

Composición florística y estructura de los árboles en un bosque tropical montano de la Cordillera Mosestenes, Bolivia

Floristic composition and structure of trees in a tropical montane forest of Cordillera Mosestenes, Bolivia

Manuel J. Macía¹ y Juan Fuertes²

RESUMEN

Se realizó un inventario florístico de los árboles con un diámetro a la altura del pecho igual o superior a 2,5 cm, incluyendo también Arecaceae, Poaceae y Pteridophyta de porte arbóreo, en cuatro parcelas de 0.1-ha en los bosques montanos de la Cordillera Mosestenes, una región que permanecía inexplorada en Bolivia. El área de estudio está compuesta por un complejo mosaico de los siguientes hábitats: (1) bosques montanos maduros, (2) bosques en regeneración heterogéneos (de distintas edades) que ocuparon la mayor extensión de la región explorada, (3) formaciones monodominantes de bambú (*Guadua* sp.), (4) bosque de cresta de montaña, y (5) ecosistemas ligados al medio acuático. Se instalaron tres parcelas de 0.1-ha en los bosques maduros, aunque con retazos de bosques en regeneración, entre 1240–1385 m de altitud, y una cuarta parcela de 0.1-ha en la formación de cresta de montaña a 1560 m. Se encontraron un total de 196 especies que se agruparon en 111 géneros y 49 familias. En conjunto las especies más abundantes fueron *Guadua* sp. (97 individuos), *Alchornea triplinervia* (55), *Psychotria tinctoria* (43), *Miconia affinis* (40) y *Cinchona* sp. (38). Se registró una disminución en la riqueza de especies y del área basal al aumentar en altitud. La parcela de bosque de cresta de montaña tuvo una composición florística claramente distinta de las otras parcelas inventariadas. Si se comparan estas cuatro parcelas con otros inventarios cuantitativos de 0.1-ha realizados en distintos tipos de bosques de Bolivia, se concluye que la riqueza de especies de árboles en el área estudiada de la Cordillera Mosestenes es baja. Sin embargo, somos conscientes de que el área inventariada es exigua para hacer una valoración adecuada de su importancia para la conservación.

Palabras clave: biodiversidad, parcelas de 0,1-ha, bosque montano, comunidades vegetales, patrones florísticos.

ABSTRACT

A floristic inventory of trees with a diameter at breast height equal or greater than 2.5 cm, including other tree appearance Arecaceae, Poaceae and Pteridophyta was carried out in four 0.1-ha plots in montane forests of Cordillera Mosestenes, a Bolivian region which remained unexplored. The study area is conformed by a complex mosaic of the following habitats: (1) mature montane forests, (2) heterogeneous regeneration forests (at different stages) which occupied the largest extension in the explored area, (3) monodominant bamboo stands (*Guadua* sp.), (4) ridge forest, and (5) aquatic ecosystems. Three 0.1-ha plots were established in the mature forests, although including patches of regeneration forests at 1240–1385 m elevation, and a fourth 0.1-ha plot was also established in the ridge forest at 1560 m. A total of 196 species including 111 genera and 49 families were recorded. Overall, the most abundant species were *Guadua* sp. (97 individuals), *Alchornea triplinervia* (55), *Psychotria tinctoria* (43), *Miconia affinis* (40) and *Cinchona* sp. (38). Both species richness and basal area were declining with elevation. The ridge forest plot showed clearly a different floristic composition from the other inventoried forest plots. When a comparison was performed between these four plots and other 0.1-ha quantitative inventories already carried out in different Bolivian forest types, we conclude that tree species richness in the studied area in Cordillera Mosestenes is low. However, we are aware that in such small inventoried area is not possible to have a good assess of its importance for conservation.

Keywords: biodiversity, montane forest, plant communities, floristic patterns, 0.1-ha plots

¹ Real Jardín Botánico, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Plaza de Murillo 2, E-28014 Madrid, España. E-mail: mmacia@rjb.csic.es

² Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

INTRODUCCIÓN

La región de los Andes tropicales es una de las áreas de mayor diversidad biológica del mundo y uno de los puntos calientes (*hotspots*) primordiales para su conservación en el planeta (Myers *et al.*, 2000). Varias instituciones nacionales e internacionales han propuesto la protección de un corredor biológico binacional entre la Cordillera de Vilcabamba en Perú y el Parque Nacional Amboró en Bolivia. Sin embargo, existe una enorme carencia de inventarios de plantas leñosas en los bosques de Bolivia (Beck, 1998; Kessler & Beck, 2001), así como de especímenes en los herbarios (Solomon, 1989) para hacer una caracterización general de la vegetación en estos ambientes montañosos (Beck *et al.*, 1993; Rivera *et al.*, 1996; Navarro & Maldonado, 2002). La Cordillera Mosestenes forma parte de este corredor biológico Vilcabamba-Amboró y probablemente sea una de las zonas más desconocidas de los Andes de Bolivia, por lo que este estudio viene a llenar un hueco en los estudios florísticos en la diversidad del país.

La mayoría de los inventarios de plantas leñosas en el Neotrópico y también en Bolivia se han ocupado principalmente de los árboles de dosel, para lo que se han realizado muestreos de árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) ≥ 10 cm, normalmente en parcelas permanentes de 1-ha (e.g. Seidel, 1995; Vargas, 1996; Smith & Killeen, 1998; Flores *et al.*, 2002; Bascopé & Jørgensen, 2005; Cabrera-Condorco, 2005). Sin embargo, con un estudio más detallado mediante la inventariación de las plantas leñosas con dap ≥ 2.5 cm en parcelas o transectos temporales de 0.1-ha, se obtiene una mejor caracterización del sotobosque y por tanto, en conjunto es una metodología más apropiada para el inventario de la diversidad vegetal (Phillips & Miller, 2002; Phillips *et al.*, 2003; Macía & Svenning, 2005; Macía *et al.*, 2007). En Bolivia los inventarios de este tipo han sido particularmente utilizados en la región del Parque Nacional Madidi y áreas aledañas (Foster & Gentry 1991; Gentry & Foster, 1991; Kessler & Helme, 1999; Phillips & Miller, 2002; Araujo-Murakami *et al.*, 2005a; Fuentes *et al.*, 2004; Araujo-Murakami *et al.*, 2005b; Araujo-Murakami *et al.*, 2005c; Quisbert & Macía, 2005; Macía, 2008).

Los objetivos de este estudio fueron: (1) Estudiar la diversidad, composición florística y estructura de las plantas leñosas, fundamentalmente los árboles pero incluyendo también las palmeras (Arecaceae), gramíneas (Poaceae) y helechos (Pteridophyta) que tuvieron porte arbóreo y un dap ≥ 2.5 cm (aunque sabemos que no

son propiamente árboles), pero excluyendo las plantas trepadoras en los distintos tipos de bosque montano en los alrededores de la Laguna Carachupa en la Cordillera Mosestenes. De aquí en adelante, llamaremos a los grupos de plantas estudiados 'árboles' para facilitar su lectura. (2) Comparar los datos obtenidos con otros inventarios de árboles realizados en distintas zonas de las tierras bajas y montañas de Bolivia, y (3) Valorar los resultados obtenidos con un enfoque hacia la conservación.

ÁREA DE ESTUDIO

Descripción general de la Cordillera Mosestenes

La Cordillera Mosestenes es una de las cordilleras en las estribaciones de los Andes de Bolivia, que están relativamente más aisladas respecto de la cadena montañosa principal de los Andes. Está localizada en el Departamento de Cochabamba y tiene alrededor de 130 km de longitud, 20–25 km de anchura y una altitud máxima de 2050 m. La Cordillera Mosestenes está separada de la Cordillera Cocapata (que tiene mayor altitud) en el suroeste por el río Altamachi, que fluye casi en línea recta de sudeste a noroeste, a una altitud de entre 800 y 1200 m. Por el noroeste, la Cordillera Mosestenes está conectada con la Serranía Marimonos y la Serranía Pílon, mientras que por el sureste se extienden algunas crestas de montaña estrechas hacia la cadena andina principal de la Cordillera de Cochabamba.

El mapa geológico de Bolivia (Pareja *et al.*, 1978) muestra que la Cordillera Mosestenes consiste en una alternancia compleja de bandas estrechas de areniscas, lutitas y limolitas del Devónico; diamictitas, areniscas y lutitas del Silúrico; rocas calizas, areniscas y limolitas del Pérmico; areniscas, conglomerados, lutitas y limolitas del Terciario y sedimentos del Cuaternario. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estos datos están basados en extrapolaciones a partir de estudios realizados en otras regiones próximas a la propia Cordillera Mosestenes, ya que en esta región concreta no existen estudios geológicos. Durante nuestro sobrevuelo de la región, observamos que la estructura forestal de la Cordillera Mosestenes y la franja inmediatamente al sur del río Altamachi son notablemente diferentes del típico bosque de las laderas andinas. Posiblemente se puede explicar por las condiciones geológicas especiales que todavía no se han estudiado.

No existen datos climatológicos precisos para la Cordillera Mosestenes. La estación climatológica más cercana está en Villa Tunari al sudeste y en Caranavi al noroeste. Debido a la marcada variación existente en la precipitación de los Andes bolivianos, incluso en pequeñas distancias geográficas, los datos de estas estaciones son difícilmente extrapolables para la Cordillera Mosestenes. Sin embargo, basándose en una comparación de la vegetación con áreas de condiciones climáticas conocidas, se puede estimar el siguiente perfil climático para la Cordillera Mosestenes. Las temperaturas medias anuales oscilan, aproximadamente, entre 25°C a 300 m y 12°C en los picos más altos de la cordillera. La fluctuación diaria de temperatura es del orden de 10°C durante los días nublados y de 20°C en días con cielos despejados. La variación anual de la media mensual de las temperaturas es probablemente del orden de 6°C, siendo los meses de julio y agosto los más fríos, y los de noviembre y diciembre los más cálidos. Periódicamente afluyen frentes de aire frío patagónico durante el invierno meridional, que se conocen localmente como *sures* o *surazos*, y que provocan bruscas caídas de temperatura durante periodos de unos pocos días. Durante estos *surazos*, las temperaturas pueden caer hasta cerca de 10°C en las tierras bajas, registrándose temperaturas mínimas ocasionales de 4,5°C (Macía 2008) y probablemente hasta justo por encima del punto de congelación a 2000 m de altitud. Durante nuestra visita registramos una temperatura mínima de 6°C a 1300 m.

La precipitación media anual de la Cordillera Mosestenes varía con la altitud y de orientación este a oeste, dependiendo de los frentes predominantes. Durante el verano austral (de octubre a abril), la mayoría de las precipitaciones las traen las corrientes del este. Estas lluvias suponen alrededor del 80% de la precipitación anual en la región. Durante el invierno austral, las lluvias se distribuyen irregularmente, y en general son causadas por los *surazos*. En las tierras bajas del noroeste, la precipitación anual oscila entre 2500–4000 mm, mientras que aumenta con la altitud en la vertiente este de la cordillera, alcanzando presumiblemente un máximo de 3000–6000 mm a los 1500 m de altitud. La vertiente oeste de la cordillera está localizada en la zona de sombra de lluvias y es considerablemente más seca, con una precipitación estimada de 1500–3000 mm en los alrededores del río Altamachi. Además de la precipitación en forma de lluvia, las zonas más altas de la Cordillera (especialmente en la vertiente este) reciben una cantidad considerable de humedad por la condensación del agua de las nubes.

La vegetación de la Cordillera Mosestenes consiste en un mosaico de distintos tipos de hábitats. Muchos de éstos fueron estudiados en las proximidades de nuestro campamento en la Laguna Carachupa y se describirán con detalle más adelante, mientras que otros se observaron solamente durante los reconocimientos aéreos en avioneta en agosto de 2002 y en helicóptero en 2003.

De modo general, la vegetación de la Cordillera Mosestenes se puede clasificar como bosque húmedo siempreverde, aunque la geología, topografía, el clima y las perturbaciones naturales lo han modificado de diversas maneras. Además del bosque maduro y alto, hay muchas manchas de distinto tamaño de vegetación secundaria natural, producto de corrimientos de tierras. A lo largo de los barrancos formados por el cauce de los cursos de agua se observaron también desde claros abiertos con vegetación herbácea, hasta formaciones de matorral con arbustos y árboles pioneros. En algunas zonas hay incluso superficies de roca, completamente desprovistas de suelo y vegetación o con manchas aisladas de arbustos bajos en zonas de mayores precipitaciones. Una de las características más notables de la Cordillera Mosestenes y de las zonas más bajas del suroeste de la Cordillera Cocapata son los extensos bosques de palmeras, a menudo cubriendo ininterrumpidamente varios kilómetros cuadrados. Por encima de los 1500 m aproximadamente, estos bosques se concentran en las crestas de las montañas y están dominados por *Dictyocaryum lamarckianum*, que forma frecuentemente manchas monoespecíficas. A lo largo del río Altamachi, las manchas de palmeras se localizan en las laderas más bajas y están formadas por *Iriartea deltoidea*, *Attalea phalerata* y *Oenocarpus* sp. Otras zonas están dominadas por bambúes (*Guadua* sp.) altos. Las zonas más bajas de la vertiente oeste de la Cordillera Mosestenes cerca del río Altamachi son considerablemente más secas y por tanto tienen bosques semidecíduos, incluyendo en su cortejo florístico especies deciduas como *Tabebuia* sp. A mayor altitud, las crestas y algunas laderas de fuerte pendiente y con suelos poco profundos sustentan vegetación raquílica con aspecto de brezal. En otras manchas, la causa de la vegetación de aspecto enano o mal desarrollado parece ser el sustrato geológico especial. Esto se hace particularmente evidente justo al sur del río Altamachi, donde una franja estrecha de unos 100–200m de anchura soporta solamente matorrales, a pesar de que el bosque adyacente es alto y bien desarrollado, presentando la misma altitud y pendientes similares. Durante la expedición, no se pudo acceder a estos lugares geológicamente especiales, y por tanto no sabemos cuáles son las condiciones ambientales y fisicoquímicas

precisas del área. Por último, entre la diversidad de los hábitats terrestres existen pequeños arroyos, ríos y unas lagunas aisladas de pequeño tamaño. Entre ellas, elegimos la de mayor tamaño como emplazamiento para montar el campamento de estudio, y desde allí desarrollar el conjunto de los estudios biológico. Este lugar lo denominamos Laguna Carachupa.

Laguna Carachupa

El presente estudio se llevó a cabo en las cercanías de una pequeña laguna, que llamamos Laguna Carachupa por la abundancia local de zarigüeyas o *carachupas*. La laguna se encuentra a 1310 m de altitud en las coordenadas geográficas siguientes: 16°13'58"S, 66°24'54"E (UTM 0776352, 8203586). Los estudios se desarrollaron principalmente en un radio de un kilómetro alrededor de la laguna, abriendo varias sendas desde los riachuelos próximos (1200 m) hasta la cresta de la montaña (1600 m). Los estudios herpetológicos se extendieron hasta un pequeño valle fluvial a 1080 m, situado aproximadamente a 1,4 kilómetros al suroeste de la laguna.

Geológicamente, encontramos areniscas amarillentas-anaranjadas y lititas negruzcas del Silúrico o del Pérmico. El terreno tuvo una fuerte pendiente, con inclinaciones de 35-85° y con muchos cortados causados por corrientes de agua y antiguos corrimientos de tierra. Por tanto, las laderas eran rocosas y de difícil acceso. El suelo estaba cubierto por rocas en proporción considerable a lo largo de grandes extensiones de terreno, formándose solamente suelo de grano fino en los huecos entre las rocas. En las pendientes, los suelos estaban algo mejor desarrollados aunque también fueron muy pedregosos, con una capa de materia orgánica superficial de 2–5 cm de espesor. En las crestas en cambio, los suelos estaban mucho más lavados pero tenían una capa de materia orgánica de 20–50 cm de espesor.

La vegetación del área de estudio se dividió en 5 categorías principales que se describen a continuación. Todos los investigadores de la expedición trabajaron al menos en cuatro de estos tipos de vegetación, a menudo exactamente en el mismo sitio, asegurando por tanto la compatibilidad de los resultados entre los grupos de estudio.

1.- El bosque maduro estaba compuesto por formaciones de 20–25 m de altura, con árboles emergentes de hasta 35 m y un sotobosque bastante abierto. Este tipo de bosque fue estudiado en la parcela de árboles nº 2 y parcialmente en las parcelas de árboles nº 1 y nº 3 (ver

más adelante de este capítulo). El bosque maduro se restringía a manchas aisladas con una extensión aproximada de entre 0,1 y 0,5 ha de extensión, sobre todo en las pendientes más bajas o intermedias. Las plantas epífitas se encontraron en densidades moderadas y solamente fueron abundantes en los árboles emergentes aislados, que principalmente fueron varias especies de Moraceae del género *Ficus* (ver Kessler *et al.*, 2008).

2.- La mayoría de la zona de estudio estuvo cubierta por bosque en regeneración, provocado por perturbaciones naturales debidas a corrimientos de tierra o en menor medida a caída de árboles. Este tipo de bosque es muy heterogéneo dependiendo de su edad y de las condiciones del sitio específico. Los estadios sucesionales más jóvenes, con edades estimadas de entre unos pocos años o hasta una o dos décadas, se encontraron en el extremo sur de la Laguna Carachupa. Algunos de estos corrimientos de tierra más jóvenes estaban dominados por unas formaciones densas de *Panicum* sp. (Poaceae), *Solanum* spp. (Solanaceae), *Acalypha* spp. (Euphorbiaceae), *Hedyosmum* spp. (Chloranthaceae) y árboles de *Cecropia* spp. (Cecropiaceae) de hasta 12 m de altura. Los estadios sucesionales más antiguos fueron más diversos y más extensos. Éstos se estudiaron parcialmente en las parcelas de árboles nº 1 y nº 3. El bosque de regeneración de más edad difiere estructuralmente del bosque maduro por su menor altura de dosel (aproximadamente 10–20 m), por la ausencia de árboles de tronco grueso, la existencia de un sotobosque más denso y menor abundancia de plantas epífitas.

3.- Se encontraron también grandes extensiones de bosques de bambú, dominados por *Guadua* sp. (Poaceae). Esta especie tiene tallos de hasta 7 cm de diámetro y alcanza los 15 m de altura. Se encontraron bambúes tanto entremezclados en el bosque en regeneración (por ejemplo en algunas partes de la parcela de árboles nº 3), como en formaciones en las que era la especie monodominante. En el interior de estas formaciones densas de bambú se observó muy poca regeneración de árboles. Fuimos incapaces de discernir con precisión cual pudo ser la dinámica de estos bosques de bambú. En base a nuestras observaciones, es posible que los bambúes formen parte de la regeneración durante el proceso de sucesión tras un corrimiento de tierras o de caída de árboles y que incluso, puedan ser reemplazados por formaciones arbóreas más diversas eventualmente. En otros bosques y latitudes distintas se ha observado que la regeneración de árboles se pueden dar durante los períodos de floración y fructificación masiva y perió-

dica tras la muerte de los bambúes (Richards, 1996). Por otra parte, estas formaciones de bambúes pueden representar a bosques envejecidos en los que los bambúes excluirían gradualmente a los árboles hasta su destrucción por corrimientos de tierra.

4.- El bosque de cresta de montaña se encuentra a 1500–1600 m al este y norte de la Laguna Carachupa. Esta formación es notablemente diferente en cuanto a estructura y composición florística respecto a los bosques de las laderas a altitudes más bajas. Era una formación con árboles enanos o poco desarrollados de 3–12 m de altura (excepcionalmente hasta 15 m) y contuvo muchas especies de árboles con hojas esclerófilas. Las ramas y los troncos estaban cubiertos por gruesas formaciones de briófitos y hepáticas y soportaban también gran abundancia de plantas epífitas. El pequeño bambú del género *Chusquea* era frecuente, pero no formaba matorrales densos. El suelo estaba cubierto por gruesos tapetes de humus compuesto en su mayoría por musgos en descomposición. Los bosques de cresta de montaña formaban bandas estrechas de unos 10–20 m de anchura a lo largo de todas las crestas estrechas de la región estudiada. La vegetación bosque de cresta fue estudiada en la parcela de árboles nº 4. Estos bosques enanos son similares a los que se han descrito en otras crestas de montaña en las estribaciones de los Andes, e.g. la Cordillera del Cóndor entre Ecuador y Perú (Schulenberg & Awbrey, 1997) o en los bosques montanos de cresta del Parque Nacional Madidi (Parker & Bailey, 1991).

Debe tenerse en cuenta que esta clasificación de la vegetación que se acaba de presentar es una simplificación del complejo mosaico que encontramos en la Cordillera Mosetenes. La mayoría de la vegetación consistía en una mezcla de los tipos de vegetación descritos, con bosques en regeneración entremezclados gradualmente con bosques de bambú, e intercalándose con algunas manchas aisladas de árboles altos. Posiblemente, el tipo de vegetación mejor definido sea el de bosque de cresta de montaña, pero también aquí se encontró una gradación del bosque enano hacia el bosque más alto conforme descendía por las laderas. De este modo se instaló y se inventarió la parcela de árboles nº 4.

5.- Los hábitats ligados al medio acuático estaban representados por lagunas, ríos y arroyos. Las lagunas en nuestra área de estudio habían sido aparentemente formadas por corrimientos de tierra que bloquearon antiguos cursos de agua e inundaron barrancos, como se comprobó por los numerosos troncos de árboles en

proceso de pudrición que permanecían enraizados al fondo de las lagunas de mayor tamaño. Por tanto, las lagunas tenían varias décadas de antigüedad. Además de la Laguna Carachupa, que era de unos 90 m de longitud y de hasta 30 m de anchura, había dos lagunas menores de unos 15 m de diámetro a 1250 m de altitud, en una ladera por debajo del campamento instalado por nuestra expedición. Los niveles de agua de la Laguna Carachupa fluctuaron estacionalmente: en el momento de nuestra visita, el nivel de agua de la laguna estaba bastante bajo, pero en la estación lluviosa se puede incrementar en aproximadamente 1–2 m de altura, ocupando toda la zona de la orilla que estuvo cubierta de plantas herbáceas durante nuestra visita. La vegetación ligada al ecosistema acuático era muy pobre en especies y consistía casi exclusivamente en *Eleocharis* sp. (Cyperaceae) cubriendo los márgenes de la laguna y formando también densos tapetes en el agua, junto a unas pocas hepáticas del género *Riccia* (orden Marchantiales) y helechos *Thelypteris serrata* (Thelypteridaceae).

Finalmente mencionar que los cursos de agua que se encontraron fueron principalmente arroyos estacionales de poco caudal (especialmente en las laderas más altas), pero también riachuelos permanentes de 1–2 m de anchura, y un río de mayor tamaño a 1080 m de altitud con unos 5 m de anchura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron cuatro parcelas de 0.1-ha en las distintas formaciones vegetales descritas anteriormente. Tres de ellas fueron de 50 x 20 m en bosque montano maduro (al menos en parte) a menor altitud, y una cuarta parcela de 100 x 10 m, siguiendo la cresta de la serranía, en la que se inventarió específicamente esta formación (coordenadas geográficas y altitudes de las parcelas en la Tabla 1). Las parcelas se instalaron en áreas sin grandes claros o zonas estrictamente de bosque en regeneración en sus estadíos iniciales, especialmente en las formaciones monodominantes de bambú (*Guadua* sp.1) y en los sitios en los que hubo una gran cantidad de plantas trepadoras que lo hacían impenetrable. No obstante, debido a las particularidades del área de estudio solo fue posible instalar una parcela (nº 2) en su total extensión en bosque maduro. Las otras dos parcelas establecidas en los bosques de menor altitud (parcelas nº1 y 3), tuvieron una parte de su extensión en formaciones de bosque en regeneración. La distancia entre las parcelas fue de unos 500 m, lo que garantiza cierta independencia florística entre ellas (Macía, 2008). Para facilitarnos su estudio, todas las parcelas se subdividieron a su vez,

en subparcelas de 10 x 10 m. Se muestrearon todos los árboles que enraizaban dentro de los límites establecidos para las parcelas y que tuvieron un dap igual o superior a 2,5 cm (medido a 1,30 m del suelo), siguiendo la metodología estandar propuesta por Alwyn Gentry (e.g. Gentry, 1988; Gentry, 1995; Phillips & Miller, 2002). Para todos los individuos encontrados, se anotaron los diámetros, se estimaron las alturas y se identificaron a nivel de especie o se les asignó un nombre temporal de campo en función de sus características morfológicas (morfoespecie). Para las especies que tuvieron tallos múltiples se midieron independientemente, pero todos los tallos que enraizaban en el mismo lugar se consideraron como un solo individuo (ver detalles específicos sobre el inventario en Phillips & Miller (2002) y en Macía (2008).

Tabla 1. Localización de las cuatro parcelas de estudio en Mosetenes y el número de individuos y especies encontrados en cada una de ellas.

No. parcela	Hábitat	Altitud (m)	Coordenadas geográficas	No. Indiv.	No. spp.
1	Bosque montano	1385	16°13'56.6"S, 66°24'39.0"W	288	68
2	Bosque montano	1240	16°13'53.0"S, 66°25'00.4"W	265	87
3	Bosque montano	1290	16°14'02.5"S, 66°25'0.4.7"W	430	95
4	Cresta de montaña	1560	16°13'52.0"S, 66°24'34.7"W	437	44

Se colectaron tres duplicados de cada especie o morfoespecie (MJM 7201–7506) asignadas durante el trabajo de campo, y en todos los casos en que se albergaban dudas sobre su correcta identificación o ubicación en uno de los nombres temporales considerados. Tres individuos no pudieron ser colectados por su inaccesibilidad. Todos los especímenes colectados fueron posteriormente separados a nivel de especie o morfoespecie. Los especímenes estériles se identificaron contrastándolos con otros especímenes identificados por botánicos especialistas o profesionales en cada una de las distintas familias en los herbarios LPB, MA, MO y NY, acrónimos según Holmgren *et al.*, (1990). Un duplicado de todos los especímenes se depositó en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y un juego casi completo de duplicados en el Real Jardín Botánico de Madrid (MA). Algunos especímenes se distribuyeron a distintos especialistas internacionales que accedieron a su identificación (ver agradecimientos). Los especímenes de los que solo se pudo colectar un ejemplar de herbario se conservan en LPB. Las familias Caesalpiniaceae, Mimosaceae y Papilionaceae se

consideraron dentro de la familia Fabaceae s.l. La familia Siparunaceae se consideraron aparte de Monimiaceae (Renner & Hausner, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición florística y gradiente altitudinal

En total se inventariaron 1420 individuos de árboles pertenecientes a 49 familias, 111 géneros y 196 especies, incluyendo 61 morfoespecies (31,1% de todas las especies), de las que 53 se identificaron solo a nivel de género y nueve a nivel de familia (Tabla 2). Se encontraron 282 individuos (19,9% de todos los tallos) de árboles con un dap \geq 10 cm, lo que supone un porcentaje menor que los de otros bosques neotropicales de tierras bajas amazónicas en los que se utilizó la misma metodología de estudio, por ejemplo en el Parque Nacional Madidi fue el 28,0% (Macía, 2008) o en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador, fue el 25,4% (Romero-Saltos *et al.*, 2001). Esto se debe a la intensa dinámica de la vegetación provocado por los deslizamientos de laderas por causas naturales, lo que favorece que la vegetación esté en una constante dinámica y por tanto los individuos de mayor tamaño y edad se tornan más escasos.

Tabla 2. Lista de árboles encontrados en las cuatro parcelas de 0.1-ha inventariadas en los alrededores de la Laguna Carachupa en la Cordillera Mosetenes. Las parcelas se indican por sus respectivas altitudes (ver Tabla 1).

Nombre científico	1240	1290	1385	1560	Voucher
ACTINIDACEAE					
<i>Saurauia spectabilis</i> Hook.		x	x		MJM7210
<i>Saurauia</i> sp.1		x			MJM7427
ANACARDIACEAE					
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	x	x	x	x	MJM7286
ANNONACEAE					
<i>Crematosperma</i> sp.1	x		x		MJM7296
<i>Guatteria lasiocalyx</i> R.E. Fr.	x		x	x	MJM7255
<i>Guatteria?</i>	x	x			MJM7353
<i>Rollinia</i> sp.1		x			MJM7448
<i>Ruizodendron ovale</i> (Ruiz y Pav.) R.E. Fr.				x	MJM7206
sp.1		x			MJM7378
sp.2	x		x		MJM7297
ARECACEAE					
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz y Pav.	x	x			Sin col.
ARALIACEAE					
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. y Planch.	x	x		x	MJM7294
<i>Oreopanax membranaceus</i> Rusby	x		x		MJM7226
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerem. y Frodin		x		x	MJM7407

Cont. Tabla 2.

Nombre científico	1240	1290	1385	1560	Voucher
BEGONIACEAE					
<i>Begonia parviflora</i> Poepp. y Endl.		x	x		MJM7233
BORAGINACEAE					
<i>Cordia bicolor</i> vel sp. aff.			x		MJM7282
BURSERACEAE					
<i>Protium montanum</i> Swart.	x	x			MJM7421
CECROPIACEAE					
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.		x			Sin col.
<i>Pourouma cf. cecropiifolia</i> Mart.		x			MJM7406
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl. subsp. <i>guianensis</i>		x			MJM7415
<i>Pourouma minor</i> Benoist	x			x	MJM7457
CELASTRACEAE					
<i>Gymnosporia urbaniana</i> (Loes.) Liesner	x	x			MJM7357
<i>Perrottetia gentryi</i> Lundell		x	x		MJM7207
CHLORANTHACEAE					
<i>Hedyosmum angustifolium</i> (Ruiz y Pav.) Solms	x	x	x	x	MJM7245
<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruiz y Pav.) Don	x	x	x	x	MJM7278
CLETHRACEAE					
<i>Clethra elongata</i> Rusby				x	MJM7503
CLUSIACEAE					
<i>Chrysochlamys weberbaueri</i> Engl.	x	x	x	x	MJM7464
<i>Clusia</i> sp.1				x	MJM7498
<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	x	x			MJM7304
<i>Moronobea?</i> sp.1	x	x			MJM7385
					Sin col.
COMBRETACEAE					
<i>Combretum</i> sp.1	x				MJM7293
CUNONIACEAE					
<i>Weinmannia lechleriana</i> Engl.				x	MJM7454
CYATHEACEAE					
<i>Alsophila mostellaria</i> M. Lehnert	x		x		MJM7217
<i>Cyathea bipinnatifida</i> (Baker) Domin				x	MJM7460
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin		x		x	MJM7449
<i>Cyathea dintelmanni</i> M. Lehnert			x		MJM7268
<i>Cyathea lasiosora</i> (Mett. ex Kuhn) Domin		x			MJM7428
<i>Cyathea pungens</i> (Willd.) Domin	x	x			MJM7290
ELAEOCARPACEAE					
<i>Sloanea fragans</i> Rusby		x	x		MJM7239
EUPHORBIACEAE					
<i>Acalypha stenoloba</i> Müll. Arg.	x		x		MJM7215
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. y Endl.	x	x	x		MJM7221
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.				x	MJM7483
<i>Alchornea</i> sp.1	x	x	x		MJM7205
<i>Chaetocarpus pearcei</i> Rusby				x	MJM7478
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemao	x	x	x		MJM7225
<i>Hieronyma moritziana</i> (Müll. Arg.) Pax y K. Hoffm.			x		MJM7259
<i>Hieronyma</i> sp.1		x			MJM7391
<i>Richeria</i> sp.1		x			MJM7390
<i>Sapium cf. glandulosum</i> (L.) Morong sp.1	x		x		MJM7267
					MJM7307
FABACEAE					
<i>Erythrina</i> sp.1		x	x		MJM7274

Cont. Tabla 2.

Nombre científico	1240	1290	1385	1560	Voucher
<i>Inga aff. alba</i> (Sw.) Willd.	x	x			MJM7343
<i>Inga macrophylla</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	x		x		MJM7247
<i>Inga cf. steinbachii</i> Harms	x	x			MJM7326
<i>Inga</i> sp.1	x				MJM7345
<i>Inga</i> sp.2		x			MJM7438
<i>Inga</i> sp.3		x			MJM7447
<i>Inga</i> sp.4		x			MJM7397
<i>Inga</i> sp.5	x				MJM7313
<i>Inga</i> sp.6		x			MJM7424
<i>Inga</i> sp.7			x		MJM7275
<i>Swartzia myrtifolia</i> Sm.	x	x			MJM7359
FLACOURTIACEAE					
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.		x			MJM7383
<i>Casearia decandra</i> Jacq.			x		MJM7258
<i>Casearia cf. decandra</i> Jacq.	x				MJM7362
<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	x		x		MJM7291
ICACINACEAE					
<i>Citronella melliodora</i> (Sleumer) R.A. Howard	x				MJM7300
LAURACEAE					
<i>Aniba</i> sp.1	x	x			MJM7389
<i>Beilschmiedia cf. costaricensis</i> (Mez y Pittier) C.K. Allen			x		MJM7440
<i>Cinnamomum napoense</i> van der Werff	x	x			MJM7423
<i>Endlicheria rubriflora</i> Mez				x	MJM7458
<i>Mezilaurus</i> sp.1		x			MJM7430
<i>Nectandra cf. hihua</i> (Ruiz y Pav.) Rohwer	x		x		MJM7361
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez				x	MJM7451
<i>Ocotea</i> sp.1				x	MJM7502
<i>Persea areolatocostae</i> (C.K. Allen) van der Werff				x	MJM7470
<i>Persea buchtienii</i> O.C. Schmidt				x	MJM7494
<i>Pleurothyrium cuneifolium</i> Nees	x	x	x		MJM7299
<i>Rhodostemonodaphne</i> sp.1			x		MJM7285
	x				MJM7358
MELASTOMATAACEAE					
<i>Blakea repens</i> (Ruiz y Pav.) D. Don			x		MJM7208
<i>Miconia affinis</i> DC.	x	x	x		MJM7331
<i>Miconia bangii</i> Cogn.		x		x	MJM7450
<i>Miconia calvescens</i> DC.	x		x		MJM7335
<i>Miconia chrysophylla</i> (Rich.) Urb.				x	MJM7466
<i>Miconia cyanocarpa</i> Naudin		x	x	x	MJM7283
<i>Miconia elongata</i> Cogn.	x	x	x		MJM7319
<i>Miconia cf. elongata</i> Cogn.			x		MJM7429
<i>Miconia splendens</i> (Sw.) Griseb.	x	x	x		MJM7287
<i>Miconia</i> sp.1		x			MJM7395
<i>Miconia</i> sp.2		x			MJM7401
<i>Miconia</i> sp.3		x			MJM7417
<i>Miconia</i> sp.4				x	MJM7480
MELIACEAE					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. subsp. <i>canjerana</i>		x			MJM7435
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl		x			MJM7393
<i>Ruagea</i> sp.1	x		x		MJM7341
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	x		x		MJM7236
<i>Trichilia pleeana</i> (A. Juss.) C. DC.	x	x			MJM7372
<i>Trichilia cf. pleeana</i> (A. Juss.) C. DC.	x				MJM7311

Cont. Tabla 2.

Nombre científico	1240	1290	1385	1560	Voucher
MONIMIACEAE					
<i>Mollinedia killipii</i> J.F. Macbr.		x			MJM7445
<i>Mollinedia ovata</i> Ruiz y Pav.	x	x	x		MJM7227
<i>Mollinedia repanda</i> Ruiz y Pav.		x			MJM7400
<i>Mollinedia tomentosa</i> (Benth.) Tul.	x				MJM7305
MORACEAE					
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pav.		x	x		MJM7250
<i>Ficus apollinaris</i> Dugand	x				MJM7288
<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand	x				MJM7336
<i>Ficus cf. guianensis</i> Desv.		x	x	x	MJM7431
<i>Ficus mathewsii</i> (Miq.) Miq.	x				MJM7355
<i>Ficus tonduzii</i> Standl.	x	x	x		MJM7269
<i>Ficus</i> sp.1	x				MJM7330
<i>Helicostylis tovarensis</i> (Klotzsch y H. Karst.) C.C. Berg				x	MJM7475
<i>Perebea guianensis</i> Aubl. subsp. <i>guianensis</i>	x	x			MJM7347
<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	x				Sin col.
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz y Pav.) J.F. Macbr.		x			MJM7420
<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul		x			MJM7373
MYRISTICACEAE					
<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	x	x	x		MJM7329
MYRSINACEAE					
<i>Cybianthus cf. peruvianus</i> (A. DC.) Miq.		x			MJM7425
<i>Geissanthus ambigua</i> (C. Mart.) G. Agostini				x	MJM7472
<i>Geissanthus longisteminus</i> (A.C. Sm.) Pipoly	x		x		MJM7295
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. y Schult.				x	MJM7484
<i>Stylogine gentryi</i> Lundell			x		MJM7281
<i>Stylogine cf. gentryi</i> Lundell	x				MJM7302
MYRTACEAE					
<i>Calyptanthes cf. lanceolata</i> O. Berg	x		x		MJM7277
<i>Calyptanthes</i> sp.1	x	x		x	MJM7481
<i>Calyptanthes</i> sp.2	x				MJM7356
<i>Eugenia florida</i> DC.		x			MJM7375
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC. sp.1			x		MJM7266
sp.2	x				MJM7317
sp.3		x			MJM7379
NYCTAGINACEAE					
<i>Neea</i> sp.1			x		MJM7265
OCHNACEAE					
<i>Cespedezia spathulata</i> (Ruiz y Pav.) Planch.	x				Sin col.
OLEACEAE					
<i>Chionanthus</i> sp.1		x			MJM7374
PIPERACEAE					
<i>Piper crassinervium</i> Kunth			x		MJM7242
<i>Piper obliquum</i> Ruiz y Pav.			x		Sin col.
<i>Piper cf. praeacutitilimum</i> C. DC.	x	x			MJM7306
<i>Piper pseudoarboresum</i> Yunck.		x			MJM7437
<i>Piper</i> sp.1	x				MJM7328
<i>Piper</i> sp.2	x	x			MJM7426
POACEAE					
<i>Guadua</i> sp.1		x	x		MJM7399

Cont. Tabla 2.

Nombre científico	1240	1290	1385	1560	Voucher
PODOCARPACEAE					
<i>Podocarpus ingensis</i> de Laub.					x MJM7492
<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.					x MJM7467
PROTEACEAE					
<i>Roupala montana</i> Aubl.		x			Sin col.
RUBIACEAE					
<i>Bathysa obovata</i> K. Schum. ex Standl.		x			MJM7382
<i>Chimarrhis cf. glabriflora</i> Ducke	x				MJM7315
<i>Chimarrhis cf. hookeri</i> K. Schum.	x				MJM7292
<i>Cinchona cf. micrantha</i> Ruiz y Pav.					x MJM7468
<i>Cinchona</i> sp.1					x MJM7491
<i>Condaminea cf. elegans</i> Delprete	x				MJM7349
<i>Elaeagia mariae</i> Wedd.	x	x	x		MJM7276
<i>Faramea</i> sp.1					x MJM7452
<i>Faramea</i> sp.2	x	x	x		MJM7272
<i>Guettarda crispiflora</i> Vahl					x MJM7241
<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L. Andersson	x	x	x		MJM7270
<i>Ladenbergia</i> sp.1					x MJM7486
<i>Macrocnemum cf. roseum</i> (Ruiz y Pav.) Wedd.	x	x			MJM7342
<i>Palicourea thyrsiflora</i> (Ruiz y Pav.) DC.	x				MJM7340
<i>Psychotria conephoroides</i> (Rusby) C.M. Taylor	x	x	x		MJM7214
<i>Psychotria tinctoria</i> Ruiz y Pav.	x	x	x		MJM7201
<i>Psychotria trichotoma</i> M. Martens y Galeotti	x	x	x		MJM7260
<i>Psychotria cf. trichotoma</i> M. Martens y Galeotti					x MJM7220
<i>Psychotria cf. trivialis</i> Rusby	x	x			MJM7333
<i>Psychotria cf. viridis</i> Ruiz y Pav.	x		x		MJM7246
<i>Psychotria</i> sp.1					x MJM7499
<i>Psychotria</i> sp.2	x		x		MJM7240
<i>Psychotria</i> sp.3		x			MJM7418
<i>Rudgea cf. poeppigii</i> K. Schum. ex Standl.					x MJM7446
sp.1					x MJM7252
RUTACEAE					
<i>Zanthoxylum pucro</i> D.M. Porter			x		MJM7388
SIMAROUBACEAE					
<i>Picramnia sellowii</i> Planch. subsp. <i>sellowii</i>		x			x MJM7433
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	x				MJM7314
<i>Simarouba</i> sp.1					x MJM7482
SIPARUNACEAE					
<i>Siparuna subinodora</i> (Ruiz y Pav.) A. DC.	x		x		MJM7254
SOLANACEAE					
<i>Cestrum schlechtendalii</i> G. Don		x	x		MJM7392
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp			x		MJM7203
SAPINDACEAE					
<i>Talisia</i> sp.1					x MJM7273
SAPOTACEAE					
<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre		x			MJM7444
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.					x MJM7442
<i>Pouteria</i> sp.1		x			MJM7473
SYMPLOCACEAE					
<i>Symplocos</i> sp.1					x MJM7487

Cont. Tabla 2.

Nombre científico	1240	1290	1385	1560	Voucher
THEACEAE					
<i>Freziera</i> sp.1				x	MJM7453
<i>Gordonia</i> cf. <i>fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng				x	MJM7489
<i>Ternstroemia</i> sp.1				x	MJM7495
TILIACEAE					
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	x				Sin col.
ULMACEAE					
<i>Ampelocera ruizii</i> Klotzsch	x				MJM7310
URTICACEAE					
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	x		x		MJM7280
VERBENACEAE					
<i>Aegiphyla</i> sp.1	x				MJM7309
<i>Aegiphyla</i> sp.2				x	MJM7501
<i>Citharexylum</i> sp.1	x				MJM7346
<i>Citharexylum</i> sp.2				x	MJM7497
<i>Vitex</i> sp.1	x		x		MJM7224
<i>Vitex</i> sp.2		x			MJM7434
VIOLACEAE					
<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. y A. Fernández		x			MJM7412
INDETERMINADA					
				x	MJM7469

En el conjunto del inventario, las 10 familias más importantes, con mayor número de individuos, fueron: Rubiaceae (251 individuos), Euphorbiaceae (153), Melastomataceae (118), Cyatheaceae (100), Poaceae (97), Clusiaceae (62), Lauraceae (58), Moraceae (55), Myrsinaceae (48) y Chloranthaceae (43) (Tabla 3). Todas estas familias, excepto Fabaceae, se registraron en las cuatro parcelas inventariadas. Las familias Cyatheaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae y Rubiaceae estuvieron entre las familias más importantes en todas las parcelas. En efecto, estas familias también se encuentran entre las más abundantes en otros inventarios realizados en bosques montanos bolivianos (e.g. Vargas, 1996; Kessler & Beck, 2001). En la parcela de cresta de montaña se encontraron cinco familias exclusivas de este sitio, cuya distribución neotropical es principalmente montana: Clethraceae (1 especie), Cunoniaceae (1), Podocarpaceae (2), Symplocaceae (1) y Theaceae (3) (Tabla 2, Gentry, 1995).

Los 10 géneros con mayor abundancia de tallos fueron: *Miconia* (117 individuos), *Psychotria* (109), *Guadua* (97), *Alchornea* (91), *Cyathea* (74), *Cinchona* (47), *Hedyosmum* (43), *Ladenbergia* (40), *Clusia* (36) y *Piper* (31). El hecho de que se hayan registrado un número alto de individuos de *Alchornea*, *Guadua* y *Hedyosmum*, entre otros géneros con menores abundancias en el bosque maduro de Mosetenes, es también indicativo del grado de alteración del hábitat debido a los derrumbes naturales y se aprecia en los distintos grados de sucesión del bosque en la región.

Tabla 3. Abundancias de las 10 familias más importantes en cada parcela inventariada (resaltado en negrita) en la Cordillera Mosetenes.

Familia	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
Araliaceae	14	4	8	4
Chloranthaceae	11	3	15	14
Clusiaceae	1	8	16	37
Cunoniaceae				25
Cyatheaceae	36	13	14	37
Euphorbiaceae	39	25	33	56
Fabaceae	9	13	16	
Lauraceae	7	11	12	28
Melastomataceae	21	15	43	39
Meliaceae	12	9	6	
Monimiaceae	10	5	5	
Moraceae	5	15	21	14
Myrsinaceae	6	13	6	23
Piperaceae	4	22	5	
Poaceae	11		86	
Podocarpaceae				15
Rubiaceae	46	59	65	81
Theaceae				24

Las especies más abundantes fueron *Guadua* sp.1 (97 individuos), *Alchornea triplinervia* (55), *Psychotria tinctoria* (43), *Miconia affinis* (40) y *Cinchona* sp.1 (38). La gran mayoría de las especies se encontraron en al menos dos parcelas de bosque montano maduro, aunque también en cada parcela se encontraron especies exclusivas entre las más abundantes (Tabla 2). Es llamativo que nueve de las 10 especies más abundantes de la parcela de cresta de montaña se hayan encontrado solamente en este sitio (Tabla 4), lo que indica que es claramente un tipo de bosque bien distinto de los otros inventariados, lo que también se ha descrito en otras regiones neotropicales occidentales (Schulenberg & Awbrey, 1997; Parker & Bailey, 1991). Además, estas 10 especies representan el 62,9% del total de individuos, por lo que existe una gran dominancia de estas especies en el bosque de cresta de montaña.

Las lauráceas *Endlicheria rubriflora* y *Persea areolata-costae* representan nuevos registros para Bolivia (H. van der Werff, com. pers), ambos encontrados en la parcela de cresta de montaña. Algunas de las morfoespecies podrían también ser registros nuevos para el país e incluso podrían representar especies nuevas para la ciencia.

Se aprecia una disminución en la riqueza de especies según se asciende en altitud (Tabla 1). Gentry (1995) comprobó que la diversidad florística en los bosques montanos a altitudes superiores a los 1500 m disminuye linealmente. En efecto, las parcelas 2–3 en la franja de 1240–1290 m son las más diversas, mientras que la

parcela 1 tiene una riqueza de especies intermedia y la parcela 4 a mayor altitud es claramente la menos diversa de todas ellas. Las parcelas 1–3 que contienen notable extensión de bosque maduro fueron florística y fisiográ-

ficamente más similares entre ellas, mientras que la parcela de cresta de montaña, a mayor altitud, tuvo una composición florística particular más propia de bosque montano alto (Tabla 4).

Tabla 4. Abundancias de las 10 especies más importantes en cada parcela inventariada (resaltado en negrita) en la Cordillera Mosestenes.

Familia	Nombre científico	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
Araliaceae	<i>Oreopanax membranaceus</i>	14	1		
Burseraceae	<i>Protium altsonii</i>		2	10	
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum angustifolium</i>	9	2	7	
	<i>Hedyosmum racemosum</i>	2	1	8	14
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.1				36
	<i>Moronobea?</i>			10	
Cunoniaceae	<i>Weinmannia lechleriana</i>				25
Cyatheaceae	<i>Alsophila mostellaria</i>	25			
	<i>Cyathea bipinnatifida</i>				28
	<i>Cyathea caracasana</i>			10	9
	<i>Cyathea pungens</i>		12	3	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha stenoloba</i>	13	13		
	<i>Alchornea glandulosa</i>	14	2	4	
	<i>Alchornea triplinervia</i>				55
	<i>Alchornea</i> sp.1	2	2	12	
	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	7	7	14	
Melastomataceae	<i>Miconia affinis</i>	11	6	23	
	<i>Miconia chrysophylla</i>				25
	<i>Miconia</i> sp.2			10	
Meliaceae	<i>Ruagea</i> sp.1	9	6		
Monimiaceae	<i>Mollinedia ovata</i>	10	3	3	
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i> subsp. <i>guianensis</i>		2	14	
Myrsinaceae	<i>Geissanthus longistemiueus</i>	5	11		2
	<i>Myrsine coriacea</i>				21
Ochnaceae	<i>Cespedezia spathulata</i>		8		
Piperaceae	<i>Piper</i> cf. <i>praeacutylimbum</i>		9	3	
	<i>Piper</i> sp.1		11		
Poaceae	<i>Guadua</i> sp.1	11		86	
Rubiaceae	<i>Bathysa obovata</i>			10	
	<i>Cinchona</i> sp.1				38
	<i>Faramea</i> sp.2	2	8	2	
	<i>Ladenbergia</i> sp.1				28
	<i>Psychotria conephoroides</i>	8	2	14	
	<i>Psychotria tinctoria</i>	6	18	19	
	<i>Psychotria</i> cf. <i>trivialis</i>		9		
Theaceae	<i>Freziera</i> sp.1				19

En las dos parcelas situadas a menos de 1300 m se encontraron algunas especies que son más típicamente de distribución amazónica que montana, ya que a estas altitudes se encuentran al límite de su máxima distribución altitudinal, por ejemplo *Cespedezia spathulata*, *Swartzia myrtifolia*, varias especies de *Piper* e incluso *Iriartea deltoidea*, que aunque se puede encontrar en bosques montanos hasta los 1400 m de altitud (Moraes, 1996), sus mayores abundancias y frecuencias corresponden a bosques de tierras bajas (Macía, 2008). Las especies *Chrysochlamys weberbaueri*, *Hedyosmum racemosum* y *Tapirira guianensis* fueron las tres únicas especies

entre las más abundantes que se encontraron en las cuatro parcelas estudiadas.

Estructura comparativa de la vegetación

En todas las parcelas, el porcentaje de individuos con dap < 10 cm es muy superior al de resto de categorías y va descendiendo exponencialmente hacia los que tuvieron un dap más elevado (Tabla 5). Sin embargo cabe destacar que en la parcela 2, el porcentaje de individuos con dap ≥ 30 cm fue superior al de la categoría de dap entre 20–29,9 cm, debido en parte a la existencia de

cuatro individuos de *Ficus* spp. de gran tamaño (Tabla 2).

El área basal de las parcelas fue disminuyendo con la altitud, por lo que en las parcelas 2 y 3, situadas a menos de 1300 m, el área basal fue similar (3,91 y 4,00m²/0.1 ha, respectivamente), mientras que en la parcela 1 fue de 3,54 y en la más alta en la cresta de montaña tan solo de 2,33.

Tabla 5. Porcentaje de individuos por clases de diámetro a la altura del pecho (dap) en las cuatro parcelas inventariadas en la Cordillera Mosestenes.

DAP (cm)	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
2.5 - 9.9	71.88	78.11	81.40	85.58
10 - 19.9	19.10	14.72	10.70	11.90
20 - 29.9	5.21	1.89	4.65	1.60
≥ 30	3.82	5.28	3.26	0.92

En el bosque maduro de las parcelas 1–3, el porcentaje de los árboles según sus alturas es a grandes rasgos similar (Tabla 6), sin embargo en la cresta de montaña, la altura de los árboles es claramente inferior que en las otras parcelas y la altura máxima no superó los 20m.

Tabla 6. Porcentaje de individuos por clases de altura en las cuatro parcelas inventariadas en la Cordillera Mosestenes.

Altura (cm)	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
1 - 5	48.96	54.34	39.50	44.16
5.1 - 10	31.25	27.17	36.98	50.57
10.1 - 15	8.68	9.43	13.72	4.58
15.1 - 20	5.21	4.53	6.28	0.69
20.1 - 25	5.21	3.77	3.02	
25.1 - 30	0.69	0.38	0.47	
> 30		0.38	0.23	

Comparación con otros estudios en Bolivia

Si se comparan los datos de árboles (con dap ≥ 2.5 cm) encontrados en nuestras parcelas de bosques maduros, al menos parcialmente (parcelas 1–3), con los otros inventarios cuantitativos de 0.1-ha realizados en distintos tipos de bosques en Bolivia, se observa que el número de especies de árboles encontradas en las parcelas de Mosestenes es menor al encontrado en los otros sitios

bolivianos, exceptuando los bosques tropicales secos (Tabla 7). Sin embargo, existe un inventario realizado a una altitud ligeramente superior (1500–1550 m) en el que se encontró una diversidad de árboles similar (Phillips & Miller, 2002). La parcela de cresta de montaña presenta la menor riqueza de especies de árboles con dap ≥ 2.5cm de todos los sitios de bosque tropical húmedo comparados, y sus valores son similares a los de los bosques secos.

Respecto a la abundancia de los árboles, los datos son muy diversos, pero se puede concluir que se encuentran en el promedio para las parcelas de los bosque maduros de Mosestenes y que para la parcela de cresta de montaña es ligeramente superior al resto (Tabla 7). No obstante cabe mencionar, que los datos de abundancia y en menor medida los de riqueza de especies, presentan diferencias de hasta más del 100% entre inventarios realizados en el mismo sitio, especialmente cuando se han establecido un número alto de parcelas, por ejemplo en las tierras bajas de la región de Madidi (Macía, 2008; Tabla 7). Sería necesario realizar un mayor número de inventarios para así disponer de mayor confiabilidad en la discusión de estos datos en Bolivia.

Implicaciones en conservación

El sitio inventariado en la Cordillera Mosestenes tiene un interés moderado de conservación en Bolivia desde el punto de vista de los árboles estrictamente, y en base a los resultados obtenidos de tan solo cuatro parcelas de estudio, lo que representa una superficie exigua de 0.4-ha. Aunque se han encontrado dos especies como nuevos registros para el país, estudios taxonómicos más detallados podrían aportar especies nuevas para la ciencia a partir de las colecciones realizadas. Si bien se ha realizado un trabajo intenso de muestreo, el área final estudiada (1 km de radio) es muy reducida para dar una valoración de conservación para el conjunto de la Cordillera Mosestenes. No obstante, durante los sobrevuelos de helicóptero realizados en las inmediaciones de la Laguna Carachupa, se observaron otros tipos de formaciones vegetales que no se pudieron inventariar en esta expedición y que potencialmente pueden tener gran relevancia en el contexto de la región andina. Finalmente mencionar que la Cordillera Mosestenes es un reducto en el que aparentemente nunca han vivido poblaciones humanas, con lo que se ofrece como un enorme laboratorio natural intocado para el estudio de la diversidad y dinámica del bosque montano.

Tabla 7. Promedio de la riqueza de especies de árboles con dap \geq 2.5 cm y su abundancia en parcelas y transectos de 0.1-ha inventariados en bosques tropicales de Bolivia.

Tipo de bosque	Altitud (m)	Departamento	Árboles \geq 2.5 cm		Nº inventarios	Referencia
			Especies	Individuos		
Tierras bajas	260–420	La Paz	220	1715	7	Macía 2008
Tierras bajas	280	La Paz	151	341	1	Foster y Gentry 1991
Tierras bajas	300–360	La Paz	274	2369	12	Araujo-Murakami et al 2005a
Tierras bajas	300–600	La Paz	262	2532	13	Araujo-Murakami et al 2005b
Cresta de loma, tierras bajas	360–380	La Paz	131	398	1	Foster y Gentry 1991
Tierras bajas	425–550	La Paz	249	1866	6	Macía 2008
Tierras bajas	460–610	La Paz	258	2343	11	Macía 2008
Submontano	735–1045	La Paz	256	2576	8	Macía 2008
Submontano	800–1070	La Paz	337	3125	12	Macía 2008
Montano	1240–1385	Cochabamba	83	328	3	Este estudio
Montano bajo	1500–1550	La Paz	89	229	1	Phillips y Miller 2002
Montano bajo	1520–1560	La Paz	141	470	1	Phillips y Miller 2002
Cresta de montaña, montano	1560	Cochabamba	44	437	1	Este estudio
Montano alto	2380–2450	La Paz	78	418	1	Phillips y Miller 2002
Ceja de monte, montano alto	3225–3503	La Paz	66	3360	10	Araujo-Murakami et al. 2005c
Seco	700–800	Santa Cruz	45	169	1	Phillips y Miller 2002
Seco	818–1015	La Paz	–	4291	13	Fuentes et al. 2004
Seco	1000	La Paz	50	331	1	Foster y Gentry 1991
Seco	1020–1200	La Paz	59	278	1	Kessler y Helme 1999

AGRADECIMIENTOS

A M. Kessler y S. Herzog por su invitación para participar en esta expedición y por la organización del proyecto. Al personal del Herbario Nacional de Bolivia por su ayuda con los permisos de investigación y en el manejo de los especímenes colectados, especialmente a I. Jimenez. Al propio I. Jimenez y a T. Krömer que gentilmente nos ayudaron en el inventario de la parcela de cresta de montaña, cuando ya todos estábamos agotados del trabajo de campo. A los botánicos especialistas por su ayuda desinteresada en la identificación del material colectado: S.G. Beck, C.C. Berg, J.M. Cardiel, D. Daly, R. Duno, H.J. Esser, A. Fuentes, L. Kelly, M. Lehnert, R. Liesner, J. Miller, M. Nee, S.S. Renner, J. Ricketson, C.M. Taylor, W. Thomas y H. van der Werff. Finalmente a M. Kessler por su gran contribución en la descripción de la región de estudio. Este trabajo fue financiado por National Geographic Society, proyecto 7501-03, a la que estamos muy agradecidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Araujo-Murakami A, F. Bascopé, V. Cardona-Peña, D. De la Quintana, A. Fuentes, P.M. Jørgensen, C. Maldonado, T. Miranda, N. Paniagua-Zambrana y R. Seidel. 2005a. Composición florística y estructura del bosque amazónico preandino en el sector del Arroyo Negro, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3): 281-303.
- Araujo-Murakami A, V. Cardona-Peña, D. De la Quintana, A. Fuentes, P.M. Jørgensen, C. Maldonado, T. Miranda, N. Paniagua-Zambrana y R. Seidel. 2005b. Estructura y diversidad de plantas leñosas en un bosque amazónico preandino en el sector del río Quendeque, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3): 304-324.
- Araujo-Murakami A, P.M. Jørgensen, C. Maldonado y N. Paniagua-Zambrana. 2005c. Composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado-Pelechuco, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3): 325-338.
- Bascopé F.S y P.M. Jørgensen. 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia* 40(3): 365-379.

- Beck, S.G. 1998. Floristic inventory of Bolivia: an indispensable contribution to sustainable development. En: Barthlott, W. y M. Winiger (Eds): *Biodiversity: a challenge for development research and policy*. Springer-Verlag, Berlin. pp. 243-267.
- Beck, S.G., T.J. Killeen y E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. En: Killeen, T.J., E. García y S.G. Beck (Eds): *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden, La Paz. pp. 6-24.
- Cabrera-Condarco, W.H. 2005. Diversidad florística de un bosque montano en los Andes tropicales del noroeste de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40(3): 380-395.
- Flores, J.G., C. Batte-Batte y J. Dapara. 2002. Caracterización de la vegetación del río Undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre. *Ecología en Bolivia* 37(1): 23-48.
- Foster, R. y A.H. Gentry. 1991. Plant diversity (Alto Madidi region). En: Parker, T.A. y B. Bailey (Eds). *A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of Northwest Bolivia, May 18-June 15, 1990*. RAP Working Paper 1, Conservation International, Washington D.C. pp. 20-21.
- 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. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34.
- Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. En: Churchill, S.P., H. Balslev, E. Forero y J.L. Luteyn (Eds): *Biodiversity and Conservation of Neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden, New York. pp. 89-102.
- Gentry, A.H. y R. Foster. 1991. Diversity and phytogeography (Apolo region). En: Parker, T.A. y B. Bailey (Eds). *A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of Northwest Bolivia, May 18-June 15, 1990*. RAP Working Paper 1, Conservation International, Washington D.C. pp. 32.
- Holmgren, P.K., N.H. Holmgren y L.C. Barnett. 1990. *Index Herbariorum, Part 1: The Herbaria of the World*. 8ª ed. Regnum Vegetabile 120. The New York Botanical Garden. New York.
- Kessler, M. y S.G. Beck. 2001. Bolivia. En: M. Kappelle y A.D. Brown (Eds): *Bosques nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO), Costa Rica. pp. 581-622
- Kessler, M. y 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.
- Macía, M.J. 2008. Woody plants diversity, floristic composition and land use history in the Amazonian rain forests of Madidi National Park, Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 17: 2671-2690.
- Macía, M.J. y J.C. Svenning. 2005. Oligarchic dominance in western Amazonian plant communities. *Journal of Tropical Ecology* 21: 613-626.
- Macía, M.J., K. Ruokolainen, H. Tuomisto, J. Quisbert y V. Cala. 2007. Congruence between floristic patterns of trees and lianas in a southwest Amazonian rain forest. *Ecography* 30: 561-577.
- Moraes, M. 1996. Bolivian palms: distribution and taxonomy. Ph.D. dissertation, University of Aarhus, Denmark.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Navarro, G. y M. Maldonado. 2002. *Geografía ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos*. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba.
- Pareja J, C. Vargas, R. Suárez, R. Ballón, R. Carrasco y C. Villaruel. 1978. *Mapa geológico de Bolivia*. YPFB – Servicio Geológico de Bolivia, La Paz
- Parker, T.A., III, y B. Bailey (eds.). 1991 *A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of northwest Bolivia*. RAP Working Papers 1. Conservation International, Washington DC.
- Phillips, O.L. y J.S. Miller. 2002. Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 89: 1-317.
- Phillips, O.L., R. Vásquez, P. Núñez, A. Lorenzo, M.E. Chuspe, W. Galiano, A. Peña, M. Timaná, M. Yli-Halla y S. Rose. 2003. Efficient plotbased floristic assessment of tropical forest. *Journal of Tropical Ecology* 19: 629-645.
- Quisbert, J. y M.J. Macía. 2005. Estudio comparativo de la composición florística y estructura del bosque de tierra firme en dos sitios de tierras bajas de Madidi. *Ecología en Bolivia* 40(3): 339-364.
- Renner, S.S. y G. Hausner. 1997. 49A Siparunaceae; 49B Monimiaceae. *Flora of Ecuador* 59: 1-124.

- Richards P.W. 1996. The tropical rain forest: an ecological study, 2^a edición. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rivera, M.O., M. Libermann, S. Beck y M. Moraes. 1996. Vegetación de Bolivia. En: Mihotek, K. (Ed): Comunidades, territorios indígenas y biodiversidad en Bolivia. Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.
- Romero-Saltos, H., R. Valencia y M.J. Macía 2001. Patrones de diversidad, distribución y rareza de plantas leñosas en el Parque Nacional Yasuní y la Reserva Étnica Huaorani, Amazonia ecuatoriana. En: Duivenvoorden, J.F., H. Balslev, J. Cavelier, C. Grandez, H. Tuomisto y R. Valencia (Eds): Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonia noroccidental. IBED, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. pp. 131-162
- Schulenberg, T.S. y K. Awbrey (Eds.). 1997. The Cordillera del Cóndor region of Ecuador and Peru: a biological assessment. RAP Working Papers 7. Conservation International, Washington DC.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimón, Alto Beni, Ecología en Bolivia 25: 1-35.
- Solomon, J.C. 1989. Bolivia. En: Campbell, D.G. y H.D. Hammond (Eds): Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation plus recommendations for the future. The New York Botanical Garden, New York. pp. 455-463
- Smith, D.N. y T.J. Killeen 1998. A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the serranía Pílon Lajas, Beni, Bolivia. En: F. Dallmeier y J.A. Comiskey (eds): Forest Biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean. MAB series Vol. 21, UNESCO, París. pp. 681-700
- Vargas, I.G. 1996. Estructura y composición de cuatro sitios en el Parque Nacional Amboró, Santa Cruz. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz.