen. 1989. *Distribución y Ecología de epifitos vasculares en bosques húmedos de las planicies de Guyana*. Biotropical 21: 231-339.
- Sugden, A. M. & J. Robing. 1979. *Aspects of the ecology of Vascular Epiphytes in Colombian Cloud Forest*. I. The distribution of the epiphytic flora. Biotropica 11. 173-188 p.
- Sugden, A. M. 1981. *Aspects of the ecology of vascular epiphytes in to Colombian cloud Forests*. II. Habitat preferences of bromeliaceae in the Serrania de Macuira. Selbyana. 5. 264-273 p.
- Ter Steege, H. & J. C. Cornelissen. 1989. *Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland Rain Forest of Guyana*. Biotropica 21: 331-339 p.
- Valdivia, P. 1977. *Estudio botánico y ecológico de la región del río Uxpanapa*. Veracruz No. 4. Biótica (2) 1: 55-81.
- Wolf, J. H. D. 1993. *Ecology of Epiphytes a communities in montane rain forest, Colombia*. University of Amsterdam. Departament of Systematics. Evolution and palaeobiology. Amsterdam. 238 p.
- Zotz, G. & Andrade, J. L. 2003. *La ecología y la fisiología de las epifitas y las hemiepifitas*. En: Guaranda, M. & Catan, G. Editores. Ecología y conservación de bosques neotropicales 1ª. Reimpresión LUR_GTZ Ediciones. Cartago. Costa Rica pp: 271-296.