



# lyonia

a journal of ecology and application

**Lyonia 7(1) 2004 - Conservation of Biological and Cultural  
Diversity in the Andes and the Amazon Basin - Flora and  
Vegetation**

Volume 7(1)

December 2004

ISSN: 0888-9619

# Introduction

Scientists widely agree that species extinction has heavily accelerated in the last decades. The majority of the worlds species are found in tropical forests, covering a mere ten percent of the planets surface. A grave problem for the conservation of diversity is the still very fragmentary knowledge of the ecology of most species.

The Andes and the Amazon Basin represent one of the most important Biodiversity-Hotspots on Earth. Attempts of sustainable management and conservation must integrate local communities and their traditional knowledge. Management decisions need to include the high importance of natural resources in providing building materials, food and medicines for rural as well as urbanized communities. The traditional use of forest resources, particularly of non-timber products like medicinal plants, has deep roots not only in indigenous communities, but is practiced in a wide section of society. The use of medicinal herbs is often an economically inevitable alternative to expensive western medicine. The base knowledge of this traditional use is passed from one generation to the next. Especially the medical use represents a highly dynamic, always evolving process, where new knowledge is constantly being obtained, and linked to traditional practices.

An increased emphasis is being placed en possible economic benefits especially of the medicinal use of tropical forest products instead of pure timber harvesting, an approach particularly appealing to countries with difficult economic conditions. Most research efforts, due to lack of manpower, time end resources, focus only on either biodiversity assessments or ethnobotanical inventories, or try to implement management and use measures without having a sound scientific base to do so. Often the needs of the local populations, e.g. their dependency on plant resources for health care are entirely ignored.

In 2001, the 1. Congress of Conservation of Biological and Cultural Diversity in the Andes and the Amazon Basin in Cusco, Peru, attempted to provide a platform to bridge the existing gap between Scientists, Non Governmental Organizations, Indigenous Populations and Governmental Agencies.

The 2. Congress of this topic was held in Loja, Ecuador in 2003.

Lyonia has dedicated its 2004 issues to the publication of the most important contributions to the Loja congress.

Volumes 6 (1-2) contain papers on the Biodiversity Conservation and Management.

Volume 7 (1) deals with Flora and Vegetation of the Region

Volume 7 (2) focuses on Ethnobotany, Resource use and Zoology

# Editorial Board

## Editor-in-Chief

Rainer Bussmann

## Contact Information

Surface mail:

Lyonia

Harold L. Lyon Arboretum

3860 Manoa Rd. Honolulu, HI 98622 USA

Phone: +1 808 988 0456

e-mail: [lyonia@lyonia.org](mailto:lyonia@lyonia.org)

## Editorial Board

Balslev, Henrik, University of Aarhus, Denmark

Brandt, Kirsten, Denmark

Bush, Marc, Florida Institute of Technology, USA

Cleef, Antoine, University of Amsterdam, Netherlands

Cotton, Elvira, University of Aarhus, Denmark

Goldarazena, Arturo, NEIKER, Spain

Geldenhuys, Coert, FORESTWOOD, South Africa

Goikoetxea, Pablo G., NEIKER, Spain

Gradstein, Rob, University of Goettingen, Germany

Gunderson, Lance, Emory University, USA

Hall, John B., University of Bangor, United Kingdom

Janovec, John, BRIT, USA

Joergensen, Peter, Missouri Botanical Garden, USA

Kilpatrick, Alan, San Diego State University, USA

Kueppers, Manfred, University of Hohenheim, Germany

Lovett, Jon C., University of York, United Kingdom

Lucero Mosquera, Hernan P., Universidad Tecnica Particular Loja, Ecuador

Matsinos, Yiannis G., University of the Aegean, Greece

Miller, Marc, Emory University, USA

Navarete Zambrano, Hugo G., Pontificia Universidad Catolica Quito, Ecuador

Onyango, John C., Maseno University, Kenya

Pritchard, Lowell, Emory University, USA

Pitman, Nigel, Duke University, USA

Pohle, Perdita, University of Giessen, Germany

Poteete, Amy R., University of New Orleans, USA

Sarmiento, Fausto, University of Georgia, USA

Sharon, Douglas, University of California at Berkeley, USA

Silman, Miles, Wake Forest University, USA

Thiemens, Mark H., University of California San Diego, USAU

Iloa, Carmen, Missouri Botanical Garden, USA

Wilcke, Wolfgang, Technical University Berlin, Germany

Yandle, Tracy, Emory University, USA

Zimmermann, Reiner, Max Planck Institute for Ecosystem Research, Jena, Germany

# What is Lyonia?

## What is Lyonia?

Lyonia is an electronic, peer-reviewed, interdisciplinary journal devoted to the fast dissemination of current ecological research and its application in conservation, management, sustainable development and environmental education. Manuscript submission, peer-review and publication are entirely handled electronically. As articles are accepted they are automatically published as "volume in progress" and immediately available on the web. Every six months a Volume-in-Progress is declared a Published Volume and subscribers receive the table of Contents via e-mail.

Lyonia seeks articles from a wide field of disciplines (ecology, biology, anthropology, economics, law etc.) concerned with ecology, conservation, management, sustainable development and education in mountain and island environments with particular emphasis on montane forest of tropical regions.

In its research section Lyonia published peer-reviewed scientific papers that report original research on ecology, conservation and management, and particularly invites contributions that show new methodologies employing interdisciplinary and transdisciplinary approaches. The sustainable development and environmental education section contains reports on these activities.

# Table of Contents

## Volume 7(1)

### ***Amphirrhox longifolia* (Violaceae) a new species for Ecuador**

*Amphirrhox longifolia* (Violaceae) un nuevo registro para la flora del Ecuador.

Fernández, Ángel

[7-19]

### **The genus *Lachemilla* (Rosaceae) in the northern Andes of South America.**

El género *Lachemilla* (Rosaceae) en el norte de los Andes Sudamericanos.

Katya Romoleroux

[21-32]

### **Forest species communities in tropical rain forests of Ecuador.**

Los gremios forestales en los bosques tropicales húmedos del Ecuador.

Walter A. Palacios

[33-40]

### **Explosive Local Radiation of the Genus *Teagueia* (Orchidaceae) in the Upper Pastaza Watershed of Ecuador.**

Radiación Explosiva del Genero *Teagueia* (Orchidaceae) en la Cuenca Alta del Rio Pastaza, Ecuador.

Lou Jost

[41-47]

### **The significance of mycorrhizal diversity of trees in the tropical mountain forest of southern Ecuador**

El significado de la diversidad de micorrizas de arboles en el bosque montañoso lluvioso en el Sur de Ecuador

Ingrid Kottke\* & Ingeborg Haug

[49-56]

### **Bromeliad distribution in two plots in the Sumaco Biosphere Reserve**

Distribución de Bromeliaceae en dos parcelas de la Reserva de Biosfera Sumaco

Xavier Haro-Carrión

[57-62]

### **Vegetation composition on one hectar of terra firme forest in Yasuni National Park, Ecuador.**

Composición de la vegetación en una hectárea de bosque tierra firme en el Parque Nacional Yasuni, Ecuador.

Silvia Azucena Salgado Peñaherrera\* & Jaime Lucio Jaramillo Asanza,

[63-82]

### **Diversity and Structural Analisis of Aphyllophorales of the Protected Forest "Mindó Lindo" Pichincha province, Ecuador.**

Diversidad y analisis estructural de los Aphyllophorales del Bosque Protector "Mindó Lindo", Prov. De Pichincha, Ecuador.

David Suárez-Duque

[83-89]

### **Floristic distribution of the montane cloud forest at the Tapichalaca reserve, Cantón Palanda, Zamora province.**

Distribución florística del bosque de neblina montano en la Reserva Tapichalaca, Cantón Palanda. Provincia de Zamora.

Milton Vinicio Uday Patiño1\* & Rainer Bussmann2

[91-98]

### **Comparative study of the distribution of *Astrocaryum macrocalyx* Burret and *Astrocaryum urostachys* Burret in function of the topography, drainage and architecture of the forest in western Amazonia (Ecuador and Peru).**

Estudio comparativo de la distribución de *Astrocaryum macrocalyx* Burret y *Astrocaryum urostachys* Burret en función de la topografía, drenaje y arquitectura del bosque en la Amazonía occidental (Ecuador y Perú).

Guillermo Mauricio Vallejo Rodríguez1\*, Cecilia Vegas2 & Jean-Christophe Pintaud3

[99-106]

### **Phenology of three timber species in risk of extinction in Colombia and high indices of exploitation in the Choco: *Huberodendron patinoi* "Carrá", *Cariniana pyriformis* Mier "Abarco" y *Humiriastrum procerum* Little "Chanó".**

Comportamiento fenológico de tres especies maderables con riesgo de extinción en Colombia y altos índices de explotación en el choco: *Huberodendron patinoi* "Carrá", *Cariniana pyriformis* Mier "Abarco" y *Humiriastrum procerum* Little "Chanó".

Nayive Pino Benítez & Hilda Rocío Mosquera Mosquera

[107-114]

**Flowering on community level in a Terra Firme Forest in Ecuadorian Amazon.**

Floración a Nivel de Comunidad de un Bosque de Tierra Firme en la Amazonía Ecuatoriana.

Zornitza Aguilar Mena

[115-123]



# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## *Amphirrhox longifolia* (Violaceae) a new species for Ecuador

*Amphirrhox longifolia* (Violaceae) un nuevo registro para la flora del Ecuador.

Fernández, Ángel

Proyecto

Biomedicinas del Bosque Tropical. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)-Fundación Terramar S.C.; Postgrado en Botánica. Instituto de Biología Experimental, Universidad Central de Venezuela. Apartado 21827. Caracas 1020-A, Venezuela; email: [afernand@cbb.ivic.ve](mailto:afernand@cbb.ivic.ve)

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.230.1>



## ***Amphirrhox longifolia* (Violaceae) a new species for Ecuador**

### **Resumen**

Se reporta el hallazgo de *Amphirrhox longifolia* (St.-Hilaire) Spreng. (s.l.), género y especie de la familia Violaceae no señalados en el catálogo de la flora vascular ecuatoriana, mediante dos colecciones provenientes de la provincia de Esmeraldas, Palabras clave: Violaceae, Esmeralda, Ecuador

### **Abstract**

*Amphirrhox longifolia* (St. Hil.) Spreng. (s.l.) is reported here as a new genus and species from the Violaceae family not previously reported in the Ecuadorian vascular flora catalogue. The two collections come from Esmeraldas province. Key words: Violaceae, Esmeraldas, Ecuador

### **Introducción**

Revisando las exsiccatas de la familia Violaceae depositadas en el herbario QCNE de Quito, se encontraron dos pliegos con material no determinado pertenecientes a *Amphirrhox longifolia* (St. Hil.) Spreng. (s.l.), género y especie no reportados en el catálogo de la flora del Ecuador (Jørgensen & León-Yáñez 1999), en el cual, la familia Violaceae cuenta con 9 géneros y 43 especies. Las dos colecciones provienen de la provincia de Esmeraldas, Muisne, cerca de San Salvador a orillas del río Sucio y al sur de Súa, entre 100-160 msnm (Croat 73067 MO, QCNE y Palacios 13746 MO, QCNE), (Figura 1). Según los colectores es árbol o arbusto común del subdosel, con 1,5-6 m de altura y frutos en el mes de marzo. P LANG="es-ES" CLASS="western" ALIGN=JUSTIFY STYLE="line-height: 200%"> *Amphirrhox* pertenece con *Paypayrola* a la subtribu Paypayrolinae (Melchior 1925; Hekking 1988) y esta a su vez a la tribu Rinoreeae de la subfamilia Violioideae. Recientemente han sido descritos un nuevo género y especie: *Hekkingia bordenavei* H.E. Ballard & J. Munzinger proveniente de los alrededores de Cayena, Guayana Francesa (Munzinger & Ballard 2003). Según estos autores, *H. bordenavei*, presenta flores en racimos, estambres completamente unidos en un tubo y escamas dorsales del conectivo muy poco desarrolladas, al igual que *Paypayrola*, además de cápsulas tuberculadas como en *Amphirrhox*, características que ubican a *H. bordenavei* en la subtribu Paypayrolinae.

La revisión de la subtribu Paypayrolinae está siendo llevada a cabo por el autor como parte de sus estudios de postgrado.



Figura 1. Distribución de *A. longifolia* en Ecuador  
 Figure 1. Distribution of *A. longifolia* in Ecuador

### Materiales y Métodos

Se observaron las exsicatas en el herbario QCNE con lupas estereoscópicas, se tomaron notas y medidas, así como fotos digitales que se compararon con exsicatas y fotos de otros herbarios. Se hicieron dibujos preliminares de las muestras en QCNE que luego se complementaron con las fotos.

## Resultados y Discusión

*Amphirrhox* se diferencia de *Paypayrola* y *Hekkingia* en la inflorescencia cimosa, en la unión solamente basal de los estambres y en el largo apéndice dorsal del conectivo.

*A. longifolia* es una especie morfológicamente muy variable, tanto en tamaño y forma de las hojas y frutos, como en la coloración y longitud de los pétalos. Con el hallazgo de *A. longifolia*, la flora ecuatoriana cuenta ahora con 10 géneros y 44 especies, de las cuales, 22 son plantas leñosas, una es una trepadora y 20 son hierbas.

De ellas, 21 especies son de amplia distribución (Sur y Centroamérica principalmente), 18 son de distribución restringida (adyacentes Colombia y Perú), en tanto que 5 especies son endémicas.

Descripción y Distribución (Figura 2-9)

***Amphirrhox longifolia*** (St. Hilaire) Spreng., Syst. Veg. ed. 16, 4(2): 99. 1827.

*Spathularia longifolia* St. Hilaire, Hist. Pl. Remarq. Brasil 1: 318-319, t. 28. 1825.

*Amphirrhox latifolia* Mart. ex Eichl., Fl. Bras. 13(1): 376-377. 1871

*Amphirrhox surinamensis* (Miq.) Eichl., Fl. Bras. 13(1): 377. 1871.

*Amphirrhox juruana* Ule, Verh. Bot. Vereins Prov. Brand. 47: 156-157. 1905.

*Amphirrhox grandifolia* Melch. Notizblatt 9: 59-60. 1924

Árbol o arbusto, 3-10 m de alto; ramillas glabras, hojas alternas hasta subopuestas hacia el ápice de las ramas, 28,5 x 8,5 cm, oblongo lanceoladas hasta oblanceoladas, ápice acuminado, erecto o falcado, 1,8-3,1 cm de largo, base cuneado atenuada, margen remotamente repando-serrado, generalmente con mucrones oscuros, nervadura principal generalmente prominente en ambas caras, 9-14 nervios secundarios, pinnados, arcuados, venación terciaria reticulada, peciolo 6-12 mm de largo, levemente engrosado en la base, de sección redondeada, glabro, oscuro; estípulas caedizas, herbáceas, estrechamente aovado-deltaideas, 1,2-2,6 mm de largo, venuladas; inflorescencias en dicasios terminales o axilares, pedúnculo terete a levemente aplanado, estriado, 85 x 1,1 mm, con pelos escamiformes unicelulares, esparcidos, claros, < 0,5 mm de largo, pedicelos articulados, 2-6 mm de largo, pelos iguales a los del pedúnculo, bracteolas < 1 mm de largo; flores hermafroditas, ligeramente irregulares, 5 sépalos de prefloración quincuncial, engrosados y verrucosos en la base, desiguales, los dos externos aovados, 4-6 x 2-3 mm, los otros tres oblongos, 5-8 x 2-3 mm, 5 pétalos libres, de prefloración apotáctica, unguiculados, algo carnosos, 18-24 x 1,2-1,6 mm, el anterior más ancho y escotado, los otros largo oblongos, blancos o amarillentos, 5 estambres iguales, unidos en la base, hasta 6 mm de largo, anteras 2 mm de largo, conectivo dorsalmente alargado, ovario súpero, sésil, ovoideo, glabro, unilocular, con 3 placentas, óvulos numerosos, de placentación parietal, pistilo recto, blanquecino, estilo 7-8 mm de largo, estigma ligeramente engrosado, cápsula loculicida, subglobosa, 2,7-3,6 cm de largo, verrucosa, glabra, semillas ovoides, glabras, 5-7 mm de largo, oscuras. Algunas de estas características se muestran en las Figuras 2 a 9, en las cuales se ha considerado no sólo el material ecuatoriano, sino también material de Colombia y Venezuela. .

*Amphirrhox longifolia* se conoce desde Costa Rica (Ballard 2001) y Panamá (Robyns 1967) hasta la Amazonía brasilera (Ribeiro et al. 1999; Eichler 1871), Colombia (Fernández 2002; Smith & Fernández-Pérez 1954), las Guayanas (Bogan et al. 1997), Perú (Brako & Zarucchi 1996; Soukup 1970; Baehni & Weibel 1941) y Venezuela (Pittier et al. 1947), siempre en bosques húmedos entre 50 y 800 msnm, sobre suelos muy variados pero generalmente cercanos a ríos.

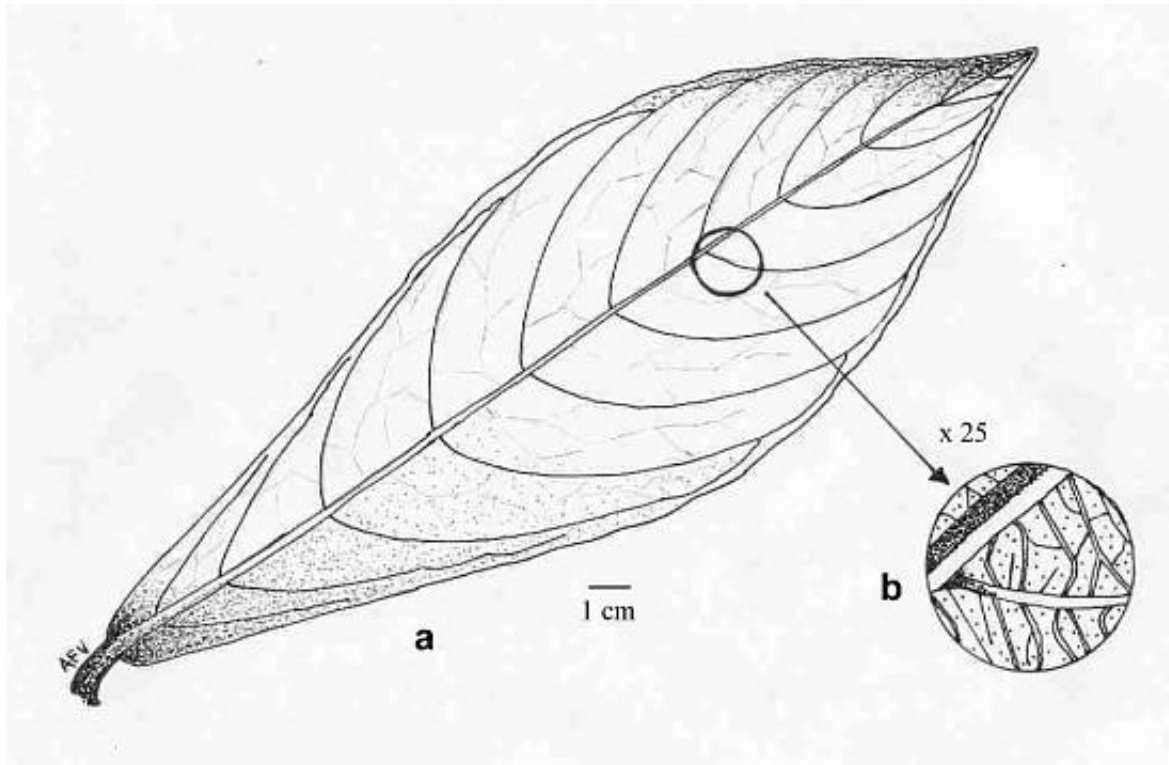


Figura 2. a. Hoja oblanceolada y ápice acuminado; b. detalle de la nervadura. (Palacios 13746, QCNE)  
Figure 2. a. Oblanceolate leaf with acuminate apex. B. Detail of nervature (Palacios 13746, QCNE).

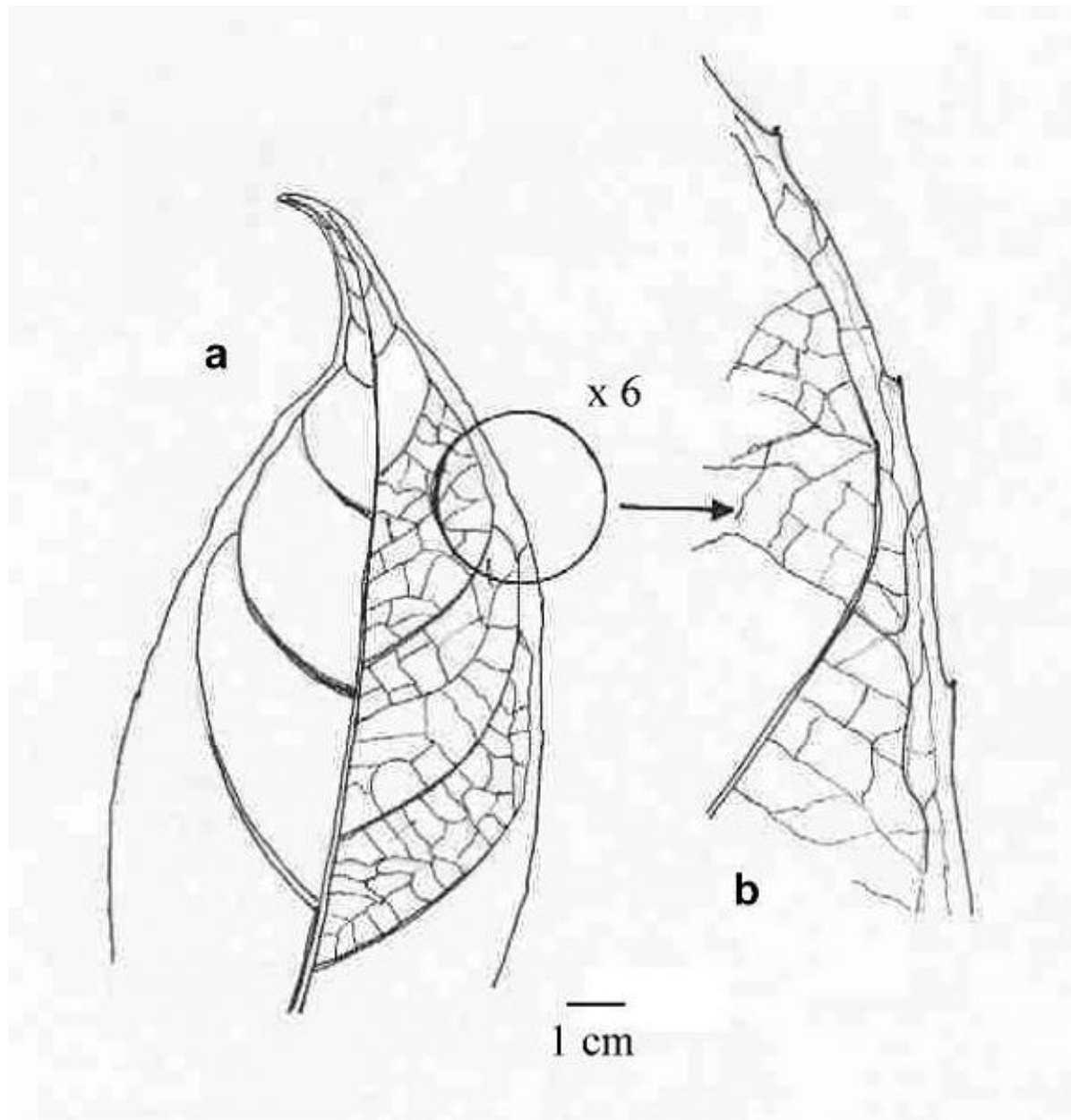
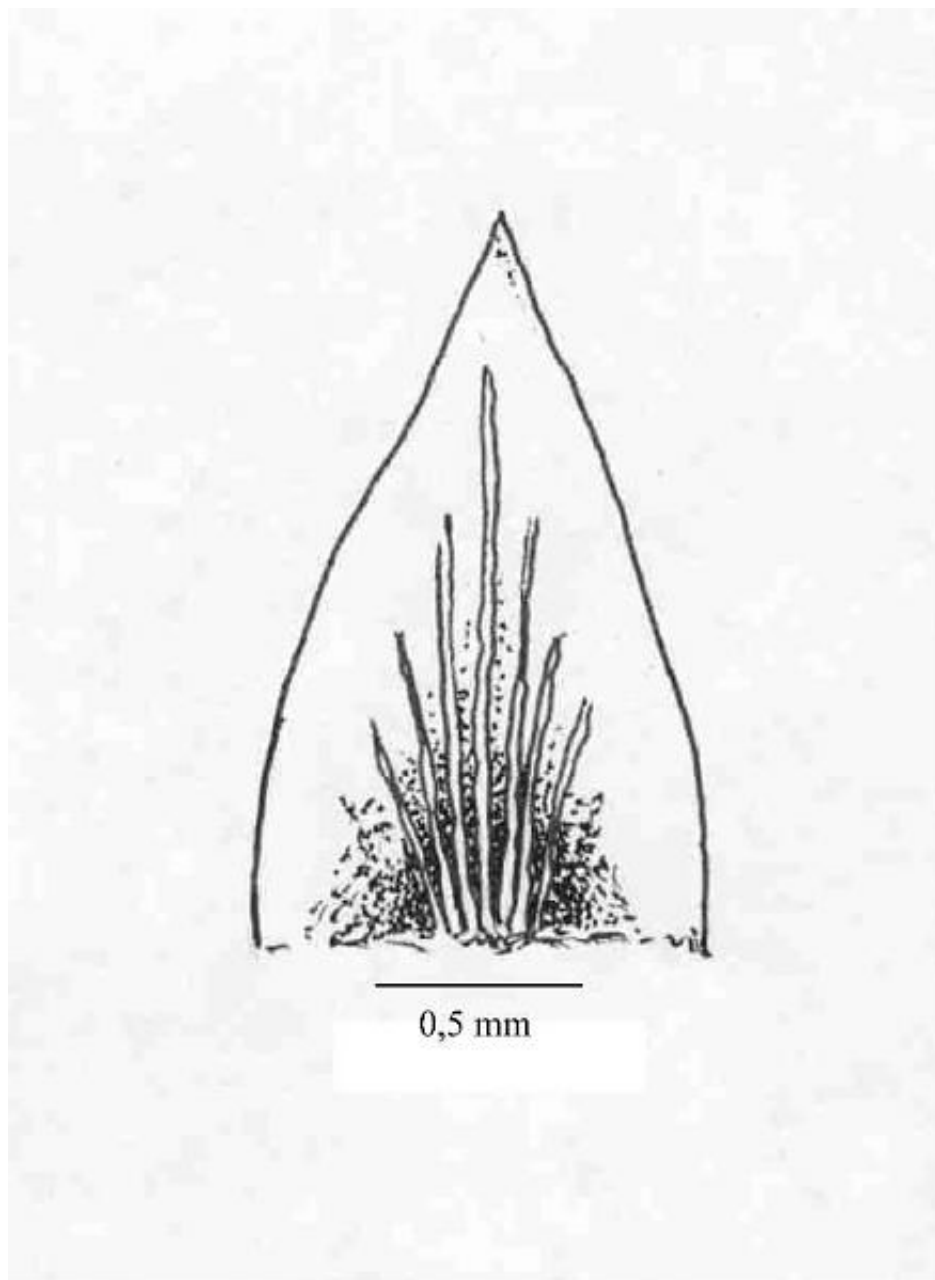
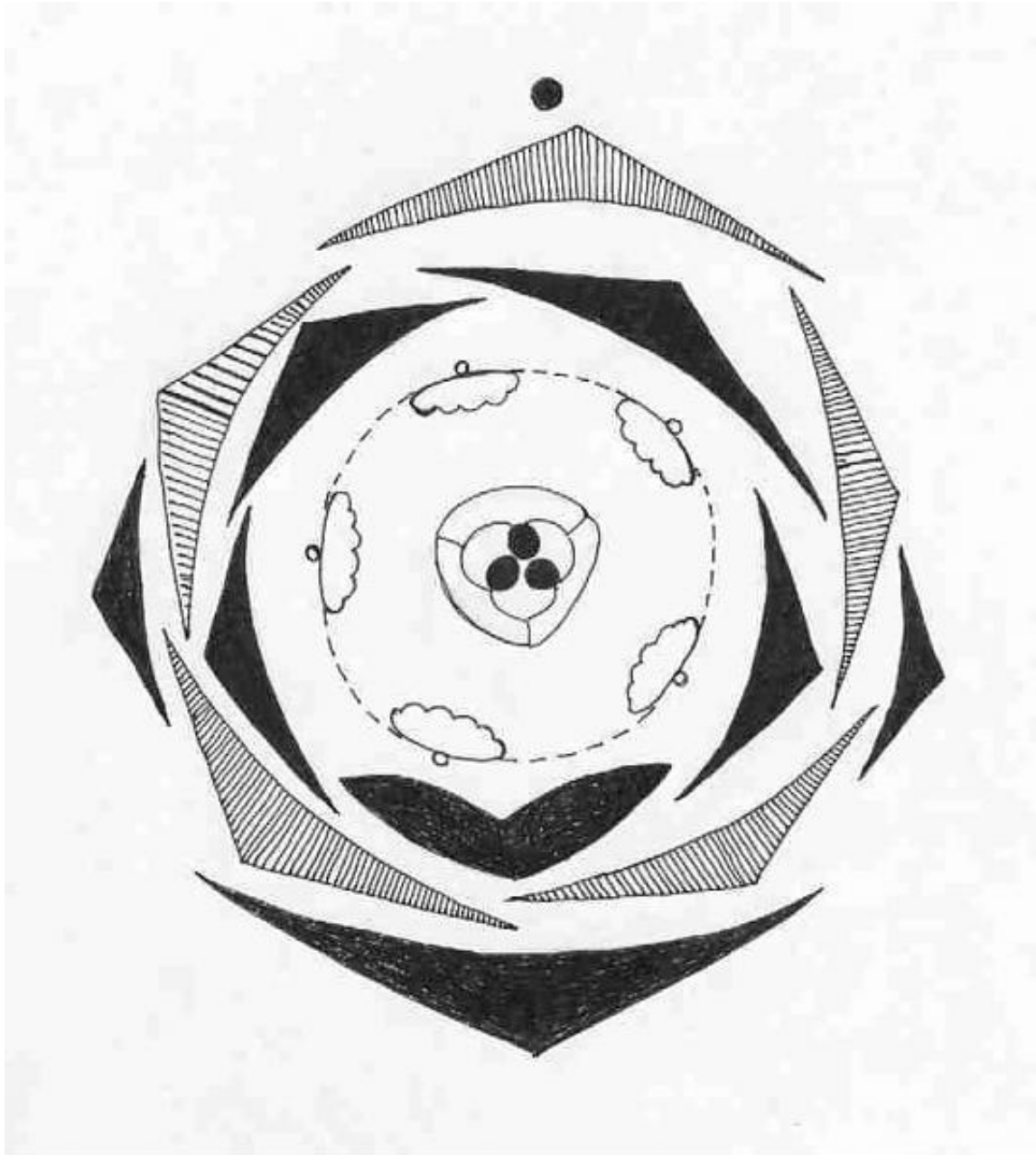


Figura 3. a. Hoja con ápice falcado; b. detalle del margen repando serrado y mucronulado. (Fernández 14765, PORT).  
Figure 3. a. Leaf with falcate apex; b. Detail of leaf serrated and mucronate leaf margin.



**Figura 4. Bracteola (Fernández 14765, PORT)**  
**Figure 4. Bracteoles**



**Figura 5. Diagrama floral. Flor ligeramente zigomorfa; prefloración quincuncial, de los pétalos apotática; pétalo anterior bilobulado; estambres parcialmente libres; apéndice dorsal del conectivo presente; ovario unilocular, con tres carpelos; placentación parietal.**

**Figure 5. Flower diagram. Flower slightly zygomorphous, prefloration quincuncial, petals apotatic, anterior petal bilobed, stamen partially free, dorsal appendix of connective present, unilocular ovary with three carpels, parietal placentation.**

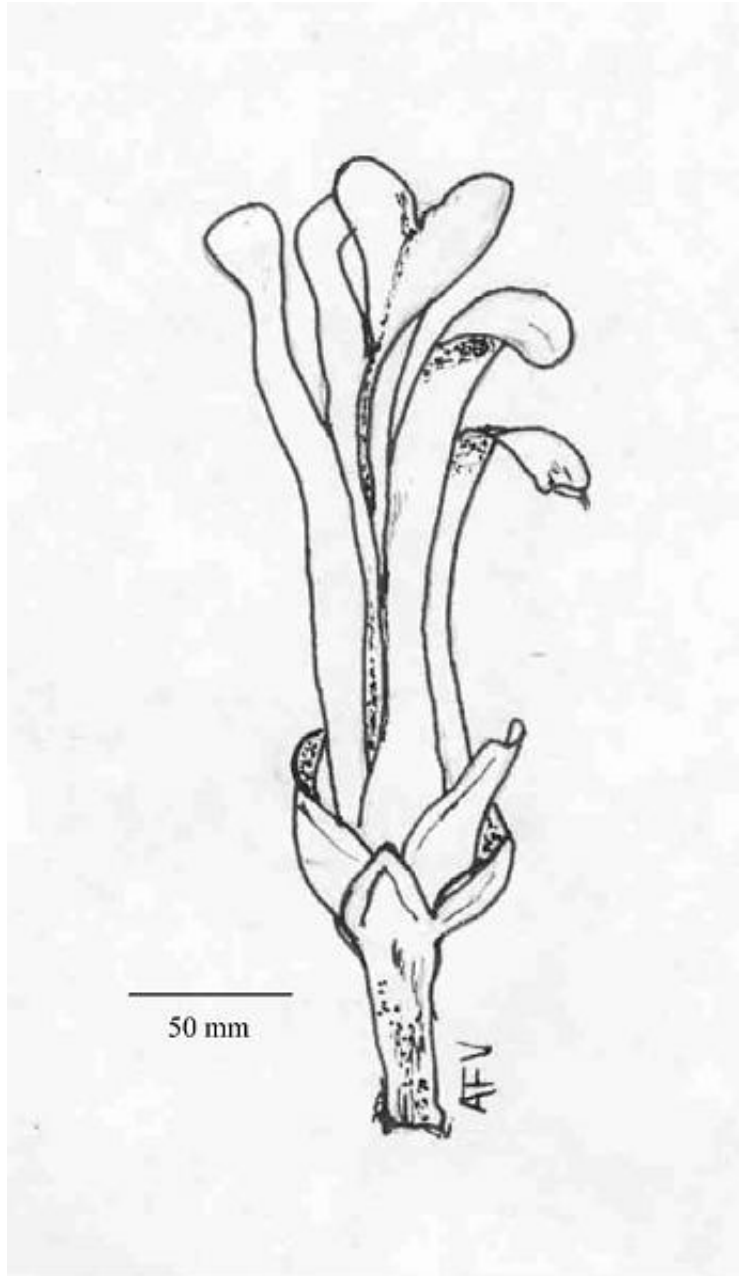
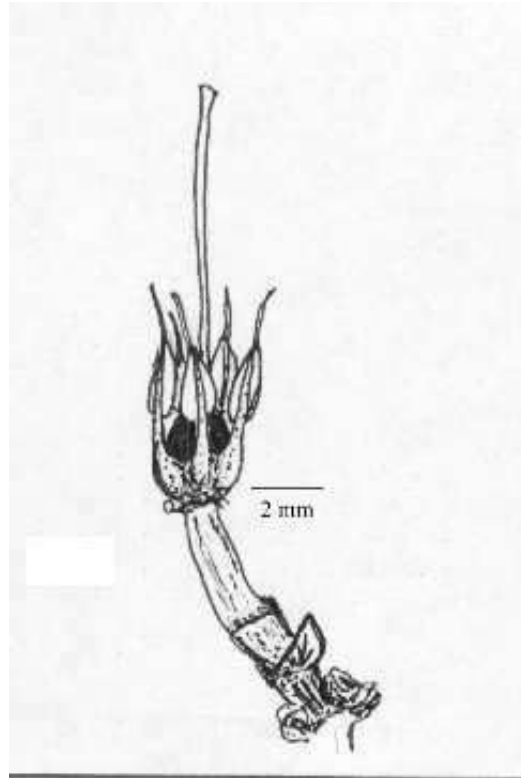
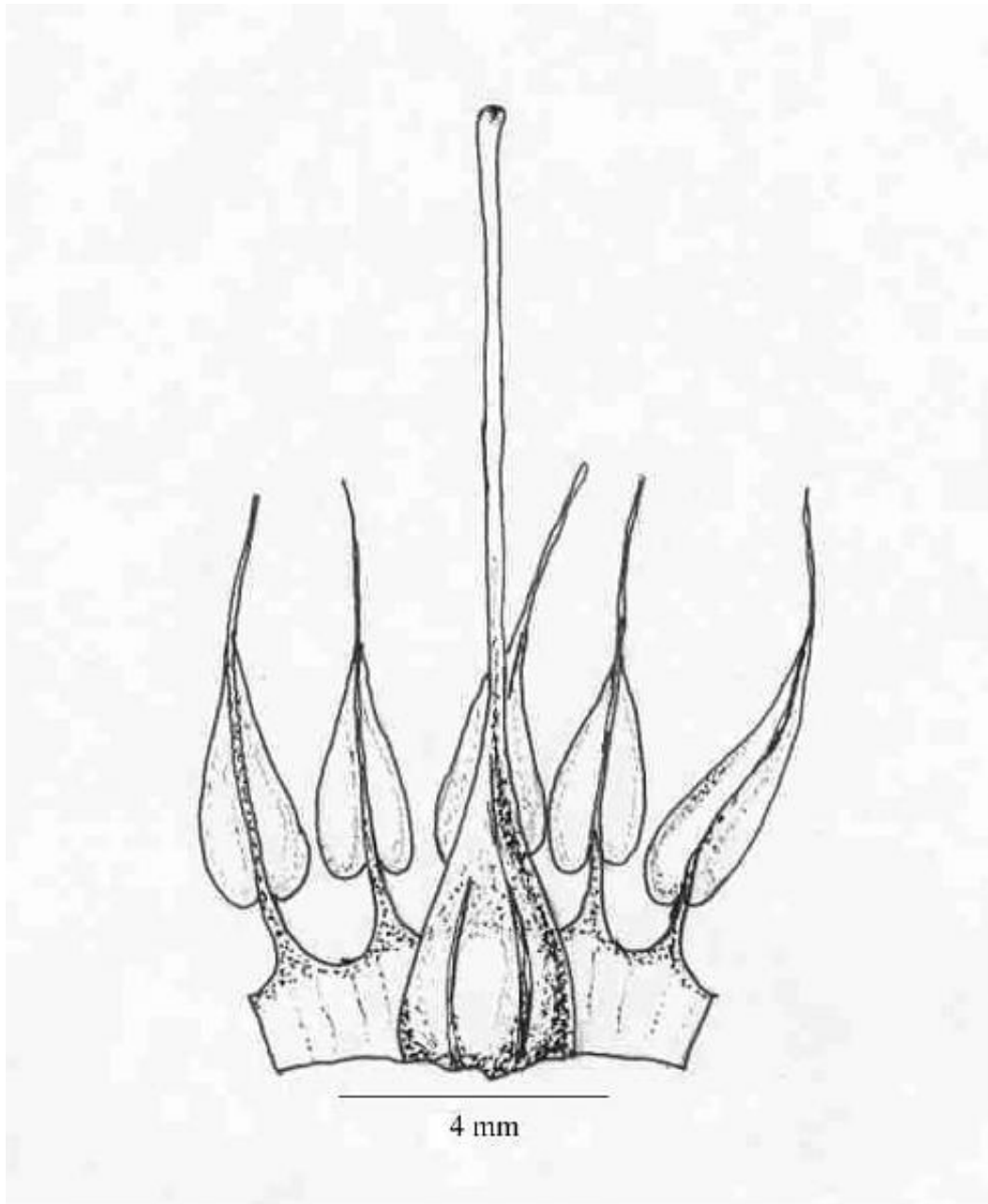


Figura 6. Flor con el pétalo anterior escotado (López & Sánchez 21, MEDEL)  
Figure 6. Flower with anterior short petals.





**Figura 7. Flor sin perianto, androceo unido en la base de los filamentos (Fernández 14765, PORT)**  
**Figure 7. Flower without perianth, androecium linked with the basis of the filaments.**



**Figura 8. Gineceo rodeado parcialmente por el tubo estaminal (seccionado), anteras con el apéndice del conectivo alargado (Fernández 14765, PORT)**

**Figure 8. Gynoecium, partly surrounded by staminal tube (crosssection), anthers with extended connective apex.**

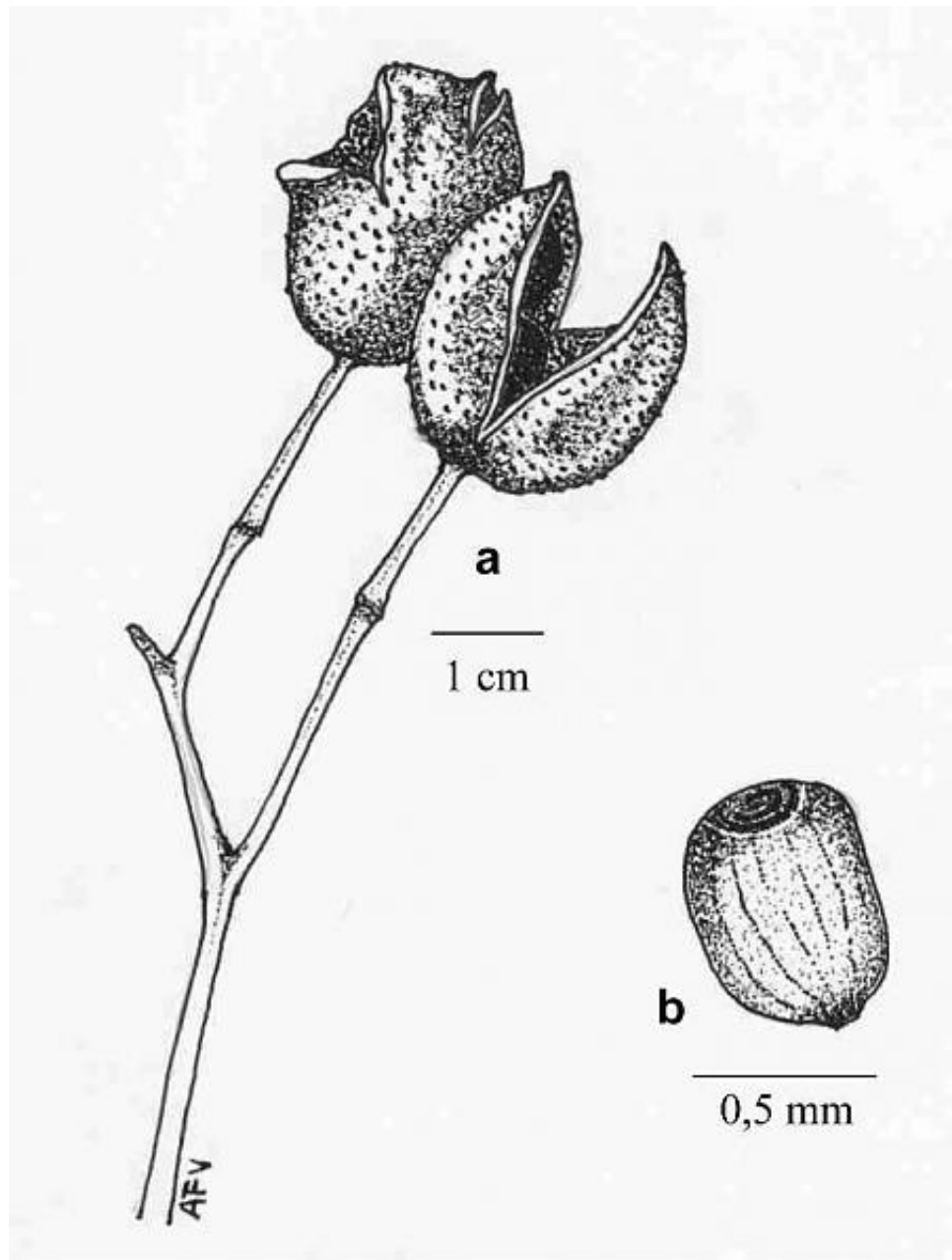


Figura 9. a. Cápsulas con la superficie verruculosa (Croat 73067, MO); b. Semilla ovoidea, glabra (Callejas et al. 5641, HUA)

Figure 9. a. Capsules with verrucose surface. b. Ovoid, glabrous seed.

## Agradecimientos

A las autoridades del herbario QCNE por haber permitido el acceso a sus colecciones. A M. Carlsen y a J. Clark, quienes amablemente hicieron las fotos digitales de las exsicatas en St. Louis y Quito.

## Referencias

- Baehni, CH. & R. Weibel. 1941. Revision des violacées péruviennes. *Candollea*, 7: 190-221
- Ballard, H. E. Jr. 2001. Violaceae. Draft Treatments for the Manual de Plantas de Costa Rica. En: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/treat/violaceae.html>
- Bogan, J.; V. Funk; C. Kellhoff; M. Hoff; S. Cremers & C. Feuillet. 1997. Checklist of the flowering plants of the Guianas (Guyana, Surinam, French Guiana). *Biological Diversity Program of the Guianas Program*. Pub. N° 30. Smithsonian Institution. Washington. 238 pp.
- Brako, L. & J.L. Zarucchi. 1996. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 45. St. Louis. 1286 pp.
- Eichler, A.W. 1871. Violaceae. En: C.F.Ph. von Martius *Flora Barsiliensis* 13(1).
- Fernández, A. 2002. La familia Violaceae en Colombia. *Resúmenes del VIII Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Colombiano de Botánica*, 427. Cartagena de Indias
- Hekking, W.H.A. 1988. Violaceae. Part I - Rinorea and Rinoreocarpus. *Flora Neotropica. Monograph* 46. The New York Botanical Garden, New York. 208 pp.
- Joergensen, P.M. & S. León-Yáñez. (eds.). 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 75. St. Louis. 1181 pp.
- Melchior, H. 1925. Violaceae. En: H.G.A. Engler & K.A. Prantl. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, ed. 2, 21: 329-377, figs. 148-162. Leipzig-Berlin.
- Munzinger, J.K., & H.E. Ballard Jr. 2003. *Hekkingia* (Violaceae), a new arborescent violet genus from French Guiana, with a key to genera in the family. *Systematic Botany*, 28(2): 345-351
- Pittier, H.; T. Lasser; L. Schnee; Z. Luces de Febres & V.M. Badillo 1947. Catálogo de la flora venezolana. Tomo II. 3ª Conferencia Interamericana de Agricultura. Cuadernos Verdes. Serie nacional N° 62. Lit. y Tip. Vargas. Caracas 577 pp.
- Ribeiro, J.E.L.S.; M.J.G. Hopkins; A. Vicenti; C.A. Sothers; M.A.S. Costa; J.M. de Brito; M.A.D. DE Souza; L.H.P. Martins; L.G. Lohmann; P.A.C.L. Assunção; E.C. Pereira; C.F. da Silva; M.R. Mesquita & L.C. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA-DFID. 798 pp.
- Robyns, A. 1967. Violaceae. Flora of Panama. Part VI. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 54(1): 65-84
- Smith, L.B. & A. Fernández-Pérez. 1954 Revisio violacearum colombiae. *Caldasia*, 6(28): 83-181
- Soukup, J. 1970. Las violaceas, turneraceas y malesherbiaceas del Perú, sus géneros y lista de especies. *Biota*, 8(62): 94-102
- Sprengel, C. 1827. En: C. Linnæi. *Systema Vegetabilium*, ed. decima sexta, 4(2): 99 Gottingae.



# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## The genus *Lachemilla* (Rosaceae) in the northern Andes of South America.

El género *Lachemilla* (Rosaceae) en el norte de los Andes Sudamericanos.

Katya Romoleroux

Herbario QCA,  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Av. 12 de octubre  
y Roca, Apdo. 17012184, Quito, Ecuador, Email:  
katyaromoleroux@yahoo.com

\* Gran parte de la  
investigación se la realizó en el Instituto de Botánica  
Sistemática de la Universidad Ludwig Maximilian, Munich.

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.238.1>

## The genus *Lachemilla* (Rosaceae) in the northern Andes of South America.

### Resumen

El género *Lachemilla* consiste de aproximadamente 80 especies, distribuidas en las montañas neotropicales desde el sur de California hasta el norte de Chile y Argentina, entre 2000 y 5000 msnm.; desde Venezuela hasta Ecuador se han registrado 36 especies (45%), principalmente en los páramos, al parecer esta zona es el centro de diversidad de *Lachemilla*. Algunas especies solo crecen en determinados hábitats, pero la mayoría se encuentran en distintos tipos de páramos o bosques alto-andinos, no hay una diferencia evidente entre los hábitats de las especies ancestrales y los hábitats de las especies consideradas derivadas. Palabras clave: neotropical, páramo, hábitat, diversidad, ancestral.

### Abstract

The genus *Lachemilla* consists of approximately 80 species distributed in the western high mountains of the neotropics, from Southern California to northern Chile and Argentina, between 2000-5000 masl. Between Venezuela and Ecuador 36 species (45%) have been recorded, mostly in the paramos, apparently this region is the center of diversity of *Lachemilla*. Some species prefer special habitats; however, most of them are found in different types of paramos or high Andean forests, there is not an evident difference between the habitats where the ancestral species, and the habitats of the species considered more derived. Key words: neotropic, paramo, habitat, diversity, ancestral.

### Introducción

El género *Lachemilla* se distribuye en las zonas montañosas occidentales del neotrópico, desde México hasta el norte de Chile y Argentina, entre los 2200 y 5000 m., con una sola especie en República Dominicana. Se han descrito cerca de 80 especies de *Lachemilla*, de las cuales 36 (45%) se encuentran en la región norte de los Andes sudamericanos, desde Venezuela hasta Ecuador.

*Lachemilla* es un género ecológicamente importante ya que muchas veces forma grandes asociaciones vegetales que actúan como reservorios naturales de agua en sitios muy elevados como son los páramos y superpáramos; parte del agua utilizada por las poblaciones alto-andinas proviene de los páramos.

Aunque *Lachemilla* es un género común y diverso en las montañas neotropicales y en especial en la región alto-andina del norte de Sudamérica, existen relativamente pocos estudios taxonómicos sobre este género y casi nada se conoce sobre su ecología. Este estudio es parte del tratamiento taxonómico que se está realizando actualmente sobre *Lachemilla*.

Previos estudios taxonómicos sobre *Lachemilla*

La primera y única revisión tentativa de *Lachemilla* la realizó L. M. Perry (1929) en la que reconoció 41 especies. Posteriormente, Rothmaler (1935-1937) publicó las *Lachemilla* de Colombia, y además varias nuevas especies y combinaciones, y una clasificación preliminar del género en la que reconoce 72 especies. En 1977, E. G. B. Kieft, del herbario de Utrecht empezó la revisión de *Lachemilla* pero nunca la concluyó, aunque identificó bastante material. Recientemente el género ha sido estudiado en Venezuela (Gaviria 1996) y en Ecuador (Romoleroux 1996).

Delimitación de *Lachemilla* y afinidades taxonómicas

Dentro de la familia Rosaceae, *Lachemilla* se ubica en la subfamilia Rosoideae y tradicionalmente en la tribu Sanguisorbeae o Poterieae (Hutchinson 1964), junto con otros géneros como *Acaena* o *Polylepis* que carecen de pétalos y que probablemente presentan una tendencia a polinización por el viento. Sin embargo, Schultze-Menz (1964), saca a *Lachemilla*, *Aphanes* y *Alchemilla* de Sanguisorbeae y los ubica en la tribu Potentilleae, estudios filogenéticos y moleculares recientes apoyan este cambio (Ericksson et al. 2003).

*Lachemilla* fue creada como una sección del género *Alchemilla* (Focke 1888), (Perry 1929); sin embargo, Rydberg (1908) y Rothmaler (1937) lo trataron como un género distinto. *Lachemilla* y

*Alchemilla* comparten algunas características morfológicas, pero difieren en varios aspectos, como son: la distribución geográfica, el número de estambres y la posición de los estambres y anteras.

Clasificación infragenérica

El género *Lachemilla* es morfológicamente muy diverso y ha sido subdividido en grupos infragenéricos. Perry (1929) reconoció series y seis subseries; mientras Rothmaler (1937) publicó seis secciones y seis subsecciones. Las dos clasificaciones coinciden en que el grupo ancestral es *L. polylepis*, pero según Perry la especie más derivada es *L. diplophylla* y según Rothmaler es el grupo de *L. aphanoides*.

En el presente trabajo se proporciona una descripción de *Lachemilla*, una clave de las especies para Ecuador, Colombia y Venezuela, y una lista de las especies en estos tres países con su distribución y hábitats.

Descripción de *Lachemilla* y caracteres taxonómicos utilizados para la identificación

El género *Lachemilla* comprende hierbas perennes o pocas veces pequeños arbustos. Las hojas son simples, lobuladas, tripartidas o pinnaticompuestas, con estípulas. Las flores se disponen en cimas glomeruladas o laxas o son solitarias. Cada flor presenta un hipantio que es una prolongación del receptáculo, en el que están insertos el cáliz, epicáliz y los estambres, carece de pétalos; el cáliz tiene 4 sépalos, el epicáliz es un verticilo exterior al cáliz, generalmente con 4 episépalos (a veces 2 o ausentes) alternos a los sépalos; los estambres son 2 o raramente 3 o 4 y están en el borde interno del disco del hipantio, las anteras son extrorsas; el gineceo puede tener uno a 10 carpelos encerrados en el hipantio, cada carpelo presenta un óvulo basal. El fruto es seco e indehiscente con uno a 10 aquenios.

Los caracteres taxonómicos más utilizados para la identificación de las especies son:

Hábito: generalmente son herbáceas pequeñas, decumbentes, reptantes, estoloníferas o ascendentes; solo una especie es completamente arbustiva y leñosa: *Lachemilla polylepis*, que es considerada como la más ancestral dentro del género.

Pubescencia: todas las especies presentan algún tipo de pubescencia, es un carácter útil para la identificación de especies.

Estípulas: la forma y textura de las estípulas es variable, están adnadas parcialmente a la base del pecíolo y libres al ápice, o pueden estar adnadas y connadas hacia la base, con lóbulos libres hacia el ápice formando verticilos. La textura es normalmente herbácea, al menos hacia el ápice, solo tres especies tienen estípulas completamente papiráceas: *L. polylepis*, *L. tanacetifolia* y *L. rupestris*.

Hojas: La forma de las hojas es extremadamente variable, en la misma planta, las hojas basales y distales son usualmente diferentes. En varias especies las hojas presentan un pecíolo definido y una lámina que puede ser: simple lobulada e.g. *L. orbiculata* ([Figura 1]), 3-5 partida e.g. *L. hirta* ([Figura 2]) o pinnada e.g. *L. pinnata* ([Figura 3]); en otro grupo de especies, los pecíolos están reducidos o ausentes y las láminas de las hojas se reducen a simples lóbulos iguales a los lóbulos de las estípulas y forman un verticilo alrededor de las ramas, e.g. *L. nivalis* ([Figura 4]). El caso más extremo de modificación de las hojas es el de *L. diplophylla* ([Figura 5]) que presenta una lámina ligeramente bilobada y dos apéndices foliares que nacen ventralmente a lo largo del nervio principal, dando la apariencia de doble hoja.

Inflorescencia: las flores están agrupadas en cimas, laxas o glomeruladas; pocas especies presentan flores solitarias, e.g. *L. uniflora* o *L. diplophylla* ([Figura 5]), éste se considera un estado más evolucionado dentro del género.

Hipantio: la forma y la pubescencia del hipantio son útiles para la identificación, el hipantio puede ser externamente pubescente o grabrescente, e internamente glabro, solo un grupo de especies presenta la parte interna del hipantio pubescente, e.g. *L. hirta* ([Figura 2]).

Cáliz y epicáliz: el tamaño del cáliz en relación al epicáliz es útil para diferenciar algunas especies; el epicáliz está presente en la mayoría de especies pero en algunas es muy reducido o incluso completamente ausente, e.g. *L. diplophylla* ([Figura 5]).

Carpelos y frutos: El número de carpelos es, a veces, útil para reconocer algunas especies, al igual que el número y la forma de los aquenios.

Clave de las especies de *Lachemilla* en el norte de los Andes Sudamericanos (Venezuela, Colombia y Ecuador)

1a. Arbustos, tallo y ramas completamente leñosos, estípulas papiráceas formando vainas persistentes alrededor del tallo. 1. *L. polylepis*

- 1b. Hierbas o raro subarbustos, tallo herbáceo o parcialmente lignificado, sin estípulas papiráceas formando vainas persistentes alrededor del tallo
- 2a. Hojas lobuladas, partidas o pinnadas, sin apéndices.
- 3a. Estípulas distales enteras, completamente papiráceas.
- 4a. Hojas 3-partidas 2. *L. rupestris*
- 4b. Hojas pinnadas 3. *L. tanacetifolia*
- 3b. Estípulas distales lobuladas o partidas, herbáceas por lo menos hacia el ápice.
- 5a. Inflorescencias cimbras laxas; superficie interna del hipantio pubescente.
- 6a. Hojas 3-partidas con segmentos laterales bifidos; largo de los lóbulos estipulares 2/5 a 1/2 de la longitud total de la vaina estipular.
- 7a. Ramas hirsutas; episépalos más largos que los sépalos. Hojuelas espatuladas a elongado-obovadas 4. *L. hirta*
- 7b. Ramas subsericeas, pilosas o glabrescentes; episépalos más cortos o iguales que los sépalos. Hojuelas mayormente obovadas 5. *L. andina*
- 6b. Hojas 3-partidas con segmentos laterales enteros; largo de los lóbulos estipulares 3/5 a 3/4 de la longitud total de la vaina estipular.
- 8a. Ramas esparcidamente villosas hasta glabrescentes; lóbulos estipulares a menudo reflexos, lóbulos foliares profundamente dentados 6. *L. vulcanica*
- 8b. Ramas sericeas; lóbulos estipulares ascendentes, lóbulos foliares aserrado-dentados 7. *L. jamesonii*
- 5b. Inflorescencias cimbras densas, glomeruladas o flores solitarias; superficie interna del hipantio glabra.
- 9a. Hojas distales reducidas, iguales o casi iguales a los lóbulos estipulares, adnadas y connadas a las estípulas formando muchas vainas perfoliadas a lo largo del tallo.
- 10a. Hojas distales iguales a los lóbulos estipulares.
- 11a. Lóbulos de las vainas a lo largo del tallo 4-6
- 12a. Lóbulos de las vainas distales glabros (Venezuela) o esparcidamente villosos (Colombia y Ecuador) y reticulados en el envés 8. *L. equisetiformis*
- 12b. Lóbulos de las vainas distales hispídulos y no reticulados en el envés 9. *L. ericoides*
- 11b. Lóbulos de las vainas a lo largo del tallo 8-12
- 13a. Lóbulos de las vainas ascendentes. Ramas pilosas, villosas o sericeas; hojas basales caducas
- 14a. Largo de los lóbulos de la vaina más de 4/5 de la longitud total de la vaina; lóbulos de la vaina 7 a 8 veces más largos que anchos 10. *L. angustata*
- 14b. Largo de los lóbulos de la vaina más de 2/5 de la longitud total de la vaina; lóbulos de la vaina 2 a 4 veces más largos que anchos
- 15a. Diámetro de los tallos más de 5 mm, villosos, pilosos o glabrescentes. Sépalos y episépalos conniventes 11. *L. nivalis*
- 15b. Diámetro de los tallos menos de 4 mm, sericeos. Sépalos y episépalos rectos
12. *L. ramosissima*
- 13b. Lóbulos de las vainas ligeramente ascendentes a horizontales o reflexos. Ramas hispídas, hirsutas o villosas; hojas basales usualmente presentes (excepto en *L. hispídula*).
- 16a. Lóbulos de las vainas 9-13; ramas hispídas o hirsutas; hipantio glabro hacia la base
- 17a. Ramas hirsutas, lóbulos de las vainas reflexos, lanceolados 13. *L. galioides*
- 17b. Ramas hispídas, lóbulos de las vainas ligeramente ascendentes a horizontales, deltoide-subulados
- 18a. Plantas ascendentes, usualmente más de 12 cm de largo, hojas basales frecuentemente ausentes, brácteas florales ascendentes 14. *L. hispídula*
- 18b. Plantas decumbentes, menos de 10 cm de largo, hojas basales presentes, brácteas florales horizontales 15. *L. lachemilla* sp. Nov.
- 16b. Lóbulos de la vaina 7-8 (10); ramas villosas; hipantio completamente sericeo o viloso 16. *L. verticillata*
- 10b. Hojas distales ligeramente más largas que los lóbulos estipulares, 3-partidas o 3-lobuladas.
- 19a. Hojas basales a menudo caducas; episépalos más largos o iguales a los sépalos; carpelos  $\geq 6$ .



- 20a. Planta sericea o villosa-sericea, lóbulos foliares y estipulares cartáceos (Colombia, Ecuador y Perú) 17. *L. holosericea*
- 20b. Planta estrigosa a glabrescente, lóbulos foliares y estipulares coriáceos (Venezuela) 18. *L. trevirani*
- 19b. Hojas basales persistentes; episépalos más cortos que los sépalos; carpelos  $\leq 6$ .
- 21a. Hojas basales 5-partidas; hojas distales 3-partidas, segmentos inciso-dentados, segmento central 3-lobulado. Tallos ascendentes a erectos 19. *L. sprucei*
- 21b. Hojas basales 3-partidas; hojas distales 3-partidas, segmentos laterales usualmente enteros, segmento central 3-lobulado. Tallos procumbentes, decumbentes a  $\pm$  ascendentes.
- 22a. Plantas villosas o hirsuta-villosas, largo de los lóbulos de las estípulas menos de 2/4 de la longitud total de la vaina. 20. *L. holmgrenii*
- 22b. Plantas sericeas o glabrescentes, largo de los lóbulos de las estípulas más de 2/4 de la longitud total de la vaina.
- 23a. Plantas glabrescentes, con glándulas en sépalos, episépalos y hacia la base de los tricomas 21. *L. rivulorum*
- 23b. Plantas sericeas o esparcidamente sericeas, sin glándulas.
- 24a. Tallos  $\pm$  ascendentes, nudos de las ramas sin raíces 22. *L. killipii*
- 24b. Tallos reptantes a procumbentes, nudos de las ramas usualmente con raíces
23. *L. purdiei*
- 9a. Hojas distales desarrolladas (si son reducidas entonces las hojas basales orbiculadas), lóbulos foliares más largos que los lóbulos estipulares.
- 25a. Hojas basales orbicular-reniformes, ligeramente (7—) 9—11 lobuladas.
- 26a. Brácteas florales connadas, envuelven parcialmente a las flores; margen de las hojas crenado-aserrados; hojas distales usualmente ausentes; carpelos 2-4. 24. *L. orbiculata*
- 26b. Brácteas florales libres, no envuelven a las flores; margen de las hojas pectinados; hojas distales presentes; carpelos 4-6. 25. *L. pectinata*
- 25b. Hojas basales 5-lobuladas, 3-partidas o pinnati-compuestas.
- 27a. Hojas basales profundamente 5-lobuladas o 3-partidas.
- 28a. Hojas basales 5-lobuladas, persistentes
- 29a. Episépalos y sépalos abaxialmente glabros, ascendentes o reflexos; flores menos de 2 mm de largo; márgenes de las hojas aserrados o ligeramente subincisos 26. *L. aequatoriensis*
- 29b. Episépalos y sépalos abaxialmente pubescentes, rectos; flores más de 2 mm de largo; márgenes de las hojas incisos 27. *L. fulvescens*
- 28b. Hojas basales 3-partidas o caducas
- 30a. Hojas basales y caulinares 3-partidas, persistentes; plantas procumbentes o estoloníferas
- 31a. Flores en cimas glomeruladas, generalmente más de 5 flores
- 32a. Envés de las hojas esparcidamente piloso o sericeo-viloso, no glauco; margen glabro; hipantio externamente pubescente; carpelos 4-5.
28. *L. perryana*
- 32b. Envés de las hojas esparcidamente hirsuto-viloso, glauco; margen ciliado; hipantio externamente glabrescente; carpelos 6-7 29. *L. mutellina*
- 31b. Flores solitarias o en cimas axilares, paucifloras, menos de 5 flores. 30. *L. uniflora*
- 30b. Hojas basales caducas, caulinares 3-partidas; plantas decumbentes.
- 33a. Hipantio glabro o  $\pm$  piloso; segmentos foliares laterales no bifidos, margen inciso. 31. *L. aphanoides*
- 33b. Hipantio sericeo o adpreso-hirsuto; segmentos foliares laterales bifidos, margen dentado-aserrado 32. *L. moritziana*
- 27b. Hojas basales pinnadas
- 34a. Episépalos presentes
- 35a. Hojas basales linear-ovadas en contorno, 3 o más veces más largas que anchas, con 6-10 pares de hojuelas 33. *L. pinnata*
- 35b. Hojas basales deltoide-ovadas en contorno, menos de 2 veces más largas que anchas, con 2-3 pares de hojuelas

- 36a. Pedicelos menos de 2 mm de largo; hojas bipinnadas 34. *L. erodiifolia*
- 36b. Pedicelos más de 2 mm de largo; hojas pinnadas 35. *L. paludicola*
- 34b. Episépalos ausentes 35. *L. paludicola*
- 2b. Hojas ligeramente bilobuladas, con 2 apéndices foliares a lo largo del nervio principal del haz de la lámina 36. *L. diplophylla*

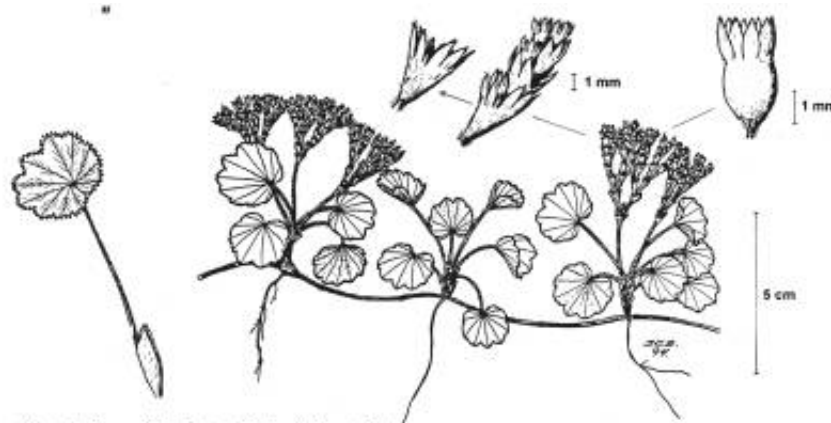


Fig. 1. *L. orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb.

**Fig. 1. *L. orbiculata***  
**Fig. 1. *L. orbiculata*.**

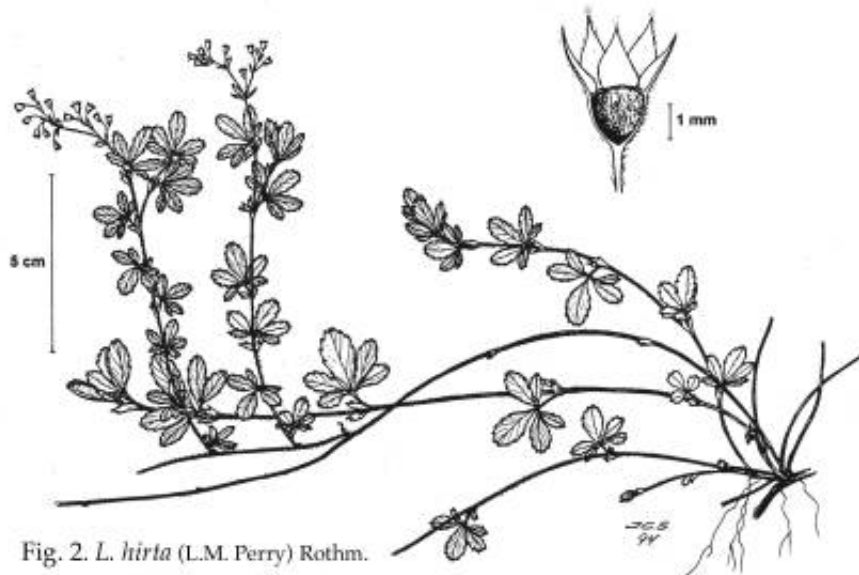


Fig. 2. *L. hirta* (L.M. Perry) Rothm.

**Fig. 2. *L. hirta***  
**Fig. 2. *L. hirta*.**

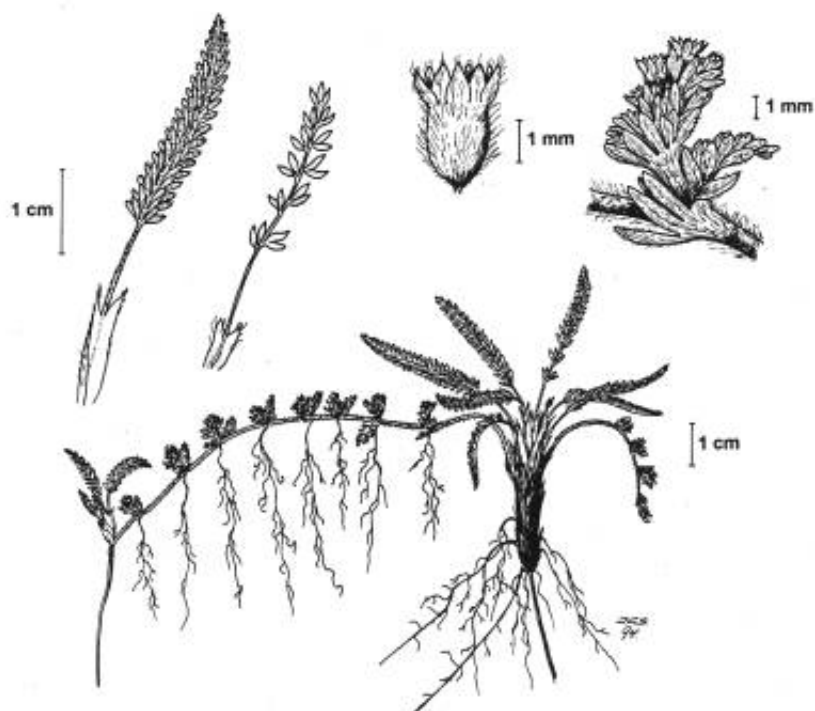


Fig. 3. *L. pinnata* (Ruiz & Pav.) Rothm.

Fig. 3. *L. pinnata*  
Fig. 3. *L. pinnata*.

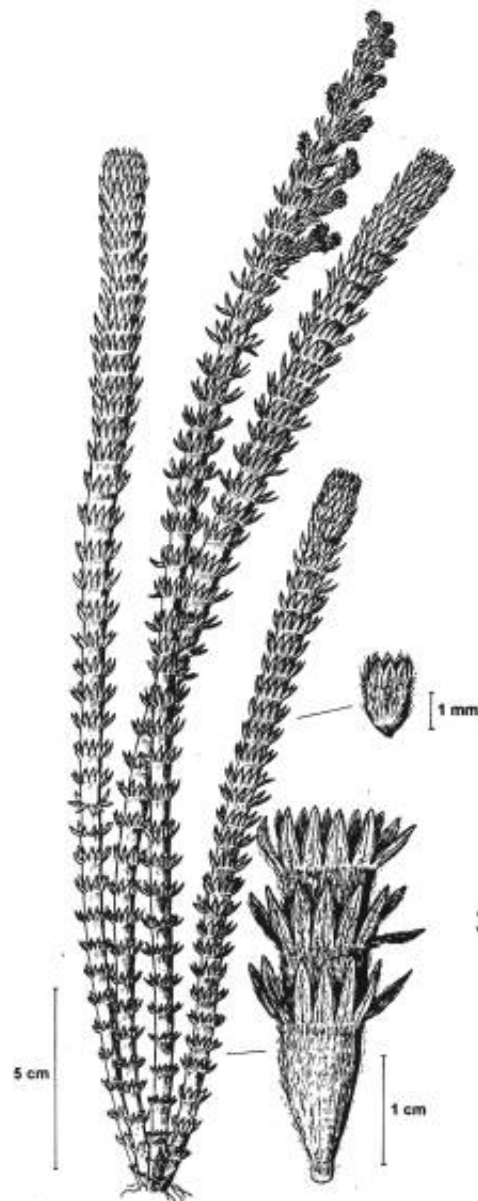


Fig. 4 *L. nivalis* (Kunth) Rothm.

Fig. 4. *L. nivalis*  
Fig. 4. *L. nivalis*.

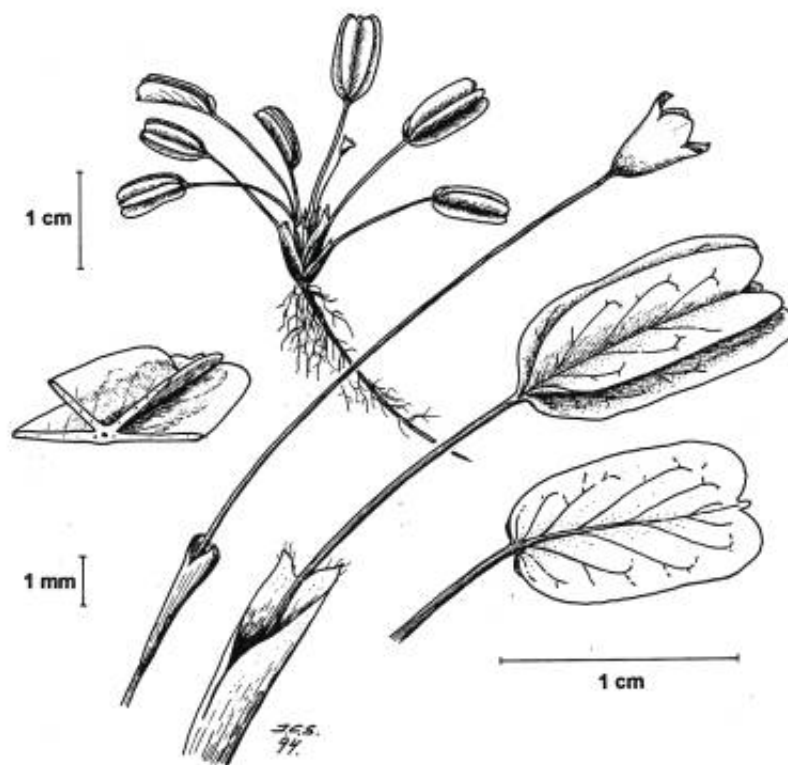


Fig. 5. *L. diplophylla* (Diels) Rothm.

Fig. 5. *L. diplophylla*  
Fig. 5. *L. diplophylla*.

NOTA: Las figuras fueron tomadas del tratamiento de la familia Rosaceae para la Flora of Ecuador, Vol. 56. Nos hemos puesto de acuerdo con los editores de la Flora para usar estos dibujos en este artículo.

#### Distribución, diversidad y hábitats

La distribución total de *Lachemilla*, desde el sur de California hasta el norte de Chile y Argentina, se dividió en tres zonas ([Figura 6]). Esta división se basó principalmente en que la zona de páramo del norte de los Andes, desde Venezuela hasta Ecuador, ha sido identificada como un ecosistema característico (Luteyn 1999). Por lo tanto, se trató esta parte como la zona central, desde Panamá hasta el sur de California como la zona norte y desde Perú hasta el norte de Chile y Argentina como zona sur. La diversidad máxima de *Lachemilla* está en la zona central con 36 especies, de las cuales 22 son endémicas, el número de especies disminuye hacia el norte y hacia el sur.

En cuanto a los hábitats, algunas especies de *Lachemilla*, crecen solo en partes muy húmedas, como es el caso de: *L. paludicola* y *L. diplophylla*. Sin embargo, la mayoría de especies se encuentran en diferentes tipos de páramos o en el bosque alto-andino ([Tabla 1]). Al comparar los hábitats de las especies consideradas más ancestrales y más derivadas según los tratamientos taxonómicos anteriores (Perry 1929; Rothmaler 1937), no se ha encontrado una relación directa.

Fig. 6. Distribución de las especies de *Lachemilla*



Fig. 6. Distribución de *Lachemilla*  
Fig. 6. Distribución de *Lachemilla*.

En este estudio no se proporciona aún una clasificación infragenérica, ya que la revisión del género no se ha concluido; sin embargo, parte del material estudiado presenta una variación tan gradual que las diferencias entre algunos de los grupos infragenéricos propuestos previamente (Perry 1929, Rothmaler 1937) parecen muy artificiales.

Especies	→	→	→	→	Altitud m	→	Distribución	→	Habitat
<i>Lachemilla aequatoriensis</i> Rothm.*	→				2700	→	E	→	gp
<i>L. andina</i> (L. M. Perry) Rothm.	→				2500-4300	→	C a B	→	gp, cp, ev
<i>L. angustata</i> Romolerox.*	→				2850-3800	→	E	→	gp, cp, ev
<i>L. aphanoides</i> (L. f.) Rothm.	→				1800-4050	→	M a B	→	gp, ev
<i>L. diplophylla</i> (Diels) Rothm.	→				3500-5000	→	E a Ch	→	cp, wp, ip
<i>L. equisetiformis</i> (Trevir.) Rothm.	→				3300-4500	→	V a E	→	gp
<i>L. ericoides</i> (L. M. Perry) Rothm.*	→				3350-3900	→	C	→	wp
<i>L. erodiifolia</i> (Wedd.) Rothm.	→				4000	→	E, B	→	cp
<i>L. fulvescens</i> (L. M. Perry) Rothm.	→				2350-3800	→	C, E	→	gp, wp
<i>L. galioides</i> (Benth.) Rothm.	→				2900-4420	→	C a P	→	gp, cp
<i>L. hirta</i> (L. M. Perry) Rothm.	→				2600-4100	→	V a E	→	gp, ev, pf
<i>L. hispidula</i> (L. M. Perry) Rothm.	→				3000-5000	→	C, E	→	gp, cp, wp, pf
<i>L. holosericea</i> (L. M. Perry) Rothm.	→				3500-4650	→	E	→	cp, dp
<i>L. jamesonii</i> (L. M. Perry) Rothm.*	→				3350-4300	→	E	→	gp, cp
<i>L. killipii</i> (Rothm.) Rothm.*	→				3000-4340	→	C	→	gp, wp
<i>L. moritziana</i> Dammer	→				2700-3500	→	V, C	→	fi
<i>L. mutellina</i> Rothm.*	→				3600-3930	→	V	→	fi
<i>L. nivalis</i> (Kunth) Rothm.	→				3000-4700	→	C a P	→	gp, cp, pf
<i>L. orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	→				2230-4800	→	C a P	→	gp, cp, dp, ev
<i>L. paludicola</i> (Rothm.) Rothm.	→				2900-4300	→	V a E	→	gp, cp, wp
<i>L. pectinata</i> (Kunth) Rothm.	→				2300-3600	→	C, E	→	gp, ev
<i>L. pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm.	→				3000-4200	→	M a B	→	gp, cp, wp
<i>L. polylepis</i> (Wedd.) Rothm.	→				3250-4500	→	CR, C, V	→	gp, ev
<i>L. purdiei</i> (L. M. Perry) Rothm.	→				3000-4200	→	C, E	→	pf
<i>L. ramosissima</i> (Rothm.) Rothm.*	→				3000-4300	→	V	→	fi
<i>L. rivulorum</i> Rothm.	→				3450-4500	→	E, P	→	wp
<i>L. rupestris</i> (Kunth) Rothm.*	→				3930-4700	→	E	→	cp, dp
<i>L. sprucei</i> (L. M. Perry) Rothm.	→				3000-4600	→	C, E	→	gp, cp
<i>L. tanacetifolia</i> Rothm.	→				3800-4920	→	V a B	→	gp, wp
<i>L. trevirani</i> Rothm.*	→				3400-4000	→	V	→	fi
<i>L. uniflora</i> Maguire.*	→				3000-3600	→	E	→	gp, wp
<i>L. verticillata</i> (Fielding & Gardner) Rothm.	→				2800-4100	→	C, V	→	gp, wp
<i>L. vulcanica</i> (Schlechtend. & Cham.) Rydb.	→				2700-4600	→	M a B	→	gp, cp
<i>Lachemilla</i> sp. nov.*	→				3400-3800	→	E	→	gp, cp

Tabla 1. Distribución y hábitats de las especies de *Lachemilla* en Venezuela Colombia y Ecuador.

Distribución: B= Bolivia; C= Colombia; Ch= Chile; CR= Costa Rica; E= Ecuador; M= México; P= Perú; V= Venezuela. Habitat: gp= páramo de pajonal; cp= páramo arbustivo y de almohadilla; dp= páramo seco; ip= páramo inundado; wp= páramo húmedo; ev= vegetación abierta en zona de bosque y áreas cultivadas; pf= bosque de *Polylepis*; fi= falta información. \*= especies endémicas.

Table 1. Distribution and habitats of *Lachemilla* species in Venezuela, Colombia and Ecuador.

Distribution: B= Bolivia; C= Colombia; Ch= Chile; CR= Costa Rica; E= Ecuador; M= México; P= Peru; V= Venezuela. Habitat: gp= grass paramo; cp= cushion and shrubby paramo; dp= desert paramo; ip= flooded paramo; wp= wet paramo; ev= exposed vegetation in the forest zone and cultivated areas; pf= *Polylepis* forest; fi= with out information. \*= endemic species.

## Discusión

El origen de *Lachemilla* es aún desconocido, Rothmaler (1937), sugiere un posible origen común para *Alchemilla*, *Aphanes* y *Lachemilla*; sería evidente pensar que se originaron en el hemisferio norte, ya que *Alchemilla* y *Aphanes* son mucho más diversos en el norte. Por otro lado, Kalkman (1988) propone la hipótesis de que toda la familia Rosaceae se originó en Gondwana, propiamente en

sudamérica y desde ahí muchos grupos migraron y se diversificaron en el norte, en este caso *Lachemilla* se habría originado en el sur; sin embargo, no hay ningún registro fósil de Rosaceae tan antiguo que pueda apoyar esta hipótesis.

Actualmente *Lachemilla* presenta marcados caracteres morfológicos que lo diferencian de *Alchemilla* y *Aphanes*, y su distribución sugiere que es un grupo que se desarrolló en las montañas neotropicales con su centro de diversidad en los páramos sudamericanos; sin embargo, es importante conocer su origen, probablemente estudios moleculares podrían ayudar a aclarar su parentesco con otros taxa y así entender mejor la evolución y el desarrollo natural de *Lachemilla*.

## Agradecimientos

Agradezco a la Fundación Alexander von Humboldt por financiar el proyecto sobre la revisión de *Lachemilla* y a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y al Instituto de Botánica Sistemática de la Universidad Ludwig Maximilian de Munich por el apoyo académico.

## Referencias

- Ericksson, T.; S. Hibbs, A. Yoder, Ch. Delwiche & M. Donoghue. 2003. The Phylogeny of Rosoideae (Rosaceae) based on sequences of the Internal Transcribed Spacer (ITS) of nuclear ribosomal DNA and the TRNL/F region of chloroplast DNA. *Ins. J. Plant Sci.* 164 (2): 197-211.
- Focke, W. 1888. Rosaceae. En: A. Engler & E. Prantl. (eds.). *Die Natur. Pflanzenfam.* III (3): 1-61
- Gaviria, J. 1996. Sinopsis del género *Lachemilla* (Focke) Rydberg (Rosaceae) para Venezuela. *Plantula.* 1 (3): 189-212.
- Hutchinson, J. 1964. *The Genera of Flowering Plants* I. Pp. 174-216. Oxford.
- Kalkman, C. 1988. The Phylogeny of the Rosaceae. *Bot. J. Linn. Soc.* 98: 37-59.
- Luteyn, J. 1999. Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution and botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden.* 84: 1-278.
- Perry, L. 1929. A tentative revision of *Alchemilla* subgenus *Lachemilla*. *Contr. Gray Herb.* 84: 1-57.
- Romoleroux, K. 1996. Rosaceae. En: Harling, G. & L. Andersson (eds.). *Flora of Ecuador.* 56: 1-152.
- Rothmaler, W. 1935. Alchemillae Columbianae. *Trab. Mus. Nac. Ci. Nat. Ser. Bot.* 31: 1-52.
- Rothmaler, W. 1937. Systematische Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Alchemilla* (L.) Scop. emend. VII. Aufteilung der Gattung und Nomenclatur. *Repert. Spec. Nov. Regni Veg.* 42: 164-173.
- Rydberg, A. 1908. Rosaceae. En: Britton & Underw. (eds.). *N. Amer. Fl.* 22: 377-385.
- Schulze-Menz, G. 1964. Rosaceae. En: A. Engler *Syllabus der Pflanzenfamilien*, 2 13th ed. By H. Melchior. Pp. 209-218. Berlin.





# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Forest species communities in tropical rain forests of Ecuador.

Los gremios forestales en los bosques tropicales húmedos del Ecuador.

Walter A. Palacios

Proyecto CAIMAN: Ernesto  
Noboa Caamaño E13-35 y González Suárez, Quito.  
02-223-3110/4413, 254-6662/8114; wpalacios@proyectocaiman.org

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.274.1>

## Forest species communities in tropical rain forests of Ecuador.

### Resumen

Son conocidos en los bosques tropicales húmedos varios grupos de especies que se comportan de manera más o menos similar. Este documento resalta la importancia de trabajar con grupos de especies forestales que tienen características ecológicas similares, y propone una agrupación general a nivel de los principales géneros de especies forestales presentes en los bosques tropicales húmedos del Ecuador. Palabras clave: Gremios forestales, Ecología, Bosques húmedos tropicales

### Abstract

Various groups of species in tropical rainforests are known to share similar traits. This document highlights the importance of working with groups of forest species that share similar ecological characteristics, and it proposes a general grouping of the principal genera of forest species in the tropical rainforests of Ecuador. Key words: Forest species guilds, Ecology, Lowland tropical rain forest

### Introducción

El Ecuador tiene cientos de especies forestales nativas, de las cuales poco más de un centenar tienen usos conocidos, mientras el resto no se conocen o sencillamente no se usan, sea por la baja abundancia, por las costumbres del mercado, o por desconocimiento. La cosecha de estas especies se hizo en el pasado en forma empírica, de manera ilegal o legal, pero sin criterios de manejo, y sólo a partir del año 2001 se empezó a ordenar el manejo con promulgación de la normativa forestal. Sin embargo, hace falta vencer una serie de obstáculos hasta llegar al manejo forestal sostenible, incluyendo la compleja composición florística que afecta la aplicación de los tratamientos silviculturales necesarios para lograr mejores resultados.

Estrategias biológicas de las especies forestales

Según Finegan (1993) las especies forestales usan dos grandes estrategias forestales como comportamiento frente a la luz: heliofitismo y esciofitismo. Las plantas que pertenecen a la primera estrategia (especies "r"), poseen una alta tasa fotosintética y son intolerantes a la sombra. En cambio, las plantas que son parte de la segunda estrategia (especies "k"), tienen una baja tasa fotosintética, son tolerantes a la sombra y no aumentan significativamente su crecimiento en condiciones de buena iluminación.

Los gremios forestales

Entre estos dos grandes grupos hay un sinnúmero de posibilidades, donde las especies pueden ocupar cualquier "espacio" ecológico. Los ecólogos y forestales (ejemplo: Finegan 1993; Louman et al. 2001) han agrupado a las especies en varios grupos, a los cuales se las puede conocer como gremios ecológicos. Un gremio es un grupo de especies que utilizan de igual manera los recursos del ambiente (Finegan 1993); es decir, especies que tienen un comportamiento ecológico similar. En términos de los factores ambientales, el principal factor que determina la pertenencia de una especie a tal o cual gremio es luz (Louman et al. 2001). En la Tabla II se resumen las características de éstos gremios.

Importancia de la agrupación a nivel de gremios

Entre las tantas dificultades que enfrentan los forestales a la hora de proponer la silvicultura para un bosque nativo está la presencia de centenares de especies en un espacio pequeño. Como ejemplos, los bosques del noroccidente del Ecuador tienen entre 110 y 120 especies mayores a 10 cm de DAP (Palacios & Jaramillo 2001), mientras en RAE se podrían encontrar hasta 300 especies para el mismo rango de diámetro (Valencia et al. 1994). Entonces, ¿cómo manejar bosques tan ricos en especies? Es obvio que no se puede trabajar con cada una de las especies, pues entre otras cosas, tendría que determinarse ciclos de corta y diámetros mínimos de corta para cada una de esas especies, lo cual es imposible en términos técnicos y prácticos. Es necesario "mirar" al bosque de

una manera más simple. La opción, es agrupar a las especies en gremios o grupos que muestren un comportamiento similar, de tal manera, que en vez de trabajar con 100 o más especies, se trabaje con uno o dos grandes grupos, algo como un *morfo-gremio ecológico* que posibilite aplicar una silvicultura más "simple", tarea compleja.

Especies	Características	
	Hábitat	Estrategias biológicas y fisiológicas
Especies "r"	Hábitats efímeros o poco predecibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asignación de una gran cantidad de recursos a la reproducción.</li> <li>- Mas hijos a menor edad</li> <li>- Alta tasa fotosintética</li> <li>- Intolerancia a la sombra</li> <li>- Madera suave</li> <li>- Vida corta</li> </ul>
Especies "k"	Hábitats con condiciones ambientales constantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta competencia</li> <li>- Tamaño grande a la madurez</li> <li>- Reproducción a una edad relativamente avanzada</li> <li>- Asignación de pocos recursos a la reproducción y períodos reproductivos repetidos</li> <li>- Tasa fotosintética baja</li> <li>- Tolerancia a la sombra</li> <li>- Madera dura</li> <li>- Vida larga</li> </ul>

Elaborado a partir de Finegan (1993)

**Tabla 1. Características generales de las especies r y k. Table 1. General characteristics of species r and k.**

Sin embargo, aún una agrupación en pocos gremios requiere de profundos conocimientos, y por tanto, largo tiempo de observación y estudio; pero, no es posible esperar tanto porque con seguridad mientras tengamos toda la información, los bosques habrán desaparecido. Con base en las observaciones de campo, aquí se propone una clasificación preliminar ([Tabla 2]) de los géneros de especies forestales más importantes en el mercado nacional de la madera, ubicados por lo general debajo de 1000 m de altitud en el noroccidente y amazonía ecuatorianos.

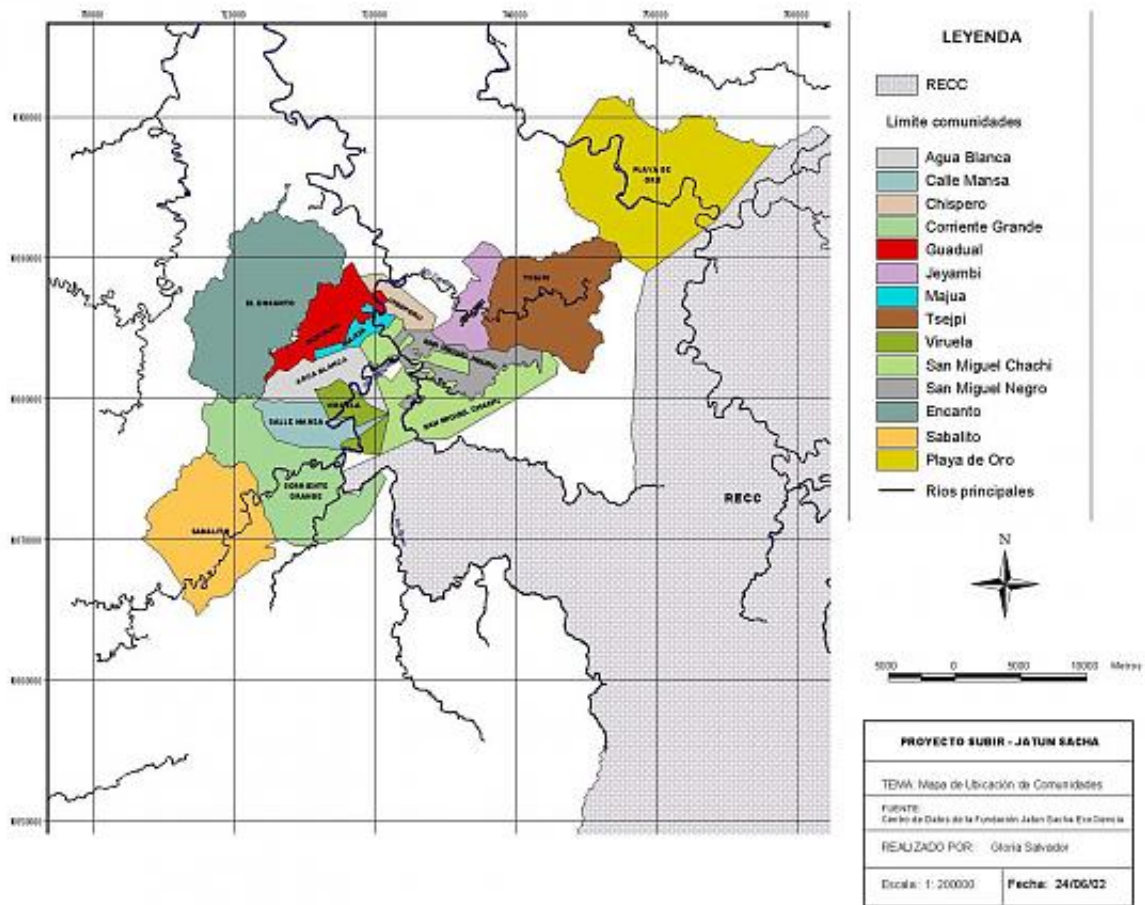


Figura 1. Comunidades del Río Cayapas, Ecuador, donde se realizaron inventarios forestales.  
 Figure 1. Communities of Río Cayapas, Ecuador, where inventory was conducted.

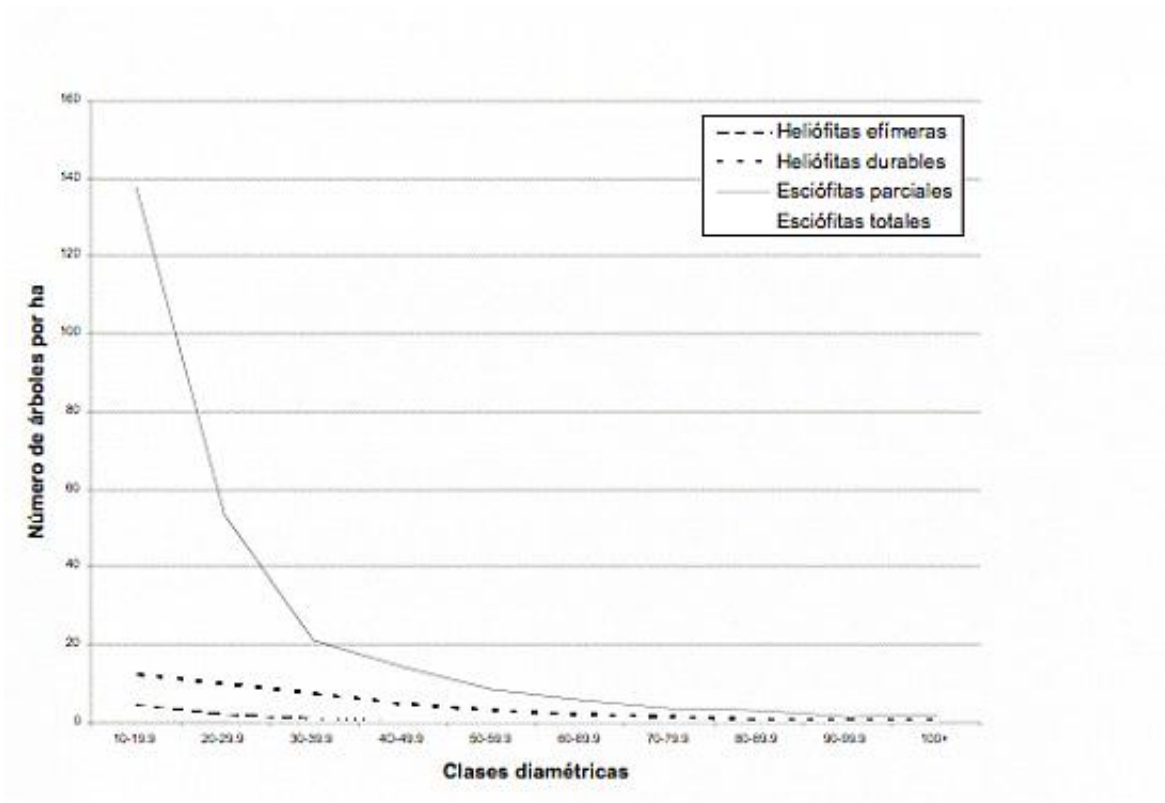


Figura 2. Distribución diamétrica por gremios de especies.  
Figure 2. Diameter distribution in species groups.

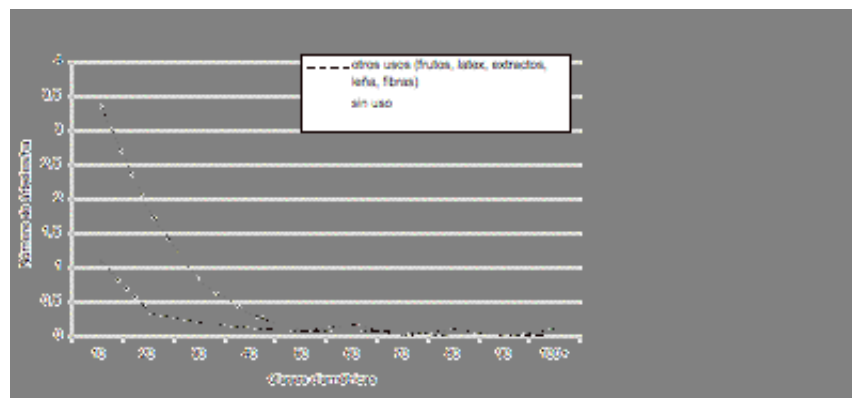
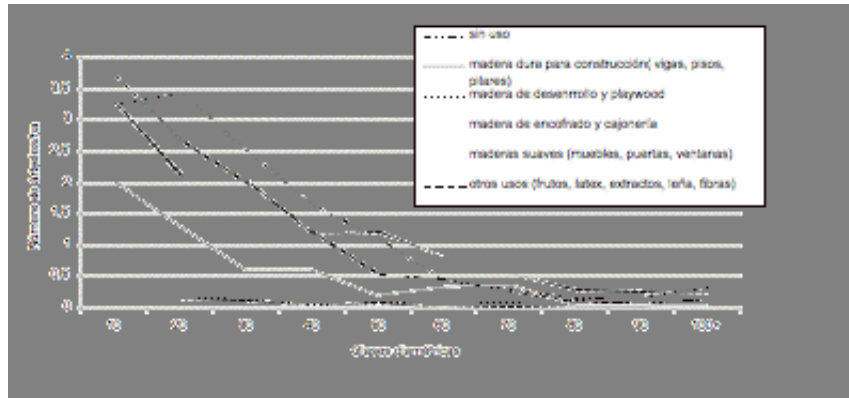
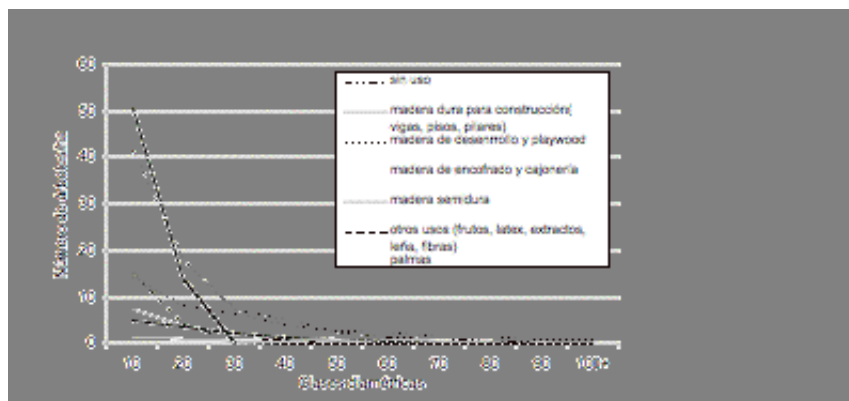


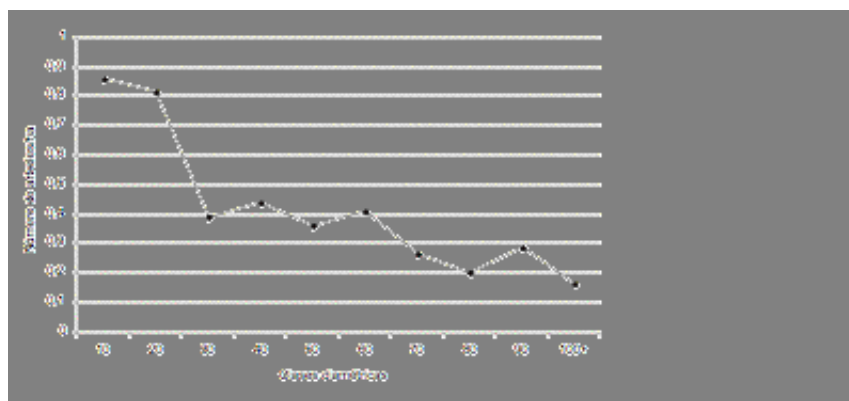
Figura 3. Distribución diamétrica de las heliófitas efímeras por tipo de uso.  
Figure 3. Diametric distribution of ephemeral heliophytes according to use.



**Figura 4. Distribución diamétrica de las heliófitas durables por tipo de uso**  
**Figure 4. Diametric distribution of durable heliophytes according to usage type.**



**Figura 5. Distribución diamétrica de las esciófitas parciales por tipo de uso.**  
**Figure 5. Diametric distribution of partial esciophytes according to use.**



**Figura 6. Distribución diamétrica de las esciófitas totales por tipo de uso**  
**Figure 6. Diametric distribution of esciophytes according to use.**

Tabla 2. Características específicas de los cuatro principales gremios forestales de los bosques tropicales húmedos de bajura del Ecuador.  
 Table 2. Specific characteristics of the four principal forest communities in the tropical lowland forest of Ecuador.

Grupo ecológico	Heliófitas efímeras	Heliófitas durables	Esciófitas	
Parciales	Totales			
Ejemplos de géneros de especies forestales	<i>Cecropia</i> , <i>Heliocarpus</i> , <i>Ochroma</i> , <i>Trema</i> , <i>Trichospermum</i> ?	<i>Jacaranda</i> , <i>Cespedesia</i> , <i>Bixa</i> , <i>Laetia</i> , <i>Schizolobium</i> , <i>Cedrela</i> , <i>Swietenia</i> , <i>Chimarrhis</i> , <i>Calycophyllum</i> , <i>Apeiba</i> , <i>Ceiba</i> , <i>Cordia</i> , <i>Vochysia</i> , <i>Freziera</i> , <i>Alnus</i> , <i>Guazuma</i> , <i>Hyeronima</i> , <i>Triplaris</i> , <i>Rollinia</i> , <i>Laetia</i> , <i>Cedrelinga</i> , <i>Piptocoma</i>	<i>Virola</i> , <i>Otoba</i> , <i>Ostheophloeum</i> , <i>Carapa</i> , <i>Parkia</i> , <i>Talauma</i> , <i>Juglans</i> , <i>Cabralea</i> , <i>Dacryodes</i> , <i>Huberodendron</i> , <i>Cabralea</i> , <i>Guarea</i> , <i>Brosimum</i> , <i>Sterculia</i> ?, <i>Pouteria</i> , <i>Vitex</i> , <i>Protium</i> , <i>Pseudolmedia</i> , <i>Clarisia</i> , <i>Tabebuia</i> ?, <i>Ocotea</i> , <i>Nectandra</i> , <i>Tapirira</i> , <i>Billia</i> , <i>Pithecellobium</i> , <i>Enterolobium</i> , <i>Cojoba</i> , <i>Brownea</i> , <i>Clarisia</i> , <i>Caryodaphnopsis</i> , <i>Huerteia</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Zanthoxylum</i> , <i>Zyzyphus</i> , <i>Tapirira</i>	<i>Minquartia</i> , <i>Pouteria</i> , <i>Platymiscium</i> , <i>Myroxylon</i> , <i>Humiriastrum</i> , <i>Maclura</i> , <i>Licania</i> , <i>Parinari</i> , <i>Mora</i>
Tasa fotosintética	Muy alta	Alta	Baja	Muy baja
Asignación proporcional de recursos para:	Formar hojas, flores y frutos	Asignación intermedia para diferentes estructuras de la planta	Formar de estructuras permanentes: madera	formar maderas duras
Tasa anual de crecimiento diamétrico	Hasta 6 cm	2-3 cm	0.5-2 cm	0.5 mm
Edad de madurez reproductiva	2-4 años	2-15 años	25 años	
Duración de vida	10-15 años, excepto en condiciones sin competencia	50-150 años	100 (-450) años	Sobre los 150 años
Altura máxima	20-25 m (hasta 30 m, ejemplo en <i>Cecropia</i> <i>Sciadophylla</i> )	30-40 m (hasta 60 m, ejemplo <i>Ceiba</i> )	30-45 m (hasta 60 m)	30-45 m (hasta 60 m)

Estructura de población	Coetánea	Coetánea en sitios abiertos y con abundantes semillas	Discetánea: todas las edades y tamaños	Discetánea: todas las edades y tamaños
Modo de diseminación de semilla o fruto	Pájaros, murciélagos y pequeños roedores (ejemplo <i>Cecropia scyadophylla</i> ), viento (ejemplo <i>Ochroma</i> y <i>Heliocarpus</i> )	Viento, pájaros, murciélagos	Murciélagos y otros mamíferos tanto arbóreos como terrestres, pájaros, gravedad	Mamíferos, aves, gravedad
Tamaño y tipo de semilla	Pequeñas o relativamente pequeñas y en este caso provistas de mecanismos de dispersión	Pequeñas o medianas y en este caso provistas con alas y por tanto livianas	Medianas a grandes	Medianas a grandes
Fructificación	Continua (anual en <i>Ochroma</i> )	Anual y en épocas definidas, tamaño de cosecha variable ( <i>Ceiba</i> , <i>Vochysia</i> )	Épocas bien definidas, cosechas grandes, irregulares, con períodos de poca producción	
Presencia de semillas en "banco de semillas"	Presentes hasta varios años después	Algunas especies	Semillas rápidamente perecibles	Semillas rápidamente perecibles
Densidad de madera	Muy liviana (0.2-0.3)	Liviana a moderada (0.3-0.5)	Moderada a dura (>0,45)	Dura a muy dura (>0.7)

Elaborado a partir de Finegan (1993)

## Referencias

- Finegan, B. 1993. Bases ecológicas para la silvicultura. Los Gremios de especies. CATIE.
- Louman, B.; D. Quirós & M. Nilsson. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica. Manual técnico No.46.
- Palacios, W.; G. Tipaz & C. Aulestia. 1997. Inventarios florísticos y análisis vegetacionales en la parte baja del noroccidente del Ecuador 1992-1997. En Mena, P. A.; R. Soldi; C. Alarcón; C. Chiriboga & L. Suárez (eds.), *Estudios biológicos para la conservación, diversidad, ecología y etnobiología. Ecociencia*. Quito
- Palacios, W. & N. Jaramillo. 2001. Riqueza florística y forestal de los bosques tropicales húmedos del Ecuador e implicaciones para su manejo. *Revista Forestal Centroamericana*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Publicación octubre a diciembre del 2001 No 36. 46-50 pp.
- Valencia, R.; H. Balslev & G. Paz y Miño. 1994. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 3, 21-28 pp.





# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Explosive Local Radiation of the Genus *Teagueia* (Orchidaceae) in the Upper Pastaza Watershed of Ecuador.

Radiación Explosivo del Genero *Teagueia* (Orchidaceae) en la Cuenca Alta del Rio Pastaza, Ecuador.

Lou Jost

Baños, Tungurahua, Ecuador,  
Email: [loujost@yahoo.com](mailto:loujost@yahoo.com)

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.323.1>

## Explosive Local Radiation of the Genus *Teagueia* (Orchidaceae) in the Upper Pastaza Watershed of Ecuador.

### Abstract

In the year 2000 the genus *Teagueia* Luer (Orchidaceae, subtribe Pleurothallidinae) contained only six species, all epiphytic. Recently we have discovered 26 unusual new terrestrial species of *Teagueia* on four neighboring mountains in the Upper Pastaza Watershed. All 26 species share distinctive floral and vegetative characters not found in the six previously described members of *Teagueia*, suggesting that all 26 evolved locally from a recent common ancestor. Each of the *Teagueia* Mountains hosts 7-15 sympatric species of new *Teagueia*, suggesting that the speciation events, which produced this radiation, may have occurred in sympatric populations. There is little overlap in the *Teagueia* species hosted by the mountains, though they are separated by only 10-18 km. This is difficult to explain in light of the high dispersal ability of most orchids. Surprisingly, the species appear not to be habitat specialists. In forest above 3100 m, population densities of these new *Teagueia* are higher than those of any other genera of terrestrial flowering plants. In the paramos of these mountains they are the most common orchids; they reach higher elevations (3650m) than any other pleurothallid orchid except *Draconanthes aberrans*. While most species occur at high densities, three species are known only from single examples. These species must have population centers on nearby unexplored mountains, suggesting that we are only tapping the surface of this radiation. The existence of such a rich and completely unexpected flora, with such high beta diversity, poses serious challenges for conservation. Keywords: Beta diversity, sympatric speciation, dispersal

### Resumen

En el año 2000 el genero *Teagueia* Luer (Orchidaceae, subtribu Pleurothallidinae) tenia únicamente seis especies, todas epifitas. Desde esta fecha hemos descubierto 26 nuevas especies de este género, todos terrestres, en cuatro cerros conjuntos de la cuenca alta del Rio Pastaza. Todas las 26 especies comparten unas características distintas que no tienen las seis especies anteriormente descrito, sugierendo que todas las 26 han evolucionado localmente desde un ancestro común en el pasado reciente. Cada una de los cerros de los *Teagueia* tiene 7-15 especies simpátricas de estas nuevas especies de *Teagueia* sugieren que los procesos de especiación en esta radiación pueden haber ocurrido mientras las especies eran simpátricas. Hay pocas especies compartiendo entre estos cerros, a pesar de que su separación es no mas que 10-18 km. Es difícil explicar esta situación, porque las orquídeas poseen altas capacidades para dispersión de semillas sobre largas distancias. Parece que las especies no son especialistas en hábitats específicos. En bosques sobre los 3100 m, las densidades de estas nuevas especies de *Teagueia* son mas alta que en cualquier otro genero de plantas avanzadas. En los paramos de estos cerros las especies de *Teagueia* son las orquídeas mas comunes; llegan a alturas sobre (3650 m), que cualquier otra especies de orquídea de subtribu Pleurothallidinae excepto *Draconanthes aberrans*. Mientras la mayoría de las nuevas especies de *Teagueia* existen en densidades altas, tres de ellas están conocido únicamente por un solo ejemplar. Estas tres especies deben tener sus centros de población en otros cerros de la cuenca, indicando que nuestro conocimiento sobre radiación, aún es escaso. La existencia de una flora tan rica e inesperada, con una diversidad beta tan alta pone serios desafíos para la conservación.

### Introduction

There have been many localized species-level plant radiations in South America, the most famous of which is probably the *Scalesia* radiation discovered by Charles Darwin in the Galapagos Islands of Ecuador. That radiation consists of fifteen species of *Scalesia*, spread out over about thirty thousand square kilometers, with a maximum of six sympatric species per island (Valencia et al 2000). I here report the discovery of a completely unsuspected species radiation, far more dramatic than the

*Scalesia* radiation in terms of number and density of species, in the high mountains of the Upper Pastaza Watershed in the eastern Andes of Ecuador. This radiation consists of about 26 new closely related species of the genus *Teagueia* (Orchidaceae), growing on four adjacent mountains just 10-12 km apart, with up to 15 species sympatric on a single mountain.

The Upper Pastaza Watershed (here defined as the watershed of the Río Pastaza from 900 m upward) is the deepest and straightest valley in the eastern Andes of Ecuador, and it serves as a major conduit for airflow between Amazonia and the cold dry Interandean Valley. The interaction of this airflow with the irregular topography creates many unusual microclimates, and this has led to the evolution of many endemic species of plants. The watershed is seldom appreciated as a center of endemism, but in fact the number of vascular plant species strictly endemic to the Upper Pastaza Watershed exceeds the number endemic to the Galapagos Islands. About half of these endemic species are orchids. Though the area has a long history of botanical exploration, beginning with Richard Spruce in 1857, the higher mountains of the watershed (above 3000 m) are nearly inaccessible and are virtually unknown botanically.

## Methods

This work is part of a larger study to map the distributions of *Teagueia* Luer, *Lepanthes* Sw., and certain other pleurothallid orchid genera in the Upper Pastaza Watershed, concentrating on a long strip 8 km wide centered on the Río Pastaza, beginning in Puyo and ending above Baños. Sampling has been ongoing for six years. Sampling is limited by the steepness of the terrain, but all major ridgelines and most minor ones have now been sampled to about 2400 m. Six of the seven highest ridge systems have now been sampled to 3100m or beyond. Locations since 2001 have been georeferenced using a GPS, and voucher collections for each species of important genera (*Lepanthes*, *Teagueia*, *Masdevallia*, *Dracula*, *Trichosalpinx*, *Scaphosepalum*, *Porroglossum*) are stored in alcohol. At the end of this study these collections will be distributed to QCNE and QCA. The new orchid species discovered during the course of this project have been described in collaboration with Dr C. A. Luer (Luer 1998, 1999, 2000, 2002 and in press) and Dr. Calaway Dodson (in press).

The discovery of the *Teagueia* radiation in the Upper Pastaza Watershed was a fortuitous byproduct of this mapping work.

## Results

Twenty-six new species of *Teagueia* Luer were discovered on four adjacent mountains in the Upper Pastaza Watershed, more than quadrupling the size of the genus. All are long-repent, unlike the caespitose or short-repent species previously known, and all share several other features (discussed below) that are unusual or absent in the previously known species.

These new long-repent species show considerable variation both within and between species (Figure 1). They vary significantly in leaf size, ranging from 5-8 mm in the smallest species to 25-35mm in the largest species. The leaf texture varies greatly between species, and also varies somewhat within species; some species have smooth leaves but others have extremely pustulate upper leaf surfaces. One species has erose leaf margins. Inflorescences are very similarly shaped in most species. The flowers vary greatly in size and shape, though the basic structure is quite similar in all these long-repent species. Colors range from white to yellow to red to black. Many of these long-repent species are polymorphic, having a dark purple form and a yellow form; these colour forms are often found intermixed, as in several other pleurothallid genera (notably *Brachionidium*, pers. obs).



**Figure 1. Examples of variation in Pleurothallidinae.**  
**Figure 1. Ejemplos de variación en los Pleurothallidinae.**

The new long-repent species are found on four adjacent mountains in the Upper Pastaza Watershed: Cerros Mayordomo, Añangu, Negro, and Candelaria (Figure 2). Cerro Mayordomo, north of the Rio Pastaza, hosts seven of the long-repent *Teagueia* species. Ten kilometers to the west, Cerro Añangu hosts two of the long-repent species found on Cerro Mayordomo and five additional long-repent species. Opposite Cerro Añangu, on the south side of the Rio Pastaza, Cerro Negro hosts 9 long-repent *Teagueia* species, none of which are found on the north side of the Pastaza. Also on the south side of the Rio Pastaza and directly across from Cerro Mayordomo, Cerro Candelaria hosts fifteen of these new long-repent *Teagueia* species, including all of the Cerro Negro species, and six additional species unique to Cerro Candelaria. All of these sites are within 18 km of each other. In addition, one population of long-repent *Teagueia* species has been found 90 km to the south of the Rio Pastaza.

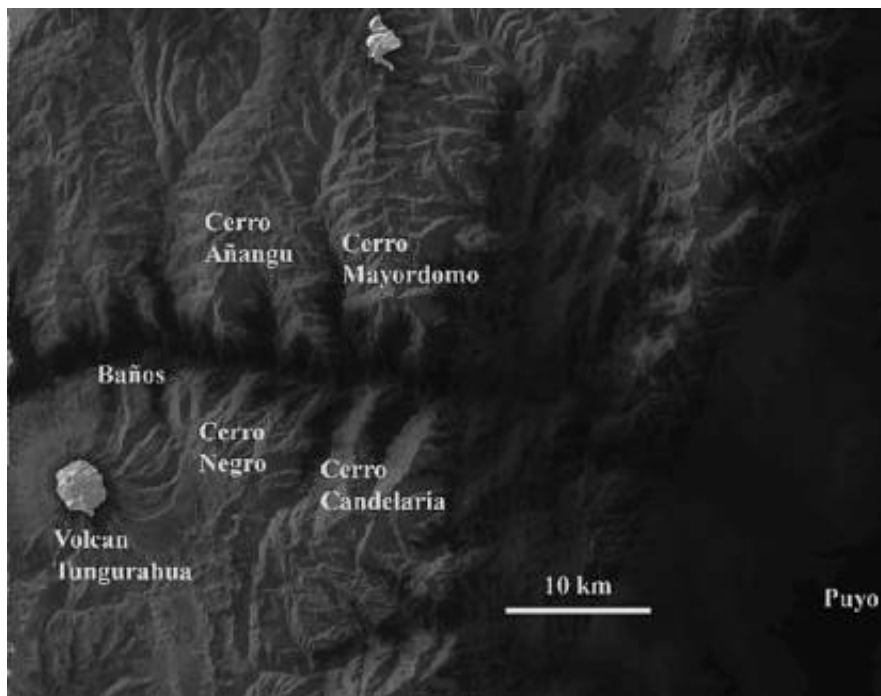


Figure 2. Study area.  
Figura 2. Area de estudio.

These long-repent *Teagueia* species are found above 2800-3100 m on each of these four mountains. Their upper elevation limit appears to be 3650 m; above this elevation they were apparently absent on Cerro Candelaria. Most species grow terrestrially in thick moss in deep shade in cloud forests. Most species can be found less commonly growing epiphytically within a meter or two of the ground. The epiphytic habit is more common at higher elevations. Above 3400 m on Cerro Candelaria there are patches of paramo, which often freeze at night, and many of the *Teagueia* species of that mountain (including several that grow in deep shade at 3100 m) grow in full sun in these paramo patches, often rooting in sphagnum moss.

On all the mountains where long-repent *Teagueia* species have been found, they are among the most common higher plants, and by far the most common orchids. Their lower altitudinal limit is usually extremely well defined; below a certain point there are no *Teagueia* plants whatsoever, and above that point they suddenly become abundant. At elevations of 3100 m to 3400 m, densities on the order of five individuals per square meter are common. In a circle of diameter 5m one can normally find three to five species of *Teagueia* growing together. Some hybridization appears to take place.

The first four long-repent species that were discovered in the course of this work were published in Luer (2000). Descriptions of the more recently discovered species are in preparation.

## Discussion

The genus *Teagueia* Luer (Orchidaceae) was established to contain six unusual species of the subtribe Pleurothallidinae (Luer 1991). Some of these species had been originally placed in the genus *Platystele* (Luer 1990), where they did not fit very well. Three of these original *Teagueia* species are Ecuadorian, and three are Colombian. All six species are caespitose or nearly so, and all six have long-tailed sepals and disproportionately small petals. The lip of all six species has an orifice formed by the folded edges of the middle lobe of the lip, and also has a swelling or callus just below the column tip. Most species bear inflorescences with all flowers opening simultaneously.

The 26 new species of *Teagueia* discovered during the present study all share certain characters not found in the six previously known species. All are long-repent instead of caespitose or short-repent, and none have a swelling or callus on the lip beneath the column. Most have broad sepals without long tails,

and all have successively flowered inflorescences rather than the simultaneously flowered inflorescences of most of the previously known species.

The sharing of features that are unusual or absent in the six previously known *Teagueia* species strongly suggests that all 26 new species evolved from a recent common ancestor. Their extremely limited geographical distribution also suggests a recent origin for this clade. The limited distribution may be an artefact of the inaccessibility of much of the eastern Andes, but it seems likely that they are genuinely absent from the well-studied Papallacta-Baeza-Tena corridor 110 km to the north of the Rio Pastaza, and they are also probably genuinely absent from the well-known Cuenca-Gualaceo-Limon corridor, 180 km to the south of the Rio Pastaza.

One may speculate that the development of the long-repent habit was the key innovation that opened up new niches for this clade. In their extremely wet habitat, competition from fast-growing mosses and liverworts is extreme, and the long-repent habit may allow these species to keep their growing points above the moss while maintaining contact with a humid substrate. It is likely that this innovation was accompanied by a pollinator switch, as indicated by the structural differences between the lips of the long-repent species and those of the "normal" species. The order of these developments is not clear; the pollinator switch may have provided the reproductive isolation needed to permit the fixation of the long-repent habit, or the long-repent habit may have opened up new habitats with a new pollinator regime, leading to the switch.

In any case, the radiation of this clade does not seem to be driven by adaptations to a variety of specific habitats. Many long-repent species typically grow together in the same patch of moss, and most species seem tolerant of a broad range of environmental factors. The radiation of the clade is more likely driven by specialization onto different pollinator niches. One species, *T. cymbisepala*, has tubular orange flowers and may be hummingbird-pollinated. Small dipterans have been seen visiting some of the other species, though actual pollinization has not been observed. The variety of colours, sizes, and shapes among sympatric species strongly suggests that they each use a different set of pollinators. However, the presence of occasional hybrids suggests that there is some slight overlap in pollinator sets. It is difficult to explain certain aspects of the distributions of the long-repent *Teagueia* species. Most unusual is the abrupt transition in the cloud forest between the *Teagueia* zone and the non-*Teagueia* zone. *Teagueia* species change from absent to abundant in the space of a meter or two. This is not a by-product of simple colonial growth, because the boundary line is formed by many different species of *Teagueia* growing together. All individuals seem to respect the same invisible line in the forest. This suggests that the *Teagueia* species are all responding to some specific factor in the soil. The obvious candidate for such a factor is a mycorrhizal fungus, since it is known that orchid seed germination depends on the presence of a suitable fungus. There is evidence that species of some other pleurothallid genera, such as *Lepanthes*, require a genus-specific symbiont fungus (pers. obs.). Perhaps the same is true of *Teagueia* species, and the invisible line in the forest may be the growth front of a very large mycorrhizal fungus.

Another difficult aspect of *Teagueia* distribution is the striking difference between the *Teagueia* floras of each of the four adjacent mountains in the study area. Orchid seeds are the smallest of all flowering plant seeds and are easily dispersed by wind. There can be no doubt that seeds of all *Teagueia* species cross the valleys that separate these four mountains. Most other orchid species freely cross the Rio Pastaza, and most pleurothallid orchid distributions in the study area form north-south bands related to precipitation (which decreases from east to west). These bands almost always cross the easterly-flowing Rio Pastaza. Yet the Rio Pastaza appears to be an impenetrable barrier for *Teagueia* species. It is worth noting that the long-repent *Teagueia* species are the only pleurothallid orchids in the area that are primarily terrestrial. Perhaps some biotic or abiotic soil factor differs from one side of the Rio Pastaza to the other. We suspect that mycorrhizal fungi may be that factor. Some terrestrial mycorrhizal fungi in the temperate rain forests of northwest US are rodent-dispersed. If the mycorrhizal fungus needed by the *Teagueia* species is rodent dispersed, then the deep canyon of the Rio Pastaza could well form a barrier to its dispersal, and there may be significant differences between the terrestrial mycorrhizal fungi north and south of the Pastaza. It may be that the *Teagueia* species adapted to the northern fungus cannot germinate on the southern fungus, and vice versa. As a test of this possibility, DNA studies of *Teagueia* mycorrhizal fungi are planned.

Similar though much smaller local radiations are known in *Lepanthes* (5 sympatric closely related

species on Cerro Abitagua, four of them endemic to Cerro Abitagua; pers. obs.) and *Trichosalpinx* subgenus *Pseudolepanthes* (six closely related species on Cerro del Torra in Depto. de Choco, Colombia, four of them endemic to Cerro del Torra; Luer 1997). The *Teagueia* radiation described here is apparently the most diverse local radiation yet known among South American orchids, and even so, we are probably underestimating its size. Three of these 26 species are known only from single individuals. These three species must have their principal populations elsewhere, hidden in some as-yet-unexplored mountains in the Upper Pastaza Watershed. It is likely that many more species will turn up when these mountains are finally reached.

## Acknowledgements

My students Andy Shepard and Pailin Wedel discovered the Cerro Negro species discussed here. This work has been supported by a series of generous grants from John and Ruth Moore to the Population Biology Foundation, and by several grants from the San Diego County Orchid Society, a grant from the Oregon Orchid Society, and grants from the Andean Study Programs, Glenn and Marsha Staats, Alyssa Roberts and Richard Bozek, and Cherise Miller and Kent Udell.

## References

- Luer, C. A. 1990. Icones Pleurothallidarum VII. Systematics of *Platystele* (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 38:1-133.
- Luer, C. A. 1991. Icones Pleurothallidarum VII. Systematics of *Lepanthopsis*, *Octomeria* Subgenus *Pleurothallopsis*, *Restrepiella*, *Restrepiopsis*, *Salpistele*, and *Teagueia* (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 64:105-113.
- Luer, C. A. 1997. Icones Pleurothallidarum XV. Systematics of *Trichosalpinx* (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 64:105-113.
- Luer, C. A. 1998. Icones Pleurothallidarum XVII. Systematics of Subgenus *Pleurothallis* Section *Abortivae*, Section *Truncatae*, Section *Pleurothallis* Subsection *Acroniae*, Subsection *Pleurothallis*, Subgenus *Dracontia*, Subgenus *Unciferia* (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 72:103-120.
- Luer, C. A. 1999. Icones Pleurothallidarum XVIII. Systematics of *Pleurothallis* Subgenus *Pleurothallis* Section *Pleurothallis*, Subsection *Antenniferae*, Subsection *Longiracemosae*, Subsection *Macrophyllae-Racemosae*, Subsection *Perplexae*, Subgenus *Pseudostelis*, Subgenus *Acuminatia* (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 76:139-147.
- Luer, C. A. 2000. Icones Pleurothallidarum XX. Systematics of *Jostia*, *Andinia*, *Barbosella*, *Barbodria*, and *Pleurothallis* Subgenus *Antilla*, Subgenus *Effusia*, Subgenus *Restrepioidia* (Orchidaceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 79:1-4, 117-140.
- Luer, C. A. 2002. Icones Pleurothallidarum XXIV. A First Century of New Species of *Stelis* of Ecuador Part One. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 88:89-94.
- Valencia, R.; N. Pitman; S. Leon-Yanez & P. Jorgensen, eds. 2000. Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.



# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## The significance of mycorrhizal diversity of trees in the tropical mountain forest of southern Ecuador

El significado de la diversidad de micorrizas de arboles en el bosque montañoso lluvioso en el Sur de Ecuador

Ingrid Kottke\* & Ingeborg Haug

Eberhard-Karls-University Tuebingen, Botanical  
Institute, Systematic Botany, Mycology and Botanical Garden, Auf der  
Morgenstelle 1, D-72076 Tuebingen, Germany

\*Corresponding author: [Ingrid.Kottke@uni-tuebingen.de](mailto:Ingrid.Kottke@uni-tuebingen.de)

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.325.1>



## The significance of mycorrhizal diversity of trees in the tropical mountain forest of southern Ecuador

### Abstract

Rootlets were sampled in the mountain rain forest of southern Ecuador from individual trees of 115 species in order to investigate the mycorrhizal state. The results show that the arbuscular mycorrhization predominates and is independent from the soil type supporting the high diversity of trees on mineral soil in the ravines as well as on the thick humus layer on the mountain ridge. The Melastomataceae *Graffenrieda emarginata* is associated with arbuscular mycorrhizas and additionally forms ectomycorrhizas regularly with an ascomycete closely related to the ericoid mycorrhizal fungus *Hymenoscyphus ericae*. The latter was shown to mobilize organically bound nutrients. *G. emarginata* is the most frequent tree on the mountain ridges where root formation is restricted to the pure organic soil layer. The ectomycorrhizal state is most probably improving nutrient uptake from the humus layer and thus supporting the competitiveness of this tree species. One *Guapira* sp. and one *Neea* sp. (Nyctaginaceae) form ectomycorrhizas with one teleporacean basidiomycete only. *Guapira* and this *Neea* species root in the mineral soil of the nutrient rich slopes and the ecological implication of the ectomycorrhiza is estimated to be low. Another *Neea* species forms typical ectomycorrhizas with several basidiomycetes and one ascomycete quite abundantly. This *Neea* occurs on the border of the primary forest, along old roadsides and the main river slopes demonstrating an improved stress resistance by regular ectomycorrhiza formation. Keywords: arbuscular mycorrhiza, ectomycorrhiza, humus, neotropics, *Hymenoscyphus*

### Resumen

Raíces de 115 especies arbóreas del bosque montano lluvioso en el Sur de Ecuador fueron muestreadas en orden a investigar su estado de micorrización. Los resultados muestran el dominio de la micorrización arbuscular siendo independiente al tipo de suelo que soporta la alta diversidad de árboles en el suelo mineral en las quebradas, así como también en la gruesa capa de humus en la cima de las cordilleras. La Melastomataceae *Graffenrieda emarginata* es asociada con arbuscular micorrizas, y adicionalmente forma ectomicorrizas regularmente con un ascomycete estrechamente relacionado a el hongo ericoid micorrizico *Hymenoscyphus ericae*. Este último fue demostrado movilizar nutrientes orgánicamente unidos. *G. emarginata* es el árbol más frecuente en la cima de las montañas donde la formación de las raíces es restringida a la capa de suelo orgánico. El estado de micorrización probablemente fomenta la absorción de nutrientes desde de la capa de humus y así mejora la competencia de estas tres especies. Una *Guapira* sp. y una *Neea* sp. (Nyctaginaceae) forman ectomicorrizas solamente con un teleporaceous basidiomiceto. La implicación ecológica de la ectomicorriza en las raíces de *Guapira* sp. y *Neea* sp. en el suelo mineral en pendientes ricas en nutrientes es estimadamente baja. Otra especie de *Neea* forma típicas ectomicorrizas con varios basidiomicetos y un ascomiceto poco abundante. Esta *Neea* ocurre en el límite del bosque primario, a lo largo de las orillas de los caminos y en las principales riberas de los ríos demostrando un mejoramiento a la resistencia a estrés mediante la regular formación de ectomicorriza. Palabras clave: micorriza arbuscular, ectomicorriza, humus, neotropico, *Hymenoscyphus*

### Introduction

The mycorrhizal state of trees largely influences their competitiveness and their integration or disintegration in the forest community. While symbiotic root-associations with glomeromycete fungi (arbuscular mycorrhiza) support a community of high diversity, symbiotic associations with basidio- or ascomycete fungi (ectomycorrhiza) promote monodominant forests (Kottke 2002 and literature therein). The arbuscular mycorrhiza is the most ancient type (about 400 MA; Taylor et al. 1995) and is associated with more than 80% of plant species (Smith & Read 1997). The arbuscular mycorrhiza was replaced several times in a restricted number of plant species by the ectomycorrhizal association, the ericoid or the orchid mycorrhiza, respectively. It was hypothesized that the change from

glomeromycete to asco- or basidiomycete associations was promoted by the seasonal climate connected to humus accumulation and minimization of water-soluble nutrients especially nitrogen (Read & Perez-Morena 1993). The predominance of ectomycorrhizal forests in the northern and of arbuscular mycorrhizal forests in the southern hemisphere could thus be partly explained (Read 1991). Our results show that the predominating arbuscular mycorrhization in the tropical mountain forest of southern Ecuador is independent of the amount of humus but is related to phosphate limitation. The investigations also point out that the replacement of arbuscular mycorrhiza by ectomycorrhiza developed gradually in the tropics starting with low ecological significance, then promoting few species in the primary forest, and ending up with the ectomycorrhiza predominance in some secondary forest species.

## Materials and Methods

The study site is located on the eastern slope of the Cordillera El Consuelo in the Andes of southern Ecuador. The territory of about 1000 ha belongs to the Reserva Biológica San Francisco, a protected area bordering the north of Podocarpus Nationalpark, half way between Loja and Zamora, Loja-Chinchipec province (3°58' S, 79°04' W). Fifteen permanent plots of 400 m<sup>2</sup> each were established between 1850 and 2600 m, along the mountain ridge and on the steep slopes of the ravine in the primary mountain rain forest, and most of the tree species were identified (Homeier et al. 2002). Fine roots were sampled from 115 tree species and the mycorrhizal state was analyzed by conventional methods (Haug and Pritsch 1992; Kottke et al. 2004). Arbuscular and ectomycorrhizal fungi were identified from DNA-sequences (Haug 2002).

## Results and Discussion

Nearly all the 115 investigated tree species were found to form arbuscular mycorrhizas (Tab. 1, Kottke et al. 2004). The results substantiate the hypothesis that the highly diverse tropical forests harbor arbuscular mycorrhizas (Janos 1987). This mycorrhizal association may be considered as one important reason for the high diversity of the community because the rather unspecific and multigenomic symbiotic fungi promote diverse seedlings and adult plants (Smith & Read 1997, Kuhn et al. 2001; Kottke 2002). The investigations also showed that the arbuscular mycorrhizal state is not restricted to roots in the mineral soil as was hypothesized by Read (1993), but is the same well developed in the pure humus layers in the tropical mountain rain forest (Kottke et al. 2004). Phosphate limitation was observed in the humus layer and is mainly due to the fact that phosphate is bound in organic form not available for plant roots (Wilcke et al. 2001, 2002 and personal communication). Arbuscular mycorrhizal fungi are well known to mobilize P from the organic fraction improving the P-nutrition of plants significantly (Smith & Read 1997). Arbuscular mycorrhizas are thus favorable for trees on this stand.

The Melastomataceae *Graffenrieda emarginata* is regularly found with arbuscular mycorrhizas, but additionally forms ectomycorrhizas with an ascomycete closely related to the ericoid mycorrhizal fungus *Hymenoscyphus ericae* (Haug et al. 2004). The fungus was shown to mobilize organically bound nutrients (Read & Perez-Morena 2003 and literature therein). *G. emarginata* is the most frequent tree on the mountain ridges where root formation is restricted to the pure organic soil layer. It appears obvious that the ectomycorrhizal state improves nutrient uptake from the humus layer and thus supports competitiveness of this tree species (Haug et al. 2004).

Three Nyctaginaceae were found to form ectomycorrhizas, two *Neea* species and one *Guapira* species. On *Guapira* and on one of the *Neea* species a variable percentage of rootlets displayed a special kind of ectomycorrhiza. The ectomycorrhiza development occurs only on the proximal part of the fine, but long rootlets. Only one fungal species, a Thelephoraceae forms the mycorrhizas (Haug et al. submitted). The *Guapira* and this *Neea* species root in the mineral soil of the nutrient rich slopes of the ravines and the ecological implication of the ectomycorrhiza is estimated to be low. Another *Neea* species forms typical ectomycorrhizas with all the absorptive rootlets. The bushy tree is associated with several basidiomycetes and one ascomycete (Haug et al. submitted). This *Neea* species occurs on the border of the primary mountain forest, along old roadsides and along the main river slopes in disturbed places where it forms a superficial, dense mat of ectomycorrhizal roots. The ectomycorrhizal state most probably improves drought resistance and competitiveness against *Pteridium arachnoideum*, *Chusquea* spp. and other grasses.

The investigation revealed that the mycorrhizal state of a tree poses a selective ecological pressure that cannot be ignored when species are selected for tree plantations and regeneration of tropical mountain forests. The mycorrhizal state also determines the root system development (Brundrett 2002). *Guapira* sp., as most of the other arbuscular mycorrhizal trees, has regularly branched, long fine roots with many root hairs that are only suppressed in the proximal part of roots that are transformed into ectomycorrhizas. *G. emarginata* displays an irregularly branched root system with rather short fine roots that have no root hairs (Haug et al. 2004). The ectomycorrhizal *Neea* species forms densely branched mats of short roots that are typical for ectomycorrhizal trees (Feil et al. 1988).

No other Melastomataceae was so far shown to form ectomycorrhizas with the ascomycete related to *H. ericae*. However, this fungal aggregate is spread world wide and associated with several ectomycorrhizal trees, ericaceous plants and hepatics occurring on acidic, humus-rich soils (Vrålstadt et al. 2000, 2001; Haug et al. 2004). Investigations are currently carried out to clarify if the fungal associate of *G. emarginata* is present in ericaceous plants and hepatics of the neotropical mountain forest. The latter could have served and still may serve as vectors for fungus distribution. The two Nyctaginaceae species *Guapira* sp. and *Neea* sp., positioned within a family that is mainly known from South America and contains mostly non-mycorrhizal plants (Brundrett 2002) have some ectomycorrhizal relatives in Peru (*Neea* sp.; Alexander and Högberg 1986), the Amazon forest near Manaus (*Neea* sp.; Singer 1979) and the Amazon valley in the south of Venezuela (*Neea obovata*, *N. robusta*, *Guapira sancarlosiana*; Moyersoen 1993). In the latter habitat all three species harbored arbuscular and ectomycorrhiza forming fungi and are large, dominating trees there. The ectomycorrhizal fungi connected to the trees in these habitats have not been identified, and it will be interesting to discover how close they are related to the Ecuadorian species. This knowledge could provide us with further information about the paleo-biogeography of the northern Andes, and may substantiate the hypothesis that lowland trees were more widely distributed in the Andes during the late Tertiary (van der Hammen & Cleef 1986; Taylor 1995). *Guapira* sp. and *Neea* sp. could be relicts from these times.

## Acknowledgements

The research was generously supported by the German Science Foundation (DFG project FOR 402). We thank the Fundación Científica San Francisco for providing research facilities and the Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) for kind personal help and access to laboratories.

## References

- Alexander, I.J. & P. Högberg. 1986. Ectomycorrhizas of tropical angiospermous trees. *The New Phytologist* 102, 541-549
- Brundrett, M.C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist* 154: 275-304.
- Feil, W.; I. Kottke & F. Oberwinkler. 1988. The effect of drought on mycorrhizal growth and very fine root systems of *Picea abies* (L.) Karst. under natural and experimental conditions. *Plant and Soil* 108: 221-231
- Haug, I. 2002. Identification of *Picea*-ectomycorrhizas by comparing DNA-sequences. *Mycological Progress* 1: 167-178
- Haug, I.; J. Homeier, F. Oberwinkler & I. Kottke. (submitted) Russulaceae and Thelephoraceae form ectomycorrhizas with members of the Nyctaginaceae (Caryophyllales) in the tropical mountain rain forest of southern Ecuador. *New Phytologist*
- Haug I.; J. Lempe; J. Homeier; M. Weiß; S. Setaro; F. Oberwinkler & I. Kottke. 2004. *Graffenrieda emarginata* (Melastomataceae) forms mycorrhizas with Glomeromycota and with a member of *Hymenoscyphus ericae* aggr. in the organic soil of a neotropical mountain rain forest. *Can. J. Bot.* 82: 340-356
- Haug, I. & K. Pritsch. (1992) Ectomycorrhizal types of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Black Forest. A microscopical atlas. Kernforschungszentrum Karlsruhe, 89 S.
- Homeier, J., H. Dalitz & S.W. Breckle. 2002. Waldstruktur und Baumdiversität im montanen Regenwald der Estación Científica San Francisco in Südecuador. *Berichte der Reinhessischen*

Tüxen-Gesellschaft 14: 109-118.

Janos, D.P. 1987. VA mycorrhizas in humid tropical ecosystems. In: Ecophysiology of VA Mycorrhizal Plants (ed. GR Safir) CRC Press, Boca Raton, Florida, USA pp. 107-134

Kottke, I. 2002. Mycorrhizae - Rhizosphere determinants of plant communities. In: Waisel Y, Eshel A, Kafkafi U (eds.) Plant Roots: The Hidden Half. 3rd ed. Marcel Dekker, Inc., p. 919-932

Kottke, I.; A. Beck; F. Oberwinkler; J. Homeier & D. Neill. 2004. Arbuscular endomycorrhizas are dominant in the organic soil of a neotropical montane cloud forest. *J. Trop. Ecol.* 20: 125-129

Kottke, I.; A. Beiter; M. Weiss; I. Haug; F. Oberwinkler & M. Nebel. 2003. Heterobasidiomycetes from symbiotic associations with hepatics: Jungermanniales have sebacinoid mycobionts while *Aneura pinguis* (Metzgeriales) is associated with a *Tulasnella* species. *Mycol. Res.* 107: 975-968

Kuhn, G.; M. Hijri & I.R. Sanders. 2001. Evidence for the evolution of multiple genomes in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature* 414: 745-748

Moyersoen, B. 1993 Ectomicorrizas y micorrizas vesículo-arbusculares en Caatinga Amazonica del Sur de Venezuela. *Scientia Guianae* 3:, 83 pp. Caracas

Read, D.J. 1991. Mycorrhizas in ecosystems. *Experientia* 47: 376-390.

Read, D.J. 1993. Plant-microbe mutualism and community structure. in : Schulze DE, Mooney HA (eds.) Biodiversity and Ecosystem Function. Ecological Studies 99, Springer Verlag, pp. 181-209.

Read, D.J. & J. Perez-Morena. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems - a journey towards relevance? *New Phytologist* 157: 475-492.

Singer, R. & I. Araujo. 1979. Litter decomposition and ectomycorrhiza in amazonian forests. *Acta Amazonica* 9: 25-41.

Smith, S.E. & D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. 2 nd ed., Academic Press, San Diego, London ect. ISBN 0-12-652840-3.

Taylor, D.W. 1995. Cretaceous to tertiary geology and angiosperm paleobiogeographic history of the Andes. In: Churchill S. P.; H. Balslev; E. Forero & J. L. Luteyn (eds.) Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. New York Botanical Garden, Bronx, New York, pp. 3-9.

Van der Hammen, T. & A.M. Cleef. 1986. Development of the high Andean páramo flora and vegetation. In: Vuiffeummier T and Monasterio M (eds.) High-altitude Tropical Biogeographie. Oxford University Press, Oxford, pp. 153-200.

Vrålstad, T.; T. Fosshem & T. Schumacher. 2000. Piceirhiza bicolorata - the ectomycorrhizal expression of the *Hymenoscyphus ericae* aggregate? *New Phytol.* 145: 549-563

Vrålstad, T.; T. Schumacher & A.F. Taylor. 2001. Mycorrhizal synthesis between fungal strains of the *Hymenoscyphus ericae* aggregate and potential ectomycorrhizal and ericoid hosts. *New Phytol.* 153: 143-152.

Wilcke, W.; S. Yasin; U. Abramowski; C. Valarezo & W. Zech. 2001. Change in water quality during the passage through a tropical montane rain forest in Ecuador. *Biogeochemistry* 55: 45-72.

Wilcke, W.; S. Yasin; U. Abramowski; C. Valarezo & W. Zech. 2002. Nutrient storage and turnover in organic layers under tropical montane rain forest in Ecuador. *European J Soil Science* 53: 15-27

Table 1 Investigated tree species of the mountain rain forest in southern Ecuador: All species form mycorrhizas, those in bold form ectomycorrhizas ECM, the others form arbuscular mycorrhizas.

Table 1. Arboles Investigados en tres bosques lluviosos en el sur de Ecuador: Todas las especies forman micorrizas, las que estan en negrita forman ectomicorrizas ECM, las otras forman micorrizas arbusculares.

Family	Species	Family	Species
Alzateaceae	<i>Alzatea verticillata</i>	Meliaceae	<i>Guarea cf. kunthiana</i>
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>		<i>Guarea pterorhachis</i>
	<i>Tapirira obtusa</i>	Mimosaceae	<i>Inga cf. acreana</i>

	<i>Camptosperma panamense</i>		<i>Inga striata</i>
Annonaceae	<i>Guatteria cf. recurvisepala</i>	Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i>
Aquifoliaceae	<i>Ilex cf. amboroica</i>	Moraceae	<i>Coussapoa villosa</i>
Araliaceae	<i>Dendropanax sp.</i>		<i>Ficus cf. subandina</i>
	<i>Schefflera sp.</i>		<i>Helicostylis tovarensis</i>
Arecaceae	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>		<i>Morus insignis</i>
	<i>Euterpe catinga</i> <i>Euterpe precatoria</i>		<i>Naucleopsis glabra</i>
Asteraceae	<i>Critoniopsis floribunda</i>		<i>Pseudolmedia rigida</i>
	<i>Piptocoma discolor</i>	Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i>
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>		<i>Myrsine latifolia</i>
Cecropiaceae	<i>Cecropia gabrielis</i>	Myrtaceae	<i>Calyptranthes sp.</i>
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum anisodorum</i>		<i>Eugenia sp.</i>
	<i>Hedyosmum goudotianum</i>		<i>Eugenia valvata</i>
	<i>Hedyosmum translucidum</i>		<i>Myrcia sp.</i>
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella cf. pilosissima</i>		<i>Myrcianthes myrsinoides</i>
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i>	Nyctaginaceae	<i>Guapira sp</i> ECM <i>Neea species (1)</i> ECM <i>Neea species (2)</i> ECM
Clusiaceae	<i>Clusia sp. (2 species)</i>	Piperaceae	<i>Piper perareolatum</i>
	<i>Tovomita weddeliana</i>		<i>Piper sp. (4 species indet.)</i>
	<i>Vismia tomentosa</i>	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>
Cunoniaceae	<i>Weinmannia haenkeana</i>		<i>Podocarpus sprucei</i>
	<i>Weinmannia pinnata</i>		<i>Prumnopity montana</i>
	<i>Weinmannia pubescens</i>	Quiinaceae	<i>Quiina sp.</i>
	<i>Weinmannia spruceana</i>	Rosaceae	<i>Prunus opaca</i>

Cyrillaceae	<i>Purdiaea nutans</i>	Rubiaceae	<i>Dioicodendron dioicum</i>
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i> sp.		<i>Elaeagea karstenii</i>
Euphorbiaceae	<i>Alchornea</i> cf. <i>grandis</i>		<i>Elaeagia pastoensis</i>
	<i>Alchornea pearcei</i>		<i>Faramea glandulosa</i> cf. <i>uniflora</i>
	<i>Alchornea</i> sp.		<i>Faramea uncinata</i>
	<i>Hyeronima asperifolia</i>		<i>Faramea</i> cf. <i>uniflora</i>
	<i>Hyeronima</i> cf. <i>duquei</i>		<i>Isertia laevis</i>
	<i>Hyeronima moritziana</i>		<i>Ladenbergia oblongifolia</i>
	<i>Hyeronima</i> cf. <i>oblonga</i>		<i>Macrocnemum</i> cf. <i>roseum</i>
Lauraceae	<i>Aniba</i> cf. <i>muca</i>		<i>Palicourea angustifolia</i>
	<i>Cinnamomum</i> sp.		<i>Palicourea andaluciana</i>
	<i>Nectandra</i> cf. <i>acutifolia</i>		<i>Palicourea canarina</i>
	<i>Nectandra crassiloba</i>		<i>Palicourea luteonivea</i>
	<i>Nectandra lineatifolia</i>		<i>Palicourea stenosepala</i>
	<i>Nectandra subbullata</i>		<i>Psychotria</i> sp.
	<i>Ocotea</i> cf. <i>aciphylla</i>		<i>Psychotria tinctoria</i>
	<i>Ocotea benthamiana</i>	Sabiaceae	<i>Meliosma</i> sp.
Magnoliaceae	<i>Talauma caricifragrans</i>	Sapindaceae	<i>Matayba</i> sp. nov.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> cf. <i>putamayensis</i>	Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i>
Melastomataceae	<i>Graffenrieda emarginata</i> ECM		<i>Pouteria austin-smithii</i>
	<i>Meriana drakei</i>	Solanaceae	<i>Cestrum schlechtendahlil</i>
	<i>Meriana hexamera</i>		<i>Solanum nutans</i>
	<i>Meriana rigida</i>	Symplocaceae	<i>Symplocos peruviana</i>
	<i>Meriana</i> sp. nov.	Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>
	<i>Miconia</i> cf. <i>calophylla</i>	Theaceae	<i>Ternstroemia</i> cf. <i>jelskii</i>
	<i>Miconia crebribullata</i>		
	<i>Miconia jahnii</i>		

	<i>Miconia punctata</i>		
	<i>Miconia rigida</i> , <i>Miconia theaezans</i>		

10



# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Bromeliad distribution in two plots in the Sumaco Biosphere Reserve

Distribucion de Bromeliaceae n dos parcelas de la Reserva de Biosfera Sumaco

Xavier Haro-Carrión

Herbario QCA, Escuela de Ciencias Biológicas, Facultad de  
Ciencias Exactas y Naturales, Pontifica Universidad Católica  
del Ecuador, Apartado Postal 17-01-2184, xavierhc\_bio@hotmail.com

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.335.1>



## Bromeliad distribution in two plots in the Sumaco Biosphere Reserve

### Resumen

Se estudió, en la Reserva de Biosfera Sumaco, las relaciones entre bromelias epífitas y forófitos que crecen a 1160 y 1690 m. Se contó el número de individuos por forófito, obteniéndose mayor densidad en la parte baja. Los promedios fueron 6,33 y 2,53 bromelias por forófito en cada zona respectiva. Además, en la parte baja, se encontró que las bromelias se agrupan más en árboles de 30 a 40cm de DAP. En la parte alta no hubo diferencias en la distribución según el DAP del forófito. Al estudiar la distribución en el fuste o ramas de los forófitos se encontró diferencias a nivel de especie. En la parte alta, *Racinaea parviflora* (Ruiz & Pav.) M.A. Spender & L.B. Sm estuvo distribuida, con 46 individuos, solo en las ramas. En la parte baja, *Guzmania melinonis* Regel estuvo mayormente en el fuste con 20 individuos, versus 2 en las ramas, y *G. farciminiformis* H. Luther en todo el árbol: 179 individuos en fuste y 132 en ramas. Esta especie constituyó el 82% del total, a 1160 m. Se analizó la distribución en forófitos según su corteza: lisa o estriada, sin encontrarse diferencias. Finalmente, se calculó la diversidad, que fue mayor a 1690 m, a pesar de encontrarse más especies a 1160 m, debido a la dominancia de *G. farciminiformis*. Aparentemente, la densidad de Bromeliaceae varía con la altura, y su distribución en el forófito es particular en cada especie. Palabras clave: Bromelias, Forófitos, Sumaco, Ecuador

### Abstract

I studied, in Sumaco Biosphere Reserve, the relationships between epiphytic bromelias and phorophytes in two plots at 1160 and 1690 m. The number of individuals per tree were sampled, and a greater density was found in the low part. The averages were 2.53 and 6.33 bromelias per phorophyte in each zone. In addition, in the low part, bromelias were distributed more in trees of 30 to 40cm of DAP. In the high part there were no differences in the distribution according to the DAP of the phorophyte. When studying the distribution in the trunk and branches of the trees, differences at species level were found. In the high part, *Racinaea parviflora* (Ruiz & Pav.) M.A. Spender & L.B. Sm were found, with 46 individuals, in the branches. In the low part, *Guzmania melinonis* Regel was mainly in the trunk with 20 individuals versus 2 in the branches, and *G. farciminiformis* H. Luther in the entire tree: 179 individuals in trunk and 132 in the branches. This specie constituted 82% of the total of samples at 1160 m. The distribution in the phorophytes was analyzed also according to its crust: smooth or fluted, but no differences were found. Finally, the diversity was greater at 1690 m, in spite of being more species at 1160m, because of the dominance of *G. farciminiformis*. Apparently, the density of Bromeliaceae vary with the height, and its distribution in the phorophyte is particular in each species. Key word: Bromeliads, Phorophytes, Sumaco, Ecuador

### Introducción

Bromeliaceae es una de las familias más distintivas dentro de la flora epífita con aproximadamente 2885 especies que ocurren en forma nativa solamente a latitudes subtropicales y tropicales de América, con la excepción de una sola especie nativa del África Occidental. En Ecuador están representadas con 455 especies, aproximadamente el 16% de la diversidad total de la familia (Manzanares 2002)

Estudios taxonómicos de bromelias se han llevado a cabo por varios investigadores en Ecuador, entre los que destacan H. Luther, W. Till, y J. Manzanares. En general, en los neotrópicos, los estudios de epífitas empezaron con Gentry & Dodson (1987), quienes generaron la interrogante de la causa de la diversidad epifítica de esta zona, y en los últimos diez años el interés científico en aspectos de la distribución espacial de epífitas se ha incrementado (Nieder & Barthlott 2001). En las bromelias, estudios sobre perfil y radiación adaptativa han sido realizados por Benzing (2000). Para el Ecuador destaca el trabajo en epífitas realizado por varios investigadores dentro del proyecto "Quito Epiphyte Project, funded by the Volkswagen Foundation", editado por Nieder & Barthlott (2001).

Las bromelias tienen un rango de distribución amplio principalmente en hábitats montanos, en un número de árboles tan amplio como la misma flora arbórea, e incluso, en objetos inanimados como cables de teléfono; pero existen casos de especificidad planta - forófito. En general la distribución de bromelias no suele ser específica a un tipo de árbol, ya que aunque exista especificidad en otras epifitas, los mismos árboles albergan también a bromelias, y en general la hospitalidad de una especie de árbol puede llegar a 107 diferentes tipos de epifitas (Benzing, 2000). Sin embargo se ha reportado una distribución no aleatoria de bromelias en diferentes partes dentro de un mismo árbol (Peters 1987 en Benzing 2000), y varios trabajos han reportado relaciones entre una especie o un género específico de bromelias y una especie o familia de árbol hospedero. (Fontoura 1995, en Benzing 2000) encontró que las bromelias están distribuidas mayormente en Myrtaceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Monimiaceae de acuerdo con la abundancia relativa de los árboles incluidos en su estudio. Generalmente, los factores que pueden ser decisivos en la distribución de las bromelias son la calidad de la corteza, la luz y los nutrientes (Benzing 2000).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la distribución de bromelias en relación al diametro (como indicador de la edad), calidad de corteza, y localización en el árbol hospedero (fuste y ramas). Adicionalmente, se pretendió comparar la densidad en ambas zonas de estudio, a 1160 y 1690 m, y determinar la diversidad, ya que, el Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras probablemente tienen una composición florística distinta al bosque de suelos rojos arcillosos de la mayor parte de la región amazónica del Ecuador, debido a que se desarrolla sobre afloramientos de roca sedimentaria (Fundación Jatun Sacha-Herbario Nacional del Ecuador, 1997)

## Materiales y Métodos

Para estudiar la distribución de bromelias en sus árboles hospederos y su diversidad se utilizó dos parcelas permanentes instaladas previamente por el curso de Botánica y Conservación<sup>1</sup> dentro del cual se realizó este proyecto. Se estableció una parcela de una hectárea, dividida en 25 subparcelas, en el Bosque Protector de la comunidad Musullacta, a 1160 m, 0049'50"S 7733'28"W. En esta se seleccionó aleatoriamente seis subparcelas y dentro de cada una diez árboles que fueron analizados como forófitos. La segunda parcela se instaló en la cumbre de la Cordillera de Galeras, a 1690 m y 0050'09"S 7731'58'', con un tamaño de media hectárea, en la cual se tomó aleatoriamente tres subparcelas, y 15 árboles dentro de cada una. En ambos casos se realizó un análisis mediante observación directa del forófito, con la ayuda de binoculares en determinados casos. Se tomó datos del número de bromelias, diferenciando especies en aquellas en las que se podía encontrar material fértil, en el fuste y en las ramas de cada árbol, y se tomó datos del tipo de corteza del hospedero, dividiendo a la corteza en dos categorías: lisa y estriada. Se colectó, con la ayuda de una podadora aérea y trepadores, individuos fértiles de cada especie para su posterior identificación. Los datos de DAP de los forófitos se tomaron como parte del trabajo grupal del curso durante la instalación de las parcelas.

La identificación de las bromelias se realizó en el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) y duplicados de cada una de las muestras fueron depositados también en el Herbario de la Universidad Católica (QCA). Las muestras ya identificadas fueron revisadas por José Manuel Manzanares.

La determinación de la densidad se realizó en base a un análisis de la variancia (ANOVA) entre las unidades muestrales (forófitos) de las parcelas a 1160 y 1690 m. Para el análisis de distribución se agrupó a los árboles según: rangos de DAP, tipo de corteza, y localización (rama y fuste), y se realizó un ANOVA del número total de bromelias en base a cada una de categorías para determinar su significancia, utilizando el programa SPSS. Finalmente, el análisis de diversidad, para ambas zonas, se calculó mediante el índice de Shanon Wiener.

## Resultados

En la primera parcela se realizó el muestreo de 60 forófitos en las subparcelas: 4, 7, 14, 16, 17 y 22, y en la segunda 45 en las subparcelas 6, 8 y 10 respectivamente (Figura 1), y se encontró que la densidad de bromelias es mayor a 1169m que a 1690m, con un nivel de significación del 0.05 ([Tabla 1]).

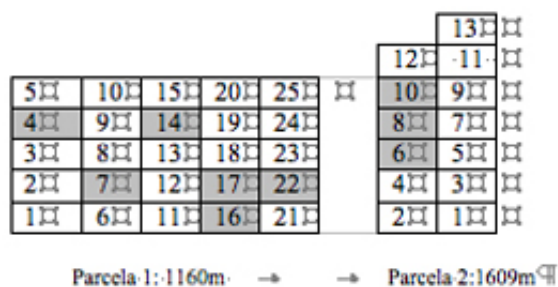


Figura 1. Selección de subparcelas en cada área de estudio. En negrilla se muestra las subparcelas seleccionadas.  
Figure 1. Selection of subplots. In black the selected subplots.

Parcela	Número de bromelias	Promedio
1	380	6.33 (n=60)
2	114	2.53 (n=45)

Tabla 1. Densidad de bromelias en cada Parcela\*.  
Table 1. Density of Bromeliads per plot.

Para el análisis del número de bromelias con respecto al DAP de los forófilos, se agrupó a los árboles en cuatro categorías de DAP, y se analizó el número de bromelias en cada zona de estudio de forma independiente. En la zona baja se encontró diferencias altamente significativas en el número de bromelias en árboles agrupados por su DAP. Se realizó, como un análisis complementario, una prueba de Tukey para obtener rangos entre las categorías y se encontró que la categoría uno y dos forman un grupo, la tres es diferente al resto y es en esta en la que se encuentra el mayor número de individuos por árbol, y la cuatro difiere de las anteriores pero el número de bromelias es más bajo ([Tabla 2]). En la zona alta no se encontraron diferencias en el número de bromelias por árboles agrupados según su DAP ([Tabla 3]).

Categorías de DAP	Número de Bromelias	Promedio
10,0-20,5	135(n=32)	4.21
20,5-30,5	77(n=17)	4.52
30,5-40,5	93(n=5)	18.6
50,5 en adelante	70(n=6)	11.6

Tabla 2. Distribución de bromelias en forófitos agrupados por DAP en la parcela 1\*\*  
Table 2. Distribution of epiphytes according to phorophytes grouped by diameter per plot.

En cuanto a la calidad de sustrato, los resultados demuestran que la distribución de bromelias no muestra preferencias por un tipo determinado corteza, y en relación a la distribución de bromelias en el árbol no se encontró diferencias a nivel de familia, pero pueden apreciarse diferencias en cuanto a especie: *Racinaea parviflora* se encontró en su totalidad en las ramas de los árboles, *Guzmania melinonisen* el fuste, y *Guzmania farcimiformis*, en ambas partes ([Tabla 4]). Finalmente, el cálculo de diversidad nos dio un valor de 0,73 y 1,04 para la parte baja y alta respectivamente.

Categorías de DAP	Número de Bromelias	Promedio
10,0-20,5	61(n=28)	2.14
20,5-30,5	59(n=15)	3.93
30,5-40,5	4(n=2)	2
50,5 en adelante	0	0

Tabla 3. Distribución de bromelias en forófilos agrupados por DAP en la parcela 2NS  
Table 3. Bromeliad distribution in plot 2NS according to phorophyte diameter.

Especie de Bromelia	Ubicación en el forófilo <sup>NS</sup>		Textura de la corteza <sup>NS</sup>	
	Fuste	Ramas	Lisa	Estriada
Bromelias de la parcela 1: 1160m				
<i>Guzmania farcimiformis</i> H. Luther	179	132	41	260
<i>Guzmania melinonis</i> Regel	20	2	4	18
<i>Tillandsia asplundii</i> L. B. Sm.	5	1	0	6
<i>Tillandsia</i> sp	2	4	0	6
<i>Aechmea roeseliae</i> H. Luther	4	4	1	7
<i>Vriesia rubrobracteata</i>	2	0	0	2
<i>Aechmea hoppii</i> (Harás) L.B. Sm.	7	3	3	5
<i>Aechmea</i> sp	2	1	0	3
Bromelias de la parcela 2: 1690m				
<i>Pitcairnia</i> sp	3	0	3	0
<i>Racinaea parviflora</i> (Ruiz & Pav.) M.A. Spender & L.B. Sm.	0	46	1	45
<i>Tillandsia</i> sp2	17	7	2	22
<i>Guzmania</i> sp	21	35	1	56
<b>TOTAL</b>	<b>262</b>	<b>235</b>	<b>56</b>	<b>430</b>

Tabla 4. Distribución de bromelias según su localización en el árbol y en árboles agrupados por su tipo de corteza.  
Table 4. Bromeliad distribution according to location on host tree and bark characteristics.

## Discusión

La distribución de bromelias en la Reserva de la Comunidad Musullacta y el Parque Nacional Sumaco Napo Galeras es diferente en cada zona. Las especies no se comparten en las dos zonas en las que se realizó este estudio, y la densidad es diferente en cada zona, mayor a 1160 que a 1609 m, debido posiblemente a condiciones ambientales. La diversidad fue mayor en la parte alta ya que no encontró una dominancia tan marcada como la de *Guzmania farcimiformis* en la parte baja.

En un bosque heterogéneo como el de la parte baja, en el que se encontró forófitos de varios diámetros, las bromelias se encuentran en mayor número en árboles de alrededor de 30 a 40 de DAP. En esta parcela, los datos nos indican que las bromelias prefieren árboles de mediano tamaño, pero los datos podrían variar si se analizan más árboles en las últimas categorías, ya que el número en los dos

últimos casos fue pequeño. El bosque de la parte alta presentó una mayor homogeneidad en el diámetro de los forófitos ya que prácticamente todos los árboles entraban en las dos primeras categorías, quedando vacías las dos últimas, razón por la cual no se encontraron diferencias en la distribución de bromelias, además de que presentó una mayor densidad de árboles por subparcela razón por la cual se seleccionó más forófitos. Las bromelias, como familia, no tienen preferencia por un tipo de corteza o por una ubicación en el árbol, pero a nivel de especie puede encontrarse especificidad. *Racinaea parviflora* prefiere las ramas, mientras *Guzmania melinonis* prefiere el fuste de los árboles, y *Guzmania farcimiformis* se presenta en todo el árbol. En el caso de *R. parviflora*, y *G. melinonis* esta relación se da posiblemente por necesidad de luz o sombra de una especie en particular (Benzin 2000) En el caso de *G. farcimiformis* se trata de una especie dominante que no presenta preferencias de localización. Para el resto de especies el número de individuos es muy pequeño como para determinar una tendencia. El Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras, por condiciones distintas al bosque de la mayor parte de la región amazónica del Ecuador, es un área de gran interés para la investigación.

## Agradecimientos

Al Jardín Botánico de Missouri y a la Fundación Christensen por el auspicio al Curso-Pasantía Preprofesional de Botánica y Conservación para estudiantes universitarios de Bolivia, Ecuador y Perú, dentro del cual fue realizado este proyecto.

A David A. Neill (Jardín Botánico de Missouri), Homero Vargas (Herbario Nacional del Ecuador) y Luis Reinoso (Universidad Central del Ecuador) por la dirección y organización del curso.

A Margaret Stern (QCNE), Mercedes Asanza (QCNE), Sonia Sandoval (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales), Hugo Navarrete (QCA) y Julio Sánchez (QCA) por su ayuda en el análisis y redacción de este trabajo.

A Mercedes Mamallacta, la comunidad de Musullacta, y a mis compañeros de curso por su ayuda en el campo.

## Referencias

Benzing, D.H. 2000. Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation. Cambridge University Press, United Kingdom.

Fundación Jatun Sacha - Herbario Nacional del Ecuador. 1997. Inventario Florístico en la Fase de Exploración Sísmica en Bloque Petrolero 18: Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras y su Área de influencia, Informe final del Estudio.

Luther, H.E. 2002. An Alphabetical List of Bromeliad binomials. 8. edition. Published by The Bromeliad Society International. The Marie Selby Botanical Gardens, Sarasota, Florida, USA.

Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA.

Manzanares, J.M., 2002. Joyas en la Selva: Bromeliaceae del Ecuador. Parte I. Bromeliodeae. Imprenta Mariscal, Quito, Ecuador.

Nieder, J. & W. Barthlott. (eds.). 2001. *Epiphytes and Canopy Fauna of the Otonga RainForest (Ecuador)*.

Sánchez-Otero, J. 2002. Introducción a la Estadística No Paramétrica y al Análisis Multivariado. Centro de Reproducción digital Xerox, PUCE. Quito, Ecuador.

Sánchez-Otero, J. 2002. Introducción al Diseño Experimental. Centro de Reproducción digital Xerox, PUCE. Quito, Ecuador.

Smith, L. & R. Downs. 1974. *Flora Neotropica Monograph* No.14: Tillandsioideae. A Division of Macmillan Publishing Co, Inc. Callier Macmillan Publishers, London

1 El Curso de Botánica y Conservación formó parte de una pasantía de Práctica Pre-profesional en Botánica y Conservación, organizado por el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) y el Jardín botánico de Missouri (MO). Contó con la participación de seis estudiantes de Ecuador, y tres de Perú y Bolivia, respectivamente, bajo la dirección de D. Neill.



# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Vegetation composition on one hectar of terra firme forest in Yasuni National Park, Ecuador.

Composición de la vegetación en una hectárea de bosque tierra firme en el Parque Nacional Yasuni, Ecuador.

Silvia Azucena Salgado Peñaherrera\* & Jaime Lucio Jaramillo Asanza,

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Av. 12 de Octubre  
y Patria, F. 2991700 EXT. 1714, Email: [sasp\\_22@hotmail.com](mailto:sasp_22@hotmail.com)

\* autor para correspondencia

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.336.1>

## Vegetation composition on one hectare of terra firme forest in Yasuni National Park, Ecuador.

### Resumen

El objetivo de la investigación es conocer la composición de la vegetación a través de un inventario de árboles en una hectárea de bosque primario en el Parque Nacional Yasuní. El estudio está localizado en el kilómetro 8 (vía NPF-Pozo Tivacuno), a 2 kilómetros de la Estación Científica Yasuní, en la Provincia de Orellana (0°38'S 76°30'W), donde se estableció una parcela de 100 x 100 m, con subparcelas de 20 x 20 m, en cada una se marcaron, midieron e identificaron todos los individuos con un DAP  $\geq$  10 cm. Se encontraron 643 individuos, 41 familias, 127 géneros y 283 especies. Las especies más comunes por frecuencia y por el índice de valor de importancia fueron: *Ireartea deltoidea* y *Matisia malacocalyx*. Los géneros más importantes son: *Ireartea*, *Matisia*, *Inga* y *Virola*; y las familias con más individuos son: *Arecaceae* con 66 individuos, *Lecythidaceae* y *Myristicaceae* con 49 individuos respectivamente. Estos datos indican que la parcela es tan diversa como otras parcelas permanentes establecidas anteriormente en la Amazonía ecuatoriana, lo que confirma que la Amazonía noroccidental es una de las regiones más diversas del mundo. Palabras clave: Inventario, parcela permanente, IVI, especies comunes.

### Abstract

The aim of this research was to analyze the vegetation composition of one hectare of old growth terra firme forest in Yasuní National Park through a quantitative inventory. The study area is located in Block 16, near Yasuní Research Station, km 8 ( NPF- Pozo Tivacuno), Province of Orellana (0°38'S 76°30'W ). A plot of 100 x 100 m was established, with sub-plots of 20 x 20 m, in each one we marked, measured and identified every tree 10 cm DBH. There 643 individuals were found distributed in 41 families, 127 genera and 283 species. The most representative species according to its frequency and the Importance Value Index were *Ireartea deltoidea* and *Matisia malacocalyx*. The dominant genera were *Ireartea*, *Matisia*, *Inga* and *Virola*. Dominant families were *Arecaceae*, *Lecythidaceae* and *Myristicaceae*. These results indicate that this forest is as diverse as other established in the Ecuadorian Amazon forests. It confirms the Noroccidental Amazonia should be considered as one of the most diverse forests of the world. Key Words: Inventory, permanent plot, IVI, common species, diversity, dominant genera and dominant families.

### Introducción

La Amazonía ecuatoriana comprende un área de aproximadamente 130,000 km<sup>2</sup> está localizada en el extremo occidental de la cuenca amazónica y ocupa aproximadamente el 2% del total de la cuenca amazónica. En esta región, los suelos bien drenados o también llamados de tierra firme se encuentran sobre terrazas o colinas, mientras que los pantanos, en posiciones topográficas bajas, se encuentran en las llanuras de inundación de los ríos. Se distinguen dos clases de suelos bien drenados sobre tierra firme: el primero consiste de suelos arcillosos y rojizos que se presentan en terrazas aluviales de los ríos andinos y las colinas desarrolladas, mientras el segundo comprende suelos menos arcillosos y de color amarillento (Duivenvoorden, et al. 2001).

El establecimiento de parcelas permanentes proporciona posibilidades de observación a largo plazo sobre la fenología de las especies y la dinámica de bosque. Especialmente en especies raras, endémicas o poco conocidas (Seidel 1995).

A pesar de la elaboración de numerosas parcelas permanentes en la región amazónica en los últimos años, los datos obtenidos de estos estudios siguen siendo escasos comparados con la riqueza de microhábitats de la amazonía ecuatoriana y los factores aún no aclarados que serían los responsables de la variación florística en nuestros bosques tropicales amazónicos (Cerón & Montalvo 1994). Por lo tanto sería importante continuar con estos estudios en zonas desconocidas.

En el presente estudio se da a conocer la composición de especies, géneros y familias más comunes de plantas en una hectárea de bosque de tierra firme en el kilómetro 8, a dos kilómetros de

la Estación Científica Yasuní, Provincia de Orellana, Parque Nacional Yasuní. Los datos se exponen en tres tablas básicamente. [[Tabla 1]] contiene todas las especies encontradas en la parcela (283), la [[Tabla 2]] se presentan los géneros más importantes con sus densidades respectivas, y en la [[Tabla 3]] contiene las familias encontradas en la parcela con sus correspondientes densidades y dominancias relativas.

Tabla 1. Número de individuos, diversidad, densidad y dominancia relativas e Índice de Valor de Importancia.

Table 1. Number of individuals founded in the plot, relative diversity, density, dominance for Importance Value Index.

Especies	Nº	DivR	Densidad	DnR	DmR	IVI
ANACARDIACEAE						
<i>Spondias mombin</i> L.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
ANNONACEAE						
<i>Duguetia hadrantha</i> (Diels)R.E.Fr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Guatteria brevicuspis</i> R.E.Fr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Guatteria</i> "cacharo"	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Guatteria decurrens</i> R.E.Fr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Guatteria</i> "grande" Mart.ex Miq.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Guatteria</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Guatteria</i> sp. 2	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Guatteria</i> sp. 3	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Oxandra riedeliana</i> R.E.Fr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Rollinea</i> cf. <i>mucosa</i> (Jacq.)Baill.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Tryginea triplinervis</i> D.M.Johnson&N.A.Murray	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Unonopsis</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
APOCYNACEAE						
<i>Himatanthus sucuba</i> (Spruce ex.Müll.Arg.)Woodson	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Lacmellea lactescens</i> (Kuhlm).	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
ARALIACEAE						



<i>Dendropanax arboreus</i> (L.)Decne & Pranch.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
ARECACEAE						
<i>Astrocaryum urostachys</i> Burret.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Ireartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	50	7,78	0,50	7,78	7,78	15,55
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	10	1,56	0,10	1,56	1,56	3,11
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.)H.Wendl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Wettinia maynensis</i> Spruce	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
BIGNONIACEAE						
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
BOMBACACEAE						
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A.Robyns	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Matisia bracteolosa</i> Ducke	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
Especies	Nº	DivR	Densidad	DnR	DmR	IVI
<i>Matisia longiflora</i> Gleason	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Matisia malacocalyx</i> (A.Robyns & S.Nilsson)W.S.Alverson	35	5,44	0,35	5,44	5,44	10,89
BOMBACACEAE						
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Pachira insignis</i> (Sw.)Sw.ex Savigny	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Quararibea wittii</i> K. Schum.& Ulbr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
BORAGINACEAE						
<i>Cordia trachyphylla</i> C.Mart.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
BURSERACEAE						

<i>Dacryodes</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.)Daly	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.)Marchand.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Protium</i> sp. 1	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Protium</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Protium</i> sp. 3	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Protium guianense</i> (Aubl.) L. Marchand	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Protium nodulosum</i> Swart	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Protium sagotianum</i> Marchand.	4	0,62	0,04	0,62	0,62	1,24
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.)Kuntze	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
CAESALPINACEAE						
<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	13	2,02	0,13	2,02	2,02	4,04
<i>Maclobium archeri</i> R.S. Cowan	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Tachigali formicarum</i> Harms.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
CECROPIACEAE						
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Coussapoa orthoneura</i> Standl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Coussapoa</i> sp.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	7	1,09	0,07	1,09	1,09	2,18
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pourouma minor</i> Benoist	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Pourouma tomentosa</i> Miq.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pourouma</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
CRYSOBALANACEAE						
<i>Hirtella racemosa</i> ssp. <i>racemosa</i>	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Hirtella</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Licania harlingii</i> Prance	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31

<i>Licania</i> sp 1.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Licania</i> sp 1.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
CLUSIACEAE						
<i>Clusia</i> sp.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Marila</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
Especies						
	Nº	DivR	Densidad	DnR	DmR	IVI
COMBRETACEAE						
<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
DICHAPETALACEAE						
<i>Tapura</i> cf. <i>amazonica</i> Poepp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Tapura juruana</i> (Ule). Rizzini	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Sloanea</i> sp.	5	0,78	0,05	0,78	0,78	1,56
ERYTHROXILACEAE						
<i>Erythroxilum gracilipes</i> Peyr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
EUPHORBIACEAE						
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.)Müll.Arg.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Alchorneopsis floribunda</i> (Benth.)Müll.Arg.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Drypetes</i> cf. <i>amazonica</i> Steyerm	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd.ex A.Juss.)Müll.Arg.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Hyeronima oblonga</i> (Tul.) Müll.Arg	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pousandra trianae</i> (Müll.Arg.)Baill.	5	0,78	0,05	0,78	0,78	1,56
<i>Pera</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
FABACEAE						

<i>Dussia</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Lecointia peruviana</i> Standl.ex J.F.Macbr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Swartzia</i> cf. <i>cardiosperma</i> Spruce ex.Benth	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Tachigali</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
FLACOURTIACEAE						
<i>Casearia arborea</i> (Rich.)Urb.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Casearia javitensis</i> Kunth.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Casearia</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Casearia</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Casearia ulmifolia</i> M.Vahl ex Vent	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth)Gilg.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Lozania</i> cf. <i>Klugii</i> (Mansf.) Mansf.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i> Poepp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
LAURACEAE						
<i>Aniba guianensis</i> Aubl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees)Mez.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Endlicheria</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Endlicheria</i> sp. 2	4	0,62	0,04	0,62	0,62	1,24
<i>Licaria</i> sp.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Nectandra lineata</i> (Kunth)Rohwer	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Nectandra</i> sp 1.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
Espec ies	Nº	DivR	Densidad	DnR	DmR	IVI

<i>Nectandra</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Nectandra</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Nectandra viburnoides</i> Meisn.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
LAURACEAE						
<i>Ocotea javitensis</i> (Kunth) Pittier	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.)Mez.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Ocotea</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Ocotea</i> sp. 2	4	0,62	0,04	0,62	0,62	1,24
<i>Persea</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pleurothyrium bifidum</i> Nees.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pleurothyrium cuneifolium</i> Nees	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pleurothyrium</i> sp.	5	0,78	0,05	0,78	0,78	1,56
LECYTHIDACEAE						
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Eschweilera andina</i> (Rusby)J.F.Macbr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	15	2,33	0,15	2,33	2,33	4,67
<i>Eschweilera rufifolia</i> S.A.Mori	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Eschweilera</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Eschweilera</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Grias neuberthii</i> J.F. Macbr.	14	2,18	0,14	2,18	2,18	4,35
<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.)Sm.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Gustavia longifolia</i> Poepp.ex Berg.	15	2,33	0,15	2,33	2,33	4,67
MELASTOMATAACEAE						
<i>Miconia</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Miconia</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Miconia</i> sp. 3	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Miconia</i> sp. 4	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31

<i>Miconia</i> sp. 5	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Mouriri</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
MELIACEAE						
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Guarea gomma</i> Pulle.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Guarea purusana</i> C.DC.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Guarea sylvatica</i> C.DC.	5	0,78	0,05	0,78	0,78	1,56
<i>Trichilia solitudinis</i> Harms.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
MIIMOSACEAE						
<i>Calliandra</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Inga acreana</i> Harms.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga auristellae</i> Harms.	6	0,93	0,06	0,93	0,93	1,87
<i>Inga capitata</i> Desv.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga cordatoalata</i> Ducke	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
Especies						
	Nº	DivR	Densidad	DnR	DmR	IVI
<i>Inga marginata</i> Willd.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Inga</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
MIIMOSACEAE						
<i>Inga</i> sp. 3	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga</i> sp. 4	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62

<i>Inga</i> sp. 5	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Inga</i> sp. 6	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga</i> sp. 7	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) Steud.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Inga umbratica</i> Poepp.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Inga yacoana</i> J.F. Macbr.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Parkia</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Parkia velutina</i> Benoist.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Piptadenia</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Zygia</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
MONIMIACEAE						
<i>Mollinedia tomentosa</i> (Benth.) Tul.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.) A. DC.	12	1,87	0,12	1,87	1,87	3,73
MORACEAE						
<i>Batocarpus costaricensis</i> Standl. & L.O. Williams.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	6	0,93	0,06	0,93	0,93	1,87
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & Bouché	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex. Pittier.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Naucleopsis krukovii</i> (Standl.) C.C. Berg.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Perebea xanthochyma</i> H. Karst.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	6	0,93	0,06	0,93	0,93	1,87
<i>Pseudolmedia rigida</i> (Klotzsch & H. Karst.) Cuatrec.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31

<i>Soroceae steinbachii</i> C.C.Berg	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Trymatococcus amazonicus</i> Poepp & Endl.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
MYRISTICACEAE						
<i>Composoneura capitellata</i> (A.DC.)Warb	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Compsoneura ulei</i> Warb	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Iryanthera jurvetensis</i> Warb.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Iryanthera paraensis</i> Huber	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Otoba</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Viola</i> cf. <i>flexuosa</i> A.C.Sm.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Viola glycyarpa</i> Ducke	17	2,64	0,17	2,64	2,64	5,29
<i>Viola pavonis</i> (A.DC)A.C.Sm.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Viola duckei</i> A.C.Sm.	5	0,78	0,05	0,78	0,78	1,56
Especies	Nº	DivR	Densidad	DnR	DmR	IVI
<i>Viola elongata</i> (Benth.)Warb	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Viola mollissima</i> (Poepp.ex A.DC.)Warb	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Viola obovata</i> Ducke.	11	1,71	0,11	1,71	1,71	3,42
<i>Viola pavonis</i> (A.DC) A.C.Sm	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Viola</i> sp.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
MYRSINACEAE						
<i>Ardisia</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
MYRTACEAE						
<i>Callytranthes</i> sp.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Callytranthes</i> "sedosa"	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Callytranthes</i> cf. <i>speciosa</i> Sagot	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Eugenia oerstediana</i> O. Berg	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Eugenia</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31



<i>Eugenia</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Eugenia</i> sp. 3	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Eugenia</i> sp. 4	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
MYRTACEAE						
<i>Myrcia</i> cf.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
NYCTAGINACEAE						
<i>Guapira</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Neea</i> cf. <i>divaricata</i> Poepp. & Endl.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Neea</i> sp. 1	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Neea</i> sp. 2	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Neea</i> sp. 3	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Neea</i> sp. 4	4	0,62	0,04	0,62	0,62	1,24
<i>Neea spruceana</i> Heimerl	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
OLACACEAE						
<i>Heisteria nitida</i> Spruce ex. Engl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
OPILIACEAE						
<i>Agonandra peruviana</i> Hiepko	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
POLYGONACEAE						
<i>Coccoloba densifrons</i> C.Mart. ex Meisn.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
QUINNACEAE						
<i>Quiina</i> cf. <i>macrophylla</i> Tull.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
RUBIACEAE						
<i>Chimarrhis</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Palicourea</i> sp.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge)Roem. & Schult.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31

<i>Posoqueria</i> sp.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Simira cordifolia</i> (Hook.F.) Steyerem.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Wittmacanthus standleyanus</i> (R.H.Schomb.) Kuntze	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
Especies	Nº	DivR	Densidad	DnR	DmR	IVI
SAPINDACEAE						
<i>Allophyllus</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Allophyllus</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Talisia</i> sp.	5	0,78	0,05	0,78	0,78	1,56
SAPOTACEAE						
<i>Chrysophyllum amazonicum</i> T.D. Penn	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Chrysophyllum cuneifolium</i> (Rudge) A.DC.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Chrysophyllum</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Micropholis</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Pouteria baheniana</i> Monach.	7	1,09	0,07	1,09	1,09	2,18
<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pouteria pubescens</i> (Aubrev. & Pellegr.) T.D. Penn	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pouteria</i> sp. 1	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pouteria</i> sp. 2	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Pouteria</i> sp. 3	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Sarcaulus</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
SIMAROUBACEAE						
<i>Simaba paraensis</i> Ducke.	3	0,47	0,03	0,47	0,47	0,93
<i>Simaba polyphylla</i> (Cavalcante) W.W. Thomas	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
STERCULIACEAE						

<i>Sterculia</i> sp.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Sterculia tessmanii</i> Mildbr.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Theobroma</i> cf. <i>subincanum</i> Mart.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Theobroma glaucum</i> H.Karst.	2	0,31	0,02	0,31	0,31	0,62
<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng	7	1,09	0,07	1,09	1,09	2,18
TILIACEAE						
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth.	7	1,09	0,07	1,09	1,09	2,18
ULMACEAE						
<i>Ampelocera edentula</i> Kuhlmann.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Celtis shipii</i> Standl.	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
VIOLACEAE						
<i>Leonia crassa</i> L.B.Sm. & A.Fernández	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav	5	0,78	0,05	0,78	0,78	1,56
<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby	1	0,16	0,01	0,16	0,16	0,31
VOCHYSIACEAE						
<i>Qualea paraensis</i> Ducke.	6	0,93	0,06	0,93	0,93	1,87

Tabla 2. Número de individuos, número de especies, densidad y dominancia relativas, e Índice de Valor de Importancia de los géneros más comunes .

Table 2. Number of individuals, number of species, relative density, relative dominance and Importance Value Index.

Familia	Género	Nº	Especies	Densidad	DnR	DmR	IVI
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	9	8	0,09	0,01	1,40	1,41
Araliaceae	<i>Dendropanax</i>	3	3	0,03	0,47	0,47	0,93
Arecaceae	<i>Iretea</i>	49	1	0,49	7,62	7,62	15,24
Arecaceae	<i>Oenocarpus</i>	10	1	0,10	1,56	1,56	3,11
Arecaceae	<i>Wettinia</i>	3	1	0,03	0,47	0,47	0,93
Bombacaceae	<i>Matisia</i>	39	5	0,39	6,07	6,07	12,13

Bombacaceae	<i>Pachira</i>	5	3	0,05	0,78	0,78	1,56
Burseraceae	<i>Protium</i>	17	8	0,17	2,64	2,64	5,29
Caesalpinaceae	<i>Brownea</i>	13	1	0,13	2,02	2,02	4,04
Cecropiaceae	<i>Coussapoa</i>	3	3	0,03	0,47	0,47	0,93
Cecropiaceae	<i>Pourouma</i>	12	5	0,12	1,87	1,87	3,73
Euphorbiaceae	<i>Hevea</i>	4	3	0,04	0,62	0,62	1,24
Euphorbiaceae	<i>Pausandra</i>	5	1	0,05	0,78	0,78	1,56
Fabaceae	<i>Swartzia</i>	3	2	0,03	0,47	0,47	0,93
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i>	8	5	0,08	1,24	1,24	2,49
Flacourtiaceae	<i>Lindakeria</i>	3	1	0,03	0,47	0,47	0,93
Lauraceae	<i>Aniba</i>	3	3	0,03	0,47	0,47	0,93
Lauraceae	<i>Endlicheria</i>	5	2	0,05	0,78	0,78	1,56
Lauraceae	<i>Nectandra</i>	7	5	0,07	1,09	1,09	2,18
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	7	7	0,07	1,09	1,09	2,18
Lauraceae	<i>Pleurothyrium</i>	3	3	0,03	0,47	0,47	0,93
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	19	5	0,19	2,95	2,95	5,91
Lecythidaceae	<i>Grías</i>	14	1	0,14	2,18	2,18	4,35
Lecythidaceae	<i>Gustavia</i>	16	2	0,16	2,49	2,49	4,98
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	5	5	0,05	0,78	0,78	1,56
Meliaceae	<i>Guarea</i>	12	6	0,12	1,87	1,87	3,73
Mimosaceae	<i>Inga</i>	32	22	0,32	4,98	4,98	9,95
Monimiaceae	<i>Siparuna</i>	12	1	0,12	1,87	1,87	3,73
Moraceae	<i>Batocarpus</i>	7	2	0,07	1,09	1,09	2,18
Moraceae	<i>Naucleopsis</i>	5	3	0,05	0,78	0,78	1,56
Moraceae	<i>Pseudolmedia</i>	8	3	0,08	1,24	1,24	2,49
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i>	4	2	0,04	0,62	0,62	1,24
Myristicaceae	<i>Otoba</i>	18	2	0,18	2,80	2,80	5,60
Myristicaceae	<i>Virola</i>	25	9	0,25	3,89	3,89	7,78

Myrtaceae	<i>Callyptranthes</i>	4	4	0,04	0,62	0,62	1,24
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	6	6	0,06	0,93	0,93	1,87
Nyctaginaceae	<i>Neea</i>	15	9	0,15	2,33	2,33	4,67
Sapindaceae	<i>Talisia</i>	5	1	0,05	0,78	0,78	1,56
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum</i>	3	3	0,03	0,47	0,47	0,93
Sapotaceae	<i>Micropholis</i>	4	3	0,04	0,62	0,62	1,24
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	15	6	0,15	2,33	2,33	4,67
Simaroubaceae	<i>Simaba</i>	4	2	0,04	0,62	0,62	1,24
Sterculiaceae	<i>Theobroma</i>	11	4	0,11	1,71	1,71	3,42
Tiliaceae	<i>Apeiba</i>	7	1	0,07	1,09	1,09	2,18
Violaceae	<i>Leonia</i>	6	2	0,06	0,93	0,93	1,87
Vochysiceae	<i>Qualea</i>	6	1	0,06	0,93	0,93	1,87

Tabla 3. Número de Individuos, diversidad, densidad y dominancia relativas e Índice de Valor de Importancia de familias.

Table 3. Number of Individuals, diversity, density, dominance relative and family Importance Value Index.

Familia	Nº	Div	DivR	Den	DnR	Dom	DmR	IVI
Anacardiaceae	3	3	0,47	0,03	0,47	3	1,05	1,52
Annonaceae	15	15	2,33	0,15	2,33	13	4,55	6,88
Apocynaceae	2	2	0,31	0,02	0,31	2	0,70	1,01
Araliaceae	3	3	0,47	0,03	0,47	1	0,35	0,82
Arecaceae	66	66	10,26	0,66	10,26	6	2,10	12,36
Bignoniaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Bombacaceae	47	47	7,31	0,47	7,31	11	3,85	11,16
Boraginaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Burseraceae	21	21	3,27	0,21	3,27	10	3,50	6,76
Caesalpinaceae	16	16	2,49	0,16	2,49	3	1,05	3,54
Cecropiaceae	16	16	2,49	0,16	2,49	10	3,50	5,98
Chrysobalanaceae	5	5	0,78	0,05	0,78	4	1,40	2,18

Clusiaceae	3	3	0,47	0,03	0,47	3	1,05	1,52
Combretaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Dichapetalaceae	2	2	0,31	0,02	0,31	2	0,70	1,01
Elaeocarpaceae	5	5	0,78	0,05	0,78	5	1,75	2,53
Erythroxilaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Euphorbiaceae	17	17	2,64	0,17	2,64	9	3,15	5,79
Fabaceae	7	7	1,09	0,07	1,09	7	2,45	3,54
Flacourtiaceae	15	15	2,33	0,15	2,33	9	3,15	5,48
Lauraceae	33	33	5,13	0,33	5,13	29	10,14	15,27
Lecythidaceae	49	49	7,62	0,49	7,62	9	3,15	10,77
Melastomataceae	5	5	0,78	0,05	0,78	5	1,75	2,53
Meliaceae	13	13	2,02	0,13	2,02	7	2,45	4,47
Mimosaceae	37	37	5,75	0,37	5,75	24	8,39	14,15
Monimiaceae	13	13	2,02	0,13	2,02	2	0,70	2,72
Moraceae	36	36	5,60	0,36	5,60	17	5,94	11,54
Myristicaceae	49	49	7,62	0,49	7,62	14	4,90	12,52
Myrsinaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Myrtaceae	15	15	2,33	0,15	2,33	17	5,94	8,28
Nyctaginaceae	16	16	2,49	0,16	2,49	10	3,50	5,98
Olacaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Opiliaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Polygonaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Quinaceae	1	1	0,16	0,01	0,16	1	0,35	0,51
Rubiaceae	11	11	1,71	0,11	1,71	10	3,50	5,21
Sapindaceae	7	7	1,09	0,07	1,09	3	1,05	2,14
Sapotaceae	25	25	3,89	0,25	3,89	17	5,94	9,83
Simaroubaceae	4	4	0,62	0,04	0,62		0,00	0,62
Sterculiaceae	13	13	2,02	0,13	2,02	8	2,80	4,82

Tiliaceae	7	7	1,09	0,07	1,09	1	0,35	1,44
Ulmaceae	3	2	0,31	0,03	0,47	2	0,70	1,17
Violaceae	7	7	1,09	0,07	1,09	3	1,05	2,14
Vochysiceae	6	6	0,93	0,06	0,93	1	0,35	1,28

## Materiales y Métodos

### Área de Estudio

La parcela de una hectárea se encuentra ubicada en el Km. 8 entre NPF (Northern Production Facilities) y el campo Tivacuno, ( 0°38'S 76°30'W ; 260m de altitud) a dos kilómetros de la Estación Científica Yasuní. Según Romoleroux, 1997; la temperatura promedio es de 25.2 °C y la precipitación de 2558mm, siendo diciembre, enero y febrero los meses menos lluviosos (126 - 142 mm), por lo contrario en los meses desde marzo hasta julio son más acentuadas las lluvias. El bosque de Yasuní pertenece a la zona de vida de Bosque Húmedo siempreverde de tierras bajas, estos bosques son altamente heterogéneos y diversos, su dosel alcanza los 30m de altura y posee árboles emergentes que superan los 40m o más de altura (Cerón 1997; Palacios 1994; Valencia et al. 1994; Valencia et al. 1998 en Sierra 1999). Hay tres tipos de hábitat de acuerdo a la inundación que son: tierra firme, plano inundable y pantano. Tierra firme posee suelos rojos, ferrálticos y pseudo ferrálticos; el plano inundable corresponde a valles con terrazas aluviales no diferenciadas y el pantano a las zonas mal drenadas con gran materia orgánica (Duiveevorden et al. 2001).

### Colección y Análisis

El trabajo de campo se realizó en los meses de febrero, Julio y Agosto del 2002. La parcela de 100 x 100 m fue dividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m, se marcaron con placas plásticas numeradas a todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq$  10cm. Se dibujó un croquis con la localización de todos los individuos marcados para su fácil ubicación. El DAP fue medido con cinta diamétrica y la altura con un clinómetro. Se recolectó muestras por triplicado para el depósito en el Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Quito. Se realizaron los cálculos del "Índice de Valor de Importancia", métodos utilizados y documentados por Balslev et al (1987), Seidel (1995), entre otras.

El Valor de Importancia de una especie se obtiene de la suma de la densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa; mientras que el Valor de Importancia de la Familia, densidad relativa, dominancia relativa y diversidad relativa (Cerón & Montalvo 1994)

Los valores relativos se calculan según las siguientes fórmulas:

Densidad relativa = # de individuos de una especie o familia X 100  
# total de individuos

Dominancia relativa = # de especies de cada familia X 100

Dominancia total

Frecuencia relativa = Frecuencias de las especies

Suma de todas las frecuencias

Diversidad relativa = # de especies de una familia

# total de especies

## Resultados y Discusión

### Densidad

En la parcela se encontraron 643 individuos  $\geq$  10cm de DAP (todos árboles). Las especies más abundantes fueron: *Ireartea deltoidea* con 50 Individuos, *Matisia malacocalyx* 35, *Otoba glycyarpa* 17, *Eschweilera coriacea* 15, *Gustavia longifolia* 15, *Grias neuberthi* 14, *Brownea grandiceps* 13, *Siparuna decipiens* 12, *Virola obovata* 11, *Oenocarpus bataua* 10; las especies restantes contaron con menos de 6 individuos. Según el índice de valor de importancia (IVI) dominantes son: *Ireartea deltoidea* con 16.7, *Matisia malacocalyx* con 11.7, *Otoba glycyarpa* con 5.69, *Eschweilera coriacea*

y *Gustavia longifolia* con 5.01, *Viola obovata* con 3.68 (Ver Tabla I). *Ireartea deltoidea*, aparece como la especie más abundante con 50 individuos, mientras que en otras parcelas permanentes de 1 hectárea de los bosques amazónicos como en Quehueiriono está representado por 30 individuos (Cerón & Montalvo 1994) y Jatun Sacha por 107 (Neill et al. 1993).

En cuanto a los géneros más abundantes fueron: *Ireartea* con 50 individuos, *Matisia* 39, *Inga* 32, *Viola* 25, *Eschweilera* 20, *Otoba* 18 y *Protium* 17. De acuerdo al índice de valor de importancia el más dominante es *Ireartea* con 15.24, *Matisia* 12.13, *Viola* 7.8 y *Eschweilera* 5.9 (Ver Tabla II). En las parcelas de Quehueiriono y Jatun Sacha, fueron similares los géneros abundantes pero en la primera aparece *Miconia* y *Graffenrieda*, mientras que en la segunda el dominante es *Inga*.

De las familias más abundantes por el número de individuos fueron: *Arecaceae* con 66 individuos, *Lecythidaceae* y *Myristicaceae* con 49, *Bombacaceae* 45, *Mimosaceae* 38 y *Moraceae* 36; y por el IVI son: *Lauraceae* con 15.3, *Myristicaceae* 12.52, *Arecaceae* con 12.36, *Moraceae* 11.54, *Bombacaceae* 11.16 y *Myrtaceae* con 8.28 (Ver Tabla III). En las parcelas de Quehueiriono y en Jatun Sacha, la familia *Myristicaceae* tanto por el número de individuos como por el índice de valor de importancia, es muy representativa ya que en Quehueiriono se ubicó en primer lugar y en Jatun Sacha en cuarto; mientras que en nuestro estudio la familia *Myristicaceae* se ubicó en segundo lugar y la familia más representativa fue *Arecaceae*.

#### Diversidad

Dentro de los 643 individuos se registraron 41 familias, 127 géneros y 283 especies. Estos datos se encuentran dentro de los rangos reportados para los bosques amazónicos de colinas y superan a muestras de bosques aluviales de nuestra amazonía como Cuyabeno (Valencia et al. 1994) con 307 especies y 693 individuos; o Jatun Sacha B y C (Neill et al. 1993) y de países vecinos como Perú, Venezuela, Brasil y Bolivia, como los realizados en Neblina - Venezuela (Gentry 1988) que obtuvo 102 especies y 553 individuos. Además este trabajo es muy similar a lo reportado por Cerón & Montalvo (1994), en el Río Shiripuno, Provincia del Napo.

#### Especies del Dosel

Pocas especies tuvieron diámetros considerables y en cuánto a su altura superaron los 30 a 40m. *Ficus gomelleira* que fue el más grande en diámetro y alto, también alcanzaron grandes alturas *Calliandra* sp., (*Mimosaceae*), *Inga* (*Mimosaceae*), *Viola* cf. *duckei* (*Myristicaceae*) llegando alrededor de y un individuo que pertenecía a la familia *Rubiaceae*. El resto se encontró entre 5 y 20m de altura que también son muy importantes porque desempeñan funciones importantes como la regeneración de los bosques y proveen la clave para comprender la alta riqueza de especies y la diversidad genética en los bosques amazónicos (Valencia, R., et al. 1994).

## Conclusiones

A través de este estudio fue posible conocer la composición florística en una parcela de bosque en tierra firme. Los datos indican que la parcela es tan diversa como otras parcelas permanentes establecidas anteriormente en la Amazonía ecuatoriana, lo que confirma que la Amazonía noroccidental es una de las regiones más diversas del mundo.

Haciendo una comparación de nuestros resultados con los obtenidos en estudios similares realizados en Yasuní, encontramos que existe un grupo de especies que domina los bosques de esta región. Dentro de este grupo de especies muy comunes están: *Ireartea deltoidea* con 50 individuos, *Matisia malacocalyx* 35, *Otoba glycyarpa* con 17, entre otras. Esta homogeneidad implica una alta predictabilidad en la composición y estructura de los bosques de Yasuní (Pitman et al. 2001), sin embargo la información obtenida sigue siendo escasa y es necesario continuar con estudios para confirmar sobre la composición de los bosques.

## Agradecimientos

Agradecemos de manera especial a la Fundación Yasuní, ya que hizo posible la realización del proyecto. Al Herbario QCA y a su personal por facilitar el uso del mismo para la identificación taxonómica. A nuestros compañeros por su asistencia en las colecciones y revisión taxonómica.



## Referencias

- Balslev, H.; J. Luteyn; B. Ollgard & L. B. Holm-Nielsen. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botanica* 92: 37-57.
- Cerón, C. & C. Montalvo. 1994. Composición y estructura de una hectárea de bosque en la Amazonía Ecuatoriana - con información etnobotánica de los Huaorani. Pp. 153-172. En: Valencia, R. & Balslev, H. (eds.). 1997. *Estudios sobre diversidad y ecología de plantas*. Memorias del II Congreso de Botánica. Centro de Publicaciones de la PUCE, Quito. 289 pp.
- Duivenoorden, J.F.; H. Balslev; J. Cavalier; C. Grandez; H. Tuomisto & R. Valencia (eds). 2001. *Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonía noroccidental*. IBED, Universitet van Ámsterdam, Amasterdam. 21 pp.
- Gentry, A. 1988. Tree species richness of upper Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 85: 156-159.
- Neill, D.; W. Palacios; C. Ceron & L. Mejía. 1993. Composition and structure of tropical wet forest in Amazonian Ecuador: Diversity and edaphic differentiation. Association for Tropical Biology, Annual Meeting, Puerto Rico.
- Palacios, W.A. 1994. Composición, estructura y dinamismo de una hectárea de bosque en la reserva florística "El Chunchu". P.7 en Stallings, J.R. (ed). Simposio Científico del Componente de Investigación y Monitoreo del Proyecto SUBIR. CARE-INEFAN-USAID, Quito.
- Pitman, N.; J. Tedeorh; M.R. Silma; P. Nuñez; D. Neill & C. Cerón; et al. 2001. Dominant and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forest. *Ecology* 82 (8): 2101 - 2117.
- Romoleroux, K.; R. Foster; R. Valencia; R. Condit; H. Balslev & E. Losos. 1997. Árboles y arbustos (dap  $\geq$ 1cm ) encontrados en dos hectáreas de un bosque de la Amazonía ecuatoriana. En: Valencia, R. & Balslev, H. (eds.). *Estudios sobre diversidad y ecología de plantas*. Memorias del II Congreso de Botánica. Centro de Publicaciones de la PUCE, Quito. 289 pp.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25: 2-33.
- Sierra, R. (ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador. 110 pp.
- Valencia, R.; H. Balslev & G. Paz Y Miño. 1994. High tree alpha diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 3: 21-28.



# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Diversity and Structural Analysis of Aphylophorales of the Protected Forest "Mindo Lindo" Pichincha province, Ecuador.

Diversidad y análisis estructural de los Aphylophorales del Bosque Protector "Mindo Lindo", Prov. De Pichincha, Ecuador.

David Suárez-Duque

Escuela de Biología U. Central del Ecuador & Herbario  
Nacional del Ecuador (QCNE)  
hongosecuador@hotmail.com

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.338.1>

## **Diversity and Structural Analisis of Aphyllophorales of the Protected Forest "Mindó Lindo" Pichincha province, Ecuador.**

### **Resumen**

El proyecto se desarrolló en el Bosque de Mindo Lindo cerca de Quito, el cual pertenece a la formación vegetal del bosque húmedo premontano localizado entre la altitud de 1600 a 1800 m. La comunidad de hongos recolectada en "Mindó Lindo" está constituida por Agaricales en un 62% y de Aphyllophorales en un 37%. En la presente investigación sólo se evaluó la diversidad y el análisis estructural de los Aphyllophorales durante cinco meses en el año 2001 (Agosto a Diciembre) en diez cuadrantes de -10 x 10 metros - dentro del sotobosque. Se encontraron 132 individuos que representaban a 50 especies y 11 familias. La familia más importante fue Polyporaceae con 12 especies, pero Corticiaceae, podría estar en un futuro como la protagonista, si son revisadas las muestras por los especialistas del grupo. La distribución y abundancia de los hongos, depende de la "Cobertura Vegetal de Dosel", como resultado la abundancia de los hongos es menor en los claros del bosque. No se encontró una relación significativa entre la precipitación y la abundancia de Aphyllophorales.

### **Abstract**

The project was developed in Mindo Lindo, a premontane wet forest, near Quito. Of the total fungi collected in this area, 62% were Agaricales and 37% were Aphyllophorales. The diversity and structural analysis of Aphyllophorales was studied in ten plots -10 x 10 meters-, during five months from August through December in 2001-. A total of 132 specimens belonging to 50 species in 11 families. The most important family was Polyporaceae with 12 species, followed by Corticiaceae, which could become increasingly important with better identifications by specialists. It was found that the distribution and abundance of fungi depended on tree canopy cover, with less abundance in the forest gaps. A significant relationship between rainfall and Aphyllophorales abundance was not found.

### **Introducción**

El detrimento del bosque nublado del noroccidente del Ecuador, lleva a la pérdida de todos los actores dentro de un ecosistema: plantas (productores), animales (consumidores), bacterias y hongos (descomponedores), si a esto se suman problemas ambientales globales como lluvia ácida y efecto invernadero, se puede establecer que ciertas comunidades de la naturaleza son más frágiles que otras. Un grupo muy sensible a la influencia ambiental, es el de los macrohongos. Si a esto se el descuido por parte de los ecuatorianos en desarrollar investigaciones en pro del conocimiento y conservación de los macrohongos, no sólo de este sector sino de todo el país, los hongos resultan ser los individuos más frágiles del ecosistema.

Estudios relativos a la diversidad de la micobiota, han sido desarrollados en Ecuador, en gran parte por extranjeros (Dumont et al. 1978), resultando algunos inclusive en el hallazgo de nuevas especies (Nishida 1989). De los macrohongos, los más renombrados son los Agaricales o Setas -forma de paraguas-. Sin embargo existe un grupo mucho más diverso en su forma, los Aphyllophorales, que dentro de las comunidades fúngicas son los que mantienen sus cuerpos fructíferos por más tiempo (Alexopolus et al. 1996), pero recibiendo muy poca atención por parte de los micólogos y botánicos (Zalamea 2002). Las investigaciones relativas a comunidades fúngicas de Aphyllophorales en los trópicos son pocas. El presente trabajo se fundamentó en las investigaciones de Lodge & Cantrell (1994), Lindblad (2001) y Zalamea (2000), en las que se analizan la influencia que la variación espacio temporal y el estado de sucesión de la vegetación tienen en la comunidad de macrohongos. La presente investigación trató de recoger, adaptar y unificar aspectos metodológicos de las investigaciones antes mencionadas, para determinar la diversidad y la estructura de la comunidad de los Aphyllophorales del Bosque Protector Mindo Lindo.

## Materiales y Métodos

Mindo Lindo se encuentra en el kilómetro 79 de la carretera Calacalí - La Independencia, políticamente pertenece a la parroquia de Mindo del cantón Los Bancos en la provincia de Pichincha de Ecuador. Las coordenadas geográficas son 78°46' W y 00°01' S, con un rango altitudinal de 1600-1800 m. Es una reserva de propiedad de la Familia Peñafiel-Burnsehike, dedicada a la conservación, educación e investigación, este bosque está en recuperación desde hace aproximadamente 17 años. Como unidad de muestreo, se definió a los basidiomas de Agaricales, los carpóforos de Aphylophorales y a los Gasteromycetes. Estos hongos se colectaron dentro del sotobosque -hasta 2 m de alto- en diez cuadrantes de 10x10 m. durante los meses de Agosto a Diciembre del 2001, cubriendo parte de la temporada lluviosa y seca. Los sustratos donde fueron colectados los cuerpos fructíferos se marcaron con una cinta plástica naranja, para su revisión mensual.

De cada cuadrante, se graficó un "Perfil horizontal" de la comunidad de hongos, en hojas de papel milimetrado a escala 1:100. De esta manera cada individuo encontrado tuvo una ubicación en coordenadas cartesianas (x,y); obteniéndose datos de cada mes, que fueron sobrepuestos en AutoCAD 2002, logrando al final un estudio de perfiles horizontales de la estructura espacio-temporal de la comunidad fúngica. Para identificar la relación de la cobertura con la comunidad fúngica, se las ubicó según coordenadas (x, y), y se midió el tamaño de la ramificación -diámetro de copa- de los árboles que tenían un DAP > 10 cm. Este gráfico del perfil horizontal de la cobertura vegetal se sobrepuso al de los Aphylophorales.

El tratamiento de las muestras de los hongos se la realizó en dos fases: colección e identificación. Las colectas de los cuerpos fructíferos de los Aphylophorales y el resto de macrohongos se hizo en fundas de papel con los siguientes datos: color, tamaño, forma, sustrato, tipo de pudrición, datos ecológicos y fotografía a color del hongo. El secado de las muestras se realizó en el Herbario Nacional del Ecuador QCNE. El material traído a QCNE fue sometido a pruebas químicas con KOH, Floxina, Reactivo de Mezler y Azul de algodón y posteriormente se realizaron cortes para observar las características microscópicas y compararlas con los especímenes de la colección y las referencias bibliográficas. Las muestras se depositaron en el herbario QCNE, y con duplicados disponibles para intercambio.

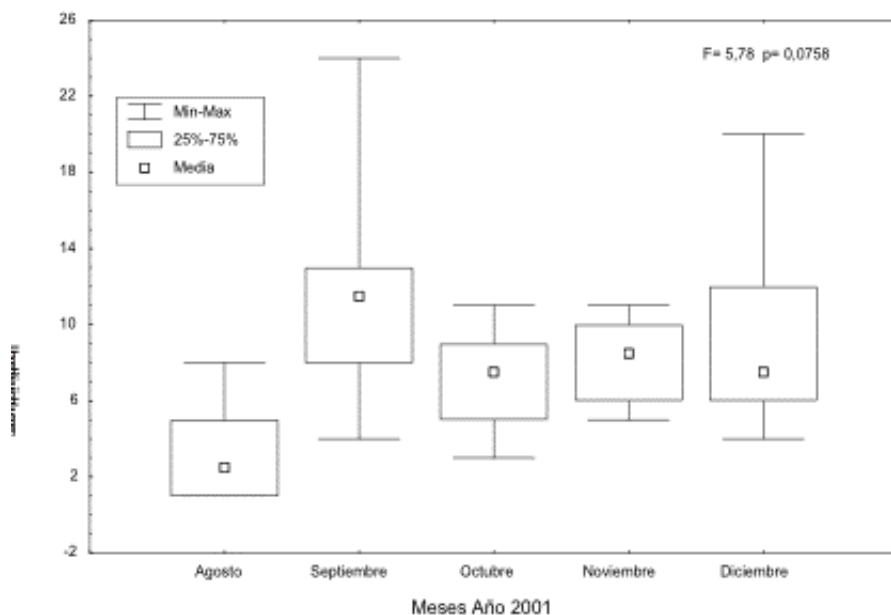
## Resultados y Discusión

Abundancia General Se encontró 385 individuos de Agaricales, Aphylophorales y Gasteromycetes, en los cinco meses, en los diez cuadrantes. De los grupos muestreados, los Agaricales presentaron el mayor porcentaje de individuos - 62%- durante los 5 meses de análisis. Septiembre fue el mes más productivo con 113 individuos, y el acumulado del cuadrante No 5 con 62 individuos ([Tabla 1]).

Cuadrante	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1	0	11	9	10	4	34
2	5	8	11	11	9	44
3	0	8	10	5	4	27
4	4	13	7	5	6	35
5	8	24	7	11	12	62
6	1	4	3	6	8	22
7	3	5	5	6	6	25
8	5	12	4	8	13	42
9	2	12	8	10	7	39
10	2	16	8	9	20	55
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>113</b>	<b>72</b>	<b>81</b>	<b>89</b>	<b>385</b>

**Tabla 1. Abundancia de los hongos por mes y cuadrante**  
**Table 1. Fungi abundance per month and plot.**

En la comunidad de hongos, la abundancia fluctuó mensualmente (Figura 1);  $F = 5,78$   $p = 0,075$ ). Por esta razón durante el muestreo, se encontró por mes, un promedio de 77 (+ 30.37) individuos, que fluctuó con un máximo de 113 y un mínimo de 30 individuos por las características climáticas y la fenología de las especies. En cada cuadrante se estimó un promedio de 7.3 (+ 4.65) individuos y se estimó un promedio acumulado de 38.5 (+ 12.85) hongos por cuadrante. Se observó que variaba la abundancia de hongos de la micobiota de los cuadrantes, debido a la particularidad en cobertura y pendiente de cada uno.



**Figura.1 Fluctuación de los individuos encontrados de Agaricales, Aphyllophorales y Gasteromycetes**  
**Figure 1. Individual fluctuation found at Agaricales, Aphyllophorales and Gasteromycetes.**

**Abundancia de Aphyllophorales** La abundancia durante los 5 meses, osciló entre 19 y 36 individuos, con un promedio de 26.2 (+ 8.02) individuos. Se considera que un solo individuo de los Aphyllophorales puede formar varios cuerpos fructíferos en el mismo tronco "sustrato" inclusive consume más de 2m<sup>2</sup> o más del sustrato, eso sin contar con toda la degradación interna del tronco que realiza el micelio.

Las fluctuaciones en las poblaciones de Aphyllophorales, son menos notorias que la de los Agaricales, por las características de los cuerpos fructíferos de Aphyllophorales, de resistir más tiempo en el ambiente sin deteriorarse.

**Análisis Estructural** Las poblaciones de hongos (Agaricales, Aphyllophorales y Gasteromycetes) dentro de cada cuadrante tienen una dispersión en agrupaciones o núcleos ( $S^2 > X$ ). Esto demuestra una interacción positiva de los individuos (Franco et al. 1985) que es influenciada por la acumulación de la materia orgánica, en descomposición - recurso indispensable para los hongos-. Aunque, no se logró establecer un patrón, fue notorio durante el trabajo de campo, que las agrupaciones de hongos estaban influenciados por la pendiente del terreno. Por estas variaciones topográficas el material orgánico -hojarasca- por acción de la lluvia y la erosión es arrastrado a sitios más planos, formando agregaciones de la comunidad de hongos.

**Relación con la Cobertura**

En los cuadrantes se detectaron 330 individuos de Agaricales, Aphyllophorales y Gasteromycetes, de los cuales el 78.18% estaban dentro de la cobertura vegetal, ofrecida por los árboles (> a 10 cm. de DAP) y el 21.72% (+ 0.35) estaban fuera. Considerando los resultados de los análisis estadísticos, la cobertura vegetal influye de igual manera en ambos grupos de hongos, dando lugar a que la mayoría -

78.3 % - de hongos encontrados estén adaptados a la cantidad de luz y sombra del sotobosque. No hay una relación estadísticamente significativa de la abundancia de hongos y cobertura vegetal, obtenida de la fórmula  $CV = \pi ab$  -en donde a y b son longitud de las ramas más grandes- ( $r^2 = 0.232$ ).

Los hongos no compiten por la luz, como las hierbas y otras plantas pioneras al apareamiento de claros - gaps - (Smith 1995), pero si aumentan por el impacto producido en la caída de los árboles, ya que son los encargados de degradar la materia orgánica de los árboles caídos y regresar los nutrientes al ecosistema. A la variación espacio-temporal de la comunidad, se conoce con el nombre de parcelación (Krebs 1985). En el caso de la micobiota, este fenómeno se daría por el afloramiento de hongos y la dependencia al sustrato que degradan, y se ve influenciada por la topografía del terreno, factores fisiológicos - estructura, cobertura vegetal - del bosque o factores climáticos - lluvia, temperatura -. Por eso se consideró a la comunidad de hongos como una comunidad de no-equilibrio que cambia de acuerdo a la época climática "estaciones" y la dinámica del bosque. Este análisis es necesario manejarlo con cuidado, y se debe hacer hincapié en que la parcelación se basaría en el apareamiento de nuevos individuos y no solo de fenología -apareamiento de cuerpos fructíferos-.

La cobertura vegetal del dosel ayuda al desarrollo de los cuerpos fructíferos de los hongos, ya que la luminosidad del sol entra desde los lados (Smith 1995), y no desde arriba hacia el sotobosque, disminuyendo el impacto de la intensidad de los rayos solares. Gracias a esto se podría desarrollar técnicas para el manejo de los hongos dentro del bosque "productos forestales no maderables", y como consecuencia se evita la tala de bosque y se apoya a la conservación.

#### Diversidad

Durante los cinco meses de muestreo en los 1000 m<sup>2</sup> se encontraron 142 individuos de Aphylophorales, representados en 11 familias y 50 especies ([Tabla 2]), este número de especies es cercano a las 70 especies encontradas en un bosque alto andino de 30 años de recuperación (Zalamea 2000).

No	FAMILIA	Individuos	Especies
1	CORTICIACEAE	45	8
2	POLYPORACEAE	24	12
3	CORIOLACEAE	21	11
4	STERACEAE	17	5
5	HYMENOCHAETACEAE	13	5
6	PODOSCYPHACEAE	5	3
7	THELEPHORACEAE	3	1
8	CLAVARIACEAE	2	2
9	ALEURODISCACEAE	1	1
10	GANODERMATAACEAE	1	1
11	SEPTOBASIDACEAE	1	1
	<i>Individuos marcados</i>	10	
	<b>TOTAL</b>	<b>142</b>	<b>50</b>

**Tabla 2. Familias encontradas**  
**Table 2. Families found.**

Las familias Polyporaceae y Corticiaceae, fueron las más importantes dentro de la comunidad de Aphylophorales del sotobosque de Mindo Lindo -considerando la diversidad relativa-. En la comunidad de Aphylophorales las distribuciones de frecuencias son muy poco equitativas, con muchas especies "raras" - un solo individuo- y unas pocas especies "dominantes", esto concuerda con lo hallado en otras investigaciones (Zalamea 2000; Lindbland 2001). Es necesario aclarar que, para analizar la diversidad y abundancia de la comunidad fúngica se tomó en cuenta los cuerpos fructíferos de los Aphylophorales. Se consideró además que las fluctuaciones durante los meses de muestreo están dadas por la fenología

de la especie que esta influenciada por factores ambientales. (Dix & Webster 1985). Por lo que no se ha hecho mucho hincapié en los cambios de abundancia ni diversidad durante cada mes, porque en los sustratos pudieron encontrarse los hongos, pero no fueron tomados en cuenta en la encuesta respectiva por carecer de cuerpo fructífero.

Índice de Diversidad de Simpson (IDS)

El Índice de Diversidad de Simpson (IDS) fue de 31.87 para 50 especies; esto indica que la comunidad de Aphyllophorales en este bosque se encuentra sobre el valor de medianamente diverso (Anexo, Tabla IV). Se excluyo a toda la familia Corticiaceae - por la dificultad que existió en su identificación y por ser la familia más abundante-, y se obtuvo un IDS de 28.54 para 41 especies. Los Aphyllophorales se mantuvieron sobre el valor de medianamente diverso. Aunque se mantiene el nivel de la diversidad, excluyendo a Corticiaceae, esta familia no deja de ser la más importante dentro de la micobiota de los bosques tropicales (Lindbland 2001). Basado en los resultados obtenidos se afirma que la comunidad de Aphyllophorales del Bosque protector Mindo Lindo durante los meses de Agosto a Diciembre del 2001 se encuentra sobre el valor de medianamente diverso, pero el número de especies podría aumentar al perfeccionar las determinaciones taxonómicas inclusive, con la posibilidad de encontrarse especies nuevas.

Sustratos y Pudrición de Madera

No hay una relación estadísticamente significativa entre el Volumen de madera (m<sup>3</sup>) y la abundancia de hongos ( $r^2=0.166$ ). Esto se debe a que los hongos encontrados no solo degradan madera sino también hojarasca y ramas pequeñas (> 2.5 cm. de diámetro) y por supuesto troncos (> 10 cm. de diámetro). La mayoría de hongos que se encontró estaban sobre ramas "Humícolas" (> 2.5 cm. de diámetro), muy pocos en troncos "Lignícolas" (> 10 cm. de DAP). Además se halló tres individuos atacando las raíces y la parte inferior del tronco que soportaba un "matapalo" de *Clusia* (Clusiaceae), llegando inclusive uno de ellos a caer durante el trabajo de campo por la degradación producida por el hongo en las raíces del árbol. El tipo de pudrición de la mayoría de hongos encontrados fue la pudrición blanca, que degrada celulosas como lignina y que se observa como fibras blancuzcas. (Dix & Webster 1995; Zalamea 2002).

Para mantener constantes los ciclos de los nutrientes, los hongos tienen que ir degradando los sustratos y hasta que no terminen de degradar, todo permanecerá en este sustrato, en ocasiones con un cuerpo fructífero visible y en otras no (fenología); para luego migrar a otro sustrato por medio de las esporas. Por estas razones, fueron notorias las oscilaciones de la abundancia, por el apareamiento de nuevos individuos durante el muestreo. Es necesario tomar en cuenta que la diversidad y análisis estructural de la micobiota que se presenta, podría cambiar después de unos años, según la dinámica del bosque.

Los resultados demuestran la necesidad de investigaciones más detalladas sobre los macrohongos del Ecuador, tanto en aspectos como Ecología, Fenología y Composición de la micobiota y taxonomía, se sustentan con los resultados obtenidos, "nada aún esta dicho". Es importante tener más información sobre los descomponedores de materia orgánica de nuestros bosques, de esta manera se entenderá mucho mejor a los ecosistemas.

## Agradecimientos

A David Neill, Mercedes Asanza, Tatiana San Juan, Ximena Aguirre y a todo el personal del Herbario Nacional de Ecuador (QCNE), por su apoyo, y por condescenderme la Beca "Elizabeth Neill", que permitió el desarrollo de este proyecto. A los especialistas Ewald Langer, Roman Kuetter, Fernando Fernández, Mitzi Campo Agüero, Thomas Læssøe, por el material para el desarrollo del trabajo de laboratorio, literatura, apoyo, sugerencias, y revisión de los especímenes, respectivamente.

## Referencias

- Alexopolus, C.; C. Mims & M. Blacwell. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons. Inc.
- Dix, N. & J. Webster. 1995 *Fungal Ecology*, Chapman & Hall, Estados Unidos
- Donk, M. 1971. Multiple Convergence in the Polyporaceae. Pp. 393-422. En: R. Petersen. *Evolution in the Higer Basidiomycetes*. University of Tennessee Press, Knoxville, TN.

- Dumon, K., Buritica, P. & E. Forero. 1978. Los Hongos de Colombia I, Introducción *Caldasía* Vol. XII, No. 57.
- Harmon, M.; E. Whigham; D. Sextio & I. Olmsted. 1995. Decomposition and mass of woody detritus in the dry tropical forest of the northeastern Yucatan Peninsul, Mexico, *Biotropica* 2: 305-316
- Hedger, J.; D. Lodge; G. Dickson; H. Gitay; T. Laessoe. & R. Watling. 1995. To The Bms Expedition Cuyabeno Ecuador: And Introduction *Mycologist* vol.9, Part 4.
- Lindbland, I. 2001. Diversity of poroid and some croticioid wood-inhabiting fungi along the rainfall gradient in tropical forests, Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 17: 353-369. University Press
- Lodge, J. & S. Cantrell 1995. Fungal communities in wet tropical forests: variation in time and space. *Can. J. Bot.* 73 (Suppl.1): 1391-1398
- Krebs, C. 1985. Ecología, Análisis Experimental de la Distribución y Abundancia. Ediciones Pirámide S.A. Madrid.
- Nishida, F. 1989. Review of Mycological Studies in the Neotropics. En: Campbell, D. & D. Hammons. (eds.) *Floristic Inventory of Tropical Countries. The Status of Plant Systematics, Collections and Vegetation; plus. Recommendations for the future.* New York Botanical Garden 1989.
- Zalamea, M. 2000 *Estudio de la comunidad de hongos lignícolas en dos estadios sucesionales de un bosque altoandino.* Trabajo de grado. Biología. Universidad Nacional de Colombia
- Zalamea, M. 2002. Guía para recolectar hongos, macromicetos del orden Aphyllophorales. En Perez (Ed.) *Arbelaezia* No. 13, Febrero 2002, Colombia





# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Floristic distribution of the montane cloud forest at the Tapichalaca reserve, Cantón Palanda, Zamora province.

Distribución florística del bosque de neblina montano en la Reserva Tapichalaca, Cantón Palanda.  
Provincia de Zamora.

Milton Vinicio Uday Patiño<sup>1\*</sup> & Rainer Bussmann<sup>2</sup>

1. Herbario "Reinaldo Espinosa" -LOJA-, Loja,  
Ecuador, email: [ingviniouday@hotmail.com](mailto:ingviniouday@hotmail.com),

2 Harold L. Lyon Arboretum, University of Hawaii at  
Manoa. 3860 Manoa Rd. Honolulu, HI 96822, USA, email:  
[bussmann@hawaii.edu](mailto:bussmann@hawaii.edu).

\*autor para correspondencia

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.339.1>

## Floristic distribution of the montane cloud forest at the Tapichalaca reserve, Cantón Palanda, Zamora province.

### Resumen

Durante mayo del 2002 y marzo del 2003, se determinó la composición florística arbórea en siete altitudes dentro del rango altitudinal 1800-2800 m (1850, 2000, 2150, 2300, 2450, 2600 y 2750 m), en cada altitud se hizo un muestreo de 0.15 ha, que corresponden a tres parcelas de 50 x 10 m (500 m<sup>2</sup>). Se encontró 852 individuos, comprendidos en 52 familias, 107 géneros y 192 especies. El mayor número de géneros tiene la familia Rubiaceae; el género que presenta mayor diversidad de especies es *Miconia*. Las familias más ricas son Melastomataceae, Rubiaceae y Lauraceae. Las especies ecológicamente más importantes son diferentes en cada una de las altitudes y la estructura del bosque se presenta con muchos árboles delgados y pocos gruesos dispersos, con individuos de diámetros menores a 30 cm. Palabras clave: Composición florística, rango altitudinal, estructura.

### Abstract

A floristic survey was conducted along the altitudinal gradient of Reserva Tapichalaca from May 2002 to March 2004. The floristic composition of the mountain forest was determined on seven altitudinal levels between 1800-2800 m (1850, 2000, 2150, 2300, 2450, 2600 y 2750 m). At every level, a sample of 0.15 ha, divided in three plots of 50 x 10 m (500 m<sup>2</sup>) each was taken. 852 plant specimens of 52 families, 107 genera and 192 species were encountered. The main number of genera belonged to the Rubiaceae. The most species rich genus was *Miconia* (Melastomataceae). The most species rich families were Melastomataceae, Rubiaceae and Lauraceae. The ecologically most important species change with altitude. Generally, the forests studied consists of small trees with a diameter of mostly less than 30 cm at breast height. Key words: Floristic composition, altitudinal range, structure.

### Introducción

La información generada sobre la ecología de los bosques montanos en la gradiente altitudinal 1800-2800 m y su relación con el hombre es escasa, especialmente en la región Sur del Ecuador, donde la población por tradición ha utilizado este ecosistema como fuente de generación de ingresos a partir de la extracción y comercialización de madera y actividades agropecuarias.

Según Sentir (2002), en el bosque de neblina montano, cada excursión produce nuevos descubrimientos para la ciencia, no solo nuevas especies, sino géneros y familias completas. Se desconoce las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción por lo que, es de primordial importancia emprender con estudios vinculados a la realidad florística y ecológica de cada sitio.

Estudios realizados en el bosque de neblina Laguna Verde de Bolivia, en altitudes de 2400 a 2700 m, en una superficie de 0.2 ha el estrato arbóreo está formado por 22 especies (Ibisch et al. 2001); mientras que en el bosque de neblina montano en San José de Minas Pichincha-Ecuador a 2800 m, en los cerros el Mirador y San Lorenzo se registraron 47 y 46 especies respectivamente (Cerón et al. 1998). Otro estudio realizado en cuatro parcelas permanentes de 1 ha entre 2700 y 3300 m de elevación, dos de éstas en el norte y dos en el sur del Ecuador, demostraron que la riqueza de árboles resultó ser mas alta en el sur con valores de 90 y 75 especies respectivamente (Gálvez 2000).

En toda el área de muestreo se registró 192 especies diferentes. Se determinaron los parámetros ecológicos, donde las familias más diversas, dominantes y de importancia ecológica son Rubiaceae, Melastomataceae y Lauraceae. Adicional se cuantificó la regeneración natural de las especies arbóreas.

## Métodos

La investigación se desarrolló en la Reserva Tapichalaca de la Fundación "JOCOTOCO", ubicada en el Sector Tapichalaca, Parroquia Valladolid, Cantón Palanda, Provincia de Zamora Chinchipe -Ecuador-, aproximadamente a 80 km en la vía Loja-Zumba, límite sur del Parque Nacional Podocarpus. Las coordenadas UTM en las que se encuentra la Reserva son: Norte: 700740 E; 9506242 N; Sur: 708392 E; 9501572 N; Este: 710350 E; 9503724 N y Oeste: 703540 E; 9505370 N. Tiene una superficie aproximada de 1462 hectáreas. De acuerdo a la Propuesta Preliminar del Sistema de Clasificación de vegetación para el Ecuador Continental realizada por Sierra et al. (1999), el sector pertenece a la formación natural de bosque de neblina montano, entre una altitud de 1800-2800 m.

Se aplicó la metodología de transectos a favor de la pendiente. Las parcelas fueron de 10 X 50 m para los árboles y dentro de ésta se instaló una subparcela de 2 X 50 m para contabilizar la regeneración natural. Las especies analizadas fueron de 10 cm de DAP en adelante, se colectó las muestras botánicas que no fue posible su identificación en el campo, éstas reposan en el Herbario LOJA.

Para el análisis de resultados se calculó los parámetros ecológicos en base a las fórmulas propuestas por Aguirre & Aguirre (1999). Para analizar la similitud de la vegetación se utilizó las fórmulas propuestas por Lamprecht (1990) y para estudiar la regeneración natural de la vegetación arbórea se calculó la frecuencia y abundancia de las especies.

## Resultados

### Composición florística

En el bosque de la Reserva Tapichalaca se registraron 52 familias, 107 géneros y 192 especies.

Las familias que presentan mayor número de géneros son Rubiaceae con 11, Lauraceae y Melastomataceae con siete, Asteraceae con seis, Euphorbiaceae y Moraceae con cinco, Araliaceae, Clusiaceae, Meliaceae y Myrtaceae con tres.

El género *Miconia* presenta el mayor número de especies (12); *Clusia*, *Weinmannia*, *Ficus*, *Psychotria* cinco especies; *Ilex*, *Cecropia*, *Hedyosmun*, *Nectandra*, *Persea* cuatro especies y otros géneros con uno a tres especies.

### Distribución florística

En la figura uno se observa la composición florística de acuerdo a la gradiente altitudinal es diferente. En toda el área existen 52 familias, 107 géneros y 192 especies. En la franja altitudinal 1850 m, existen 24 familias (46.2 %), 38 géneros (35.5 %) y 46 especies (24 %); mientras que entre 2000-2150 y 2300 m, aparentemente la composición florística no varía, a pesar que el número de familias es diferente, el número de géneros se mantiene entre 40 % y el número de especies es igual en las tres altitudes (54 que representa el 28 %). A 2450 m, la composición disminuye, para nuevamente incrementarse en dos familias, cinco géneros y cinco especies a 2600 m. A 2750 m., la composición florística se reduce notablemente abarcando solamente el 30.8 % del total de familias, 18.7 % de géneros y 16.7 % de especies.

### Distribución florística por rango altitudinal

A 1850 m. existen seis familias en las que se agrupa la mayor cantidad de géneros, entre éstas se pueden citar Rubiaceae con seis, Melastomataceae con cuatro, Clusiaceae y Moraceae con tres y con dos géneros Cyatheaceae y Lauraceae.

En los 2000 m., la familia Rubiaceae ocupa el primer lugar con cinco géneros, seguida por Lauraceae con cuatro, Clusiaceae, Melastomataceae y Moraceae con tres especies y Cecropiaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae y Myrtaceae con dos.

En 2150 m, existen un total de 32 familias, de las cuales Meliaceae aparece con tres géneros, mientras que 10 familias que significan el 31.2 % están representadas por dos géneros y el 65.6 % o 21 familias por un solo género. Con relación a los géneros, de 44 existentes a ésta altitud, 10 están representados por dos especies y el resto (34) por una sola especie.

A 2300 m existen 25 familias, entre la que se destaca Lauraceae con cuatro géneros, Euphorbiaceae y Rubiaceae con tres, seguidamente se encuentran nueve y 13 familias con dos y un género respectivamente. De los 41 géneros existentes en ésta altitud se observa que *Miconia* mantiene el mayor número de especies (cuatro), seguido por *Cecropia* y *Nectandra* con tres, existen

seis géneros con dos especies y 32 con una sola especie.

En 2450 m, las familias Melastomataceae y Lauraceae presentan el mayor número de géneros cuatro y tres respectivamente, seguido están cinco familias con dos especies y 14 con una especie. El género más numeroso en especies es *Oreopanax* con tres especies.

En los 2600 m, existen 23 familias, de las cuales Euphorbiaceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Myrtaceae están representadas por tres géneros, seis familias con dos y las familias restantes (13) con un género. *Miconia* se destaca con cuatro especies, *Clethra* y *Weinmannia* con tres, *Clusia*, *Guarea*, *Myrsine* y *Ruagea* con dos.

Finalmente, a 2750 m, de las 16 familias existentes, cuatro de ellas (Asteraceae, Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae) están representadas por dos géneros y las restantes con un género. El género más numeroso en especies es *Miconia* con cuatro especies, seguido por *Weinmannia* y *Myrsine* con tres, cinco géneros están representados por dos especies y 12 únicamente una especie.

Especies características por rango altitudinal

Las especies características en cada franja altitudinal son diferentes. Por ejemplo *Tabebuia chrysantha*, *Chrysoclamys membranacea*, *Miconia quadripora* y *Tibouchina lepidota* se encuentran únicamente en la franja 1850 m. En la franja 2000 m, se ubican *Inga extra-nodis*, *Meriania* cf. *hexamera*. A 2150 m, de altitud son; *Cedrela montana* y *Clethra revoluta*. En la franja altitudinal 2300 m, aparece *Persea* cf. *rigens*. A 2450 m, se encuentran *Guarea pterorhachis* y *Hyeronima asperifolia*. A 2600 m se hallan *Critoniopsis pycnantha*, *Miconia obscura* y *Panopsis ferruginea* y a 2750 m, *Graffenrieda harlingii*, *Miconia calvescens*, *Piptocoma discolor* y *Weinmannia* cf. *glabra*.

Parámetros ecológicos

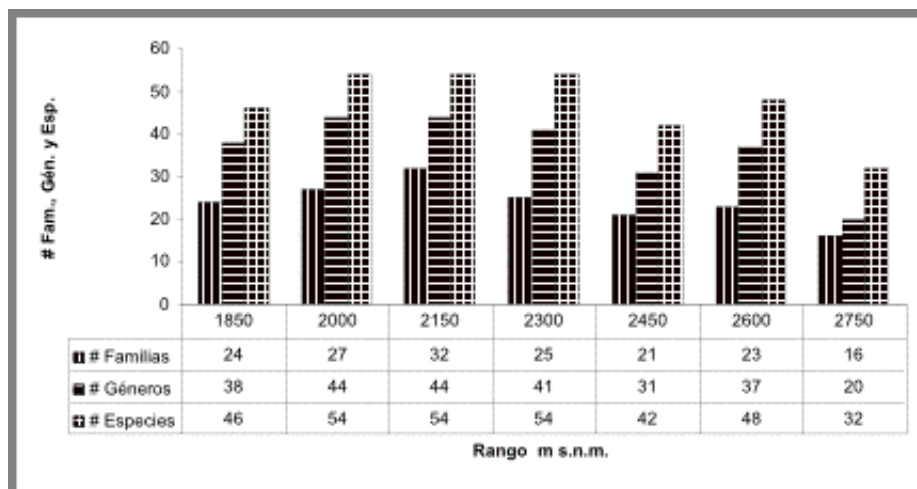


Figura 1. Distribución altitudinal de la composición florística en el bosque de la Reserva Tapichalaca, 2002.

Figure 1. Altitudinal distribution of floristic composition at the Reserva Tapichalaca

Diversidad relativa por familia y piso altitudinal

La diversidad por familia no presenta variación considerable de acuerdo a la altitud, es así que a 1850 m existen 46 especies arbóreas, de las cuales ocho pertenecen a la familia Rubiaceae con una diversidad relativa de 17.39 %, que la convierte en la familia más diversa a ésta altitud. A los 2000 m existen 54 especies, de éstas, siete pertenecen a la familia Rubiaceae con diversidad relativa de 12.96 %. En los 2150 m el número de especies se mantiene en 54, pero la diversidad relativa de 7.40 % con cuatro especies pertenece a la familia Meliaceae. A 2300 m el número de especies es igual que en las franjas 2000 y 2150 m, pero la familia Lauraceae es la más diversa con 16.67 % de diversidad relativa y nueve especies. A 2450 m disminuye la diversidad a 42 especies y a partir de ésta altitud, la familia más diversa es Melastomataceae con cinco especies a 2450 m seis especies a 2600 m y cinco especies a 2750 m, de altitud (Figura 1).

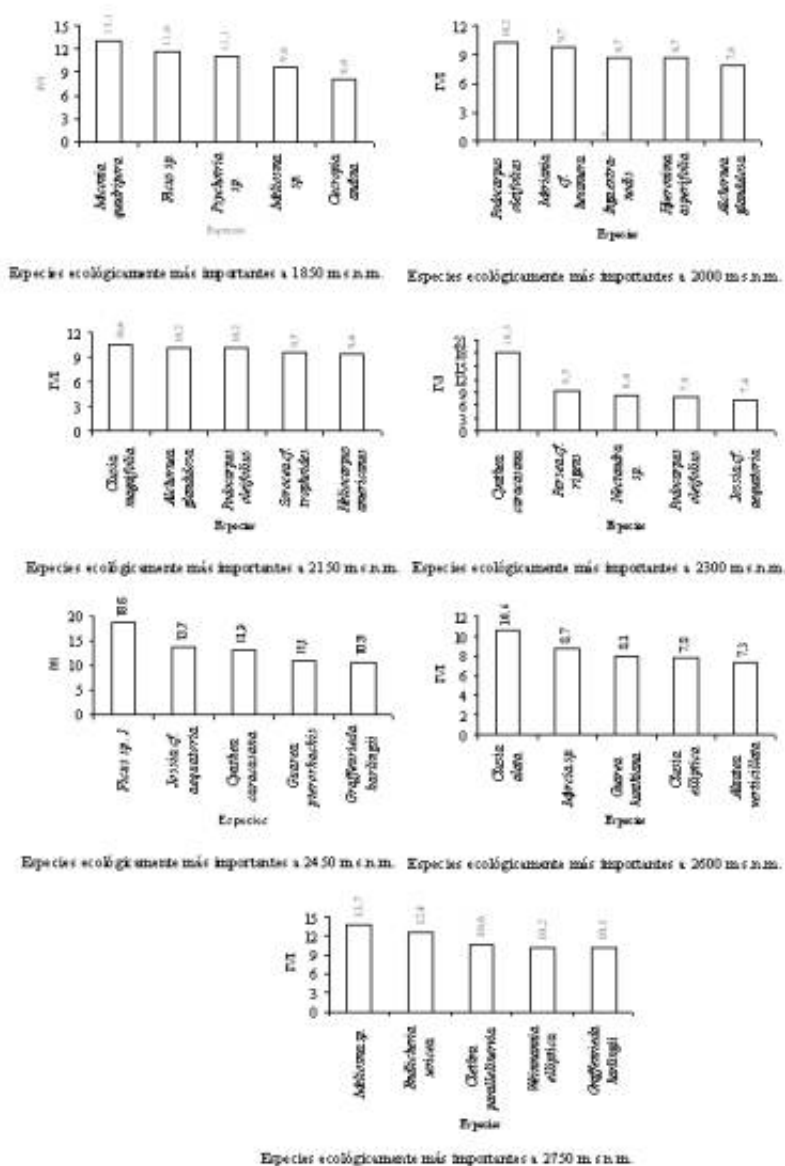


Figura 2. Especies ecológicamente más importantes en cada rango altitudinal en el bosque de la Reserva Tapichalaca, 2002.

Figure 2. Important species in each altitudinal range survey at Reserva Tapichalaca.

#### Índice de valor de importancia

En la figura dos se observa que a 1850 m, la especie de mayor importancia ecológica es *Miconia quadripora* Wurdack con IVI de 13.1 %, la misma que a 2000 m es reemplazada por *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb. con IVI de 10.2 %; a 2150 m la especie más importante ecológicamente es *Clusia magnifolia* Cuatrec. Con IVI de 10.6, a 2300 m es *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin con 18.3 de IVI; a 2450 m la especie de mayor importancia ecológica es *Ficus* sp. 1 con IVI de 18.6, a 2600 m de altitud es *Clusia alata* Triana & Planch. con 10.6 de IVI y a 2750 m, la mayor importancia ecológica es para *Meliosma* sp. y *Endlicheria sericea* Nees con IVI de 13.7 y 12.4 respectivamente (Figura 2).

#### Afinidad de la vegetación

Las franjas analizadas en el rango 1800-2800 m, tanto desde el punto de vista florístico como desde el punto de vista de las dominancias, presentan valores por debajo del 50 %, por lo que no se observa

afinidad alguna.

Estructura del bosque

Distribución diamétrica de los individuos de acuerdo a la gradiente altitudinal

La figura tres demuestra que entre 1850, 2000 y 2300 m únicamente existen dos, ocho y seis individuos con diámetros que van de 40-50 cm (clase diamétrica IV), a 2450 m se observa un solo individuo en la clase diamétrica V y finalmente entre 2600 a 2750 m no existen individuos en las clases IV y V, con lo que se puede comentar que existe mayor abundancia de árboles en las primeras dos clases diamétricas (10-30 cm), posiblemente ésta característica del bosque sea por la intervención del hombre para la extracción de madera, el establecimiento de pastizales, por cambios naturales como derrumbes que son muy frecuentes en la zona. La tendencia estructural de "J" invertida es típica de los bosques naturales jóvenes o en proceso de recuperación.

Regeneración natural

La variación en la abundancia de las especies de regeneración natural de acuerdo a la gradiente altitudinal 1800-2800 m es notable. A 1850 m la especie más abundante es *Faramea miconioides* Standl. con 16.13%. A 2000 m de altitud aparece *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) Triana con 9.74 % de abundancia; a los 2150 m *Miconia capitellata* Cogn. es la más abundante con 11.02 %, ésta a 2300 m es sustituida por *Clusia latipes* Planch. & Triana con abundancia de 11.38 %. A 2450, 2600 y 2750 m de altitud las especies más abundantes son *Jossia* cf. *aequatoria* Steyerem. con 10.34 %; *Axinaea* sp. con 12.59 % y *Myrsine andina* (Mez) Pipoly con 10.48 % respectivamente. Como se puede notar que a medida que se incrementa la altura sobre el nivel del mar, la distribución de las especies de regeneración natural es diferente y poco a poco van apareciendo las especies propias de las alturas.

## Discusión

Al analizar y comparar los estudios realizados al sur del país Gálvez (2000) y Ordóñez (2000) en el bosque de la Estación Científica San Francisco (ECSF), en el que registraron 74 y 81 especies y el estudio realizado Yangana sector Nudo de Sabanilla Madsen (1989); citado por Sánchez & Rosales (2002), registró 90 especies, lo que significa que el bosque de la Reserva Tapichalaca es más diverso que el bosque tropical de montaña no perturbado de la (ECSF) y que el bosque de Yangana. Probablemente por encontrarse en una zona de transición.

Los bosques montanos son bosques bastante diferenciados florísticamente de los demás, predominando la familia Lauraceae, la mitad de las cuales están sin clasificar y muchas de ellas desaparecen sin dejar huella de su existencia (Sentir 2002). Lauraceae es la familia de plantas leñosas más rica en especies en todos los bosques andinos entre 1500 y 2900 m de elevación, seguida de Melastomataceae y Rubiaceae Gentry (1995), ésta aseveración se confirma en el presente estudio, donde efectivamente las familias más diversas son Melastomataceae y Rubiaceae que se ubican al mismo nivel con 20 especies cada una y seguidamente se encuentra Lauraceae con 17 especies.

En el bosque de la Reserva Tapichalaca, algunas familias se hallan con una distribución altitudinal muy definida como el caso de Annonaceae, Grossulariaceae y Monimiaceae que únicamente se encuentran en la franja baja 1850 m. Acanthaceae se localiza en la franja media 1300 m. Gentianaceae en la franja alta 2600-2800 m, pero también existen otras familias cuya distribución altitudinal es a través de toda el área de estudio 1800-2800 m, como es el caso de Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae, Asteraceae y Moraceae.

La distribución diamétrica en el bosque de Tapichalaca tiene la tendencia de "J" invertida (Figura 3), característica de los bosques naturales jóvenes o en proceso de recuperación. Además, ésta característica estructural revela que este bosque ha tenido algún tipo de intervención humana y consecuentemente se encuentra en proceso de recuperación.

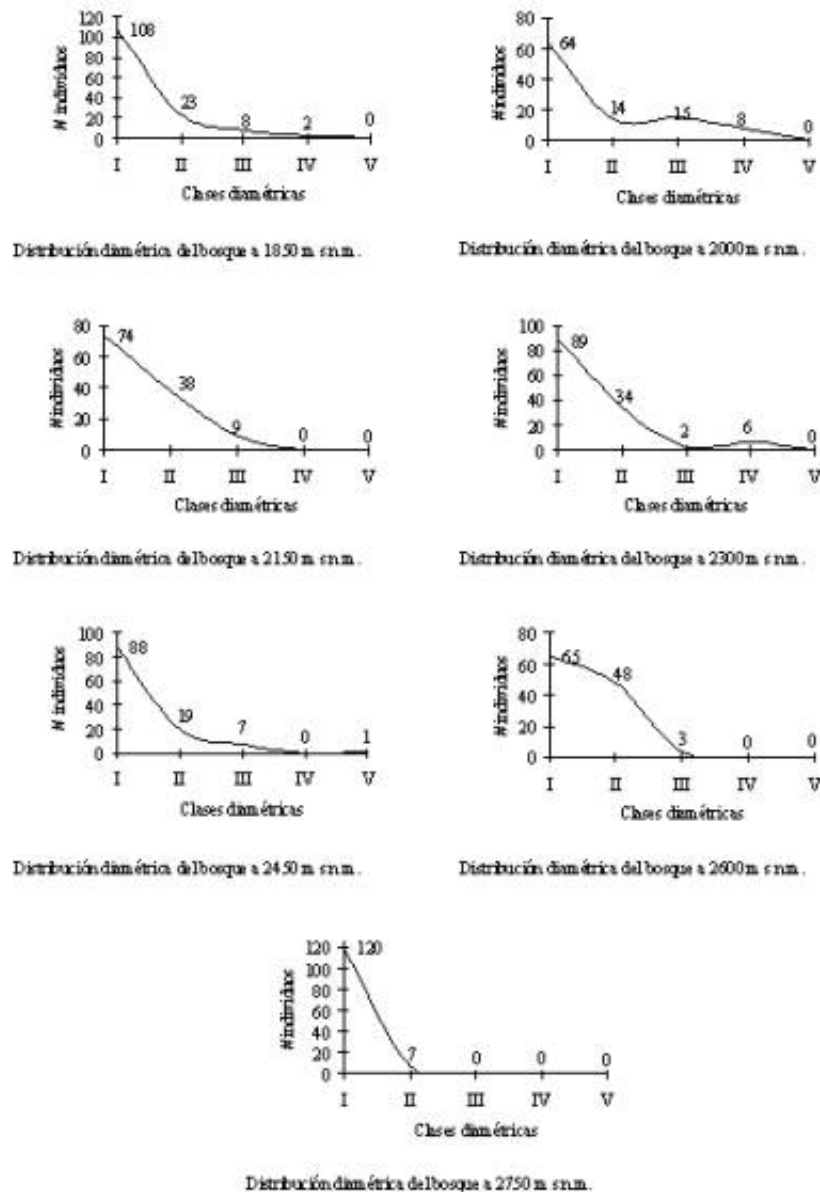


Figura 3. Distribución diamétrica de los individuos de las diferentes especies registradas en la Reserva Tapichalaca, 2002.

Figure 3. Diametrical distribution from different species recorded at the Reserva Tapichalaca, 2002.

Los bosques nublados son tan diversos o más que los bosques tropicales de tierras bajas Gentry (1995) y pese a ocupar un área relativamente pequeña, tiene una variación ecológica extremadamente rica (Gentry 1989), lo que influye en su composición florística. En la Reserva Tapichalaca se comprueba que en el bosque se concentra una alta diversidad de especies arbóreas y consecuentemente la variación de especies difiere en distancias cortas (100 m de altitud), en donde existe buena y abundante regeneración natural de: *Faramea miconioides* Standl. a 1850 m, a 2000 m *Graffenrieda emarginata* (Ruiz & Pav.) Triana, a 2150 m *Miconia capitellata* Cogn., a 2300 m *Clusia latipes* Planch. & Triana, a 2450 m *Jossia* cf. *aequatoria* Steyerem., a 2600 m. *Axinaea* sp. y a 2750 m *Myrsine andina* (Mez) Pipoly.

## Agradecimientos

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento al Ing. Pablo Lozano a las personas que colaboraron en el trabajo de campo y al Ing. Zhofre Aguirre por su invaluable aporte en la dirección del trabajo, y a la Fundación Alemana para la Investigación (DFG) por el financiamiento del trabajo (Bu 886/1-3

## Referencias

- Aguirre, Z. & N. Aguirre. 1999. Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario LOJA # 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. 30 p.
- Ceron, C.; M. Moyon & E. Jimenez (eds.). 1998. Resúmenes: Jornadas ecuatorianas de biología. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Escuela de Biología y Química. FL Producciones Editoriales. Quito, Ec. 166 p.
- Gálvez, J. 2000. *Estudio florístico y dasométrico del bosque tropical de montaña no perturbado de la Estación Científica San Francisco*. Tesis Ingeniería Forestal. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 83p.
- Gentry, A. 1989. Northwest South America (Colombia, Ecuador and Perú). Pp. 393-400 en: D. G. Campbell y H. D. Hammond (eds.), *Floristic inventories of tropical countries*. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Gentry, A. 1995. Patterns Of Diversity And Floristic Composition In Neotropical Montane Forest. Biodiversity and conservation of neotropical montane forest. Edited by Missouri Botanical Garden. New York. pp. 103-126.
- Ibisch, P. L.; R. Darius; I. G. Vargas & E. Camacho. 2001. El bosque de neblina Laguna verde en las vecindades del Parque Nacional Amboró (Prov. M. M. Caballero, Dpto. Santa Cruz, Bolivia): diversidad florística, relaciones fitogeográficas y conservación. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* en: [www.fan.bo.org/lagunaverde](http://www.fan.bo.org/lagunaverde)
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. Dr. Antonio Carrillo. Sección de biometría forestal de la Universidad de Freigung, Alemania, pp. 36.88.
- Ordoñez, O. 2000. *Estudio dasométrico, composición florística y regeneración natural del bosque alterado de montaña en la Estación Científica San Francisco*. Tesis Ingeniería Forestal. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 95 p.
- Sánchez, O. & C. Rosales. 2002. Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, Sector Cajanuma. Tesis Ingeniería Forestal. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas 84 p.
- Sentir. 2002. Bosque de niebla (2000-2400 m) o (3300-4000 m). Disponible en: [www.sentir.org/bosque\\_niebla.htm](http://www.sentir.org/bosque_niebla.htm).
- Sierra, R.; C. Ceron; W. Palacios & R. Valencia. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ec. 194p.





# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Comparative study of the distribution of *Astrocaryum macrocalyx* Burret and *Astrocaryum urostachys* Burret in function of the topography, drainage and architecture of the forest in western Amazonia (Ecuador and Peru).

Estudio comparativo de la distribución de *Astrocaryum macrocalyx* Burret y *Astrocaryum urostachys* Burret en función de la topografía, drenaje y arquitectura del bosque en la Amazonía occidental (Ecuador y Perú).

Guillermo Mauricio Vallejo Rodríguez<sup>1\*</sup>, Cecilia Vegas<sup>2</sup> & Jean-Christophe Pintaud<sup>3</sup>

<sup>1</sup>P.U.C.E., Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,  
Escuela de Ciencias Biológicas, Quito, Ecuador, Whimper 442 y  
Coruña, Apartado 17.12.857, Teléfono: 097 26 32 84, 022  
50 39 44., email: gmvallejo@netscape.net;

<sup>2</sup>Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú;

<sup>3</sup>Instituto de Investigaciones para el Desarrollo (I.R.D.) , Quito,  
Ecuador.

\*autor para correspondencia

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.345.1>

## Comparative study of the distribution of *Astrocaryum macrocalyx* Burret and *Astrocaryum urostachys* Burret in function of the topography, drainage and architecture of the forest in western Amazonia (Ecuador and Peru).

### Resumen

Se compara la preferencia de hábitat de las palmeras *A. macrocalyx* y *A. urostachys* analizando la distribución de individuos en función de la topografía, drenaje del suelo y arquitectura del bosque, mediante un muestreo de 4.08 hectáreas para cada especie, en dos bosques de tierra firme ubicados en la Amazonía de Perú y Ecuador. Para el muestreo se diferenciaron cinco categorías de acuerdo al estado de desarrollo de la palmera: adulto, subadulto, juvenil acaulescente, plántula con hojas pinnadas y plántula con hojas bífidas. Los resultados indican que la topografía influencia en el drenaje y también tiene un efecto directo en la arquitectura del bosque; la que determina la intensidad de luz recibida por el sotobosque. La arquitectura del bosque se detalla en tres eco-unidades según el número de capas de follaje presentes sobre los 15 m. Todos los estados de desarrollo de ambas especies ocupan las tres posiciones topográficas (meseta, ladera y valle). Las plántulas con hojas bífidas son las más abundantes: *A. macrocalyx* con 53.91% y *A. urostachys* con 45.21%. Los adultos de *A. macrocalyx* están presentes en 7.89% y de *A. urostachys* en 15.46%. Hay gran mortalidad de plántulas y la selección de supervivencia se da en los valles, donde la mayoría de adultos habitan. De 1827 individuos registrados para *A. macrocalyx*, 17.3% se encuentra en mesetas, 32.35% en laderas y 50.35% en valles; mientras que de 666 individuos de *A. urostachys* el 11.55% está en mesetas, 29.27% en laderas y 59.18% en valles. Palabras clave: Palmae, *Monogyneanthus*, ecología, tierra firme.

### Abstract

The habitat preference of *A. macrocalyx* and *A. urostachys* palm trees is compared analyzing individual distribution based on topography, soil drainage and architecture of the forest using a sample of 4.08 hectares for each specie in two terra firme forests located in the Amazon region of Peru and Ecuador. In the sample, five categories were established based on the development of the palm tree: adult, sub-adult, acaulescent juvenile, seedling with pinnated leaves and seedling with bifid leaves. The results indicate that topography influences drainage and also has a direct effect on the architecture of the forest; that also determines the light intensity received in the entire forest. The architecture is seen in three eco-units, in accordance with the number of foliage layers present above 15m. All the development states of the species occupy three topographical positions (plateau, slope and valley). Seedlings with bifid leaves are the most abundant development state in *A. macrocalyx* with 53.91% and in *A. urostachys* with 45.21% of the total of individual. Adults of *A. macrocalyx* represent 7.89% and *A. urostachys* 15.46% in respective populations. The mortality rate among seedlings is high and survival rate is better in the valleys inhabited by the adults. Of 1827 individuals registered for *A. macrocalyx*, 17.3% are to be found on plateaus, 32.35% on the slopes and 50.35% in the valleys. Of 666 individuals of *A. urostachys*, 11.55% are to be found on the plateaus, 29.27% on the slopes and 59.18% in the valleys. Keywords: Palmae, *Monogyneanthus*, ecology, terra firme.

### Introducción

*Astrocaryum* es un género de palmeras neotropicales distribuidas particularmente en bosques y sabanas de la cuenca del Amazonas; extendiéndose hacia el noroeste por los valles interandinos hasta la margen pacífica de Colombia, continuando por Centroamérica y llegando hasta México; mientras que hacia el sur se extiende por la periferia sur de la cuenca amazónica hasta el bosque atlántico brasileño (Henderson et al. 1995).

En un tratamiento preliminar del género *Asrocaryum* dado por Kahn y Millán (1992) las especies *A. urostachys* y *A. macrocalyx* junto con *A. perangustatum* y *A. gratum* se ubican dentro del subgénero

*Monogynanthus*, sección *Ayri*, Grupo 3, y se distribuyen al noroeste de la Amazonía.

*Astrocaryum urostachys* es una palmera de sotobosque o subdosel que alcanza los 10 m de largo, multicaula, monoica y con espinas en los frutos, las hojas y el estípote. Se encuentra distribuida en la Amazonía occidental, en bosques de tierra firme del "Oriente" ecuatoriano (Borchsenius et al. 1998; Kahn & Millán 1992).

*Astrocaryum macrocalyx* es una palma de tamaño medio con un estípote que llega a los 10 m, monocaula, monoica y con espinas en frutos, hojas y estípote. Está distribuida en los bosques de altura (tierra firme) de la parte norte de la Amazonía peruana (Kahn & Moussa 1994; Pintaud & Ludeña 2003). *A. macrocalyx* y *A. urostachys* están estrechamente relacionadas a nivel morfológico, y el estudio de su ecología contribuye a comprender los aspectos de especiación en la Amazonía.

## Métodos

Para cada especie se realizó un muestreo de 4.08 hectáreas, formando 102 cuadrantes de vegetación de 20 x 20 m, distribuidos equitativamente en tres posiciones topográficas: meseta, ladera y valle. En cada cuadrante se hizo un mapeo de los individuos diferenciados en cinco categorías de acuerdo a su estado de desarrollo: (1) plántula con hojas bífidas, (2) plántula con hojas pinnadas, (3) juvenil acaulescente, (4) sub-adulto y (5) adulto. También se caracterizó el tipo de drenaje en cada posición topográfica: óptimo, bueno y escaso. Siguiendo el criterio expuesto por Kahn & Granville (1992), se tomaron datos de la arquitectura del bosque de acuerdo a la distribución vertical de los árboles, diferenciándose tres categorías por el número de capas de follaje presentes sobre los 15 m: Eco-unidad 1, una capa; Eco-unidad 2, dos capas y Eco-unidad 3, tres capas. También se anotó la superficie aproximada de entrada de luz de cada cuadrante.

Para establecer un valor numérico al dato de mayor frecuencia, de la variable eco-unidad, se calculó el estadígrafo de tendencia central "moda".

### Área de estudio

El estudio de *Astrocaryum macrocalyx* se efectuó durante agosto del 2002 en un bosque de altura ubicado entre los poblados de San Joaquín de Omaguas y Cahuide, al sur de la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, Perú (Figura 1). Mientras que el muestreo de *Astrocaryum urostachys* se realizó durante julio del 2003 en el bosque de tierra firme que circunda a la Estación Científica Yasuní de la P.U.C.E., del Parque Nacional Yasuní, Provincia de Orellana, Ecuador (Figura 1).

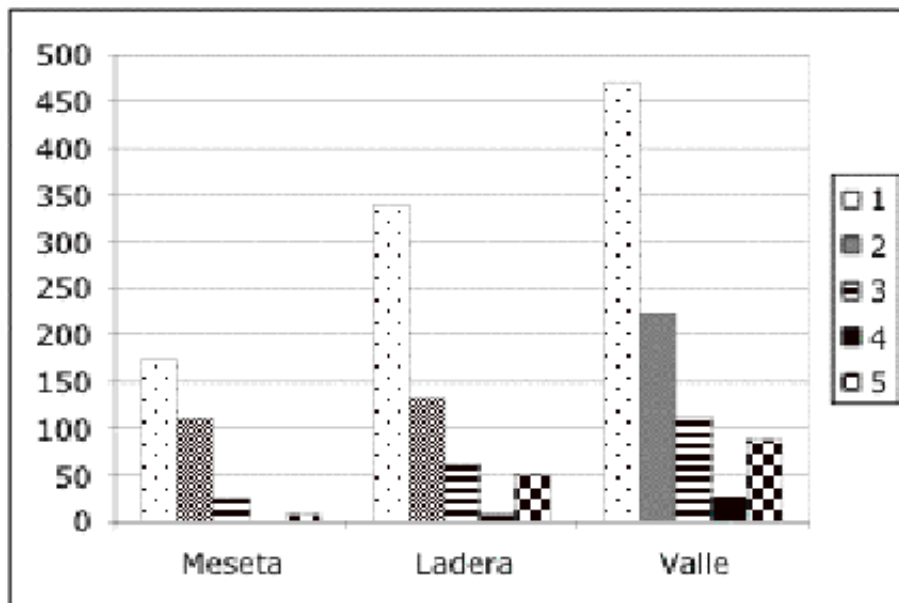


Figura 1. Mapa de la región amazónica y ubicación de las zonas de estudio.  
Figure 1. Map of Amazon region and locality of the study zone.

## Resultados

Los datos obtenidos del número de individuos, posición topográfica, drenaje, eco-unidad y abertura de los cuadrantes muestreados se observan en las [[Tabla 1]], para *Astrocaryum macrocalyx* y en la [[Tabla 2]] para *Astrocaryum urostachys*.

Todos los estados de desarrollo de las dos especies habitan en las tres posiciones topográficas. Se registró un total de 1827 individuos para *A. macrocalyx*, de los cuáles 316 (17.3%) se encuentra en mesetas, 591 (32.35%) en laderas y 920 (50.35%) en valles ([[Figuras 2 y 4]]); mientras que de 666 individuos de *A. urostachys* 77 (11.55%) está en las mesetas, 195 (29.27%) en laderas y 394 (59.18%) en valles ([[Figuras 3 y 5]]).

Las plántulas con hojas bífidas es el estado de desarrollo más abundante del bosque: *A. macrocalyx* con el 53.91% y *A. urostachys* con 45.21%; en tanto que los adultos de *A. macrocalyx* están presentes en 7.89% y de *A. urostachys* en 15.46%.

La cantidad de agua presente en las zonas bajas de las colinas es mayor que en las otras posiciones topográficas, es decir que los valles tienen un drenaje "escaso" ([[Tablas 1 y 2]]).

La arquitectura del bosque varía de acuerdo a la posición topográfica: en las mesetas, se observan principalmente 3 capas de follaje sobre los 15 m, en las laderas 2 capas y en los valles 1 capa. Mientras que la cantidad de luz que ingresa al sotobosque es escasa en las mesetas y laderas, y mayor en las partes bajas ([[Tablas 1 y 2]]).

En cuanto a la distribución de las dos especies en estudio, en Ecuador *Astrocaryum urostachys* se distribuye de manera continua, mientras que en Perú *Astrocaryum macrocalyx* se distribuye de manera discontinua formando agrupaciones llamadas "huicungales".

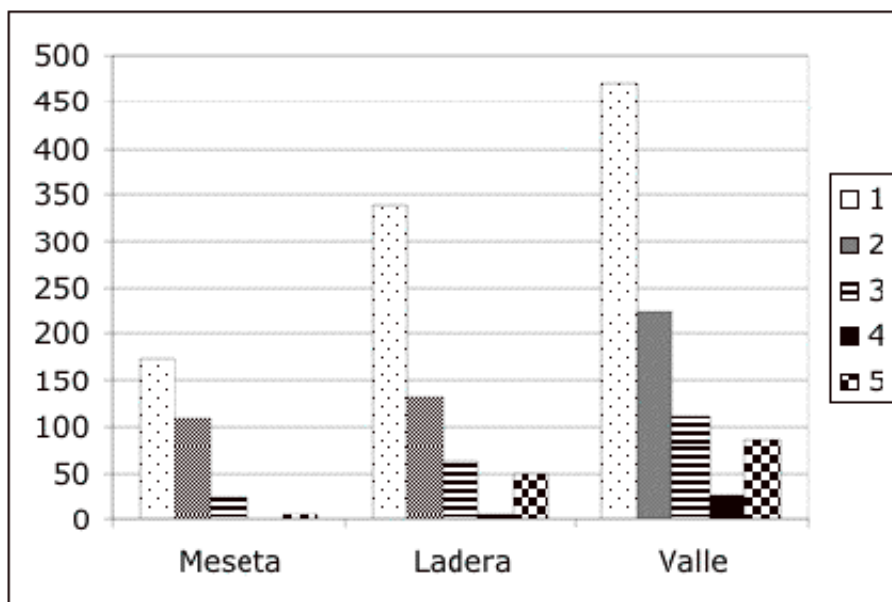


Figura 2. Datos de los individuos de *Astrocaryum macrocalyx* presentes en las tres posiciones topográficas de acuerdo al estado de desarrollo (1 = plántula bífida, 2 = plántula pinnada, 3 = juvenil, 4 = sub-adulto, 5 = adulto).  
Figure 2. Data from *Astrocaryum macrocalyx* individuals, presents at three topographical positions according of development state (1 = bifid seedling, 2 = pinnate seedling, 3 = acaulescent juvenile, 4 = sub-adult, 5 = adult).

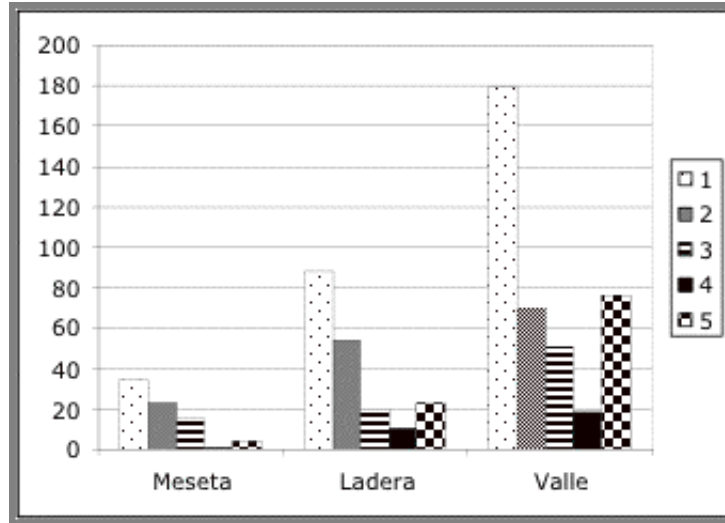


Figura 3. Datos de los individuos de *Astrocaryum urostachys* presentes en las tres posiciones topográficas de acuerdo al estado de desarrollo (1 = plántula bifida, 2 = plántula pinnada, 3 = juvenil, 4 = sub-adulto, 5 = adulto).

Figure 3. Data from *Astrocaryum urostachys* individuals present at three topographical positions according development state (1 = bifid seedling, 2 = pinnate seedling, 3 = acaulescent juvenile, 4 = sub-adult, 5 = adult).

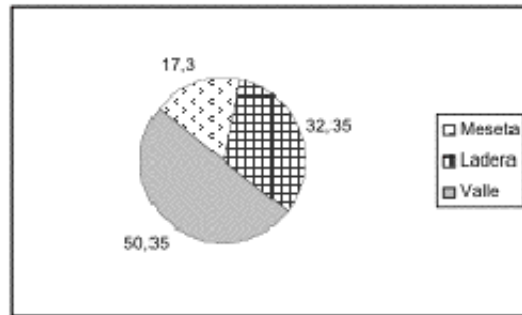


Figura 4. Porcentaje de individuos de *A. macrocalyx* presentes en las tres posiciones topográficas.

Figure 4. Percentage of individuals of *A. macrocalyx* present at three topographical positions.

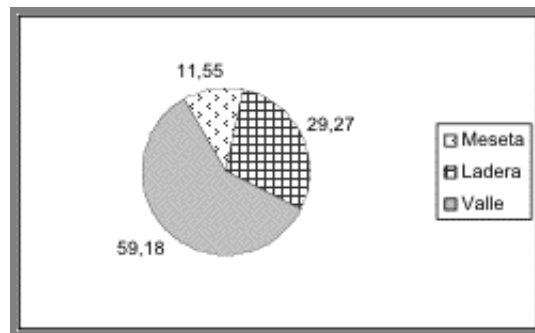


Figura 5. Porcentaje de individuos de *A. urostachys* presentes en las tres posiciones topográficas.

Figure 5. Percentage of individuals of *A. urostachys* present at three topographical positions.

Posición topográfica	Drenaje	Eco-unidad %			Abertura %	No. de individuos según el estado de desarrollo					Total de individuos
		1	2	3		1	2	3	4	5	
Meseta	Óptimo	0	41	59	18	175	109	25	1	6	316
Ladera	Óptimo	6	79	15	21	340	131	63	7	50	591
Valle	Escaso	59	41	0	28	470	224	112	26	88	920
Totales						985	464	200	34	144	1827

Tabla 1. Datos de los individuos de *Astrocaryum macrocalyx* inventariados en las posiciones topográficas "meseta, ladera y valle" y datos de las variables drenaje, eco-unidad y abertura.

Table 1. Data from *Astrocaryum macrocalyx* survey at the topographic positions "plateau, hill and valley"

Posición topográfica	Drenaje	Eco-unidad %			Abertura %	No. de individuos según el estado de desarrollo					Total de individuos
		1	2	3		1	2	3	4	5	
Meseta	Óptimo	0	32	68	4	34	23	15	1	4	77
Ladera	Óptimo	0	71	29	5	88	54	20	10	23	195
Valle	Escaso	53	41	6	12	179	70	51	18	76	394
Totales						301	147	86	29	103	666

Tabla 2. Datos de los individuos de *Astrocaryum urostachys* inventariados en las posiciones topográficas "meseta, ladera y valle" y datos de las variables drenaje, eco-unidad y abertura.

Table 2. Data of *Astrocaryum urostachys* inventories, at the topographic positions "plateau, hill and valley" and data from the variables drainage, eco-unit and aperture.

## Discusión

Comparando los estudios hechos en *Astrocaryum urostachys* y *Astrocaryum macrocalyx* se puede concluir que el agua, la luz y posiblemente la riqueza en nutrientes son los factores básicos que influyen en la distribución y densidad de estas palmeras; todos estos factores están relacionados a la topografía del terreno. Estas dos especies hermanas tienen la misma preferencia de hábitat que se da en las partes bajas de las colinas cuyos suelos son hidromórficos y que reciben la mayor cantidad de luz. Estos suelos son óptimos para el crecimiento de las palmeras en estudio.

El drenaje del agua depende de las características del suelo, sea arcilloso o arenoso, pero también está condicionado por la topografía. Los suelos ubicados en la parte baja de las colinas colectan el agua y los nutrientes que se escurre de las mesetas y las laderas.

De acuerdo a Kahn y de Granville (1992) el suelo de las "laderas" es bien drenado; en las "mesetas" el drenaje vertical puede ser bueno o limitado en suelos arcillosos y algunos suelos arenosos pueden ser

húmedos en la superficie.

A más de influenciar en el drenaje del suelo, la topografía también tiene un efecto directo en la arquitectura del bosque, la que determina la intensidad de luz recibida por el sotobosque.

La eco-unidad 1 que tiene una capa de follaje, más representada en los valles, permite una mayor entrada de luz, en tanto que las eco-unidades 2 y 3 que tiene más capas obstruyen la entrada de luz (Figura 6).

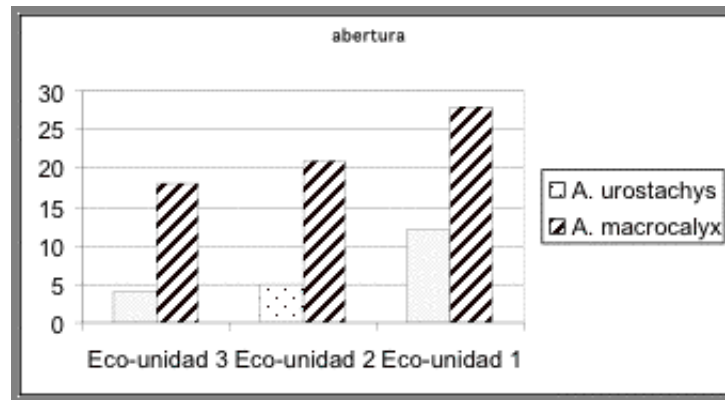


Figura 6. Entrada de luz en relación a la arquitectura del bosque.

Figure 6. Light entry related to forest architecture.

Debido a la dispersión de semillas los individuos de las dos especies habitan en las tres posiciones topográficas, siendo los valles el lugar donde se concentran la mayoría de los adultos. La dispersión de semillas probablemente es hecha por pecaríes y roedores que se alimentan del endospermo y/o del exocarpio de los frutos (observación de campo). Un caso similar está documentado para *Astrocaryum sciophilum*, una especie endémica del noreste de Sudamérica, cuyos frutos son depredados por ardillas, agutis y ratas espinosas que buscan el endospermo rico en lípidos (Charles-Dominique et al. 2002). Otro estudio hecho en Guyana francesa por Sist (1989), en depredación y dispersión de semillas de *Astrocaryum sciophilum*, indica que los mamíferos y las aves no solamente juegan un rol fundamental en la regulación de las poblaciones de palmeras a través de la depredación sino también en la dispersión de semillas, la que determina la distribución de las plántulas. Entre los agentes depredadores-dispersores se incluyen varios mamíferos arbóreos, principalmente la ardilla *Sciurus aestuans*, el pecarí de labios blancos y roedores que consumen los frutos que caen al suelo.

Los datos obtenidos del número de individuos, de cada estado de desarrollo, nos hacen suponer que hay una gran mortalidad de plántulas, en contraste con el menor porcentaje de adultos encontrados, posiblemente debido a depredación por parte de herbívoros. En el estudio hecho por Charles-Dominique et al. (2002) se observó que los individuos juveniles de *Astrocaryum sciophilum* son depredados por orugas de mariposa no identificadas.

Para el crecimiento de las palmeras se requieren diferentes cantidades de luz. Según Kahn & de Granville (1992) se puede distinguir dos fases de crecimiento: una fase en la que se requiere poca luz para que las plántulas incrementen el tamaño y número de hojas y otra fase en la que se necesita mayor cantidad de luz para que se desarrolle un estípite.

La transición se efectúa a nivel del estado sub-adulto. Este estado transitorio es de duración limitada y está presente en pocos individuos. Entonces, hay mucho menos plantas que empiezan a desarrollar el estípite en comparación con el mayor número de palmeras todavía sin estípite y con estípite completamente desarrollado. Este modo de desarrollo junto con la gran mortalidad a nivel de plántulas resulta en una estructura de las poblaciones en "U" asimétrica (Figura 7).

La estructura de las poblaciones de *Astrocaryum urostachys* y *Astrocaryum macrocalyx* es muy parecida. En ambos casos hay una gran cantidad de plántulas, la densidad poblacional decrece en los siguientes estados de desarrollo hasta tener su punto mínimo de densidad en el estado sub-adulto; y, en el estado adulto la densidad aumenta (Figura 7).

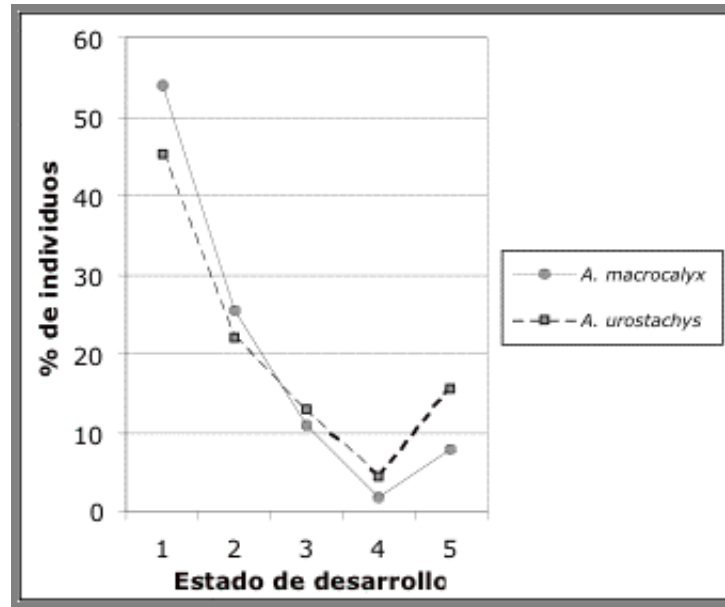


Figura 7. Estructura de las poblaciones de *Astrocaryum urostachys* y *Astrocaryum macrocalyx* (1 = plántula bifida, 2 = plántula pinnada, 3 = juvenil, 4 = sub-adulto, 5 = adulto).

Figure 7. Populations structures of *Astrocaryum urostachys* and *Astrocaryum macrocalyx* (1 = bifid seedling, 2 = pinnate seedling, 3 = acaulescent juvenile, 4 = sub-adult, 5 = adult).

## Agradecimientos

Mis sinceros agradecimientos a quienes supieron darme ayuda y consejos en la realización de este trabajo. A Betty Millan y Kember Mejía, durante mi estancia en Perú; para Francis Kahn, funcionario del I.R.D.; a Bertha Ludeña, Docente de la P.U.C.E. y a Jean-Paul Roufast, funcionario del Servicio Cultural de la Embajada de Francia en Ecuador.

## Referencias

- Borchsenius, F.; H. Borgtoft Pedersen & H. Balslev. 1998. Manual to the Palms of Ecuador. Aarhus University Press. 227 pp.
- Charles-Dominique, P.; J. Chave; M.A. Dubois, J.J. de Granville; B. Riera & C.Vezzoli 2002. Colonization front of the understory palm *Astrocaryum sciophilum* in a pristine rain forest of French Guiana. Submitted to *Journal of Biogeography*.
- Henderson, A.; G. Galeano & R. Bernal. 1995. Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press. New Jersey, U.S.A.
- Kahn, F. & J.J. de Granville. 1992. Palms in the forest ecosystems of Amazonia. Springer-Verlag, Berlin. 238 pp.
- Kahn, F. & B. Millán. 1992. *Astrocaryum* (Palmeae, Coccoaceae, Bactridinae) in Amazonia. A preliminary treatment. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines* 21:459-531. Pacific Press S.A. Lima.
- Kahn, F. & F. Moussa. 1994. Las Palmeras del Perú. Instituto Francés de Estudios andinos. Lima. 180 pp.
- Pintaud, J.C. & B. Ludeña. 2003. Dinámica de la Diversidad Genética de Especies de Palmeras en Ecuador. *Nuestra Ciencia* 5:10-13. Hojas y Signos. Quito. 56 pp.
- Sist, Plinio. 1989. *Demography of Astrocaryum sciophilum, an Understory Palm of French Guiana*. *Principes* 33(3):142-151. The International Palm Society. Kansas.





# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Phenology of three timber species in risk of extinction in Colombia and high indices of exploitation in the Choco: *Huberodendron patinoi* "Carrá", *Cariniana pyriformis* Mier "Abarco" y *Humiriastrum procerum* Little "Chanó".

Comportamiento fenológico de tres especies maderables con riesgo de extinción en Colombia y altos índices de explotación en el choco: *Huberodendron patinoi* "Carrá", *Cariniana pyriformis* Mier "Abarco" y *Humiriastrum procerum* Little "Chanó".

Nayive Pino Benítez & Hilda Rocío Mosquera Mosquera

Grupo de Investigación en  
Productos Naturales de la Universidad Tecnológica del Chocó.  
nayive\_23@hotmail.com

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.347.1>

## **Phenology of three timber species in risk of extinction in Colombia and high indices of exploitation in the Choco: *Huberodendron patinoi* "Carrá", *Cariniana pyriformis* Mier "Abarco" y *Humiriastrum procerum* Little "Chanó".**

### **Resumen**

El presente estudio se realizó en dos regiones fitogeográficas del departamento del Chocó: En el corregimiento de Pacurita, municipio de Quibdó (Selva Pluvial Central), y en el Km. 18 vía Istmina - Pie de Pepé (Región del Río San Juan), entre octubre de 2002 y marzo de 2003, en el cual se determinó las épocas de reproducción, los ciclos de crecimiento, las respuestas a las condiciones climáticas y un calendario fenológico de las especies maderables con riesgo de extinción: *Huberodendron patinoi* "Carrá", *Cariniana pyriformis* Mier "Abarco" y *Humiriastrum procerum* Little "Chanó"; Se escogió una muestra de 30 árboles adultos (10 para cada especie), se realizaron muestreos quincenales, durante los cuales se observaron tanto las fenofases reproductivas como las vegetativas así: La caída del follaje para las tres (3) especies se presentó con sus máximos picos durante el mes de marzo y con intensidades de 3.05 para "Abarco", 3.55 para "Carrá" y 3.35 para "Chanó". Posterior se dio la brotación foliar casi en forma sucesiva, con intensidades de 1.67 en Chanó, 1.3 en Abarco y 0.7 en Carrá. La fenofase fructificación se registró solamente en dos de las tres especies estudiadas (Abarco y Carrá) durante casi todos los meses de estudio, las mayores intensidades se dieron en marzo con 3.05 y 3.6 respectivamente; sin embargo la floración no se observó en ninguno de los individuos estudiados. Las variables humedad relativa y temperatura fueron relativamente constantes a diferencia de la precipitación, la cual manifestó altas fluctuaciones por lo cual se relacionó más con las fenofases vegetativas y reproductivas, los promedios fueron de 442.27 mm para la Selva Pluvial Central y 544.73 mm. para la Región del Río San Juan, las precipitaciones en el mes de marzo no fueron las más altas pero influyeron en relación a la ocurrencia de las fenofases de las especies estudiadas. El conocimiento del ciclo de vida de las especies aquí estudiadas se convierte en un aporte científico valioso, ya que con él se pueden implementar soluciones efectivas y estrategias viables de conservación y manejo sustentable de estas especies amenazadas. Palabras clave: Fenología, especies sobrexplotadas, departamento del Chocó, Regiones fitogeográficas.

### **Abstract**

The present study was carried out in two regions fitogeographycs of the department of Chocó: In the municipality of Pacurita, municipality of Quibdó (Central Pluvial Forest), and in the Km. 18 road leading to Istmina - Pie de Pepé (Region of the San Juan River), between October 2002 and March 2003, in which was determined the reproduction times, the cycles of growth, the answers to the climatic conditions and a calendar phenology of the three timber yielding species with extinction risk: *Huberodendron patinoi* "Carrá", *Cariniana pyriformis* Mier "Abarco" and *Humiriastrum procerum* Little "Chanó"; a sample of 30 mature trees was chosen (10 for each species), they were carried out biweekly samplings, during which both the reproductive phenophase and vegetative ones were observed, in this way: The fall of the foliage for the three (3) species were presented with their maximum picks during the month of March and with intensities of 3.05 for "Abarco", 3.55 for "Carrá" and 3.35 for "Chanó." Later the germination was given to foliate almost in successive form, with intensities de1.67 in Chanó, 1.3 in Abarco and 0.7 in Carrá. The phenofase fructification only registered in two of the three studied species (Abarco and Carrá) during almost every month of study, the biggest intensities were given respectively in March with 3.05 and 3.6; however the flowering was not observed in none of the studied individuals. The variable relative humidity and temperature were relatively constant contrary to the precipitation, which manifested high fluctuations the reason was related more with the reproductive and vegetative phenophase, the averages were of 442.27 mm for the Central Pluvial Forest and 544.73 mm. for the Region of the San Juan River, the precipitations in the month of March were not the highest but they influenced in relation to the occurrence of the

phenofases of the studied species. The knowledge of the cycle of life of the species here studied he/she becomes a valuable scientific contribution, since with him effective solutions and viable strategies of conservation and sustainable handling of these threatened species can be implemented. Key words: Phenology, species over-exploitation, Department of the Chocó, phytogeographic regions.

## Introducción

Los bosques húmedos del departamento del Chocó comprenden no solo una alta diversidad biológica, sino que también diferentes comportamientos en el ciclo de vida de las especies. La mayoría de las especies vegetales tienen gran potencial económico por su madera de gran calidad, dureza, resistencia y densidad, y por ello son altamente comercializadas en los mercados locales y nacionales. La comprensión de las características de un bosque húmedo tropical es de gran importancia para el aprovechamiento racional de estas comunidades forestales. Las relaciones entre el comportamiento periódico de las plantas y su medio ambiente climático se definen como fenológica (Fournier & Charpentier 1978), los estudios fenológicos permiten comprender mejor las respuestas de las comunidades forestales a su ambiente físico y biótico, así como a su misma dinámica (Alzate et al. 1990).

La importancia científica del comportamiento de los procesos fenológicos en bosques neotropicales ha sido considerada por varios autores (Frankie et al. 1974; Fournier et al. 1978; Alencar et al. 1979; Hilty 1980). En la actualidad a los estudios fenológicos se les ha dado un enfoque alternativo consistente en la selección de especies utilizando criterios taxonómicos, ecológicos o morfológicos (Williams - Linera et al. 2002). Una tendencia relacionada con la anterior se basa en la ejecución de estudios fenológicos con fines aplicados como en el caso del estudio realizado en Manaos - Brasil por Alencar et al. (1979), donde se registraron los fenómenos por 12 años en 27 especies de valor económico en mercados locales, nacionales e internacionales con el objeto de determinar la mejor época para coleccionar las semillas.

Pese a que la región del Chocó biogeográfico posee una alta diversidad biológica se han realizado pocos estudios fenológicos que permitan comprender la dinámica de los bosques, entre los existentes se encuentran el de Hilty (1980), en donde se midió la floración y fructificación de un bosque pluvial subtropical en el "Alto Yunda"; también los realizados por (Bonilla et al. 2001; Valois et al. 2002; Ramos et al. 2002; Ramírez 2002) en los municipios de Quibdó y Atrato, enfocados principalmente en la conservación y potencialización de especies de importancia económica consideradas promisorias a fin de construir su calendario fenológico y garantizar la disponibilidad de sus frutos en el departamento y por ende su alto consumo y comercialización.

Las especies *H. patinoi*, *H. procerum* y *C. pyriformis* son especies maderables con gran acervo cultural entre las comunidades asentadas en esta región, en la elaboración de elementos para la navegación y en la construcción. Igualmente son consideradas de importancia económica por los comercializadores de madera, catalogadas de calidad media y alta lo que las conllevó a la explotación a tal punto de hoy ser consideradas en estado crítico de extinción, Calderón et al. (2002). En el departamento del Chocó no hay información fenológica registrada de estas especies, es por ello la pertinencia e importancia de este estudio.

Por lo anterior se evaluó el comportamiento fenológico de las especies "Abarco", "Carrá" y "Chanó" en dos regiones fitogeográficas del departamento del Chocó establecidas por Forero & Gentry (1979), la Selva Pluvial Central y la Región del Río San Juan, aplicando la metodología propuesta por Fournier et al. (1978). La información generada en este estudio, no solo permitió comprender mejor la dinámica de estas especies, la relación existente entre el ciclo de vida de cada una de ellas con las variables climáticas, haciendo mayor énfasis a la precipitación que es la más influyente, sino que se convirtió en un aporte importante de información científica útil para implementar estrategias de aprovechamiento racional y planes de conservación.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El estudio se desarrolló en dos regiones fitogeográficas del departamento del Chocó: En el corregimiento de Pacurita, municipio de Quibdó (Selva Pluvial Central), cuya posición geográfica es 5°40' N 76°36' W, temperatura promedio de 26°C, precipitación promedio durante el tiempo de estudio de

609.87 mm. y una altitud de 100 m. La otra zona es el Km. 18 vía Istmina - Pie de Pepé (Región del Río San Juan) con posición geográfica de 5°08'N 76°48' W, temperatura promedio de 26.8°C, la precipitación promedio de los seis meses fue de 670.44 mm. y una altitud de 65 m.

#### Métodos

El estudio se realizó durante 6 meses (Octubre 2002 - marzo 2003), se escogió una muestra de 30 individuos de árboles adultos, 10 individuos de *H. patinoi* "Carrá", 10 individuos de *H. procerum* "Chanó" localizados en el corregimiento de Pacurita, Municipio de Quibdó (Selva Pluvial Central); y 10 individuos de *C. pyriformis* "Abarco" ubicados en el Km. 18 vía Istmina - Pie de Pepé (Región del Río San Juan). Los individuos en cada zona fueron escogidos en orden de aparición en el bosque teniendo en cuenta una distancia de 100 metros, fueron marcados y se colectó muestras botánicas para su identificación taxonómica y para muestras de herbario, igualmente se tomaron registros fotográficos. La metodología aplicada fue la recomendada por Fournier et al. (1978), que sugiere el seguimiento quincenal utilizando binoculares (Tasco sales, Inc.; Miramar, FL 33025 USA), para observar mejor los fenómenos: Floración (Botón floral y flor abierta), Fructificación (Frutos verdes y maduros), Caída del follaje y brotación foliar. Los fenómenos antes mencionados se evaluaron para cada árbol en una escala de 0 a 4 así:

0 Ausencia de la característica observada

1 Presencia de la características con un rango de 1- 25%

2 Presencia de la características con un rango de 26- 50%

3 Presencia de la características con un rango de 51-75%

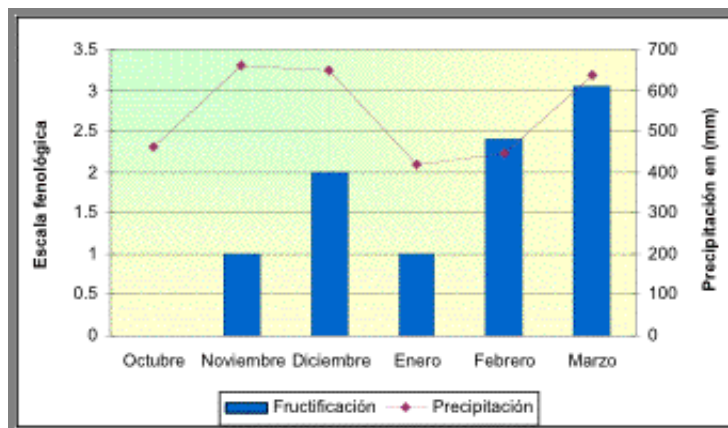
4 Presencia de la características con un rango de 76-100%

La información metereológica (promedios mensuales de temperatura, Humedad Relativa y Precipitación) fue proporcionada por el proyecto solar de la Universidad Tecnológica del Chocó y el aeropuerto Mandinga de Condoto. Con estos datos y los fenológicos se determinó el grado de asociación de las dos variables, por medio de un análisis de regresión múltiple.

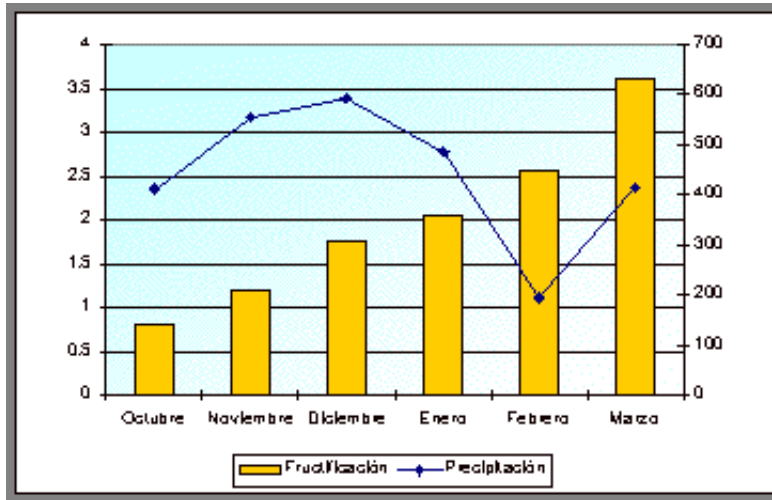
## Resultados

### Fases fenológicas

**Fructificación:** Se observó en los individuos de la especie *C. pyriformis* durante casi todo el tiempo de estudio, los frutos se presentaron en medias proporciones (0 - 50%), el pico más alto se produjo en los meses de febrero y marzo con intensidades de 2.4 y 3.05 respectivamente (Figura 1). En los individuos de la especie *H. patinoi* se observó este fenómeno durante los seis meses de estudio con proporciones altas, el pico máximo se dio en el mes de marzo con 3.6 y en menor proporción en febrero con 2.55, se observó una sincronía en el fenómeno en todos los árboles estudiados ([Figura 2]).



**Figura 1. Relación entre la variable climática (precipitación) y la fase fenológica fructificación en la especie *C. pyriformis* en el Km. 18 vía Istmina - Pie de Pepé, municipio de Quibdó.**  
**Figure 1. Relation between climate (precipitation) and fruiting phenology in *C. pyriformis*, Km. 18 vía Istmina - Pie de Pepé, municipio de Quibdó.**



**Figura 2. Relación entre la variable climática (precipitación) y la fase fenológica fructificación en la especie *H. patinoi* en el corregimiento de Pacurita, municipio de Quibdó.**  
**Figure 2. Relation between climate (precipitation) and fruiting phenology of the species *H. patinoi* in Pacurita, municipio de Quibdó.**

**Caída del follaje:** La especie *H. procerum* presentó una constante caída de follaje durante los meses noviembre - marzo, su pico máximo se presentó en el mes de marzo con una intensidad de 3.35 de presencia del fenómeno, ([Tabla 1]). La especie *H. patinoi* inició su defoliación en el mes de enero, pero el máximo valor en este fenómeno se dio también en marzo con una intensidad de 3.55 de presencia del fenómeno ([Tabla 2]), y una proporción de 0 - 90%. Finalmente para la especie *C. pyriformis* este fenómeno muestra notables variaciones durante los primeros seis meses de muestreo, alcanzando su mayor desprendimiento en marzo con 3.05.

ESPECIES	CORREGIMIENTO (QUIBDÓ)					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
<i>H. procerum</i>	0	0	0	0	0	3.35
<i>H. patinoi</i>	0	0	0	0	0	3.55
<i>C. pyriformis</i>	0	0.1	0.2	0.4	0.8	3.05
<i>C. patinoi</i>	0	0	0	0	0	0.1

**Tabla 1. Valores promedio de los registros fenológicos obtenidos entre los meses de octubre de 2002 y octubre de 2003 de la especie *Humiriastrum procerum* Little**  
**Table 1. Median value of phenological registers for *Humiriastrum procerum* for October 2002 - October 2003.**

ESPECIES	CORREGIMIENTO (QUIBDÓ)					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
<i>H. procerum</i>	0	0	0	0	0	3.35
<i>H. patinoi</i>	0	0	0	0	0	3.55
<i>C. pyriformis</i>	0	0	0	0	0	3.05
<i>C. patinoi</i>	0	0	0	0	0	0.1

**Tabla 2. Valores promedio de los registros fenológicos obtenidos entre los meses de octubre de 2002 y octubre de 2003 de la especie *Huberodendron patinoi*.**  
**Table 2. Median value of phenological registers for *Huberodendron patinoi* for October 2002 - October 2003.**

*Brotación foliar*: Con relación a la brotación foliar esta se inicia una vez ha avanzado la caída del follaje en los árboles estudiados y se da en forma homogénea. La especie *H. procerum* alcanzo su máximo valor en marzo con una intensidad de 1.67 de presencia del fenómeno y una magnitud entre 0 - 40%; de igual forma se observó la presencia de este fenómeno en la especie *C. pyriformis* durante el mismo mes con una intensidad de 1.3 ([Tabla 3]). La especie *H. patinoi* se manifestó en esta fenofase con un valor de 0.7 de intensidad en presencia del fenómeno.

Especie	Intensidad (Mediana)					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
<i>H. patinoi</i>	0	0	0	0	0	0.7
<i>C. pyriformis</i>	0	0	0	0	0	1.3
<i>H. procerum</i>	0	0	0	0	0	1.67

**Tabla 3. Valores promedio de los registros fenológicos obtenidos entre los meses de octubre de 2002 y octubre de 2003 de la especie *Cariniana pyriformis* Mier**

**Table 3. Median value of phenological registers for *Cariniana pyriformis* Mier for October 2002 - October 2003.**

#### Variabes climáticas

Las variables humedad relativa y temperatura no presentaron variaciones marcadas durante el tiempo de estudio, a diferencia de la precipitación que se manifestó durante todo el tiempo de estudio con un valor promedio de 442.27 mm en la Selva Pluvial Central y 544.73 mm. en la Región del Río San Juan, el mes de menor precipitación febrero con 194.1 y 419.6.mm. respectivamente, las precipitaciones en el mes de marzo no fueron las más altas pero influyeron en relación a la ocurrencia de las fenofases de las especies estudiadas.

#### [[Discusión]]

Las especies *H. patinoi*, *C. pyriformis* fructificaron en forma continua durante casi todo el tiempo de estudio, lo que garantiza la gran producción de semillas y por ende gran probabilidad de encontrar plántulas para trasplantar, este fenómeno se dio cuando existía porcentajes altos de pluviosidad. Lo anterior es corroborado por (Ramos et. al 2002, & Saavedra, 2003) quienes manifiestan que la producción de frutos coincide con el aumento de la lluvia. El análisis de correlación permite ver que existe una relación significativa ente este fenómeno y la precipitación.

Con relación a los hábitos de caída y brotación foliar las especies estudiadas presentaron hábitos de defoliación y posterior salida de las hojas casi en forma sucesiva y se da en los meses donde se presenta un descenso en la precipitación; solo pocos árboles permanecen sin hojas no por más de un mes. Esto indica que los individuos presentan un carácter asincrónico. Lo anterior concuerda con lo observado por Gómez et al. (1995) en su estudio con *Tabebuia rosea* en Costa Rica, quien afirma que la caída del follaje inicia durante la época de sequía, cuando la precipitación es mínima y la temperatura promedio es alta. Se considera que la defoliación es una forma de disminuir el área de transpiración en épocas de sequía cuando los niveles hídricos son críticos. A lo anterior Frankie et al. (1974) aporta que la tasa de caída de hojas depende de la intensidad de la estación seca.

De las variables climáticas (precipitación, temperatura y humedad relativa del aire), solo la precipitación mostró una correlación significativa con los procesos fenológicos de las especies *H. patinoi*, *C. pyriformis* y *H. procerum* en el departamento del Chocó. Según Bonilla & Cuesta, (2001), las regiones ecuatoriales se caracterizan por fuertes variaciones en la pluviosidad, sin embargo la temperatura y la humedad relativa son variables de alta estabilidad, lo que no ocurre con la pluviosidad siendo una característica de las zonas tropicales, de la misma manera, coinciden en que la precipitación en la selva pluvial tropical chocoana es una variable significativa y de alta frecuencia sin embargo, las variables temperatura y humedad relativa del aire, presentan pocas alteraciones, observándose como una conducta estable.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica del Chocó y a Colciencias por apoyar la investigación científica en el país a través de su programa Jóvenes Investigadores; a Leiser Sánchez, Byron Asprilla y Daniel Robledo por su colaboración en la fase de campo de la investigación, a Rafael Geovo y la Sra. Thilma Arias su apoyo constante.

## Referencias

- Alencar, J.C.; R.A. Almeida & N.P. Fernández. 1979. Fenología de especies forestales em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia central. *Acta Amazonica*, 9: 163-198 pp.
- Alzante, N.; S.E. Hoyos & M. Jimenez. 1990. Comportamiento fenológico de seis especies de un bosque muy húmedo tropical en la Río Claro, Antioquia. *Cuaderno de investigación y desarrollo regional. Conare*, 109-121.
- Borchert, R. 1980. Phenology and ecology of tropical trees, *Erythrina peoppigiana* O.F. *Ecology*, 39 (5): 1065-1074 .
- Bonilla, D. & J. Cuesta. 2001. Estudio fenológico, ecológico y productivo de la especie *Gustavia superba* (HBK) O. Berg. en el municipio del Atrato - Chocó. Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Tecnológica del CHOC-.
- Calderon, E. 2000. Lista roja de plantas vasculares en peligro de extinción. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá - Colombia.
- Forero, E. & A. Gentry. 1989. Lista anotada de plantas del departamento del Chocó. Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural.
- Fournier, L.A. & C. Charpentier. 1978. el tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba*, 25: 45-48 pp.
- Fournier, L.A. & S. Salas. 1978. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque tropical húmedo. *Revista biológica tropical*, IV. Cali Colombia.
- Frankie, G.W.; H.G. Baker & P.A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of tree in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62: 881-919.
- Gomez, F.P. & L. Fournier. 1995. Fenología y ecofisiología de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* "Roble de sabana" en Costa Rica (Bignoniaceae). *Revista de Biología Tropical*, 61-70.
- Herrera, D.E. & M.E. Fournier. 1986. Fenología y ecofisiología de *Gliricidia sepium* (Jacq). Steurd. "Madero negro" en ciudad colon. Costa Rica. *Revista Ecol.*, 62: 881-919.
- Hilty, S.L. 1980. Flowering and fruiting periodicity in a premontane rain forest in Pacific Colombia. *Biotropica*, 12: 292-306 p
- Perera, C.M.; A., Parra; Y.A. Ramos; J.A. Córdoba & F. García. 2003. Fenología, propagación y etnobotánica del algarrobo "*Hymenaea oblongifolia*" una especie maderable y alimenticia del departamento del Chocó. Memorias del X Seminario Nacional y IV Internacional de especies promisorias "Biodiversidad y Bioprospección" Universidad Nacional de Colombia.
- Ramirez, G. 2002. Fenología del Castaño (*Compsonera atopa* (A. C. Sm) A. C. Sm) en el municipio de Quibdó. Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad Tecnológica del Chocó.
- Ramos, Y.A.; M.O. Perera; A.P. Parra; J.A. Córdoba & F. García. 2002. Estudio fenológico del Algarrobo (*Hymenaea oblongifolia* Huber). *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 16:17-20.
- Saavedra, R.E. 2003. Estudio fenológico para trece especies arbóreas del Jardín Botánico Alejandro von Humboldt de la Universidad del Tolima en Ibagué. Memorias del X Seminario Nacional y IV Internacional de especies promisorias "Biodiversidad y Bioprospección" Universidad Nacional de Colombia.
- Usma, M.S; B. Gallego & O.L. Delgado. 1996. Fenología de la palma *Astrocaryum standleyanum* en el bajo Río San Juan (Chocó-Colombia). *Cespedecia*, 7 (68): 120-129 p.
- Valois, H.; Y.A. Ramos; L.E. Arenas & N.E. Gil. 2002. Relación entre la manifestación de algunas fases fenológicas del Almiraño *Patinoa almirajo* Cuatr. Una especie promisoría con diversos aspectos climáticos en el municipio de Quibdó - Chocó. *Rev. Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 15: 53-57.

Williams, L.G. & J. Maeva. 2002. Patrones fenológicos.. en: M.R. Guariguata & G. Catan, (eds.) Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales, p. 407-418. Ediciones LUR Costa Rica.





# lyonia

a journal of ecology and application

Volume 7(1)

## Flowering on community level in a Terra Firme Forest in Ecuadorian Amazon.

Floración a Nivel de Comunidad de un Bosque de Tierra Firme en la Amazonía Ecuatoriana.

Zornitza Aguilar Mena

Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador,  
Quito - Ecuador. Carapungo C - 2 - o - 15,  
Quito - Ecuador. Teléfonos: (593 - 2) 2422631, (593 - 9)  
9040956, email: pardali3677@yahoo.com  
// pardali3677@hotmail.com

December 2004

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.348.1>

## Flowering on community level in a Terra Firme Forest in Ecuadorian Amazon.

### Resumen

La floración a nivel de comunidad en el Yasuní presenta tres etapas: Activa (de mediados de julio a diciembre); Intermedia (de junio a comienzos de julio y de enero a la primera mitad de febrero) y la Temporada de pocas flores (de la segunda mitad de febrero a mayo). La floración activa tiene una relación inversa con la presencia de lluvias. En esta temporada un alto número de árboles y lianas florecen; esto sucede en forma alternada. Los árboles más altos (>20 m) determinan la intensidad en la floración del bosque, mientras que los árboles medianos (10-20 m) presentan mayor diversidad. Los tiempos florales de las especies de las zonas altas, son diferentes a los de las pendientes y zonas bajas, donde la disponibilidad de humedad juega un papel importante. Las especies relacionadas presentan tiempos de floración sincrónica; el momento en que las flores se abren, difiere en unos cuantos días u horas, como estrategia para no competir por los polinizadores. Palabras claves: Estacionalidad, Fenología, Flores, Precipitación, Yasuní.

### Abstract

The flowering at community level show three periods: Active (mid July to December), Intermediate (June to beginning of July and from January to the first half of February) and Low flowering (second half of February to May). The active flowering period has an inverse relation with rainfall. In this period are high numbers of trees and lianas in flower, but in alternate form. The tallest trees (> 20 m) determine the intensity in flowering time in the forest to produce more flowerings structures, while; the medium canopy trees (10-20 m) have mayor diversity. The flowering times in the plateaus are different that slopes and valley because it have more stress by the moisture viability. I found related species showed synchronous flowering but the timing when the flowers open differs within a few day u hours as a strategy to avoid pollinator competition. Key words: Flowers, phenology, rainfall, seasonality, Yasuní.

### Introducción

La floración es el inicio de una nueva etapa reproductiva en las planta; en la cual, una secuencia de cambios fisiológicos y morfológicos, trasforman un ápice vegetativo en un ápice reproductivo (Raven et al. 1999). Al analizar este proceso a nivel de comunidad, cada individuo funciona en coordinación con el ambiente. Estudios fenológicos realizados en bosques tropicales con estaciones marcadas, han demostrado que la producción de flores del bosque es controlada por los cambios en las condiciones climáticas que favorecen la germinación y el establecimiento de un nuevo individuo (Garwood 1983; Foster 1990; Wright 1996). Pero ¿Qué sucede en los bosques amazónicos que se caracterizan por no tener una estacionalidad marcada que restrinja o sincronice los eventos reproductivos?

El presente estudio analiza la floración de un bosque no estacional de la Amazonía Ecuatoriana, evalúa el comportamiento de la floración a nivel de comunidad y explora su relación con los factores climáticos más importantes. Además compara los eventos de floración en diferentes formas de vida, en distintos estratos, y en diferentes niveles topográficos. Y por último verifica si existe sincronía en la floración de especies relacionadas.

### Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó desde febrero del 2000 a marzo del 2001, dentro del Parque Nacional Yasuní, al nor oriente de la Amazonía Ecuatoriana. Esta área comprende un bosque húmedo, siempre verde, de tierras bajas (Sierra 1999), que según la clasificación Bio climática de Cañadas-Cruz (1983), se encuentra en la región Muy húmeda Tropical. La muestra de bosque tropical en donde se realizó este estudio fue una parcela de 50 ha, establecida en un bosque de

tierra firme, por el Proyecto Dinámica de Bosque Yasuní (PDBY), a 00°38'S y 76°30'W. Los inventarios de árboles y arbustos con diámetro a la altura del pecho (DAP) 1cm, en dos hectáreas de la parcela, muestran como las especies más comunes a *Rinoria lindeniana*, *Matisia oblongifolia*, *Marmaroxylon basijugum*, *Iriartea deltoidea* y *Matisia malacocalyx* (Romoleroux et al. 1997).

El clima de la región es cálido, húmedo sin estaciones marcadas. La precipitación media anual es de 2826 mm. Aunque se considera al clima de esta región como no estacional, existen meses que son más lluviosos que otros. Este es el caso de mayo y junio, donde el nivel de precipitación llega a los 400 mm mientras que los meses más secos corresponden a agosto y septiembre, cuando la cantidad de lluvias no supera los 200 mm. Por otro lado, la temperatura es relativamente constante, fluctúa entre los 24 y 26°C (Acosta - Solis 1977; Cañadas-Cruz 1983).

La parcela descansa sobre dos pequeñas elevaciones con inclinaciones tenues. En estas pendientes el suelo es rojizo y arcilloso debido al desprendimiento de la capa orgánica y de nutrientes que se produce por efectos de las lluvias. Los valles o quebradas entre las colinas constituyen la parte más baja de la parcela; éstas son típicas tierras aluviales grises y cafés, cruzadas por riachuelos permanentes.

#### Toma de datos

El presente trabajo se basó en la cuantificación de la floración de especies arbóreas y lianas, utilizando los parámetros establecidos por Newstrom et al. (1994), para la caracterización de la floración. Las estructuras florales se recolectaron en 200 trampas permanentes construidas con tubos de PVC que forman un marco cuadrado con cuatro patas a manera de una mesa. La cara superior constituye una malla plástica porosa, para permitir que el agua de las lluvias escurra fácilmente. Las trampas se ubicaron entre cuatro y diez metros del sendero hacia el bosque; y de esta manera se aseguró que, las trampas se encuentren suficientemente alejadas tanto del sendero como de la siguiente trampa.

La recolección de estructuras florales en las 200 trampas constituyó un censo; el mismo que podía durar de tres a cinco días dependiendo de las condiciones climáticas. En total se realizaron 28 censos, uno cada dos semanas. El material colectado de cada trampa se revisó y separó por especie, el mismo día, para evitar alteraciones en las estructuras florales. Luego de secarlo se clasificó según la colección de referencia del Proyecto de Plántulas y Semillas para facilitar futuras comparaciones.

En el análisis comparativo de los eventos de floración de árboles y lianas, y entre los diferentes estratos se utilizó el criterio de clasificación de Foster (Hubbell & Foster 1986), propuesto para estudiar la dinámica de los bosques en la Red de Parcelas de 50 ha establecidas por el Centro de Ciencias Forestales del Trópico. Esta clasificación, actualizada hasta diciembre del 2001, incluye las siguientes categorías: T.- Árboles del dosel, mayores a 20 metros; M.- Árboles de sub dosel, entre los 10 y 20 m; U.- Árboles de sotobosque que se encuentran entre los 4 y 10 m; S.- Árboles pequeños y arbustos de sotobosque que llegan hasta los cuatro metros; y V.- Lianas.

#### Análisis de los datos

La información obtenida se clasificó en dos categorías: Registros florales. - que indican la presencia de flores o botones de una especie en una determinada trampa; y Registros de cantidad o número de flores. - que constituye el valor aproximado de la cantidad de flores o botones de una especie. Este dato se utiliza para describir la intensidad o amplitud de la floración (Newstrom et al. 1994), y fue tomado como el valor entero del logaritmo de base 10, en una escala de cero a tres, por la dificultad de contar flores pequeñas y numerosas.

Las relaciones entre la floración y las variables ambientales (precipitación y temperatura) se exploraron a través de varias correlaciones lineales. Para determinar si existen diferencias en la floración según la estratificación del bosque y en diferentes hábitats, se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) como modelo estadístico y Tukey como prueba complementaria (Fowler et al. 1998). La sincronía entre especies relacionadas fue observada comparando las épocas de floración de cada especie.

## Resultados y Discusión

La evaluación de la floración del bosque durante 14 meses abarcó 3916 registros florales, de los cuales el 80,7 % corresponde a flores y el 19,3% a botones, que representan a 68 familias y 703 especies. Fabaceae, la familia más abundante en el área de estudio, evidenció también la mayor cantidad de registros florales, seguida por Arecaceae, la cual no tiene una diversidad muy alta, pero incluye a *Iriartea deltoidea*, la especie más común del área de estudio. *I. deltoidea*, no sólo es una especie muy dominante, también presenta una floración extendida y fases fenológicas superpuestas, es decir un mismo individuo puede producir botones, flores y frutos al mismo tiempo.

### Estacionalidad de la Floración

La floración del bosque mostró marcadas diferencias a lo largo del tiempo de estudio. A mediados de diciembre se observó mayor diversidad de especies floreciendo, con flores de 114 especies distintas distribuidas en el 75% de las trampas. Mientras que, a mediados de mayo sólo 27 especies florecían, encontradas en menos de la cuarta parte de las trampas ([Figura 1]). Por otro lado la amplitud de la floración llegó a su máximo nivel durante la tercera semana del mes de septiembre con un número aproximado de 15300 estructuras florales recolectadas (Figura 2). El Análisis de estos datos determinó que la estacionalidad de la floración a nivel de comunidad presenta tres momentos: Floración Activa, Floración Intermedia y la Temporada de Pocas Flores.

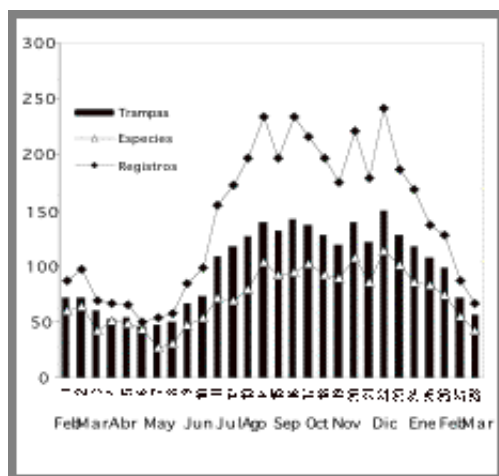


Figura 1. Cantidad de registros florales, número de especies floreciendo y número de trampas con al menos una estructura floral reportados en un bosque de tierra firme de la amazonía ecuatoriana durante 14 meses de estudio (28 censos), desde febrero del 2000 a marzo del 2001.

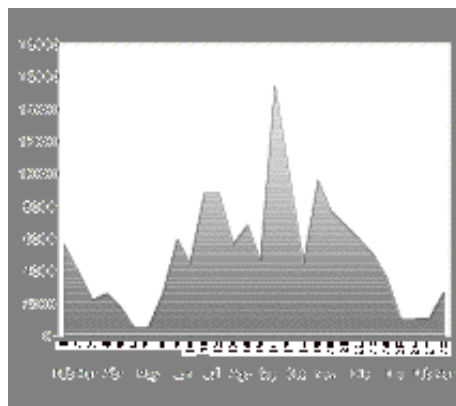
Figure 1. Registered flowers, number of species in flower and number of traps with at least one flower caught, reported from a terra firme forest in Amazonian Ecuador during 14 months (28 surveys) between February 2000 and March 2001.

Floración activa: comprende a la acumulación de estadios florales de diferentes especies, ya que el bosque florece con mayor intensidad y duración. Esta temporada inicia en julio y dura hasta mediados de enero. Incluso aquellas especies que presentaron flores durante todo el año, en algún momento de estos meses intensifican su floración; como son los casos de *Eschweilera coriacea*, *Pouroma minor*, *Sorocea steinbachii* y *Virola elongata*.

Floración intermedia: se presentan dos veces al año, antes de la temporada de floración activa durante en el mes de junio, cuando se nota claramente que la floración tiende a incrementarse. Entonces florecieron *Aniba riparia*, *Trichilia adolfii*, *Inga bourgonii*, *Inga auristellae* e *Eriotheca globosa*. Y después de la temporada de floración activa cuando los niveles de floración disminuyen, a finales de enero y se extiende durante todo febrero. Entre las especies que florecieron en este momento están: *Bauhinia* spp., *Duroia hirsuta*, *Machaerium floribundum*, *Apeiba membranacea*, *Dicranostyles holostyla* y *Cedrela fissilis*.

La Temporada de Pocas Flores: es un tiempo de baja actividad floral, comprende marzo, abril y mayo. Entre las especies que florecen en estos meses se encuentran *Matisia malacocalix*, *Sorocea*

*steinbachii*, *Pseudolmedia lavis*, *Guarea gomma*, *Trichilia adolfii*.

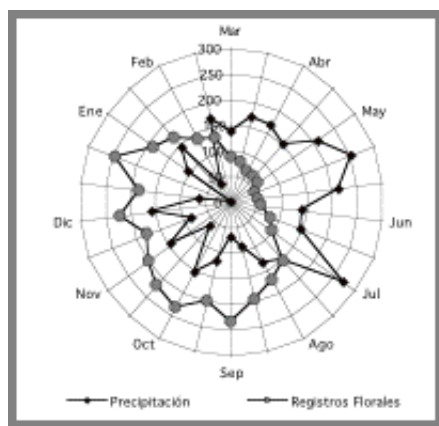


**Figura 2.** Número aprox. de estructuras florales (amplitud de la floración) recolectadas en 200 trampas, distribuidas en un bosque de tierra firme de la Amazonía Ecuatoriana. Los números del 1 al 28 corresponden los censos o revisiones que se realizaron durante 14 meses, desde febrero del 2000 a marzo del 2001.

**Figure 2.** Approximate number of flowers collected in 200 traps reported from a terra firme forest in Amazonian Ecuador during 14 months (28 surveys) between February 2000 and March 2001.

#### La floración y el clima

Aunque aparentemente la caída de lluvias en el Parque Nacional Yasuní no presenta una estacionalidad marcada (meses inferiores a los 100 mm), los análisis realizados indican variaciones estacionales donde los meses más lluviosos pueden registrar hasta un 72% más de lluvias que el mes más seco. Esta variación en la precipitación determina la estacionalidad en los eventos de floración, de manera que muchas especies florecen cuando la cantidad de lluvias disminuye (Figura 3). Por otro lado, la temperatura, como factor individual, no es determinante en la floración, la correlación entre esta variable y la producción de flores no mostró relación alguna, al mantener valores relativamente constantes durante todo el año ([Tabla 1]).



**Figura 3.** Relación entre la precipitación y la cantidad de registros florales durante 14 meses de un bosque de tierra firme en la Amazonía Ecuatoriana, (desde el 2000 al 2001). Se uso promedios para los meses que se repiten durante el tiempo de estudio (febrero y marzo). Los valores numéricos expresan la cantidad de mm de lluvia y la frecuencia de registros florales.

**Figure 3.** Relation between rainfall and flowers reported from a terra firme forest in Amazonian Ecuador during 14 months (28 surveys) between February 2000 and March 2001. Median used for the repeated months (February and march). Numerical values indicate rainfall in mm and lower number.

Variables	1. Precipitación	Significación
	R	
Registros florales	-0,404*	0,033
Especies por censo	-0,472*	0,011
Número de Flores	0,022	0,911
Trampas con flores	-0,426*	0,024
<b>Estratos</b>		
T (árboles >20 m)	-0,417*	0,027
M (árboles de 10-20 m)	-0,279	0,150
U (árboles de 4-10 m)	-0,202	0,303
S (arbustos <4 m)	-0,160	0,417
V (lianas)	-0,352	0,066
<b>Diferencia altitudinal</b>		
Cresta	-0,352	0,066
Pendiente	-0,375*	0,049
Quebrada	-0,423*	0,025
<b>Temperatura</b>		
Máxima (Promedios)	-0,294	0,129
Mínima (Promedios)	0,147	0,455
Variables	2. Temperatura	Significación
	r	
Registros florales	-0,041	0,835
Especies por censo	0,040	0,832
Número de Flores	-0,072	0,716

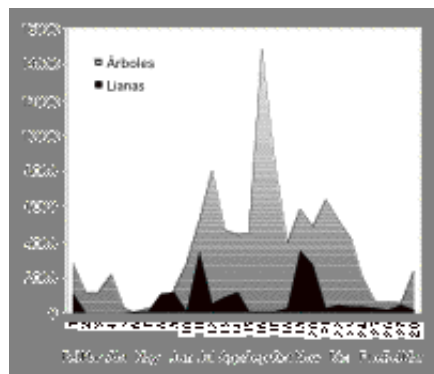
Tabla 1. Resultados de la Correlación de Pearson ( $r$ ) entre la floración de un bosque de tierra firme en la Amazonía Ecuatoriana y las variables ambientales registradas (precipitación y temperatura). Las correlaciones se realizaron para las diferentes variables en que se midió la floración, así como también para cada estrato y nivel altitudinal.

Table 1. Pearson correlation ( $r$ ) between flowering and registered environmental parameters (precipitation and temperature) reported from a terra firme forest in Amazonian Ecuador during 14 months (28 surveys) between February 2000 and march 2001. The correlations are made for different variables in flowering for every stratum and altitudinal level.

Arboles y lianas, estrategias distintas?

Tanto árboles como lianas produjeron mayor cantidad de flores, dentro de "la temporada de floración activa" ( $r = 0.548$ ;  $p = 0.003$ ), pero la floración no fue simultánea (Figura 4), las lianas florecieron cuando la mayoría de los árboles ya habían florecido o estaban por florecer ( $r_s = -0.545$ ;  $p = 0.044$ ). Esto probablemente se debe a que las flores de estas dos formas de vida ocupan los mismos niveles en la estructura vertical del bosque, de tal forma que un comportamiento alternado en los tiempos de floración, evita la competencia por los polinizadores y posteriormente por los dispersores, cuando los frutos estén

maduros.



**Figura 4. Cantidad de estructuras florales de árboles y lianas de un bosque de tierra firme de la Amazonía Ecuatoriana, encontrados en 28 censos o revisiones durante 14 meses, desde febrero del 2000 a marzo del 2001.**  
**Figure 4. Number of flowers on trees and lianas reported from a terra firme forest in Amazonian Ecuador during 14 months (28 surveys) between February 2000 and march 2001.**

La Floración en los diferentes estrato

Los árboles grandes del dosel (T) y subdosel (M), producen más flores, y las diseminan a mayores distancias; por lo tanto, dominan el ciclo de floración del bosque. Además estas dos categorías son precisamente las que presentan mayor estacionalidad, ya que las condiciones, de luz y humedad, a las que pueden alcanzar los árboles altos a través del dosel son muy diferentes a las que se encuentran dentro del bosque Frankie (1974). En consecuencia, las especies responsables de los picos en las curvas de floración son *Alchornea triplinervia*, *Virola duckei*, *Cedrelinga cateniformis*, *Otoba glycyarpa* y *Parkia multijuga*.

La floración en diferentes hábitats

La floración en las crestas de las colinas es diferente a la que se presenta en las pendientes y en las quebradas ( $F = 42.018$ ;  $p = 0.000$ ;  $CV = 4.82\%$ ). Lo que se debe a dos razones: primero; en la parte alta de las colinas, la densidad de árboles y la riqueza de especies es mayor a la de las partes bajas, razón por lo cual, el número de registros florales y de especies floreciendo es mayor. Y segundo; las especies florecen en respuesta a la disminución de la humedad de suelo. Cuando la cantidad de lluvias disminuye, los suelos de diferentes hábitats se secan proporcionalmente a la altura (Foster 1990). Es decir, la humedad del suelo en la cresta se escurre más rápido que en los otros dos niveles, lo que se evidencia en el valor de las correlaciones ([Tabla 1]).

Sincronía en la Floración

A nivel de comunidad existe una floración sincrónica intra e interespecífica entre la mayoría de árboles, arbustos y lianas del bosque, los cuales florecen cuando la cantidad de lluvias disminuyen. Sin embargo al analizar con detalle los eventos de floración de cada especie se observó que las especies cercanas, del mismo género o familia, tienden a mantener sincronía en sus épocas de floración. Entre las ventajas de la floración sincrónica están la posibilidad de atraer a una mayor cantidad de polinizadores, aumentar el potencial de entrecruzamiento a nivel intraespecífico (Augspurger 1990) y conducir a un desarrollo sincrónico de que sacian a los predadores, que de otro modo destruirían la producción de semillas y la productividad del bosque (Garwood 1983). La asincronía en cambio, predispone a las plantas a recompensar ricamente a los polinizadores ya que impulsan a una clase de especialistas a regresar una y otra vez en busca de su alimento (Leigh 1990). Entre algunos ejemplos de sincronía están las especies de los Parkias, Ingas, Bauhinias, Guareas, etc. Estas involucran fases activas de floración dentro del espacio de tiempo correspondiente a la realización de los censos. Sin embargo, los tiempos de floración difieren en horas, días e incluso semanas. Estas diferencias concuerdan con la hipótesis del "polinizador compartido" (Wright & Calderón 1995) según la cual los tiempos de floración deben estar segregados para evitar la sobre posición de congéneres que tienen estructuras florales similares y por lo tanto, los mismos polinizadores.

## Agradecimientos

El presente trabajo fue posible gracias al Proyecto de Plántulas y Semillas (SSP) que auspició, financió y motivó esta investigación. A la Dra. Nancy Garwood, el Dr. Joseph Wright y Viveca Persson. Mi reconocimiento también al Dr. Renato Valencia, Gorki Villa y especialmente al Dr. Hugo Navarrete por la dirección de este trabajo. Por último, mis más sinceros agradecimientos al Sr. Milton Zambrano, la Estación Científica Yasuní y el Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

## Referencias

- Acosta - Solis, M. 1977. Conferencias Fitogeográficas. Instituto Panamericano de Historia y Geografía. Quito, Ecuador.
- Augsburger, K.C. 1990. Una Señal para la floración sincrónica. Pp. 201-218. En: E.G. Leigh, Rand, A.S. & D. Windsor, (eds.) *Ecología de un Bosque Tropical*. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.
- Cañadas - Cruz, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador, MAG - PRONAREG. Quito, Ecuador.
- Foster, R.B. 1990. Ciclo estacional de caída de Frutos en la Isla de Barro Colorado. Pp. 219-241. En: E.G. Leigh, A.S. Rand & D. Windsor (eds). *Ecología de un Bosque Tropical*. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.
- Fowler, J; L. Cohen & P. Jarvis. 1998. Practical Statistics for Field Biology. Copy Right - Wiley. England.
- Frankie, G.W. 1974. Tropical plant phenology: Application for studies en community ecology. Pp. 287-296. In: H. Lieth (ed.). *Ecological Studies. Vol 18. Phenology and Seasonality modeling*. Springer - Verlag. New York, U. S.A.
- Garwood, N.C. 1983. Seed Germination in a Seasonal Tropical - Forest in Panama. A Community Study. *Ecological Monographs*, 53(2):159-181.
- Hubbell, S. & R. Foster. 1986. Communness and Rarety in a Neotropical Forest: Implication for Tropical Tree Conservation. Pp 205-231. In: M. Soulé (ed.). *Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, U.S.A.
- Leigh, E.G. 1990. Introducción: La Selección Natural y los Ciclos del Bosque. Pp. 175-178. En: Leigh, E.G.; A.S. Rand & D. Windsor (eds.). *Ecología de un Bosque Tropical*. Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.
- Newstrom, E.; G. Frankie; G. Baker & R. Colwell. 1994. Diversity of Long - term Flowering Patterns. Pp. 142-160. In: McDade, L.; K. Bawa; H. Hespeneide & G. Hartshorn (eds). *La Selva, Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. University of Chicago Press, Ltd. U.S.A.
- Raven, P; R.F. Evert & S. Eichhorn. 1999. Biology of plants. W.H. Freeman and Company worth publishers. New York, U.S.A.
- Romoleroux, K; R. Valencia; R. Condit; H. Balslev & E. Losos. 1997. Inventario de 2 hectáreas en Yasuní. Pp 189-216. En: Valencia, R. & H. Balslev (eds.). *Estudios sobre la diversidad y Ecología de plantas*. PUCE. Quito, Ecuador
- Sierra, R. (ed.), 1999, Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Wright, S.J. & O. Calderón. 1995. Phylogenetic constraints on tropical flowering phenologies. *Journal of Ecology* 83: 937-948.
- Wright, S.J. 1996. Phenological Responses to Seasonality in tropical Forest Plants. Pp 440-461. In: Mulkey, S.S.; R.L. Chazdon & A.P. Smith (eds.). *Tropical Forest Plant Ecophysiology*. Chapman y Hall. New York, U.S.A.



Nombre Científico	Familia
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae
<i>Aniba riparia</i> (Nees) Mez	Lauraceae
<i>Apeaba membranacea</i> Spruce ex Benth.	Tiliaceae
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae
<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
<i>Dicranostyles holostyla</i> Duke	Convolvulaceae
<i>Duroia hirsuta</i> (Poepp. & Endl.) K. Schum.	Rubiaceae
<i>Eriotheca globosa</i> (Aubl.) A. Robyns	Bombacaceae
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Lecythidaceae
<i>Guarea gomma</i> Pulle	Meliaceae
<i>Inga auristellae</i> Harás	Fabaceae
<i>Inga bourgonii</i> (Aubl.) DC.	Fabaceae
<i>Iriarteia deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Arecaceae
<i>Machaerium floribundum</i> Benth.	Fabaceae
<i>Marmaroxylon basijugum</i> (Ducke) L. Rico	Fabaceae
<i>Matisia malacocalyx</i> (A. Robyns & S. Nilsson) W.S. Alverson	Bombacaceae
<i>Matisia oblongifolia</i> Poepp & Endl.	Bombacaceae
<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodríguez & T.S. Jaramillo	Myristicaceae
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fabaceae
<i>Pourouma minor</i> Benoist	Cecropiaceae
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Nacbr	Moraceae
<i>Rinorea lindeniana</i> (Tul.) Kuntze	Violaceae
<i>Sorocea steinbachii</i> C.C. Berg	Moraceae
<i>Trichilia adolfii</i> Harás	Meliaceae
<i>Virola duckei</i> A. C. Sm.	Myristicaceae
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Myristicaceae

Anexo 1.- Lista de nombres científicos mencionados como ejemplos en un estudio de la Floración a nivel de Comunidad de un Bosque de tierra Firme en la Amazonía Ecuatoriana.  
Annex 1. Scientific names mentioned as examples in this study from a terra firme forest in Amazonian Ecuador.