

# Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia)

L. Cayola<sup>1</sup>, A. Fuentes<sup>1</sup> & P.M. Jørgensen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077, La Paz, Bolivia, lpb.madidi@acelerate.com

<sup>2</sup>Missouri Botanical Garden

## Resumen

Se realizó un inventario de las especies leñosas con  $\text{dap} \geq 10$  cm en una parcela permanente de muestreo de 1 ha en el valle central del río Tuichi, en el Área Natural de Manejo Integrado Madidi, para conocer la composición florística y estructura del bosque seco subandino yungueño. Se registraron 697 individuos, 51 especies, 44 géneros y 24 familias. Considerando el IVIF, las familias más importantes fueron Ulmaceae, Fabaceae y Meliaceae. Las familias más diversas fueron Fabaceae (10 spp.) y Myrtaceae (4 spp.). Las especies más abundantes, dominantes y frecuentes fueron *Phyllostylon rhamnoides*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *Ximenia americana*, *Machaerium scleroxylon* y *Terminalia triflora*. Se registraron 681 árboles, 13 cactáceas y tres lianas, con un área basal de 20 m<sup>2</sup>/ha. El bosque presentó un patrón típico de bosques tropicales, al concentrar mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas menores. La estructura vertical manifestó tres estratos, el estrato inferior presentó mayor abundancia de individuos y fue el más diverso en especies y familias. Alrededor del 50% de los árboles presentó buena posición y forma de copa, apenas el 12% de los árboles se encontraban cubiertos por lianas. El 76.5% de las especies tiene su óptimo de distribución en los bosques secos del "arco pleistocénico". Fitogeográficamente el bosque reveló afinidades con el bosque seco chiquitano, así como con bosques similares del piedemonte andino (NW argentino hasta el SE de Brasil), hallándose menor afinidad con los bosques secos del norte de Sudamérica y con regiones próximas al Gran Chaco, Cerrado y las sabanas del Beni.

**Palabras clave:** Parque Nacional Madidi, Bosque seco subandino, Composición florística, Estructura.

## Abstract

A permanent plot of 1 ha in the valley of the river Tuichi inside the ANMI Madidi was evaluated. To describe the floristic composition and structure we have inventoried all individuals with a DBH > 10 cm. The forest is very heterogeneous in its floristic composition, we found 697 individuals, distributed in 51 species, 44 genera and 24 families. The most important families were Ulmaceae, Fabaceae and Meliaceae, and the most diverse family was Fabaceae with 10 species. The most abundant, dominant, and frequent species were *Phyllostylon rhamnoides*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *Ximenia americana*, *Machaerium scleroxylon* and *Terminalia triflora*. There were 681 trees, 13 cactii and three lianas, with a total basal area of 20.0 m<sup>2</sup>/ha. The forest had a

typical pattern of tropical forests, where the smaller diametrical classes concentrates the largest amount of individuals. The vertical structure of the forest was composed of three strata, the inferior had the largest diversity of species and families, as well as number of individuals. Approximately 50% of the trees had adequate to good crown position and shape, while lianas covered some 12% of the trees. Biogeographically the flora of the valley of Tuichi shows affinities with the Chiquitano Forest, of the south of the Department of Santa Cruz, and with similar forests of the foothills of the Andes, from Santa Cruz to NW Argentina as well as in certain regions in Brazil. The Tuichi dry forest had less floristic affinity with other dry forests of the northern South America and with other geographically closer reguions such as the Chaco, Cerrado and the savannas in Beni.

**Key words:** Madidi National Park, Deciduous dry forest, Floristic composition, Structure.

## Introducción

Los bosques secos representan el 42% de todos los bosques tropicales y subtropicales del mundo (Murphy & Lugo 1986). En Suramérica se presentan generalmente desde el nivel del mar hasta los 1.000 m de altitud, aunque en los valles andinos e interandinos de Bolivia llegan hasta los 2.800 m (Bach *et al.* 1999). Los bosques secos neotropicales se distribuyen desde México hasta Bolivia y según la clasificación de Pennington *et al.* (2000) pueden agruparse en nueve áreas: América Central y el Caribe, costa caribeña de Colombia y Venezuela, valles interandinos colombianos, costa peruano-ecuatorial, valles interandinos ecuatorianos, peruanos y bolivianos, región boliviano chiquitana, núcleo de piedemonte, núcleo del Paraná y la caatinga. Estos bosques se encuentran fragmentados y frecuentemente aislados por cientos de kilómetros de bosque húmedo tropical (Pennington *et al.* 2000), con excepción de dos grandes áreas: la región de la Caatinga en Brasil y la región del río Paraná y el piedemonte argentino-boliviano. En Bolivia, Ribera *et al.* (1996) reconocen seis tipos de bosque seco: bosque subhúmedo submontano (piso inferior de la formación tucumano-boliviana), bosque deciduo del chaco serrano (subandino sur de Bolivia), matorrales microfoliados y restos de bosque seco caducifolio (valles secos interandinos), bosque deciduo seco del Chaco,

bosque subhúmedo de las serranías chiquitanas y bosque semideciduo del Escudo Brasileño.

El bosque seco del valle del Tuichi pertenece a restos de bosques secos caducifolios con un área de 1.442 km<sup>2</sup> (Killeen *et al.* 2004), de los que aproximadamente 700 km<sup>2</sup> permanecen en buen estado de conservación (Kessler & Helme 1999). En este valle no existen inventarios cuantitativos que usen el método de parcelas permanentes de muestreo (PPM), por lo que el objetivo de este estudio es evaluar la estructura y composición florística de una PPM de una hectárea instalada en el bosque seco subandino yungueño en el Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) Madidi.

## Área de estudio

El trabajo de campo se realizó entre febrero y marzo de 2003 en el valle central del Río Tuichi, conocido como valle del Río Machariapo en el ANMI Madidi, ubicado al noroeste del departamento de La Paz, Provincia Franz Tamayo (Figura 1). Para la localización del sitio de estudio, se consultó el mapa preliminar de vegetación de Madidi, Apolobamba y Pilón Lajas, elaborado por el Departamento de Geografía, Museo Noel Kempff Mercado (escala 1:250.000) y una carta topográfica escala 1:100.000 de Azariamas (Defense Mapping Agency, Serie H632, hoja 3142). El inventario de la vegetación arbórea se realizó dentro del



Fig. 1: Ubicación de la Parcela Permanente de Muestreo

área definida por los  $14^{\circ}27'55''S$  y  $68^{\circ}32'33''W$ , a una elevación de 880 m.

La región se caracteriza por sus estaciones marcadas, distinguiéndose claramente una época de lluvias y una seca. La precipitación anual promedio fluctúa entre los 1.200-1.400 mm y presenta de 3-3.5 meses áridos (Mueller *et al.* 2002). La geomorfología en la región de Apolo se caracteriza por presentar rocas de esquisto marrón claro en la superficie. Esta roca cambia a un esquisto gris en el valle del Río Machariapo. Ambos esquistos se intercalan en varios puntos de este valle. Las terrazas en

general presentan capas profundas de aluvión y de limo. Los abanicos aluviales son dominados por esquisto gris. Esta característica permite que especies típicas de bosque seco ocupen también la zona ribereña (Perry *et al.* 1993). El suelo tiene una clase textural arcillosa, un pH de 4.9-6 y una conductividad eléctrica que varía de 95-170  $\mu S/cm$ . El contenido de materia orgánica es alto (5.1-6.6%) y los valores de capacidad de intercambio catiónico (CIC) son moderados a altos (14.6-25.4  $cmol_c/kg$ ) debido al contenido de materia orgánica (Cayola 2004).

## Métodos

La metodología para el establecimiento de PPMs y el cálculo de variables es la que siguen Adler & Synott (1992) y Seidel (1995), que a continuación se describen.

### Instalación de la PPM y toma de datos

La parcela permanente de muestreo (PPM) de 1 ha (dividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m) fue instalada en un ambiente representativo de bosque primario, sin evidencia de disturbios recientes, accesible y homogénea ecológica y fisionómicamente. Para su delimitación se ubicó y georeferenció un punto de origen en la esquina SW del sitio elegido, a partir del cual se trazó la línea principal y las subparcelas. A continuación de la línea principal se abrió una senda de 1 m de ancho, para transitar por ella y emplearla como acceso y zona de amortiguamiento. Las esquinas de cada subparcela fueron marcadas con tubos PVC (1 pulgada de diámetro y 0.5 m de largo) pintados de color rojo para identificar permanentemente a las subparcelas, incluso para las siguientes mediciones. Cada individuo fue identificado con placas de aluminio (6 x 2 cm) numeradas consecutivamente.

Se inventariaron todos los árboles y lianas con un diámetro a la altura del pecho (dap) igual o mayor a 10 cm (medido a 1.3 m del suelo) y se estimó visualmente la altura total y la altura de fuste. Las variables ecológicas consideradas fueron:

- Posición de la copa con respecto a la luz solar (Dawkins 1958) con cinco categorías: emergente, copa vertical y horizontalmente expuesta a la luz, libre de competencia lateral; dominante, copa con la parte superior plenamente expuesta a la luz vertical pero adyacente a otras copas de igual tamaño; codominante, la parte superior de la copa esta expuesta al sol o parcialmente sombreada por otras copas; intermedia, la parte superior de la copa totalmente sombreada, pero expuesta a la luz lateral directa, debido a un

claro; suprimida, también denominada como “árboles con ausencia de luz”, se ubican debajo del dosel, de modo que reciben luz indirecta.

- Forma de la copa (Dawkins 1958) con cinco categorías: perfecta, presenta el mejor tamaño y forma, generalmente amplia, plana circular y simétrica; bueno, similar a la copa perfecta con alguna asimetría leve o algún extremo de rama muerta; tolerable, evidentemente asimétrica o rala, pero con capacidad de mejorar si se les da espacio; pobre, con presencia de una grave muerte progresiva, fuertemente asimétrica y con pocas ramas, pero capaces de sobrevivir; muy pobre, degradada o suprimida, muy dañada.

- Infestación de lianas y bejucos (Lowe & Walker 1977) con cuatro grados: árbol libre de bejucos; presencia de bejucos solamente en el fuste, la copa esta libre de ellos; presencia leve de bejucos en el fuste y la copa, pero no afectan el crecimiento terminal; la totalidad de la copa y fuste cubiertos de bejucos, el crecimiento terminal esta seriamente afectado.

Se coleccionó una muestra testigo de cada especie registrada como diferente, cuatro especímenes de cada colección estéril y ocho especímenes de colecciones fértiles. Las colecciones resultantes se procesaron y depositaron en el Herbario Nacional de Bolivia (HBN). La identificación taxonómica se efectuó a través de claves botánicas, comparación con especímenes pegados de la colección del HNB y con el apoyo de especialistas botánicos, principalmente del Jardín Botánico de Missouri (MO). La información de los especímenes fue incluida en el banco de datos del MO: W3TROPICOS accesible por Internet (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>) y también fue incluida en el banco de datos de la Universidad de Arizona: SALVIAS (<http://eeb37.biosci.arizona.edu/~salvias/main.html>).

## Análisis de datos

El análisis de datos fue realizado con parámetros utilizados en trabajos similares. Se calcularon valores absolutos y relativos de abundancia, frecuencia, dominancia y diversidad, y el Índice de Valor de Importancia (IVI) por especie y familiar (IVIF) (Matteucci & Colma 1982, Seidel 1995). Para el análisis de la estructura vertical se ordenaron las alturas de los árboles en tres clases altimétricas: <10m, 10-20 m y >20 m. Para la estructura horizontal se ordenaron los diámetros de los árboles en seis clases diamétricas a intervalos de 10 cm. El análisis fitogeográfico se realizó agrupando a las especies de acuerdo con el tipo de bosque del que es característica cada una; se formaron cuatro grupos: elementos de bosque andino, bosque chaqueño, bosque húmedo y bosque seco semidecíduo. Posteriormente se analizó la distribución de cada una para observar las afinidades con uno u otro tipo de vegetación. Además, mediante revisión de literatura se identificaron 14 especies con uso forestal potencial dentro el bosque seco andino.

## Resultados

### Composición florística

#### *Abundancia y frecuencia*

Se encontraron 697 individuos con  $dap \geq 10$  cm que corresponden a 694 árboles y tres lianas, distribuidos en 51 especies, 44 géneros y 24 familias. Las especies más abundantes y frecuentes fueron *Phyllostylon rhamnoides*, *Trichilia catigua*, *Anadenanthera colubrina*, *Ximenea americana*, *Machaerium scleroxylon* y *Terminalia triflora*; 34 especies estuvieron representadas por menos de 30 individuos y 11 especies por un solo individuo (Anexo 1). Las familias más abundantes y frecuentes fueron Ulmaceae, Fabaceae, Meliaceae,

Olacaceae, Combretaceae, Capparaceae y Polygonaceae. El resto tiene menos de 20 individuos (Anexo 1). Además se encontraron 349 árboles pertenecientes a 14 especies con importancia económica en Bolivia (Tabla 1). El 73.1% de las especies se situó en las clases de frecuencia 1\_20% y 21\_40% (Figura 2), revelando una heterogeneidad acentuada en la vegetación.

#### *Dominancia*

El área basal en la PPM fue de 20 m<sup>2</sup>/ha. Las clases diamétricas 10\_40 cm reunieron el 83.9% del área basal (16.8 m<sup>2</sup>/ha), el restante 16.1% (3.2 m<sup>2</sup>/ha) fue aportado por los árboles con  $dap > 40$  cm (Figura 3, Anexo 1). Las especies dominantes fueron *Phyllostylon rhamnoides*, *Anadenanthera colubrina* y *Trichilia catigua*. Las familias dominantes fueron Fabaceae (6.8 m<sup>2</sup>/ha) y Ulmaceae (6.3 m<sup>2</sup>/ha), seguidas de lejos por Meliaceae (1.4 m<sup>2</sup>/ha). Las tres familias concentraron el 72.6% del área basal.

#### *Índice de Valor de Importancia Familiar (IVIF)*

Las familias más importantes fueron Fabaceae, Ulmaceae, Meliaceae y Bombacaceae, concentrando más del 50% del IVIF. Además, se encontró un grupo de siete familias con valores similares de importancia: Myrtaceae, Capparaceae, Olacaceae, Polygonaceae, Flacourtiaceae, Cactaceae y Combretaceae. El resto tiene valores de importancia bajos en comparación con las familias más importantes. Alrededor del 44% del IVI está formado por *Phyllostylon rhamnoides*, *Anadenanthera colubrina* y *Trichilia catigua* (Anexo 1).

#### *Diversidad total*

Las familias más diversas fueron Fabaceae (10 spp.), Myrtaceae (4 spp.), Bombacaceae, Cactaceae, Flacourtiaceae, Meliaceae y Polygonaceae (3 spp.). La curva especie/área

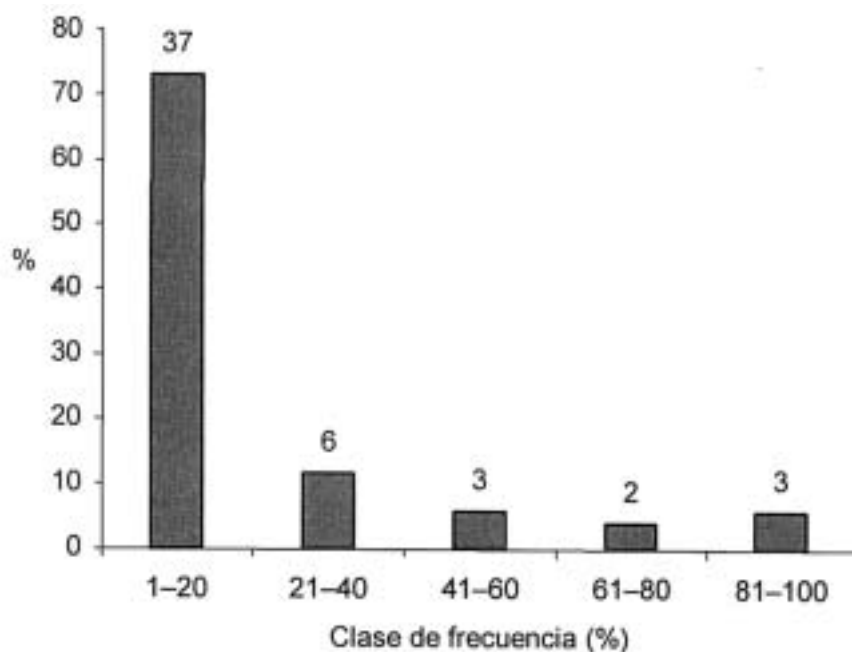


Fig. 2: Diagrama de frecuencias con el número de especies por clase del bosque seco subandino del Tuichi.

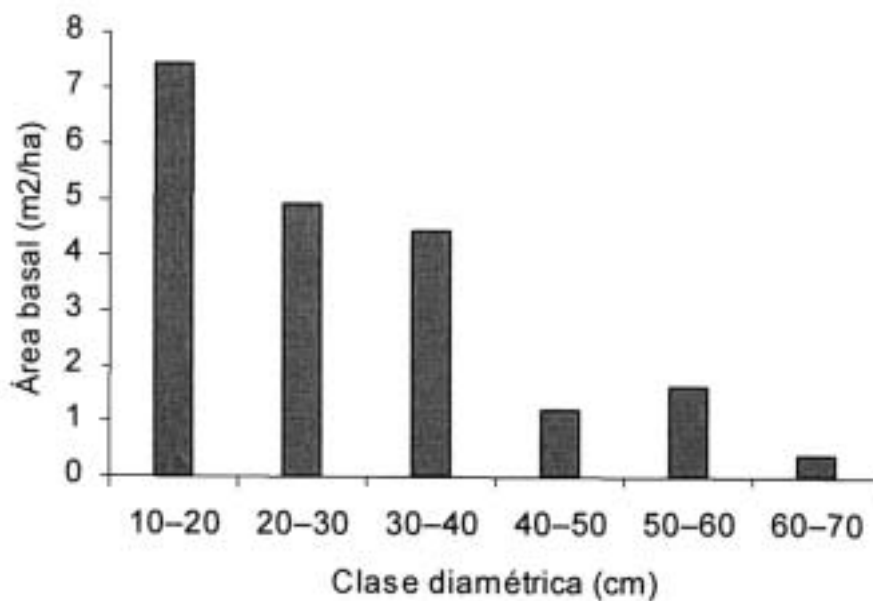


Fig. 3: Distribución del área basal por clase diamétrica del bosque seco subandino del Tuichi.

**Tabla 1:** Especies forestales potenciales de la parcela permanente de muestreo y sus usos del bosque seco subandino del Tuiichi. Categorías: 1= Carpintería en general; 2= Muebles; 3= Postes y pilotes; 4= Durmientes; 5= Madera para pisos; 6= Herramientas; 7= Utensilios; 8= Artículos deportivos; 9= Construcción naval; 10= Chapas decorativas; 11= Carbón vegetal; 12= Taninos o mordientes; 13= Construcción rural; 14= Embalajes (toneles, barriles).

Familia	Especie – Nombre común	N°/ha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fab	<i>Amburana cearensis</i> – Roble	10		+			+			+						+
Fab	<i>Anadenanthera colubrina</i> – Curupaú, willca	48	+		+	+						+	+	+		+
Apoc	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> – Jichituriqui rosado	2			+	+	+		+			+	+			+
Anacardi	<i>Myracrodruon urundeuva</i> – Cuchi	9	+		+	+										
Lecytid	<i>Cariniana estrellensis</i> – Yesquero negro	2	+		+	+	+		+	+		+				+
Meli	<i>Cedrela fissilis</i> – Cedro	3	+		+							+				+
Bombac	<i>Chorisia insignis</i> – Macine	5							+							
Bombac	<i>Ceiba speciosa</i> – Macine	10							+							
Fab	<i>Machaerium scleroxylon</i> – Morado	36	+													
Ulm	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> – Cuta, Chaki caspi	197	+		+	+	+			+		+				+
Polygon	<i>Ruprechtia apetala</i> – Duraznillo	16						+								
Anacardi	<i>Schinopsis brasiliensis</i> – Soto	1	+		+	+	+						+			+
Fab	<i>Sweetia fruticosa</i> – Mani	3														
Bigno	<i>Tabebuia impetiginosa</i> – Tajibo	7	+		+	+					+	+				+

muestra que el 96% de las especies aparece hasta los 8.800 m<sup>2</sup>, posteriormente se adicionan especies raras (especies con un solo individuo) (Figura 4).

### *Afinidad vegetacional*

El 76.5% de las especies tiene su óptimo de distribución en bosques secos semidecíduos; el 11.7 % es de bosque húmedo de tierras bajas, pero con preferencia por bosques pluviestacionales; el 8.8% es típico del bosque andino, concentrando los endemismos y solo el 2.9% corresponde al bosque chaqueño.

### Estructura de la vegetación

Se encontraron 681 árboles (97.7% de los individuos) con un área basal de 19.5 m<sup>2</sup>/ha, 13 cactáceas (1.9% de los individuos) con un área basal de 0.4 m<sup>2</sup>/ha y tres lianas (0.4% de los individuos) con un área basal de 0.03 m<sup>2</sup>/ha. En la estructura horizontal, el 75.5% de los individuos se ubicó en la clase diamétrica 10\_20 cm y el 24.5% en las clases superiores a 20 cm (Figura 5), manifestándose más individuos en la clase inferior, disminuyendo significativamente

el número a medida que se incrementa el diámetro.

La estructura vertical está dividida básicamente en tres estratos. El primer estrato que corresponde al dosel o vuelo forestal con una altura menor a 10 m incluye al 54.6% de los árboles. Las especies que dominan este estrato son *Trichilia catigua* (19.5%), *Phyllostylon rhamnoides* (18.2%), *Ximenia americana* (8.4%), *Terminalia triflora* (4.7%) y *Capparis polyantha* (4.7%). El estrato medio con una altura de 10\_20 m y el 44.1% de los árboles reveló a *Phyllostylon rhamnoides* (41.2%), *Anadenanthera colubrina* (13.1%), *Trichilia catigua* (7.2%), *Machaerium scleroxylon* (6.5%) y *Terminalia triflora* (4.9%) como las especies sobresalientes. En el estrato superior se encuentra menos del 1% de los árboles con una altura mayor a 20 m. Dominan las especies *Anadenanthera colubrina* (40%), *Phyllostylon rhamnoides* (40%) y *Amburana cearensis* (20%). Los árboles emergentes fueron individuos de *Anadenanthera colubrina* y *Cariniana estrellensis* que alcanzan alturas de 25 m (Figura 6).

La relación de la altura con el diámetro de los árboles (Figura 7), dejó ver a *Chorisia insignis* (señalada por el diamante en la figura) como el árbol con mayor diámetro (70 cm). Se observó

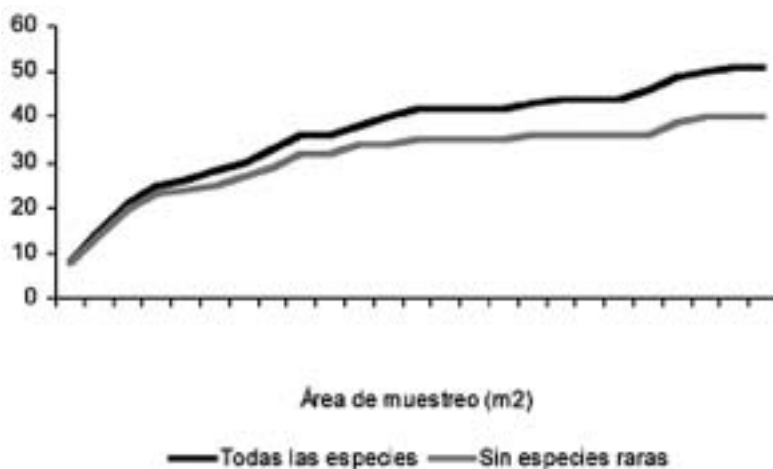


Fig. 4: Relación de especies por área del bosque seco subandino del Tuichi.



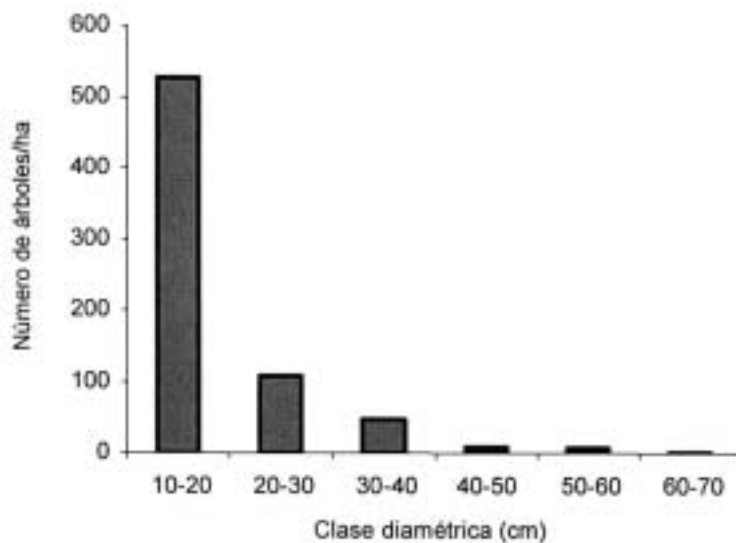


Fig. 5: Curva de distribución de individuos por clase diamétrica del bosque seco subandino del Tuichi.

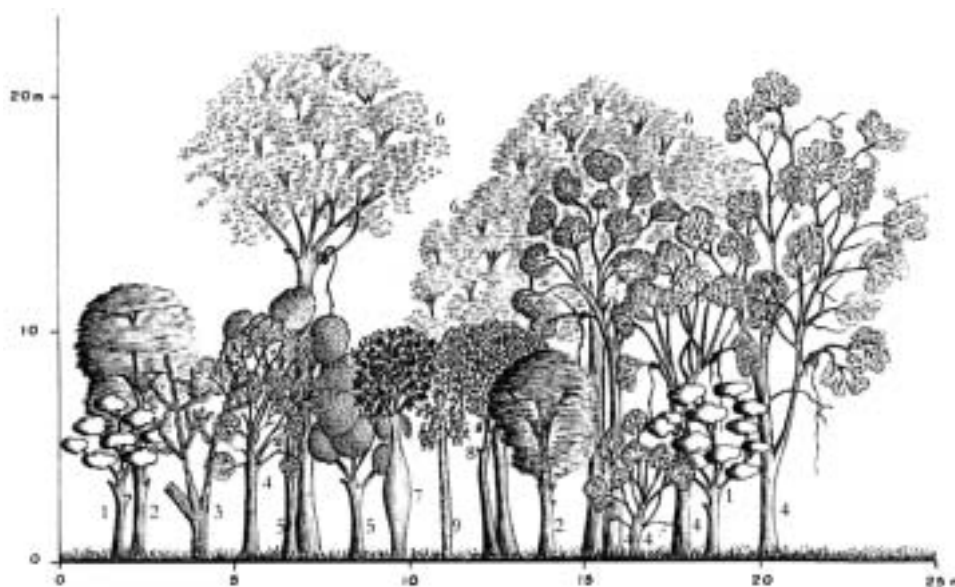


Fig. 6: Distribución vertical de la vegetación en la Parcela Permanente de Muestreo. 1=*Trichilia catigua*; 2=*Sideroxylon obtusifolium*; 3=*Cereus* (LC 198); 4=*Phyllostylon rhamnoides*; 5=*Achatocarpus praecox*; 6=*Anadenanthera colubrina*; 7=*Chorisia speciosa*; 8=*Capparis polyantha*; 9=*Opuntia brasiliensis*

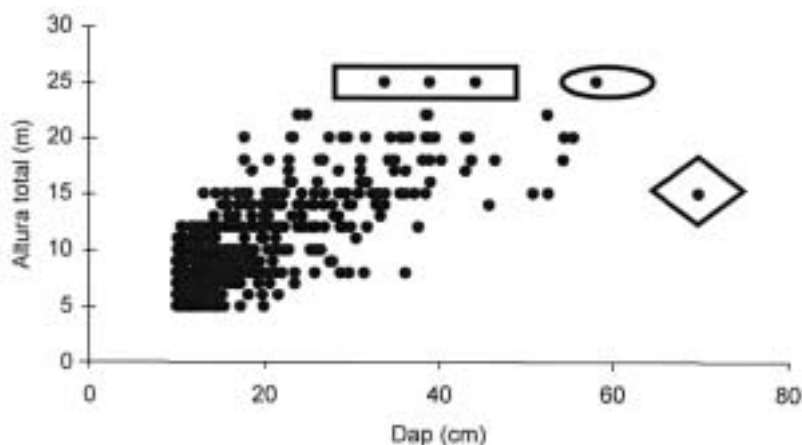


Fig. 7: Relación de altura y diámetro de los árboles de la parcela permanente de muestreo del bosque seco subandino del Tuichi. El rectángulo señala los árboles más altos, el diamante señala el árbol más ancho y el óvalo señala el árbol más alto y ancho.

un grupo de tres árboles de 25 m de alto con diámetros que fluctúan entre 35\_45 cm (señalados por el rectángulo), que son individuos de *Anadenanthera colubrina* y *Cariniana estrellensis*. El árbol más alto y con mayor diámetro fue *Anadenanthera colubrina* (señalada por el óvalo).

#### *Posición de copa*

El 49.9% de los árboles tiene una débil exposición a la luz y el 50.1% restante tiene buena exposición a la luz (Tabla 2). La clase diamétrica 10\_20 cm concentra a los árboles de las categorías dominante, codominante e intermedia. En la siguiente clase (20\_30 cm), la mayoría de los árboles se halla agrupada en las categorías emergente y dominante. Finalmente en las clases mayores a 30 cm, los individuos presentaron buena exposición lumínica. *Trichilia catigua*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Ximenia americana* son las especies que exhibieron más individuos con copas suprimidas. Las especies con mejor posición de copa resultaron ser *Phyllostylon rhamnoides* y *Anadenanthera colubrina*.

#### *Forma de copa*

Solo el 17.3% de los árboles tiene copas perfectas, la mayor parte de los árboles (65.7%) presentó copas buenas o tolerables y 17,1% exhibió copas pobres o muy pobres (Tabla 3). La clase diamétrica 10\_20 cm engloba a más del 70% de los árboles con copas buenas y tolerables, al 55.1% con copas perfectas y al 88.6% con copas pobres o muy pobres. La mayor parte de los árboles de clases superiores presenta copas perfectas, buenas y tolerables (Tabla 3).

#### *Presencia de lianas*

614 árboles se encuentran libres de lianas, 46 presentan lianas en el fuste, 22 árboles presentan lianas en el fuste y copa y un solo árbol se encuentra cubierto completamente por lianas.

### Discusión

Comparando este estudio con otros similares realizados en bosques secos, se encontró mayor abundancia de individuos (Anexo 2),

**Tabla 2: Número de árboles y su representación porcentual por categorías de posición de copa y clases diamétricas del bosque seco subandino del Tuichi.**

Posición copa	Clases diamétricas										Total			
	10 – 20 N°/ha %	20 – 30 N°/ha %	30 – 40 N°/ha %	40 – 50 N°/ha %	50 – 60 N°/ha %	60 – 70 N°/ha %	Total							
Emergente	84	12.30	57	8.35	41	6.00	7	1.02	5	0.73	1	0.15	195	28.63
Dominante	120	17.57	20	2.93	4	0.59	1	0.15	1	0.15	0	0	146	21.44
Codominante	123	18.01	16	2.34	2	0.29	0	0	1	0.15	0	0	142	20.85
Intermedia	132	19.38	7	1.02	0	0	0	0	0	0	0	0	139	20.41
Suprimida	57	8.35	2	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0	59	8.66
Total	516	75.77	102	14.98	47	6.90	8	1.17	7	1.02	1	0.15	681	100

406

**Tabla 3: Número de árboles y su representación porcentual por categorías de forma de copa y clases diamétricas del bosque seco subandino del Tuichi.**

Forma de copa	Clases diamétricas										Total			
	10 – 20 N°/ha %	20 – 30 N°/ha %	30 – 40 N°/ha %	40 – 50 N°/ha %	50 – 60 N°/ha %	60 – 70 N°/ha %	Total							
Perfecta	64	9.40	25	3.66	20	2.93	4	0.59	3	0.44	0	0	116	17.03
Buena	148	21.67	32	4.69	15	2.20	3	0.44	3	0.44	0	0	201	29.52
Tolerable	200	29.28	35	5.12	9	1.32	1	0.15	1	0.15	1	0.15	247	36.27
Pobre	85	12.45	9	1.32	3	0.44	0	0	0	0	0	0	97	14.24
Muy pobre	19	2.78	1	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2.94
Total	516	75.77	102	14.98	47	6.90	8	1.17	7	1.02	1	0.15	681	100

confirmando esta característica con investigaciones realizadas en los alrededores, que mostraron mayor abundancia de individuos en cimas y laderas que en fondos de valle (Fuentes *et al.* en este volumen). *Phyllostylon rhamnoides*, la especie más abundante en la PPM, dio indicios sobre el tipo de suelo y drenaje de la PPM, deduciéndose luego debido a la topografía ondulada y a la textura arcillosa, con problemas de drenaje. Esto coincide con la característica señalada por Jardim *et al.* (2003) sobre la preferencia de esta especie a zonas con problemas de drenaje en el bosque seco Chiquitano. El suelo es una variable que se ha documentado muy escasamente, pero que influye en la heterogeneidad espacial en muchos bosques secos (Bullock *et al.* 1995). Sin embargo, la relación de los factores fitogeográficos (climático y topográfico) influyen mucho más que solo el suelo.

*Trichilia catigua*, registrada en Bolivia solo en los bosques secos del Tuichi y frecuente en localidades adyacentes dentro el mismo valle, es un registro nuevo para el país. Además, es probable encontrar especies nuevas y endémicas en estos valles (Kessler & Helme 1999, Fuentes *et al.* en este volumen). El aislamiento de estos valles secos pudo contribuir a la formación de un centro de endemismo y especiación, por lo que nuevos estudios en la zona pueden dar como resultado a especies nuevas.

*Anadenanthera colubrina* es una especie de amplia distribución y característica de los bosques secos del llamado “arco pleistocénico”, en el que rara vez llega a ser dominante (Prado & Gibbs 1993). Diferentes estudios mostraron que en Bolivia es una especie común, desde bosques semidecíduos bien drenados hasta bosques ribereños (Mostacedo *et al.* 2001, Jardim *et al.* 2003, [http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search\\_vast](http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast)). En la PPM, esta especie no solo fue registrada sino que llegó a ser frecuente y dominante.

Según Gentry (1995), los bosques secos se caracterizan por tener a Fabaceae como una de las familias con mayor abundancia, diversidad

y área basal. Los resultados obtenidos en este estudio confirman esta particularidad, aunque en la PPM la familia más abundante pero no dominante llegó a ser Ulmaceae. En los alrededores también se encontró a Fabaceae y Ulmaceae como las familias más abundantes (Fuentes *et al.* en este volumen, Zenteno en prep.), observándose por lo tanto que ambas familias llegan a ser características en este valle.

La ubicación del 73.1% de las especies en las dos primeras clases de frecuencia, indicó heterogeneidad acentuada en la vegetación, debido a la presencia de numerosas especies poco abundantes y raras. Se encontraron 11 especies raras y alrededor de 28 especies con menos de 10 individuos en la PPM. *Opuntia brasiliensis* fue encontrada como una especie frecuente en otros estudios (Beck *et al.* 2003, Fuentes *et al.* en este volumen) pero no en éste. Esto puede deberse a que no alcanza diámetros muy gruesos, quedando por consiguiente fuera del diámetro mínimo de medición utilizado en este estudio ( $dap \geq 10$  cm). Existe coincidencia con los estudios de Beck *et al.* 2003 y Fuentes *et al.* (en este volumen), en cuanto a que *Phyllostylon rhamnoides*, *Trichilia catigua* y *Anadenanthera colubrina* están dentro del grupo de especies más frecuentes en estos bosques.

El valor de área basal hallado (20 m<sup>2</sup>/ha) está lejos del promedio (30 m<sup>2</sup>/ha) encontrado en varios estudios realizados en otros sitios de bosque seco (Braun *et al.* 1985, Saldías 1991, Caballero & Jørgensen 2005) (Anexo 2). El encontrar numerosos individuos delgados y muy pocos individuos gruesos, provocó la acumulación del área basal en clases diamétricas inferiores, por lo que se obtienen valores de área basal bajos. Esto podría deberse al clima xérico de la localidad (Mueller *et al.* 2002, Navarro & Maldonado 2002), más seco que en las otras localidades con clima pluviestacional o a alguna alteración antigua y ahora imperceptible, aunque nosotros no observamos ninguna aparente.

En el área de estudio se encontraron 349 árboles, pertenecientes a 14 especies con

importancia económica que suman un área basal de 14.4 m<sup>2</sup>/ha. La tabla 1 sintetiza la información encontrada sobre los usos que se dan a estas especies arbóreas. El análisis de potencialidades de uso muestra que 11 de las 14 especies son potencialmente importantes en Bolivia (Mostacedo *et al.* 2001) y de éstas 11, solo siete especies son aprovechadas en grandes volúmenes (Superintendencia Forestal 2001). La mayoría de estas especies son utilizadas en construcción y carpintería en general. Este bosque es utilizado por la población local, principalmente en la extracción de combustibles (leña y carbón), madera (construcción y carpintería), taninos y para el ramoneo del ganado vacuno. Un punto importante que debe considerarse es que el bosque seco del valle del Tuichi se encuentra en buen estado de conservación, presenta peculiaridades fitogeográficas muy interesantes y tiene numerosas especies endémicas y recursos genéticos que no pueden ser medidos económicamente, pero que constituyen un patrimonio invaluable. Además, es un recurso indispensable que debe ser protegido por los servicios ambientales (protección de cuencas, regulación del clima y otros) que presta.

En la mayoría de bosques secos dominan dos familias: Fabaceae, normalmente representada por especies arbóreas y Bignoniaceae, dominada por lianas (Gentry 1995). En este bosque, la familia dominante coincide con lo aseverado por Gentry (1995) y con lo observado en otros bosques secos (Saldias 1991, Killeen *et al.* 1998), siendo Fabaceae la familia dominante y la más diversa en la PPM. El caso de las lianas es particular, ya que además de registrarse pocos individuos pertenecen a la familia Sapindaceae, lo que no coincide con lo manifestado por Gentry (1995) y por Fuentes *et al.* (en este volumen); estos últimos encontraron en la misma localidad un promedio de 36 lianas en 0.1 ha (dap $\geq$ 2.5 cm), siendo las familias dominantes Bignoniaceae y Sapindaceae, mientras que las más diversas son Bignoniaceae y Malpighiaceae. También en el bosque seco

chiquitano, Bignoniaceae, Malpighiaceae y Sapindaceae llegan a ser las familias más diversas de lianas (Killeen *et al.* 1998). Los resultados hallados pueden deberse a la metodología diferente que se usó, pues muy pocas lianas llegan a un dap $\geq$ 10 cm. Puede ser también a que el lugar de muestreo no tuvo ningún tipo de perturbación que llegue a favorecer el crecimiento de lianas, debido a que no se reproducen bien en un bosque primario (Killeen *et al.* 1998) o a que es un bosque bajo y muy seco, como sugiere la presencia y en sectores abundancia de especies suculentas de la familia Cactaceae (Fuentes *et al.* en este volumen).

En cuanto a la diversidad de familias, existe coincidencia con lo que expresaron Kessler & Helme (1999), Fuentes *et al.* (en este volumen) y Zenteno (en prep.), quienes reportaron a Fabaceae como la familia con mayor número de especies en el bosque seco del valle del Tuichi. Pero la medida de la diversidad en la PPM se vio afectada por el uso de un método estandarizado que solo considera árboles (dap $\geq$ 10cm). Fuentes *et al.* (en este volumen) para esta misma formación, utilizó otro método (dap $\geq$ 2.5 cm) y encontró 31 especies de Fabaceae en 1.3 ha.

Comparando la riqueza de especies (51 spp.) encontrada en la PPM con los hallados en parcelas instaladas en otro tipo de bosques (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/bolivia/pilonarticle/welcome.shtml>), se tiene mucho menos especies que en los bosques húmedos (130 spp.) (Gentry 1995). Su riqueza es comparable con algunos sitios de bosques ribereños o inundados (57 spp.) y más aún a bosques nublados (43 spp.). Sin embargo, en comparación a otros sitios de bosque seco posee una riqueza promedio (52 spp.) (Anexo 2).

En el bosque seco Chiquitano, las curvas de acumulación de especies revelan que 1-2 hectáreas son suficientes para la medición de la riqueza de especies arbóreas (dap $\geq$ 10 cm) (Killeen *et al.* 1998). Al comparar la curva

especie/área con todas las especies, con la curva sin las especies raras de la PPM, se aprecia que no difieren una de la otra. Ambas curvas no presentan un punto de inflexión notorio debido a la aparición de especies raras, expresando que el bosque es heterogéneo. Como el 96% de las especies se registraron hasta los 8.800 m<sup>2</sup>, el área de muestreo se considera representativa. Sin embargo, se observó un cambio en la estructura del suelo a partir de los 8.400 m<sup>2</sup>, tornándose más seco y pedregoso. Esto ayudaría a explicar la aparición de estas nuevas especies. La heterogeneidad del bosque ya fue observada cuando se advertían los resultados de frecuencia.

Los bosques secos del valle del Tuichi, muestran una gran variabilidad en su diversidad alfa, presentando rasgos fisionómicos homogéneos, pero una composición florística muy heterogénea. Esta característica fue comprobada por diferentes investigadores que realizaron estudios en este valle (Parker *et al* 1991, Kessler & Helme 1999, Cayola 2004, Fuentes *et al.* en este volumen, Zenteno en prep.). La estructura horizontal muestra la típica "J" invertida de los bosques tropicales, al acumular numerosos individuos en clases diamétricas menores y muy pocos individuos en clases diamétricas superiores. En cuanto a la estructura vertical, se observó que el estrato más bajo (<10m) es el más diverso en especies y familias. La composición del segundo estrato (10\_20 m) fue similar a la de una localidad próxima en que *Oxandra cf. espintana*, *Capparis flexuosa*, *Trichilia catigua*, *Machaerium cf. scleroxylon* y *Holocalyx balansae* eran dominantes (Zenteno en prep.). Las especies emergentes coinciden con lo señalado en otros estudios realizados en los alrededores (Kessler & Helme 1999, Navarro & Maldonado 2002, Beck *et al.* 2003, Fuentes *et al.* en este volumen, Zenteno en prep.). Además se encontró a *Phyllostylon rhamnoides* como la especie dominante de los tres estratos, pero no como especie emergente. Encontrándose por lo tanto el máximo número de árboles y de especies

en los estratos inferiores y el menor número de árboles y especies en el estrato superior.

Es importante destacar que existe una relación en la proporción de árboles que presentan una buena posición de copa y los que presentan una buena forma de copa. Mostrando que al menos la mitad de los individuos recibe suficiente luz como para poder desarrollar sin problemas. El 50.1% de los árboles presentaron una buena posición de copa (emergente y dominante) y el 46.5% una buena forma de copa (perfecta y buena), sin considerar a los árboles con una forma de copa tolerable. En general existen pocos árboles emergentes en los bosques secos y en el caso específico de este bosque el microrelieve era ondulado, siendo por lo tanto menos probable encontrar árboles con buena posición de copa y en consecuencia menos árboles con buena forma de copa. En el caso de efectuarse un manejo forestal, tanto la posición de copa como la forma de copa pueden determinar el tratamiento silvicultural a aplicarse (Saravia & Leño 1999).

El análisis de afinidad vegetacional mostró que el componente de bosque seco semidecíduo es el que domina. Este componente incluye elementos de amplia distribución en los bosques secos del Neotrópico, pero especialmente en la región brasileña paranense (Navarro & Maldonado 2002), como *Anadenanthera colubrina*, *Opuntia brasiliensis* y *Myracrodruon urundeuva*, además de *Phyllostylon rhamnoides*. También se encontraron poblaciones dispersas de *Lonchocarpus leucanthus*, *Thinouia mucronata* y *Holocalyx balansae*, típicas del núcleo de bosques secos de Misiones (Fuentes *et al.* en este volumen). El componente de bosque húmedo presenta especies con preferencia por ambientes más estacionales como los bosques semidecíduos. El bosque seco del valle del Tuichi comparte especies principalmente con bosques secos de la Chiquitanía y en menor grado con bosques húmedos (Kessler & Helme 1999). El componente andino presenta pocas especies, como por ejemplo *Ruprechtia apetala* y

*Capparis polyantha*, distribuidas en valles secos interandinos del centro y sur del país (Fuentes *et al.* en este volumen). Se registró también una especie andina reportada como endémica para Bolivia: *Triplaris vestita* y una especie que hasta ahora había estado restringida a los bosques secos de Ecuador y Perú: *Celtis loxensis* (Fuentes *et al.* en este volumen). La flora del valle del Río Tuichi muestra similitudes con el bosque semideciduo chiquitano y con bosques afines del piedemonte andino (NW argentino hasta el SE de Brasil), encontrándose al igual que Kessler & Helme (1999) escasa similitud con los bosques secos del norte de Sudamérica y con las regiones próximas al Chaco, Cerrado y las sabanas del Beni.

### Conclusiones

El bosque seco subandino yungueño presentó mayor densidad de árboles, menor área basal y muy pocas lianas, en comparación con otros bosques similares. El estrato más bajo del bosque resultó ser el más diverso. Las especies más importantes son de amplia distribución principalmente en los bosques secos de Sur América. Especies semideciduas y de amplia distribución en la región brasileño paranense dominan la vegetación del bosque, que mostró mayor afinidad con el bosque seco chiquitano. La PPM será un instrumento de monitoreo de los cambios causados por la intervención del hombre o por efectos del calentamiento global en el valle del Tuichi.

### Agradecimientos

El trabajo fue apoyado económicamente por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos (National Science Foundation grant no. 0101775) y por el Jardín Botánico de Missouri (MO) a través del Fondo Taylor para Investigación Ecológica. Se realizó en una colaboración entre el Herbario Nacional de Bolivia (LPB), el Real Jardín Botánico de Madrid (MA) y el Jardín Botánico de Missouri (MO).

### Referencias

- Adler, D. & Synott, T.J. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest., Oxford Forestry Institute, Tropical Forestry Papers (25): 1-124.
- Bach, K., M. Kessler & J. Gonzales. 1999. Caracterización preliminar de los bosques deciduos andinos de Bolivia en base a grupos indicadores botánicos. *Ecología en Bolivia* 32: 7"22.
- Beck, S., E. García, F. Zenteno & R. Tejada. 2003. Diagnóstico de flora. En: CARE (ed.). Madidi de Bolivia, mágico, único y nuestro. CD ROM. CARE, La Paz.
- Braun, A., S. Chalukian & L. Malmierca. 1985. Estudio florístico-estructural de un sector de selva semidecidua del noroeste Argentino. I. Composición florística, densidad y diversidad. *Darwiniana* 26(1"4): 27"41.
- Bullock, S., H. Mooney & E. Medina. 1995. Introduction. pp. 1"8. En: S. Bullock, H. Mooney & E. Medina (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Caballero, J. & P. M. Jørgensen. 2005. Composición, estructura y riqueza florística de dos sectores en el bosque Tucumano-Boliviano, Chuquisaca, Bolivia. *Revista Ciencia y Desarrollo, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno* 3(4):16-27.
- Camacho, O. 1997. Análisis del impacto de un aprovechamiento forestal en el bosque seco sub-tropical de Lomerío, Santa Cruz-Bolivia. Tesis de licenciatura, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz. 61 p.
- Cayola, L. 2004. Estructura y composición florística del bosque seco semideciduo andino, Parque Nacional y Área natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz, Bolivia. Tesis de licenciatura, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad

- Mayor de San Simón, Cochabamba. 89 p.
- Dawkins, H. C. 1958. The management of natural tropical high-forest with special reference to Uganda. Paper No 34. Imperial Forestry Institute, Oxford. 155 p.
- Fuentes, A., A. Araujo, H. Cabrera, F. Canqui, L. Cayola, C. Maldonado & N. Paniagua. 2004. Estructura, composición y variabilidad del bosque subandino xérico en un sector del valle del río Tuichi, ANMI Madidi, La Paz (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 15: 41"62.
- Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests, p. 146"194. En: S. Bullock, H. Mooney & E. Medina (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Guillen, J. 1997. Composición florística y estructura de un bosque semideciduo en las inmediaciones del Parque Nacional "Noel Kempff Mercado". Tesis de licenciatura, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. 58 p.
- Jardim, A., T. Killen & A. Fuentes. 2003. Guía de los árboles y arbustos del bosque seco chiquitano, Bolivia. Missouri Botanical Garden, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Fundación para la Conservación del Bosque Seco Chiquitano. Fundación Amigos de la Naturaleza Noel Kempff. Bolivia, Santa Cruz. 324 p.
- Kessler, M. & N. Helme. 1999. Floristic diversity and phytogeography of the central Tuichi Valley, an isolated dry forest locality in the Bolivian Andes. *Candollea* 54: 341"366.
- Killeen, T., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas & P. Saravia. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803"827.
- Lopez, A., E. Little, G. Ritz, J. Rombold & W. Hahn. 1987. Árboles comunes del Paraguay. *Cuerpo de Paz*. Washington, D.C. 425 p.
- Lowe, R. G. & P. Walker. 1977. Classification of canopy, stem, crow status and climber infestation in natural tropical forest in Nigeria. *Journal of Applied Ecology* 14(3): 897"903.
- Matteucci, D.C. & A. Colma. 1982. Metodologías para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington D.C. 168 p.
- Mostacedo, B., J. Justiniano, M. Toledo & T. Fredericksen. 2001. Guía dendrológica de especies forestales de Bolivia. BOLFOR, Santa Cruz. 215 p.
- Mueller, R., S. Beck & R. Lara. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. *Ecología en Bolivia* 37(2): 5"14.
- Murphy, P. G. & A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *A.R.E.S.* 17:67"68.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Departamento de Difusión, Cochabamba. 719 p.
- Parker, T. & B. Bailey. 1991. A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of northwest Bolivia, May 18–June 15, 1990. *RAP Working Papers* 1, Conservation International, Washington, DC. 108 p.
- Pennington, R. T., D. E. Prado & C. A. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27: 261"273.
- Perry, A., M. Kessler & N. Helme. 1993. Biological survey and conservation assessment of inter-Andean dry tropical forest of the Central Rio Tuichi valley.



- Proposed Madidi National Park. Field Report 1: 1-30.
- Prado, D. E. & Gibbs, P. E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals Missouri Botanical Garden* 80: 902-927.
- Ribera, M. O., Liberman, M., Beck, S. & Moraes, M. 1996. Vegetación de Bolivia. pp. 169-222. En: K. Mihotek (ed.). *Comunidades, Territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia*. Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.
- Saldias, M. 1991. Inventario de árboles en el bosque alto del Jardín Botánico de Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 17: 31-46.
- Saravia, P. & C. Leño. 1999. Muestreo diagnóstico en tres sitios del bosque Chimanes. Documento Técnico 75. BOLFOR. Santa Cruz. 36 p.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25: 1-35.
- Superintendencia Forestal. 2001. Informe anual. Superintendencia Forestal de Bolivia. Santa Cruz. 141 p.

Anexo 1: Lista de especies registradas en la parcela permanente de muestreo del bosque seco subandino yungueño del Tuichi, ANMI Madidi. Cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI) y del Índice de Valor de Importancia Familiar (IVIF).

FAMILIA Especie	Número de Individuos	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Frecuencia	Abundancia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Diversidad relativa (%)	IVI (%)	IVIF (%)	Testigo
<b>ACHATOCARPACEAE</b>	18	0.22	6	2.58	1.12	2.11	1.96	1.89		
<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb.	18	0.22	6	2.58	1.12	2.11		1.94		LC 147
<b>ANACARDIACEAE</b>	10	0.60	6	1.43	3.03	2.11	3.92	2.79		
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	9	0.49	5	1.29	2.44	1.76		1.83		LC 187
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	1	0.12	1	0.14	0.58	0.35		0.36		LC 166
<b>ANNONACEAE</b>	6	0.07	6	0.86	0.38	2.11	3.92	1.72		
<i>Oxandra espiintana</i> (Spruce ex Benth.) Baill.	5	0.05	5	0.72	0.27	1.76		0.92		LC 157
<i>Rollinia emarginata</i> Schtdl.	1	0.02	1	0.14	0.11	0.35		0.20		LC 20
<b>APOCYNACEAE</b>	2	0.08	2	0.29	0.38	0.70	1.96	0.87		
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	2	0.08	2	0.29	0.38	0.70		0.46		LC 19
<b>BIGNONIACEAE</b>	8	0.24	5	1.14	1.17	2.11	3.92	2.08		
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	7	0.23	5	1.00	1.13	1.76		1.30		LC 188
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	1	0.01	1	0.14	0.04	0.35		0.18		LC
<b>BOMBACACEAE</b>	18	0.85	14	2.58	4.27	5.28	5.88	4.24		
<i>Chorisia cf. insignis</i> Kunth	5	0.50	3	0.72	2.51	1.06		1.43		LC 161
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	10	0.20	9	1.43	1.03	3.17		1.88		LC 148
<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	3	0.15	3	0.43	0.73	1.06	1.96	0.74		LC 156
<b>BORAGINACEAE</b>	1	0.02	1	0.14	0.12	0.35		0.20		LC 183
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	1	0.02	1	0.14	0.12	0.35				
<b>CACTACEAE</b>	13	0.38	10	1.87	1.90	3.87	5.88	3.22		
<i>Cereus</i> sp.1	1	0.01	1	0.14	0.07	0.35		0.19		LC 192
<i>Cereus</i> sp.2	8	0.33	6	1.15	1.64	2.11		1.63		LC 198
<i>Opuntia brasiliensis</i> (Willd.) Haw.	4	0.04	4	0.57	0.18	1.41		0.72		LC 162

FAMILIA Especie	Número de Individuos	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Frecuencia	Abundancia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Diversidad relativa (%)	IVI (%)	IVIF (%)	Testigo
<b>CAPPARACEAE</b>										
<i>Capparis coimbrana</i> X. Cornejo & H.H. Iltis	31	0.51	17	4.45	2.56	6.34	3.92		3.64	LC 153
<i>Capparis polyantha</i> Triana & Planch.	11	0.18	7	1.58	0.89	2.46		1.64		LC 146
<b>COMBRETACEAE</b>										
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	20	0.33	11	2.87	1.68	3.87	1.96	2.81	3.04	
<b>ERYTHROXYLACEAE</b>										
<i>Erythroxylum subtrotundum</i> A. St.-Hil.	33	0.48	15	4.73	2.42	5.28	1.96	4.15	1.12	LC 175
<b>FABACEAE</b>										
<i>Amburana cearensis</i> (Allemao) A.C. Sm.	6	0.11	4	0.86	0.53	1.41		0.93		LC
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	6	0.11	4	0.86	0.53	1.41			24.3	
<i>Bauhinia</i> sp.1	132	6.84	25	18.9	34.3	24.3	19.6			
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	10	0.74	7	1.43	3.71	2.46		2.54		LC 182
<i>Lonchocarpus</i> aff. <i>leucanthus</i> Burkart	48	4.33	23	6.89	21.7	8.10		12.2		LC 154
<i>Machaerium scleroxylon</i> Tul.	3	0.04	2	0.43	0.19	0.70		0.44		LC 160
<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth.	9	0.43	2	1.29	2.14	0.70		1.38		LC 195
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	10	0.14	5	1.43	0.72	1.76		1.30		LC 164
Fabaceae sp 1	36	0.84	18	5.16	4.23	6.34		5.24		LC 151
<b>FLACOURTIACEAE</b>										
<i>Banara</i> cf. <i>tomentosa</i> Clos	1	0.02	1	0.14	0.08	0.35		0.19		LC 202
<i>Xylosma</i> cf. <i>velutina</i> (Tul.) Triana & Planch.	5	0.14	4	0.72	0.70	1.41		0.94		LC 179
<i>Banara</i> sp.1	3	0.06	3	0.43	0.28	1.06		0.59		LC 204
<b>LECTYDACEAE</b>										
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	7	0.10	4	1.00	0.52	1.41	5.88	0.98	3.36	LC 205
	19	0.29	13	2.73	1.46	4.93				LC 163
	17	0.27	12	2.44	1.37	4.23				LC 176
	1	0.01	1	0.14	0.04	0.35				LC 194
	1	0.01	1	0.14	0.05	0.35				
	2	0.27	2	0.29	1.34	0.70	1.96		1.19	
	2	0.27	2	0.29	1.34	0.70		0.78		LC 159

Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi,  
Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia)

FAMILIA Especie	Número de Individuos	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Frecuencia	Abundancia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Diversidad relativa (%)	IVI (%)	IVIF (%)	Testigo
<b>MELIACEAE</b>										
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	105	1.35	22	15.1	6.78	10.6	5.88	0.66	9.24	LC 170
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	3	0.10	3	0.43	0.50	1.06		0.96		LC 181
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	6	0.05	5	0.86	0.25	1.76		9.18		LC 142
<b>MYRTACEAE</b>										
<i>Eugenia</i> sp.1	16	0.19	7	2.30	0.94	3.17	7.84	0.19	3.69	LC 149
<i>Eugenia</i> sp.2	1	0.02	1	0.14	0.08	0.35		1.38		LC 189
<i>Myrcianthes</i> sp.1	12	0.13	5	1.72	0.66	1.76		0.38		LC 203
Myrtaceae sp.1	2	0.03	2	0.29	0.15	0.70		0.18		LC 201
<b>NYCTAGINACEAE</b>										
<i>Neea</i> sp.1	1	0.01	1	0.14	0.05	0.35		0.73	0.92	LC 197
	4	0.04	4	0.57	0.21	1.41	1.96			
	4	0.04	4	0.57	0.21	1.41		0.62		
<b>OLACACEAE</b>										
<i>Ximenea americana</i> L.	41	0.60	19	5.88	3.00	6.69	1.96	5.19	3.62	LC 144
	41	0.60	19	5.88	3.00	6.69				
<b>POLYGONACEAE</b>										
<i>Coccoloba</i> aff. <i>cordata</i> Cham.	23	0.29	10	3.30	1.46	4.23	5.88	0.48	3.55	LC 207
	4	0.03	2	0.57	0.17	0.70		2.06		LC 184
<i>Ruprechtia apetala</i> Wedd.	16	0.21	8	2.30	1.05	2.82		0.46	0.92	LC 191
<i>Triplaris vestita</i> Rusby	3	0.05	2	0.43	0.23	0.70	1.96			LC 165
<b>RUTACEAE</b>										
<i>Zanthoxylum fagara</i> subsp. <i>lentiscifolium</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Reynel	3	0.07	3	0.43	0.36	1.06		0.55	0.85	LC 168
	3	0.07	3	0.43	0.36	1.06		0.97		
<b>SAPINDACEAE</b>										
<i>Thinouia mucronata</i> Radlk.	3	0.03	3	0.43	0.17	1.06	1.96			
<b>SAPOTACEAE</b>										
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.	3	0.11	1	0.43	0.53	0.35	1.96	0.44	0.97	LC 145
	3	0.11	1	0.43	0.53	0.35				

FAMILIA Especie	Número de Individuos	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Frecuencia	Abundancia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Diversidad relativa (%)	IVI (%)	IVIF (%)	Testigo
<b>ULMACEAE</b>										
<i>Celtis loxensis</i> C.C. Berg	199	6.30	25	28.5	31.5	9.50	3.92		21.3	LC 180
<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J. Poiss.) Taub.	2	0.06	2	0.29	0.30	0.70		0.43		LC 143
<b>URTICACEAE</b>										
<i>Urtica baccifera</i> (L.) Gaudich.	197	6.24	25	28.3	31.2	8.80		22.8	0.73	
	1	0.02	1	0.14	0.09	0.35	1.96			LC 193
	1	0.02	1	0.14	0.09	0.35		0.20		
<b>TOTAL</b>	<b>697</b>	<b>20.0</b>	<b>284</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

Anexo 2: Diversidad de árboles en parcelas permanentes de muestreo instaladas en diferentes localidades con bosque deciduo. Se presentan datos de árboles con dap e' 10 cm. Abreviaciones: \* Datos no publicados; \*\* Base de datos SALVIAS.

Localidad	Altitud (m)	N° indiv/ha	N° Familias	N° spp/ha	Especies abundantes
Parque Nacional El Rey <sup>1</sup>	950	273	18	29	<i>Pisonia ambigua</i> , <i>Phoebe porphyria</i> , <i>Urera baccifera</i> , <i>Vassobia breviflora</i> , <i>Solanum riparium</i>
Parque Nacional El Rey <sup>1</sup>	950	264	17	14.5	<i>Pisonia ambigua</i> , <i>Achatocarpus</i> sp., <i>Patagonula americana</i> , <i>Myroxylon peruiferum</i> , <i>Myrcianthes mato</i>
Parque Nacional El Rey <sup>1</sup>	1.050	337	22	17	<i>Myrcianthes mato</i> , <i>Allophylus edulis</i> , <i>Terminalia triflora</i> , <i>Pisonia ambigua</i> , <i>Myrcianthes pungens</i>
Paraguay Oriental <sup>2</sup>	-	349	21	45	<i>Astronium fraxinifolium</i> , <i>Tabebuia heptaphylla</i> , <i>Cordia trichotoma</i> , <i>Patagonula americana</i> , <i>Anadenanthera colubrina</i>
Jardín botánico de Santa Cruz <sup>3</sup>	375	368	21	34	<i>Galliesia integrifolia</i> , <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> , <i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> , <i>Phyllostylon rhamnoides</i> , <i>Acacia glomerata</i> , <i>Anadenanthera colubrina</i>
Jardín botánico de Santa Cruz <sup>4</sup>	375	526	-	29.5	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> , <i>Phyllostylon rhamnoides</i>
Lomerío <sup>5</sup>	421	421	31	70	<i>Acosmium cardenasii</i> , <i>Anadenanthera colubrina</i> , <i>Aspidosperma macrocarpa</i> , <i>Acacia</i> sp., <i>Caesaria gossypiosperma</i> , <i>Caesalpinia pluviosa</i>
Noel Kempff, Las Torres I*	350	-	-	40	-
Bajo Paraguá, Cerro Pelao I**	400	631	24	59	<i>Combretum leprosum</i> , <i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> , <i>Anadenanthera colubrina</i> , <i>Luehea candidans</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Aspidosperma macrocarpon</i>
Bajo Paraguá, Cerro Pelao II**	400	588	32	84	<i>Trichilia elegans</i> , <i>Combretum leprosum</i> , <i>Simira</i> sp., <i>Talisia esculenta</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Caesaria gossypiosperma</i>
Chuquisaca, Yerbabuena <sup>6</sup>	1.120-1.450	441	29	42	<i>Pisonia ambigua</i> , <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> , <i>Myrcianthes pungens</i> , <i>Capparis flexuosa</i> , <i>Ocotea puberula</i> , <i>Tabebuia chrysanta</i>
Chuquisaca, Peña <sup>6</sup>	1.120-1.450	408	25	39	<i>Myrcianthes pungens</i> , <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> , <i>Ruprechtia apetala</i> , <i>Catrela lilloi</i> , <i>Pisonia excelsa</i> , <i>Pisonia ambigua</i>
Noel Kempff, Acuario I <sup>7</sup>	280	477	34	68	<i>Simira</i> cf. <i>rubescens</i> , <i>Vitex triflora</i> , <i>Caesaria gossypiosperma</i> , <i>Anadenanthera colubrina</i> , <i>Combretum leprosum</i> , <i>Tabebuia</i> cf. <i>aurea</i>
Noel Kempff, Acuario II <sup>7</sup>	280	425	27	57	<i>Caesalpinia floribunda</i> , <i>Vitex triflora</i> , <i>Anadenanthera colubrina</i> , <i>Caesaria gossypiosperma</i> , <i>Combretum leprosum</i>
Valle del río Tuichi <sup>8</sup>	880	697	24	51	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> , <i>Trichilia</i> aff. <i>emarginata</i> , <i>Anadenanthera colubrina</i> , <i>Ximenea americana</i> , <i>Machaerium scleroxylon</i> , <i>Terminalia triflora</i>

<sup>1</sup> Brown et al. (1985); <sup>2</sup> Lopez et al. (1987); <sup>3</sup> Saldias (1991); <sup>4</sup> Usiar (2003); <sup>5</sup> Camacho (1997); <sup>6</sup> Caballero & Jørgensen (2004); <sup>7</sup> Guillen (1997); <sup>8</sup> Cayola (2004).