



BioLlania

Revista del BioCentro. Programa Ciencias del Agro y del Mar.
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales
"Ezequiel Zamora".

PORTADA:

Vista del Río Ventuari desde el Cerro Moriche, estado Amazonas Venezuela.
Fotografía: Alberto Vicentini, 2000

BioLlania

BioLlania Edición Especial N° 9

Programa de Ciencias del Agro y del Mar
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
“EZEQUIEL ZAMORA”
UNELLEZ

GUANARE, ESTADO PORTUGUESA, VENEZUELA

Edición Especial N° 9; septiembre, 2009

ISBN 980-231-131-6

Fundada en 1984 por Francisco Ortega†, Gerardo Aymard y Basil Stergios

Editor Ejecutivo: Crispulo Marrero

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

“UNELLEZ”

Rector	Prof. Miguel A. Henriquez M.
Secretaria General	Prof. Betsi C. Arcila de Delgado.
Vicerrector de Servicios	Prof. Vicente Jiménez R.
Vicerrector de Planificación y Desarrollo Social	Prof. Aura Acosta.
Vicerrector de Planificación y Desarrollo Regional	Prof. Rosa Vargas C.
Vicerrector de Producción Agrícola	Prof. Alberto J. Herrera G.
Vicerrector de Infraestructura y Procesos Industriales	Prof. Freddy La Cruz.
Secretaría Ejecutiva de Investigación	Prof. Josmer Navarro.
Secretaría Ejecutiva de Postgrado	Prof. Marisela Ferrer.

JEFES DE UNIDADES DEL BIOCENRO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Herbario Universitario	Prof. Nidia Cuello
Museo de Zoología.....	Prof. Crispulo Marrero
Centro Cartográfico	Prof. Miguel Niño

CURADORES

Plantas vasculares	Ing. Angelina Licata
Mastozoología	Prof. Antonio Utrera
Ornitología	Prof. Alexis Araujo
Herpetología	Prof. Juan Elías García
Ictiología	Prof. Otto Castillo
Invertebrados	Prof. Crispulo Marrero
Curador Asistente	T.S.U. Keila Marchetto

Equipo Editorial:

Alex S. Flecker	Cornell University (USA)
Kirk O. Winemiller	Texas A & M University (USA)
Guido Pereira	Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
Klauss Jaffe	Universidad Simón Bolívar (Venezuela)
Juhani Ojasti	Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
Roger Carrillo	Universidad Simón Bolívar (Venezuela)
Jaime E. Thomerson	University of Southern Illinois (USA)
Lawrence Page	Illinois Natural History Survey (USA)
Leo Nico	USFWS (USA)
Richard Shargel	UNELLEZ (Venezuela)
Pedro Urriola	UNELLEZ (Venezuela)
Enrique Lamarca	Universidad de Los Andes (Venezuela)
Bruce K. Holst	Marie Selby Botanical Gardens (USA)
Abraham M. Urrutia	Universidad Francisco Miranda (Venezuela)
Martín Correa Viana	UNELLEZ (Venezuela)
Brian Boom	New York Botanical Garden (USA)
Salvador Boher	MARNR-PROFAUNA (Venezuela)
Laurence J. Dorr	Smithsonian Institution, Washington, D.C. (USA)
Christopher Kossowski	Universidad Lisandro Alvarado (Venezuela)
Gustavo Romero González	Harvard University (USA)
Paul Berry	University of Michigan (USA)

Equipo de Producción Editorial

Francisco Ortega†	Editor Fundador
Basil Stergios	Editor Fundador
Gerardo Aymard	Editor Fundador
Donald C. Taphorn	Editor Adjunto
Nidia Cuello	Editor Asociado
Miguel Niño	Editor Asociado

Apoyo Editorial de la Edición Especial N° 9.

Job Jurado Guevara	Diagramación y Arte final
--------------------------	---------------------------

Esta publicación es analizada e indizada por:
Biosis Scientific – Thomson Reuter; REVENCYT; KEW INDEX BIBLIOGRAPHY; IPNI

ESTUDIO DE LOS SUELOS Y LA VEGETACIÓN (ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y DIVERSIDAD) EN BOSQUES MACROTÉRMICOS NO-INUNDABLES, ESTADO AMAZONAS, VENEZUELA. (Aprox. 01° 30'--05° 55' N; 66° 00'-- 67° 50' O)

Editores: **Gerardo A. Aymard C. y Richard Schargel**

Contenido

	Pág
Gerardo A. Aymard C, Richard Schargel, Paul Berry y Basil Stergios Estudio de los suelos y la vegetación (estructura, composición florística y diversidad) en bosques macrotérmicos no-inundables, estado Amazonas, Venezuela. (Aprox. 01° 30'--05° 55' N; 66° 00'-- 67° 50' O)	
Resumen	06
Abstract	08
Introducción	10
Antecedentes	11
Objetivos del proyecto	12
Aspectos generales del área del estudio (clima, suelos, vegetación, geología, geomorfología).....	13
Área del estudio	19
Metodología	21
Resultados	28
Vegetación	
Composición florística, riqueza y diversidad	28
Estructura	31
Clasificación de los bosques	32
Discusión de los resultados	71
Relaciones de las variables ambientales con la vegetación	82
Aspectos florísticos y fitogeográficos	88
Conclusiones	90
Suelos (Richard Schargel y Pablo Marvez)	
Características morfológicas y físicas de los suelos	99
Características químicas de los suelos	100
Clasificación taxonómica de los suelos	103
Relación suelos-vegetación	107
Conclusiones	108
Agradecimientos	109
Bibliografía	109
Anexos	126
Gustavo Romero-González y Carlos Gómez	252
Diversidad de Orchidaceae en el Municipio Autónomo Maroa, estado Amazonas, Venezuela	
José R. Guevara, Omar E. Carrero, Franklin Molina, Ana M. Torres, Dayanna Balza y Manuel Muñoz (+) Inventario florístico de las comunidades vegetales cercanas a Coromoto de Cuao y Raudalito Picure, cuenca baja del Río Cuao, Municipio Autónomo Autana, estado Amazonas, Venezuela.....	276

**Estudio de los suelos y vegetación
(estructura, composición florística y diversidad)
en bosques macrotérmicos no-inundables,
Estado Amazonas, Venezuela
(Aprox. 01° 30' -- 05° 55' N; 66° 00' -- 67° 50' O)**

Gerardo A. Aymard¹, Richard Schargel¹, Paul Berry² y Basil Stergios¹

RESUMEN

Se establecieron cuarenta y dos transectos de 0,10 hectárea (4,2 hectáreas) en bosques no-inundables macrotérmicos situados en cuatro sectores del estado Amazonas, Venezuela (**Sector 1:** carretera Maroa-Yavita; **Sector 2:** San Carlos de Río Negro-Cuenca del Río Casiquiare; **Sector 3:** Bajo-medio Río Ventuari (cuenca del alto Orinoco) y **Sector 4:** área de Puerto Ayacucho). Se midieron 12.493 individuos (DAP 2.5 cm), se identificaron 1.153 morfoespecies pertenecientes a 326 géneros, 83 familias y se describen 20 comunidades boscosas. Trece familias representaron 56% del número total de las especies (646) y a la vez, constituyen el 62% del total de los individuos medidos (7.746). Las familias con el mayor número de especies fueron Rubiaceae (72 especies, 25 géneros, 570 individuos), Fabaceae (69 especies, 18 géneros, 1.040 individuos), Sapotaceae (64 especies, 7 géneros, 533 individuos), Annonaceae (55 especies, 12 géneros, 649 individuos), Lauraceae (54 especies, 7 géneros, 216 individuos), Mimosaceae (45 especies, 9 géneros, 251 individuos), Caesalpiniaceae (44 especies, 17 géneros, 1.071 individuos), Melastomataceae (44 especies, 6 géneros, 237 individuos), Euphorbiaceae (40 especies, 20 géneros, 1.320 individuos), Clusiaceae (36 especies, 9 géneros, 338 individuos), Burseraceae (34 especies, 4 géneros, 607 individuos), Vochysiaceae (32 especies, 4 géneros, 446 individuos) y Lecythidaceae (30 especies, 6 géneros, 482 individuos). Los géneros más diversos fueron *Pouteria* (29 especies), *Protium* (27 especies), *Miconia* (24 especies), *Licania* (23 especies), *Ocotea* (23 especies), *Swartzia* (22 especies), *Eschweilera* (18 especies), *Inga* (16 especies), *Vochysia* y *Guatteria* con 14 especies. *Eperua leucantha* (356), *Pseudosenefeldera inclinata* (251), *Eperua purpurea* (195), *Heterostemon conjugatus* (190), *Clathrotropis glaucophylla* (172), *Monopteryx uauco* (171), *Sagotia racemosa* (157), *Micrandra sprucei* (152), *Ruizterania retusa* (140) y *Astrocaryum gynacanthum* (136) son las especies con el mayor número de individuos. *Faramea torquata*, *Minquartia guianensis*, *Iryanthera laevis*, *Pseudolmedia laevigata*, *Brosimum rubescens*, *Couma utilis* y *Clathrotropis glaucophylla* representan el grupo de especies presentes en los cuatro sectores estudiados. Los bosques estudiados presentan valores medios de densidad en 298 individuos y 6,75 m² de área basal por 0,10 ha, el valor más alto de área basal fue de 33,78 m², el mayor valor medido para un décimo de hectárea en el mundo. El transecto No. 7 (bosques de *caatinga* Amazónica) tuvo el mayor número de individuos con 530. La densidad varió de densa/media a rala, y los bosques están conformados por tres a cuatro clases de grupos arbóreos según su altura (estratos). El primer estrato está compuesto por especies emergentes entre 30-40 m de altura, con diámetros mayores de 90 cm, lo que le da un aspecto irregular al dosel. Esta discontinuidad vertical es más evidente por la frecuente caída de grandes árboles. El segundo estrato (20-25 m), presentó mayor diversidad florística y fue el más variable en términos de diámetros y alturas de los individuos. Los estratos tercero y cuarto (entre los 10-20 m) presentaron gran homogeneidad en sus patrones espaciales, lugar en el que se observaron densas colonias de la hierba gigante *Phenakospermum guyannense* y diferentes especies de palmas (*Attalea maripa*, *Euterpe catinga*, *E. precatoria*, *Iriartella setigera*, *Leopoldinia piassaba*, *Oenocarpus*

¹ UNELLEZ-Guanare, Programa de Ciencias del Agro y el Mar, Herbario Universitario (PORT), Mesa de Cavacas, estado Portuguesa. VENEZUELA 3350

² University of Michigan, 2037/2035 Kraus Natural Science Bldg. 830 N. Ann Arbor, MI 48109-2228, USA

bacaba, *O. bataua* y *Socratea exorrhiza*). El sotobosque estuvo conformado por una gran variedad de especies de sufrútices, arbustos, hierbas de hoja ancha y helechos. Los árboles de menor altura se localizan en la *caatinga baja* y los bosques sobre concreciones de hierro. A través del uso de técnicas de clasificación (Análisis de agrupamiento y TWINSpan) y ordenación (DCA, CCA) los bosques se clasificaron en dos grandes grupos y dos comunidades boscosas, las cuales se definen de la siguiente manera: **Grupo 1: Bosques sobre sistemas de aguas negras del alto Río Negro/Casiquiare:** conformados por una transición de bosques de mediana altura con individuos emergentes (*Micrandra spruceana* y *Monopteryx uauacu*), los bosques de *caatinga* Amazónica dominados por *Micrandra sprucei*, *Caraipa longipedicellata*, *Eperua purpurea* y *E. leucantha*, los bosques altos-medios con emergentes de *Aldina kunhardtiana*, *Erisma japura*, *Licania heteromorpha* var. *subcordata*, *Eperua purpurea*, y los bosques medios dominados por *Eperua purpurea*, *Goupia glabra* y *Leopoldinia piassaba*. El **Grupo 2 lo representan las comunidades sobre sistemas de aguas blancas del río Orinoco**, el cual estuvo conformado por bosques altos-medios de *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Ruizterania retusa*, *Rudgea* sp. nov., *Qualea paraensis*, *Oenocarpus bacaba*, *Actinostemon amazonicus* y *Sagotia racemosa*. Bosques medios con dominancia de *Leopoldinia piassaba*, *Alchornea schomburgkii*, *Allantoma lineata*, *Virola elongata* y *Eschweilera parviflora*, y bosques altos de *Erisma uncinatum* y *Trattinnickia glaziovii*. Las comunidades boscosas se clasificaron como *caatinga* baja dominada por *Neea obovata* y *Guapira sancarlosiana* y bosques bajos sobre concreciones de hierro dominados por *Ruizterania retusa*, *Pagamea thyrsoflora* y *Clusia schomburgkiana*. Se concluye que la diversidad beta es alta entre los hábitats, la cual está asociada con las condiciones de drenaje, las precipitaciones anuales y la duración del período de la sequía, factores que a su vez, determinaron la composición florística de las comunidades estudiadas. Los resultados muestran que los bosques de tierra firme bien drenados son los que poseen la mayor riqueza de especies (diversidad Alpha), producto de un gran número de géneros y especies “raras” o con muy pocos individuos, lo que indica que es estos ambientes la proporción de especies determinadas por los tipos de suelos es baja. En contraste, en las unidades con influencia de inundaciones, mal drenaje y suelos spodosolizados, se observó que las especies más importantes se encuentran asociadas exclusivamente a ese tipo de ambientes. En síntesis, los suelos estudiados poseen problemas de drenaje, son de fertilidad natural muy baja y pertenecen a los grupos Ultisoles, Oxisoles, Entisoles y Spodosoles. La diversidad alpha de los bosques estudiados es baja en comparación otros sectores de la cuenca Amazónica, esto quizás es debido a la inestabilidad paleoclimática a la cual estuvo sometida la región del estudio. Se presenta información acerca de la riqueza, diversidad de las comunidades descritas y datos acerca de la fitogeografía de las especies registradas en relación con la flora de áreas adyacentes a la Amazonía y la Guayana venezolana. La colección botánica produjo diez posibles especies nuevas y 33 nuevos registros para la flora de Venezuela, (Ej. *Aiouea grandifolia* (Lauraceae), *Aniba permolis* (Lauraceae), *Abarema adenophora* (Mimosaceae), *A. macradenia* (Mimosaceae), *Cynometra martiana* (Caesalpinaceae), *Naucleopsis glabra* (Moraceae), *Lorostemon stipitatus* (Clusiaceae), *Perebea longepedunculata* (Moraceae), *Licania obovata* (Chrysobalanaceae), *Hymenolobium pulcherrimum* (Fabaceae) y *Buchenavia amazonia* (Combretaceae), lo que demuestra la importante contribución de los estudios florísticos a través de transectos y parcelas para el conocimiento de la flora de Venezuela.

Palabras claves: Amazonas, Venezuela, Bosques, Estructura, Composición Florística, Suelos

SOILS AND VEGETATION STUDIES (STRUCTURE, FLORISTIC COMPOSITION AND DIVERSITY) IN WELL DRAINED RAIN FOREST, AMAZONAS STATE, VENEZUELA

ABSTRACT. Forty two 0.1 ha transects (4,2 hectares) were established in four non-flooded, rain forest sites in the state of Amazonas, Venezuela (Site 1: the Maroa-Yavita road; Site 2: San Carlos de Río Negro-Casiquiare River drainage; Site 3: Lower-middle Ventuari river, and Site 4: The an area around Puerto Ayacucho. Twenty forest communities are described, 12,493 tree individuals (DPH 2.5 cm) were sampled, 1,153 vascular plant species were determined belonging to 326 genera and 83 families. Of the 646 of species found, 56% are included in 13 families, and make up 62% of the total number of individuals (7,746) sampled. The families with the most numerous species were: Rubiaceae (72 species, 25 genera and 570 individuals), Fabaceae (69 species, 18 genera and 1,040 individuals), Sapotaceae (64 species, 7 genera and 533 individuals), Annonaceae (55 species, 12 genera and 649 individuals), Lauraceae (54 species, 7 genera and 216 individuals), Mimosaceae (45 species, 9 genera and 251 individuals), Caesalpiniaceae (44 species, 17 genera and 1,071 individuals), Melastomataceae (44 species, 6 genera and 237 individuals), Euphorbiaceae (40 species, 20 genera and 1320 individuals), Clusiaceae (36 species, 9 genera and 338 individuals), Burseraceae (34 species, 4 genera and 607 individuals), Vochysiaceae (32 species, 4 genera and 446 individuals), and Lecythidaceae (30 species, 6 genera and 482 individuals). The genera with the highest species diversity were *Pouteria* (29 species), *Protium* (27 species), *Miconia* (24 species), *Licania* (23 species), *Ocotea* (23 species), *Swartzia* (22 species), *Eschweilera* (18 species), *Inga* (16 species), *Vochysia* and *Guatteria* with 14 species each. *Eperua leucantha* (356), *Heterostemon conjugatus* (190), *Clathrotropis glaucophylla* (172), *Monopteryx uauacu* (171), *Sagotia racemosa* (157), *Micrandra sprucei* (152), *Ruizterania retusa* (140), and *Astrocaryum gynacanthum* (136) had the highest abundance of individuals. *Faramea torquata*, *Minuartia guianensis*, *Iryanthera laevis*, *Pseudolmedia laevigata*, *Brosimum rubescens*, *Couma utilis* and *Clathrotropis glaucophylla* were the most widely distributed amongst the four sites studied. Mean tree density was 298 individuals/0.1 ha in the forest sites studied, and a mean basal area of 6.75 m². The highest basal area value by transect was 33.78 m², the highest for a tenth hectare evaluation in the world to date. Transect No. 7, composed of Amazon *caatinga* forests dominated by *Micrantha sprucei*, *Eperua leucantha*, and *Caraipa longipedicellata*, showed the highest individual density with 530 recorded. Forest density varied from medium-dense to sparse, and were grouped by tree height into three to four stratifications (levels). The primary level was made up of emergent species, with diameters greater than 90 cm, and 30–40 m in height, giving an irregular crown appearance, which was made more evident by gaps from frequent tree fall. The secondary level (20–25 m) had a greater species floristic diversity, and more a highly variable individual tree height and diameter. The third and fourth levels (from 10–20 m) were homogeneous in spatial distribution, and had dense colonies of *Phenakospermum guyannense* and the palm species *Attalea maripa*, *Euterpe catinga*, *E. precatória*, *Iriartella setigera*, *Leopoldinia piassaba*, *Oenocarpus bacaba*, *O. bataua*, *Socratea exorrhiza* were observed. The forest understory was dominated by a variety of low-growing, large-leaved herbaceous shrub, and fern species. The smallest trees were found in the lower *caatinga* and forests on soils with iron deposits. By means of the classification and ordination methods, the forests were classified into two large community groups. **Group 1: The black-water forests of the upper Rio Negro/Casiquiare rivers** were made up of the transitional forests of medium height with the emergents *Micandra spruceana* and *Monopteryx uauacu*, the Amazon *caatinga* dominated by *Micrandra sprucei*, *Caraipa longipedicellata*, *Eperua purpurea* and *E. leucantha*, the medium-high emergent forests dominated by *Aldina kunhardiana*, *Erisma Japura*, *Licania heteromorpha* var.

subcordata and *Eperua purpurea*, the medium height forests dominated by *Eperua purpurea*, *Goupia glabra* and *Leopoldinia piassaba*, and **Group 2: white-water forests of the Orinoco River basin**, which consisted of medium-high forests dominated by *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Ruizterania retusa*, *Rudgea* sp. nov., *Qualea paraensis*, *Oenocarpus bacaba*, *Actinostemon amazonicus* and *Sagotia racemosa*, medium forests dominated by *Leopoldinia piassaba*, *Alchornea schomburgkii*, *Allantoma lineata*, *Virola elongata* and *Eschweilera parviflora*, and high forests dominated by *Erisma uncinatum* and *Tratinnickia glazoivii*. The forest communities were classified as low *caatinga* dominated by *Neea obovata* and *Guapira sancarlosiana*, and low forests on iron deposits dominated by *Ruizterania retusa*, *Pagamea thyrsoflora* and *Clusia schomburgkiana*. By means of the classification analyses Grouping Analysis and TWINSPAN, the correspondence ordination DCA, canonic correspondence CCA, it can be concluded that beta diversity is high amongst the habitats, which then can be associated these with drainage conditions, annual precipitation and the duration of the dry season, and which also would be determining factors influencing the floristic composition of the communities studied. It can be argued that results show that species richness (alpha diversity) occurs on well drained *tierra firme* forests, influenced by a large number of genera and rare or little abundant species. In *tierra firme* forests, soil types played little influence on species richness. In contrast, in inundated forests with poor drainage and spodosol soils, the more important species were present in high densities and restricted to this forest type. Soil analysis showed evidence of poor drainage, very low natural fertility, and were classified as ultisols, oxisols, entisols and spodosols. The alpha diversity of the studied forests is low relative to others forests around the Amazon basin due perhaps to the paleo-climatic instability of the study area. Information concerning species richness and diversity for the communities described and phytogeographic data for the species found in relation to the flora of regions adjacent to the Amazon basin and the Venezuelan Guayana are discussed. Botanical explorations produced ten possible new species for science and, 33 new species reported for Venezuela (e.g., *Aiouea grandifolia* (Lauraceae), *Aniba permolis* (Lauraceae), *Abarema adenophora* (Mimosaceae), *A. macradenia* (Mimosaceae), *Cynometra martiana* (Caesalpiniaceae), *Lorostemon stipitatus* (Clusiaceae), *Naucleopsis glabra* (Moraceae), *Perebea longepedunculata* Moraceae), *Licania obovata* (Chrysobalanaceae), *Hymenolobium pulcherrimum* (Fabaceae), *Buchenavia amazonia* (Combretaceae), which demonstrate the important contribution of floristic studies using transects and plots to our knowledge of the flora of Venezuela.

Key words: Amazonas, Venezuela, Forests, Structure, Floristical Composition, Soils

INTRODUCCIÓN

En la última década, la tierra ha perdido cerca de 11 millones de hectáreas de bosque por año, al mismo tiempo que 70 millones de hectáreas de uso agrícola sufren un proceso de desertificación (ITTO, 2006). La explotación desproporcionada de los productos forestales, ha reducido el área boscosa del planeta, con impactos directos en el medio ambiente (Houghton *et al.*, 2000; Houghton, 2005), especialmente sobre la biodiversidad, los suelos, el ciclo hidrológico y la alteración de la composición de la atmósfera, a través del aumento de las temperaturas, las concentraciones de CO₂, los cambios en los patrones de la precipitación y del ciclo global de nitrógeno (Malhi & Phillips, 2005). Alrededor del 23% (29.4 millones de km²) de la superficie de la tierra se encuentra alterada (Jenkins & Pimm, 2003). Imágenes satelitales actualizadas de la “NASA Landsat Pathfinder Humid Tropical Deforestation mapping group website Project” (<http://www.geog.umd.edu/tropical/>) y los informes recientes acerca de la evaluación de los recursos forestales mundiales (FAO, 2005; ITTO, 2006), reseñan una gran pérdida de bosques en todas las latitudes. En el documento de la FAO y en los trabajos de De Souza-Amorin (2001), Laurance *et al.* (2005), Curran & Trigg (2005), Bush & Lovejoy (2007), Garzón-Orduña & Miranda-Esquivel (2007) y Saatchi *et al.* (2007) se señala a la región de la cuenca Amazónica, como una de las áreas más afectadas por las deforestaciones (80% de estas han ocurrido en Brasil, con un media de 18.100 km² por año, ver Soares-Filho *et al.*, 2006 y Malhi *et al.*, 2008). La Amazonía se destaca por: 1) poseer la mayor área de bosques continuos (ca. 5.4 millones de km²) del mundo (Eva *et al.*, 2003; Fearnside & Laurance, 2003; Eva & Huber, 2005; Laurance *et al.*, 2005); 2) la más alta diversidad de especies de plantas del planeta (Prance, 2001; Laurance *et al.*, 2006; Hubbell *et al.*, 2008; Antonelli *et al.*, 2009); 3) su vegetación es capaz de captar y fijar diariamente, los mayores porcentajes del dióxido de carbono que se producen en la tierra

(Mayle *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2008; 2009); 4) la gran mayoría de sus comunidades boscosas, todavía no son bien conocidas florística y estructuralmente (Bierregaraad Jr. *et al.*, 2001; De Oliveira & Do Amaral, 2004, 2005; Steege *et al.*, 2006) y 5) los pueblos indígenas que habitan en la región, son particularmente vulnerables por poseer un sistema inmunológico débil, por vivir en condiciones de pobreza extrema y mantener altas tasas de enfermedades crónicas (Cariño, 2005). Estudios recientes, demuestran que habitantes que viven en estas áreas tendrán hasta 300% de probabilidades de no contraer malaria, si los bosques que los rodean no son eliminados (Singer & Caldas de Castro, 2006; Vittor *et al.*, 2006). Sin embargo, la pérdida de bosques tropicales y la biodiversidad se incrementa día a día (Pitmann *et al.*, 2002; Wright & Muller-Landau, 2006). Existe una reducción del número de especies, (datos recientes señalan 794 especies en peligro de extinción, ver Ricketts *et al.*, 2005), de hábitats (Cochrane & Laurence, 2002; Santilli *et al.*, 2005; Nepstand *et al.*, 2006; Vieira *et al.*, 2008) y la desaparición de muchas tradiciones de manejo, que de mantenerse, ayudarían a disminuir el ritmo de tala y de penetración del monocultivo en la regiones boscosas tropicales (Sánchez-Sáenz, 2005; Schwartzman & Zimmerman, 2005; McSweeney, 2006).

Con aproximadamente 391.000 km² de superficie boscosa, Venezuela posee una parte importante de bosques tropicales no intervenidos que actualmente quedan en el Neotrópico. La gran mayoría de esta masa boscosa, se encuentran en la Amazonía y Guayana venezolana, la cual cubre cerca de 175.750 km² en los estados Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro. Territorio que posee un área de 413.750 km², superficie que representa un 45,36% del total del territorio nacional y un 4,59 % de la cuenca amazónica (Huber, 2001). En el presente trabajo, se ofrece información en detalle acerca de la composición florística, estructura de bosques y suelos de bosques no inundables situados en el estado Amazonas, para que la misma, se considere en los planes

regionales de uso y conservación de las comunidades vegetales y los suelos de la región con la mayor diversidad biológica del país. Sin embargo, es importante recordar, que no solamente con la información básica se preservará parte de la Amazonía, se necesita la amplitud de los gobiernos centrales para trabajar en conjunto con las comunidades, a través de leyes de uso de los recursos, de manera que se preserve la biodiversidad local, sus territorios, autoridades y culturas. En la medida que continúe la explotación de los bosques bajo la estructura económica acumulativa del capital, seguiremos observando el acelerado empobrecimiento de un significativo número de habitantes de los países en desarrollo, y el incremento en la destrucción de los bosques tropicales.

Antecedentes

Por más de 200 años, las regiones de la Amazonía y Guayana venezolana han sido objeto de numerosas expediciones con la finalidad de conocer su interesante y única flora (Huber & Wurdack, 1984; Huber, 2005), especialmente, la que se encuentra en las regiones de las tierras altas (“tepuyes”). Aunque estos esfuerzos de exploración botánica, han sido muy significativos para el conocimiento de la flora de la región (Maguire, 1970; Steyermark, 1979, 1982; Berry *et al.*, 1995; Berry & Riina, 2005; Huber, 2005, 2006), en las tierras bajas de la Amazonía venezolana, los estudios cuantitativos sobre vegetación y suelos son escasos. El esfuerzo más importante lo constituyó las investigaciones en el área de San Carlos de Río Negro, realizados bajo los auspicios del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) desde 1974 hasta 1982. Proyecto que se concentró en el estudio del ciclo de nutrientes y productividad del bosque (Medina *et al.*, 1977; Brunig *et al.*, 1977, 1978; Jordan, 1989; Huber & Medina, 2000). Otros aportes importantes, lo representan los inventarios fitosociológicos en bosques situados al noroeste-este del estado Amazonas (Chesney, 1979; Catalán, 1980, 1982; Dezzeo *et al.*, 1980; Canales y Catalán,

1981), así como los trabajos de interrelaciones suelos-vegetación en el área de Galipero (Fölster y Huber, 1984). Los resultados de las unidades de vegetación y suelos del Proyecto Inventario de los R.N. R. de la región Guayana a cargo de CVG-TECMIN (Zinck, 1986) y los mapas de vegetación de Huber (1995). Sin embargo, en las últimas dos décadas los estudios acerca de la diversidad vegetal, estructura, composición florística de la región realizados por Castillo (1992; 1994); Guevara *et al.* (En este volumen); Camaripano-Venero y Castillo (2003); Fedón y Castillo (2005); Morales y Castillo (2005) en los ríos Cataniapo y Sipapo, más los trabajos de Aymard *et al.* (1989; 1998a,b; 2006), Aymard & Berry (1997), Dezzeo *et al.* (2000), Nieder *et al.* (2000), Szarzynski & Anhuf (2001) y Aymard (2001), permitieron que actualmente, se comience a conocerse en detalle la composición florística y la estructura de los numerosos tipos de bosques del estado Amazonas.

Por lo extenso de la región del estudio, lo recomendable es escoger una muestra representativa en diferentes áreas, y utilizar técnicas estandarizadas de inventario de vegetación y suelos, que nos permitan hacer comparaciones eficaces con los resultados obtenidos (Campbell *et al.*, 2002; Higgins & Ruokolainen, 2003). También se tiene que tomar en cuenta la gran cantidad de información que se ha generado en los últimos años, por conocer, cuáles son los principales factores que influyen en la gran diversidad de especies (diversidad Alpha (α)), y el ensamblaje y coexistencia de éstas (diversidad Beta (β)) en las diferentes comunidades (Davies *et al.*, 2004; Mutke & Barthlott, 2005; Ashton *et al.*, 2005; Wright, 2005; Ricklefs, 2006; Wills *et al.*, 2006). La extraordinaria variabilidad y riqueza de especies en los bosques tropicales húmedos, todavía, es un tema de amplia discusión (Condit *et al.*, 2002; Duivenvoorden *et al.*, 2002; Leigh Jr., 2004; Kreft & Jetz, 2007; Morawetz & Raeding, 2007; Stropp *et al.*, 2009; Coronado *et al.*, 2009). Diferentes hipótesis han reunido evidencias (a favor o en

contra) acerca de los diferentes procesos que podrían explicar la coexistencia de tantas especies en el trópico. Varios autores relacionan la alta diversidad vegetal con la variación edafológica, geológica y fisiográfica (Toumisto *et al.*, 1995, 2002, 2003a,b; Clark *et al.*, 1999; Toumisto & Ruokolainen, 2005; Haugaasen & Peres, 2006; Poulsen *et al.*, 2006; Duivenvoorden & Duque, in press). Otros investigadores, atribuyen la alta diversidad a la amplia heterogeneidad ambiental producida por disturbios naturales, ej. inundaciones por desbordamiento de ríos (Balslev *et al.*, 1987; Duivenvoorden & Lips, 1993, 1995; Toivonen *et al.*, 2007). La diferenciación de los diferentes nichos ecológicos (Wright, 2002; Condit *et al.*, 2006), las limitaciones en los diferentes procesos de dispersión (Hubbell, 2001), y la teoría de selección de hábitats, a través de la dependencia de la densidad (“Density dependence”), la cual promueve que el éxito en la reproducción debería disminuir con el incremento de la densidad de los individuos (Morris, 1989). También se menciona el área geográfica, el régimen de intervención antrópica (Ter Steege *et al.*, 2000), de pluviosidad anual combinados con la fertilidad natural de los suelos (Gentry, 1988b; Clinebell *et al.*, 1995; Ter Steege *et al.*, 2003; John *et al.*, 2007) y la dinámica natural de los bosques, asociada con una alta tasa de recambio de las especies, donde el crecimiento de la biomasa supera su mortalidad (Phillips *et al.*, 1994, 2004; 2008; 2009). Otro factor adicional a los mencionados, lo representa la especiación a través de los diferentes procesos históricos, relacionados con las tasas de formación de especies competitivamente similares. Elementos que pueden ser determinantes en la definición de la riqueza, la composición florística y la abundancia relativa de las especies en una región en particular (Ricklefs & Schluter, 1993; Willis & Whittaker, 2002; Ricklefs, 2005). Un claro ejemplo de este último factor, lo representa los resultados de Wills *et al.* (2006), quienes observaron, que las especies con menos individuos (“raras”) en los bosques tropicales, tienen mayores

probabilidades de sobrevivir, que las especies con muchos individuos (“dominantes”). Sin embargo, el interés en conocer mejor las causas de la gran diversidad tropical, se ha incrementado considerablemente con la publicación del libro de S. Hubbell titulado “*The neutral theory of biodiversity*” (Hubbell, 2001). La teoría neutral de la biodiversidad (Hubbell, 2001, 2005), desafía las hipótesis de que los diferentes factores medio-ambientales y el concepto de nicho ecológico, no necesariamente constituyen los componentes más importantes en determinar donde se establecen las especies y sus niveles de abundancia. En cambio, la teoría neutral, propone que la abundancia de las especies es debido a las fluctuaciones de la mortalidad al azar a través de los diferentes procesos estocásticos; cambios que están espacialmente y demográficamente restringidos por la dispersión (Volkov *et al.*, 2005). Esta teoría fue desarrollada para explicar la coexistencia de la gran cantidad de especies de los bosques tropicales, donde parecía poco probable que cada especie tuviese un nicho en particular (Kraff *et al.*, 2008). Sin embargo, a pesar de los enormes progresos alcanzados en esta disciplina (Leigh Jr. *et al.*, 2005; Tuomisto & Ruokolainen, 2006; Condit *et al.*, 2008), actualmente no existe un consenso unificado que explique la elevada diversidad vegetal en los ecosistemas tropicales. Por otra parte, la información sobre el número de especies de los principales grupos taxonómicos de plantas tropicales no está del todo disponible (Bramwell, 2002; Pitman & Jørsensen, 2002). Govaerts (2001) y Scotland & Wotley (2003) estimaron el número de plantas vasculares entre 200.000 y 420.000 especies, lo cual hace más complejo aún el estudio cuantitativo de las diferentes comunidades vegetales tropicales.

OBJETIVOS DEL PROYECTO:

El objetivo del presente proyecto fue establecer una metodología sencilla de muestreo mediante el uso de transectos

modificados de 0,10 ha, en los cuales se midieron todos los individuos con un diámetro 2,5 cm a la altura del pecho (DAP), con la finalidad de caracterizar diferentes tipos de bosques de la Amazonía venezolana, en términos de su estructura, composición florística y diversidad de especies.

Objetivo General:

Estudiar la diversidad vegetal de los bosques macrotérmicos no-inundables situados en el estado Amazonas, Venezuela, para diferenciar tipos de bosques (estructura y composición florística), evaluar su diversidad florística (Alpha (α) y Beta (β)) con relación a los suelos, drenaje y la topografía local, con la finalidad de comparar su diversidad local con otras regiones neotropicales.

Objetivos Específicos:

A.- sobre la base de la información existente, comparar si la diversidad de especies arbóreas es alta, intermedia o baja, en comparación con otros bosques húmedos neotropicales.

B. - Determinar si la diversidad arbórea está relacionada con los suelos, drenaje y la topografía local.

C.- Sobre la base de la información florística-edafológica, elaborar una clasificación local de los diferentes tipos de bosques.

ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DEL ESTUDIO (Clima, Vegetación, Suelos, Geología, Geomorfología)

El área del estudio está localizada a una altura sobre el nivel del mar entre 100-350 m snm, ubicada en las regiones de las tierras bajas no inundables del estado Amazonas, Venezuela (aprox. 01° 30'--05° 55' N; 66° 00'--67° 50' O). En general, el clima de la región está caracterizado por una estación seca de noviembre hasta marzo y una lluviosa de abril hasta octubre. El promedio de precipitaciones anual es de 3.500 mm para el sector de la carretera Maroa-Yavita, 3,500-3.600 mm en

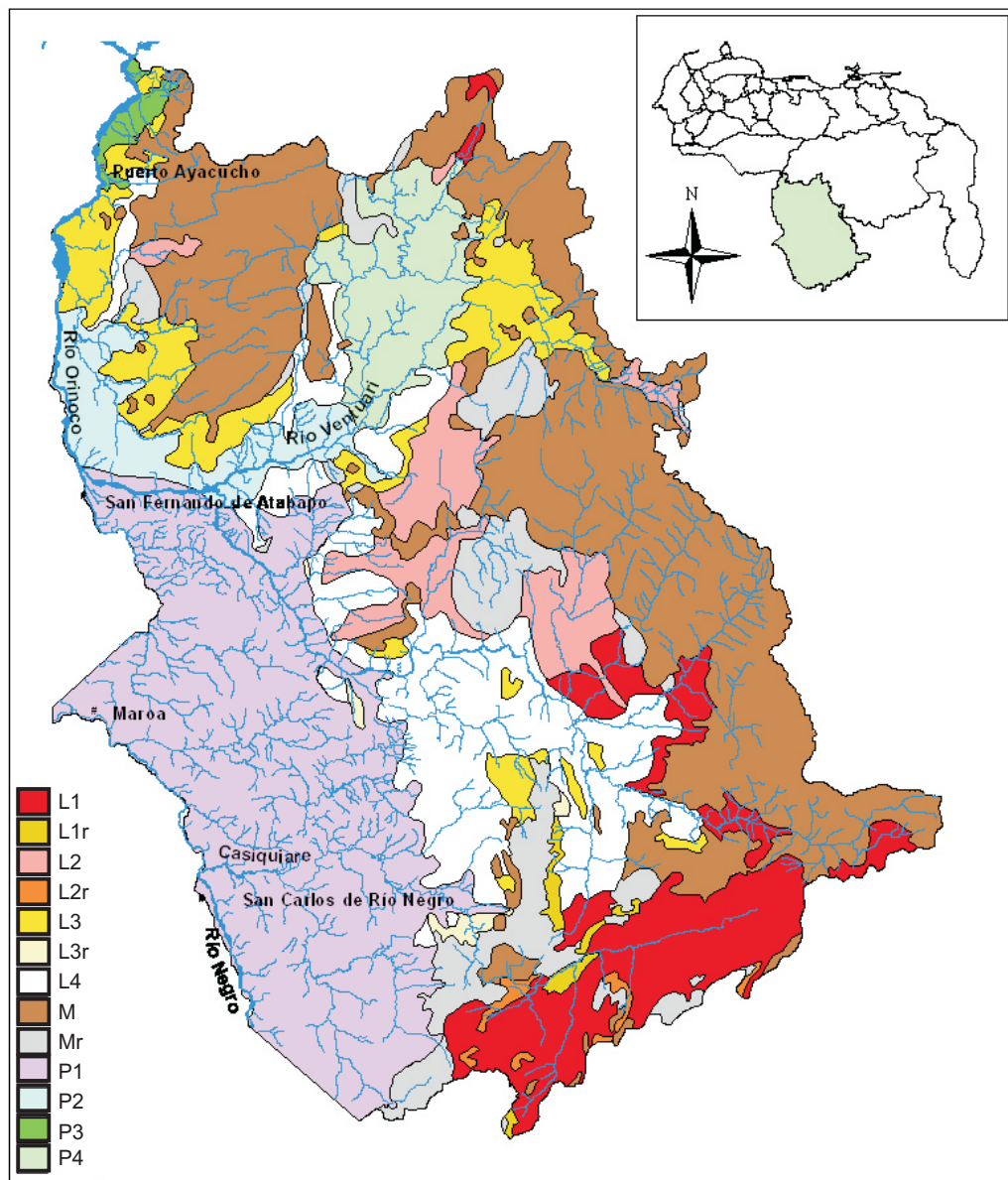
San Carlos de Río Negro-Cuenca del Río Casiquiare, 3.100 mm en el bajo-medio Río Ventuari y 2.200 mm para el sector de Puerto Ayacucho (MARNR-PNUD, 2002). El período lluvioso muestra una gran concentración de lluvia en los meses de mayo a septiembre, lapso en el cual las precipitaciones representan cerca del 60 % de las precipitaciones anuales (ver Tablas No. 1, 2, 3, 4). Los datos de temperatura: media anual: 26,7° C, Máxima media anual: 32,8° C y Mínima media anual: 22,1° C. El período con temperaturas medias mensuales más elevadas abarca de noviembre hasta marzo (27,1-30,7° C) y las más bajas se registran en junio y julio (25 y 25,5° C). Las temperaturas máximas medias mensuales presentan valores mayores de enero a marzo (34,0-34,6° C) y menores en junio y julio (30,5 y 30,4° C). Las temperaturas mínimas medias mensuales varían entre 21,7° C en julio y 22,4° C en marzo (MARNR-PNUD, 2002).

El estado Amazonas, está ubicado en la provincia fisiográfica Escudo Guayanés y su sustrato geológico está constituido por rocas precámbricas, principalmente ígneas y metamórficas: granito, granodiorita, granito rapakivi, gneis granítico y diorítico, augengneis, rocas intrusivas silíceas y rocas volcánicas ácidas (riolitas, riolitas porfídicas, dacitas y tobas cristalinas silíceas). Pequeñas extensiones de cuarcitas, metaconglomerados y micaesquistos se localizan principalmente en las cuencas de los ríos Ventuari y alto Orinoco (Hackley *et al.*, 2005). Rocas sedimentarias del grupo Roraima, mayormente cuarzo arenitas y en menor proporción areniscas feldespáticas, se encuentran distribuidos en el estado, especialmente en el sector centro-sur. En el mapa de paisajes fisiográficos (ver Mapa No. 1) se señalan las principales localizaciones de estas rocas, las cuales forman tepuies, pero también montañas y lomeríos.

Los siguientes grandes paisajes fueron identificados en el estado (mapa de paisajes fisiográficos):

Montaña: Paisaje alto y accidentado, con desniveles entre las cumbres y los valles intermontanos igual o mayor a 300 m. Son comunes los macizos montañosos con cumbres a altura similar, que representan antiguas superficies de erosión levantadas por movimientos tectónicos. Las montañas alcanzan elevaciones superiores a 1500 msnm.

Tepui: Constituido por los siguientes tipos de relieve: 1) Tope del tepui con topografía plana a ondulada, con numerosos afloramientos rocosos. 2) Escarpe rocoso perpendicular y 3) Plano inclinado irregular al pie del escarpe.



Mapa No. 1. Mapa de paisajes fisiográficos del estado Amazonas, Venezuela. **M:** Montañas sobre rocas ígneas y metamórficas. **Mr:** Montañas y Tepuies sobre rocas sedimentarias (grupo Roraima). **L1:** Lomeríos bajos en posición elevada sobre rocas ígneas y metamórficas. **L1r:** Lomeríos bajos en posición elevada sobre rocas sedimentarias (grupo Roraima). **L2:** Lomeríos altos en posición elevada sobre rocas ígneas y metamórficas. **L2r:** Lomeríos altos en posición elevada sobre rocas sedimentarias (grupo Roraima). **L3:** Lomeríos altos sobre rocas ígneas y metamórficas. **L3r:** Lomeríos altos sobre rocas sedimentarias (grupo Roraima). **L4:** Lomeríos bajos. **P1:** Peniplanicie del Casiquiare. **P2:** Peniplanicie del bajo Ventuari y Sipapo. **P3:** Peniplanicie del norte. **P4:** Peniplanicie del Ventuari medio. Elaborado por R. Schargel-2009.

Constituido por un talud de derrubios sobre el cual se acumulan rocas que se desprenden del escarpe. Los Tepuyes alcanzan elevaciones superiores a 2500 msnm.

Lomerío: Es una porción de tierra caracterizada por la repetición de colinas y lomas. Los desniveles entre las cimas de las lomas y los cursos fluviales entre lomas son menores de 300 m. En las lomas altas los desniveles son iguales o mayores a 100 m. Además del desnivel, los lomeríos fueron diferenciados cuando la altura de su base es superior a 250 msnm. Se trata de superficies de erosión levantadas y disectadas.

Peniplanicie: Porción de tierra ondulada formada por una repetición de colinas o lomas bajas con topes de altura similar y desniveles no mayores de 20 m. Los afloramientos rocosos son comunes. Se observan ocasionales lomas y cúpulas rocosas aisladas con elevaciones mayores, formadas por rocas más resistentes que las circundantes (relieves residuales). En estas peniplanicies se distinguen áreas ocupadas por lomas bajas con pendientes comunes entre 2 y 8 % y las llanuras de alteración con pendientes predominantes inferiores a 2 %. Estas llanuras de alteración frecuentemente tienen coberturas arenosas cuarzosas, provenientes de las areniscas del grupo Roraima y de residuos de la alteración de rocas graníticas. Las llanuras aluviales ocupan superficies limitadas a lo largo de los principales ríos.

El mapa de paisajes fisiográficos, muestra el predominio de grandes peniplanicies en el sector suroeste y centro-oeste del estado, ocupando elevaciones inferiores a 100 msnm, excepto en la cuenca del río Ventuari donde alcanzan elevaciones entre 100 y 250 msnm. La peniplanicie fue subdividida por clima, fisiográficos y suelos en:

Peniplanicie del Casiquiare. Con clima muy húmedo, extensas coberturas arenosas y escasos relieves residuales altos. Los Spodosoles predominan en las coberturas arenosas.

Peniplanicie del bajo Ventuari y Sipapo.

Difiere de la anterior por una mayor proporción de relieves residuales. Presentan menos Spodosoles y más Entisoles y Ultisoles en las coberturas arenosas.

Peniplanicie del Ventuari medio. Con una estación seca más marcada y escasos Spodosoles en las coberturas arenosas. Incluye llanuras aluviales con suelos arcillosos expansibles (Vertisoles).

Peniplanicie del norte. Con una estación seca fuerte, menos coberturas arenosas y frecuentes relieves residuales con afloramientos de rocas graníticas.

Para el área de estudio existe información sobre la distribución y las características de los suelos a gran visión (MARNR-ORSTOM, 1988 y CVG-Técnica-Minera C. A. 1994). Estos estudios a escala 1:250.000, establecen unidades cartográficas basadas en asociaciones de grandes grupos. Como resultado de la interacción de un conjunto específico de factores y procesos formadores de suelo, sin embargo, el factor común de todos los suelos de la región amazónica venezolana es su baja fertilidad química (Herrera 1979, 1985; Schargel *et al.*, 2000, 2001). La mayoría de estos suelos, se han originado a partir de materiales geológicos predominantemente del Precámbrico y en superficies relativamente estables, lo que ha permitido la continuidad de los procesos de intemperización durante largos intervalos de tiempo, bajo la acción combinada de las abundantes precipitaciones y las variaciones de temperaturas (Gibbs & Barron, 1993). Esto ha condicionado un proceso permanente de lavado de bases, dando como resultado la predominancia de minerales secundarios (caolinita, gibbsite, cuarzo, entre otros), confiriéndole a los suelos un conjunto de características muy particulares, entre las cuales se destacan su baja capacidad de intercambio catiónico y de saturación de bases, baja capacidad de almacenamiento de agua, altas tasas de infiltración y contenidos de aluminio intercambiable. Todo este cuadro de limitaciones determina un status nutricional

general pobre, que se exceptúa ligeramente en la superficie del suelo donde se mantiene un nivel más elevado de fertilidad como resultado de un frágil y cerrado ciclo de nutrimentos en los primeros estratos del suelo (Cuevas & Medina, 1986). Este ciclo de nutrimentos es mantenido debido a los aportes de materia orgánica proveniente de las masas boscosas, la cual se acumula en la superficie del suelo y es mineralizada en los horizontes superiores (Cuevas & Medina, 1988).

La vegetación del estado Amazonas, ha sido objeto de numerosos estudios a gran escala en las últimas cinco décadas. De acuerdo con Hueck (1960), los bosques estudiados pertenecen a los bosques en parte siempreverdes, mesófilos e hidrófilos de las regiones bajas de la Guayana. Posteriormente, el mismo autor (Hueck 1978), los incluye en los bosques pluviales tropicales, en donde predominan las selvas no inundadas de tierra firme, las cuales son interrumpidas por otros tipos de bosque de menor altura y exuberancia. Según la formulación climática de Holdridge (1967) y adaptada para Venezuela por Ewel *et al.* (1976), esta formación boscosa se encuentra ubicada dentro de la zona de vida Bosque húmedo tropical a muy húmedo tropical, debido al régimen constante de temperaturas altas (media 26 °C) y precipitación media anual mayor de 2.200 mm. De acuerdo con Huber y Alarcón (1988) y Huber (1995b), la vegetación de la Amazonía Venezolana la conforman una gran variedad de bosques, los cuales están constituidos por numerosas comunidades vegetales, las cuales ocupan aproximadamente el 70% de la superficie del estado. Estos autores diferencian para el estado Amazonas los siguientes tipos de bosques: Bosque Tropófilo Bajo Piemontano Semidecídulo, Bosque Tropófilo Basimontano Decídulo, Bosque Ombrófilo Basimontano Sub-Siempreverde,

Bosque Ombrófilo Sub-Montano Sub-Siempreverde, Bosque Ombrófilo Parcialmente Inundable Siempreverdes de Tierras Bajas, Bosque Ombrófilo no Inundable Siempreverde, Bosque Ombrófilo Parcialmente Inundable Siempreverde de Tierra Baja, Bosque Ombrófilo Submontano Siempreverde, Bosque Ombrófilo Parcialmente Inundable Siempreverde Esclerófilo de Tierra Baja (Caatinga Amazónica), Bosque Ombrófilo parcialmente Inundable siempreverde ribereño y el Bosque Ombrófilo de Tierras Bajas. Estas dos últimas comunidades se encuentran mezcladas por extensas comunidades de palmas. Por lo general, las palmas representan un componente importante en este tipo de vegetación a lo largo de la Cuenca Amazónica (Kahn & De Castro 1985; Kahn 1987; Kahn & Granville, 1992; Staffer, 1999; 2000; Vormisto *et al.*, 2004; Pintaud *et al.*, 2008). Entre las asociaciones de bosques con palmas más comunes del estado Amazonas se encuentran los “Albaricales”, dominados por *Astrocaryum jauari* (“Albarico”), los “Manacales” caracterizados por numerosos individuos de *Euterpe precatoria* (“Manaca”); los Morichales, los cuales forman grandes comunidades dominadas por *Mauritia flexuosa* (“Moriche”) y *M. carana* (“Carana”); los “Sejales”, los cuales están conformados por extensas comunidades boscosas dominadas por las diferentes especies del género *Oenocarpus* (*O. bacaba*, *O. bataua*); los “Temichales”, representados por numerosos individuos de *Manicaria saccifera* (“Temiche”) y los “Chiquichicales”, caracterizados por la presencia de la “Palma Chiquichiqui” (*Leopoldinia piassaba*), especie de gran valor económico y etnobotánico en la región del alto Río Negro (Guánchez y Romero-González, 2001; Narvaéz *et al.*, 2000).

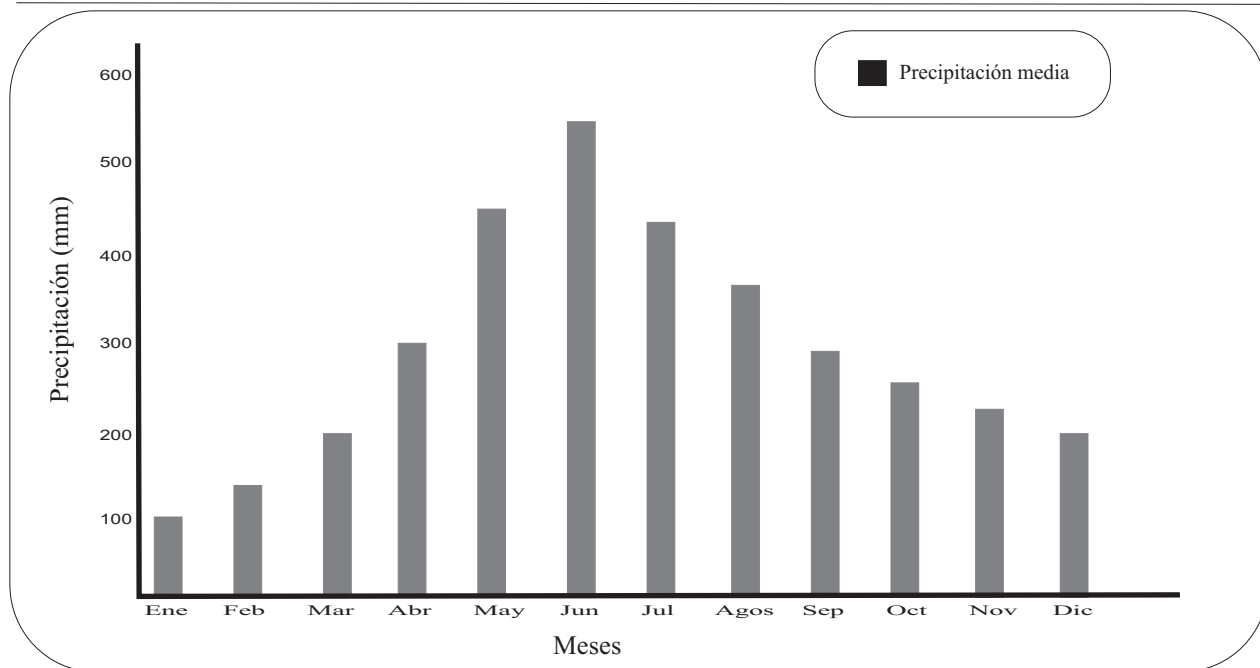


Tabla 1. Variación anual de la precipitación, estación Yavita (MARNR-PNUD, 2002).

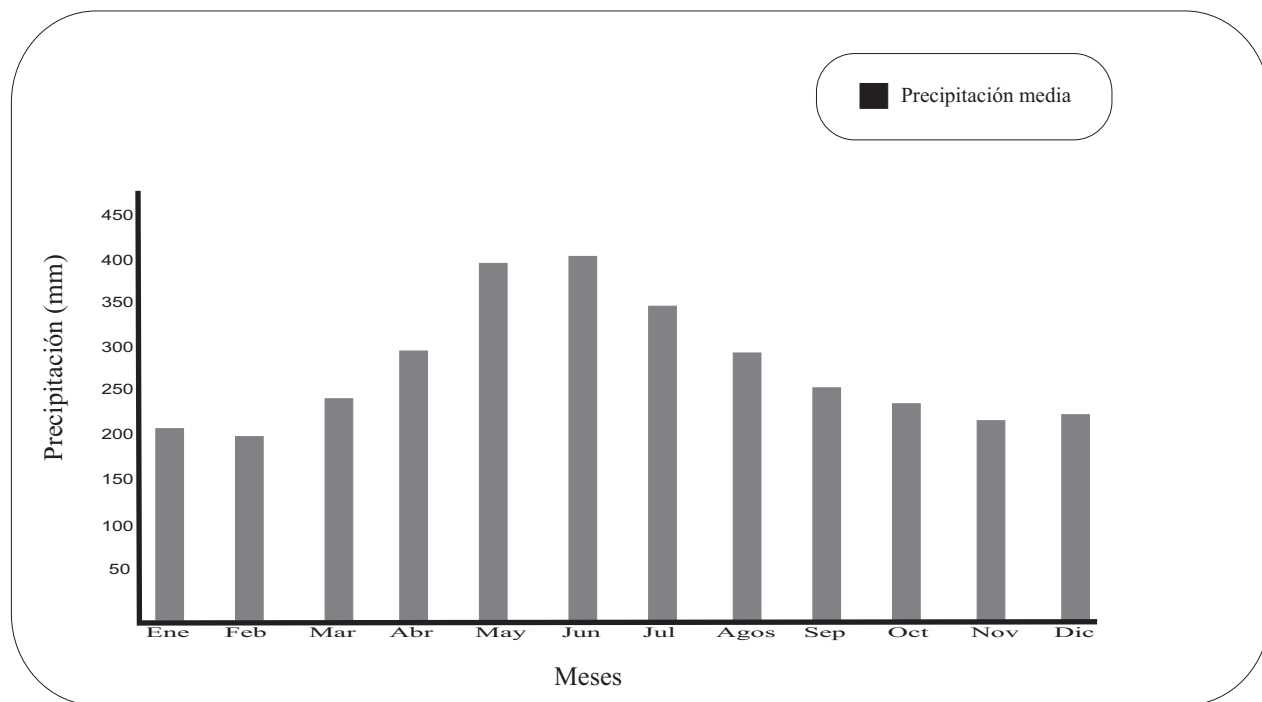


Tabla 2. Variación anual de la precipitación, estación San Carlos de Río Negro (MARNR-PNUD, 2002).

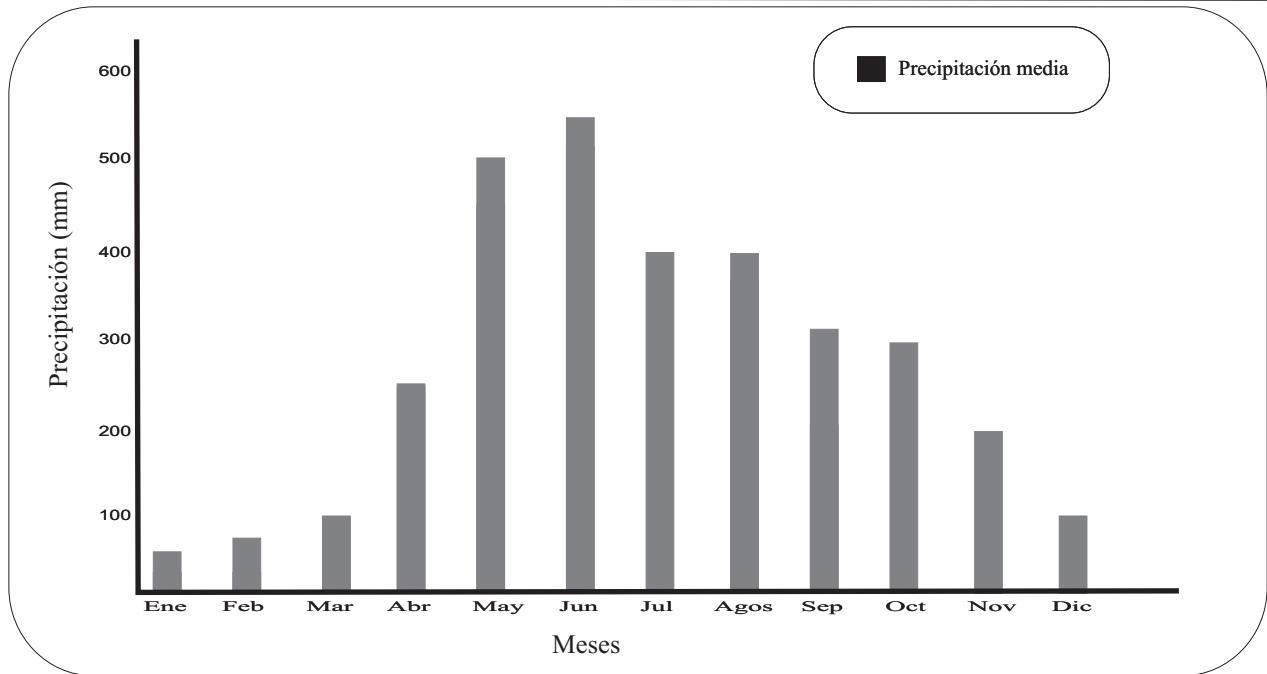


Tabla 3. Variación anual de la precipitación, estación Las Carmelitas, medio Río Ventuari (MARNR-PNUD, 2002).

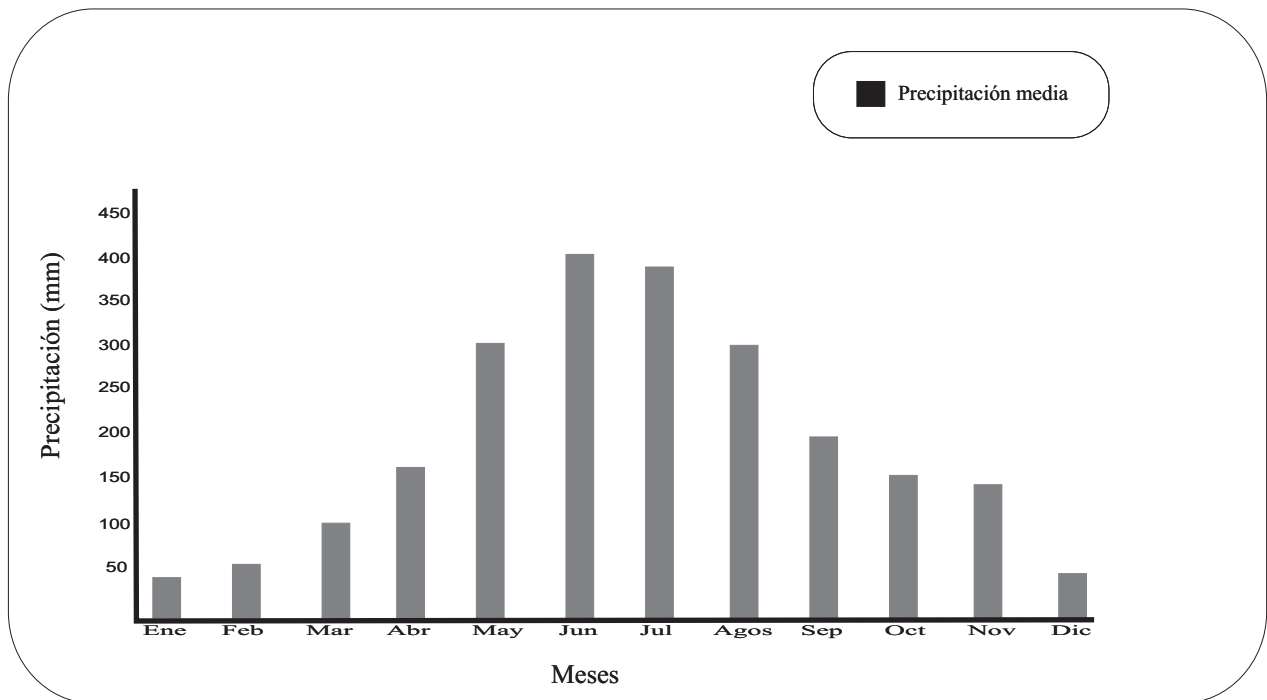


Tabla 4. Variación anual de la precipitación, estación Puerto Ayacucho. (MARNR-PNUD, 2002).

ÁREA DEL ESTUDIO

Ubicación de los transectos

Se establecieron 42 lugares de muestreo en bosques de tierras bajas no-inundables, situados en el estado Amazonas, Venezuela. Con la finalidad de evaluar la mayor variabilidad florística posible, los sitios de muestreo, se escogieron en lugares intermedios con respecto a los suelos y la posición geográfica, los cuales se determinaron utilizando los resultados de los estudios semidetallados de suelos, vegetación y de posición fisiográfica, realizados en la región por la empresa CVG-TECMIN (Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guayana, 1989-1995), por intermedio de imágenes de satélites Landsat TM (con píxeles de 30 x 30 m), y la consulta directa con expertos en la región amazónica venezolana (O. Huber, E. Medina, A. Castillo, G. Romero, F. Guánchez, F. Delascio, A. Fernández).

Para el presente estudio el área se dividió en cuatro sectores: Sector 1: Carretera Maroa-Yavita; Sector 2: San Carlos de Río Negro-Cuenca del Río Casiquiare; Sector 3: Bajo-medio Río Ventuari y Sector 4: Puerto Ayacucho (Figura No. 1).

En el sector 1 lo conforman 10 lugares de muestreo, ubicados a lo largo de la carretera Maroa-Yavita, los cuales se denominaron: transecto 1: Yavita-1, 02° 54' N; 67° 26' O; transecto 2: Yavita-2, 02° 54' N; 67° 27' O; transecto 3: Yavita-3, 02° 53' N; 67° 27' O; transecto 4: Yavita-4, 02° 51' N; 67° 27' O; transecto 5: Yavita-5, 02° 52' N; 67° 29' O; transecto 6: Yavita-6, 02° 51' N; 67° 29' O; transecto 7: Yavita-7, 02° 51' N; 67° 29' O; transecto 8: Yavita-8, 02° 49' N; 67° 29' O; transecto 9: Yavita-9, 02° 47' N; 67° 31' O y transecto 10: Yavita-10, 02° 45' N; 67° 31' O.

El sector 2, que representó el área de San Carlos de Río Negro-Cuenca del Río Casiquiare se

establecieron 20 transectos: transecto 11: Parcela del IVIC-1, 01°55' N; 67° 02' O; transecto 12: Parcela del IVIC-2, 01°55' N; 67° 02' O; transecto 13: Parcela del IVIC-3, 01°55' N; 67°02' O; transecto 14: Marimajare-1, 01°54' N; 67°02' O; transecto 15: Marimajare-2, 01°54' N; 67° 03' O; transecto 16: El Guanábano, 01°42' N; 66° 59' O; transecto 17: Chapazón, 02°02' N; 67°04' O; transecto 18: Colón, 02°06' N; 67° 06' O; transecto 19: Laja Viento, 02° 04' N; 67°05' O; transecto 20: Caño Barro, 01°57' N; 66° 59' O; transecto 21: Carretera San Carlos de Río Negro-Solano, 01°55' N; 67°02' O; transecto 22: Boca del Río Pamoni, 02°50' N; 65° 54' O; transecto 23: Caño Dorotumoni, 02°48' N; 65°57' O; transecto 24: Caño Boca-Chico, 02°21' N; 66°33' O; transecto 25: El Pijiguao, 02° 02' N; 66°28' O; transecto 26: Caño Durukukuene, 02° 55' N; 66° 38' O; transecto 27: Piedra Guachapita, 02° 00' N; 66° 52' O; transecto 28: Boca del Río Chimoni, 02° 05' N, 66° 15' O; transecto 29: Río Mawarinuma, 00° 50' N; 66° 11' O y transecto 30: Puerto Chimo, 00° 50' N, 66° 11' O.

El sector 3, ubicado en el bajo-medio Río Ventuari, se establecieron 8 transectos, los cuales se ubicaron de la siguiente manera: transecto 31: Isla Caimán-1, 04° 06' N; 66° 38' O; transecto 32: Isla Caimán-2, 04° 06' N; 66° 39' O; transecto 33: Bajo Ventuari-1, 04° 05' N; 66° 37' O; transecto 34: Cerro "El Gavilán", 04° 11' N; 66° 31' O; transecto 35: Los Castillitos, 04° 05' N; 66° 43' O; transecto 36: Carmelitas-1, 04° 08' N; 66° 28' O; transecto 37: Carmelitas-2, 04° 05' N; 66° 26' O; y transecto 38: "Cerro Moriche", 04° 42' N; 66° 18' O.

En el sector 4, se establecieron cuatro transectos en los alrededores de Puerto Ayacucho, los cuales se señalaron como: transecto 39: Alto Río Carinagua, 05° 40' N; 67° 30' O; transecto 40: Venecia-1, 77 Km. S de Puerto Ayacucho, 05° 07' N; 67° 40' O; transecto 41: Venecia-2, 75 Km. S de Ayacucho 05° 05' N; 67° 40' O y transecto 42: base de la Serranía Galipero, 29 Km NE de Puerto Ayacucho 05° 48' N; 67° 20' O.

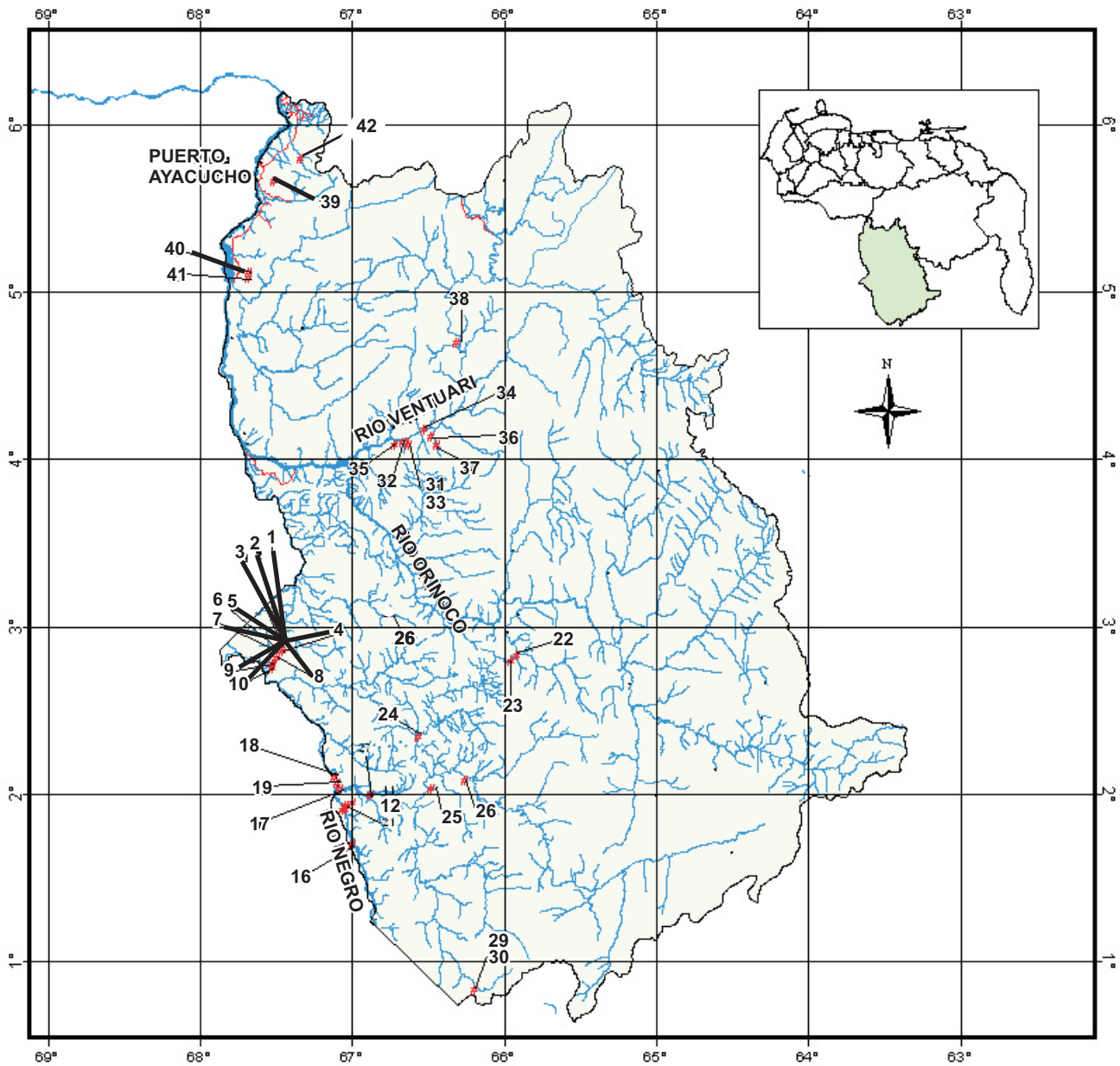


Figura 1. Ubicación de los 42 transectos de 0,1 hectárea en el área del estudio, estado Amazonas, Venezuela.

METODOLOGÍA

La metodología de muestreo utilizada fue el establecimiento de transectos de 0,10 hectárea, basada en Gentry (1982) con modificaciones realizadas por Boyle (1996), y aplicada por primera vez en Venezuela por Aymard (1997). Los transectos modificados por Boyle consisten en el establecimiento de 10 subunidades de 50 x 2 m, distribuidas en 5 subtransectos paralelos entre sí. Cada subtransecto está constituido por dos subunidades de 50 m cada una (Figura No. 2), de manera que cada una de los cinco subtransectos posee el mismo tamaño de 2 metros de ancho por 100 de largo los cuales están separados del otro subtransecto por una distancia de 10 metros. La principal diferencia de este método, con la propuesta original de Gentry, es que las subunidades de 50 m están dispuestas una después de la otra y siguen una dirección predeterminada.

Las modificaciones de Boyle al método original tienen cinco ventajas: 1) reduce el error de sesgo estadístico en la escogencia de los lugares para establecer las subunidades.

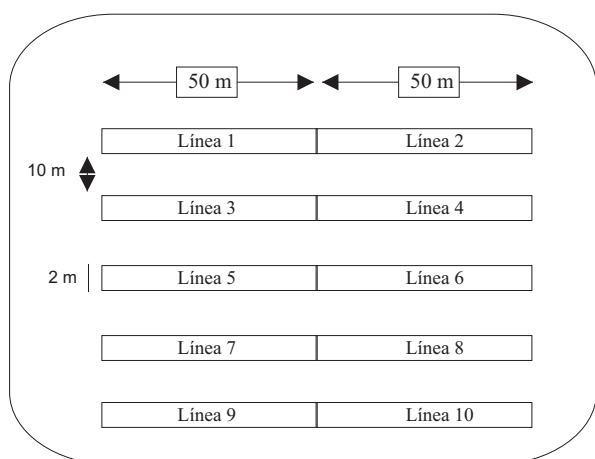


Figura 2. Representación gráfica de un transecto 0.10 hectárea modificado por Boyle (1996)

El único error de sesgo, es la instalación de la primera subunidad de 50 m, en virtud que las demás subunidades seguirán una dirección predeterminada a la dirección de la primera línea, 2) este método permite medir la diversidad local, preferible que a la diversidad beta, en virtud, que subunidades largas y estrechas sin direcciones predeterminadas, disminuyen la posibilidad de incluir varios tipos de bosques. Muestras lineales, cubren mayor heterogeneidad de hábitats que las muestras de forma cuadrada o rectangular (Toumisto *et al.*, 1995; 2001; 2003a,b); 3) asegura la compatibilidad entre los distintos lugares de muestreo, un requisito para hacer comparaciones estadísticas; 4) la forma rectangular del área a estudiar a través de subtransectos paralelos entre sí (ver Figura No. 2), favorece una menor varianza de la población a estudiar, disminuyendo la influencia de los patrones de agregación que presentan muchas especies en el trópico; por lo tanto la probabilidad de encontrar individuos situados en los bordes de los subtransectos es menor, y 5) la metodología propuesta es actualmente la más utilizada en el mundo, con este método se han realizado muestreos de vegetación en más de 36 países. Información que se encuentra a la disposición de la comunidad científica en Phillips & Miller (2002) y en la base de datos *SALVIAS*, la cual contiene toda la información de los transectos de A. Gentry (<http://www.salvias.net/pages/index.html>).

Establecimiento de los transectos.

La línea central de cada unidad de muestra fue marcada por estacas y alineada por una brújula de precisión. Las coordenadas geográficas de los sitios del muestreo se midieron con un GPS (Sistema de posición geográfica). La inclusión de cada individuo dentro del transecto, se determinó por la posición del tallo a nivel del suelo, y solo a aquellos individuos con tallos colocados entre los bordes del transecto se les midió el

diámetro, altura, y un espécimen botánico se colectó para su posterior identificación. Se consideraron todos los individuos con un DAP (diámetro a la altura de pecho) ≥ 2.5 cm. Esta medida permitió incluir la gran mayoría de las especies del sotobosque, como también lianas y hemiepífitas. Individuos con varios tallos se consideraron como un solo individuo, y la suma de los valores de su circunferencia se utilizó para calcular su área basal.

JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO UTILIZADO

Unos de los principales desafíos que deben enfrentar los estudios de vegetación en grandes áreas de bosque, es intentar captar la mayor variabilidad espacial de la masa boscosa (Bravo *et al.*, 2002; Higgins & Ruokolainen, 2003). Para ello dos estrategias son las habitualmente utilizadas: el establecimiento de parcelas de gran tamaño (de una hectárea o mayores) o disponer de una serie de parcelas o transectos más pequeños, utilizando diámetros mínimos de muestreo. Aunque el tamaño de la muestra propuesta en el presente proyecto sólo representa la décima parte de una hectárea (tamaño actualmente estandarizado para muchos estudios de vegetación en el trópico). Esta supuesta “deficiencia” en tamaño está cubierta por el diámetro mínimo utilizado de 2,5 cm, el cual asegurará la medición de casi el mismo número de individuos que en parcelas de una hectárea (Gentry, 1982, 1988a; Clinebell *et al.*, 1995; Phillips & Miller, 2002). Se ha comprobado que datos basados en individuos medidos a partir de los 10 cm de diámetro mínimo, solamente llegan a evaluar entre 50-75% de la diversidad total de plantas vasculares en bosques tropicales (Gentry & Dodson, 1987; Aymard, 1997; Aymard *et al.*, 2001; Duivervoorden *et al.*, 2001). En cambio, midiendo arbustos y árboles pequeños con

diámetros menores de 10 cm de DAP, se ha logrado captar más del 80% de la diversidad vegetal de una muestra en particular (Balslev *et al.*, 1998; Duivervoorden, 1994; Valencia *et al.*, 2005; Aymard & Phillips, datos no publicados). Estableciendo numerosos transectos o parcelas pequeñas, se logrará obtener información confiable acerca de la diversidad de especies en una región en particular (Gentry, 1990; 1993, 1995a,b; Cody, 1996; Phillips & Miller, 2002; Parmentier *et al.*, 2007; Butt *et al.*, 2008; Punyasena *et al.*, 2008), ya que se obtendrán datos en grandes áreas, con un esfuerzo de muestreo relativamente menor. En lo referente a patrones de diversidad alpha, los transectos de 0,10 hectárea ayudan a complementar la información de las parcelas de mayor tamaño, en virtud de que éstos consideran casi todas las formas de vida en una flora local (Valencia *et al.*, 2005). Por ejemplo, las lianas no son consideradas en la gran mayoría de las parcelas mayores de una hectárea, grandes parcelas utilizan diámetros mínimos entre 10-15 cm obviando completamente las especies de trepadoras, lianas, arbustos y los individuos jóvenes de los árboles del dosel. Por ello, estos componentes de la estructura de los bosques tropicales hayan sido ignorados en la gran mayoría de los estudios en bosques tropicales (Macía *et al.*, 2007). Al no medir una gran cantidad de individuos característicos de los estratos inferiores del bosque, no se está evaluando completamente la estructura de la comunidad vegetal, por lo tanto los resultados y conclusiones serán en mucho de los casos incompletos. Por ejemplo, actualmente, nadie pone en duda la importancia y significado ecológico (reciclaje de nutrientes, dinámicas de claros, microclima, recursos para insectos, aves y mamíferos) y el aporte a la diversidad vegetal que las lianas representan en los

bosques tropicales, sin importar el tamaño de su diámetro (Putz & Mooney, 1991, Schnitzer *et al.*, 2000; Dewalt *et al.*, 2000; Nabe-Nielsen, 2001; Burnham, 2002).

Perfiles de vegetación y aspectos florísticos

Para el estudio de la composición florística y las variables estructurales se elaboraron tablas, a las cuales se les incorporó la información de los especímenes botánicos de los individuos medidos (Anexo No. 1). La fuente de información básica para la elaboración de las tablas consistió, en el estudio de la colección botánica efectuada durante las tres etapas de los trabajos de campo del proyecto. Estas colecciones se realizaron dentro de las áreas de los transectos y en las zonas adyacentes a éstos. El material botánico (2.000 números botánicos) fue procesado e identificado, actualmente los duplicados de los especímenes botánicos se encuentran depositados en el Herbario Universitario (PORT) de la UNELLEZ-Guanare, en el Herbario Nacional (VEN) en Caracas y el Herbario (TFAV) del MARN en Puerto Ayacucho. Las identificaciones de los especímenes fueron realizadas mediante la comparación de muestras depositadas en los herbarios GH, MO, NY, PORT, US, VEN y con la ayuda de los nueve volúmenes de la Flora de la Guayana Venezolana (Steyermark *et al.*, 1995-2005). Sin embargo, muestras botánicas de diferentes familias fueron identificadas por varios especialistas (ver Agradecimientos). Utilizando la metodología propuesta por Richards (1983), se elaboraron perfiles estructurales de los bosques estudiados, los cuales tuvieron una longitud de 50 m por 5 m de profundidad, los cuales se utilizaron para analizar la estructura vertical y horizontal de los bosques estudiados.

Aspectos sistemáticos

Actualmente, la información acerca del número de géneros y familias dependen en gran medida de los conceptos taxonómicos utilizados (Jiménez & Grayum, 2002; Mori *et al.*, 2002; Valdecasas & Camacho, 2003). Las angiospermas, representan el primer grupo de organismos que han sido reclasificado a través de estudios moleculares y análisis filogenéticos basados en secuencias de “plastid *rbcL*” y “*atpB* genes” (Angiosperm Phylogeny Group, 1998, 2003; Bremer *et al.*, 1998; Savolainen *et al.*, 2000; Stuessy *et al.*, 2001; Judd *et al.*, 2002; Zanis *et al.*, 2003). Recientemente, se han sugerido y realizado numerosos cambios a nivel de familia y géneros, sin embargo, en el presente proyecto, se han utilizado los conceptos de Cronquist (1981) y Steyermark *et al.* (1995), incorporando solamente los que parecen ser aceptados por la gran mayoría de los botánicos. Por ejemplo: Asclepiadaceae como parte de Apocynaceae, Hippocrateaceae como parte de Celastraceae, Cochlospermaceae como parte de Bixaceae y *Potalia* como parte de Gentianaceae (Struwe *et al.*, 1994). En otros casos, hemos optado por los conceptos tradicionales, por ejemplo, *Strychnos* como parte de Loganiaceae, Dichapetalaceae separada de Chrysobalanaceae, Erythroxylaceae aparte de Rhizophoraceae, Malvaceae separada de Bombacaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae, aunque existen suficientes evidencias moleculares que sugieren que la familias mencionadas conformen grupos muy relacionados entre sí (Alverson *et al.*, 1998, 1999; Angiosperm Phylogeny Group, 2003). Para los aspectos nomenclaturales y sistemáticos en la familia Arecaceae (Palmae) se siguieron los conceptos propuestos por Henderson (1995); Henderson *et al.* (1995), Stauffer (1999) y

Pintaud *et al.* (2008).

Estudio de los suelos

Cada transecto de 0,1 hectárea, se ubicó en sitios relativamente uniformes del punto de vista edáfico y geomorfológico. Para caracterizar y determinar la variabilidad de los suelos en cada transecto se realizaron diez (1 en cada línea de 100 m) observaciones con barreno hasta un máximo de 100 cm de profundidad, en un pequeño hoyo de 20 a 30 cm para traspasar la densa capa de raíces superficiales. En base a estas observaciones, se seleccionó un sitio para abrir una calicata de 1 a 1.5 m de profundidad, del fondo de la cual se extrajeron muestras con barreno a mayor profundidad, si se consideraban necesarias para conocer la naturaleza del material originario y la génesis del suelo. Los horizontes fueron descritos en base al espesor, color, moteado, textura, estructura, consistencia, raíces, actividad biológica e inclusiones (Soil Survey Division Staff, 1993). Cuando se detectaron variaciones edáficas importantes en un determinado sitio, se realizaron barrenos y descripciones adicionales. Se tomaron muestras de las calicatas y además, en cada transecto, dos muestras de horizontes superficiales. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la UNELLEZ en Guanare para determinar la textura por Bouyoucos, materia orgánica por Walkley y Black, pH y conductividad eléctrica en suspensión suelo-agua 1:2, calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiables extraídos con solución de acetato de amonio 1 N y determinados por absorción atómica y fometría de llama, acidez y aluminio intercambiables por titulación del extracto obtenido con solución de KCL 1 N y fósforo disponible por el método de Bray. Para algunas muestras se determinó la acidez

extraíble por titulación del extracto obtenido con solución de BaCl₂ trietanolamina pH 8,2. En las muestras superficiales adicionales fueron determinados textura, materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, aluminio intercambiable y la disponibilidad de fósforo, calcio, potasio y magnesio.

Las calicatas fueron clasificadas hasta nivel de familia (Soil Survey Staff, 2006) y se compararon sus características con las diferencias en la vegetación (Schargel y Marvez, 2006). Observaciones sobre la geomorfología y los suelos en cada área permitió entender la distribución de los suelos en el paisaje y facilitar las comparaciones entre las características de los suelos, la vegetación y la relación con la información de estudios realizados con anterioridad en la región.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Estructura y Composición Florística

La estructura de la vegetación se analizó a través de los valores relativos de los siguientes parámetros estructurales: 1) abundancia o densidad, que representa el número de árboles o individuos encontrados en el área estudiada, y definido por el tamaño de los individuos medidos (diámetro y altura) y por las especies en cada transecto; 2) frecuencia de las especies, definida como el número de subtransectos en los cuales se encuentran las especies; 3) área basal, o dominancia, la cual la representa el área ocupada por la sección transversal del tallo a la altura del pecho y 4) el índice de valor de importancia (IVI). De acuerdo con los criterios establecidos por Curtis & McIntosh (1951) y Curtis & Cottam (1962), las variables estructurales y el índice de valor de importancia para cada transecto, se calcularon como se describe a continuación.

Densidad Relativa (abundancia relativa ó equitatividad) = # de individuos por transecto por especie / # total de individuos presentes en la muestra 100.

Dominancia Relativa = Área basal de cada especie / el área basal total de todas las especies del transecto 100.

El área basal de cada individuo se obtuvo de la fórmula:

$$AB = \pi (DAP/2)^2;$$

donde el DAP representa el diámetro a la altura de pecho y $\pi = 3.1416$.

Frecuencia Relativa = # de subtransectos en los que está presente la especie / el # de subtransectos de todas las especies 100, donde el numerador es el número de subtransectos de 50 x 2 m en los que se registró la especie.

Índice de Valor de Importancia para especies (IVI) = representa la sumatoria de los valores de densidad relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa. Los *índices de valor de importancia*, representan una medida estandarizada de los parámetros estructurales de las especies, los cuales se utilizan para comparar la representación de las especies en los transectos en términos de su abundancia, frecuencia y área basal total, y a la vez observar los patrones estructurales para toda la muestra estudiada.

Diversidad Florística

Para cada transecto, así como también para toda el área estudiada se determinó el número de especies, de géneros y de las familias. También, la diversidad florística fue analizada a través de algunos índices de diversidad o riqueza de especies. Utilizando la información contenida en Magurran (1988 2004) y Moreno (2000), se calcularon los índices de diversidad, de Shannon-Wiener (H') sobre la base del logaritmo natural, incluyendo la medida de equitatividad o

“evenness” (E'), el índice de Simpson (λ) y el índice Alpha (α) de Fisher (Fisher *et al.*, 1943).

Actualmente, el índice Alpha (α) Fisher, proporciona estimaciones de diversidad en estudios con más de 2.000 individuos (Condit *et al.*, 1996; 1998). Este depende menos del tamaño de la muestra que los índices H' y λ (Rosenzweig, 1995; Leigh, 1999), por lo que permite realizar comparaciones con otros estudios, simplemente se necesita conocer el número de especies (S) y el número de individuos (N) en las muestras a comparar. Esta medida permite, realizar correlaciones relativamente exactas de los niveles de diversidad de especies entre sitios, que se encuentran en una misma área. Se utilizaron los resultados de los índices de los transectos de 0,10 ha realizados por A. Gentry (publicados por Phillips & Miller 2002) para comparar con el presente estudio. El cálculo de los índices de diversidad de especies se realizó mediante el uso del programa “Biodiversity Professional Beta” (Bio-Diversity Program, 1997).

Quizás la mayor dificultad de los estudios en bosques tropicales es la determinación de todas las plantas a nivel de especie. Por lo general, muchos individuos medidos no se pueden determinar ni al nivel de familia, lo que dificulta los valores exactos del número de las especies en la muestra estudiada. Con la finalidad de reducir los efectos de los niveles de especies no determinadas, se empleó el índice “*most likely value for species richness*” (S) o el índice del valor más probable de riqueza de especies, sugerido por Vásquez & Phillips (2000).

El índice “*most likely value for species richness*” es estimado como: $(S = (U * R) + D$.

U = número de especies no identificadas en cada transecto o toda la muestra

R = número de especies identificadas / número de individuos de las especies

identificadas.

D = número de especies identificadas.

El índice del valor más probable de riqueza de especies, ayuda a estimar los probables errores desde un punto de vista más conservativo, en virtud, que las plantas más difíciles de identificar son las que representan las especies más raras. Por lo tanto, su utilidad radica en reducir la probabilidad de que la proporción de especies no identificadas tenga valores significativos en la muestra estudiada.

Para estimar los niveles de rareza o especies con muy pocos individuos, se utilizó el método formulado por Venkateswaran & Parthasarathy (2003). Esta propuesta emplea los valores de abundancia absoluta (número de los individuos por especie en los 42 transectos). Esta metodología, establece que una especie es **Rara** cuando sus valores de abundancia absoluta fluctúan entre 1-5% del valor total de los individuos medidos, **Común** cuando sus valores están entre 5-15%, **Dominante** entre 15-30% y **Predominante** cuando sus valores son $>$ de 30%.

Curvas de riqueza de especies y de acumulación de especies por individuos.

Las curvas de acumulación de especies muestran los cambios en la diversidad local (número de especies) con el aumento en el número de individuos, se utilizan para determinar si la diversidad local había sido adecuadamente estimada con el tipo de muestreo utilizado (tamaño del transecto) y para calcular el número de especies que se esperaría encontrar en cada muestra, si todos los transectos tuviesen el mismo número de individuos (rarefacción de especies). Las curvas especies/individuos, se acumulan en una forma sencilla y predecible en función del número de individuos muestreados, y no necesariamente en función del área (Condit *et al.*, 1998).

Se utilizó la técnica para calcular el número acumulativo de especies que se van

encontrando cuando se aumenta progresivamente y al azar el número de individuos en cada transecto, es lo que se conoce como “rarefacción del número de especies” (“rarefaction of species number”). Los resultados son el número de especies que se esperarían encontrar en cada muestra, utilizando como base el menor número de individuos encontrado en los transectos estudiados. Este valor se determina directamente de cada una de las curvas de acumulación; como consecuencia, la representatividad de la diversidad local estimada en cada transecto se juzga por la tendencia de las curvas de acumulación de especies en alcanzar una asíntota (Williamson *et al.*, 2001). La utilidad de las curvas especies/individuos ha sido demostrada y documentada por Condit *et al.* (1996; 1998; 2005) como la medida de diversidad más precisa para muestras con números pequeños de individuos. Utilizando la información de tres parcelas de 50 hectáreas cada una, midiendo cada individuo 1 cm dap, estos autores demostraron que los individuos de árboles de mayor diámetro ($>$ 10 cm DAP) se acumulan sistemáticamente más lentamente (menor riqueza de especies) que los individuos de árboles de menor diámetro. Por lo expuesto, no es recomendable comparar la riqueza de especies basándose solamente en el área, cuando matemáticamente está demostrado que los individuos medidos en una misma muestra, con diámetros distintos se acumulan de manera diferente. Más aún cuando actualmente se conoce que una muestra de bosque neotropical de tierras bajas, posee más individuos pequeños que grandes; por lo tanto, el sotobosque y los estratos inferiores del bosque tendrán más individuos de menor diámetro (Condit *et al.*, 2005; Duivenvoorden *et al.*, 2005).

Similaridad

La diversidad Beta, se define como la variación entre la composición florísticas de las especies entre lugares que pertenecen a una misma área geográfica (Whittaker, 1960; 1972). Diferencias numéricas entre dos ó más localidades (inclusive con una sola especie), quizás son más importantes que la diferencia en el número total de especies, en virtud que esta información es clave para entender el funcionamiento, manejo y la conservación de la biodiversidad (Tuomisto *et al.*, 2003a,b; Legendre *et al.*, 2005; Tuomisto & Roukolainen, 2006; Killeen *et al.*, 2007). Para visualizar los patrones de similitud florística ó la diversidad Beta (β), y comparar el solapamiento en la composición florística de las especies entre los 42 transectos, se utilizó una medida de similaridad basada el número de especies compartidas en cada transecto. Para este análisis, se utilizó el coeficiente de similitud de Sørensen (Kent & Cooker, 1996), es cual está definido como:

$$S = 2c/a + b \times 100$$

Donde **a**: es el número de especies encontradas solamente en el segundo de los transectos, **b**: es el número de especies encontradas solamente en el primero de los transectos y **c**: es el número de especies que comparten los dos transectos. Si se multiplica el valor del índice por 100, se obtiene los valores en términos de porcentaje. El valor del coeficiente puede variar entre valores intermedios de 0% (cuando los dos transectos comparten muy pocas especies) y cerca de 100% (cuando todas las especies son compartidas). Se cálculo el valor del índice entre cada par de transectos, y se arreglaron los valores en una matriz de similitud, para la cual se utilizaron valores porcentuales.

Análisis de Agrupamiento

Para definir la clasificación local de los tipos de bosques, se elaboró una matriz con los

datos de abundancia de todas las especies identificadas. Se utilizó la técnica aglomerativa del “*Cluster Analisis*”, el cual representa las semejanzas/distancias entre grupo de transectos y el coeficiente de similitud de Sørensen como una medida de similaridad (Kent & Cooker, 1996). Los resultados se presentan en forma de dendrograma, para lo cual se utilizó la técnica “Group-Average Clustering” disponible en el paquete estadístico “Biodiversity Professional Beta” (Bio-Diversity Program, 1997). En este análisis, la clasificación fusiona los transectos semejantes (en términos de número de especies compartidas) o los dos grupos de transectos más similares, y finalmente se obtiene una clasificación jerárquica. Es una decisión subjetiva, que ayuda a determinar los tipos de bosques en la muestra estudiada. Sin embargo para los resultados del presente proyecto, se reconocieron todas las divisiones mayores en el dendrograma, y para decidir si se reconocen o no las divisiones menores se tomaron en cuenta las distancias entre las divisiones sucesivas. También se utilizó la técnica de clasificación divisiva de dos vías (transectos y especies) con especies indicadoras, usando el programa **TWINSpan** (Hill, 1979; Kent & Coker, 1996). Con la finalidad de reducir la formación de pequeños grupos, en este procesamiento se consideraron hasta seis niveles de clasificación, el tamaño de grupo mínimo fue de 10 y 2, y los intervalos de las especies indicadoras fueron de 0 y 1, lo que permitió darles igual peso a todas las especies presentes en la clasificación. Los resultados del programa son una tabla divisiva de dos vías con información de los transectos, las especies, y las especies indicadoras al principio de cada nivel de clasificación. Al final de esta tabla, se encuentra una clave dicotómica por cuadrantes, la cual representa la estructura de los grupos y las secuencias de

las divisiones, información que se utilizó para elaborar el dendrograma de clasificación final con el TWINSpan (Figura No. 4).

Análisis de Ordenación

Los métodos estadísticos multivariados permiten hacer una reducción o simplificación estructural de los datos, ayudando a agrupar, ordenar, predecir hipótesis y validar pruebas. Para analizar las variaciones de la composición florística entre los transectos, se utilizó el programa PCORD (Hill, 1979; Ter Braak, 1987), herramienta que contiene las técnicas de ordenación de análisis de correspondencia linealizado (DCA) y de correspondencia canónica (CCA). El DCA es un método de análisis de gradiente indirecto, que utiliza una variable en particular para explicar la variabilidad sin predicciones disponibles. La técnica del CCA, es una forma de estudio a través de un gradiente directo, ampliamente utilizada para relacionar la variación de la composición de las especies en gradientes ambientales. Ambos análisis tienen la propiedad de maximizar la correlación entre las variables utilizadas y relacionar la composición florística de las comunidades con los factores ambientales, así como también hacen referencia a la correlación entre una combinación lineal de un conjunto de variables. En la ordenación, los transectos se presentan como puntos en una figura o diagrama, en el que los sitios o transectos están representados en un sistema n-dimensional, de tal manera que los transectos que se agrupan y aparecen cercanos entre sí en el diagrama poseen características florísticas y ambientales similares. Los puntos más lejanos de los grupos en el diagrama, tienen características florísticas y ambientales muy diferentes entre los grupos conformados por la ordenación. El diagrama que resultó de la ordenación con el CCA, fue interpretado en base a los datos ecológicos de los transectos, a través de una matriz de variables ambientales.

La información de las variables ambientales facilita la interpretación al analizar el agrupamiento de las especies dentro de los grupos resultantes (Romero-Saltos *et al.*, 2001), ya que muchas veces los gradientes florísticos tienen su origen en gradientes ambientales. Para el caso del TWINSpan, DCA y CCA fueron eliminadas de la matriz las especies que no estaban identificadas a nivel de familia. De acuerdo con Ratter & Dargie (1992), especies con las características mencionadas, son consideradas en estos tipos de análisis como especies no redundantes.

RESULTADOS

Composición Florística, riqueza y diversidad

Se consideró la riqueza como el número total de especies con diámetro a la altura del pecho (DAP) 2.5 cm por unidad de área (0,1 ha), y la diversidad como la suma de las especies de todos los transectos. En los 42 transectos se midieron 12.493 individuos, de los cuales se logró identificar 1.153 morfoespecies de plantas vasculares, pertenecientes a 327 géneros y 83 familias. El grado de determinación fue de 79% (916 spp.) a nivel de especies, 14% (165 spp.) a nivel de género, 4% (52 spp.) determinadas a nivel de familia y 3% (31) especies no determinadas. A pesar de tratarse de un trabajo en el que se colectó la gran mayoría del material estéril (95%), el nivel de determinación fue muy alto. Pitman *et al.*, (1999) mencionan un 71% de determinación en estudios realizados en la Amazonía del Perú. Para la región del medio Caquetá, Colombia, Duivenvoorden (1994), Duque *et al.*, 2001 y Duque (2003), registraron niveles de determinación entre 51% y 69%. Los resultados del índice “*most likely value for species richness*” fue 1,128, el cual indica una baja influencia de las especies no determinadas en los valores totales de diversidad alpha (1.153 morfoespecies).

Considerando a las Leguminosae

como tres diferentes familias, las familias más importantes según el número de especies fueron las siguientes: Rubiaceae (72 especies, 25 géneros, 570 individuos), Fabaceae (69 especies, 18 géneros, 1.040 individuos), Sapotaceae (64 especies, 7 géneros, 533 individuos), Annonaceae (55 especies, 12 géneros, 649 individuos), Lauraceae (54 especies, 7 géneros, 216 individuos), Mimosaceae (45 especies, 9 géneros, 251 individuos), Caesalpiniaceae (44 especies, 17 géneros, 1.071 individuos), Melastomataceae (44 especies, 6 géneros, 237 individuos), Euphorbiaceae (40 especies, 20 géneros, 1,320 individuos), Clusiaceae (36 especies, 9 géneros, 338 individuos), Burseraceae (34 especies, 4 géneros, 607 individuos), Vochysiaceae (32 especies, 4 géneros, 446 individuos) y Lecythidaceae (30 especies, 6 géneros, 482 individuos). Estas trece familias representan 56% del número total de especies y, a la vez, constituyen el 62% del total de los individuos medidos. Destacándose el grupo de las Leguminosae (Caesalpiniaceae, Fabaceae y Mimosaceae) el cual es el más dominante ecológicamente y en número de especies, con 2.362 individuos y 158 especies. Ninguna otra familia representó más que el 14 % para las especies y el 19 % para los individuos. El 41% (34) del total de las familias registradas estuvieron presentes en todos los sectores del estudio (Ej. Arecaceae, Burseraceae, Caesalpiniaceae, Chrysobalanaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Melastomataceae y Rubiaceae). Las familias Picramniaceae, Euphorbiaceae y Tetramerisaceae solamente se encontraron en los transectos del sector 2 (San Carlos de Río Negro-Cuenca del Río Casiquiare). Las familias Bixaceae, Marcgraviaceae, Oleaceae, Piperaceae y Proteaceae, en los transectos del sector 3 (Bajo-medio Río Ventuari) y Opiliaceae solamente se registró en bosques del sector 4 (Puerto Ayacucho). Los resultados del presente trabajo, coinciden con los patrones de composición florística a nivel de familia registradas para los bosques húmedos de tierras bajas (Gentry, 1992, Gentry y Ortíz

1993, Ribeiro *et al.*, 1994, Terborgh & Andresen, 1998, De Oliveira & Daly, 1999; Pitman *et al.*, 1999, 2001, 2008; De Oliveira, 2000; Amaral *et al.*, 2000; Pires & Paiva Salomão, 2000; Vásquez & Phillips, 2000; Mori *et al.*, 2001; De Lima-Filho *et al.*, 2001; Laurence, 2001; Marimon *et al.*, 2002; Valencia *et al.* 2004a,b; Steege *et al.*, 2006; Punyasena *et al.*, 2008; Coronado *et al.*, 2009). Autores que consideran las Leguminosae (*sensu lato*), Moraceae, Sapotaceae, Lecythidaceae, Burseraceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Myristicaceae, Chrysobalanaceae y Lauraceae como las familias más diversas en los bosques neotropicales de tierras bajas. Sin embargo, Vochysiaceae resulto ser una de las familias con valores significativos de abundancia y dominancia de sus especies (Anexo No. 1), especialmente en los transectos del sector 1, en bosques altos sobre colinas dominados por *Erismia japura*, (Aymard, 1997) y sobre afloramientos de areniscas (Ej. *Qualea paraensis*, *Q. wurdackii*) en el sector 2 (Aymard *et al.*, 2006). La familia Vochysiaceae nunca antes ha sido mencionada en la bibliografía, para definir patrones de composición florística y de distribución geográfica en la región Amazónica (Aymard *et al.*, 2001).

Los géneros más diversos fueron *Pouteria*-Sapotaceae (29 especies), *Protium*-Burseraceae (27 especies), *Miconia*-Melastomataceae (24 especies), *Licania*-Chrysobalanaceae (23 especies), *Ocotea*-Lauraceae (23 especies), *Swartzia*-Fabaceae (22 especies), *Eschweilera*-Lecythidaceae (18 especies), *Inga*-Mimosaceae (16 especies), *Vochysia*-Vochysiaceae y *Guatteria* (Annonaceae) con 14 especies. Estos diez géneros poseen el 18,3 % del total de las especies registradas, exceptuando a *Ocotea*, los géneros mencionados son de origen Neotropical y se encuentran ampliamente distribuidos en bosques muy húmedos de tierras bajas (Gentry, 1993; Brutt *et al.*, 2008). Por otra parte, el 36% (117) de los géneros estuvieron representados por una sola especie,

lo que demuestra que gran parte de la riqueza florística la determinó el alto número de géneros encontrados en el área del estudio. Con la excepción el género *Vochysia*, los resultados del presente estudio coinciden con los patrones de composición florística a nivel de género, registrados en numerosos estudios florísticos de los bosques Amazónicos y del escudo Guayanes (Rankin-de Merona *et al.*, 1992; Ribeiro *et al.*, 1994; Milliken, 1998; De Oliveira & Daly, 1999; Pitman *et al.*, 1999, 2001; Giraldo-Cañas, 1999; De Oliveira, 2000; Amaral *et al.*, 2000; Pires & Paiva Salomão, 2000; De Oliveira & Do Amaral, 2004, 2005; Steege *et al.*, 2006; Brutt *et al.*, 2008). Autores, que consideran a los géneros *Protium*, *Licania*, *Eschweilera*, *Swartzia*, *Eperua*, *Tetragastris*, *Inga*, *Virola* y *Pouteria* como los más diversos en los bosques de tierras bajas de la cuenca Amazónica.

Las especies con el mayor número de individuos (abundancia total) fueron *Eperua leucantha*-Caesalpiniaceae con 356 individuos, *Pseudosenefeldera inclinata*-Euphorbiaceae (251), *Eperua purpurea*-Caesalpiniaceae (195), *Heterostemon conjugatus*-Caesalpiniaceae (190), *Clathrotropis glaucophylla*-Fabaceae (172), *Monopteryx uauucu*-Fabaceae (171), *Sagotia racemosa*-Euphorbiaceae (157), *Micrandra sprucei*-Euphorbiaceae (152), *Ruizterania retusa*-Vochysiaceae (140), *Astrocaryum gynacanthum*-Arecaceae (136), *Sandwithia heterocalyx*-Euphorbiaceae (134), *Leopoldinia piassaba*-Arecaceae (131), *Faramea torquata*-Rubiaceae (124), *Sorocea muriculata* subsp. *uauensis*-Moraceae (120), *Actinostemon amazonicus*-Euphorbiaceae (115), *Phenakospermum guyannense*-Strelitziaceae (108), *Attalea maripa*-Arecaceae (105), *Erisma japura*-Vochysiaceae (103), *Anaxagorea rufa*-Annonaceae (98) y *Protium crassipetalum*-Bursaceae con 95 individuos. Estas veinte especies solo representaron el 24,43 % (3.053) del total de los individuos medidos en los 42 transectos. Los bosques estudiados poseen muchas especies con muy pocos individuos,

taxa que determinaron la diversidad alpha en estas comunidades vegetales. *Clathrotropis glaucophylla* (Caesalpiniaceae) y *Astrocaryum gynacanthum* (Arecaceae) estuvieron presentes en los cuatro sectores del estudio. *Sagotia racemosa* (Euphorbiaceae) en los sectores 1, 2 y 3, *Ruizterania retusa* (Vochysiaceae) en los sectores 3 y 4. *Eperua leucantha*, *E. purpurea*, *Pseudosenefeldera inclinata*, *Heterostemon conjugatus*, *Clathrotropis glaucophylla*, *Monopteryx uauucu*, *Sagotia racemosa* y *Micrandra sprucei*, solamente se encontraron en los sectores 1 y 2.

Se calculó con todas las especies e individuos de los 42 transectos, el estimativo de diversidad denominado **Cociente de mezcla** (CM = No. de especies/No. de individuos), y se obtuvo un valor total muy bajo de 0,1. También para cada transecto se calculó el CM, los valores obtenidos con esta medida se ubicaron entre 0,1 y 0,5. Individualmente los valores de diversidad por transecto utilizando CM fue de media a baja, lo que indica que la distribución de los individuos por especie en la zona del estudio no es homogénea (CM menor a 1), muy pocas especies representaron la abundancia ecológica entre los transectos. Por ejemplo, el transecto No. 14 en llanuras de alteración, sobre suelos spodosoles, la especie *Monopteryx uauucu* (Fabaceae) representó 38% de los individuos (86) de un total de 229. Una situación similar, se observó en la región de río Ventuari, en llanuras aluviales sobre suelos inceptisoles (Transecto No. 31), donde la especie *Actinostemon amazonicus* (Euphorbiaceae) representó 32% de los individuos (90) de un total 280. En el transecto No. 12 en bosques de Caatinga Amazónica, sobre llanuras de alteración, en suelos spodosoles, las especies *Micrandra sprucei* (Euphorbiaceae) y *Eperua leucantha* (Caesalpiniaceae) presentaron 41.2 % de los individuos medidos (62 y 45 individuos, respectivamente), de un total de 260 individuos. Estos son algunos ejemplos que ilustran que la abundancia relativa de las

especies en los bosques del área del estudio, los definen muy pocas especies. Por ejemplo, de 4 a 6 especies representaron del 50% al 70% de todos los individuos medidos (ver anexo No. 1), valores similares encontró Giraldo-Cañas (1999) en bosques del río Apaporis, en la Amazonía Colombiana.

Cuando se analizaron los valores individuales de cada uno de los transectos se encontró que los lugares con el mayor número de especies se encuentran sobre suelos oxisoles de drenaje pobre, en lomas y depresiones alternas y paralelas al cauce del río Casiquiare (transecto No. 25) con 117 spp. (250 individuos) y en las llanuras de alteración, con suelos entisoles, arenosos de drenaje pobre (transecto No. 2) en la carretera Maroa-Yavita, con 100 spp. (376 individuos). Los transectos con el menor número de especies, se encontraron en suelos ultisoles, con abundantes concreciones de hierro, de drenaje pobre, en llanuras de alteración, 77 Km al S de Pto. Ayacucho (Transecto No. 40) con 28 spp. (384 individuos) y sobre dunas estabilizadas, en suelos entisoles, arenosos, de excesivo drenaje (transecto No. 33) en el bajo río Ventuari con 33 spp. (304 individuos).

La similitud de especies según el índice de Sorensen entre pares de transectos, fue de un valor máximo de 51.2% en los transectos No. 29 y 30, localizados en la base de la serranía de La Neblina, en bosques dominados por numerosos individuos de *Clathrotropis macrocarpa* y *Eperua leucantha*. Los valores mínimos fueron de 0% en varios pares de transectos, Ej. el transecto No. 30, un bosque medio en la base de la Serranía de la Neblina con el transecto No. 32, un bosque medio en el bajo río Ventuari, ambos sobre llanuras aluviales, en suelos spodosoles el primero y ultisoles el segundo. Cuando se analizó la similitud a nivel de paisaje, el mayor valor fue de 42,6% entre la llanura de alteración y las lomas altas. El menor de 0% entre lomas altas y lomas bajas, y llanuras de alteración y lomas bajas. Cuando se considero la similitud entre los transectos sobre las llanuras de alteración, el porcentaje

de similitud fue de 21.1% en suelos spodosoles y 8.2% en ultisoles.

ESTRUCTURA

Las especies con el mayor número de individuos fueron *Eperua leucantha* con 356 individuos, *Pseudosenefeldera inclinata* (251), *Eperua purpurea* (195), *Heterostemon conjugatus* (190), *Clathrotropis glaucophylla* (172), *Monopteryx uauacu* (171), *Sagotia racemosa* (157), *Micrandra sprucei* (152), *Ruizterania retusa* (140) y *Astrocaryum gynacanthum* con 136 individuos.

Los valores medios de área basal para individuos con DAP $\geq 2,5$ cm, variaron entre 1.14 y 33.78 m²/0,1 ha, con un valor medio de 6.75 m²/0,1 ha. En el transecto No. 28 en bosques medios con dominancia de *Eschweilera parviflora*, *Allantoma lineata* y *Virola elongata* se medieron 33.78 m², lo que representa el valor más alto de área basal para un 0,10 ha en el mundo, superando al más alto valor conocido (24.81 m²) en bosques situados en Puyehee, Osorno, Chile (Phillips & Miller, 2002). En los transectos sobre suelos spodosoles se registraron valores entre 1.14 y 11.61 (m²/0,1 ha). Los transectos sobre suelos entisoles los valores oscilaron entre 6.08 y 9.72 (m²/0,1 ha). En los transectos sobre ultisoles se midieron valores entre 1.63 y 12.62 (m²/0,1 ha), en oxisoles, entre 1.15 y 9.61 y para los suelos inceptisoles entre 3.68 y 33.78 (m²/0,1 ha). *Erisma japura*, *Allantoma lineata* y *Eschweilera parviflora* fueron las especies con los mayores valores de área basal individual. *Erisma japura* tuvo valores de 6.82 m²/ en el transecto No. 4 y 4.49 m² en el transecto No. 1. *Allantoma lineata* tuvo 5.31 m² y *Eschweilera parviflora* con 4.85 m²/0.1 ha, ambas especies presentes en el transecto No. 28, ubicado en el bajo río Siapa.

El transecto No. 7 en bosques de Caatinga Amazónica dominados por *Micrandra sprucei*, *Eperua leucantha* y *Caraipa longipedicellata*, tuvo el mayor número de individuos con 530. El transecto con la menor densidad fue el No. 17 con 173

individuos, en bosques medios con individuos emergentes dominados por *Eperua leucantha* ("Yaguacana") y *E. purpurea* ("Yévaro").

El 6 % de los individuos (747) lo representaron las 25 especies de palmas identificadas en los 42 transectos. El mayor número de individuos de palmas por transecto, se registró en el transecto No. 33, con 58 individuos de la especie *Attalea maripa* ("Cucurito"). El 3.4 % de los individuos (424) estuvieron representados por 90 especies de lianas. El mayor número de individuos de lianas se encontró sobre suelos ultisoles, situados en lomas bajas en los transectos No. 36 y 37, con 31 individuos de las especies *Adelobotrys adscendens* (Melastomataceae) y 15 de *Sparattanthelium tupiniquinorum* (Hernandiaceae).

En general, las comunidades de bosques estudiadas, presentan pocos árboles emergentes con diámetros mayores de 60 cm de DAP, y la densidad del dosel, varió de densa a media. A nivel estructural, los bosques estuvieron conformados por tres a cuatro clases de grupos arbóreos según su altura o estratos. El primer estrato está compuesto por especies emergentes entre 30-40 m de altura, lo que le da un aspecto irregular al dosel del bosque. El segundo estrato (20-25 m) fue el más variable en términos de diámetros y alturas de las especies. Al contrario del segundo estrato, el tercero y cuarto (entre los 8-20 m) presentaron gran homogeneidad en sus patrones espaciales en casi todas las especies presentes, lugar en el que se observaron densas colonias de *Phenakospermum guienense* y de palmas de los géneros *Astrocaryum*, *Attalea*, *Euterpe*, *Iriartella*, *Leopoldinia*, *Manicaria* y *Oenocarpus*. El sotobosque fue muy denso al momento de los trabajos de campo, y estuvo conformado por una gran variedad de especies de arbustos, sufrutices, helechos y herbáceas de hoja ancha.

El 8% de los individuos (997) de arbustos y pequeños arbolitos tuvo diámetros entre 2.5 y 5 cm de DAP; 23.3% de los individuos (2.921) con diámetros entre 5 y 10

cm; el 28.3% de los individuos (3.545) con diámetros entre 10 y 20 cm. El 18% de los individuos (2.265) tuvieron diámetros entre 20 y 30 cm. El 6.3 % de los individuos (793) con diámetros entre 30 y 40 cm, el 5.7% de los individuos (709) con diámetros entre 40 y 50 cm. 4.4% de los individuos (548) con diámetros entre 50 y 60 cm, y solamente el 6% de los individuos (747) estuvo representado por grandes árboles con diámetros mayores a 60 cm. El 49% de los individuos medidos tuvieron diámetros no mayores de 20 cm de DAP. Un patrón similar fue observado por Duivenvoorden (1994) en la Amazonía Colombiana, donde una gran cantidad de especies de arbustos y árboles pequeños dominan el estrato inferior del bosque. Gentry (1982a; 1990) concluye, que existe una mayor diversidad de especies arbustos y árboles pequeños en América Central que en la Amazonía, región que posee una gran diversidad de árboles de gran tamaño. Los resultados del presente estudio demuestran lo contrario, solamente el 16% de los individuos (2.004) en 200 especies (15%) tuvieron valores mayores a 40 cm de DAP. Valencia *et al.* (2004a,b) compararon los datos de clases diamétricas en parcelas de 50 y 25 has situadas en la Isla Barro Colorado (Panamá) y Yasuní en la Amazonía Ecuatoriana, y no encontraron diferencias significativas que propusiese un patrón en particular para separar ambas regiones. Las comunidades estudiadas, estuvieron conformadas por numerosos individuos de especies de árboles de tamaño mediano y palmas en los estratos intermedios.

CLASIFICACIÓN DE LOS BOSQUES

Para la clasificación local de las comunidades vegetales, se tomaron en cuenta las especies con los mayores valores de abundancia (No. de individuos), los índices de valor de importancia (IVI), una combinación de los resultados de la clasificación con el *Twinspan*, el análisis de agrupamiento - *Cluster Analysis* (Figuras 4 y 5) y la

ordenación con el análisis de correspondencia-DCA (Figura 6). También se utilizó información acerca de las características de los suelos, drenaje y el paisaje.

Utilizando la información de la composición florística de los 42 transectos y de acuerdo con los criterios mencionados, en el área del estudio se distinguieron cuatro grandes grupos de comunidades boscosas:

(I) Bosques bajos (<15 m), semidensos (>250 individuos/ 0,1 ha), con pocas especies, numerosos individuos de DAP entre 2,5 y 15 cm, sin emergentes en llanuras de alteración. Un ejemplo modal de este tipo estructural son los bosques sobre concreciones de hierro y la Caatinga baja.

(II) Bosques medios (10-25 m) de semidensos a muy densos (250-500 individuos/ 0,1 ha), de diversidad media, con numerosos individuos en los estratos intermedios y muy pocos emergentes. Un ejemplo de este tipo estructural son los bosques de *Caatinga Amazónica* y los ubicados en el bajo río Ventuari.

(III) Bosques medios (10-25 m) y altos (> 30 m), densos a muy densos (250-500 individuos/ 0,1 ha), de diversidad media-alta, con numerosos individuos de especies de palmas en los estratos intermedios y presencia de árboles emergentes. Un ejemplo de este tipo estructural, son los bosques ubicados en las cuencas de los ríos Casiquiare, medio río Ventuari y en el sector de Puerto Ayacucho.

(IV) Bosques altos (> 35 m), densos a muy densos (250-500 individuos/0,1 ha), de diversidad media-alta, con árboles emergentes y numerosos individuos en todos los estratos. Un ejemplo de este tipo estructural son los bosques ubicados en la carretera Maroa-Yavita y los del sector de San Carlos de Río Negro.

Clasificación y Ordenación

Por medio del análisis de agrupamiento ("*Cluster Análisis*") y los resultados del Twinspan (Figuras No. 4 y 5), se identificaron cuatro grupos de bosques. En el lado derecho del dendrograma del Twinspan, se agruparon los bosques sobre sistemas de aguas blancas, en llanuras aluviales, en el centro se ubican las comunidades de sistemas de aguas intermedias (aguas blancas y negras) de la cuenca del río Casiquiare, en el lado izquierdo, se encuentran los bosques sobre sistemas de aguas negras en las llanuras de alteración, y en los costados los bosques bajos, con muy pocas especies sobre concreciones de hierro y suelos spodosoles profundos (Caatinga baja).

En los resultados de la ordenación, con el DCA se observó que el primer eje distinguió los transectos en las llanuras de alteración, sobre sistemas de aguas negras hacia la izquierda, (bosques del grupo III), en la posición central se ubican las comunidades de sistemas de aguas intermedias, en llanuras aluviales de la cuenca del río Casiquiare (bosques del grupo II), y hacia la derecha los transectos sobre sistemas de aguas blancas, en llanuras aluviales, bosques del grupo I (ver Figura No. 6). El segundo eje separó los transectos de los sistemas de aguas intermedias y aguas blancas aluviales hacia abajo, y los transectos sobre sistemas de aguas negras en las llanuras de alteración hacia arriba. De esta manera el DCA separó los bosques estudiados en tres grupos bien definidos: bosques en llanuras aluviales en sistemas de aguas intermedias, bosques sobre llanuras aluviales en sistemas de aguas blancas, y bosques en llanuras de alteración, sobre sistemas de aguas negras. En este último grupo se encuentran los transectos en lomas altas, sobre suelos spodosoles y ultisoles, con drenaje pobre a muy pobre, de la región del alto río Negro. Los valores de los eigenvalues de los dos primeros ejes en el DCA (Tabla No. 5) son mayores a 0.5. Lo que determina, que los ejes presentan una buena dispersión en los datos (ter Braak, 1987).

En el diagrama de ordenación del CCA (ver Figura No. 7) identificó los suelos con grandes cantidades de arena, mal drenados y de uno a dos meses de sequía como las variables ambientales más importantes con respecto al primer eje (transectos en llanuras de alteración sobre sistemas de aguas negras del área Maroa-Yavita, San Carlos de Río Negro y la cuenca del río Casiquiare). El segundo eje del CCA, lo caracterizó la variable suelos arcillosos sobre la llanura aluvial como vector principal (transectos 31 y 32 de la cuenca del río Ventuari). En síntesis, las cantidades de arena y arcilla, los suelos mal drenados, la duración del período de la sequía y la geomorfología explican cerca del 70% de la variabilidad. Este valor es significativo para el presente estudio, en virtud, que en las unidades de bosques sobre la tierra firme bien drenada, llanura aluvial y suelos sobre arenas blancas (spodolizados), se identificaron un grupo de 20 especies asociadas (Tabla No. 8). Taxa que correlacionan muy bien con el tipo bosque y las variables ambientales usadas en la ordenación. El restante 30%, no se diferenció por las variables ambientales consideradas por este estudio, quizás esta variabilidad se explique a través de un estudio más detallado, utilizando técnicas de análisis espacial de las especies (Legendre *et al.*, 2005; Legendre, 2007).

(I) Bosques bajos (menor a 15 m), semidensos, sobre llanuras de alteración.

TRANSECTO 21: caatinga baja dominada por *Neea obovata* y *Guapira sancarlosiana* en llanura plana sobre suelos *Spodosoles* de drenaje muy pobre (carretera San Carlos de río Negro-Solano)

La región del alto río Negro contiene una gran complejidad de tipos de vegetación, entre los que destacan una en particular, conformada por una mezcla de árboles de baja altura y arbustales, que le dan un aspecto de bosques muy ralos. Estas comunidades

situadas en llanuras planas, sobre suelos spodosoles con texturas arenosas de hasta 120 cm en profundidad, de drenaje muy pobre, sobre rocas poco alteradas se conocen en la región de San Carlos de Río Negro con el nombre de “Caatinga baja”. Estas comunidades presentan muy pocos árboles emergentes, su densidad es rala y según su altura, están conformados por dos de grupos de árboles (estratos). Una primera clase, constituida por individuos cuyas alturas oscilan entre 7-10 (hasta 18 m) y una segunda clase compuesta por individuos entre 4-8 m (ver perfil No. 1). De acuerdo con los datos del levantamiento estructural para el transecto No. 21, esta comunidad estuvo representada por 37 especies en 288 individuos. Cuatro especies *Neea obovata* (51), *Guapira sancarlosiana* (39), *Neea robusta* (37) y *Pradosia schomburgkiana* (21), constituyen más del 45% de los individuos medidos. Información en detalle sobre las especies con mayores valores de IVI se encuentra en el anexo No. 1.

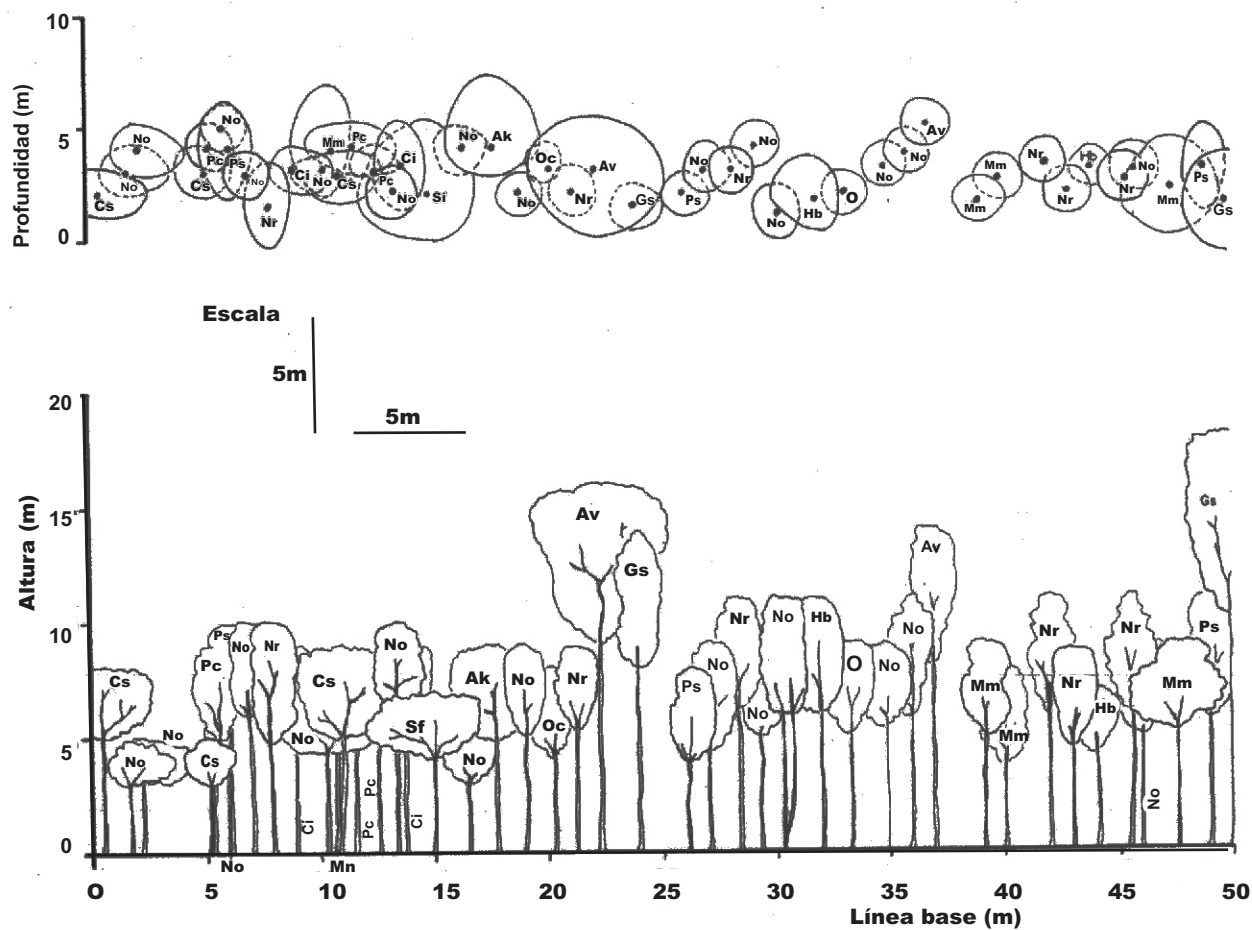
La primera clase en esta comunidad estuvo constituida por individuos emergentes con DAP no mayores de 20 cm y entre 10-15 m de altura. Entre las especies más abundantes se observaron: *Guapira sancarlosiana*, y *Aspidosperma verruculosum*, *Neea obovata*, *N. robusta*, *Iryanthera obovata*, *Aldina kunhartiana*, *Pradosia schomburgkiana*, *Protium carolense*, *Sloanea floribunda* y *Schefflera spruceana*. En el estrato inferior se observó que la densidad no es muy alta, y los individuos se encuentran muy dispersos. Especies medidas en estos espacios fueron: *Ouratea clarkii*, *Macrolobium molle*, *Clusia spathulifolia*, *C. lopezii*, *Pagamea coriacea*, *Terstroemia pungens*, *Ruizterania cassiquiarensis*, *Aldina latifolia* y *Compsoeura debilis*. Entremezclados con los individuos de las especies mencionadas, se observaron pequeñas comunidades de palmas de *Mauritia carana*. El sotobosque estaba compuesto por una gran cantidad de pequeños arbustos, sufrútices, hierbas, palmas y helechos, entre las más abundantes destacan

varias especies de los géneros: *Lindsaea*, *Trichomanes*, *Schizaea*, *Scleria*, *Lagenocarpus* y *Rhynchospora*. Los bosques de Caatinga baja ubicados en el área de San Carlos de Río Negro han sido ampliamente estudiados. Un resumen de los resultados de estos trabajos se encuentra en Klinge y Cuevas (2000), autores que consideran que las banas altas y las bajas son el resultado de la reducción progresiva en altura y estructura de la Caatinga Amazónica, cuando estas comunidades se desarrollan sobre domos arenosos. Las descripciones de Klinge y Cuevas (2000) presentan similitudes en la parte estructural y algunas diferencias en la composición florística, lo que claramente indica que las Caatingas bajas y las banas son más diversas de lo que se creía. Algunos ejemplos de especies registradas en el presente estudio por primera vez en estas comunidades son: *Protium divaricatum*, *Ormosia microphylla* y *Ruizterania cassiquiarensis*.

TRANSECTO No. 40: bosques bajos, densos, dominados por *Ruizterania retusa*, *Pagamea thyrsoiflora*, *Clusia schomburgkiana* y *Couma utilis* sobre suelos ultisoles con concreciones de hierro de drenaje pobre (Sector Venecia-2, 75 km al sur de Puerto Ayacucho)

Esta comunidad se encuentra situada en las llanuras sobre suelos ultisoles, de drenaje pobre con una franja de concreciones de hierro a 150 cm de profundidad. La conforman una mezcla de árboles de baja altura y arbustales, que le dan un aspecto de bosques bajos muy malos. Estas comunidades presentan muy pocos individuos emergentes, y según su altura, están conformados por dos grupos de árboles y arbustos. Una primera clase, constituida por individuos cuyas alturas oscilan entre 7-13 y una segunda clase compuesta por individuos entre 3-6 m (ver perfil No. 2). De acuerdo con los datos del levantamiento estructural, esta comunidad estuvo representada por 28 especies en 384 individuos. Cuatro especies (*Ruizterania*

retusa con 122 individuos, *Pagamea thyrsoiflora* con 54, *Clusia schomburgkiana* con 47 y *Couma utilis* con 28 individuos) constituyen el 65% de los individuos medidos. Información en detalle sobre las especies con mayores valores de IVI se encuentra en el anexo No. 2. La primera clase en esta comunidad está constituida por numerosos individuos con DAP no mayores de 25 cm y alturas entre 7-13 m. Entre las especies más abundantes se observaron: *Ruizterania retusa*, *Pagamea thyrsoiflora*, *Couma utilis*, *Hebepetalum humiriifolium*, *Xylopia sericea*, *Vochoya obscura* y *Platycarpum orinocense*. En el segundo estrato se observó la densidad fue muy alta y los individuos se encontraban muy agrupados. Especies comunes en este estrato fueron las siguientes: *Clusia schomburgkiana*, *Ternstroemia brasiliensis*, *Miconia rubiginosa*, *Retiniphyllum pauciflorum*, *Remigia firmula*, *Sacoglottis guianensis*, *Richeria grandis*, *Matayba opaca*, *Chaunochiton angustifolium*, las lianas *Dolioscarpus spraguei*, *Coccoloba excelsa* y la endémica *Miconia grossidentata*. El sotobosque estuvo compuesto por muy pocos individuos de hierbas y helechos, destacándose varias especies de los géneros *Scleria*, *Rhynchospora* y *Lindsaea*. Esta descripción representa el primer registro de esta comunidad para el estado Amazonas. Su estructura (mezcla de árboles de baja altura y arbustales) y la baja diversidad, están fuertemente influenciados por la franja de concreciones de hierro que poseen estos suelos, y por las quemadas a las cuales están sometidos estos bosques anualmente.



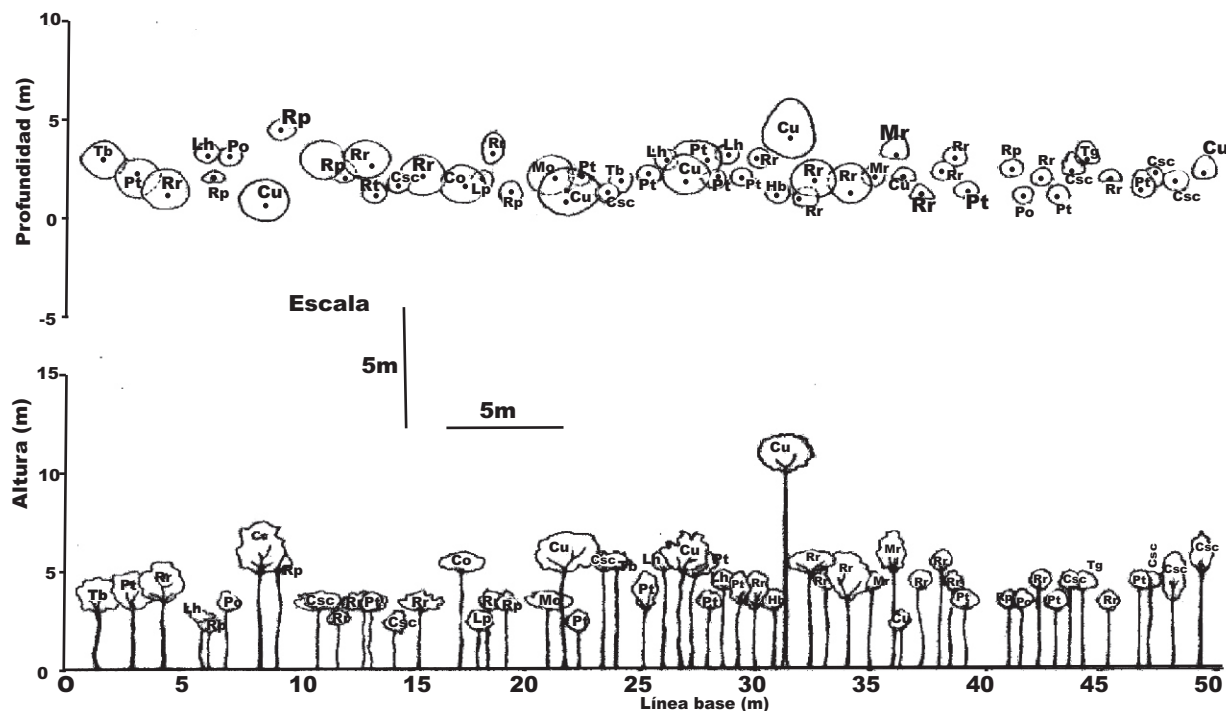
Perfil No. 1. caatinga baja sobre suelos spodosoles de drenaje muy pobre (transecto no. 21: carretera San Carlos de Río Negro; 01° 55' n; 67° 02' o): **Csp**: *Clusia spathulaefolia*; **No**: *Neea obovata*; **Pco**: *Pagamea coriacea*; **Ps**: *Pradosia schomurgkiana*; **Nr**: *Neea robusta*; **Cl**: *Clusia lopezi*; **Mmo**: *Macrolobium molle*; **Pca**: *Protium carolense*; **Sf**: *Sloanea floribunda*; **Ak**: *Aldina kundhartiana*; **Ocl**: *Ouratea clarkii*; **Av**: *Aspidosperma verruculosum*; **Gs**: *Guapira sancarlosiana*; **Hb**: *Humiria balsamifera*; **O**: *Olacaceae*

(II) Bosques medios de semidensos a muy densos, con numerosos individuos en los estratos intermedios y muy pocos emergentes

TRANSECTO 12: Bosque de Caatinga amazónica dominados por *Micrandra sprucei* y *Eperua leucantha* en llanura suavemente onduladas sobre suelos spodosoles de drenaje muy pobre (parcela del IVIC-carretera San Carlos de Río Negro-Solano)

Los bosques del alto río Negro, situados en llanuras suavemente onduladas, entre lomas sobre suelos spodosoles, con texturas arenosas hasta 92 cm en profundidad, drenaje muy pobre, con un dosel continuo se conocen como Caatinga Amazónica. Estas comunidades presentan árboles emergentes, su densidad es media a rala y según su altura, están conformados por tres clases de grupos de árboles (estratos). Una primera clase, constituida por individuos emergentes, cuyas alturas oscilan entre 20-25 m, una segunda

clase compuesta por individuos entre 12-18 m, y una tercera con individuos de 5-10 m de altura (ver perfil No. 3). De acuerdo con los datos del levantamiento estructural (DAP 2.5 cm), en la Caatinga Amazónica del transecto No. 12 se encontraron 57 especies en 260 individuos. Cuatro especies *Micrandra sprucei* (62), *Eperua leucantha* (45), *Compsonera sprucei* (19) y *Micropholis maguirei* (16) representan más del 40% de los individuos medidos. La primera clase en esta comunidad boscosa está constituida por individuos emergentes, entre 20–25 m de altura y DAP nunca mayores de 40 cm; entre las especies más abundantes se observaron: *Micrandra sprucei*, *Eperua purpurea*, *Pradosia schomburgkiana*, *Protium carolense*, *Licania latifolia*, *Calycophyllum obovatum*, *Schistotemon retusum*, *Ruizterania obtusata*, *Caraipa sp. n.* y *Sloanea floribunda*. En los estratos inferior y medio (10-15 y 20-25 m de altura), se observó que la densidad no es muy alta, y los individuos se encuentran muy dispersos y no superan los 30 cm de DAP.



Perfil No 2. Bosques bajos sobre suelos ultisoles con abundantes concreciones de hierro de drenaje moderado (Transecto No. 40: Sector Venecia-1, 75 km al S de Pto. Ayacucho; 05° 05' N; 67° 40' O). **Tb:** *Ternstroemia brasiliensis*; **Pt:** *Pagamea thyriflora*; **Rr:** *Ruizterania retusa*; **Lh:** *Licania hypoleuca*; **Rp:** *Retiniphyllum pauciflorum*; **Po:** *Platycarpum orinocense*; **Ca:** *Chaunochiton angustifolium*; **Csc:** *Clusia schomburgkiana*; **Lp:** *Licania pallida*; **Mo:** *Matayba opaca*; **Cu:** *Couma utilis*; **Hb:** *Humiria balsamifera*; **Mf:** *Miconia ferruginosa*; **Tg:** *Trattinnickia glaziovii*

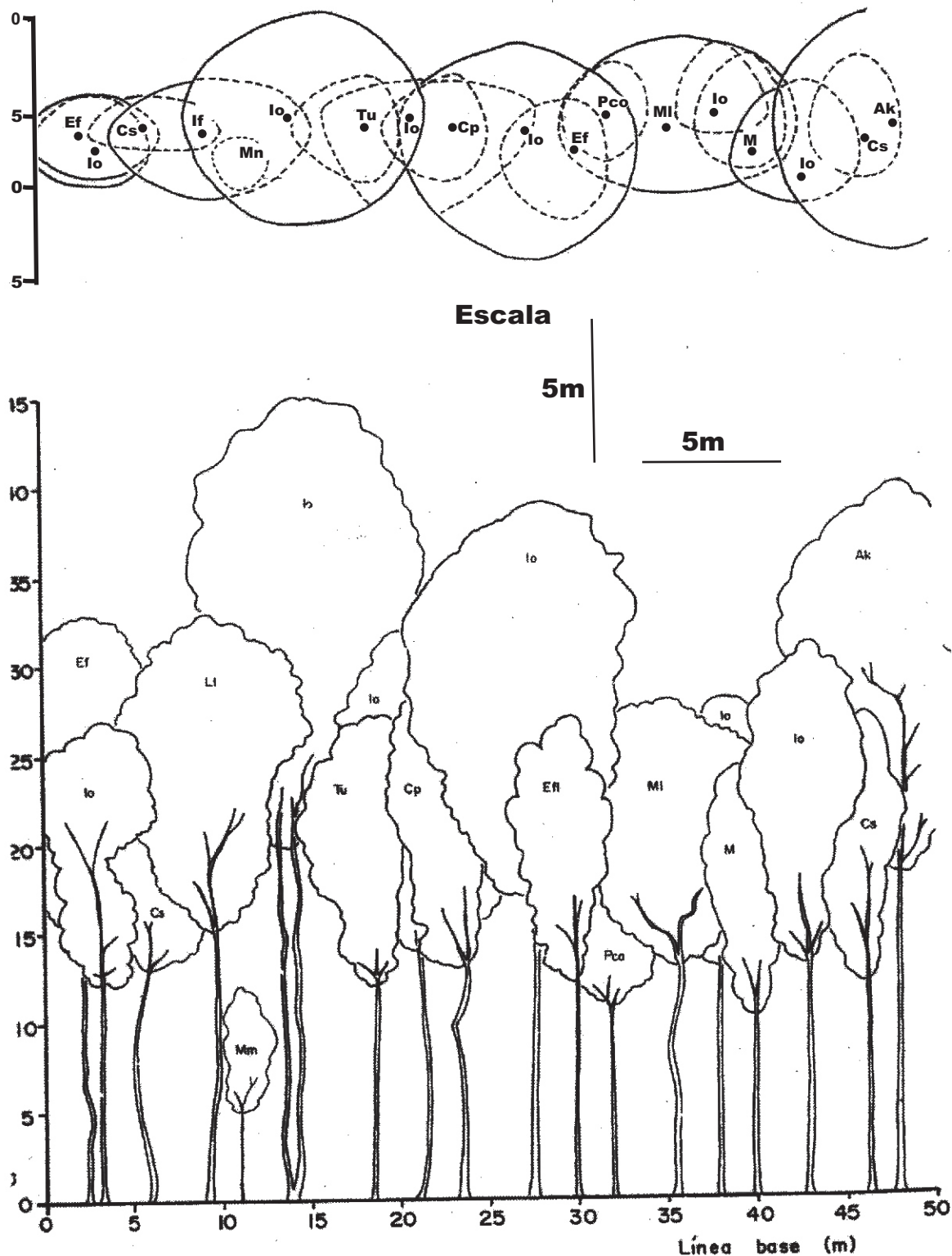
Las especies más abundantes medidas en estos dos estratos fueron: *Compsonera sprucei*, *Micropholis maguirei*, *Heterostemon mimosoides*, *Catostemma hirsitulum*, *Ouratea clarkii*, *Swartzia cupavenensis*, *Caraipa punctulata*, *Tetrameranthus duckei*, *Siparuma micrantha*, *Guatteria latipetala*, *Macrolobium limbatum*, *Tovomita umbellata*, *Emmotum floribundum*, *Ormosia nobilis* y *Licania cardiophylla*. Entremezclados con los individuos de las especies mencionadas, se observaron comunidades de palmas de *Euterpe catinga*. El sotobosque estaba compuesto por una gran cantidad de arbustos, sufrútices, hierbas y helechos, entre las especies más abundantes destacan: *Calathea acuminata*, *Psychotria colorata*, *Nautilocalyx pallidus*, *Rapatea paludosa*, *Selaginella conduplicata*, *Lindsaea lancea*, *Trichomanes crispum*, *Schizaea incurvata*, las saprófitas *Gymnosiphon divaricatus* y *Dictyostega orobanchoides* subsp. *parviflora*.

TRANSECTO NO. 7: Bosques de Caatinga Amazónica dominados por *Micrandra sprucei*, *Eperua leucantha*, y *Anaxagorea rufa* en llanura de alteración, sobre suelos spodosoles de drenaje muy pobre (carretera Maroa-Yavita)

Los datos del transecto No. 7 muestran que esta unidad de vegetación representa una típica Caatinga Amazónica alta. Los individuos más altos en estos bosques poseen alturas entre 15-25 m, estrato que lo dominan cinco especies: *Micrandra sprucei*, *Eperua purpurea*, *Eperua leucantha*, *Xylopia benthamii* y *Hevea pauciflora* subsp. *Coriácea* (ver anexo No. 1). Otras especies menos frecuentes en este estrato incluyen a *Caraipa longipedicellata*, *Chrysophyllum sanguinolentum* subsp. *spuria*, *Ecclinusa bullata*, *Inga inflata* y *Calophyllum brasiliense*. En el estrato medio (8-15 m) fueron frecuentes una nueva especie del género *Caraipa*, *Virola pavonis*, *Qualea paraensis*, *Macrolobium gracile*, *Roucheria punctata*, *Macoubea sprucei* y *Couma utilis*. También se observaron densas colonias de las palmas *Mauritia carana*, *Euterpe catinga* y

Bactris corosilla. En el estrato inferior (5-8 m) y el sotobosque fueron frecuentes *Anaxagorea rufa*, *Ferdinandusa uaupensis*, *Pagamea coriacea*, *Wallacea insignis*, *Erythroxylum gracilipes*, *Licania cardiophylla* y *Compsonera debilis*. Entre los arbustos sufrútices y hierbas se observaron varias especies de la familia Melastomataceae, pertenecientes a los géneros *Myrmidone*, *Tococa* y *Clidemia*, especies de *Palicourea*, *Psychotria*, *Retiniphyllum* en Rubiaceae y el helecho arborescente *Cyathea macrosora* var. *reginae*. Los bosques de Caatinga del área de Maroa-Yavita, son más densos y diversos que los de San Carlos de río Negro; se encontraron 69 especies en 530 individuos. *Eperua leucantha* con 106 individuos, *Micrandra sprucei* con 62, *Caraipa longipedicellata* con 54, *Couma catinga* con 31 y la palma *Euterpe catinga* con 25 individuos representaron el 53 % del total de los individuos medidos.

La Caatinga Amazónica, ha sido ampliamente estudiada en la región de San Carlos de Río Negro por Brünig & Heuvelodop (1976), Klinge *et al.* (1977), Klinge (1978), Brünig *et al.* (1979), Klinge & Medina (1979), Klinge y Hernández (1983) y Dezzio *et al.* (2000); por Aymard (1997) para el sector de Maroa-Yavita, por Coomes & Grubb (1996) y Coomes (1997) para el área de la Esmeralda y por Takeuchi (1961a,b) y Boubli (2002) en Brasil. Todas estas descripciones, presentan similitudes en la parte estructural y diferencias en la composición florística. Los bosques de Caatinga alta del área de San Carlos de Río Negro están dominados por *Micrandra sprucei* ("Cunuri banero"), *Eperua leucantha* ("Yaguácana"), *Micropholis maguirei* ("Cachito") y *Caraipa densifolia* ("Tamacuari"). La de La Esmeralda por *Eperua obtusata*, *Caraipa longipedicellata*, y *Micrandra siphonioides* y las del sector Maroa-Yavita por *Eperua leucantha*, *Micrandra sprucei*, *Couma catinga*, *Xylopia benthamii* y la presencia del *Cyathea macrosora* var. *reginae*, lo que representa el primer registro de un helecho arborescente en este tipo de comunidades vegetales.



Perfil No. 3. Bosque de Caatinga Amazonica sobre suelos Spodosoles de drenaje muy pobre (Transecto No. 12: Parcela del IVIC-Carretera San Carlos de Río Negro-Solano, 01°55' N; 67° 02' O). **Ef:** *Eperua leucantha*; **Io:** *Iryanthera obovata*; **Cs:** *Compsonera sprucei*; **LI:** *Licania latifolia*; **Mm:** *Micropholis maguirei*; **Tu:** *Tovomita umbellata*; **Cp:** *Caraipa punctulata*; **Efl:** *Emmotum floribundum*; **Pca:** *Protium carolense*; **MI:** *Macrolobium limbatum*; **M:** *Manilkara sp.*; **Al:** *Aldina kundhartiana*

TRANSECTO NO. 31 Y 32: Bosques bajos a medios, ralos, dominados por *Actinostemon amazonicus*, *Peltogyne paniculata*, *Gustavia acuminata* y *Sagotia racemosa* en aluviones recientes sobre la llanura aluvial en suelos ultisoles y inceptisoles (bajo río Ventuari- Isla Caimán)

Los bosques bajos a medios, ralos de la cuenca baja del río Ventuari, se encuentran en aluviones recientes sobre la llanura aluvial, en suelos inceptisoles y ultisoles con drenaje muy lento, periódicamente inundables con texturas finas a medias. Estas comunidades presentan árboles emergentes, su densidad es de media a rara y según su altura, están conformados por tres clases de grupos de árboles (ver perfiles No. 4 y 5). Una primera clase, constituida por árboles emergentes, cuyas alturas oscilan entre 25–30 m, una segunda clase compuesta por individuos entre 12-18 m, y una tercera con individuos de 5-10 m de altura. De acuerdo con los datos del levantamiento estructural, en el transecto No. **31** se encontraron 56 especies en 280 individuos, con un área basal de 6,48 m². En el transecto No. **32** se midieron 335 individuos, 64 especies y 3,68 m² de área basal. Cinco especies: *Sagotia racemosa* (128), *Actinostemon amazonicus* (115), *Gustavia acuminata* (54), *Marliera spruceana* (22) y *Pseudolmedia laevigata* (16) representan el 55% de los individuos medidos (615) para estos dos transectos.

La primera clase está constituida por muy pocos individuos de copas estrechas y DAP nunca mayores de 60 cm en sector **31** y 40 cm en el sector **32**, respectivamente. Entre las especies más abundantes se observaron: *Peltogyne venosa*, *Marliera spruceana*, *Cynometra martiana* y *Roucheria calophylla* en el transecto **31**. En el transecto **32** las especies emergentes dominantes fueron: *Elaeoluma grabrescens*, *Campsiandra guyanensis*, *Licania polita* y *Naucleopsis glabra*, ésta última especie representa un nuevo registro para la flora de Venezuela.

En los estratos inferior y medio (5-10 y 15-18 m de altura) del transecto **31**, se observó que la densidad no es muy alta, y los individuos se encuentran muy dispersos y no superan los 30 cm de DAP. Especies medidas en estos dos estratos fueron: *Sagotia racemosa*, *Actinostemon amazonicus*, *Gustavia acuminata*, *Mouriri acutiflora*, *Swartzia argentea*, *S. polyphylla*, *Amphirox longifolia*, *Diospyros arthantifolia*, *Quiina tinifolia*, *Inga alba*, *I. ingoides*, *I. micradenia*, *Faramea occidentalis*, *Vatairea guianensis* y *Pseudolmedia laevigata*. Entremezclados con los individuos de las especies mencionadas, se observaron comunidades de la palma *Astrocaryum gynacanthum*. El sotobosque estaba compuesto por una gran cantidad de pequeños arbustos, sufrutices, hierbas no observados en los bosques descritos anteriormente. Entre las especies más abundantes destacan: *Diplazia karateifolia*, *Ischnosiphon arouma*, *Pariana radiceflora*, *Tabernaemontana undulata*, *Psychotria lupulina*, *Rhynchospora comata* y *Faramea sessilifolia*.

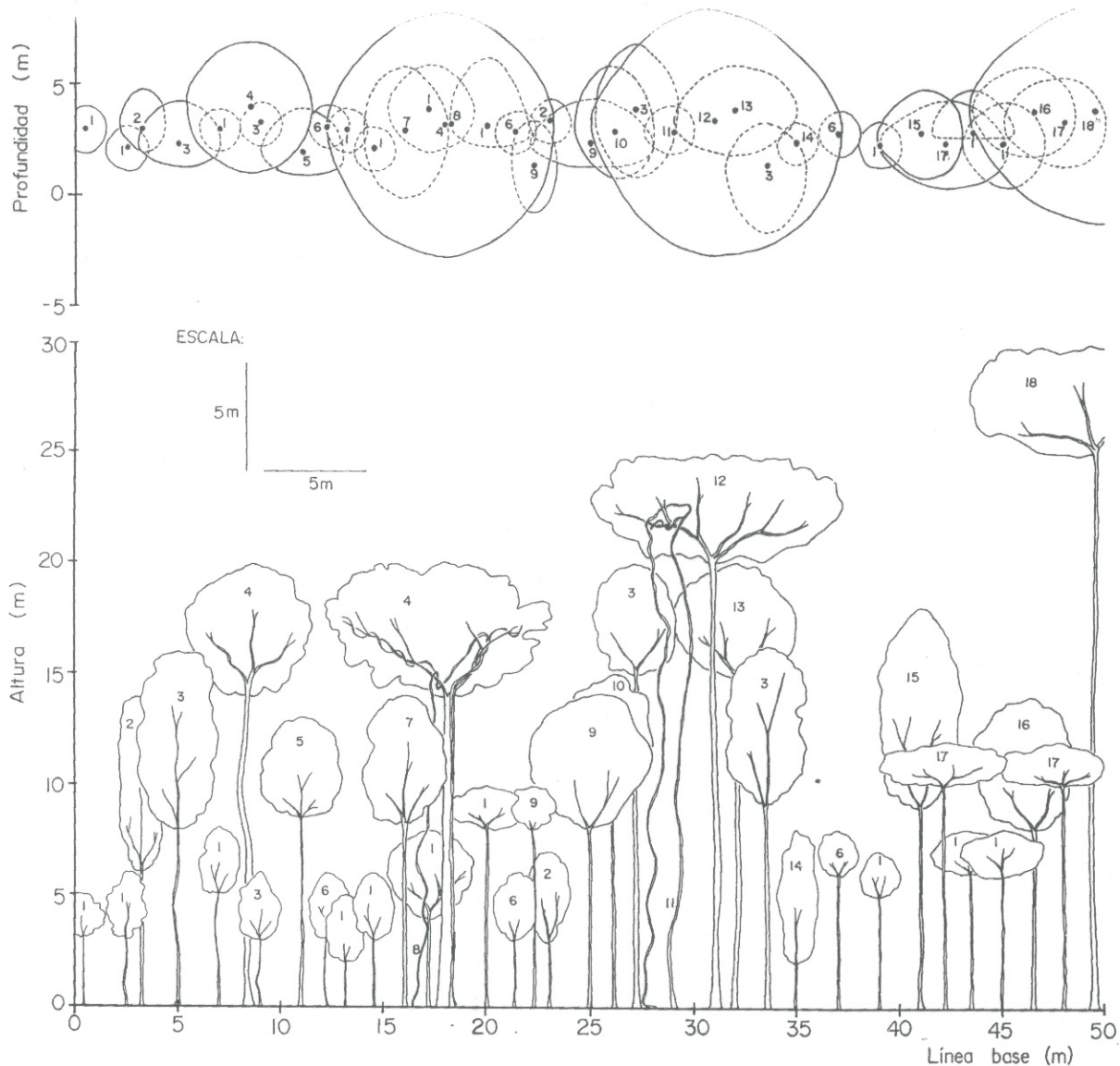
En el transecto **32** los estratos inferior y medio tuvieron alturas menores (4-8 y 10-15 m de altura), se observó que la densidad fue más alta que en el transecto **31**, los individuos se encuentran menos dispersos y la gran mayoría poseen un DAP entre 2.5-20 cm. Las especies más abundantes medidas en estos dos estratos fueron: *Tachigali odoratissima*, *Tovomitia spruceana*, *Drypetes variabilis*, *Machaerium quinata*, *Roupala obtusata*, *Mouriri acutiflora*, *Parahancornia oblonga*, *Licania longistila*, *Aniba guianensis*, *Virola elongata*, *Diploptropis purpurea*, *Cupania scrobiculata*, *Protium aracouchini*, *Escheweilera tenuifolia*, *Swartzia cupavenensis*, *Amanoa almerindae*, *Myrcia grandis* y una nueva especie del género *Coccoloba*. Entremezclados con los individuos de las especies mencionadas, se observaron comunidades de palmas de *Euperpe precatória* y individuos aislados de *Leopoldinia pulchra* y *Oenocarpus balickii*. El sotobosque estaba compuesto por pequeños

arbustos, sufrútices, hierbas, palmas y helechos; destacó en el sector, densas colonias de *Tococa coronata*.

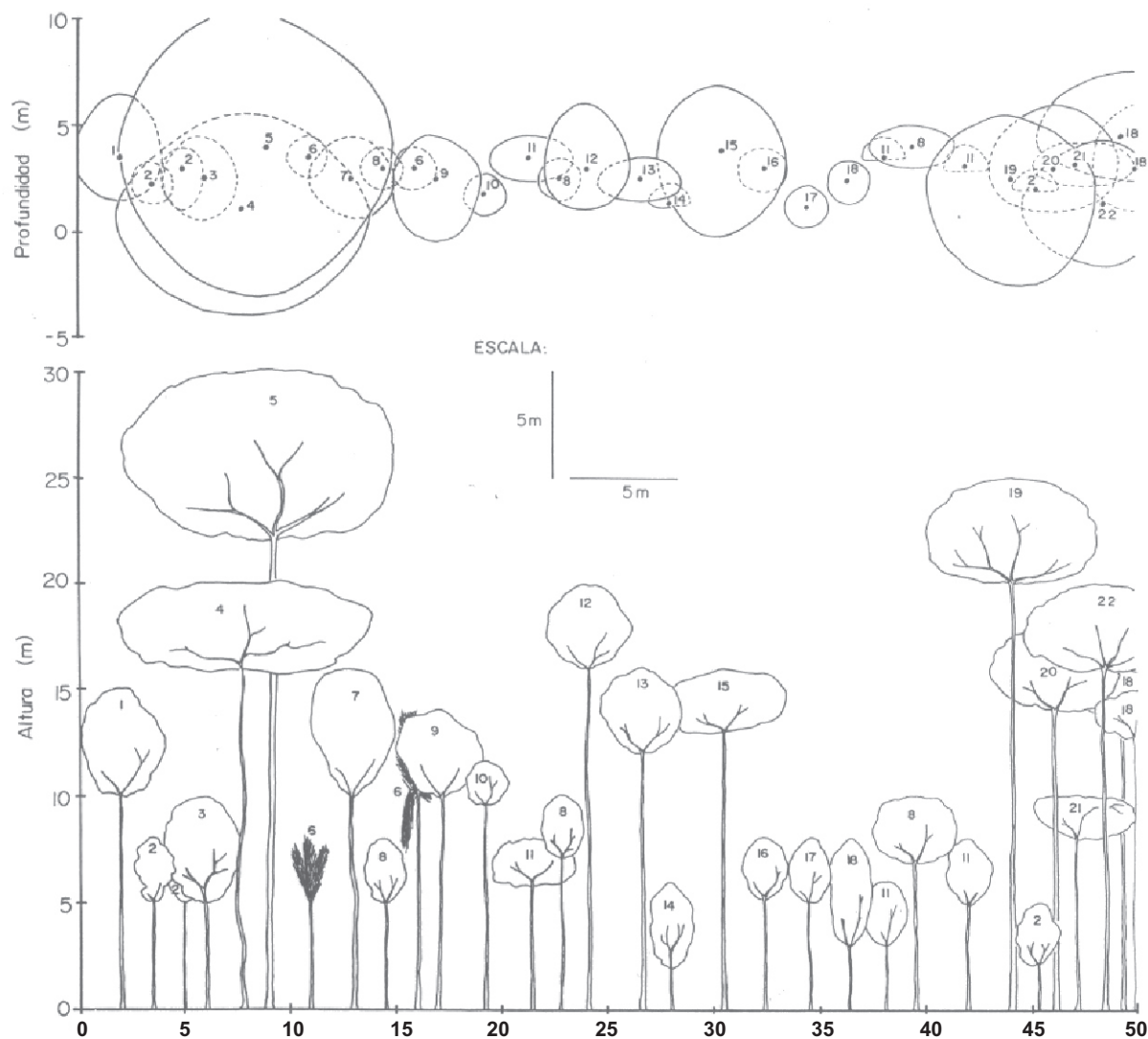
Estos bosques dominados por una, dos, y hasta cinco especies; se denominan "bosques oligárquicos" (Peters *et al.*, 1989; Peters, 1992, Campbell, 1994, Nascimento & Proctor, 1997a,b y Nascimento *et al.*, 1997). Autores que consideran a los bosques con dominancia de muy pocas especies, como el resultado de las condiciones extremas (suelos oligotróficos, inundaciones prolongadas) o únicas (suelos ricos en magnesio, calcio, etc.) del medio ambiente. Sin embargo, Hart *et al.* (1989) y Hart (1990) argumentan, que bosques dominados por muy pocas especies, son el producto de una larga historia evolutiva natural a que estuvo sometida la comunidad vegetal. Por lo tanto, especies "oligárquicas", son aquellas que probablemente poseen rasgos similares en su historia evolutiva natural (sistema de dispersión, polinización y reproducción).

Fisionómica y estructuralmente, la comunidad boscosa descrita para el transecto No. 32 es muy similar a los bosques de Caatinga Amazónica. Ambas descripciones presentan similitudes en el aspecto estructural, sin embargo la composición florística y los suelos de los bosques descritos en el presente informe, son completamente distintos a los bosques de Caatinga Amazónica. Los bosques de Caatinga Amazónica, solamente se encuentran en la región del alto río Negro y se caracterizan por estar sobre suelos spodosoles, muy pobre en nutrientes, periódicamente inundables, con individuos con alturas no mayores de 25 m, dominados por un grupo de especies solamente conocidas de estos ambientes (Ej. *Eperua leucantha*, *Micrandra sprucei*, *Couma catinga*, *Caraipa longipedicellata*, entre otras). En cambio, los bosques del transecto 32 se encuentran sobre suelos ultisoles, pobres en nutrientes, periódicamente inundables, con especies comunes de bosques inundables, y presentaron una mezcla de elementos florísticos muy particular. Con un grupo de

especies de amplia distribución neotropical (Ej. *Cupania scrobiculata*, *Aniba guianensis*, *Faramea occidentalis*), otro grupo de las tierras bajas de la Amazonía (Ej. *Allantoma lineata*, *Cynometra marginata*, *Naucleopsis glabra*, *Diplotropis purpurea*, *Xylopia amazonica*) y otro grupo de la región del alto río Negro (Ej. *Leopoldinia pulcra* y *Parahancornia oblonga*).



Perfil. No. 4. Bosques bajos/ medios sobre suelos inceptisoles de drenaje pobre (Transecto No. 31: Bajo Río Ventuari, Isla Caimán-1; 04° 06' N; 66° 38' O). **1:** *Actinostemon amazonicus*; **2:** *Marliera spruceana*; **3:** *Gustavia acuminata*; **4:** *Crudia oblonga*; **5:** *Elaeoluma glabrescens*; **6:** *Sagotia racemosa*; **7:** *Virola sebifera*; **8:** *Bauhinia outimouta*; **9:** *Amphirox longifolia*; **10:** *Inga micrademia*; **11:** *Dolioscarpus dentatus*; **12:** *Cupania scrobiculata*; **13:** *Roucheria calophylla*; **14:** *Pouteria* sp.; **15:** *Pseudolmedia laevigata*; **16:** *Peltogyne paniculata*; **17:** *Eschweilera micrantha*; **18:** *Caryocar glabrum*



Perfil No. 5. Bosques medios con emergentes, sobre suelos ultisoles de drenaje pobre (Transecto No. 32: Bajo Río Ventuari, Isla Caimán-2; 04° 06' N; 66° 39' O). 1: *Tovomita spruceana*; 2: *Sagotia racemosa*; 3: *Pseudolmedia laevigata*; 4: *Marliera spruceana*; 5: *Licania polita*; 6: *Leopoldinia pulcra*; 7: *Eschweilera parvifolia*; 8: *Tachigali odoratissima*; 9: *Roucheria laxiflora*; 10: *Virola elongata*; 11: *Gustavia acuminata*; 12: *Protium aracouchini*; 13: *Diplostropis purpurea*; 14: *Tococa coronata*; 15: *Peltogyne paniculata*; 16: *Roupala obtusata*; 17: *Hevea pauciflora* var. *coriácea*; 18: *Licania longistyla*; 19: *Campsiandra guyanensis*; 20: *Vatairea guianensis*; 21: *Connarus ruber* subsp. *sprucei*; 22: *Mouriri acutiflora*

(III) Bosques medios y altos, densos a muy densos, con numerosos individuos de especies de palmas en los estratos intermedios y presencia de árboles emergentes

TRANSECTO 33: Bosques de mediana altura, muy intervenidos dominados por *Attalea maripa* ("Palma Cucurito"), *Gutteria ovalifolia* y *Simarouba amara* en planicie con dunas estabilizadas, sobre suelos entisoles. (bajo río Ventuari)

Los bosques dominados por la "Palma Cucurito" (*Attalea maripa*), se encuentran muy intervenidos, están situados en la planicie sobre lomas, en suelos entisoles con drenaje rápidos, humedad aprovechable muy baja y textura y fragmentación gruesa. Estas comunidades presentan muy pocos árboles emergentes, su densidad es media, y según su altura, se caracterizan por presentar una distribución irregular de sus componentes arbóreos entre los 5-20 m (ver perfil No. 6). De acuerdo con los datos del levantamiento estructural para el transecto 33, se encontraron 33 especies en 304 individuos. En este bosque lo que realmente existe, es una combinación de las tres clases de grupos de árboles (estratos) mencionadas anteriormente, compuesta por especies remanentes del bosque original (Ej. *Aspidosperma marcgravianum*, *Emmotum acuminatum*) y abundantes árboles y arbustos con alturas no mayores de 20 m, muchos de estos poseían las características de las especies pioneras (Ej. *Tapirira guianensis*, *Siparuna guianensis*, *Vismia japurensis*), de acuerdo a los criterios establecidos por Gómez-Pompa, (1971), Vázquez-Yáñez, (1980) y Ramos-Prado *et al.* (1982). Entre las especies más abundantes de esta área se destacan los individuos emergentes (no mayores de 20 m) de *Himathanthus articulatus*, *Platonia insignis*, *Goupia glabra* y *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei*. El resto de la estructura boscosa estuvo compuesta por una combinación abundantes individuos entre 5-18 m mezclados por densas colonias de *Attalea maripa* y *Phenakospermum*

guyannense. Entre las especies más abundantes en los estratos inferior y medio se observaron: *Discocarpus gentryi*, *Guateria ovalifolia*, *Myrcia dichasialis*, *Talisia dasyclada*, *Ormosia coccinea*, *Chionanthus implicatus*, *Tovomita umbellata*, *Marliera spruceana*, *Miconia punctata* y la liana *Conarus ruber* subsp. *sprucei* (ver anexo No. 1 para información en detalle sobre las especies con los mayores valores de IVI).

El sotobosque estaba compuesto por una gran cantidad de pequeños sufrutices, hierbas, y helechos, entre las especies más abundantes destacan: *Ischnosiphon arouma*, *Psychotria poeppigiana*, *Bactris simplifroms*, y especies de los géneros *Faramea* y *Palicourea*.

En general, la composición florística es diferente a los otros bosques descritos en el presente informe. Este sector, estuvo sometido una intensa actividad agrícola ("conucos") probablemente durante la década de los años 40. El área se encuentra sobre paisaje de lomas, con sedimentos eólicos, el cual no es afectado por las inundaciones periódicas, lo que lo hace ideal para este tipo de actividades. Al igual que otros lugares de la Amazonía, los indígenas no eliminaron los individuos de palmas (Vormisto, 2002), en nuestro caso, los de la "Palma Cucurito", especie de gran utilidad para la construcción de techos en la región de la amazonía venezolana.

TRANSECTO No. 35: Bosques altos, dominados por *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Ruizterania retusa* y *Couma utilis* ("pendare hoja fina") en afloramientos rocosos de gneis graníticos, sobre planicie deposicional y residual en suelos ultisoles. (sector Los Castillitos, bajo río Ventuari)

Este tipo de bosque se encuentra sobre afloramientos de gneis graníticos, en la planicie residual, en suelos ultisoles de textura media-esquelética y humedad aprovechable baja. El dosel posee individuos arbóreos emergentes de hasta 30 m de altura (ver perfil

No. 7) de *Chaetocarpus schomburgkianus*, *Licania polita* y *Aniba permollis*. Los resultados del levantamiento estructural señalan 63 especies, 220 individuos y 10.70 m² de área basal para el transecto 35 y diferencias notables en cuanto a su composición florística, con otros tipos de bosques de la amazonía venezolana.

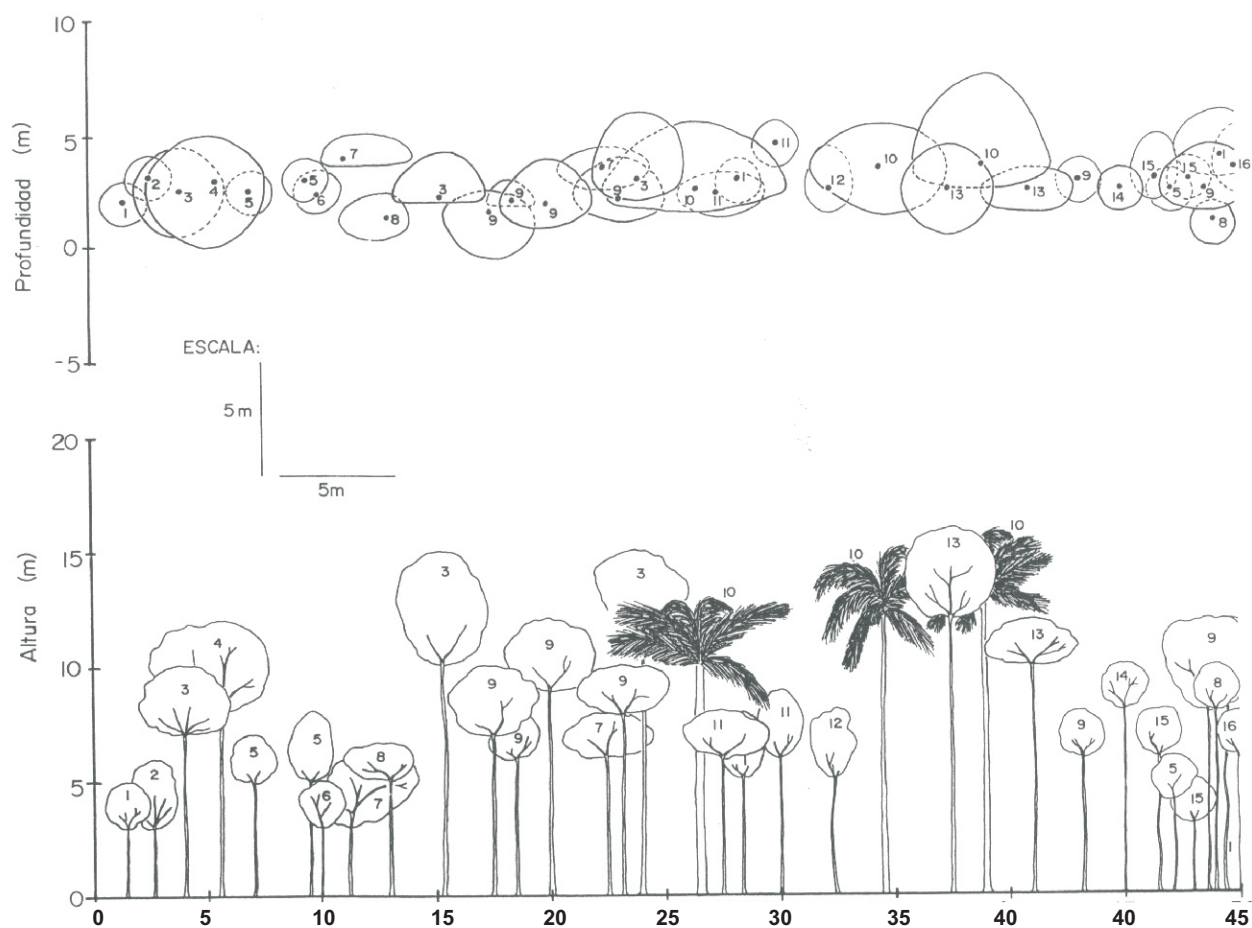
En general estos bosques están dominados por *Ruizterania retusa*, *Couma utilis*, *Goupia glabra*, *Licania sprucei* y una nueva especie del género *Coccoloba*. Otras especies con valores importantes de IVI y con alturas entre 10-20 m fueron: *Erythroxylum impressum*, *Conceveiba guianensis*, *Mollia speciosa*, *Vochysia glaberrima*, *Sagotia racemosa*, *Eschweilera laevicarpa*, y *Protium unifoliolatum*. También se observaron numerosos árboles de alturas comprendidas entre los 8 y 10 m. Entre las especies más abundantes de este grupo se observaron: *Potalia resinifera*, *Poroqueiba sericea*, *Licania kunthiana*, *Inga pilosula*, *Erythroxylum guanchezii*, *Annona ambotay*, *Duroia sprucei*, *Clathrotropis glaucophylla*, *Guatteria riparia*, *Maprounea guianensis*, *Chaunochiton angustifolium*, *Rudgea sp. nov.* y *Abarema macrademia* (primer registro para el país). El sotobosque presenta una composición florística diferente a los otros bosques descritos, entre las especies más abundantes se observaron: *Palicourea triphylla*, *Psychotria capitata*, *P. amplectans*, *Morinda peduncularis*, *M. tenuifolia*, *Hirtella racemosa* var. *racemosa* la hierba rastrera *Coccocypselum guianense*, el helecho *Adiantopsis radiata* y sobre los afloramientos de granito se observaron densas colonias de *Pitcairnia orchidifolia*.

La presente información representa la primera descripción de un bosque con dominancia (57% del área basal total para el transecto 35) de *Chaetocarpus schomburgkianus* sobre afloramientos de granito en la Amazonía venezolana. Esta especie de Euphorbiaceae, se caracteriza por ser árboles de hasta de 40 m de altura muy abundante en las regiones de Imataca y Nuria,

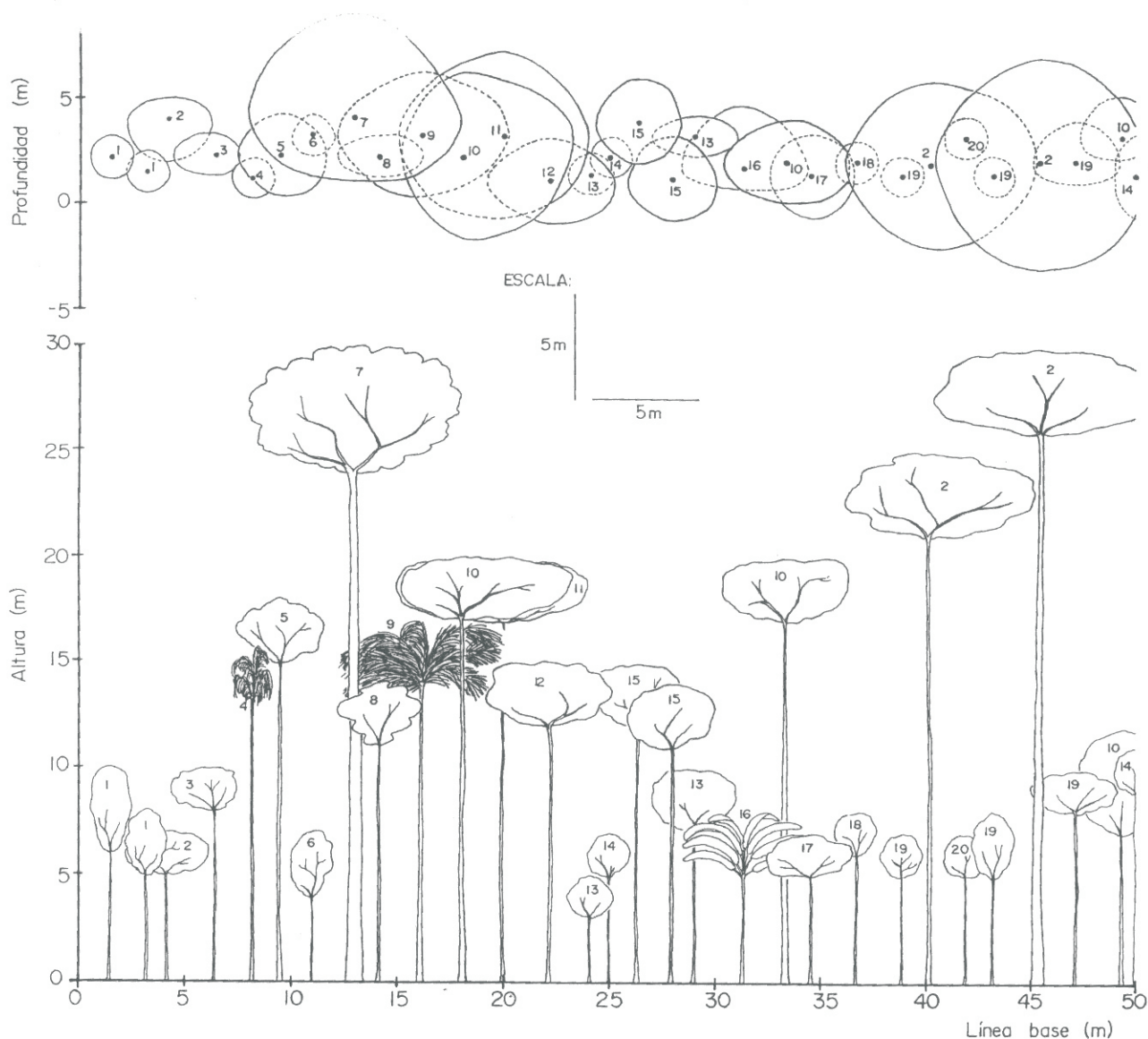
estado Bolívar (Steyermark, 1968; Veillón *et al.*, 1976). Información de una parcela de 10 has en la región de "Río Grande", en la reserva forestal "Imataca", indican que *C. schomburgkianus* es localmente conocida con el nombre común "cacho", es una especie muy común en bosques altos, en lomas bajas sobre suelos franco-arcillosos, bien drenados, dominados por *Licania densiflora*, *Alexa imperatricis*, *Eschweilera parviflora* y *Protium decandrum* (Veillón *et al.*, 1976).

TRANSECTO NO. 34, 36, 37 Y 38: Bosques mixtos de mediana altura del medio río Ventuari dominados por *Oenocarpus bacaba* ("seje pequeño"), *Rudgea sp. nov.*, *Qualea paraensis* y *Bocageopsis multiflora* en afloramientos de arenisca (34 y 38) y gneis graníticos (36 y 37) en suelos histosoles (34), entisoles, ultisoles (36, 37) y inceptisoles (36,38), sobre peniplanicie (34), planicie deposicional y residual en suelos ultisoles (35, 36) y pie de vertiente (38)

La vegetación presente a lo largo de las cuencas bajas y media del río Ventuari se encuentran en afloramientos de gneis graníticos en los transectos 36 y 37 y areniscas en los sectores 34 y 38. Los suelos presentan drenaje rápido en los transectos 34 y 38, y de moderado a lentos en los transectos 36 y 37. Estas comunidades las conforman una amplio mosaico de bosques, que se caracterizan por presentar una gran diversidad de especies arbóreas, una estructura vertical compuesta por cuatro categorías de árboles según su altura alcanzada (ver perfiles No. 8, 9 y 10), por poseer un grupo de especies presentes solamente en estos bosques (*Inga heterophylla*, *Guatteria cardoniana*, *Duguetia lucida*, *Abarema macrademia*, *Abuta grandifolia*, *Adelobotrys adscendens*, *Aspidosperma excelsum*, *Mouriri nigra*, *Ouratea angulata*, *Piper arboreum* y *Vochysia glaberrima*) y por presentar densas colonias de *Sorocea muriculata* subsp. *uaupensis*, *Phenakospermum guyannense*, y las especies



Perfil No. 6. Bosques medios, muy intervenidos sobre suelos entiloses de drenaje excesivo (Transecto No. 33: Bajo Río Ventuari-1; 04° 05' N; 66° 37' O). 1: *Protium heptaphyllum* subsp. *ulei*; 2: *Simarouba amara*; 3: *Tabebuia insignis*; 4: *Tapirira guianensis*; 5: *Siparuna guianensis*; 6: *Chionanthus implicatus*; 7: *Connarus ruber* subsp. *spruce*; 8: *Vismia japurensis*; 9: *Guatteria ovalifolia*; 10: *Attalea maripa*; 11: *Myrcia dichasialis*; 12: *Ocotea cernua*; 13: *Himathantus articulatus*; 14: *Endlicheria anómala*; 15: *Talisia dasyclada*; 16: *Goupia glabra*



Perfil No. 7. Bosques altos sobre suelos ultisoles de drenaje moderado (Transecto No. 35: Los Castellitos, Bajo Río Ventuari, 04° 05' N; 66° 43' O). 1: *Gustavia acuminata*; 2: *Mollia speciosa*; 3: *Poroqueiba sericea*; 4: *Euterpe precatoria*; 5: *Pera decipens*; 6: *Cordia scabrifolia*; 7: *Chaetocarpus schomburgkianus*; 8: *Protium sagotianus*; 9: *Attalea maripa*; 10: *Goupia glabra*; 11: *Couma utilis*; 12: *Sacoglottis guianensis*; 13: *Conceveiba guianensis*; 14: *Ruizterania retusa*; 15: *Tapirira guianensis*; 16: *Phenakospermum guienense*; 17: *Guatteria cardoniana*; 18: *Endlicheria bracteolata*; 19: *Licania sprucei*; 20: *Pouteria caimito*

de palmas *Astrocaryum gynacanthum*, *Oenocarpus bacaba*, *O. bataua* y *Attalea maripa*.

Los bosques situados en este sector de la cuenca, presentaron una densidad de media a la densa, los resultados del transecto **34** fueron 55 especies, 251 individuos y 6.08 m² de área basal, el transecto **36** con 99 especies y 338 especies y 3.44 m² de área basal, el transecto **37** con 69 especie, 285 individuos 2.68 m² de área basal y el transecto **38** con 71 especies, 302 individuos y 3.68 m² de área basal. Los estratos inferiores y el sotobosque en los cuatro lugares estudiados en esta sección del Río Ventuari, estaban constituidos por muchas especies de pequeños árboles y arbustos, entre las más abundantes se encontraron una nueva especie del género *Rudgea*, *Piper arboreum*, *Posoqueria williamsii*, *Iryanthera laevis*, *Sorocea muriculata* subsp. *uaupensis*, *Pera decidens*, *Faramea capillipes*, *Coussapoa trinervia*, *Tovomita carinata*, *T. eggertii*, *Palicourea corymbifera*, *Bauhinia longicuspis*, *Aegiphila laxiflora*, *Diospyros arthantifolia*, *Garcinia mavrophylla* y *Prunus amplifolia*. Con anterioridad una muestra de bosques situados en el medio Ventuari fueron descritos por la unidad de vegetación del proyecto Inventario de los R.N.R de la región Guayana (CVG-TECMIN, 1994). Los cuales fueron clasificados como bosques de altura y cobertura media, en asociación con bosques bajos-densos y arbustales. Entre las especies arbóreas más abundantes se mencionan: *Goupia glabra*, *Pseudolmedia laevigata*, y *Iryanthera hostmanii*. Huber y Alarcón (1988), consideran a los bosques del área del estudio como bosques ombrófilos siempreverdes, densos, altos en terrenos periódicamente inundables, dominados por *Lecointea amazonica*, *Erismia uncinatum*, *Pouteria venosa*, entre otras. Con respecto a esta información, se pudo comprobar (en base a las observaciones de campo y el estudio del material botánico recolectado) diferencias notables en lo referente al tipo de bosque y a las especies dominantes.

TRANSECTOS NO. 11, 17 Y 19: Bosques de *Eperua purpurea* ("yevaro"), en lomas sobres suelos ultisoles y spodosoles con drenaje pobre-imperfecto. (parcela del IVIC-Carretera San Carlos de Río Negro-Solano; Chapazón, bajo río Casiquiare y P9: laja viento, bajo río Guiania)

Los bosques dominados por *Eperua purpurea* ("Yevaro") se conocen en la región del alto Río Negro como "Yevarales", están situados en lomas sobres suelos ultisoles y spodosoles con drenaje pobre hasta imperfecto. Estas comunidades presentan árboles emergentes, y según su altura están conformados por tres clases de grupos de árboles (estratos). Una primera clase, constituida por individuos emergentes, cuyas alturas oscilan entre 30-35 m, una segunda clase compuesta por individuos entre 12-18 m, y una tercera con individuos de 5-10 m de altura. De acuerdo con los datos del levantamiento estructural se encontraron 95 especies en 195 individuos para el transecto No. 1; 60 especies y 173 individuos para el transecto 17 y 72 especies y 237 individuos para el transecto No. 19. La primera clase en esta comunidad boscosa estuvo constituida por individuos emergentes de *Eperua purpurea*, *Erismia splendens*, *Aldina kunhardtiana*, *Eschweilera coriacea*, *Swartzia cupavenensis* y *Caryocar glabrum*.

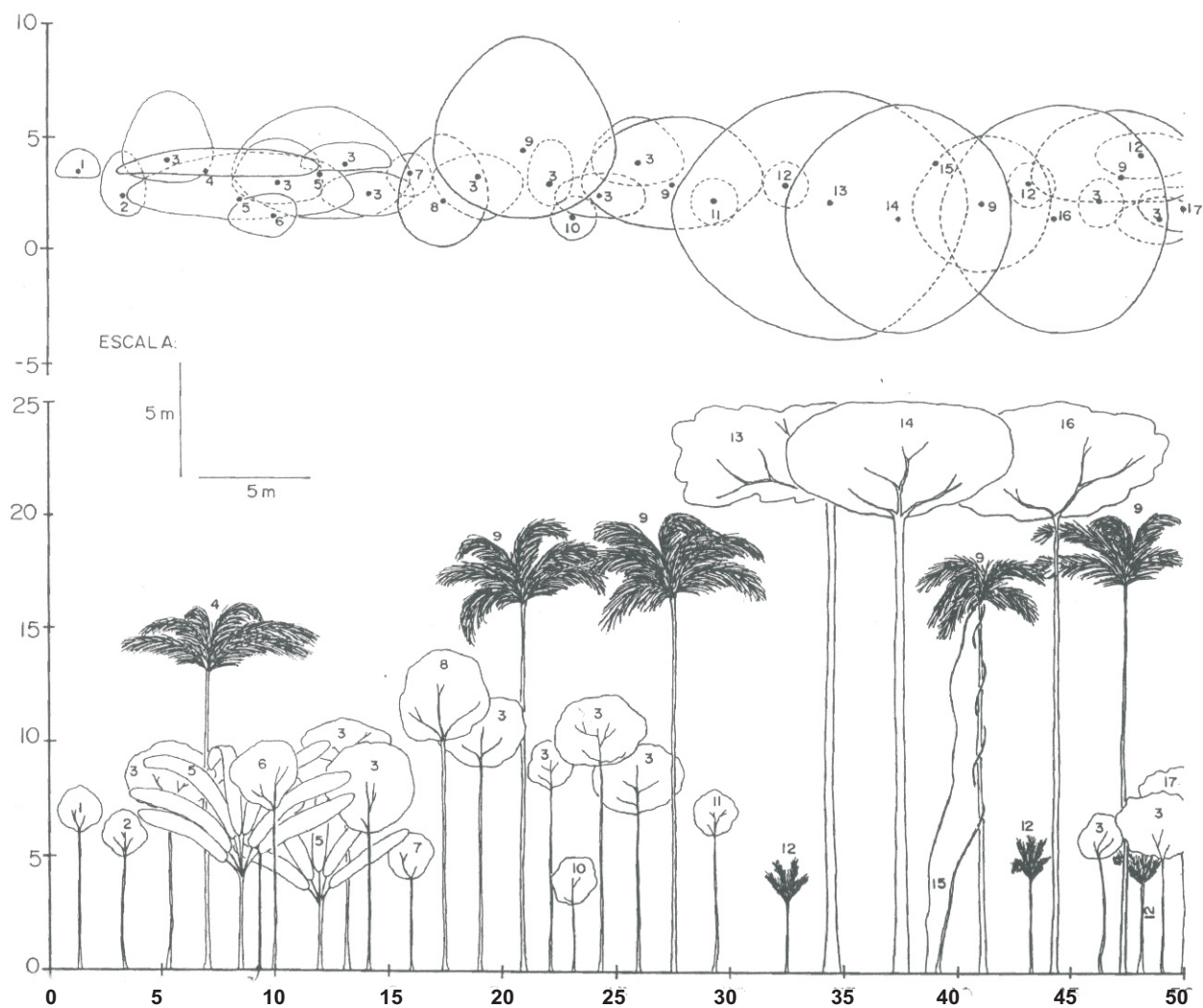
Los bosques con dominancia de "Yevaró", poseen una densidad muy alta de individuos arbóreos en los estratos inferior y medio (10-15 y 20-25 m de altura), observándose en estos espacios las siguientes especies: *Iryanthera lancifolia*, *I. laevis*, *Clathrotropis glaucophylla*, *Platycarpum decipiens*, *Eperua leucantha*, *Protium amazonicum*, *P. altsonii*, *P. carolense*, *Micropholis splendens*, *M. maguirei*, *Xylopia crinita*, *Sandwithia heterocalyx*, *Swartzia cuspidata*, *S. cardiosperma*, *Couma macrocarpa*, *Hevea benthamiana*, *Diospyros guianensis*, *Laetia cupulata*, *Pourouma tomentosa* y *Hymenolobium heterocarpum*. Entremezclados con los individuos de las

especies mencionadas, se observaron comunidades de palmas de las especies *Iriartella setigera* ("Mabe"), *Euterpe precatoria* ("Manaca"), *Oenocarpus bataua* ("Seje grueso") y *Socratea exorrhiza* ("Macanilla"). El sotobosque estuvo compuesto por una gran cantidad de arbolitos de *Dendropanax neblinae*, *Gustavia acuminata* y arbustos, sufrútices, hierbas y helechos, entre las especies más abundantes se observaron: *Ischnosiphon arouma*, *Leandra aristigera*, *Maieta guianensis*, *Rapatea longipes*, *R. paludosa*, *Piper baccans* var. *sancarlosianum*, *Psychotria colorata*, los helechos *Lindsaea lancea*, *L. ulei*, *Trichomanes cellulatum*, *Schizaea stricta*, *Arachnoides macrostegia* y las saprófitas *Apteria aphylla* y *Dictyostegia orobanchoides* subsp. *parviflora*. Los bosques dominados por *E. purpurea* han sido descritos por Aymard (1997), Aymard *et al.* (1998) para la región de Maroa-Yavita y por Dezzeo *et al.* (2000) para el área de San Carlos de Río Negro, respectivamente. Ambas descripciones presentan diferencias en la composición florística con los bosques descritos en la presente contribución. En los bosques del área Maroa-Yavita, *E. purpurea* domina con *Erisma japura* y de la información de Dezzeo *et al.* (2000), se diferencia en que algunas especies registradas en el presente trabajo, nunca han sido mencionadas para los bosques de San Carlos (ej. *Annona excellens*, *Guarea macrophylla*, *Chimarrhis gentryana*, *Pseudoxandra leiophylla*, *Roucheria schomburgkii*), quizás esto es debido al DAP (2.5 cm) utilizado en el presente estudio, el cual logró medir un mayor número de especies de arbustos y árboles pequeños.

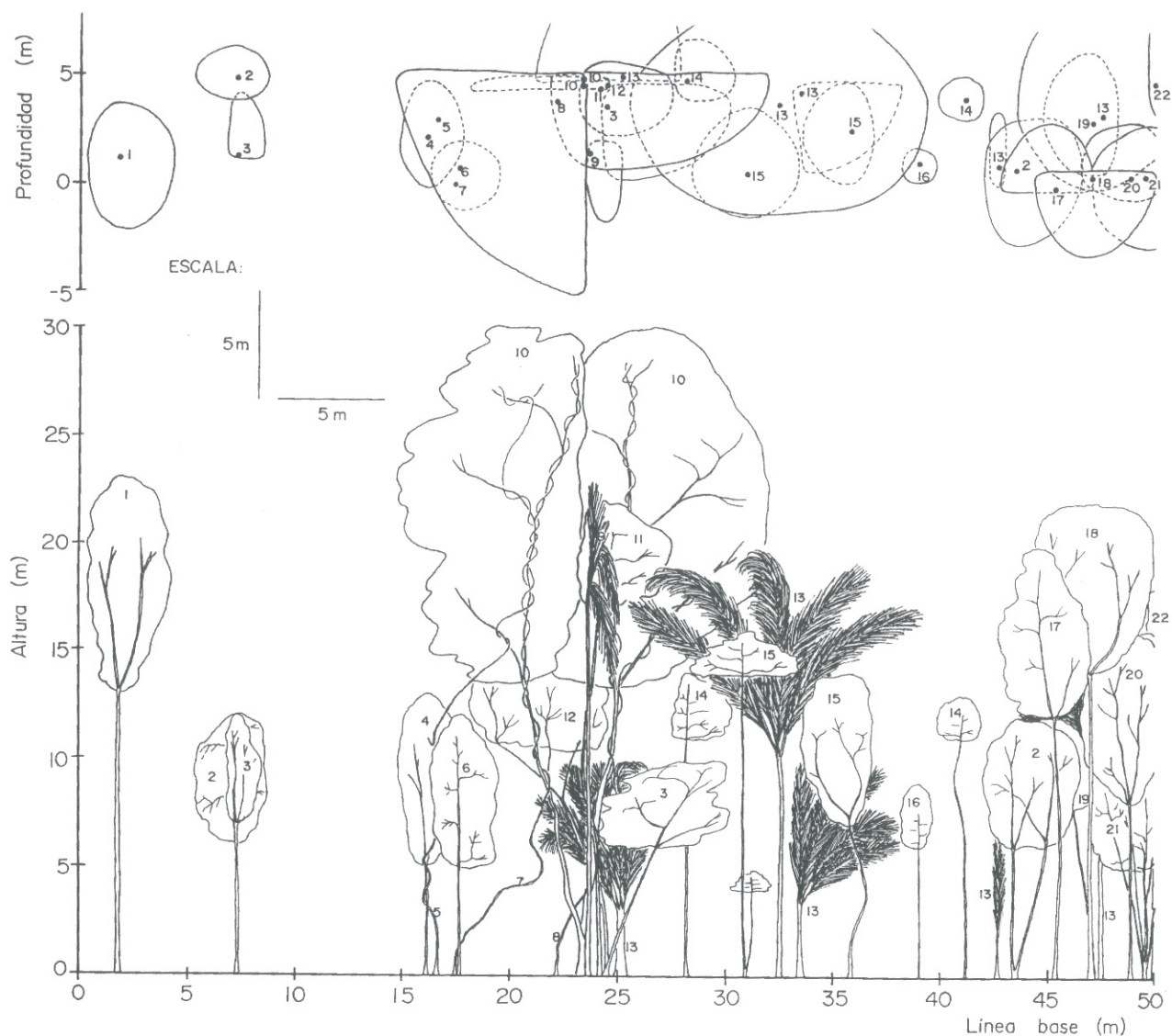
TRANSECTOS NO. 15 Y 16: Bosques de *Micranda spruceana* ("conuri de tierra firme"), en lomas bajas y llanuras suavemente onduladas sobre suelos spodosoles con drenaje pobre-imperfecto (sector Marimajare, 2.5 km S-E de San Carlos de Río Negro; sector el Guanabano, alto Río Negro)

En este tipo de bosque el dosel es muy denso, con numerosos individuos arbóreos emergentes de hasta 45 m de altura (ver perfil No, 11 y 12), en los que destacan las siguientes especies: *Micranda spruceana*, *Erisma micranthum*, *Eperua purpurea*, *Chrysophyllum sanguinolentum* y *Abarema adenophora*. Los resultados del levantamiento estructural señalan 85 especies en 248 individuos para el transecto No. 15, 66 especies y 211 individuos para el transecto No. 16 (ver anexo No. 1) y diferencias notables en cuanto a su composición florística, con relación al bosque de *E. purpurea* ("Yévaro").

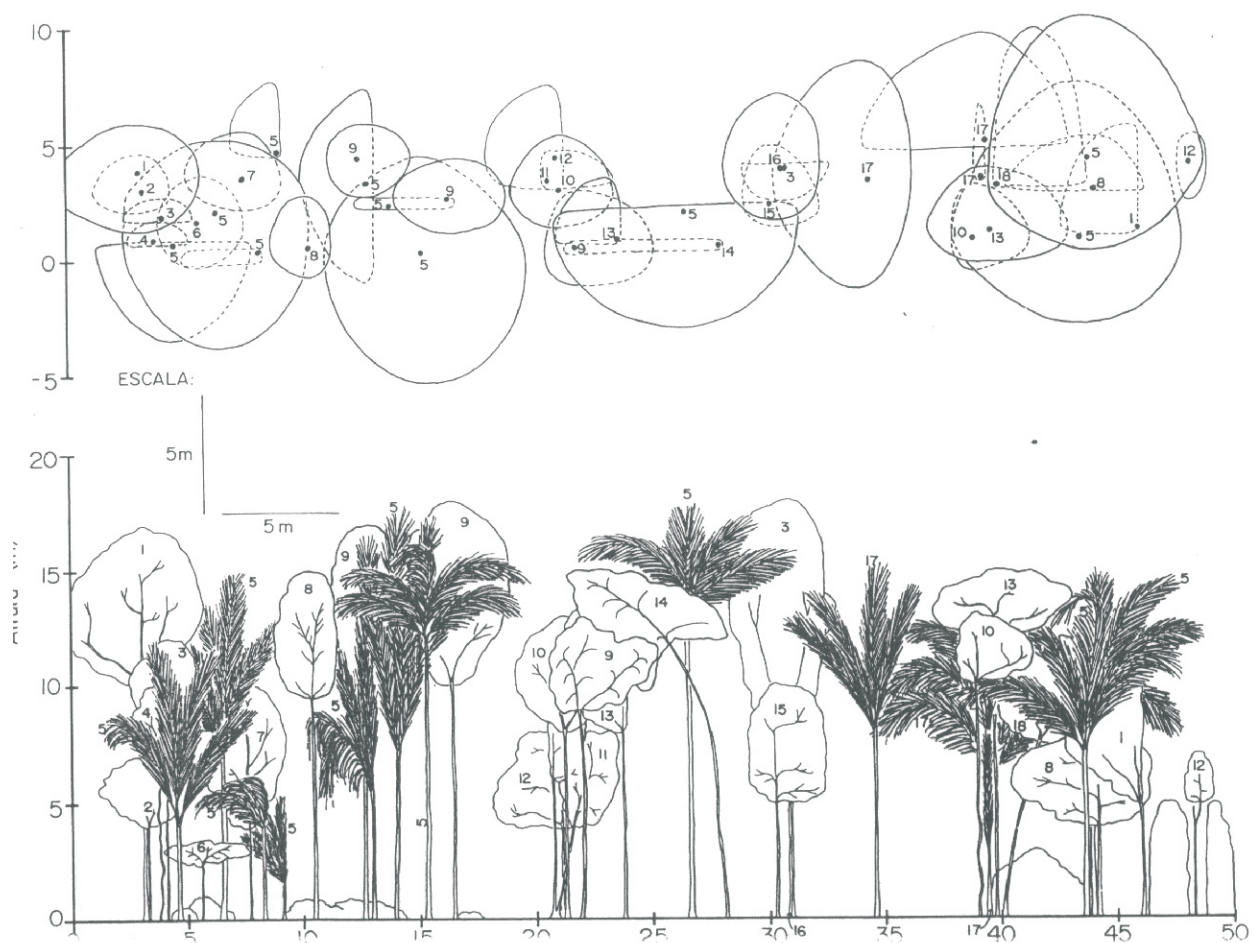
En general, estos bosques están dominados por *Micranda spruceana*, *Clathrotropis glaucophylla*, *Monopteryx uacuu*, *Protium hebetatum*, *P. altsonii*, *Pseudolmedia laevigata*, *Heterostemon conjugatus* y *Osteophloeum platyspermum*. Otras especies con valores importantes de IVI y con alturas entre 10-20 m fueron: *Aldina kunhardtiana*, *Caryocar glabrum*, *Couma catanga*, *Eperua falcata*, *Emmotum floribundum*, *Oxandra eueura*, *Pseudosenefeldero inclinata*, *Leonia cymosa*, *Virola calophylla*, y *Ferdinandusa guianiae*. También se observaron en los bosques de *M. spruceana* algunas especies ausentes en los otros bosques descritos en el presente trabajo, ejemplos de esto lo representan: *Abarema acreana*, *Duguetia aberrans*, *Helicostylis scabra*, *Licania sprucei*, *Ocotea gracilis*, *O. javitensis*, *Sloanea laurifolia*, *Platycarpum duckei*, *Pagamea plicata*, *Peltogyne paniculata*, *Dimorphandra pennigera*, *Neocalyptrocalyx grandipetala*, *Scleronema micranthum* y *Lorostemon stipularis*. El sotobosque está conformado por la mismas especies mencionadas en el bosque anteriormente descrito, con la variante de que en este bosque se observaron colonias de *Ischnosiphon arouma*, *Adiscanthus fusciflorus* y *Spiranthera parviflora*.



Perfil No. 8. Bosques medios sobre suelos entisoles de drenaje excesivo (Transecto No. 34: Cerro El Gavilán, 04° 11' N; 66° 31' O). 1: *Rudgea* sp. nov.; 2: *Pouteria caimito*; 3: *Talisia hemidasya*; 4: *Attalea maripa*; 5: *Phenakospermum guienense*; 6: *Miconia chrysophylla*; 7: *Licania sprucei*; 8: *Cynometra martiana*; 9: *Oenocarpus bacaba*; 10: *Brosimum guianense*; 11: *Guarea silvatica*; 12: *Astrocaryum gynacanthum*; 13: *Parkia pendula*; 14: *Qualea paraensis*; 15: *Norantea guianensis*; 16: *Licania leucosepala*; 17: *Jacaranda copaia*



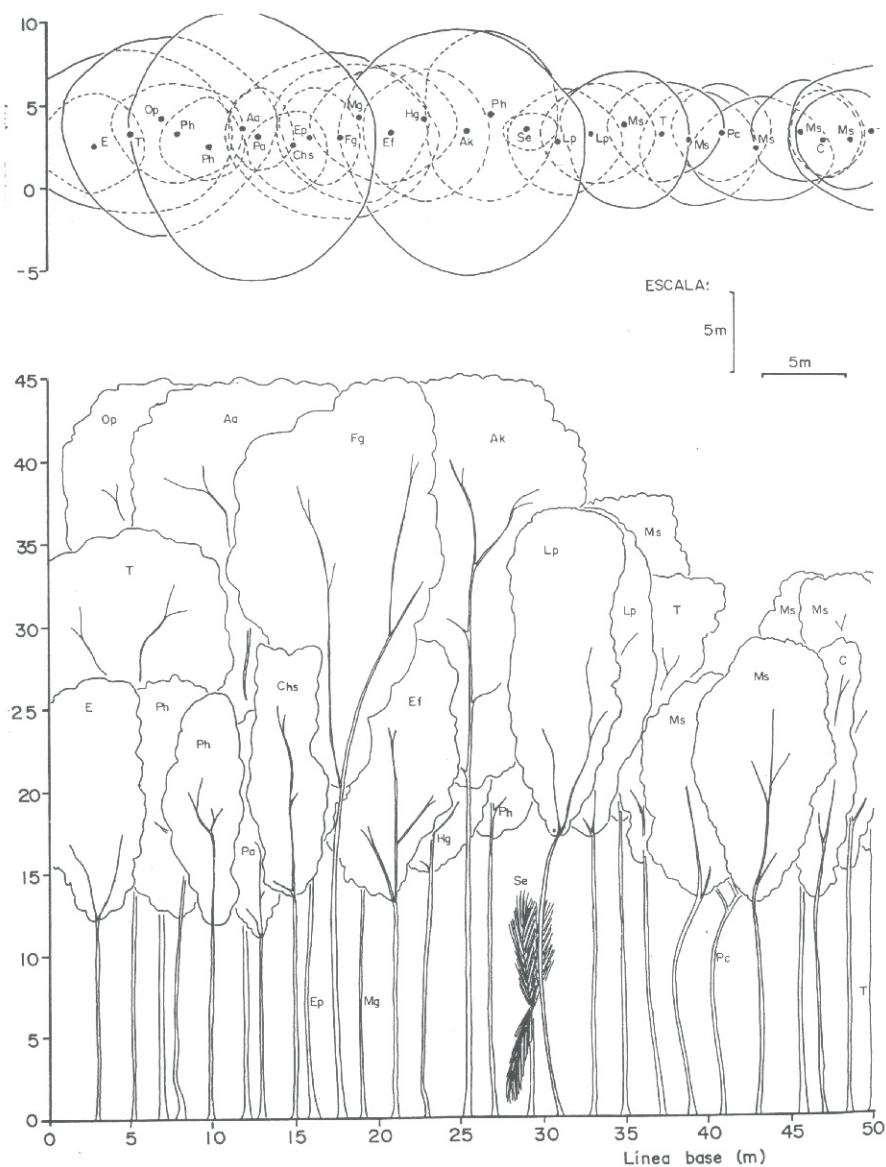
Perfil No. 9. Bosques medios dominados sobre suelos ultisoles de drenaje moderado (Transecto No. 37: Bajo Río Ventuari, Carmelitas-2, 04° 05' N; 66° 26' O). 1: *Himathantus articulatus*; 2: *Conceveiba guianensis*; 3: *Cupania scrobiculata*; 4: *Mabea piriri*; 5: *Bauhinia outimouta*; 6: *Piper arboreum*.; 7: *Dalbergia amazonica*; 8: *Adelobotrys adscendens*; 9: *Oenocarpus bacaba*; 10: *Trattinnickia glaziovii*; 11: *Virola sebifera*; 12: *Inga heterophylla*; 13: *Attalea maripa*; 14: *Ocotea nitida*; 15: *Minuartia guianensis*; 16: *Bocageopsis multiflora*; 17: *Duguetia lucida*; 18: *Brosimum guianense*; 19: *Lacistema aggregatum*; 20: *Mabea trianae*; 21: *Eschweilera parvifolia*; 22: *Zygia cataractae*



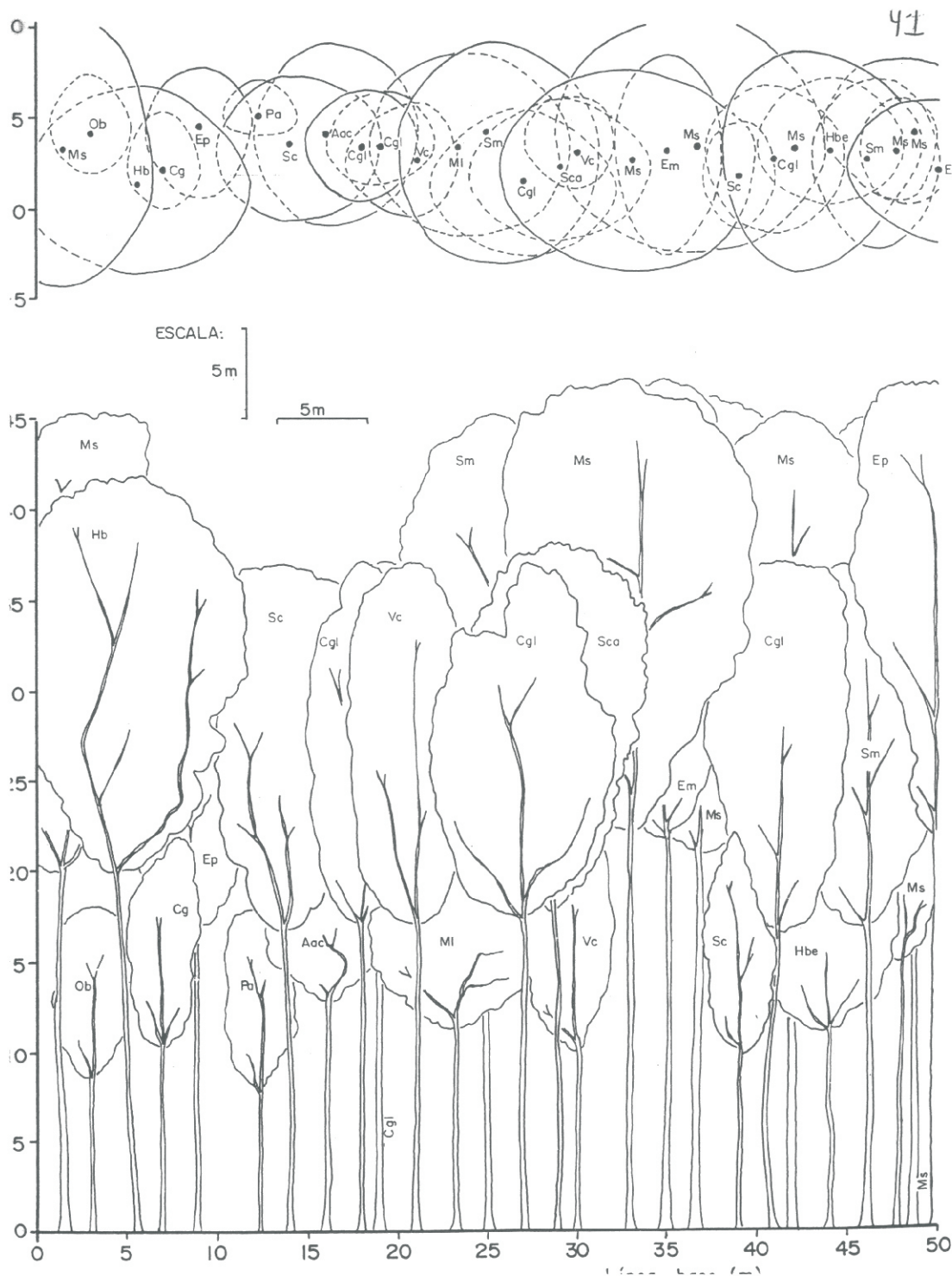
Perfil No. 10. Bosques medios sobre suelos inceptisoles con drenaje excesivo (Transecto No. 38: Medio Río Ventuari, Cerro Moriche, 04° 42' N; 66° 18' O). 1: *Xylopia amazonica*; 2: *Trattinnckia glaziovii*; 3: *Mabea piriri*; 4: *Casearia commersoniana*; 5: *Oenocarpus bacaba*; 6: *Abuta grandifolia*; 7: *Brosimum rubescens*; 8: *Mouriri nigra*; 9: *Tovomita carinata*; 10: *Miconia affinis*; 11: *Licaria guianensis*; 12: *Guatteria cardoniana*; 13: *Licania hypoleuca*; 14: *Tapirira guianensis*; 15: *Garcinia macrophylla*; 16: *Iryanthera laevis*; 17: *Oenocarpus bataua*; 18: *Vismia macrophylla*

La presente información, representa la primera descripción en detalle de un bosque con dominancia de *Micrandra spruceana* para la Amazonía venezolana. Localmente conocido con el nombre común "Conuri de tierra firme", esta especie perteneciente a la familia Euphorbiaceae, con frutos comestibles (Boubli, 2002) y árboles de hasta

45 m de altura, es muy abundante en lomas bajas y llanuras suavemente onduladas sobre suelos spodosoles, con drenaje pobre hasta imperfecto, ambientes donde se encuentra con *Monopteryx uacuu*, *Clathrotropis glaucophylla* y *Eperua purpurea*.



Perfil No. 11. Bosques de *Micrandra spruceana* ("conuri de tierra firme") sobre suelos spodosoles con drenaje pobre-imperfecto (Transecto No. 15: Sector Marimajare-2, 2.5 km S-E de San Carlos de Río Negro; 01° 54' N; 67° 03' O). **E:** *Eschweilera coriacea*; **C:** *Caraipa sp. n.*; **Op:** *Osteophloeum platyspermum*; **Ph:** *Protium hebetatum*; **Aa:** *Abarema adenophora*; **Pa:** *Protium altsonii*; **Chs:** *Chrysophyllum sanguinolentum*; **Ep:** *Eperua purpurea*; **Fg:** *Ferdinandusa guianensis*; **Mq:** *Miquartia guianensis*; **Ef:** *Eperua falcata*; **HG:** *Hevea guianensis*; **Ak:** *Aldina kunhardtiana*; **Se:** *Socratea exorrhiza*; **Lp:** *Licania polita*; **Ms:** *Micrandra spruceana*; **Pc:** *Pourouma cucura*



Perfil No. 12. Bosques de *Micrandra spruceana* ("conuri de tierra firme") sobre suelos spodosoles con drenaje pobre-imperfecto (Transecto No. 16: Sector El Guanabano, alto Río Negro; 01°42' N; 66° 59' O). **Hbe:** *Hevea benthamiana*; **Ms:** *Micrandra spruceana*; **Ob:** *Ocotea bofo*; **Hb:** *Humiria balsamifera*; **Cg:** *Couepia guianensis*; **Ep:** *Eperua purpurea*; **Pa:** *Protium altsonii*; **Sc:** *Swartzia cupavenensis*; **Aac:** *Abarema acreana* **Cgl:** *Clathrotropis glaucophylla*; **Mi:** *Macrolobium limbatum*; **Sm:** *Swartzia microcarpa*; **Em:** *Erisma micranthum*; **Sca:** *Swartzia cardiosperma*

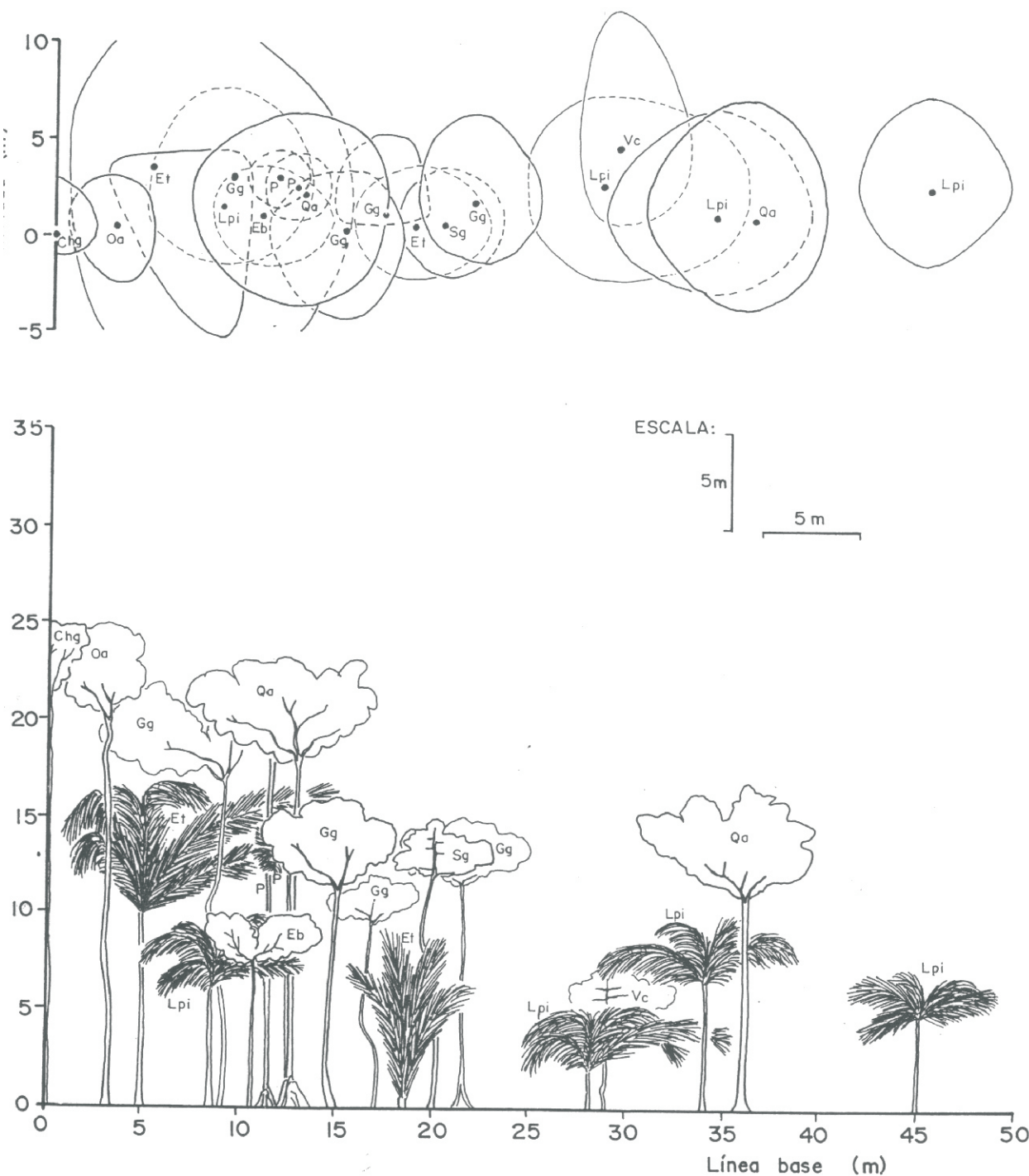
TRANSECTOS NO. 18, 22, 23, 24, 26 Y 27: Bosques mixtos del río Casiquiare, en lomas bajas y altas, llanuras suavemente onduladas sobre suelos spodosoles, ultisoles y oxisoles con drenaje pobre (Colón, bajo río Guainía; alto río Casiquiare, boca del río Pamoni; alto río Casiquiare, caño Dorotumoni; caño Boca-Chico, medio río Casiquiare; caño Durukukuene, medio río Casiquiare; piedra Guachapita, bajo río Casiquiare)

Las comunidades vegetales presentes a lo largo de Río Casiquiare y el bajo río Guainía se encuentran en lomas bajas, altas, llanuras planas y en aluviones antiguos sobre suelos spodosoles, ultisoles y oxisoles con drenaje pobre. La región la conforma un gran mosaico de bosques, los cuales se caracterizan por presentar un dosel más abierto con árboles de menor tamaño que los bosques anteriormente descritos (ver perfiles No. 13, 14, 15 y 16) y por poseer una estructura vertical compuesta de tres a cuatro categorías de árboles según su altura. En los estratos superiores (20-30 m) se encontraron un considerable número de especies presentes solamente en esta región (Ej. *Campsiandra gomez-alvareziana*, *Alchornea triplinervia*, *A. discolor*, *Caraipa longipedunculata*, *C. spuria*, *Posoqueria máxima*, *Meliosma vasquezii*, *Ophiocaryon manausense* y *Guatteria multinervia*), densas colonias de *Phenakospermum guyanense*, y las especies de palmas *Leopoldinia piassaba* (“Chiqui-Chiqui”), *Euterpe precatoria* (“Manaca”), *Astrocaryum gynacanthum* (“Cubarro”), *Oenocarpus bacaba* (“Seje fino”), *Iriartella setigera* (“Macanilla”) y *Attalea maripa* (“Cucurito”).

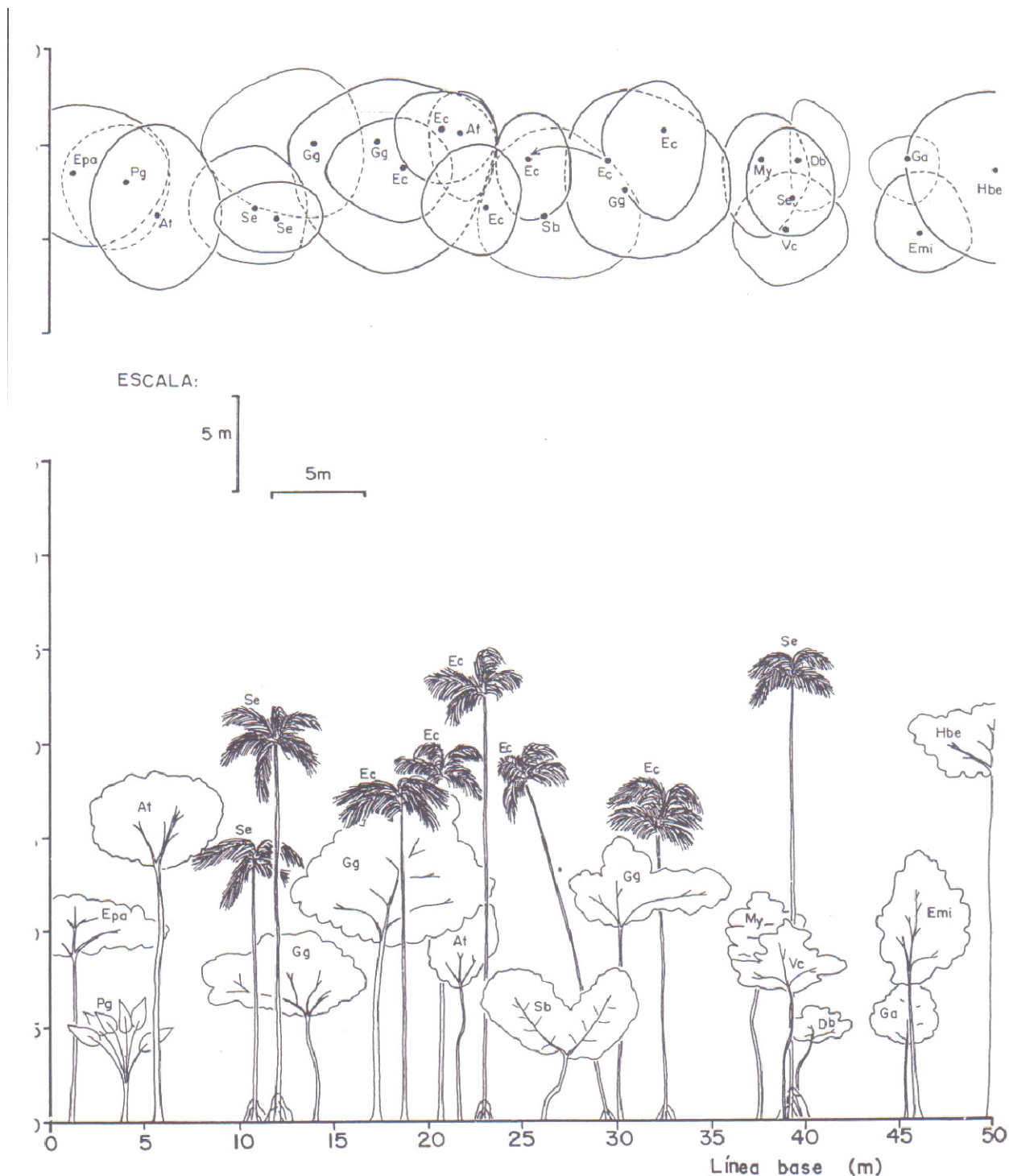
Los bosques situados en el Río Casiquiare, presentaron una densidad de media a la densa, y los resultados del transecto No. 22 fueron 76 especies en 254 individuos. El en transecto No. 23 se encontraron 68 especies y 260 especies, 69 especies y 371 individuos en el transecto 24; el transecto No. 26 tuvo 75 especies y 371 individuos y el transecto No. 27 estuvo representado por 70

especies en 292 individuos (información en detalle de las especies más abundantes de estos bosques se encuentra en el anexo No. 1). En los estratos inferiores se observaron individuos de *Trimatococcus amazonicus*, *Macrosamanea amplissima*, *Coussarea grandis*, *Chomelia barbellata*, *Coussarea longiflora*, *Rinorea flavescens*, *R. sprucei*, *Sorocea muriculata*, *Tococa macrophysca*, colonias de *Potalia elegans*, *P. maguireorum*, *Faramea torquata*, *Ixora acuminatissima* y la especie de palma *Bactris brongniartii* (“Cubarro”). El sotobosque en todos los lugares estudiados en el Río Casiquiare, eran muy densos y estaban constituidos por diferentes especies de los géneros *Miconia*, *Psychotria*, *Piper*, *Adiantum*, *Trichomanes* y *Lindsaea*.

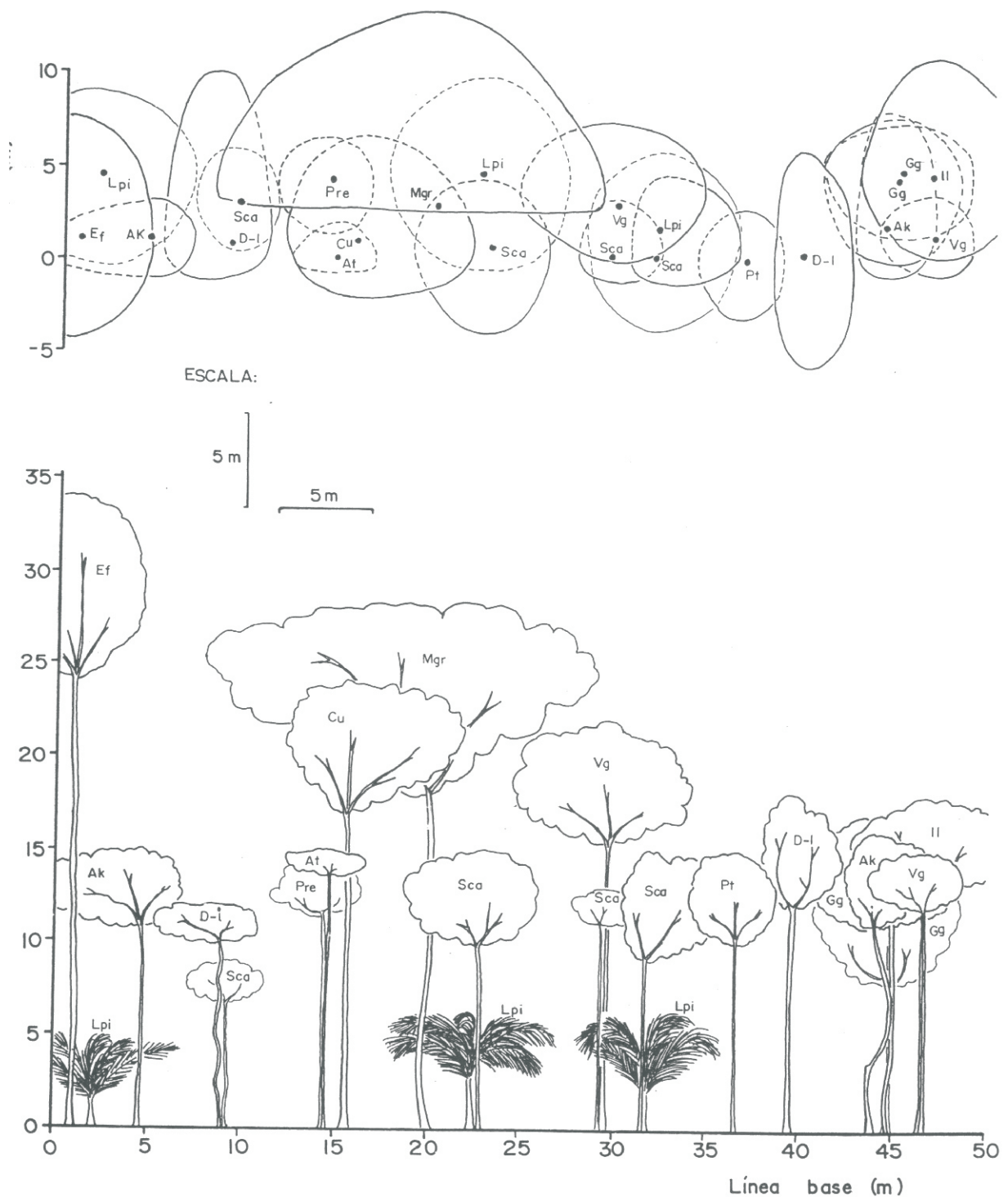
Los resultados de la Clasificación con el TWINSpan (Figura No. 4), el “Cluster Análisis” (Figura No. 5) y las ordenaciones con el DCA (Figura No. 6) y el CCA (Figura No. 7) agrupan a los transectos de los bosques del Casiquiare, como una sola unidad, con una composición florística muy diferente de los otros bosques estudiados. Este amplio y complejo mosaico de la vegetación boscosa observado a lo largo de los Ríos Casiquiare y Venturi, claramente indica, que el concepto “tipo de bosque” es simplemente utilizada con la finalidad de describir y ayudar a entender la amplia variación en la composición florística y de sus determinantes ambientales (Giraldo-Cañas, 1999; Toumisto *et al.*, 2003a,b, 2005).



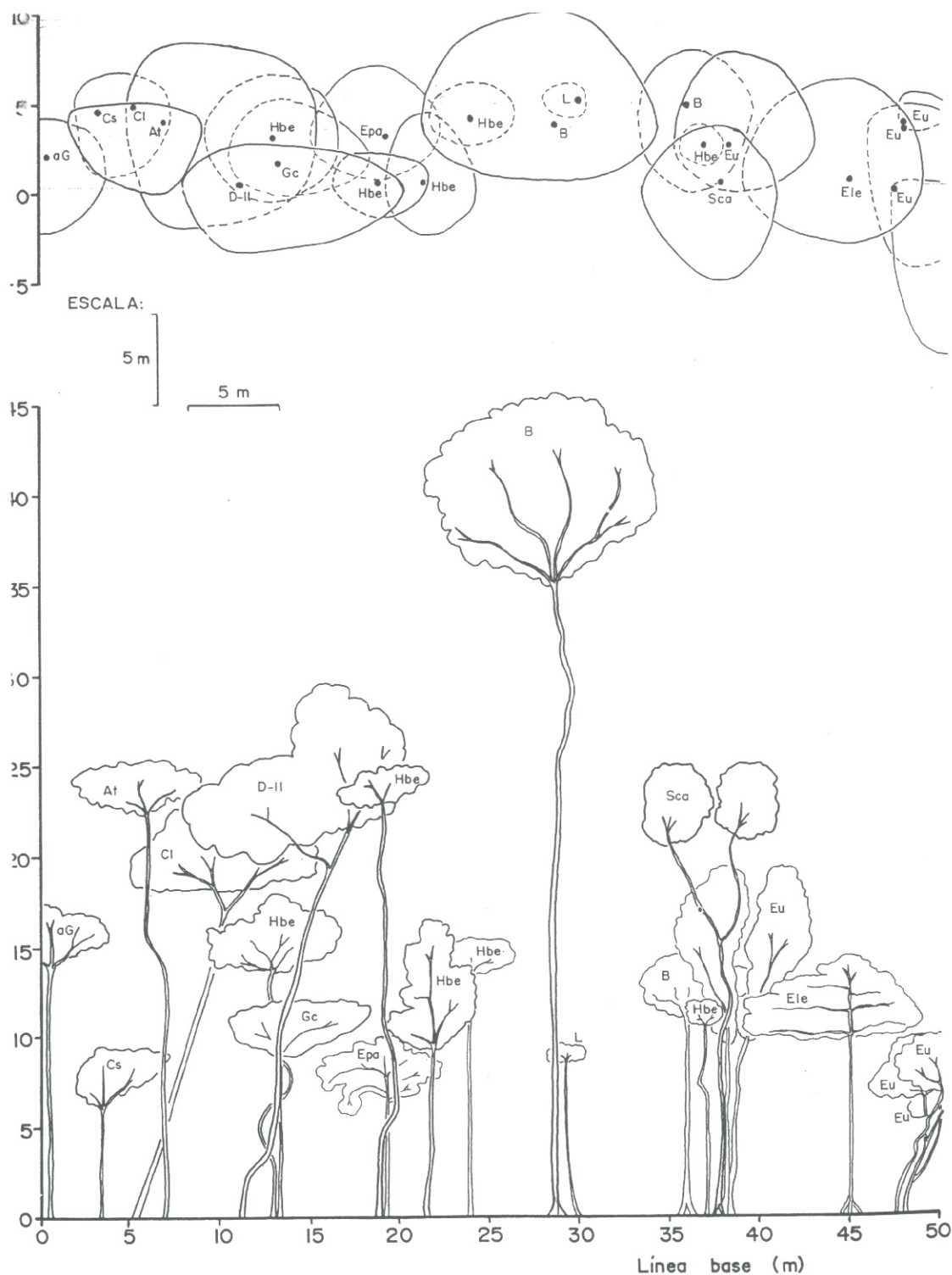
Perfil No. 13. Bosques mixtos del Río Casiquiare sobre suelos oxisoles con drenaje pobre (Transectos No. 22: Alto Río Casiquiare, boca del Río Pamoni (02° 50' N; 65° 54' O). **Chg:** *Chimarrhis gentryana*; **Oa:** *Ocotea aciphylla*; **Et:** *Euterpe precatória*; **Lpi:** *Leopoldinia piassaba*; **Gg:** *Goupia glabra*; **Eb:** *Ecclinusa bullata*; **P:** *Socratea exorrhiza*; **Qa:** *Qualea acuminata*; **Sg:** *Symphonia globulifera*; **Vc:** *Virola calophylla*



Perfil No. 14. Bosques mixtos del Río Casiquiare sobre suelos ultisoles con drenaje pobre (Transecto No. 24: Caño Boca-Chico, medio Río Casiquiare, 02° 21' N; 66° 33' O). **Epa:** *Eschweilera parviflora*; **Pg:** *Phenakospermum guyanense*; **At:** *Alchornea triplinervia*; **Se:** *Socratea exorrhiza*; **Gg:** *Goupia glabra*; **Ec:** *Euterpe catinga*; **Sb:** *Sloanea brevipes*; **My:** *Myrcia lucida*; **Vc:** *Virola calophylla*; **Db:** *Dendrobangia boliviana*; **Ga:** *Gustavia augusta*; **Emi:** *Eschweilera micrantha*; **Hbe:** *Hevea benthamiana*



Perfil No. 15. Bosques mixtos del Río Casiquiare sobre suelos ultisoles con drenaje pobre (Transecto No. 26: Caño Durukukuene, medio Río Casiquiare (02° 55' N; 66° 38' O). **Ef:** *Eperua falcata*; **Lpi:** *Leopoldinia piassaba*; **AK:** *Aldina kundhartiana*; **D1:** *Calophyllum brasiliense*; **Sca:** *Swartzia cardiosperma*; **At:** *Alchornea triplinervia*; **Pre:** *Protium reticulatum*; **Cu:** *Couma utilis*; **Mgr:** *Macrobium gracile*; **Vg:** *Vochysia grandis*; **Pt:** *Pouteria torta*; **Gg:** *Goupia glabra*; **II:** *Inga lateriflora*



Perfil No. 16. Bosques mixtos del Río Casiquiare sobre suelos spodosoles con drenaje pobre (Transecto No. 27: Piedra Guachapita, bajo Río Casiquiare, 02° 00' N; 66° 52' O). **At:** *Aniba taubertiana*; **Cs:** *Caraipa spuria*; **Cl:** *Clathrotropis brachypetala*; **At:** *Alchornea triplinervia*; **D-II:** *Swartzia cupavenensis*; **Hbe:** *Hevea benthamiana*; **Gc:** *Gustavia coriácea*; **Epa:** *Eschweilera parviflora*; **L:** *Licania triandra*; **B:** *Protium aracouchini*; **Sca:** *Swartzia cardiosperma*; **Eu:** *Caraipa spuria*; **Ele:** *Eperua leucantha*

A veces es posible encontrar extensas áreas aparentemente homogéneas, las cuales limitan con zonas donde las características florísticas y ambientales cambian rápidamente en distancias muy cortas. En estos ejemplos, el concepto de "tipo de bosque" tiene sentido. Sin embargo, en estas regiones se observó que los cambios a veces son graduales y sin límites evidentes, por lo tanto, los tipos de bosques no son más que secciones de un gradiente continuo. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta, que muchas de las veces se escogen los lugares de muestreo en sitios que son intermedios entre bosques previamente definidos, por lo que las comunidades boscosas son difíciles de clasificar.

Transectos No. 39: Bosques altos sobre lomeríos dominados por *Astrocaryum gynacanthum*, *Erisma uncinatum* ("Salado"), *Trattinnickia glaziovii* ("Caraño") y *Hymenolobium petreum* sobre suelos ultisoles de drenaje moderado (Alto río Carinagua)

Estos bosques se encuentran ubicados entre las colinas y terrazas de la cuenca alta del Carinagua. Fisionómicamente se caracterizan por estar conformados por cuatro estratos, densidad media a rala y presencia de árboles emergentes de hasta 45 m de altura (ver perfil No. 17). Los datos del 0.10 ha muestran, 232 individuos y 69 especies y una área basal de 8.92 m². La especie de palma *Astrocaryum gynacanthum* fue la más abundante, representado un 17.67 % del número total de individuos.

Entre los individuos más altos que emergen sobre el dosel observamos las siguientes especies: *Trattinnickia glaziovii* ("Caraño"), *Erisma uncinatum* ("Salado"), *Qualea dinizii* ("Guarapo") y *Hymenolobium petreum* ("Berraco"). El siguiente estrato se encuentra compuesto por árboles no mayores de 25 m de altura; entre las especies más abundantes se encuentran: *Pouteria venosa*

var. *amazonica*, *Eschweilera pedicellata*, *Caryocar glabrum*, *Lecythis corrugata* subsp. *rosea*, *Protium grandifolium* y *Chrysophyllum amazonicum*. Las lianas son muy comunes en esta formación boscosa, entre las especies más abundantes se encuentran *Doliocarpus dentatus*, *Salacia juruana* y *Sparattanthelium tupiniquinorum*. El estrato comprendido entre 20 y 12 m de altura se encuentra dominado por *Drypetes variabilis*, *Astronium lecointei*, *Couma utilis*, *Iryanthera lavéis*, *Sterculia pruriens*, *Licania alba*, *Parinari campestris*, *Pterocarpus amazonum*, también se observaron densas colonias de la especie de palma *Attalea maripa* ("cucurito").

El cuarto estrato estuvo compuesto por individuos entre 10 y 6 m de altura, entre las especies más abundantes se observaron *Gustavia augusta*, *Capparidestratum osmanthum*, *Compsoeura sprucei*, *Clarisia ilicifolia*, *Paquira aquatica*, *Trymatococcus amazonicus*, *Agonandra brasiliensis*, *Ampelozera edentula*, *Clathrotropis brachypetala*, *Bauhinia longicuspis*, *Apeiba schomburgkii* y densas colonias de *Astrocaryum gynacanthum* y *Phenakospermum guyannense*. El sotobosque, para el momento del trabajo de campo se encontró conformado por densas colonias de pequeños sufrútices, hierbas y elementos de la regeneración natural de algunas especies arbóreas. Entre las especies más dominantes se observaron: *Faramea sessilifolia*, *Chrysothemis dichroa*, *Psychotria deflexa*, *Monotagma secundum*, *Ischnosiphon arouma*, *Aphelandra scabra*, *Olyra latifolia* y *Pariana radiceiflora*.



Perfil No. 17. Bosques medio-altos sobre suelos ultisoles de drenaje moderado (Transecto No. 39: Alto Río Carinagua, 05° 40' N; 67° 30' O). **1:** *Clathrotropis brachypetala*; **2:** *Pouteria venosa* subsp. *amazonica*; **3:** *Ampelozera edentula*; **4:** *Trattinnickia glaziovii*; **5:** *Trymatococcus amazonicus*; **6:** *Goupia glabra*; **7:** *Erythroxylum gracilipes*; **8:** *Iryanthera laevis*; **9:** *Unonopsis stipitata*; **10:** *Astrocaryum gynacanthum*; **11:** *Tabebuia insignis*; **12:** *Hymenolobium petreum*; **13:** *Pterocarpus amazonum*; **14:** *Platymicium pinnatum*; **15:** *Inga stipularis*; **16:** *Protium grandifolium*

Transecto No. 41: Bosques medios con emergentes dominados por *Erisma uncinatum* (“Salado”), *Vochysia vismiifolia*, *Couratari stellata* y *Hymenolobium petraeum* (“Berraco”) sobre suelos ultisoles de drenaje moderado (Sector Venecia-2, 77 km al S de Pto. Ayacucho)

Estos bosques se encuentran ubicados en llanuras de alteración, sobre suelos ultisoles de drenaje moderado. Fisionómicamente son similares a los bosques del alto Carinagua, sin embargo se encuentran intervenidos debido a la extracción selectiva de *Erisma uncinatum* y *E. splendens*, especies maderables muy apreciadas en la región, conocidas con el nombre común de “Salado”. La estructura es irregular (ver perfil No. 18), se observó una mezcla de los diferentes estratos que con anterioridad existieron. Información del 0.10 ha, indica 231 individuos y 68 especies (ver anexo No.1). Las especies arbóreas presentan alturas entre los 6 y 25 m, con algunos individuos emergentes (30-35 m) de *Buchenavia parvifolia* (“Cumello”), *Eschweilera coriacea*, *Hymenolobium petraeum* (“Berraco”), *Erisma uncinatum* y *E. splendens* (“Salado”). Entre las especies más abundantes en el estrato medio e inferior se observaron: *Iryanthera juruensis*, *I. laevis*, *Hevea guianensis*, *Protium unifoliolatum*, *Inga stipularis*, *Sagotia brachypetala*, *Micropholis splendens*, *Xylopia emarginata*, *Dacryodes chimantensis*, *Tovomita longifolia*, *Trichilia pallida*, *Vochysia vismiifolia*, *Caryocar pallidum*, *Dendrobangia boliviana*, *Pseudolmedia laevigata*, *Mabea piriri*, *Cordia fallax*, *Mouriri myrtifolia* y las especies de palmas *Oenocarpus bataua* y *Iriartella setigera*. El sotobosque fue muy denso y estuvo compuesto por numerosos individuos de *Sorocea muriculata* subsp. *uaupensis*, *Rinorea macrocarpa*, *Anaxagorea acuminata*, *Tabernaemontana undulata*, *Psychotria poeppigiana*, la palma *Attalea microcarpa* (“Coquito”) y densas colonias de las hierbas *Calyptrocarya glomerulata*, *Monotagma laxum*, *Lindsaea lancea*, *Olyra latifolia* y *Geophila tenuis*.

Transecto No. 42: Bosques medios dominados por *Parkia pendula*, *Brosimum utile* subsp. *ovatifolium*, *Pouteria torta* subsp. *glabra* y *Leonia cymosa* sobre suelos oxisoles de drenaje moderado (Base Serranía Galipero)

Estos bosques se encuentran en llanuras de alteración, sobre suelos oxisoles, de drenaje pobre a moderado. La comunidad se caracteriza por estar conformada por cuatro estratos, densidad media a rala (ver perfil No. 19), y la presencia de árboles emergentes de hasta 30 m de altura. Información del 0.10 ha indican 305 individuos y 78 especies (ver anexo No.1). La especie *Leonia cymosa* fue la más abundante, representado un 8.85 % (27) del número total de individuos. Entre los árboles más altos que emergen sobre el dosel del bosque se observaron las siguientes especies: *Parkia pendula*, *Brosimum utile* subsp. *ovatifolium*, *Hymenolobium petraeum*, *Erisma uncinatum* y *Couratari stellata*. El siguiente estrato se encuentra compuesto por individuos entre 15-25 m de altura; entre las especies más abundantes se encuentran: *Pouteria torta* var. *glabra*, *Aspidosperma marcgravianum*, *Protium aracouchini*, *Swartzia caudata*, *Buchenavia parvifolia*, *Caryocar microcarpum*, *Goupia glabra*, *Maquira calophylla*, *Anacardium spruceanum* y *Richeria grandis*. El estrato comprendido entre 15 y 10 m de altura se encuentra dominado por *Amanoa guianensis*, *Sterculia pruriens*, *Protium sagotianum*, *P. unifoliolatum*, *Licania heteromorpha*, *Sloanea brevipes* y *Tovomita eggersii*. También se observaron densas colonias de las palmas *Oenocarpus bataua* y *Euterpe precatória*. El estrato inferior estuvo compuesto por individuos entre 5 y 10 m de altura, las especies más abundantes fueron *Gustavia pulchra*, *Anaxagorea acuminata*, *Miconia splendens*, *M. tomentosa*, *Zygia heteroneura*, *Brownea similis*, *Unonopsis spectabilis*, *Matisia macrocalyx*, *Machaerium madeirense*, *Mouriri vernicosa*, *Rinorea pubiflora*, *Rollinia exsucca*, *Theobroma subincanum*, *Tapura amazónica*, *Stylogine*