

REVISTA DE LA SOCIEDAD BOLIVIANA DE BOTÁNICA

VOLUMEN 5 - NÚMERO 1
MARZO DE 2011



Comité Editorial

Editor en Jefe:

Bonifacio Mostacedo, Ph. D. (ecología forestal, ecología aplicada), Autoridad Boliviana de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT) & Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia

Editores Asociados (en orden alfabético):

Alain Carretero, M. Sc. (botánica económica y etnobotánica), Universidad de Aarhus, Dinamarca.

Alfredo Fuentes, Lic. (taxonomía y florística), Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia

Carola Antezana, Ph. D. (fitogeografía), Herbario Nacional Forestal Martín Cárdenas, Cochabamba Bolivia

Gonzalo Navarro Sánchez, Ph. D. (geobotánica y fitosociología), RUMBOL S.R.L. Cochabamba, Bolivia.

Luzmila Arroyo, M. Sc. (florística), Missouri Botanical Garden, Missouri, Estados Unidos y Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia.

Manuel R. Guariguata, Ph.D. (ecología forestal), Center for International Forestry Research (CIFOR), Indonesia.

Marielos Peña, Ph. D. (ecología de bosques), Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz, Bolivia y University of Wageningen, Wageningen, Holanda.

Marisol Toledo, Ph. D. (ecología vegetal y etnobotánica), Instituto Boliviano de Investigación Forestal & Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia

Mercy López, M. Sc. (anatomía vegetal), Carrera de Biología, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia

Michael Nee, Ph. D. (taxonomía, Solanaceae), The New York Botanical Garden, New York, Estados Unidos.

Mónica Moraes, Ph. D. (Palmeras, vegetación amazónica), Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Pierre Ibisch, Ph. D. (fitogeografía), University of Applied Sciences Eberswalde, Eberswalde, Alemania

Roberto Vasquez, Lic. (Orquídeas), Santa Cruz, Bolivia.

Stephan Beck, Ph. D. (taxonomía y florística), Herbario Nacional de Bolivia, La Paz, Bolivia.

Steven Churchill, Ph. D. (Briofitas), Missouri Botanical Garden, Missouri, Estados Unidos y Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia.

La Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica (RESBBO; resbbo@gmail.com) es una revista científica especializada de botánica, cuyo objetivo principal es publicar trabajos de investigación originales que cubran las diferentes áreas de las Ciencias Vegetales. RESBBO acepta artículos sobre estudios botánicos en taxonomía, ecología, morfología, anatomía, genética, fitogeografía, florística y áreas afines generadas dentro de Bolivia o que parte del estudio se haya realizado dentro del país.

CONTENIDO / CONTENTS

EDITORIAL	3
 ECOLOGIA	
Erika Blacutt R. y Mónica Moraes R	
Densidad, estructura y regeneración de la palmera endémica <i>Syagrus yungasensis</i> en Yanamayo - La Asunta (La Paz, Bolivia) <i>Density, structure and regeneration of an endemic palm Syagrus yungasensis in Yanamayo – La Asunta (La Paz, Bolivia)</i>	5
 Marisol Toledo, Lourens Poorter, Marielos Peña-Claros, Alfredo Alarcón, Julio Balcázar, José Chuvina, Claudio Leño, Juan Licón, Hans ter Steege y Frans Bongers	
Patrones florísticos en las tierras bajas de Bolivia <i>Floristic patterns in lowland Bolivia</i>	15
 Freddy Santiago Zenteno-Ruiz	
Distribución altitudinal y estructura poblacional de <i>Podocarpus</i> (pino de monte) en un bosque montano del norte de La Paz, Bolivia <i>Altitudinal distribution and population structure of Podocarpus (mountain pine) in montane forest of Northern La Paz, Bolivia</i>	25
 TAXONOMIA	
Serena Achá Macías y Alfredo F. Fuentes	
<i>Prunus subcorymbosa</i> Ruiz ex Koehne: un nuevo registro para Bolivia <i>Prunus subcorymbosa Ruiz ex Koehne: a Bolivian new record</i>	35
 Roberto Vásquez-Chávez y Raúl Fernando Lara-Rico	
Nueva especie de <i>Hippeastrum</i> (Amaryllidaceae) de Bolivia <i>New species of Hippeastrum (Amaryllidaceae) from Bolivia</i>	41
 Gerald A. Wheeler y Stephan G. Beck	
<i>A new combination in Carex (Cyperaceae) and the first report of five other Cariceae from Bolivia</i> Una nueva combinación en <i>Carex</i> (Cyperaceae) y el primer reporte de otras cinco especies de Cariceae de Bolivia	47
 TAXONOMIA Y CONSERVACION	
Claudia Aldana M., Eliana Calzadilla y Steven P. Churchill	
Evaluación de los musgos endémicos de Bolivia <i>An evaluation of the endemic mosses of Bolivia</i>	53
 NOTA	
Alfredo F. Fuentes	
Sobre la presencia de <i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav. (Cunoniaceae) en Bolivia <i>Weinmannia reticulata Ruiz & Pav. (Cunoniaceae) in Bolivia</i>	69

Hay que hacer algo para que la Botánica en Bolivia siga avanzando

Hace algunos años, en los 90s, cuando mi persona practicaba la taxonomía botánica y andaba visitando herbarios para revisar especímenes botánicos, el entusiasmo de los estudiantes y nuevos botánicos era muy alto. En esas épocas, cuando Mario Saldías, Israel Vargas, Marisol Toledo, Luzmila Arroyo, Roberto Quevedo, René Guillen, Maday Menacho, Enrique Gutierrez, Aimet Rodriguez, Fabiana Mamani, mi persona y algunos otros, dimos todo para que el recién creado Herbario de Santa Cruz pueda salir adelante. Las colecciones botánicas que realizábamos la hacíamos sin pensar que algún día fueran importantes para las siguientes generaciones. Cada vez tengo la dicha que me conozcan las personas por algunas colecciones que hice, que por cierto han sido pocas en relación a otros botánicos como Mario Saldías o Israel Vargas. No hay que olvidar que este entusiasmo y motivación fue dado por botánicos expertos como Teresa Ruiz de Centurión, Timothy Killeen, Michael Nee o Roberto Vasquez. Mi motivación por la botánica fue principalmente porque tuve la dicha de conocer a un gran botánico que estuvo de paso por el país y que todos recordamos: Alwin Gentry. Solo necesite viajar por dos semanas con él y su grupo de trabajo para tomar la decisión de dedicarme de lleno a la botánica. Gentry dedicaba todo su tiempo a la botánica, ya que a veces hasta se olvidaba que tenía que comer. Los horarios normales de trabajo en el campo eran levantarse muy temprano para luego empezar la jornada a las 7 de la mañana y regresar a las 6 de la tarde, con unas cuantas bolsas grandes llenas de muestras botánicas. En la noche, nos dedicábamos a prensar las muestras pero también eran las clases de botánica para todos los que colaborábamos a Gentry. En dos semanas aprendí lo que se podría haber aprendido en años.

Quizás, algo similar ocurría en Herbario de Cochabamba. Había muchos botánicos jóvenes que estuvieron

formándose. Como no recordar a nuestros colegas: Milton, Carola Antezana, Susana Arrázola, Patricia, Nelly de la Barra, etc. Muchos de ellos, todavía trabajan en el Herbario Forestal Martín Cárdenas. En Cochabamba y en otros departamentos, Gonzalo Navarro ha sido una personalidad importante para formar botánicos. En La Paz, la situación me parece que era un poco diferente, ya que el Herbario en esa oportunidad estaba consolidado y estaba bajo la dirección de varios botánicos muy conocidos, especialmente Stephan Beck y Monica Moraes. Ya había un equipo de trabajo muy fuerte que también trabajaban con mucho entusiasmo y motivación. La estabilidad que ha tenido el Herbario en La Paz ha permitido que el Herbario Nacional pueda crecer rápidamente y que sea la escuela y semillero para muchos botánicos nacionales que ahora son parte o que tienen una trayectoria conocida. Quiero resaltar la labor de Ramiro López, Narel Paniagua, Mónica Zeballos, porque de alguna manera son los que hacen ciencia desde aquellas alturas. En los años 2000s, los herbarios de Chuquisaca y Cobija, han tenido un crecimiento importante y que también ha sido gracias al amor que han tenido profesores y estudiantes de las Universidades locales y al apoyo importante de botánicos extranjeros o nacionales. La labor y el compromiso de Martha Serrano ha sido crucial para la formación Herbario de Sucre y todos sus investigadores que lo conforman

Espero no equivocarme, pero hoy en día presiento que no hay el mismo entusiasmo que había años anteriores para trabajar en los herbarios y para hacer botánica. Muchos de los viejos botánicos, que de alguna manera hicieron historia, ya no practicamos esta ciencia, si bien algunos trabajamos en áreas relacionadas. Es verdad que aparecieron otros botánicos, tales como Alfredo Fuentes en Santa Cruz luego en La Paz, o Moisés Mendoza, Daniel Soto, Daniel Villarroel o Alejandro Araujo en Santa Cruz, Hyber Huaylla en

Chuquisaca que de alguna manera hicieron revivir la botánica en los últimos años, pero se nota una desmotivación por involucrarse con la botánica o áreas relacionadas. El Dr. John Wood, en una conferencia en el Primer Congreso de Botánica en el 2009, hacía notar que hay poco interés de los estudiantes y profesionales en especializarse en la taxonomía o botánica. Creo que hay muchos estudiantes que desean aprender la botánica pero al finalizar su carrera o al iniciar su vida profesional, se ven limitados por la falta de oportunidades económicas en esta área. Esto al final se ve reflejado en la poca producción intelectual que se tiene por botánicos nacionales, aunque puede ser que sea igual o mayor a la de otras ciencias relacionadas.

Con esta editorial, quiero motivar a los nuevos y viejos botánicos a continuar apoyando a hacer ciencia en botánica. Sin embargo, no se trata solo de coleccionar plantas o pensar muestras botánicas, sino se trata de descubrir y describir nuevas especies y registros, y hacer investigaciones que se concreten en productos como son las publicaciones científicas. También, hay que consolidar las colecciones

en los herbarios que estén correctamente identificadas y curadas, ya que son la base para una infinidad de estudios ecológicos, etnobotánicos, etc. Así como muchos lo hicieron, los botánicos nuevos deben esforzarse por realizar estudios de postgrado de alto nivel y los herbarios o Universidades deben promover este tipo de capacitación, para así tener profesionales de primer nivel. Creo que las oportunidades para estudiar siguen siendo buenas. También quiero motivar a las autoridades universitarias que apoyen con más personal y presupuesto para hacer investigación botánica, que de hecho no se puede desmerecer lo que ya hicieron hasta ahora. Finalmente, quiero motivar a instituciones u ONGs nacionales e internacionales a designar mayores fondos económicos para desarrollar investigación botánica pura o aplicada. Creo que con un pequeño esfuerzo que hagamos todos, el país cosechará algunos frutos en poco tiempo y se reflejará en Herbarios mejor consolidados, mas profesionales botánicos de alta calidad y mas publicaciones científicas hechas por bolivianos, que ayudarán a dar soluciones concretas a los problemas que se tienen con la conservación y manejo de los ecosistemas en el país.

BONIFACIO MOSTACEDO

Editor en Jefe

Revista de la Sociedad Boliviana de Botanica (RESBBO)

Densidad, Estructura y Regeneración de la Palmera Endémica *Syagrus yungasensis* en Yanamayo - La Asunta (La Paz, Bolivia)

Density, Structure and Regeneration of an Endemic Palm Syagrus yungasensis in Yanamayo – La Asunta (La Paz, Bolivia)

Erika Blacutt R. y Mónica Moraes R.

Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077 – Correo Central, tel. 2792416, 2792582, fax 2774764, La Paz, Bolivia
erikablacutt@gmail.com, monicamoraes45@gmail.com

Resumen. Una de las principales herramientas para los estudios de manejo y conservación de palmeras son los estudios de estructura poblacional y densidad. En este estudio se documenta la estructura poblacional, densidad e índice de regeneración de *Syagrus yungasensis* (Arecaceae), especie endémica de La Asunta (Prov. Sud Yungas, E La Paz). Se relacionó a esta población con su distribución espacial y características de relieve en el área de estudio; también se analizó la distribución espacial a partir de dos métodos (Programita software de Wiegand 2004 e índice de Morisita) y se analizó si la densidad dependía de la inclinación del terreno. Los resultados fueron obtenidos a través de la instalación de 12 parcelas no permanentes de 1.200 m². Analizando a 2.235 individuos y clasificándolos en seis categorías de crecimiento (plántulas, juvenil 1, 2 y 3, preadulto y adulto reproductivo); juvenil 1 presenta mayor densidad con 0,065 indiv./14.400 m² seguido de plántulas y juvenil 3, luego la densidad decrece a medida que los individuos maduran. La estructura poblacional sigue al modelo de “J” invertida, indicando una regeneración constante y se confirma con el índice de regeneración (IDR= 7), por cada adulto hay siete plántulas. La distribución espacial es agregada. Se realizó una regresión lineal donde solo en una de las parcelas depende de la inclinación del terreno (parcela 3, R²= 0,637; p= 0,003). Este trabajo es una contribución al conocimiento sobre la población de una especie de palma endémica de Bolivia que posteriormente nos permitirá abordar problemas de manejo y conservación.

Palabras clave: Arecaceae, Bolivia, densidad, endémica, estructura poblacional, *Syagrus yungasensis*.

Abstract. Among important tools for management and conservation of palms are studies on population structure and density. In this study the population structure, density and regeneration of *Syagrus yungasensis* (Arecaceae), an endemic species from La Asunta (Prov. Sud Yungas, E La Paz), was documented. The population with regard to spatial distribution and relief in the study area were analyzed; 12 non-permanent plots of 1.200 m² were established in the field. The spatial distribution was analyzed utilizing two methods (Wiegand Programita software 2004 and Morisita index). In six growth categories (seedlings, juveniles 1, 2 and 3, preadults and reproductive adults) a total of 2.235 palms were analyzed. Juvenile 1 registered the highest density with 0,065 palm./14.400 m², followed by seedlings and juvenile 3, and in further categories the density declines as the palms mature. The population structure follows the dynamic population model (reversed “J”) indicating constant regeneration; also supported by the regeneration index (IDR= 7), e.g. for each adult there are seven seedlings. The spatial distribution is aggregated. According to a linear regression the presence of this palm species does not rely on relief; only the 3rd non-permanent plot showed a clear dependence on relief (NPP. 3, R²= 0,637; p= 0,003). This work contributes to the population information about an endemic Bolivian palm species that will help further on management and conservation issues

Keywords: Arecaceae, Bolivia, density, endemic, population structure, *Syagrus yungasensis*.

INTRODUCCIÓN

El género *Syagrus* se encuentra mayormente diversificado en hábitats abiertos de la provincia neotropical del Cerrado (Henderson 1995, Moraes 1996). Este género se distribuye desde Venezuela hasta Argentina, reportando 42 especies (Glassman 1987, Henderson 1995, Bernacci *et al.* 2008),

en Bolivia está representado por seis especies (Moraes 2005). El género *Syagrus* se caracteriza por una variedad de formas de vida; puede ser acaulescente o con tronco desarrollado, las inflorescencias son interfoliares y las hojas están espaciadas de manera regular o irregular (Moraes 1996). *Syagrus yungasensis* es una especie endémica al municipio de La Asunta de la provincia Sud Yungas del

departamento de La Paz, Bolivia; presenta una distribución restringida y discontinua (Moraes 1996, 2004). Esta especie está amenazada por factores antropogénicos, como la deforestación y habilitación de cultivos (Moreno y Moreno 2006, Blacutt 2009). En La Asunta se conoce a esta especie con el nombre de “coquito” al igual que en Chamaca; mientras que en Yanamayo se la conoce como “motacú” o también “motacú de bosque” (Blacutt 2009).

Los estudios de estructura poblacional y densidad, generan información necesaria para la elaboración de planes de manejo y conservación, siendo herramientas para mejor uso del recurso (Thompson *et al.* 2009). Además, reflejan la historia natural, documentan las presiones que atraviesa la población, como competencia entre individuos interespecíficos en sus fases de crecimiento y competencia por disponibilidad de mejores condiciones para la regeneración de su población, explicando así la mortalidad y el reclutamiento (Thompson *et al.* 2009). Por ello se plantearon las siguientes preguntas para realizar el estudio: 1) ¿Cuál es la estructura poblacional y densidad de *Syagrus yungasensis* en la localidad de Yanamayo? 2) ¿Cuál es el índice de regeneración de esta especie? y 3) ¿Cómo es la distribución espacial de *Syagrus yungasensis* y si está depende de la inclinación?

MÉTODOS

Área de estudio

La localidad de Yanamayo se encuentra en la quinta sección del municipio de La Asunta en la provincia Sud Yungas (Depto. La Paz) a 180 km de la ciudad de La Paz, a 55 km al N del camino de Chulumani y a 30 km NW de La Asunta, 16°14'-16°15'S y 67°14'-67°15'W y altitud promedio de 893 m (Figura 1) (Blacutt 2009). La época seca es de 6- 8 meses (abril - septiembre), mientras que las lluvias caen en periodos cortos pero se concentran entre noviembre y marzo. El promedio anual de precipitación es de 500-600 mm y la temperatura anual promedio de 18-20°C, con una humedad relativa de hasta 60% (Beck *et al.* 1993, López 2003).

Se caracteriza por ser un valle seco con laderas montañosas de vegetación semidecidua (Moraes 1996), donde se destaca la población de *Syagrus yungasensis* en las laderas de elevada inclinación. Es parte de un mosaico compuesto por bosque fragmentado seco, chaparrales, matorrales y tierras erosionadas (López 2003); con distintas condiciones ecológicas y comunidades vegetales florísticas (Beck *et al.* 1993, López 2003). La principal actividad es la agricultura, siendo los más populares monocultivos de coca (*Erythroxylum coca*) y cítricos (Killeen *et al.* 2005).

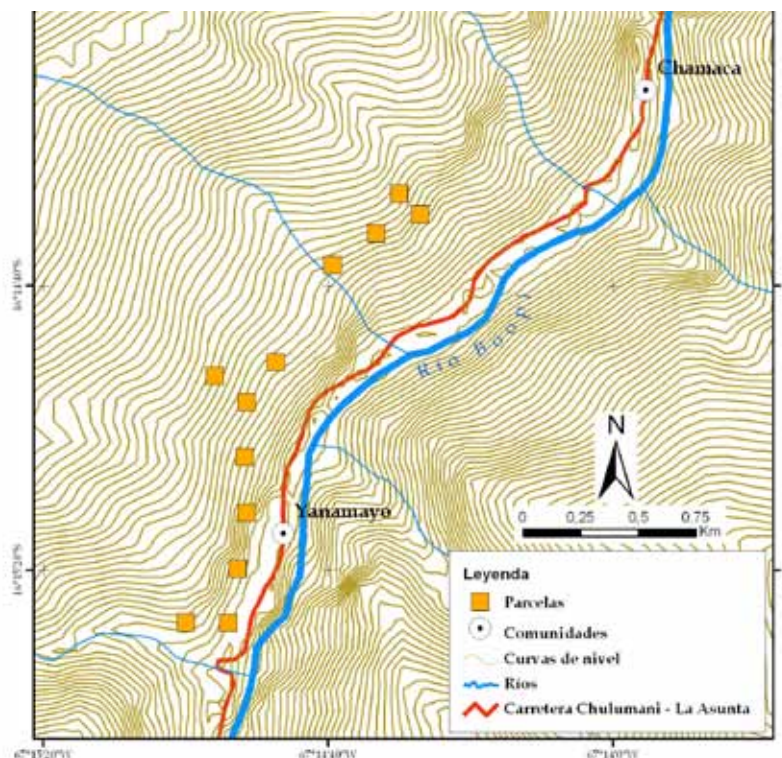


Figura 1. Mapa de ubicación de la localidad de Yanamayo y parcelas

Métodos

El trabajo de campo fue realizado desde marzo a diciembre de 2008 en poblaciones naturales de *Syagrus yungasensis*, distribuidas en la localidad de Yanamayo. Durante seis campañas de trabajo de campo, cada una de 5–17 días, se obtuvieron datos sistematizados sobre la estructura y densidad.

Estructura poblacional y densidad.- Para evaluar la densidad y estructura poblacional se instalaron 12 parcelas. Cada parcela de 30 x 40 m fue subdividida en parcelas de 10 x 10 m, habiendo doce subparcelas numeradas de izquierda a derecha y de abajo a arriba a 200 m de distancia (Elzinga *et al.* 2001, Fieira y Souza 2007). Para instalar la primera, se caminó hasta el límite longitudinal donde aún existían individuos y así establecer una delimitación lateral; desde ahí se dejaron 200 m como zona de amortiguamiento y se instaló la primera parcela. Si ésta se encontraba cerca de un sendero, se dejaban 10 m para la zona de amortiguamiento; si caía parcialmente en un cocal, se la establecía *in situ*, debido a la amplia extensión de estos cultivos. Para cada parcela se tomó en cuenta: Coordenadas geográficas, altitud, exposición, inclinación del terreno, topografía y características (uso de la tierra, cobertura vegetal, senderos y otros de contraste).

En total la superficie evaluada fue de 14.400 m², donde se registró y midió la altura de cada individuo y se anotaron las coordenadas cartesianas (Sampaio 2006, Fieira y Souza 2007). También se anotó la inclinación de cada subparcela mediante un clinómetro. Cada categoría de crecimiento fue evaluada en base a las siguientes mediciones: altura de la planta, diámetro de tronco (si estaba presente), longitud de hojas, número de hojas (indicando si las hojas eran enteras, divididas o semidivididas) y el estado reproductivo. Se midió el perímetro a 3 cm del suelo si eran individuos pequeños y el perímetro a la altura del pecho (PAP) en los adultos. Una vez registrado el perímetro y el PAP, se calculó el diámetro utilizando la fórmula sugerida por Gentry (2001) para la transformación de los datos de campo:

$$\text{Diámetro} = \frac{\text{Perímetro}}{\pi} \quad (1)$$

Se calculó la regresión lineal de cada parcela con la inclinación y la densidad poblacional por subparcela (Marques y Joly

2000). Para este cálculo se aplicó el paquete estadístico SSPS 11.5.

Distribución espacial.- La distribución espacial fue analizada por el índice de dispersión de Morisita y mediante la L de Ripley del programa de Wiegand, "Programita software" 2004. El índice de dispersión de Morisita se calculó en base a la fórmula (Marques y Joly 2000, Caldato *et al.* 2002):

$$I_{MOR} = \frac{n \sum x^2 - N}{N(N-1)} \quad (2)$$

Donde, N = Número de parcelas, $\sum x^2 = f(x) x^2$ = Suma de los cuadrados del número de individuos multiplicado por f(x) y N = $\sum f(x)$ = Frecuencia total de individuos encontrados en todas las n-parcelas. Una cualidad de este índice es que está poco influenciado por el tamaño de las parcelas; asume el valor de 1,0 para la dispersión al azar, menor a 1,0 para la distribución uniforme y mayor a 1,0 para la distribución agregada (Caldato *et al.* 2002). Con las coordenadas se generaron datos mediante el programa de Wiegand, "Programita software" 2004 con una gráfica que al interpretarla, reporta el tipo de distribución espacial de la población; si la línea está por encima de 0, se trata de una distribución agregada, si está en los límites de confianza, la distribución es aleatoria y si está por debajo de 0, tiene distribución uniforme (De la Cruz 2006).

Índice de regeneración.- Una vez obtenidos los resultados de densidad, se dividió la densidad de plántulas entre la densidad de individuos reproductivos, medido como el índice de regeneración (Michea 1988):

IDR-PR= Densidad de plántulas / Densidad de individuos reproductivos (3)

Donde, IDR-PR = Índice de regeneración en relación a la población reproductiva total.

RESULTADOS

Estructura poblacional

Para la identificación de categorías de desarrollo (pre-reproductivo y una reproductiva) se analizó un total de 2.235 individuos, caracterizando a *Syagrus yungasensis* en seis categorías (Figura 2): I = plántulas, II = juvenil 1, III = juvenil 2, IV = juvenil 3, V = preadulta y VI = adulto reproductivo (Tabla 1). Esta estructura sigue al modelo de "J" invertida

o tendencia poblacional dinámica: La mayor proporción correspondió a plántulas y fases juveniles (82,55%) y con un gradual decremento hacia las fases intermedias hasta individuos adultos reproductivos (5,64%) (Figura 2).

Tabla 1. Categorías de crecimiento de *Syagrus yungasensis*, según características morfológicas.

Categoría de crecimiento	Características morfológicas
Plántula	3 (6) hojas enteras, ≤ 50 cm de altura
Juvenil 1	Hojas enteras, >50 cm y ≤ 200 cm, 1.91 cm de diámetro por encima de los 3 cm del suelo
Juvenil 2	Hojas semidividas y divididas, >50 cm y ≤ 200 cm, diámetro 1.27-7.96 cm, hasta 105 pinnas; aún presentan tallos
Juvenil 3	Hojas elongadas y erectas divididas, >200 cm y ≤ 250 cm, diámetro 1.27-7.96 cm, hasta 160 pinnas; sin tronco
Preadulto	Hojas divididas, < 300 cm, tronco hasta de 1 m de alto, diámetro 5.09–7 cm, hasta 250 pinnas; pocos individuos con hojas envainadas en el tronco
Adulto reproductivo	Con inflorescencias o infrutescencias, DAP 4.46-12 cm, raíces adventicias; frutos comidos por ardillas, coleópteros y personas

Densidad poblacional

La densidad de palmas por parcela fue relativamente baja, siendo la más alta en la parcela 8 con 0,629 individuos/1.200 m² y la parcela 6 tuvo con la menor de 0,016 indiv./1.200 m² (Figura 3). Mientras que en las subparcelas la mayor fue

de 1,06 indiv./100 m² y la menor de 0,1 indiv./100 m². Los individuos que corresponden a juvenil 1 fueron más densos con 0,065 indiv./1.200 m² y juvenil 3 tiene 0,004 indiv./1.200 m²; las categorías de menor desarrollo presentaron mayor densidad que decrece a medida que maduran los individuos.

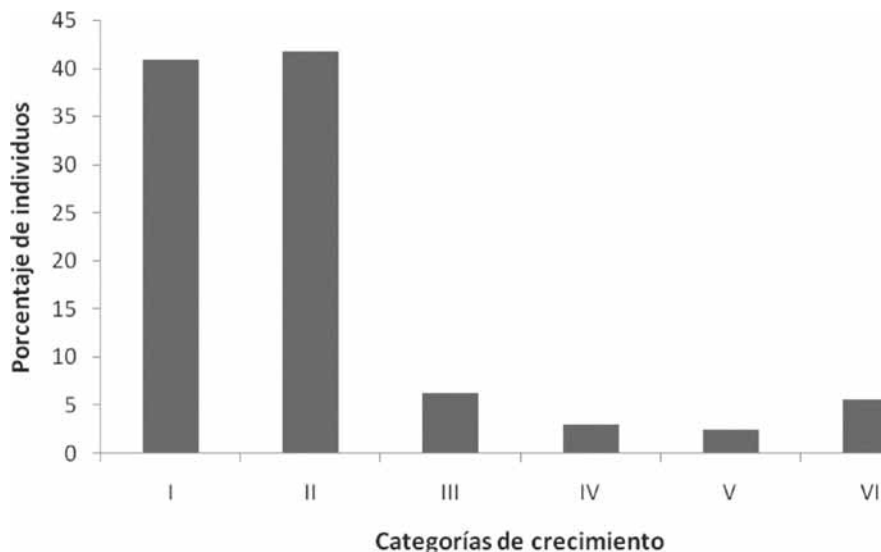


Figura 2. Porcentaje de individuos según categorías de crecimiento de *Syagrus yungasensis*.

De doce parcelas, solo cuatro de ellas presentaron individuos de *Syagrus yungasensis* en las doce subparcelas, por lo que en 23/144 subparcelas no se encontraron individuos; el 85% de las subparcelas tiene por lo menos un individuo de *S. yungasensis*.

Solo la parcela 3 mostró dependencia entre densidad e inclinación ($R^2= 0,637$; $p= 0,003$), mientras que ocurrió lo

opuesto en las parcelas 6 y 12, siendo menos significativa la influencia de la inclinación sobre la densidad de palmeras ($R^2= 0.001$; $p= 0,947$ y $R^2= 0,0005$; $p= 0,948$) (Figura 4).

De esta manera la inclinación y la densidad de *Syagrus yungasensis* son independientes entre sí.

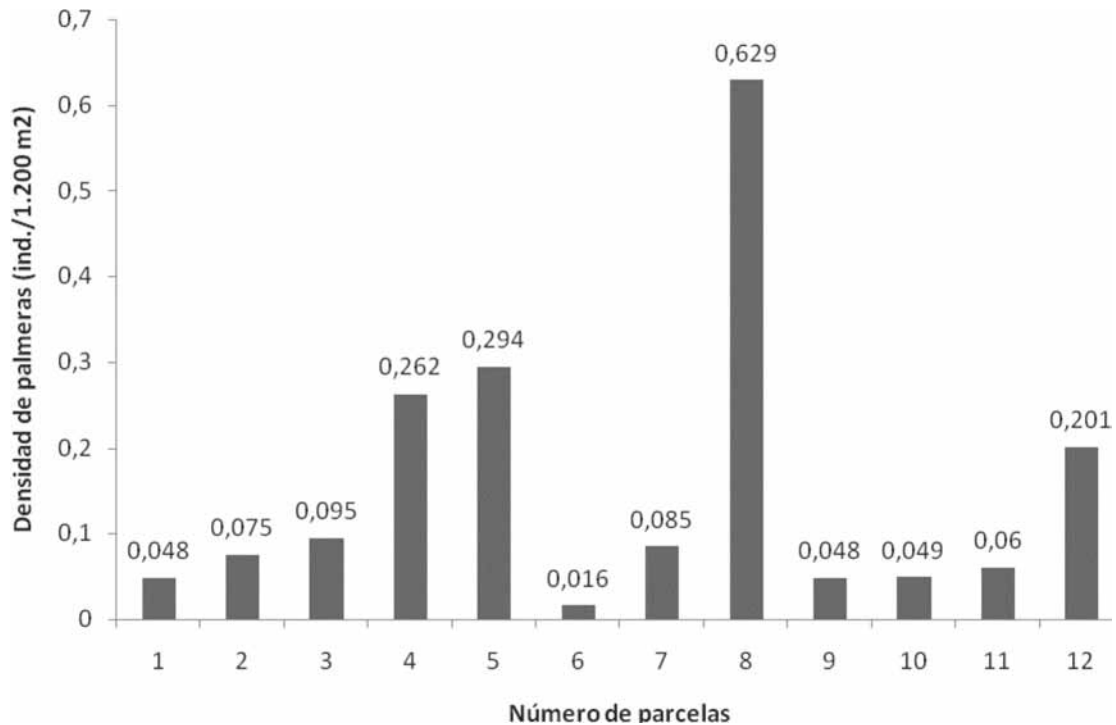


Figura 3. Densidad registrada de palmeras de la población de Yanamayo en las 12 parcelas muestreadas.

Distribución espacial

La distribución espacial es agregada. El resultado obtenido por el índice de distribución de Morisita es de $IMOR= 1,123$, mientras que con el programa de Wiegand (Figura 5), once parcelas presentan una distribución poblacional del tipo agregado este patrón se mantiene en siete de ellas, pero en cuatro muestran que a partir de los 7 m presentan un patrón espacial aleatorio, como es el caso de

las parcelas 4 y 12. Solo la parcela 6 presenta un patrón espacial aleatorio total.

Índice de regeneración

Por cada adulto existen siete plántulas en *Syagrus yungasensis* (Tabla 2). El índice de regeneración por parcela varía entre 1,14-24,33; no existe un índice para las parcelas 6, 9 y 12, debido a que no presentaron adultos.

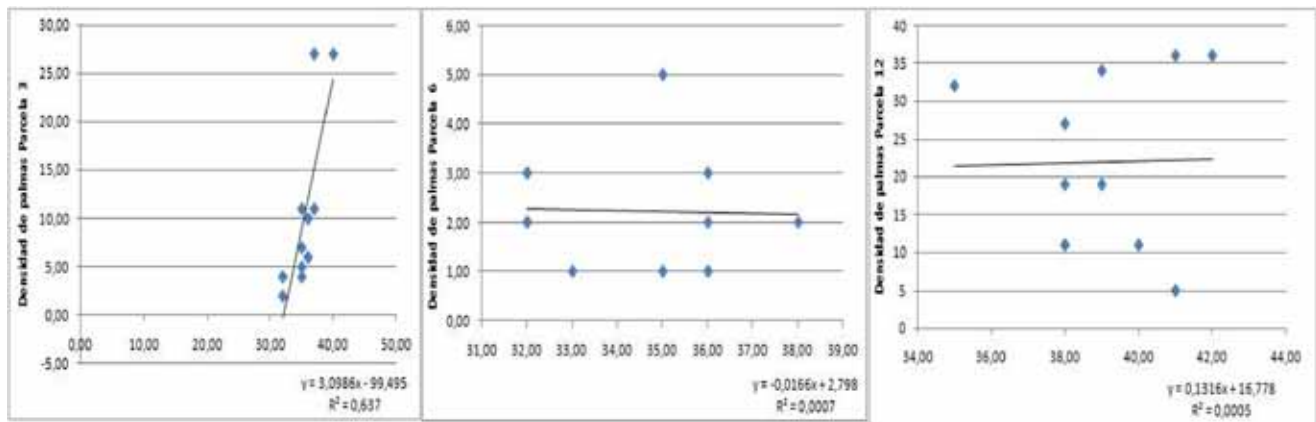


Figura 4. Densidad de palmeras vs inclinación a. Parcela 3, que muestra dependencia entre la densidad y la inclinación, b. parcela 6, c. parcela 12.

DISCUSIÓN

Modelo poblacional

El modelo poblacional sugiere que *Syagrus yungasensis* tiene una población autoregenerativa o dinámica. Esto quiere decir que la mayor concentración del número individuos por área se encuentra en las categorías iniciales de desarrollo (plántulas y juvenil 1), mostrando regeneración constante de las fases maduras (adulto reproductivo) (Sampaio 2006, Thompson *et al.* 2009). También se corrobora esto con el índice de regeneración: Por cada adulto hay siete plántulas, por lo tanto,

cuando el adulto muera habrá por lo menos una que llegará a su estado reproductivo. Este patrón contribuirá en su perpetuación a largo plazo (Sampaio 2006, Thompson *et al.* 2009).

Sin embargo, en la naturaleza nada es estático, por lo que este modelo poblacional no es definitivo; puede cambiar en función a las condiciones bióticas y abióticas del lugar (Travest 2004). Entonces puede transformarse desde una población autoregenerativa a una regresiva (mayor número de adultos y menor número de individuos en fases iniciales; Travest 2004).

Tabla 2. Índice de regeneración de *Syagrus yungasensis* calculado para las doce parcelas. Las parcelas 6, 9 y 12 sin índice, por carecer de individuos adultos.

Parcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Índice de regeneración	1,14	2,83	20,50	2,34	24,33		11,50	7,38		12,00	6,00	

Este modelo dinámico también ha sido observado en otras especies de palmeras: *Euterpe precatoria* (Peña-Claros y Zuidema 2000), *Geonoma schottiana* (Sampaio 2006), *Syagrus romanzoffiana* (Fieira y Souza 2007), *Attalea phalerata* (Paniagua y Moraes 2009) y *Parajubaea torallyi* (Thompson *et al.* 2009). Sin embargo, la estructura poblacional de *Iriartea deltoidea* y *Phytelephas seemanii*

en Colombia mostró mayor concentración de individuos en categorías intermedias (Bernal 1998). Es así que el tamaño de la población también está influenciado por eventos que afectan a cada categoría de desarrollo y algunas de estas categorías son más importantes para la perpetuación de su población (Sampaio 2006).

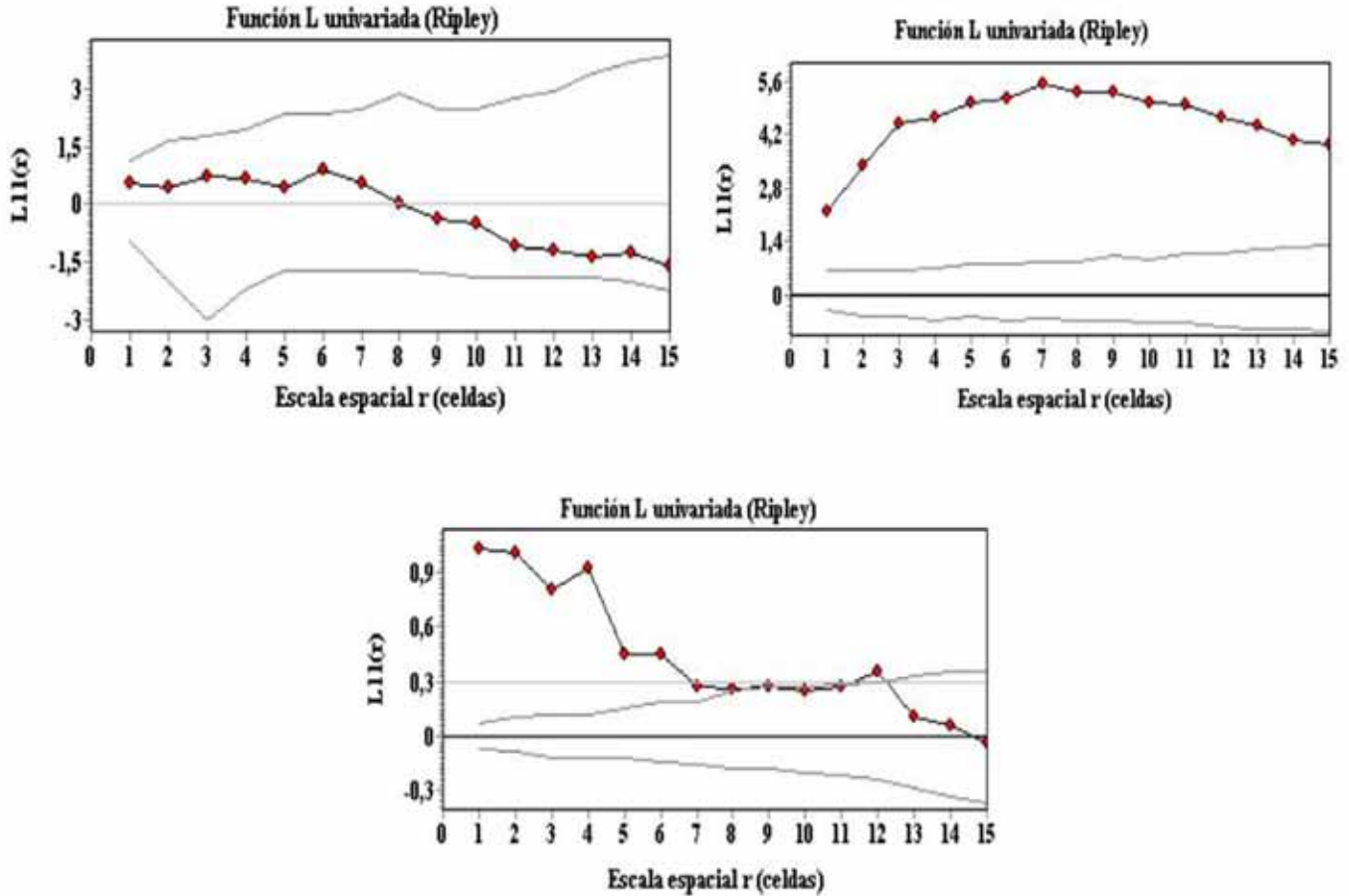


Figura 5. Ejemplos del patrón de distribución espacial por parcela. La línea con puntos rojos es la parcela; líneas plomas son límites de confianza. Si la línea punteada está entre ambos límites = distribución aleatoria (parcela 6); si está por encima = agregada (Parcela 10) o desde 7 m se vuelve aleatoria (parcela 5); por debajo = uniforme (no para esta población); el punto más alto muestra la distancia con mayor agregación.

Estructura poblacional y densidad

A partir del análisis de datos y las características morfológicas registradas en campo de *Syagrus yungasensis*, se evaluaron seis categorías de crecimiento: plántula, juvenil 1, juvenil 2, juvenil 3, preadulto y adulto reproductivo. Se distingue de la clasificación realizada por Bernacci (2001) para la descripción de plántulas de *Syagrus romanzoffiana* pues analizó su crecimiento bajo cultivo en laboratorio. Pese a ello, la categorización coincide con la de Bernacci *et al.* (2008) de *S. romanzoffiana* en base a seis categorías de crecimiento, pero consideran a las plántulas como individuos con por lo menos

una hoja menor a 2 cm de longitud. En caso de aplicar esta clasificación con *S. yungasensis*, la categoría de crecimiento I estaría compuesta por cinco individuos.

Al analizar la densidad de individuos por fase de crecimiento de *S. yungasensis*, se observa la ausencia de determinadas categorías p.e. la ausencia de juveniles y adultos. Esto se puede interpretar como un cuello de botella demográfico en el reclutamiento, crecimiento y/o en la sobrevivencia de individuos en estas dos categorías, como fue argumentado por Andrzejczyk y Brzeziecki (1995 citado en Souza 2007).

Este proceso se da generalmente en poblaciones pequeñas (Souza 2007), como podría ser considerada la población de *S. yungasensis*.

Al reunirse condiciones de fragmentación del bosque, como el incremento de la temperatura del suelo, refleja menores condiciones para la germinación de semillas tal como lo demuestran las parcelas 1, 2 y 6. Sin embargo, este no es el único factor que afecte negativamente en la densidad de esta población, ya que la presencia de patógenos herbívoros, la competencia entre plántulas o de plántulas e individuos adultos y el estrés hídrico disminuyen la probabilidad de sobrevivencia en plántulas menos desarrolladas (Sampaio 2006, Souza *et al.* 2000).

Densidad vs. Inclinación

Factores como el tipo de suelo, topografía y orientación generan o no zonas más o menos favorables para la especie, determinando su densidad y muchas veces su distribución espacial como población o en las diferentes fases de desarrollo (Barot *et al.* 1999). La inclinación del terreno respecto a la densidad de *S. yungasensis* mostró no ser uno de ellos (excepto en la parcela 3), ya que en el resto podrían ser otros los factores determinantes para la densidad. Otros factores a considerar son: Apertura del dosel, incidencia lumínica, factores antropogénicos (quema, remoción de especímenes), entre otros (Boll *et al.* 2005, Sampaio 2006), que no fueron evaluados en este estudio.

Índice de regeneración

Comparando con el trabajo de Michea (1988), la menor densidad en la población de *Jubaea chilensis* (2 indiv./ha) es alta comparada con la mayor densidad de *S. yungasensis* (0,065 indiv./ha). Sin embargo, en cuanto a la regeneración de individuos de *S. yungasensis* presenta una tasa superior a la de *J. chilensis*, siendo de 7 y 2,27 respectivamente. Comparando con Paniagua y Moraes (2009), el índice de regeneración para *Attalea phalerata* es alto en comparación con *S. yungasensis*, ya que el valor mínimo es de 15 y el mayor de 26.

Distribución espacial

Syagrus yungasensis a nivel poblacional presenta una distribución agregada, mientras que a nivel de cada parcela solo en 7 de las 12 parcelas son agregadas; cuatro de ellas

tienden a ser aleatorias a partir de los 7 m de distancia entre cada individuo y solo una tiene distribución aleatoria, que a su vez se encuentra en área de cultivo. El las parcelas presenten una distribución espacial diferente puede deberse a diferentes factores. La heterogeneidad ambiental genera parches más o menos favorables para las plantas (variación de suelo, topografía, microclima), como sugieren Barot *et al.* (1999) y Davis *et al.* (2005). A su vez, los patrones de distribución pueden reflejar procesos ecológicos pasados, como competencia, predación, herbivoría, dispersión, interacciones de microbios, factores edáficos y climatológicos (Davis *et al.* 2005), que no fueron evaluados en este estudio.

Generalmente en el área de influencia y en la base de las palmeras reproductivas se encontraban individuos en diferentes fases de desarrollo, en algunos casos en grupos de hasta 26 individuos entre plántulas y adultos reproductivos (Blacutt 2009). Boll *et al.* (2005) plantearon que el encontrar un individuo adulto, es un indicador de presencia de plántulas y juveniles, a causa de su distribución agregada que a su vez muchas veces se da por una dispersión limitada.

Algunas poblaciones se encuentran agregadas en sitios donde se han generado claros producidos por la caída de árboles; otras se agregan debido a los pobres niveles de dispersión de semillas y baja depredación de las mismas; otras muestran agregación en relación con hábitats topográficos y edáficos específicos; y muchas otras tienden a agregarse por factores, como el fuego (en este caso ocasionado por el hombre) (Caldato *et al.* 2002, Davis *et al.* 2005).

CONCLUSIONES

Se identificaron seis categorías de crecimiento en el ciclo de vida de la palmera endémica *Syagrus yungasensis*: Plántula, juvenil 1, juvenil 2, juvenil 3, preadulto y adulto reproductivo. El patrón poblacional corresponde al modelo de "J" invertida, siendo entonces autoregenerativa, donde más del 50% de sus individuos pertenece a categorías iniciales o de regeneración. A pesar de tener un buen índice de regeneración (7 plántulas por adulto), *S. yungasensis* presenta una densidad muy baja: 0,15 indiv/ha y en solo una de 144 subparcelas la densidad fue de 1,06 indiv./100 m².

La distribución de *Syagrus yungasensis* es agregada, aunque en cuatro de las parcelas desde los 7 m muestran

patrones dispersos y aleatorios. La densidad no depende de la inclinación, son dos variables independientes (p. e. parcela 6: $R^2 = 0,001$; $p = 0,947$).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las autoridades del Municipio de La Asunta, Lic. Reynaldo Calcina y Honorable Consejo Municipal y autoridades de Yanamayo. El Instituto de Ecología de la UMSA y la Iniciativa de Becas Werner Hanagarth de la Fundación Puma financiaron el trabajo de campo de E. Blacutt para obtener el grado de licenciatura en biología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrzejczyk, T. y B. Brzeziecki. 1995. The structure and dynamics of old-growth *Pinus sylvestris* (L.) stands in the Wigry National Park, north-eastern Poland. *Vegetation* 117: 81-94.
- Balslev, H. y M. Moraes. 1989. Sinopsis de las palmeras de Bolivia. *AUU Reports* 20: 1-107.
- Barot, S., J. Gignoux y J.C. Menaut. 1999. Demography of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analyses. *Ecology* 80(6): 1987-2005.
- Beck, S., T.J. Killeen y E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. En: T.J. Killeen, E. García y S. Beck (Eds.) *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia-Missouri Botanical Garden, Editorial Quipus S.R.L., La Paz, Bolivia. pp 6-24.
- Bernacci, L. 2001. Aspectos da demografia da palmeira nativa *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, Jerivá, como subsidios ao seu manejo. Tesis Doctoral en Biología Vegetal, UNICAMP, Campinas. Brasil.
- Bernacci, L., F. Martins y F. Maës dos Santos. 2008. Estrutura de estádios ontogéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). *Acta Botanica do Brasil* 22(1): 119-130.
- Bernal, R. 1998. Demography of the vegetable ivory palm *Phytelephas seemanii* in Colombia, and the impact of seed harvesting. *Journal of Applied Ecology* 35: 64-74.
- Blacutt, R. 2009. Densidad, estructura y amenazas de *Syagrus yungasensis* (Arecaceae) en la localidad de Yanamayo, Municipio La Asunta, La Paz Bolivia. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Boll, T., J. C. Svenning, J. Vormisto, S. Normand, C. Grández y H. Balslev. 2005. Spatial distribution and environmental preferences of the piassaba palm *Aphandra natalia* (Arecaceae) along the Pastaza and Urituyacu rivers in Peru. *Forest Ecology and Management* 213: 175-183.
- Bruna, E. 2002. Effects of forest fragmentation on *Heliconia acuminata* seedling recruitment in central Amazonia. *Oecologia* 132: 235-243.
- Caldato, L., N. Vera y P. MacDonagh. 2002. Estructura poblacional de *Ocotea puberula* en un bosque secundario y primario de la selva mixta misionera. *Ciência Florestal Santa Maria* 13(1): 25-32.
- Davis, M., C. Curran, A. Tietmeyer y A. Miller. 2005. Dynamic tree aggregation patterns in a species-poor temperate woodland disturbed by fire. *Journal of Vegetation Science* 16: 167-174.
- De la Cruz, M. 2006. Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas. *Ecosistemas* 15(3): 19-39.
- Elzinga, C., D. Salzer, J. Willoughby y J. Gibbs. 2001. *Monitoring plant and animal populations*. Blackwell Science, Londres, USA.
- Fieira, S. y A. Souza. 2007. Estructura populacional de *Syagrus romanzoffiana* em uma floresta rupícola sujeita ao pastejo pelo gado. *Revista brasileira de Biociencias* 5(1): 591-593.
- Gentry, A. 2001. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. En: M. Kappelle y A. Brown (Eds.). *Bosques nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. pp. 85-123.
- Glassman, S.F. 1987. Revision of the palm genus *Syagrus* Mart. and other selected genera in the Cocos alliance. *Illinois Biol. Monogr.* 56: 1-230.
- Henderson, A. 1995. *The palms of the Amazon*. Oxford University Press, Nueva York, USA.
- López, R. 2003. Diversidad florística y endemismo de los valles secos bolivianos. *Ecología en Bolivia* 38 (1): 27-60.
- Marques, M. y C. Joly. 2000. Estrutura e dinâmica de uma população da *Calophyllum brasiliense* Camb. Em floresta higrófila do sudeste do Brasil. *Revta Brasil. Bot.* 23(1): 107-112.
- Michea, G. 1988. Estudio poblacional de la palma chilena (*Jubaea chilensis*) en el sector Ocoa, Parque Nacional

- La Campana. Medio Ambiente 9(1): 124-130.
- Moraes, M. 1996. Novelty of the genera *Parajubaea* and *Syagrus* (Palmae) from interandean valleys of Bolivia. *Novon* 6: 85-92.
- Moraes, M. 2004. Flora de palmeras de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, Plural editores, La Paz, Bolivia.
- Moraes, M. 2005. The genus *Syagrus* in Bolivia. *The Palm Journal* (179): 17-18.
- Moreno, L. y O. Moreno. 2006. Colecciones de las palmeras de Bolivia Palmae-Arecaceae. Editorial FAN. Santa Cruz, Bolivia.
- Navarro, G. 2005. Provincia biogeográfica de los Yungas. En: G. Navarro y M. Maldonado (Eds.). *Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos*. Primera edición, Editorial Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. pp. 279-339.
- Paniagua-Zambrana, N. y M. Moraes. 2009. Hacia el manejo del motacú (*Attalea phalerata*, Arecaceae) bajo diferente tipo de cosecha (Riberalta, Depto. Beni, NE Bolivia): Estructura y densidad poblacional. *Revista GAB* 4: 17-23.
- Peña-Claros, M. y P. Zuidema. 2000. Limitaciones demográficas para el aprovechamiento sostenible de *Euterpe precatoria* para producción de palmito en dos tipos de bosque de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 34: 7-25.
- Souza, A. 2007. Ecological interpretation of multiple population size structures in trees: The case of *Araucaria angustifolia* in South America. *Austral Ecology* 32: 524-533.
- Souza, A., F. Martins y D. Silva. 2000. Detecting ontogenic stages of the palm *Attalea humilis* in fragments of the Brazilian Atlantic forest. *Canada Journal of Bot.* 78: 1227-1237.
- Thompson B., L. N., M. Moraes R. y M. Baudoin W. 2009. Estructura poblacional de la palmera endémica *Parajubaea torallyi* (Mart.) Burret en zonas aprovechadas del Área Natural de Manejo Integrado El Palmar (Chuquisaca, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 44(1): 17-35.
- Travest, A. 2004. Ecología reproductiva de plantas en condiciones de insularidad: Consecuencias ecológicas y evolutivas del aislamiento geográfico. En: R. Zamora y F. J. Pugnaire (Eds.). *Ecosistemas Mediterráneos. Análisis Funcional*, CSIC -AEET, Mallorca, España. pp. 269-289.

Patrones Florísticos en las Tierras Bajas de Bolivia

Floristic Patterns in Lowland Bolivia

Marisol Toledo^{1,2}, Lourens Poorter^{1,2}, Marielos Peña-Claros^{1,2}, Alfredo Alarcón¹, Julio Balcázar¹, José Chuvina¹, Claudio Leño¹, Juan Carlos Licona¹, Hans ter Steege³ y Frans Bongers²

1 Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Casilla 6204, Santa Cruz, Bolivia.

Email: marisol.toledo@gmail.com, Autora para correspondencia

2 Forest Ecology and Forest Management Group, Universidad de Wageningen,
P.O. Box 47, 6700 AA Wageningen, the Netherlands

3 Ecology and Biodiversity, Department Biology, Utrecht University, 3584 CH Utrecht, the Netherlands

Resumen. Aunque es ampliamente reconocido que Bolivia es uno de los países megadiversos, estudios sobre el patrón espacial de las comunidades de plantas a gran escala son escasos. En este estudio examinamos la variación florística, a través de 220 parcelas permanentes de una hectárea, distribuidas a lo largo de gradientes ambientales, de los bosques tropicales en las tierras bajas de Bolivia. Para cada parcela se obtuvo la abundancia y frecuencia de 100 especies arbóreas (≥ 10 cm diámetro) de identificación confiable incluyendo 93 árboles y siete palmeras. Un análisis de ordenación dividió las tierras bajas de Bolivia primeramente en dos grandes regiones (la región Chiquitana y la región Amazónica), distinguiéndose al final cinco regiones florísticas. De las 100 especies, sólo 10 ocurrieron en una región florística y 90 ocurrieron en dos o más regiones florísticas. Adicionalmente se distinguieron 82 especies indicadoras, las cuales tuvieron preferencias significativas por determinadas regiones florísticas. Estas especies pueden ser utilizadas como indicadoras de condiciones ambientales o para determinar a qué región florística un cierto bosque pertenece. La variación florística entre las regiones deben ser tomadas en cuenta al desarrollar planes de manejo adecuados para cada bosque.

Palabras clave: Arecaceae, Bolivia, distribución de especies, especies indicadoras, variación florística.

Abstract. Although it is widely recognized that Bolivia is one of the mega-diverse countries, studies on spatial patterns of plant communities at meso-scale are scarce. We examined floristic variation across 220 ha⁻¹ permanent plots distributed along environmental gradients in tropical lowland forests of Bolivia. For each plot abundance and frequency of 100 tree species (≥ 10 cm diameter) of reliable identification were considered including 93 tree and seven palm species. Ordination analysis divided lowland Bolivia primarily into two major groups (Southern Chiquitano region versus the Amazon region) and five floristic regions were distinguished. Of the 100 species, only 10 occurred in one floristic region and 90 occurred in two or more regions. Additionally, we distinguished 82 strong indicator species which had significant environmental preferences for one floristic region. These species can be used as indicators of environmental conditions or to determine to what floristic region a certain forest belongs. The floristic variation among regions have to be taken into account when developing forest-specific management plans.

Keywords: Bolivia, floristic variation, indicator species, species distribution.

INTRODUCCIÓN

Las tierras bajas en el Neotrópico poseen una extraordinaria variedad de tipos de bosques, probablemente relacionada a la complejidad geomorfológica y la variación climática (Hueck 1978, Daly y Prance 1988). Esto es especialmente el caso para Bolivia, donde tres regiones biogeográficas

de América del Sur: Amazonia, Brasileño-Paranense y el Gran Chaco se encuentran en las tierras bajas (Navarro y Maldonado 2002). Aunque Bolivia es considerado uno de los países tropicales de mayor biodiversidad, es aún el menos conocido florísticamente (Pottes 1991, Ibsch y Mérida 2003). Los estudios sobre la composición florística de los diferentes tipos de bosque de las tierras bajas de Bolivia son dispersos

(Killeen *et al.* 1998, 2001, Jorgensen *et al.* 2006) y la documentación en la variación florística entre estos bosques es escasa (Navarro y Maldonado 2002). Sólo recientemente se han analizado patrones en la composición florística a gran escala, aunque los estudios se han enfocado más en los bosques secos (Killeen *et al.* 2006, López *et al.* 2006) o en los bosques húmedos de las tierras bajas (Mostacedo *et al.* 2006). Evaluar los patrones de la comunidad de plantas es un paso importante hacia la conservación de la diversidad de plantas y el manejo forestal en Bolivia.

La heterogeneidad de bosques es un fascinante fenómeno y a su vez un tema complejo que requiere de varias disciplinas, como la ecología y biogeografía, para ser entendida. Los patrones de vegetación han sido reconocidos para ser asociados con la heterogeneidad ambiental (Gentry 1988, Lewis 1991). Las plantas pueden, probablemente, ser indicadores más consistentes que otros grupos de organismos debido a su forma de crecimiento sésil y porque muchas especies tienen amplia distribución (Bakker 2008). Las especies pueden ser consideradas como bio-indicadoras de su ambiente cuando su frecuencia o abundancia, en un particular hábitat, es alta comparada a otros hábitats (Dufrêne y Legendre 1997).

En el presente estudio se analizó la variación espacial de la composición florística de los bosques de Bolivia, a través de una selección de 100 especies arbóreas y 220 parcelas de una hectárea. Las parcelas están localizadas en bosques de producción forestal, desde los bosques húmedos de la Amazonia hasta los bosques secos de la Chiquitania. Los principales objetivos de esta investigación fueron: 1) determinar los patrones de la variación florística en los bosques de las tierras bajas de Bolivia, y 2) determinar cuáles de estas 100 especies son indicadores para determinados hábitats. Este estudio es uno de los primeros en cuantificar la comunidad de plantas, con datos sobre distribución y abundancia de 100 especies en un área cerca a 160.000 km², en los bosques tropicales de las tierras bajas de Bolivia.

MÉTODOS

Área de estudio

Un total de 220 parcelas de una hectárea fueron seleccionadas de la Red Nacional de Parcelas Permanentes de Bolivia. A la

fecha esta Red, y su base de datos con aproximadamente 250 parcelas de una hectárea, es coordinada y manejada por el Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF). Las parcelas han sido establecidas en bosques maduros, en áreas permanentes de producción forestal, excepto 4 que se encuentran en la Reserva Ecológica El Tigre en Riberalta, por varios proyectos de investigación y concesiones forestales antes del aprovechamiento forestal, entre 1995 y 2007 (Figura 1, ver Agradecimientos para más detalles). Las parcelas están localizadas entre 10 – 18° S latitud y 59 – 69° W longitud, mayormente en tierra firme, solo 5% en áreas inundables periódicas; generalmente en terreno plano con 20% de parcelas ubicadas en pendientes de áreas colinosas y en un rango de altitud entre 100 – 500 m s.n.m. Las parcelas son típicamente cuadradas (100 x 100 m), con 11 de ellas siendo rectangulares (20 x 500 m).

En las tierras bajas de Bolivia, que cubren alrededor del 60% del país (684.000 Km²), la precipitación puede variar desde 600 a 3000 mm por año desde las áreas más secas a las más húmedas (datos no publicados y basados en al menos 30 años del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI). En general, las tierras bajas experimentan un periodo seco de 4 a 7 meses (con precipitación < 100 mm/mes), mayormente desde Abril a Septiembre, correspondiente al invierno austral. El promedio anual de temperatura es entre 24 y 26°C. Esta región es también caracterizada por diferencias en geomorfología e historia geológica (Suárez-Soruco 2000) permitiendo diferentes tipos de suelos, desde Acrisoles ácidos en los bosques de la Amazonia al norte vía Acrisoles y Luvisoles en el centro, a Cambisoles y Arenosoles en el sur (Gerold 2003).

Toma de datos

En cada parcela todos los tallos ≥ 10 cm diámetro altura pecho (DAP, medido a 130 cm de altura o mayor altura en la presencia de raíces tablares) fueron evaluados e identificados con nombre común por expertos locales. Cuando necesario, colecciones botánicas fueron hechas para verificar la identidad de las especies; los especímenes testigo están depositados en herbarios de Bolivia (LPB y USZ) bajo la numeración de M. Toledo. Debido a que no se tienen identificadas todas las especies en las parcelas, para el estudio se seleccionaron las especies de identificación más confiable, resultando 93 árboles y siete palmeras.

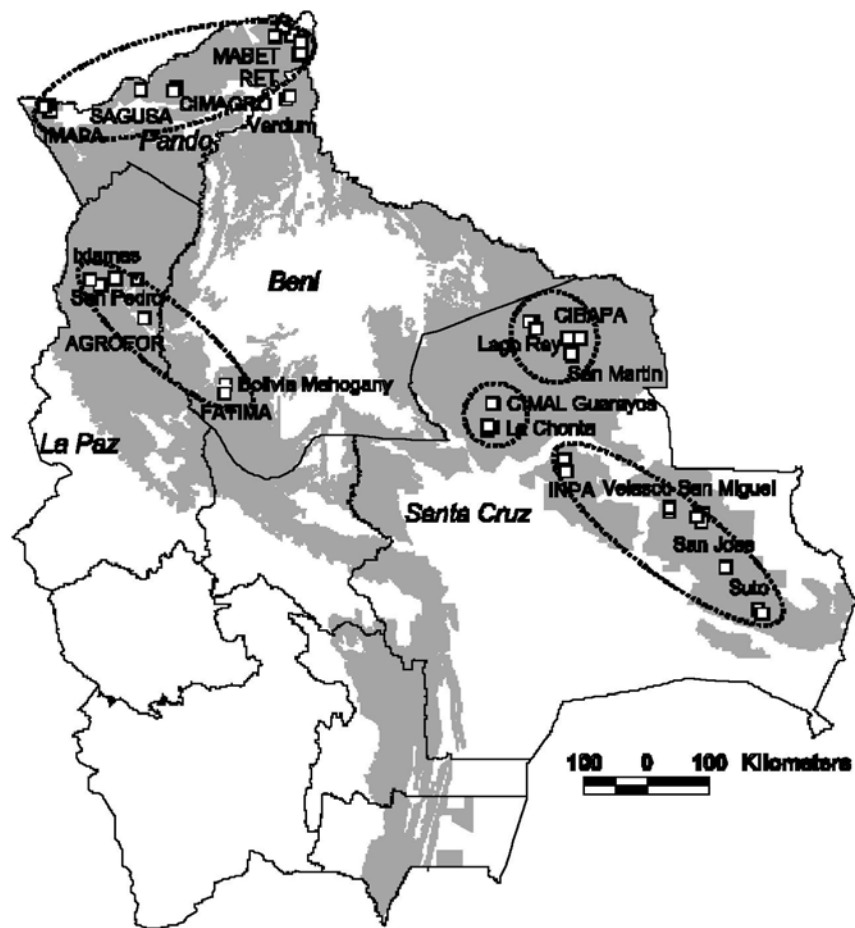


Figura 1. Ubicación de las 220 ha⁻¹ parcelas en las cinco regiones florísticas de las tierras bajas de Bolivia: PA = Pre-Andino (Ixiamas, San Pedro, Agrofor, Bolivia Mahogany, Fátima), NA = Norte Amazónico (IMAPA, SAGUSA, CIMAGRO, MABET, RET, Verdum), AE_{BP} = Amazonia Este-Bajo Paraguá (CIBAPA, Lago Rey, San Martín), AE_G = Amazonia Este-Guarayos (CIMAL-Guarayos, La Chonta) y CS = Chiquitania Sur (Inpa, CIMAL-San Miguel, CIMAL-Velasco, San José, Suto). El nombre de los departamentos (La Paz, Beni, Pando, Santa Cruz) están en *itálica* y los bosques de producción forestal son las áreas de color gris.

Análisis de datos

Un análisis de ordenación (Detrended Correspondence Analysis, DCA) fue usado para resumir la variación florística y evaluar los patrones florísticos (Hill y Gauch 1980). El DCA fue realizado con las 220 parcelas y la abundancia log-transformada de las 100 especies. Los grupos a priori o regiones florísticas fueron definidas por parcelas que tuvieron condiciones climáticas similares y están espacialmente cerca. El Índice Jaccard (basado en la presencia/ausencia de cada especie) fue utilizado para comparar las regiones florísticas y describir la similitud en composición de especies entre las cinco regiones (Magurran 2004). Se identificaron asociaciones de especies con las regiones florísticas del DCA utilizando el Indicator Species Analysis (ISA, por su traducción en

inglés, Dufrene y Legendre 1997). ISA calcula la abundancia relativa (% de abundancia promedio de una especie en un determinado grupo sobre la abundancia promedio de esa especie en todas las parcelas), la frecuencia relativa (% de parcelas en un determinado grupo donde una especie está presente) y el valor indicador (IV, % obtenido al multiplicar ambas medidas, abundancia y frecuencia, relativas). Especies con un IV > 25% pueden ser consideradas como indicadores fuertes de un cierto grupo (Bakker 2008). El Monte Carlo permutation test con 4999 randomizaciones fue utilizado para probar si las especies tienen una preferencia significativa ($P < 0,01$) para una región y que ocurren allí más a menudo que esperado sólo por chance. Los análisis de DCA e ISA fueron realizados con PC-Ord 5.12 (McCune y Mefford 1999).

RESULTADOS

Las 220 parcelas contienen casi 89.200 tallos \geq 10 cm DAP y de las 100 especies seleccionadas juntas representan, en promedio, 56% (rango 25-93%) de los tallos. Para las 100 especies, el número de especies

por parcela osciló entre 12 a 39. Las 100 especies representaron 36 familias y 87 géneros (Tabla 1). Fabaceae (19 especies, 29% de los tallos) y Arecaceae (7 especies, 10%) tuvieron los números más altos de especies y de tallos, junto a Moraceae en el caso de la abundancia de tallos (18%).

Tabla 1. Resultados de los ejes DCA, región florística (número de la región donde la especie es indicadora), valor indicador (VI), nivel de significancia (P) y ocurrencia (x) de las 100 especies de plantas en las cinco regiones florísticas: (1) PA = Pre-Andino (2) NA = Norte Amazónico, (3) AE_{BP} = Amazonia Este - Bajo Paraguá, (4) AE_G = Amazonia Este- Guarayos, (5) CS = Chiquitania Sur. * indica especies que ocurren en una región florística. ** indica especies que ocurren en todas las cinco regiones florísticas. Valores de P, en negrilla, muestran especies indicadoras no-significativas. La lista de especies está ordenada alfabéticamente por familia y nombre científico.

Familia	Nombre científico	DCA Eje 1	DCA Eje 2	Región Florística	VI (%)	P	PA 1	NA 2	AE _{BP} 3	AE _G 4	CS 5	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	5,28	2,13	2	24	0,00	x	x				
	<i>Astronium lecontei</i>	4,82	2,71	2	30	0,00	x	x	x			
	<i>Astronium urundeuva</i>	-0,69	1,85	5	53	0,00			x		x	
	<i>Astronium fraxinifolium</i>	2,83	4,13	3	39	0,00			x		x	
	<i>Schinopsis brasiliensis*</i>	-0,71	1,73	5	48	0,00					x	
	<i>Spondias mombin**</i>	1,74	-0,12	1	51	0,00	x	x	x	x	x	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	0,80	2,00	5	72	0,00			x	x	x	
	<i>Himatanthus sucuuba</i>	4,69	1,08	2	28	0,00	x	x	x			
	<i>Peschiera arcuata**</i>	3,93	2,14	2	21	0,00	x	x	x	x	x	
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i>	3,45	3,32	3	73	0,00	x	x	x	x		
	<i>Dendropanax arboreus</i>	3,14	-0,08	4	59	0,00	x		x	x		
Arecaceae	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	4,06	2,52	1	30	0,00	x	x	x	x		
	<i>Attalea phalerata</i>	3,52	-0,38	1	46	0,00	x	x		x	x	
	<i>Euterpe precatoria</i>	4,64	2,20	2	43	0,00	x	x	x			
	<i>Iriartea deltoidea</i>	5,08	0,17	1	44	0,00	x	x				
	<i>Oenocarpus bataua</i>	5,19	1,89	2	45	0,00	x	x				
	<i>Socratea exorrhiza</i>	4,39	0,25	1	67	0,00	x	x	x	x		
	<i>Syagrus sancona</i>	2,31	-0,05	4	52	0,00	x		x	x	x	
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	4,46	2,96	2	37	0,00		x	x		
		<i>Tabebuia serratifolia</i>	1,74	2,62	5	25	0,01		x	x	x	x
<i>Tabebuia impetiginosa</i>		0,85	2,10	5	26	0,00	x	x	x		x	
Bombacaceae	<i>Cavanillesia hylogeiton</i>	3,71	0,09	4	19	0,00	x	x		x		
	<i>Ceiba pentandra</i>	3,85	0,62	1	31	0,00	x	x	x	x		
	<i>Ceiba speciosa**</i>	0,49	2,21	5	81	0,00	x	x	x	x	x	
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora**</i>	1,79	2,43	3	18	0,14	x	x	x	x	x	
Capparidaceae	<i>Capparis prisca</i>	0,01	0,73	5	28	0,00	x		x		x	
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i>	3,23	0,27	4	39	0,00	x	x	x	x		
Cecropiaceae	<i>Cecropia membranacea</i>	4,01	3,15	3	60	0,00	x	x	x			
	<i>Cecropia concolor</i>	3,11	0,08	4	32	0,00	x		x	x		
	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	3,62	1,78	3	38	0,00	x	x	x	x		
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i>	0,72	1,04	5	25	0,00			x	x	x	
	<i>Terminalia oblonga</i>	3,11	0,51	4	86	0,00		x	x	x		
	<i>Terminalia amazonica</i>	4,12	2,93	3	40	0,00	x	x	x	x		
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	4,82	2,45	2	59	0,00		x	x			
	<i>Hura crepitans</i>	3,22	-0,53	4	43	0,00	x			x		
	<i>Pausandra trianae</i>	3,68	2,77	3	33	0,00		x	x	x		
Fabaceae	<i>Acosmium cardenassi*</i>	-0,57	1,51	5	100	0,00					x	
	<i>Amburana cearensis</i>	0,46	2,50	5	33	0,00		x	x		x	
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	-0,57	1,53	5	100	0,00				x	x	
	<i>Apuleia leiocarpa</i>	4,08	3,09	3	53	0,00	x	x	x			
	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	-0,17	1,26	5	86	0,00				x	x	
	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	4,93	2,82	2	23	0,00	x	x	x			
	<i>Centrolobium microchaete</i>	0,06	1,45	5	50	0,00				x	x	
	<i>Copaifera chodatiana*</i>	-0,56	1,40	5	79	0,00					x	
	<i>Dialium guianense*</i>	5,08	1,90	2	71	0,00		x				
	<i>Hymenaea courbaril</i>	2,25	2,79	3	16	0,02		x	x	x	x	

Tabla 1. continúa..

Familia	Nombre científico	DCA Eje 1	DCA Eje 2	Región Florística	VI (%)	P	PA 1	NA 2	AE _{BP} 3	AE _G 4	CS 5
Fabaceae	<i>Hymenaea parvifolia</i>	4,74	2,73	2	22	0,00		x	x		
	<i>Machaerium acutifolium</i>	-0,37	2,09	5	93	0,00			x		x
	<i>Machaerium scleroxylon*</i>	-0,65	1,38	5	81	0,00					x
	<i>Peltogyne heterophylla*</i>	5,51	2,28	2	22	0,00		x			
	<i>Pterogyne nitens</i>	1,19	2,47	5	6	0,16			x	x	x
	<i>Schizolobium parahyba</i>	3,71	0,10	1	25	0,00	x	x	x	x	
	<i>Swartzia jorori</i>	3,21	-0,43	1	50	0,00	x		x	x	x
	<i>Sweetia fruticosa**</i>	1,86	2,58	3	45	0,00	x	x	x	x	x
	<i>Tachigali paniculata*</i>	5,16	1,97	2	86	0,00		x			
	<i>Casearia gossypiosperma**</i>	1,33	2,68	5	49	0,00	x	x	x	x	x
Flacourtiaceae	<i>Ocotea guianensis</i>	3,10	2,10	4	44	0,00			x	x	
Lauraceae	<i>Licaria triandra</i>	2,91	-0,18	4	96	0,00			x	x	
	<i>Bertholletia excelsa*</i>	5,12	2,06	2	78	0,00		x			
Lecythidaceae	<i>Cariniana domestica</i>	3,28	1,18	4	15	0,01		x	x	x	
	<i>Cariniana estrellensis</i>	3,00	0,60	4	44	0,00	x	x	x	x	
	<i>Cariniana ianeirensis</i>	2,45	-0,03	4	67	0,00	x		x	x	x
	<i>Cariniana micrantha*</i>	5,44	2,43	2	53	0,00		x			
	<i>Couratari macrosperma*</i>	5,07	2,13	2	33	0,00		x			
	<i>Bellucia grossularioides</i>	4,39	2,72	2	13	0,03		x	x	x	
	<i>Cedrela odorata</i>	4,87	0,13	1	27	0,00	x	x			
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	1,65	2,78	3	14	0,07		x	x	x	x
	<i>Swietenia macrophylla</i>	3,25	0,78	4	15	0,01	x		x	x	
	<i>Trichilia pallida</i>	3,90	3,35	3	58	0,00			x	x	
	<i>Siparuna decipiens</i>	5,25	1,93	2	70	0,00	x	x			
Moraceae	<i>Castilla ulei</i>	5,15	2,19	2	32	0,00	x	x			
	<i>Maclura tinctoria</i>	2,83	2,52	4	18	0,00			x	x	
Melastomataceae	<i>Poulsenia armata</i>	4,48	-1,59	1	79	0,00	x	x			
	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	5,17	0,71	2	26	0,00	x	x			
	<i>Pseudolmedia laevis</i>	3,83	0,82	4	52	0,00	x	x	x	x	
	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	3,63	3,62	3	91	0,00		x	x		
	<i>Psidium sartorianum**</i>	2,04	0,77	4	42	0,00	x	x	x	x	x
Nyctaginaceae	<i>Neea hermaphrodita</i>	1,24	0,93	5	45	0,00			x	x	x
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	1,84	-0,02	4	26	0,00	x	x		x	x
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i>	4,10	-0,81	1	65	0,00	x	x		x	
Quiinaceae	<i>Quiina florida</i>	3,38	2,08	3	27	0,01	x	x	x	x	
Rubiaceae	<i>Capirona decorticans</i>	4,28	3,17	3	58	0,00	x	x	x		
Rutaceae	<i>Galipea jazminiflora</i>	4,92	1,25	2	33	0,00	x	x			
	<i>Metrodorea flavida</i>	4,36	2,77	2	31	0,00	x	x	x		x
	<i>Zanthoxylum sprucei</i>	2,70	2,79	3	43	0,00		x	x	x	x
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	2,72	-0,11	4	88	0,00				x	x
Sapotaceae	<i>Pouteria nemorosa</i>	3,87	0,47	2	49	0,00		x	x	x	
	<i>Pouteria lucuma</i>	3,25	0,33	4	62	0,00	x	x	x	x	
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	3,76	3,31	3	75	0,00	x	x	x	x	
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,32	-0,35	1	31	0,00	x	x	x	x	
	<i>Sterculia apetala**</i>	3,82	2,51	2	49	0,00	x	x	x	x	x
Tiliaceae	<i>Luehea paniculata</i>	2,07	3,09	3	39	0,00	x		x	x	x
Ulmaceae	<i>Ampelocera ruizii</i>	2,73	0,39	4	90	0,00	x		x	x	x
	<i>Celtis schipii</i>	4,56	0,78	1	39	0,00	x	x	x		
	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	0,26	1,77	5	52	0,00			x	x	x
	<i>Trema micrantha</i>	3,65	0,08	4	27	0,00	x	x		x	
Urticaceae	<i>Urera baccifera**</i>	2,66	-0,14	4	83	0,00	x	x	x	x	x
Verbenaceae	<i>Vitex cymosa</i>	4,55	0,28	1	9	0,03	x	x		x	
Vochysiaceae	<i>Erismia uncinatum</i>	3,64	3,65	3	84	0,00		x	x		
	<i>Qualea paraensis</i>	3,73	3,61	3	88	0,00	x	x	x		

Patrones florísticos

Los dos primeros ejes de la ordenación DCA explicaron 27% de la variación florística. En el eje 1, las parcelas de la región Chiquitana fueron claramente separadas de las otras regiones (Figura 2a). En el eje 2, las parcelas localizadas en la Amazonia Este - Bajo Paraguá fueron más relacionadas al Norte Amazónico y parcelas localizadas en la Amazonia Este - Guarayos fueron más relacionadas al Pre-Andino. El índice Jaccard, comparando la ocurrencia de especies entre las cinco regiones florísticas, mostró que el Norte Amazónico y el Pre-Andino son las regiones florísticamente más similares (28%) mientras que el Norte Amazónico y la Chiquitania son las regiones más distintas (13% de similaridad) (Tabla 2).

Los ejes DCA también mostraron una clara separación entre especies de bosques húmedos en el lado derecho y especies de bosques secos en el lado izquierdo del eje 1, mientras que una separación entre especies de suelos menos fértiles arriba y de especies de suelos más fértiles abajo ocurrieron en el eje 2 (Figura 2b). Así los valores de las parcelas en el eje DCA 1 correlacionaron positivamente con las densidades de *Peltogyne heterophylla* y *Cariniana micrantha* y negativamente con las densidades de *Schinopsis brasiliensis* y *Astronium urundeuva*. Los valores del eje DCA 2 correlacionaron positivamente con las densidades de *Astronium fraxinifolium* y *Erisma uncinatum* y negativamente con las densidades de *Poulsenia armata* y *Triplaris americana* (Tabla 1, Figura 2b).

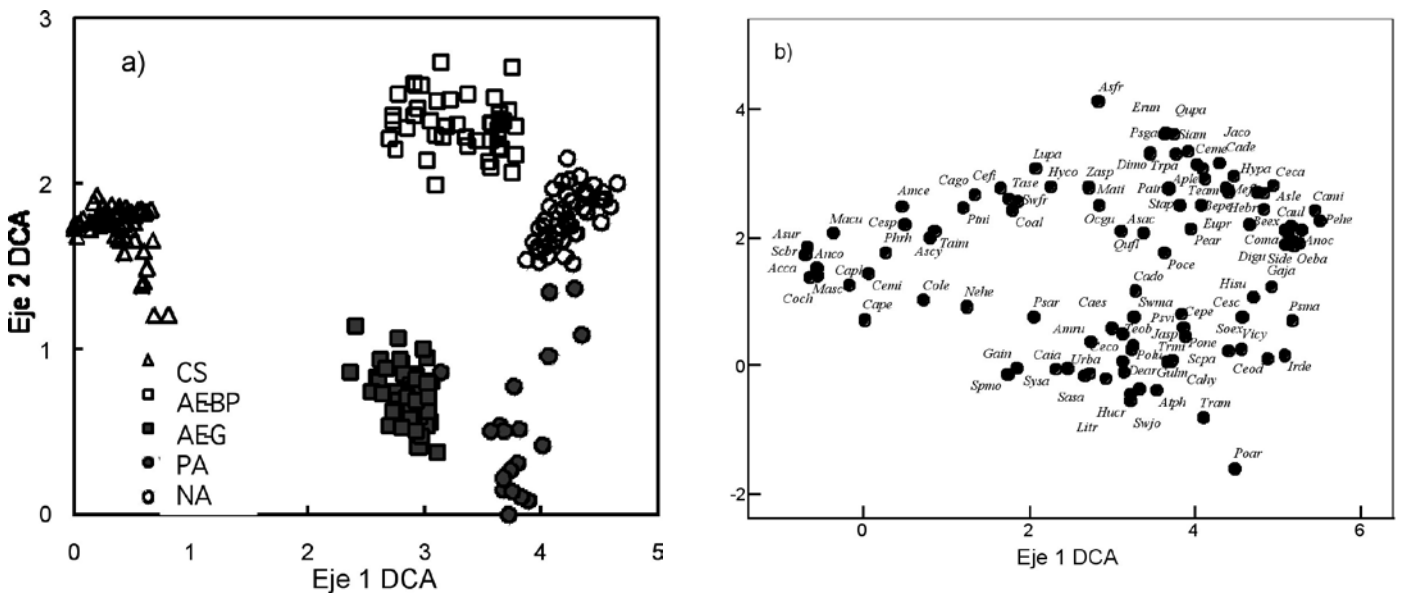


Figura 2. Resultados de los dos ejes principales de la ordenación (DCA). El DCA es basado en los datos log-transformados (número de tallos ≥ 10 cm DAP por hectárea) de 100 especies a través de 220 ha⁻¹ parcelas en las tierras bajas de Bolivia. a) Valores (DCA loading scores) de los sitios (parcelas). Los símbolos se refieren a las regiones florísticas: PA = Pre-Andino, NA = Norte Amazónico, AEBP = Amazonia Este-Bajo Paraguá, AEG = Amazonia Este-Guarayos y CS = Chiquitania Sur. b) Valores de las especies (DCA loading scores). Nombres de las especies son representados por las dos primeras letras de su género y especie. (ver Tabla 1 para nombres completos).

Especies indicadoras

Cuando la ocurrencia de especies fue relacionada a cada región florística, sólo 10 especies ocurrieron en una región, 90 en dos o más regiones y solo nueve especies ocurrieron en todas las regiones florísticas (Tabla 1). El ISA identificó 82 especies (VI > 25%) como indicadoras significativas de una determinada región (Tabla 1). Las especies indicadoras para la región Chiquitana fueron *Acosmium cardenasii* (IV =

100%) y *Anadenanthera colubrina* (100%); para la Amazonia norte fueron *Tachigali paniculata* (86%) y *Bertholletia excelsa* (78%); para el Pre-Andino fueron *Poulsenia armata* (79%) y *Socratea exorrhiza* (67%); para la Amazonia este-Guarayos fueron *Licaria triandra* (96%) y *Ampelocera Ruizii* (90%); y para la Amazonia este-Bajo Paraguá las especies indicadoras fueron *Pseudolmedia laevigata* (91%) y *Qualea paraensis* (88%).

Tabla 2. Similaridad relativa (Índice Jaccard) de la composición florística entre las cinco regiones florísticas. Comparación entre regiones es basada en la ocurrencia de especies.

	Regiones florísticas				
	PA	NA	AE _{BP}	AE _G	CS
PA	1	0.28	0.25	0.24	0.16
NA		1	0.26	0.23	0.13
AE _{BP}			1	0.27	0.21
AE _G				1	0.23
CS					1

DISCUSIÓN

Patrones florísticos

La composición de especies varió a lo largo del gradiente latitudinal desde la región Chiquitana en el sur a la región Amazónica en el norte. El análisis de ordenación dividió las tierras bajas de Bolivia primeramente en dos grupos grandes (Chiquitania y el resto; Figura 2a) y distinguió cinco regiones florísticas. Así nuestros resultados apoyan la proposición que el bosque seco Chiquitano merece el reconocimiento como una eco-región diferente en Bolivia (Olsen y Dinerstein 1998, Prado 2000, Killeen *et al.* 2006).

Como esperado, Fabaceae (=Leguminosae), Arecaceae (=Palmae) y Moraceae fueron las familias más dominantes, lo que es típico para bosques del Neotrópico (Gentry 1988, Terborgh y Andresen 1998, ter Steege 2010). Fabaceae, la familia más dominante en términos de especies e individuos en nuestro estudio, fue bien distribuida desde los bosques húmedos a los bosques secos, pero fue más abundante en bosques secos (cf. Terborgh y Andresen 1998). Las siete especies de Arecaceae mostraron una distribución relativamente amplia, aunque cinco especies fueron más comunes en las áreas húmedas de suelos con mayor o menor fertilidad (cf. Ruokolainen y Vormisto 2000, Vormisto *et al.* 2004), sólo dos especies de Arecaceae ocurrieron también en bosques secos (Tabla 1). Las especies de Moraceae fueron abundantes y bien distribuidas sólo en áreas húmedas (cf. ter Steege 2010).

Especies indicadoras

La mayoría de las especies seleccionadas en las tierras bajas de Bolivia tuvieron una relativa amplia distribución cubriendo de esta manera diferentes regiones florísticas (Tabla 1). *Cordia alliodora*, *Spondias mombin*, *Ceiba speciosa* y *Psidium sartorianum*, por ejemplo, ocurren desde los bosques secos de la Chiquitania a los bosques Amazónicos, pero también ocurren en otros países de Sudamérica y Centroamérica (Milton *et al.* 1994). Mientras algunas especies fueron distribuidas a través de toda la región, otras fueron restringidas a los bosques más secos o más húmedos. Sólo 10 especies fueron restringidas a una de las regiones florísticas: seis a la región Amazónica y cuatro a la región Chiquitana (Tabla 1). Estas especies tuvieron una distribución restringida en el país pero fueron relativamente muy abundantes y frecuentes en la región donde ocurrieron. Las 10 especies también ocurren en otros bosques secos (Prado y Gibbs 1993, Prado 2000) o bosques húmedos (Ferreira y Prance 1998) de los países alrededor de Bolivia. Debido a la amplia distribución de algunas especies, bosques alejados pueden ser, a un cierto nivel, florísticamente similar (Honorio-Coronado *et al.* 2009).

Aunque muchas de las especies seleccionadas fueron de amplia distribución, el ISA resalta que la mayoría de estas especies tienen preferencias ambientales distintas, como las especies indicadoras reflejan relativamente bien las condiciones del hábitat (Bakker 2008). Así por conocer la

relación especies-ambiente, las especies pueden luego ser usadas como indicadores de condiciones ambientales (Diekmann 2003). Esto también tiene consecuencias importantes para el manejo forestal y conservación porque sin un conocimiento completo de la composición florística de un bosque, unas pocas especies indicadoras bien elegidas pueden ser usadas para determinar un cierto bosque a qué región florística pertenece.

CONCLUSIÓN

Cinco regiones florísticas, utilizando 100 especies y 220 ha-1 parcelas, fueron reconocidas en base a la composición arbórea en las tierras bajas de Bolivia. Estas regiones podrían ser utilizadas como base para el desarrollo de un manejo de bosque estratificado, considerando las condiciones y las características de cada región. Aunque muchas especies fueron ampliamente distribuidas a través de las regiones florísticas, 82% de las especies tuvieron preferencias ambientales distintas y pueden ser utilizadas como especies indicadoras para cada región florística. Para temas de conservación es importante considerar la distribución de las especies. Finalmente, el enfoque de gradiente utilizado desde los bosques húmedos hasta los bosques secos permite sugerir que cambios en las condiciones climáticas pueden afectar la composición de estos bosques, al encontrarse Bolivia a lo largo de una transición climática entre la Amazonia y el Gran Chaco, y en especial a las especies que están en los extremos límites de su distribución, y consecuentemente de sus requerimientos ecológicos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores están agradecidos a todos los asistentes de campo, investigadores y forestales de las diferentes concesiones forestales, quienes han establecido y monitoreado las parcelas permanentes en La Paz (TCOs of Ixiamas), Pando (IMAPA, CIMAGRO, SAGUSA, MABET), Beni (Bolivia Mahogany, Fátima, RET, Verdum), y Santa Cruz (CIBAPA, Lago Rey, San Martín, La Chonta, INPA, Sutó, y las concesiones forestales de la empresa CIMAL). También, agradecemos al personal, investigadores y técnicos del Proyecto BOLFOR (I, II), PANFOR y Chimanés, IBIF, FCBC, CFB y la Asociación PROMAB – UAB, quienes apoyaron el establecimiento y monitoreo de parcelas y proveyeron apoyo

logístico. Gracias a R. B. Foster, F. Mamani y G. Toledo por su ayuda en la identificación de plantas. Este estudio fue financiado por la Fundación Holandesa para el avance de la investigación tropical WOTRO (DC-Fellowship), Russell E. Train Education for Nature - EFN/WWF, International Foundation for Science-IFS y la Universidad de Wageningen-WUR (sandwich fellowship).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakker, J. D. 2008. Increasing the utility of indicator species analysis. *Journal of Applied Ecology* 45: 1829–1835.
- Daly, D. C. y G. T. Prance. 1988. Brazilian Amazon. En: D. G. Campbell y D. Hammond (Eds.). *Floristic inventory of tropical countries*. N. Y. Bot. Garden, New York, Estados Unidos. pp. 401–426.
- Diekmann, M. 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology - a review. *Basic and Applied Ecology* 4: 493–506.
- Dufrêne, M. y P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345–366.
- Ferreira, L. V. y G. T. Prance. 1998. Species richness and floristic composition in four hectares in the Jaú National Park in upland forest in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 7: 1349–1364.
- 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.
- Gerold, G. 2003. La base para la biodiversidad: el suelo. En: P. L. Ibisch y G. Mérida (Eds.). *Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*, Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz, Bolivia. pp. 18–31.
- Hill, M. O. y H. G. J. Gauch. 1980. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. *Plant Ecology* 42: 47–58.
- Honorio-Coronado, E. N., T. R. Baker, O. L. Phillips, N. C. A. Pitman, R. T. Pennington, R. Vásquez-Martínez, A. Monteagudo, H. Mogollón, N. Dávila Cardozo, M. Ríos, R. García-Villacorta, E. Valderrama, M. Ahuite, I. Huamantupa, D. A. Neill, W. F. Laurance, H. E. M. Nascimento, S. Soares De Almeida, T. J. Killeen, L. Arroyo, P. Núñez y L. Freitas Alvarado. 2009. Multi-scale

- comparisons of tree composition in Amazonian terra firme forests. *Biogeosciences* 6: 2719–2731.
- Hueck, K. 1978. Los bosques de Sudamérica. Ecología, composición e importancia económica. GTZ, Alemania.
- Ibisch, P. L. y G. Mérida. (Eds.) 2003. Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz, Bolivia.
- Jørgensen, P. M., M. Y. Macía, T. J. Killeen y S. G. Beck. 2006. Estudios botánicos de la región Madidi. *Ecología en Bolivia* 40: 1–452.
- Killeen, T. J., E. Chávez, M. Peña-Claros, M. Toledo, L. Arroyo, J. Caballero, L. Correa, R. Guillén, R. Quevedo, M. Saldias, L. Soria, Y. Uslar, I. Vargas y M. Steininger. 2006. The Chiquitano dry forest, the transition between humid and dry forest in eastern lowland Bolivia. En: R. T. Pennington, G. P. Lewis y J. A. Ratter (Eds.). *Neotropical savannas and dry forests: Diversity, Biogeography, and Conservation*, Taylor & Francis, CRC Press. Florida, Estados Unidos. pp. 113–149.
- Killeen, T. J., A. Jardim, F. Mamani y N. Rojas. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803–827.
- Killeen, T. J., T. M. Siles, T. Grimwood, L. L. Tieszen, M. K. Steininger, C. J. Tucker y S. N. Panfil. 2001. Habitat heterogeneity on a forest-savanna ecotone in Noel Kempff Mercado National Park (Santa Cruz, Bolivia); implications for the long-term conservation of biodiversity in a changing climate. En: G. A. Bradshaw y P. Marquet (Eds.). *How landscapes change: Human disturbance and ecosystem disruptions in the Americas*. *Ecological Studies*, Vol. 162. Springer-Verlag. Berlin, Alemania.
- Lewis, J. P. 1991. Three levels of floristic variation in the forests of Chaco, Argentina. *Journal of Vegetation Science*, 2: 125–130.
- López, R. P., D. Larrea-Alcázar y M. J. Macía. 2006. The arid and dry plant formations of South America and their floristic connections: New data, new interpretation? *Darwiniana* 44:18–31.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.
- Mccune, B. y M. J. Mefford. 1999. *PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data*. Version 5.12. MjM. Software, Gleneden Beach, OR, Estados Unidos.
- Milton, K., E. A. Laca y M. W. Demment. 1994. Successional patterns of mortality and growth of large trees in a Panamanian lowland forest. *Journal of Ecology* 82: 79–87.
- Mostacedo, B., J. Balcázar y J. C. Montero. 2006. Tipos de bosque, diversidad y composición florística en la Amazonia sudoeste de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 41: 99–116.
- Navarro, G. y M. Maldonado. 2002. *Geografía ecológica de Bolivia: vegetación y ambientes acuáticos*. Fundación Simón I. Patiño, Cochabamba, Bolivia.
- Olsen, D. M. y E. Dinerstein. 1998. The Global 200: a representation approach to conserving the earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12: 502–515.
- Pottes, L. F. 1991. *Países neotropicales con "megadiversidad"*. C.I. Washington, D.C., Estados Unidos.
- Prado, D. E. y P. E. Gibbs. 1993. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 902–927.
- Prado, D. E. 2000. Seasonally dry forests of tropical South America: From forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. *Edinburgh Journal of Botany* 57: 437–461.
- Ruokolainen, K. y J. Vormisto. 2000. The most widespread Amazonian palms tend to be tall and habitat generalists. *Basic and Applied Ecology* 1: 97–108.
- Suárez-Soruco, M. 2000. *Compendio de la Geología de Bolivia*. Rev. Téc. YPF No 18, Cochabamba Bolivia.
- Ter Steege, H. 2010. Contribution of current and historical processes to patterns of tree diversity and composition of the Amazon. En: C. Hoorn y F. P. Wesselingh (Eds.). *Amazonia, landscape and species evolution: A look into the past*. Blackwell Publishing, Reino Unido. pp: 349–359.
- Terborgh, J. y E. Andresen. 1998. The composition of Amazonian forests: Patterns at local and regional scales. *Journal of Tropical Ecology* 14: 645–664.
- Vormisto, J., J.C. Svenning, P. Hall y H. Balslev. 2004. Diversity and dominance in palm (Arecaceae) communities in terra firme forests in the western Amazon basin. *Journal of Ecology* 92: 577–588.

Distribución Altitudinal y Estructura Poblacional de *Podocarpus* (Pino de Monte) en un Bosque Montano del Norte de La Paz, Bolivia

Altitudinal Distribution and Population Structure of Podocarpus (Mountain Pine) in Montane Forest of Northern La Paz, Bolivia

Freddy Santiago Zenteno-Ruíz

Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Instituto de Ecología, Cota Cota, Calle 27, Campus Universitario, Casilla 10077
Correo Central, La Paz, Bolivia
fred6zenruiz@yahoo.com

Resumen. Se realizó un estudio de la distribución altitudinal, densidad y estructura poblacional de *Podocarpus* (pino de monte y/o romero) en un bosque montano de 2.500 a 3.300 m en el sector del cerro Hornuni del PN ANMI-Cotapata. Se utilizó el método de los cuadrantes centrados en un punto, a través del cual se inventario todos los árboles adultos (DAP \geq a 5cm) y árboles juveniles (DAP entre 1,59 y 4,99 cm). También se midió la altura total. No se registro individuos de *Podocarpus* a 2.500 y 3.300 m. Tampoco se registro plántulas originadas por semilla en ninguna de las líneas de muestreo. La altura de los árboles de *Podocarpus* no supera los 20 m. Se registró *P. ingensis* a 2.700 m con 36 individuos adultos por hectárea, con una frecuencia de 0,15 y un área basal relativa de 9,41%. *Podocarpus rusbyi* se encontró a 2.900 m, con 9 ind./ha, 0,05 y 0,55% y a 3.100 m, 18 ind./ha, 0,125 y 1,30%, respectivamente. A 2.700 m no se observaron individuos juveniles, a 2.900 m se registraron 11 ind./ha, 0,025 de frecuencia y 0,47 % de área basal relativa y finalmente a 3.100 m 80 ind./ha, 0,2 y 8,93 %. La regeneración se produce exclusivamente por rebrotes, lo cual implica poco intercambio genético. En general, *Podocarpus* presenta una estructura poblacional incompleta en todas las altitudes evaluadas, salvo en el de 3.100 m. La distribución y densidad de ambas especies no es mayor y a veces se encuentran individuos solitarios. Este patrón se compara con otras especies de *Podocarpus* del bosque montano de Yungas, pero contrariamente *P. parlatorei* representa altas densidades en el bosque tucumano-boliviano. La distribución de estas especies en este sector del bosque montano parece estar en función a la altitud; a situaciones particulares del bosque como laderas, colinas abruptas, suelos relativamente profundos con una capa de materia orgánica y raíces muy densas.

Palabras clave: *Podocarpus*, gradiente altitudinal, estructura poblacional, método de los cuadrantes centrados en un punto, bosque montano de Yungas.

Abstract. A study of altitudinal distribution, density and population structure of *Podocarpus* (montane pine or romero) in the montane forest from 2,500 to 3,300 m was carried out in the sector of Hornuni PN-Cotapata ANMI. Inventory of all adult trees (DBH \geq 5 cm) and juveniles (DBH 1.59- 4.99 cm) were made using the point-centered quarter method. No was recorded individuals of *Podocarpus* between 2500 and 3300 m. No seedlings were recorded in the sample lines. The height of *Podocarpus* did not exceed 20 m. I found *P. ingensis* at 2700 m with 36 individual adults per hectare, with a frequency of 0.15 and a relative basal area of 9.41%. *Podocarpus rusbyi* was found at 2900 m with 9 ind./ha, 0.05 and 0.55% and at 3100 m with 18 ind./ha, 0.125 and 1.30% respectively. At 2700 m there were no juveniles, at 2900 m there were 11 ind./ha, 0,025 0.47% frequency and relative basal area, and finally at 3100 m 80 ind./ha, 0.2 and 8.93%. Regeneration occurs exclusively by sprouts, which implies little genetic exchange. In general, *Podocarpus* presents an incomplete population structure at all altitudes evaluated, except at 3100 m. The distribution and density of both species are not large, and sometimes are represented by solitary individuals. This pattern is compared with other species of *Podocarpus* from the Yungas montane forest. Contrary to the Yungas, *P. parlatorei* represent high densities in Tucuman-Bolivian forest. The distribution of these species in the montane forest sector appears to be a function of altitude; in particular situations of the forest, hills, steep slopes, relatively deep soil with a layer of organic matter and dense roots.

Key words: *Podocarpus*, altitudinal gradient, population structure, point-centered quarter method, Yungas montane forest.

INTRODUCCIÓN

Los bosques montanos frecuentemente están cubiertos por nubes o neblinas, recibiendo, adicionalmente a la lluvia, una cantidad de humedad por medio de la precipitación horizontal, influyendo esto en el régimen hídrico y en los parámetros climáticos, edáficos y ecológicos (Stadtmüller 1987). Por el aspecto fisonómico los lugares que se encuentran a mayor altitud y/o filos de cerro del bosque montano se los conocen como bosque enano, bosque de los duendes o encantado y poco preciso se los clasifica como bosque nublado. Dentro los bosques montanos se encuentran algunas poblaciones de *Podocarpus* que cumplen una función importante como reguladores naturales de los recursos hídricos y en la recuperación de suelos conjuntamente con los bosques montanos.

Las especies de *Podocarpus* constituyen un recurso forestal de alto valor ecológico y económico (Zarate *et al.* 1999, Zenteno-Ruiz 2000, 2007, 2010). La necesidad actual de conservación de estos bosques de *Podocarpus* spp., es por ser notables centros endémicos (Terborgh 1992). Ninguna de las poblaciones de *Podocarpus* es grande y colectivamente quedan en existencia unos pocos miles de hectáreas en los bosques montanos del Perú (Terborgh 1992) al igual que en los bosques del sector andino de Bolivia (Zarate *et al.* 1999, Zenteno-Ruiz 2000, 2007, Zenteno-Ruiz *et al.* 2010). Los bosques montanos de Bolivia, albergan tres géneros de la familia Podocarpaceae: *Podocarpus*, *Prumnopitys* y *Retrophyllum* (Kubitzki 1990, Zenteno-Ruiz 2007), similar situación encontrado por Hokche *et al.* (2008), aunque el último género tiene sinonimia con *Decussocarpus*. Estos tres géneros representan 13 especies que se distribuyen desde los 1.100 hasta 3.400 m (Zenteno-Ruiz 2007).

En el departamento de La Paz se encuentra el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PN ANMI Cotapata), unas de sus formaciones vegetales es el bosque montano de Yungas que esta distribuido entre las cotas de 1.400-3.400 m; además, las partes altas en ciertos lugares se encuentran bien conservadas debido a su accesibilidad restringida y su clima desfavorable (frío y húmedo) para la colonización (Beck 1988). Entre las podocarpáceas del PN ANMI-Cotapata se encuentran *Podocarpus rusbyi* J. Buchholz y N.E. Gray, *Podocarpus ingensis* de Laub. y *Podocarpus*

oleifolius D. Don ex Lamb. (Anze 1993). Estas coníferas nativas son apreciadas por la calidad de su madera, la utilización de sus taninos y resinas; también son especies ornamentales y de interés en proyectos de reforestación (Anze 1993). Sin embargo, por el bajo crecimiento promedio que presenta esta conífera (0,15 cm/año), no se justifica un manejo intensivo de estas especies; asimismo, las especies de *Podocarpus* presentan un bajo intercambio genético debido a causas biológicas y ecológicas (Veillón 1962).

El objetivo de este trabajo es describir algunos de los atributos más importantes de los rodales de *Podocarpus*, en un sector de los bosques montanos de Yungas, como la distribución, densidad, dominancia, frecuencia y estructura.

Área de estudio

El presente trabajo se realizó al noreste del PN ANMI-Cotapata del departamento de La Paz. Se encuentra próxima a la ex-Estación Biológica Tunquini (EBT), comunidad Chairó, a una altitud de 1.600 m (16°11'40.55" S 67°52'6.74"W). El estudio fue realizado en el cerro Hornuni a una altitud de entre 2.500-3.300 m. Precisamente se encuentra alrededor del ex-camino carretero hacia la "mina ensueño" 16°11'4.16"S, 67°54'5.22"W. Climatológicamente, el promedio mensual a 1.850 m es 17 °C, mientras que a 3.050 m disminuye hasta 10° C; la precipitación anual varía entre 2.300 y 5.100 mm respectivamente. La humedad relativa promedio anual es notablemente alta (de 90 a 97.5 %), mientras que la radiación global registrada disminuye con la altitud de 0.5 kW/m² a 1.820 m, 0.4 kW/m² a 2.550 m, a 0.3 kW/m² a 3.010 m (Bach *et al.* 2003). Debido a la gran pendiente y elevada pluviosidad, los suelos están sujetos a una fuerte lixiviación, la cual es atenuada parcialmente por la maraña de raíces y la hojarasca en descomposición (Ribera 1995, Zenteno-Ruiz 2000).

MÉTODOS

El método que se utilizó es el muestreo sin parcelas (plotless sampling), y corresponde al de los cuadrantes centrados en un punto (point-centered quarter) desarrollado por Cottam y Curtis (1956), incluido en los métodos de distancia de Wisconsin (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). La distribución de las líneas de muestreo se realizaron aleatoriamente por piso altitudinal con un intervalo de 200 m en un rango de 2.500 –3.300 m. Los muestreos fueron realizados entre los meses

de junio y octubre de 1999, en la ladera del bosque montano de Yungas del cerro Hornuni con exposición N-NE.

El tamaño de la línea de muestreo fue de 200 m de largo, donde cada 5 m se colocó un punto de muestreo. Se midieron la distancia (m) del punto de muestreo al individuo en cada cuadrante; la altura total (m) se consideró para árboles

adultos, todo individuo con un eje leñoso con un diámetro ≥ 5 cm medido a 1.3 m de altura, y para árboles juveniles (renovales), a individuos con un eje leñoso de 1.59 a 4.99 cm. Se realizó un recuento de las plántulas de *P. rusbyi* en parcelas de 5 x 3 m que fueron ubicadas en cada punto de muestreo, en el cuadrante IV de cada punto, con un total de 40 parcelas por muestreo (Figura 1).

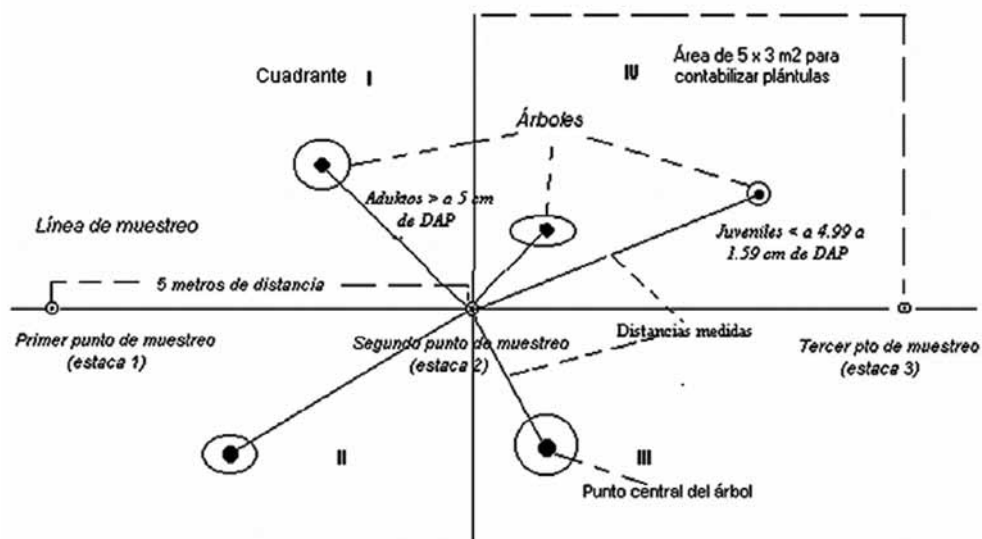


Figura 1. Línea de muestreo o transecta utilizada por el método point-centered quarter

Procesamiento de la información

La determinación a nivel de especie fue realizada en el campo de forma preliminar y corroborada en base a especímenes coleccionados y depositados en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) con el acrónimo de FZR (1-38). Se utilizaron claves dicotómicas de Buchholz y Gray (1948), de Laubenfels (1991) y (1992), Anze (1996) y Kubitzki (1990). Calculamos la densidad absoluta de cada especie (DAsp), densidad relativa por especie (DRsp), densidad absoluta (DA), frecuencia (F), área basal absoluta (ABsp) y relativa (ABRsp) según Mueller-Dombois y Ellenberg (1974). La estructura poblacional se analizó según el número de individuos por clases de diámetro y altimétricas (Matteucci y Colma 1982) y se la relacionó con los datos obtenidos de la población total del bosque.

RESULTADOS

En las líneas de muestreo realizadas en el cerro Hornuni, no se registro especies de *Podocarpus* a una altitud de

2.500 y 3.300 m. Sólo se registro *P. ingensis* a 2.700 m y *P. rusbyi* a 2.900 y 3.100 m. Estas especies de *Podocarpus* se diferenciaron claramente por presentar diferencias morfológicas en las pérulas o escamas de protección, siendo estas más triangulares y pequeñas vs lanceoladas y grandes (7 a 9 mm vs. 10 a 13 mm). El número total de individuos de *Podocarpus* en la ladera N-NE fue de 63 para árboles adultos y 91 individuos para juveniles. No se registraron plántulas originadas de semilla sino rebrotes de raíces.

La mayor cantidad de individuos adultos fue para *P. ingensis*, presentando una frecuencia de 0,15, con una densidad absoluta de 36 ind./ha y una mayor área basal absoluta de 0,74 m²/ha (9,41%) respecto a la dominancia total del bosque. La menor cantidad se registró para *P. rusbyi* a una altitud de 2.900 m, con una frecuencia de 0,05, una densidad absoluta 9 ind./ha, y un área basal absoluta 0,055 m²/ha (0,55%) (Tabla 1). Por otro lado, no se registro ningún juvenil a 2.700 m y el mayor número de individuos juveniles se registró a 3.100 m;

con una frecuencia de 0,20, la densidad absoluta de 80 ind./ha y el área basal absoluta de 0.080 m²/ha (8,93%). Comparando con el otro muestreo a 2.900 m, es casi

8 veces más bajo para la densidad donde el área basal absoluta es de 0,005 m²/ha y su aporte al bosque es del 0,47% (Tabla 2).

Tabla 1. Árboles adultos de *P. ingensis* (2.700 m) y *P. rusbyi* (2.900 y 3.100 m) por altitud en un bosque montano de acuerdo al método de los cuadrantes centrados para una hectárea. Abreviaciones: DA= densidad absoluta DR= densidad relativa ABR= área basal relativa.

Altitud m	DA sp.	DR sp.	DA <i>Podocarpus</i>	Frecuencia	AB sp.	ABR sp.
2.700	956	0,037	36	0,150	0,739	9,41
2.900	753	0,012	9	0,050	0,055	0,55
3.100	581	0,031	18	0,125	0,235	1,30

Tabla 2. Árboles juveniles de *P. rusbyi* por altitud en un bosque montano de acuerdo al método de los cuadrantes centrados para una hectárea. Abreviaciones: DA= densidad absoluta DR= densidad relativa ABR= área basal relativa.

Altitud m	DA sp.	DR sp.	DA <i>P. rusbyi</i>	Frecuencia	AB sp.	ABR sp.
2.900	1745	0,00625	11	0,025	0,005	0,47
3.100	1282	0,06250	80	0,200	0,080	8,93

Con respecto a la estructura poblacional *Podocarpus ingensis* registró la mayor área basal para árboles adultos, con 0,440 m²/ha con 6 individuos, y la mayor altura de 20 m, en la clase diamétrica de 25 a 34,99 cm. Comparando los otros muestreos, el menor aporte de área basal y la altura promedio mínima fue para *P. rusbyi* a 2.900 m (Tabla 3). Sin embargo, esta misma especie presenta una estructura

piramidal “cuasicompleta” a 3.100 m por una gran cantidad de individuos juveniles. El mayor aporte a la dominancia total del bosque es de *P. ingensis* de 9,46% (0,739 m²/ha) (Tabla 4). Por otro lado, el aporte a la dominancia de *P. rusbyi* de individuos adultos y juveniles es muy baja (1,11 m²/ha, 1,64%), en relación con el área basal total del bosque (Tabla 4).

Tabla 3. Comparación en un gradiente altitudinal de los individuos adultos y juveniles de *P. ingensis* (2.700 m) y *P. rusbyi* (2.900 y 3.100 m) por clase diamétrica, número de individuos, área basal y altura promedio.

Altitud m	Etapa de crecimiento	Clase diamétrica (cm)	Nº de Individuos	Área basal m ² /ha	Altura promedio (m)
2.700	Adulto	5 - 14,99	24	0,184	10,25
2.700	Adulto	15 - 24,99	6	0,115	8
2.700	Adulto	25 - 34,99	6	0,440	20
2.900	Adulto(*)	5 - 14,99	10	0,055	6,75
2.900	Juvenil(*)	1,59 - 2,99	11	0,005	3,50
3.100	Adulto	5 - 14,99	14	0,142	9,5
3.100	Adulto	15 - 14,99	4	0,093	7
3.100	Juvenil	1,59 - 2,99	40	0,019	5,5
3.100	Juvenil	3 - 4,99	40	0,061	5,4

(*) Sólo se encuentra una clase diamétrica.

Tabla 4. Comparación del área basal de *P. ingensis* y *P. rusbyi* con el área basal total. Su relación con la altura promedio (mayor y menor) de todos los árboles del bosque en un gradiente altitudinal.

Altitud m	Etapa de crecimiento	Área basal absoluta m ² /ha <i>Podocarpus</i>	Área basal total m ² /ha	Altura Prom. mayor (m)	Altura Prom. menor (m)
2.500	adulto *		15,00	12	6,91
2.500	juvenil *		0,62	5,19	3,91
2.700	adulto	0,739 (9,46%)	7,81	14,25	5,86
2.700	juvenil *		1,85	4,15	3,17
2.900	adulto	0,055 (0,55%)	9,98	13,09	7,27
2.900	juvenil	0,005 (0,42%)	1,18	4,79	3,46
3.100	adulto	0,235 (1,32%)	17,82	18	7,31
3.100	juvenil	0,080 (8,99%)	0,89	5,09	3,74
3.300	adulto *		11,28	18	7,46
3.300	juvenil *		1,41	4,48	3,27

* No se registraron individuos de *Podocarpus*

DISCUSIÓN

Las poblaciones evaluadas de *Podocarpus* altitudinalmente se distribuyen entre los 2.650 a 3.200 m en pequeños rodales e incluso en individuos aislados. Al parecer, la distribución de ambas especies no parecen tener un patrón homogéneo al igual que otras especies de *Podocarpus* (Chung y Sabogal 1983, Linke 1988, SNC 1996, Zarate *et al.* 1999). Algunas especies de *Podocarpus* generalmente no forman rodales extensos, sino que aparecen como árboles individuales dentro del bosque al igual que *Retrophyllum rospigliosii* (Zenteno-Ruiz 2007) y algunos individuos de *Podocarpus oleifolius*, *P. ingensis* y *P. rusbyi*. Por otro lado, los bosques de *Podocarpus parlatorei* descritos por Arturi *et al.* (1998), Brown y Ramadori (1989) y Pinazo *et al.* (2003) en Argentina, y Zenteno-Ruiz *et al.* (2010) en Bolivia forman rodales extensos y parece estar asociado a las perturbaciones.

Árboles adultos

El área basal relativa para los individuos adultos de *Podocarpus* en toda la ladera es de 1,03 m²/ha (1,66%). Los valores reportados del área basal según Linke (1988) y Zarate *et al.* (1999) en general son algo parecidos para *P. ingensis* y muy bajos respecto a *P. rusbyi*; sin embargo, *P. oleifolius*, fue de casi 9 veces mayor (9,37 m²/ha; 51,8%) comparados con el presente estudio (Tabla 5). Otros estudios realizados en la Argentina por Brown y Ramadori (1989) y Chung y Sabogal (1983) en el Perú reportaron un área basal de 4,16 m²/ha para *P. parlatorei*, y de 10,4 a 18,3 m²/ha para *Podocarpus montanus*. Posiblemente esta elevada área basal se debe a la alta densidad para la primera especie y de individuos muy gruesos para la segunda (Tabla 5). Esto indica que la contribución a la dominancia total del bosque de *P. ingensis* y *P. rusbyi* en general es muy baja frente a lo que ocurre en otras partes. Una similar heterogeneidad se presenta en el caso de la

densidad indicando una mayor proporción de individuos a una altura de 2.700 y 3.100 m e intermedia a una altitud de 2.900 m. Los datos obtenidos respecto a la densidad realizados por

Linke (1988), SNC (1996) y Zarate *et al.* (1999) son altos, casi comparables para ciertos lugares e incluso muy bajos respecto a algunas poblaciones de *P. glomeratus* (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de diferentes estudios realizados en Bolivia, Argentina y Perú de la distribución por ecorregión, altitud, densidad y dominancia.

Lugar/autor/año	Especie	Ecorregión	Altitud (m)	Densidad (Ind/ha)	Área Basal (m ² /ha)	Dominancia (%)
Sehuenkas, Zarate et al., 1999 (*)	<i>P. glomeratus</i>	Bosque de Yungas	3.050	42	0,8	61
Kury, Zarate et al., 1999 (*)	<i>P. parlatorei</i>	Bosque de Yungas	2.750	19	1,05	23,3
Corani Pampa, Zarate et al., 1999 (*)	<i>P. Oleifolius</i>	Bosque de Yungas	2.640	12,2	9,37	51,8
sitio 1, Linke, 1988 (**)	<i>P. glomeratus</i>	Bosque de Yungas	3.400	17,8	1,2	15,4
sitio 2, Linke, 1988 (**)	<i>P. glomeratus</i>	Bosque de Yungas	3.260	78,2	1,4	20,3
sitio 3, Linke, 1988 (**)	<i>P. glomeratus</i>	Bosque de Yungas	3.140	48,3	2	26
Nogalani superior, SNC, 1996	<i>Podocarpus</i> spp.	Bosque de Yungas	>2.800	14,3		
Nogalani medio, SNC, 1997	<i>Podocarpus</i> spp.	Bosque de Yungas	>2.550	15,5		
Nogalani inferior, SNC, 1998	<i>Podocarpus</i> spp.	Bosque de Yungas	>2.350	6,2		
Presente estudio	<i>P. ingensis</i>	Bosque de Yungas	2.700	36	0,74	9,46
Presente estudio	<i>P. rusbyi</i>	Bosque de Yungas	2.900	10	0,06	0,55
Presente estudio	<i>P. rusbyi</i>	Bosque de Yungas	3.100	18	0,24	1,32
Estación del Rey, Brown y Ramadori, 1989	<i>P. parlatorei</i>	Bosque Tucumano-Boliviano	1.600-2.100		4,16	
Cajamarca, Chung y Sabogal, 1983 (***)	<i>P. montanus</i>	Bosque de Yungas	1.600-2.100		10,4 a 18,3	40 a 70

Diámetro de medición (*) =3.18, (**) = 7

(***) = Bosque húmedo montano bajo tropical

Lo anterior indica que el número de individuos presenta cierta similitud en cada zona estudiada, pero si éste se compara con el área basal absoluta, se puede observar claramente que los individuos registrados son relativamente más gruesos. Allí la dominancia (área basal), se encuentra en un rango de 15 a 70% del área basal total y en este caso se encuentra de 0,5 a 10%, lo cual indica que se trata de individuos más bien jóvenes si se toma el diámetro como parámetro de edad. Esta baja dominancia posiblemente se debió por una extracción de los individuos y una presión por el fácil reconocimiento de las especies de *Podocarpus*. Por otro lado, la obtención de este recurso estaría asociada al camino carretero que llegaba hasta la mina ensueño en décadas pasadas.

Árboles juveniles

El área basal relativa de los juveniles de *Podocarpus rusbyi* son bajos respecto a los reportados por Zarate *et al.* (1999), quienes encontraron un área basal promedio para las tres regiones estudiadas de 0,43 m²/ha (5,34%). Sin embargo, estos datos fueron extraídos de individuos entre la clase diámetro de 3,18 a 10 cm. El número de individuos jóvenes fue mayor a una altitud de 3.100 m, indicando una mayor proporción de individuos casi de 8 veces respecto a una altitud de 2.900 m. Estos valores encontrados se asemejan al estudio presentado por el SNC, donde denominan brinzales a los juveniles (diámetro < 5 cm - altura 1,30 m), y se registraron de 10 a 83,1 ind./ha, con un promedio total de 24,7 ind./ha. Empero gran parte de la regeneración natural consiste en ejemplares que brotaron de las raíces de los árboles adultos y que en muchos casos le dan a estos una apariencia, a simple vista, frondosa y muy ramificada. Estos rebrotes biológicamente son un solo individuo, pero ecológicamente ocupan tanto un lugar espacial como temporal; es por ello que se los toman como individuos “independientes”. Similar situación se da para las plántulas de *Podocarpus* donde no se registró ninguna originada por semilla, pero sí rebrotes de raíces, que median hasta más de 5 m de largo. Esta reproducción vegetativa posiblemente pueda ser una estrategia de las especies leñosas en estos ambientes montañosos. La ausencia de plántulas por semilla podría deberse al tipo de dispersores, intensidad y calidad de la luz, el nivel de competencia de raíces, textura del suelo, la evasión a predadores patógenos y pulsos de disponibilidad de nutrientes (Clark y Clark 1987).

La luminosidad es un factor importante para la germinación y crecimiento de *Podocarpus* spp. (Veillón 1962) posiblemente estos factores influyeron de alguna manera en el establecimiento de las plantulas de *Podocarpus*. Otro factor, que limita la distribución de estas especies podría ser una pronunciada pendiente como se observó a los 2.500 m. Esto podría deberse a que la pendiente se evidencia como un factor regulador denso-independiente en las densidades de renovales pequeños, y en menor grado en los renovales medianos y grandes (Roldán 1991). A estos factores se agrega la proximidad de los árboles parentales, eficacia de la dispersión, periodicidad de la floración y fructificación y grados de tolerancia a la sombra (Poore 1968, citado en Roldán 1991). Por otro lado, cada especie requiere diferentes nutrientes y presenta un conjunto determinado de requerimientos; si estos se empobrecen, las plantas jóvenes de la misma especie no se pueden establecer (Pianka 1982).

Estructura poblacional de *Podocarpus*

Podocarpus ingensis (2.700 m) y *P. rusbyi* (a 2,900 m) representan una estructura poblacional incompleta; sin embargo, podría presentar un crecimiento tipo pirámide a 3.100 m, representando una estructura poblacional “cuasi completa”, semejante a la situación de bosques primarios y de la mayoría de los bosques en los trópicos. Por otro lado, la relación del número de árboles con el área basal y su distribución por clases diamétricas, representan más individuos en las categorías menores al igual que los otros estudios de diferentes autores (Veillón 1962, Lamprecht 1962 y 1990, Chung y Sabogal 1983, Linke 1988, Mérida 1989, SNC 1996, Zarate *et al.* 1999).

En el presente trabajo los únicos individuos registrados con una clase diamétrica mayor (25-34,9 cm) y altura de 20 m es para *P. ingensis*. Contrariamente para los juveniles de *P. rusbyi* (a 3.100 m) se tiene en la clase mayor de diámetro un área basal alta con una altura menor respecto a la otra clase inferior. Por ello, se podría exponer que la altura es un factor dependiente de la edad (grosor del fuste) en ciertos estadios de desarrollo, debido a que los árboles de menor diámetro tienen mayor largo de fuste y en la cual se nota una conicidad acentuada. En tanto, los árboles de mayor diámetro son más cortos y casi cilíndricos en toda su longitud al igual que los reportados por el SNC (1996).

En el cerro Nogalani la mayor altura de árboles registrada fue de 18 m (SNC 1996) y en la región de Choquetanga alcanzo los 15 m de altura (García y Salinas 1997). Según Laubenfels (1992), esta especie presenta una altura no mayor a los 20 m. Una situación similar ocurre con las otras especies de *Podocarpus* de otras regiones del país. No así en el departamento de Tarija, ya que según Viscarra (1974) registró ejemplares de buen porte comercial de *P. parlatorei* de hasta 29 m de altura a elevaciones alrededor de 2.350 m en la formación boliviano-tucumana (Hueck 1978). Por otro lado, algunos individuos de *P. oleifolius* pueden alcanzar alturas superiores a los 25 m. Si estos se comparan con otros bosques montanos de Sud América, está el caso de Venezuela cuyos bosques están compuestos principalmente de *Retrophyllum rospigliosii* y *P. oleifolius*, entre otros, con una mayor envergadura de fuste y altura total de hasta 40 y 45 m (Veillón 1962). En la Estación el Rey y Baritu (NE de Argentina), en una formación vegetal de *Podocarpus* se registró alturas promedio de 29,8 m (Brown y Ramadori 1989). En el Perú, en un bosque de *Podocarpus* de Cajamarca, se encuentran individuos con alturas casi similares a los registrados en el presente estudio entre 15 a 25 m (Chung y Sabogal 1983).

Finalmente podemos establecer que la distribución de ambas especies sigue un gradiente altitudinal en este sector del bosque montano andino. Sin embargo, no se puede saber con exactitud si la población de *Podocarpus ingensis* y *P. rusbyi* en el cerro Hornuni era mayor en el pasado. Asimismo, se puede atribuir a razones de una historia por diferentes actividades antrópicas (minería, tala selectiva con fines domésticos y comerciales) que podrían haber influido en la distribución observada (Zenteno-Ruiz 2000). La preferencia de uso actual de los pobladores no es ninguna de las especies de *Podocarpus*, estos buscan otras especies como fuente de madera por la mayor accesibilidad (Zenteno-Ruiz 2000). No obstante, aún es difícil establecer relaciones causales y sobre todo concluyentes respecto a la distribución potencial de *Podocarpus* en este sector del bosque montano.

Respecto al método utilizado el point-centered quarter, es equivalente en su eficacia al de las parcelas en términos de información y puede ser aplicado al bosque montano de Yungas, por ser tan efectivo en topografías abruptas e irregulares. La mayor ventaja es considerable en lo

económico, minimiza el daño al sotobosque y el esfuerzo de trabajo. Además, presenta un cuadro de interpretación muy diferente al de las parcelas ya que el método permite tener una mejor idea de la distribución espacial de una especie; no así el de una o pocas parcelas.

CONCLUSIONES

En el bosque montano del sector del cerro Hornuni, como en muchos otros más, la distribución de *Podocarpus ingensis*, *P. rusbyi* y otras especies ocurre solamente en situaciones particulares con condiciones bióticas y abióticas favorables. Sin embargo, llama la atención que pese a tener estas condiciones el número de sitios donde pueden germinar nuevas plántulas es nulo y los nuevos individuos que se establecen son rebrotes de raíces. Las posibles causas podrían ser las pendientes pronunciadas que ocasionan un escurrimiento de agua y movimientos de tierra que disminuiría las posibilidades de germinación y/o establecimiento de la especie. Por otro lado, la luminosidad no es un factor importante para la germinación y crecimiento de ambas especies, sino, mas bien la reproducción vegetativa que posiblemente pueda ser una estrategia en estos ambientes montanos.

La abundancia de ambas especies de *Podocarpus* es menor en cualquiera de las altitudes evaluadas pero la distribución de especies sigue un gradiente altitudinal. Donde solo se registro individuos adultos de *P. ingensis* a una altitud de 2.700 m y *P. rusbyi* (adultos y juveniles) a 2.900 y 3.100 m. *P. ingensis* es más abundante para individuos adultos y *P. rusbyi* a 3.100 para juveniles. De acuerdo al análisis de los parámetros cuantitativos, ambas especies, desde el punto de vista de su abundancia, presenta sus rodales mas importantes a 2.700 y 3.100 m. Asimismo, contribuyen poco al área basal (pocos árboles y muy delgados). La relación edad y altura es problemática pues árboles viejos pueden tener diámetro reducido o grande y presentar alturas pequeñas o grandes. En general, las especies de *Podocarpus* presentan una estructura poblacional incompleta a altitudes de 2.700 y 2.900, salvo en el de 3.100 m.

Ambas especies se encuentran en laderas y colinas no tan abruptas, con un grado de pendiente que puede llegar hasta los 35° y suelos relativamente profundos con una

capa de materia orgánica y raíces muy densas. Asimismo, la distribución de ambas especies se debe a un gradiente altitudinal, *P. ingensis* a 2.700 m presenta escamas de protección de forma triangular de 7 a 9 mm y *P. rusbyi* se distribuyen a 2.900 y 3.100 m y se caracteriza por poseer escamas de protección lanceoladas de 10 a 13 mm.

Actualmente, los rodales de *Podocarpus* del cerro Hornuni con exposición NNE son un relicto confinado a zonas puntuales de difícil acceso, además de presentar individuos aislados. Asimismo, tienen más un carácter de protección y conservación que de explotación.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación MacArthur y la Estación Biológica Tunquini por el financiamiento. A Emilia García y Ramiro Pablo López por su asesoramiento, a mis ayudantes de campo Fernando Guerra, Franklin Varela, Dionisio Pérez y Alejandro Romero. A Stephan Beck por sus comentarios. Al Herbario Nacional de Bolivia por su inapreciable colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anze, R. 1993. Podocarpaceae. En: T. J. Killeen, E.E. García, S.G. Beck (Eds.). Guía de árboles de Bolivia. Editorial del Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia. pp. 288-315.
- Arturi, M.F., H.R. Grau, P.G. Aceñolaza y A.D. Brown. 1998. Estructura y sucesión en bosques montanos del noroeste de Argentina. Rev. Biol. Trop. 46 (3): 1-8.
- Bach, K., M. Schawe, S. R. Gradstein, G. Gerold, S. Beck y M. Moraes. 2003. Vegetación, suelos y clima en los diferentes pisos altitudinales de un bosque montano de Yungas, Bolivia: Primeros resultados. Ecología en Bolivia 38: 3-14.
- Beck, S. 1988. Las ecoregiones y las unidades fitogeográficas de Bolivia. En: C. Morales (Ed.). Manual de Ecología. Editorial del Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia, pp. 233-267.
- Brown, D. y D. Ramadori. 1989. Patrón de distribución, diversidad y características ecológicas de especies arbóreas de las selvas y bosques montanos del noroeste de la Argentina. Actas VI Congreso Forestal Argentino, Santiago del Estero. 1: 177 -181.
- Buchholz, J.T. y N.E. Gray. 1948. A taxonomic revision of *Podocarpus* I. The sections of the genus and their subdivisions with special reference to leaf anatomy. J. Arnold Arbor. 29: 49-63.
- Clark, D. A. y D.B. Clark. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. Rev. Biol. Trop. 35 (Supl.1): 41-54.
- Cottam, G. y J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37: 451-460.
- Chung, A. y C. Sabogal. 1983. Resultados de un estudio fitosociológico en un bosque de *Podocarpus*. Cajamarca. Revista Forestal del Perú 11(1-2): 101-115.
- de Laubenfels, D. J. 1991. Las Podocarpaceae del Perú. Boletín de Lima 73: 57-60.
- de Laubenfels, D. J. 1992. Podocarpaceae of Bolivia (no publicado)
- García, E. y N. Salinas. 1997. Manual Ilustrado de las especies vegetales en la zona de Choquetanga, Provincia Inquisive. La Paz, Bolivia.
- Hueck, K. 1978. Los bosques de Sudamérica. GTZ, Eschborn, Alemania.
- Kubitzki, K. 1990 (ed). The families and genera of vascular plants. I Pteridophytes and Gymnosperms. Springer-Verling, Berlin, Alemania.
- Lamprecht H. 1990. Silvicultura de los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas - posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Eschborn, Alemania.
- Lamprecht, H. 1962. Ensayo sobre métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Acta Científica Venezolana 13 (2): 57-65.
- Linke, J. 1988. Estudio de la vegetación y del suelo en un bosque de nubes de montaña en Bolivia. Tesis de grado. Universität Göttingen. Republica Federal Alemana.
- Matteucci, D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie Biología, Monografía 22. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, USA.
- Mérida, I. G. 1989. Evaluación de recursos naturales y lineamientos para la restauración y uso sostenido en un bosque de neblina, Cuenca Tambillo Mayu, Ayopaya. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Hokche, O., P.E. Berry y O. Huber. (Eds.). 2008. Nuevo Catálogo de la Flora Vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Pianka, E. 1982. Ecología Evolutiva. Omega S.A., Barcelona, España.
- Pinazo, M.A., N.I. Gasparri, J.F. Goya y M.F. Arturi. 2003. Caracterización estructural de un bosque de *Podocarpus parlatoresi* y *Juglans australis* en Salta, Argentina. Rev. Biol. Trop 51(2): 361-368.
- Roldán, A. 1991. Estructura y principios de demografía de la selva montana en el Parque Biológico San Javier. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Tucuman. Tucuman – Argentina.
- (SNC) Servicio Nacional de Caminos. 1996. Inventario forestal: Distribución del género *Podocarpus* en el cerro Nogalani. En Supervisión para la protección del medio ambiente en el proyecto vial Cotapata-Santa Barbara. Secretaria de Transportes, Comunicaciones y Aeronáutica Civil, Hidroservice Engenharia LTDA, Connal SRL, Lahmeyer International. La Paz, Bolivia.
- Stadtmüller, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Una revisión bibliográfica. Universidad de las Naciones Unidas ONU, Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Terborgh, J. 1992. Prefacio. En: K. R. Young y N. Valencia (Eds.). Memorias del Museo de Historia Natural. Biogeografía, Ecología y conservación del Bosque Montano en el Perú. U.N.M.S.M. (Lima). pp. 21.
- Veillón, P. 1962. Coníferas autóctonas de Venezuela “Los *Podocarpus*”. Universidad de los Andes. Fac. Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- Viscarra S. 1974. Empleo de la motosierra en faenas de explotación del pino de Tarija (*Podocarpus parlatoresi* Pilger). Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal, Tarija, Bolivia.
- Zarate, M., D. Gotilla y G. Lazarte. 1999. Estudio estructural y ecológico de los bosques relictos de tres especies de pinos de monte (*Podocarpus* spp., Podocarpaceae) en Cochabamba - Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 5: 51 - 59.
- Zenteno-Ruiz, F.S. 2000. Abundancia, distribución altitudinal, estructura poblacional-espacial y uso de rodales de *Podocarpus rusbyi* (pino de monte), en exposición N-NE en el bosque nublado de Yungas (ceja de monte), cerro Hornuni-Cotapata. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Zenteno-Ruiz, F.S. 2007. *Retrophyllum rospigliosii* (Podocarpaceae), un nuevo registro de pino de monte, en el noroeste de Bolivia. *Kempffiana* 3(2): 3-5
- Zenteno-Ruiz, F.S., S.G. Beck, R. López y S. Gallegos. 2010. Caracterización de la vegetación y de la diversidad florística de la cuenca alta del río Bermejo, Tarija: Implicaciones para su conservación. En: Beck et al. (Eds.). Biodiversidad y ecología en Bolivia – Simposio de los 30 años del Instituto de Ecología. Editorial del Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia, pp. 162-173.

Prunus subcorymbosa Ruiz ex Koehne: un Nuevo Registro para Bolivia

Prunus subcorymbosa Ruiz ex Koehne: a Bolivian New Record

Serena Isabel Achá-Macias^{1,2} y Alfredo F. Fuentes^{1,3}

¹Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y Missouri Botanical Garden (MO),
Campus Universitario, calle 27, Cota Cota, Casilla 10077, Correo Central

²Serena.acha@gmail.com

³alfrefuentes@gmail.com

Resumen. Se reporta un nuevo registro para Bolivia: *Prunus subcorymbosa* Ruiz ex Koehne, en la región del Madidi del departamento de La Paz. Los ejemplares estudiados fueron comparados con la bibliografía existente sobre la misma, para así complementar su descripción.

Palabras clave: *Prunus*, Madidi, Bolivia

Abstract. We report a Bolivian new record: *Prunus subcorymbosa* Ruiz ex Koehne, from the Madidi region in the department of La Paz. The specimens studied were compared with existing bibliography about the species, to complement its description.

Keywords: *Prunus*, Madidi, Bolivia

INTRODUCCIÓN

Prunus pertenece a la subfamilia Amygdaloidae o Prunoidae de las rosáceas, se caracteriza por incluir árboles o arbustos con estípulas; hojas simples con borde serrado o entero; ovario súpero, unicarpelar; dos óvulos anátropos; el fruto es una drupa con mesocarpo succulento, carnoso o seco. Existen sugerencias sobre la taxonomía de *Prunus*, si es considerado un género con seis subgéneros (*Amygdalus*, *Armeniaca*, *Cerasus*, *Laurocerasus*, *Padus* y *Prunus*) o cada uno de estos forma un género aparte. Sin embargo los estudios filogenéticos recientes no apoyan la división (Bortiri *et al.* 2001, Lu *et al.* 2003, Potter *et al.* 2007, Shulaev *et al.* 2008). Las especies nativas encontradas en Bolivia corresponden al subgénero *Laurocerasus*, cuyas características son: follaje siempreverde, estípulas pequeñas, libres, a veces connadas y caducas tempranamente; hojas conduplicadas cuando jóvenes, con un par de glándulas en la cara abaxial de la base de la lámina; inflorescencia axilar, tipo racimo, fascículo o panícula, con más de 10 flores y brácteas pequeñas caducas

tempranamente; flores bisexuales, a veces con pistilodio, hipanto campanulado o en forma de copa; sépalos 5; pétalos 5, blancos, más largos que los sépalos; estambres 10-50 dispuestos en dos ciclos, el más interno menor en longitud; ovario glabro o pubescente; estilo terminal, estigma en forma de disco; semilla con endocarpo leñoso u óseo y superficie rugosa o lisa (Lu *et al.* 2003, Koehne 1915, Potter *et al.* 2007, Shulaev *et al.* 2008).

Este género tiene una gran importancia económica a nivel mundial; las especies más estudiadas provienen de regiones de Asia y Europa. Incluyendo este reporte nuevo, existen 14 especies nativas de *Prunus* en Bolivia y una especie naturalizada, además de varias especies introducidas (Foster 1958, Killeen *et al.* 1993). Los estudios que profundizan tanto en la sistemática como en los usos de las especies de América del Sur todavía dejan problemas sin resolver, creemos que algunas de las delimitaciones de especies y variedades muestran claras falencias. El propósito de esta nota es esclarecer algunas de las dudas taxonómicas con

respecto a *Prunus subcorymbosa* Ruiz ex Koehne, además de dar a conocer su presencia en territorio Boliviano.

MÉTODOS

Las descripciones de características vegetativas se basaron en especímenes disponibles hasta la fecha que provienen de la región del Madidi, área exclusiva en Bolivia donde se ha encontrado esta especie. Se contó solo con un espécimen con botones florales el cual se usó como referencia para las características reproductivas. Se complementó la descripción sobre todo de características reproductivas con revisión de literatura (Koehne 1915, Macbride 1938, Romoleroux 1996, Pérez-Zabala 2007).

RESULTADOS

Descripción de los especímenes: Árbol 10-26 m, hasta 48 cm de dap, sin aletones. Corteza externa parda, lisa a fisurada con lenticelas; corteza interna con olor intenso cianogénico, ramitas con numerosos tricomas simples rojizos. Hojas alternas dísticas, elípticas, ovadas a oblongas, enteras, ligeramente asimétricas, papiráceas de 11-21 x 4,5-14,5 cm, escasamente pilosas en el envés sobre todo hacia las nervaduras principal y secundarias, glabras en el haz; ápice agudo a acuminado, base redondeada a decurrente, dos glándulas de 1-1,7 mm de diámetro dispuestas asimétricamente en la base del envés de la lámina; venación boquidódroma, presencia de venas intersecundarias, ángulo de inserción de las venas secundarias mayor a 45°, uniforme; venación de tercer y cuarto grado bien definida; pecíolo 1,3-2,8 x 5-15 mm; estipulas libre triangulares pubescentes en la cara externa 10-5 x 2-1,5 mm, caducas; Inflorescencias axilares en racimos solitarios de 4-5,5 cm largo, pubescentes con 47-58 flores, 1-3 ramas, laxos, diámetro de la base del raquis ca. 1,5 mm; brácteas ca. 1,75 mm largo, pedicelo 0,4-0,7 x 1,5-2 mm; flores bisexuales; cinco sépalos de ca. 2,5 mm de largo, triangulares. Pubescentes en la cara interna; pétalos cinco ca. 1,2 x 1 mm, pubescentes en la base de la cara interna, blancos; estambres 23-27, anteras 0,8-1 mm largo; ovario ovoide, uniovular de ca. 0,5 x 0,8 mm, con algunos tricomas en la base, estilo ca. 0,25 x 1 mm, estigma discoideo ca. 1 mm de diámetro (Fig. 1).

Distribución y hábitat: Complementando a los trabajos existentes acerca de *P.subcorymbosa* Ruiz ex Koehne,

describimos las 17 localidades donde se la reporta como bosques premontanos a montano-nublados desde 360-2800 m hasta llegar a los 50 m en bosque húmedo tropical basal en Costa Rica, además puede encontrarse en bosques poco intervenidos, secundarios y tanto en laderas como en fondo de valles (<http://www.tropicos.org>). Esta especie se distribuye desde Centroamérica hasta parte de la cordillera de los andes, abarcando siete países:

Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y el NW de Bolivia (<http://www.tropicos.org>). En Bolivia se reporta *P. subcorymbosa* Ruiz ex Koehne entre 660-1735 m, asociado con la vegetación de bosque yungueño pluviestacional: *Guadua* sp., *Piper* sp., *Lauraceae* sp., *Moraceae* sp., y *Juglans* sp., siendo esta especie poco abundante (<http://www.tropicos.org>).

Especímenes examinados: BOLIVIA. LA PAZ: Franz Tamayo, Parque Nacional Madidi (P.N.M.) NW de Apolo, senda Azariamas-San Fermín, 1326 m, 15 mayo 2006 (estéril), I. Loza *et al.* 42 (LPB). P.N.M., NW de Apolo, senda Azariamas-San Fermín, 1408 m, 1 junio 2006 (estéril), I. Loza *et al.* 216 (LPB). P.N.M., NW de Apolo, senda Azariamas-San Fermín, 1124 m, 10 junio 2006 (estéril), I. Loza *et al.* 457 (LPB). P.N.M., Azariamas, arroyo San Roque, 660 m, 11 octubre 2005 (botones florales), L. Cayola *et al.* 2016 (LPB). Senda Apolo-San José de Uchupiamonas, ladera exposición SSE sobre río Machariapo, 1650 m, 7 diciembre 2002 (estéril), T. Miranda *et al.* 621 (LPB). Senda Apolo-San José de Uchupiamonas, en cercanías del río 3 de Mayo, 1735 m, 1 diciembre 2002 (estéril), T. Miranda *et al.* 350 (LPB), 354 (LPB) y 345 (LPB). Senda Apolo-San José de Uchupiamonas, cercanías del río Machariapo, 1650 m, 7 diciembre 2008 (estéril), T. Miranda *et al.* 654 (LPB).

DISCUSIÓN

Prunus subcorymbosa Ruiz ex Koehne se diferencia del resto de especies de *Prunus* en Bolivia por el indumento abundante sobre sus ramitas, racimos y parte de las hojas (Killeen *et al.* 1993). La presencia de indumento es compartida con otras cuatro especies del neotrópico: *P. ferruginea* Steud., *P. guatemalensis* I.M. Johnst., *P. skutchii* I.M. Johnst. y *P. occidentalis* Sw.; siendo esta última la más similar a *P. subcorymbosa* Ruiz ex Koehne, diferenciándose por la



Figura 1. Vista general del único espécimen fértil de *Prunus subcorymbosa*.

densidad menor del indumento y hojas más pequeñas, la misma es la única que comparte su distribución llegando hasta Venezuela (Pérez-Zabala 2007, <http://www.tropicos.org> 2010).

En la Tabla 1, además de complementar nuestro estudio con las características complementarias a nuestros especímenes, contrastamos con las revisiones previas de Koehne (1915), Macbride (1938), Romoleroux (1996) y Pérez-Zabala (2007).

Las diferencias más grandes se observan en las dimensiones de la lámina y longitud de la inflorescencia, además los especímenes encontrados en Bolivia presentan glándulas más grandes. También se reportan características nuevas como la superficie del ovario hirsuta y el número de flores.

Existen diferencias entre las características florales reportadas y las medidas, pero creemos que son poco fiables, debido al estado inmaduro de las inflorescencias.

Tabla 1. Comparación de las descripciones previas de *P. subcorymbosa* Ruiz ex Koehne con los especímenes encontrados en Bolivia.

Partes	Koehne (1915)	Macbride (1938)	Romoleroux (1996)	Pérez-Zabala (2007)	Achá y Fuentes (2010)
Lamina, Dimensiones (cm)	9,5 -14 x 4,2-6,6	9,5-16 x 5-8 (-10)	12-15(-20) x 6-8 (-12)		11-21 x 4,5-14,5
Glándulas, diámetro(mm)	1				1-1,7
Inflorescencia, tipo	Racimos solitarios o agrupados (2-3), con una a varias ramificaciones		Racimos con 2-4 ramas en la base	Panicula 3-6 con o sin ramificaciones	Racimos solitarios con 1-3 ramificaciones
Inflorescencia, longitud (cm)	2-4,5	2-6	5-7		4,5-5
Inflorescencia, ancho en base (mm)	0,8-1,5		1-1,5		1,5
Pedicelos, dimensiones (mm)	2-3,5 x 0,3-0,5	2-3,5 x ?	1,5-3 x 0,7-0,8		1,5-2 x 0,4-0,7
Brácteas, longitud (mm)			3-4		1,75
Flores, número			ca. 20-40		47-58
Sépalos, dimensiones (mm)	1 x ?		1-1,2 x 1,5		2,5 x ?
Pétalos, dimensiones (mm)	6-13 x 1,2-2,7	6-13 x ?	2 x 1,8		1,2 x 1
Pétalos, indumento	Hirsutos por encima la base				Hirsutos por encima la base de la cara interna
Estambres, número	23-26		ca. 20		23-27
Estambres, longitud (mm)	3,2		2,8-4		ca. 1,6
Gineceo, longitud (mm)	5		2.3-3?		2
Ovario, indumento	Glabro				Hirsuto
Fruto, forma	Ovalado		Elipsoide-globosa	Elipsoide	
Fruto, dimensiones (mm)	20 x 16	20 x ?	18-23 x 14-16	25 x 17	
Fruto, mesocarpio, consistencia				Carnoso	
Semilla, forma			Elipsoide		
Semilla, dimensiones (mm)			16-20 x 13-15		

(?) Indica que esa medida no estaba disponible.

CONCLUSIONES

Prunus subcorymbosa Ruiz ex Koehne es una especie con características notables para su identificación, siendo la más importante su indumento. Es probable que su distribución en Bolivia no esté limitada a la región del Madidi, extendiéndose al resto de los yungas del departamento de La Paz y Cochabamba.

AGRADECIMIENTOS

Al Herbario Nacional de Bolivia, al Proyecto Madidi y al Missouri Botanical Garden por facilitarnos la información y equipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bortiri, P.E., S. Oh, J. Jiang, S. Baggett, A. Granger, C. Weeks, M. Buckingham, D. Potter y D.E. Parfitt. 2001. Phylogeny and systematics of *Prunus* (Rosaceae) as determined by sequence analysis of ITS and the chloroplast trnL-trnF spacer DNA. *Systematic Botany* 26: 797-807.
- Foster, R. C. 1958. A catalogue of the ferns and flowering plants of Bolivia. *Contributions of the Gray Herbarium of Harvard University*. 184: 1-223.
- Killeen, T. J., E. García y S.G. Beck (Eds.). 1993. Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia.
- Koehne, E. 1915. Zur Kenntnis von *Prunus* grex *Calycopadus* und grex *Gymnopadus* sect. *Laurocerasus*. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 52: 279-333.
- Lu, L. D., C. Z. Gu, C. L. Li, C. Alexander, B. Bartholomew, A. R. Brach, D. E. Boufford, H. Ikeda, H. Ohba, K. R. Robertson y S. A. Spongberg. 2003. Rosaceae. En: Wu, C. Y., P. H. Raven y D. Y. Hong (Eds.). *Flora of China* 9: 392-434.
- Macbride, J. F. 1938. Rosaceae, *Publications of the Field Museum of Natural History, Botanical Series*.13(2/3): 1063-1119.
- Pérez-Zabala J. 2007. Estudios sobre el género *Prunus* (Rosaceae) en el Neotrópico: novedades taxonómicas y nomenclaturales para Colombia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 64(2): 177-190.
- Potter, D., T. Eriksson, R. Evans, S. Oh, J. Smedmark, D. Morgan, M. Kerr, K. Robertson, M. Arsenault, T. Dickinson y C. Campbell. 2007. Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution*. 266: 5-43.
- Romoleroux, K. 1996. Rosaceae.. 56: 1-151. En: Harling, G. y L. Andersson (Eds.). *Flora of Ecuador*. Publisher University of Goteborg.
- Shulaev, V., Korban, Sosinski, B., Abbott, A., Aldwinckle, H., Folta, K., Lezzoni, A., Main, D., Arús, P., Dandekar, A., Lewers, K., Brown, S., Davis, T., Gardiner, S., Potter D. y R. Veilleux. 2008. Multiple models for Rosaceae genomics. *Plant Physiology* 147(3): 985-1003.
- TROPICOS. 2010. Red de información botánica del Missouri Botanical Garden (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 15 de diciembre 2010. Disponible en <http://www.tropicos.org>.

Nueva especie de *Hippeastrum* (Amaryllidaceae) de Bolivia

New species of Hippeastrum (Amaryllidaceae) from Bolivia.

Roberto Vásquez-Chávez¹ y Raúl Lara-Rico²

¹Casilla correo 3822 Santa Cruz, Bolivia,

rvasquez@cotas.com.bo

²Casilla correo 13340 La Paz, Bolivia, achancara@yahoo.com.mx

Resumen. Se describe e ilustra la nueva especie *Hippeastrum menesesii* R. Vásquez & R. Lara perteneciente a la familia Amaryllidaceae, del departamento de La Paz, Bolivia. Se examina el estatus taxonómico de *Amaryllis neoleopoldii* Cárdenas y se dan a conocer las afinidades y diferencias morfológicas entre *H. menesesii* e *H. leopoldii* (T. Moore) Dombrain.

Palabras clave: Palabras clave: Amaryllidaceae, *Hippeastrum menesesii* R. Vásquez & R. Lara sp. nov., taxonomía, Bolivia.

Abstract. *Hippeastrum menesesii* R. Vásquez & R. Lara is described and illustrated as new species of the genus *Hippeastrum* (Amaryllidaceae) from the department of La Paz, Bolivia. The taxonomic status of *Amaryllis neoleopoldii* Cárdenas is discussed and the morphological similarities and differences between *H. menesesii* and *H. leopoldii* (T. Moore) Dombrain are mentioned.

Keywords: Amaryllidaceae, Bolivia, *Hippeastrum menesesii* R. Vásquez & R. Lara sp. nov., taxonomy

INTRODUCCIÓN

Cuando Cárdenas publicó su nueva especie *Amaryllis neoleopoldii* Cárdenas (1972) cometió dos errores: 1. No indicó en que herbario depositó el ejemplar que le sirvió de holótipo, ni tampoco los tipos, por lo que se presume que no existe un tipo conocido y 2. No dio ni fecha ni número de colecta, por lo tanto según los artículos 7 y 37 y las recomendaciones 7A y 37A del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (McNeill *et al.* 2006), *Amaryllis neoleopoldii* Cárdenas es un nombre ilegítimo por no cumplir las condiciones de este código. El Dr. Hamilton P. Traub, especialista en Amarillidáceas y editor de la revista *Plant Life*, consideró que la nueva especie de Cárdenas, *Amaryllis neoleopoldii*, era un sinónimo más de *Amaryllis leopoldii* (T. Moore) Dombrain (Traub 1974), por lo que no fue aceptada ni reconocida como especie válida. De igual manera, Meerow *et al.* (1997) cuando transfirieron las especies americanas de *Amaryllis* al género *Hippeastrum*, no se molestaron en transferir *A. neoleopoldii* porque también reconocieron que era sinónimo de *H. leopoldii*.

En un viaje botánico por la Provincia Franz Tamayo del departamento de La Paz encontramos algunas colonias de *Hippeastrum* en floración con las características mencionadas por Cárdenas para *A. neoleopoldii*, esto es por fuera: tépalos crema verdosos; por dentro: rojo sólido en la sección longitudinal de los tépalos, cambiando en los bordes laterales a rayas y máculas rojas (Cárdenas 1972) (Figura 1). Al respecto dice: “Esta sobresaliente especie tiene las flores más regulares y atractivas del género que se conocen hasta el presente. Esta [*A. neoleopoldii*] podría ser la planta [*H. leopoldii*] descubierta junto con *A. pardina* por R. W. Pearce.” (Cárdenas 1972). Concordamos con Cárdenas que *A. neoleopoldii* podría ser la especie que más se parece a *H. leopoldii*, pero Cárdenas no sostuvo este concepto y aceptó, más bien, el criterio de Traub quien lo convenció que, *A. pseudopardina* Cárdenas (1965) era lo más parecido a *A. leopoldii* (Traub 1974), cuando en realidad *A. pseudopardina*, por sus franjas de líneas delgadas y sus máculas es más parecida al grupo de *H. lapacense* Cárdenas (1972). Por lo que se deduce que Traub no tomó en cuenta ni la descripción original, como tampoco la ilustración a colores de *H. leopoldii*.



Figura 1. *Hippeastrum menesesii* R. Vásquez & R. Lara sp. nov.

(Fotografía del holótipo R. Vásquez et al. 5401)

Cárdenas continua: “Como no existe el tipo de *A. leopoldii*, tampoco una ilustración publicada a colores, la estamos describiendo cómo una especie diferente.” Aparentemente Cárdenas no conocía que sí existía una ilustración a colores de *A. leopoldii* publicada sin autor conocido en 1870 donde

claramente se ve la coloración típica de *A. leopoldii*, esto es: flores con una base interna blanca, una estrella del mismo color y unas manchas sólidas de color rojo vivo que llegan hasta la parte media de los tépalos, seguidas por franjas blancas que llegan hasta los ápices (Figura 2).



Figura 2. *Hippeastrum leopoldii* (T. Moore) Dombrain

(Primera fotografía conocida. Fotog. A. Fuentes.)

Al estar invalidado el nombre *A. neoleopoldii* Cárdenas, porque no se cumplieron con los reglamentos que rigen la publicación de nuevas especies, creemos que la especie invalidada de Cárdenas, *A. neoleopoldii*, merece tener un nombre y la consideramos una buena especie, por lo que proponemos el nombre de *Hippeastrum menesesii* para este taxón, de esta manera, rendimos un homenaje póstumo al desaparecido Ing. Agr. Elías Meneses Rodríguez quien fue el más esforzado colaborador que tuvo Cárdenas, el que más especies nuevas de *Hippeastrum* colectó y el primero que contempló la especie que le estamos dedicando. Sin embargo, su sacrificada labor como colector botánico, en las selvas y montañas de los Yungas bolivianos, no fue reconocida a su debido tiempo, ni siquiera por Cárdenas, pese al hecho de haberle proporcionado siete especies nuevas para la ciencia, cuyos tipos Cárdenas los citó como colecciones propias. Meneses falleció en los primeros años de la década de lo 80 del pasado siglo, luego de contraer la malaria en uno de sus viajes botánicos por las selvas bolivianas. *Hippeastrum menesesii* e *H. leopoldii* son, también, a nuestro criterio, las especies más atractivas del género.

Hippeastrum menesesii R. Vásquez & R. Lara sp. nov. *Amaryllis neoleopoldii* Cárdenas, Plant Life 28: 52, fig. 17b. 1972, **nomen nudum** por no citar espécimen tipo en la publicación original. TIPO: BOLIVIA. LA PAZ: Prov. Franz Tamayo: entre Apolo y Camata, Río Yuyo, 870 m, 15°02'S, 68°27'W, 23 ago 2008, R. Vásquez, R. Lara, A. Fuentes & H. Huaylla 5401 (Holótipo: LPB; isótipo: BOLV). Taxón originalmente colectado por Elías Meneses en La Paz: Prov. F. Tamayo (Caupolicán), Río Tumo, 1200 m. (Meneses s.n.).

Hippeastrum menesesii ob flores actinomorphas similis est *Hippeastrum leopoldii* sed lineis rubris tepalorum apicem attingentis differt.

Bulbos globosos, 5 x 5-6 cm, cuello 8 cm. *Hojas* loriformes, verde oscuras, 50 x 3,2 cm, acanaladas, quilla gruesa en el envés, haz verde oscuro, envés verde glauco. *Escapo* 30 cm, 12 mm diámetro en la base, 9 mm en el ápice. *Umbela* biflora. *Brácteas* 7 x 1 cm, crema verdosas. *Pedicelos* 6 cm. *Ovario* 12 x 8 mm, ligeramente trígono, verde claro. *Tubo corto*, 8 x 10 mm. *Paraperigonio* densamente cerrado por

procesos pilosos, blancos. *Perigonio* actinomorfo, radiante, 18 cm diámetro, internamente con fondo verde claro con una estrella de seis rayos que terminan en finas líneas rojas, a veces bifurcadas, banda roja desde cerca de la base hasta el ápice, los laterales blancos con algunas líneas y manchas rojas, margen delgado, rojo; por fuera: blanco verdoso; todos los segmentos lanceolados; *segmentos sepaloides* carinados, mucronados, 10-12 x 4,3-5 cm; *segmentos petalooides* 10-12 x 4,5-5 cm, el inferior 10 x 3,5 mm. *Estambres* con filamentos blancos, 8-9 cm, rosados hacia el ápice y nuevamente blancos al unirse con las anteras, incurvados hacia el ápice; *anteras* 6 mm, grisáceas. *Estilo* más largo que los estambres, 12 cm, blanco, rojo oscuro en el ápice; estigma capitado, rojo oscuro, ligeramente 3-lobado.

Etimología: En honor al Ing. Agr. Elías Meneses quien fue el primer botánico en contemplar y coleccionar este taxón en las proximidades del río Tumo.

Distribución y ecología: Bolivia, endémica local, conocida solamente de tres localidades aisladas en la cuenca montañosa de los ríos Yuyo y Turiapo en la Provincia Franz Tamayo del Departamento de La Paz. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Apolobamba, crece en valles cálidos sobre cuevas rocosas ligeramente protegidas del sol por bosques subandinos pluviestacionales y pluviales, en altitudes por debajo de 1500 m. Estas plantas también crecen en laderas muy pendientes a lo largo de los ríos Yuyo y Turiapo.

Caracteres diagnósticos *Hippeastrum menesesii* se caracteriza por sus flores actinomorfas, los tépalos con una banda ancha central de color rojo vivo que se extiende desde cerca de la base hasta el ápice, flanqueado por algunas líneas y máculas rojas y una margen delgada también de color rojo. En el interior sobresale una estrella de seis rayos, al principio verdosa cambiando luego a blanco y con las puntas divididas en tenues líneas rojizas; por fuera presenta una coloración blanquecina. *Hippeastrum menesesii* se asemeja a *H. leopoldii* por la simetría que presentan los tépalos pero difiere por las bandas rojas de los tépalos que llegan hasta el ápice y flanqueadas por bandas blancas vs. bandas rojas que llegan sólo a la mitad interna, y por sus filamentos blancos con rosado cerca del ápice vs. blancos en toda su extensión.

Cabe mencionar en esta ocasión que después de más de 130 años de estar perdido, el verdadero *H. leopoldii* ha sido reencontrado, un relato sobre su re-descubrimiento y su fascinante historia está en preparación y lo publicaremos próximamente. Como anticipo presentamos la primera fotografía que se conoce de esta especie.

Valor nacional de conservación (V.N.C. según Ibisch 1998): $32+8+0+4+4+E = 48$. No amenazada pero merece especial atención nacional.

Paratipos: LA PAZ: Prov.: Franz Tamayo: carretera de Camata a Apolo, entre Yuyo y Kallabatea, 1050 m, 15°01'S, 68°26'W, 19 ago 2008, R. Vásquez, R. Lara, A. Fuentes & H. Huaylla 5380 (BOLV); ibidem: Apolo, entre Pucasuchu y Curiza, 1460 m, 14°48'S, 68°17'W, 22 ago 2008, R. Vásquez, R. Lara, A. Fuentes & H. Huaylla 5393 (LPB, MO).

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a los botánicos Alfredo F. Fuentes e Hibert Huaylla quienes participaron en el descubrimiento de *H. menesesii* y el re-descubrimiento de *H. leopoldii*. De igual manera al Dr. Pierre Ibisch por la traducción al latín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárdenas, M. 1965. Four new *Amaryllis* species. Comments on *Amaryllis pseudopardina*. Plant Life 21: 53-62.
- Cárdenas, M. 1972. New Bolivian *Amaryllis* species. Plant Life 28: 48-53.
- McNeill, J., F.R. Barrie, H.M. Burdet, V. Demoulin, D.L. Hawksworth, K. Marhold, D.H. Nicolson, J. Prado, P.C. Silva, J.E. Skog, J.H. Wiersema y N.J. Turland (Eds.). 2006. International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code) adopted by the Seventeenth International Botanical Congress Vienna, Austria, July 2005. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein..
- Ibisch, P.L. 1998. Estado de conservación de las especies bolivianas del género *Puya* (Bromeliaceae) aplicando un nuevo método de evaluación: Valor Nacional de Conservación. Revista de Sociedad Boliviana de Botánica 2: 89-99.
- Meerow, A.W., J. Van Scheepen y J.H.A. Dutilh. 1997. Transfers from *Amaryllis* to *Hippeastrum* (Amaryllidaceae). Taxon 46: 15-19.
- Sin autor conocido. 1870. Cromolitografía publicada en Garten Zeitung t. 11.
- Traub, H.P. 1974. *Amaryllis leopoldii*. T. Moore, emend. Plant Life 30: 81-83.

A New Combination in Carex (Cyperaceae) and the First Report of Five Other Cariceae from Bolivia

Una Nueva Combinación en *Carex* (Cyperaceae)
y el Primer Reporte de Otras Cinco Especies de Cariceae de Bolivia

Gerald A. Wheeler¹ & Stephan G. Beck²

¹University of Minnesota Herbarium, Bell Museum of Natural History, St. Paul, Minnesota 55108-1095, United States of America. E-mail: wheel039@tc.umn.edu

²Herbario Nacional de Bolivia, La Paz, Bolivia. E-mail: lpbstephanbeck@yahoo.com

Resumen. Una nueva combinación de *Carex* en Sudamérica, *C. obtusisquama* es realizado en este estudio, además que un lectotipo fue seleccionado. Adicionalmente, por primera vez se reportan cinco especies nuevas para Bolivia: *Carex crassiflora*, *C. pygmaea*, *C. sellowiana*, *C. vallis-pulchrae* y *Uncinia macloviana*.

Palabras clave: *Carex crassiflora*, *C. obtusisquama*, *C. pygmaea*, *C. sellowiana*, *C. vallis-pulchrae*, *Uncinia macloviana*.

Abstract. A new combination in South American *Carex*, *C. obtusisquama*, is made here and a lectotype is selected. In addition, *Carex crassiflora*, *C. pygmaea*, *C. sellowiana*, *C. vallis-pulchrae* and *Uncinia macloviana* are reported for the first time from Bolivia.

Keywords: Bolivia, *Carex crassiflora*, *C. obtusisquama*, *C. pygmaea*, *C. sellowiana*, *C. vallis-pulchrae* and *Uncinia macloviana*.

INTRODUCTION

It is estimated that over 200 species of *Carex* L. (Cyperaceae) occur in South America (Wheeler 1996), only 10 species of which were reported from Bolivia by Foster (1965). We currently estimate that some 40 to 50 species of this genus occur in Bolivia. In regard to Bolivian *Uncinia*, four species are presently known, two of which were reported in Foster's (1965) treatment.

Carex pichinchensis Kunth, whose type collection comes from Ecuador, is a widespread species in the humid, upper montane forests of the northern and central Andes, and which also frequently occurs in the Yungas of Bolivia. This species has pistillate scales that are lanceolate with acute to acuminate apices (Kükenthal 1909). In 1938, Gross described a *pichinchensis*-like plant from Bolivia, with obtuse pistillate scales, as a new variety and called it *C. pichinchensis* var.

obtusisquama R. Gross. In this paper, *C. pichinchensis* var. *obtusisquama* is raised to species rank and a lectotype is selected for the name. This species, as well as the closely-related *C. pichinchensis* and *C. crassiflora* Kük., the latter which is reported as new from Bolivia further below, have previously been assigned to *Carex* sect. *Fecundae* Kük. (Kükenthal 1909); however, this section has not been thoroughly studied for many years and is greatly in need of revision.

In this paper four other members of the tribe *Cariceae*, *Carex sellowiana* Schldl., *C. vallis-pulchrae* Phil., *C. pygmaea* Boeck., and *Uncinia macloviana* Gaudich., are newly reported from Bolivia. It is noteworthy that the last two species are known only, thus far, from Páramo Yungueño, a Bolivian vegetation type little explored until recently. Similarly, *Carex enneastachya* C. B. Clarke, also recently reported from Bolivia (Wheeler 1998), appears to be restricted to the Páramo Yungueño region.

New Combination: Description and Comments

Carex obtusisquama (R. Gross) G. A. Wheeler & S. G. Beck, comb. et stat. nov. *Carex pichinchensis* Kunth var.

obtusisquama R. Gross, Notizbl. 14: 193. 1938. Type: BOLIVIA. **Dpto. Cochabamba.** Prov. Ayopaya: Sailapata, 3000 m, en suelo húmedo en el bosque, XI-1935, M. Cárdenas 3204 (HT: B, destr.); LT: [here designated] LIL). Fig 1.



Figure 1A

Figure 1B.

Figura 1. *Carex obtusisquama* (from Cárdenas 3204). **A.** habit. **B.** pistillate scale. Bars = 10 cm in Figure 1A; 1 mm in Figure 1B.

Because only very brief descriptions of this species exist in the literature (Gross 1938, Foster 1965), a more detailed description is given immediately below.

Plants loosely caespitose. Culms ca. 45–85 cm tall, stout, trigonous, smooth, with glabrous, brown and usually reddish-streaked, bladeless basal sheaths. Leaves ca. 5–9, mostly basal; blades ca. 10–70 cm long, 3.5–10 mm wide, flattish to M-shaped, glabrous, the margins smooth near the base, scabridulous distally; leaf sheaths glabrous; inner band of sheaths glabrous, pale brown and reddish-brown-dotted; ligules ca. 4–7 mm long, acute. Spikes numerous, androgynous, oblong, 1–5 cm long, 2–6 mm wide, ca. 10–100-flowered or more, in a compound inflorescence ca. 16–26 cm long, the lower branches double at nodes, more or less drooping on slender, smooth peduncles up to ca. 20 cm

long, with lowest branches ca. 6.5–17 cm distant from ones above; lower bracts leaf-like, the upper reduced, the lowest ones up to ca. 20 cm long and 1.5–3 mm wide. Staminate scales 3–4 mm long, 0.8–2 mm wide, elliptical or obovate, obtuse to subacute, reddish brown, the center whitish and reddish-brown-dotted, the midrib occasionally reaching the tip, 1(–3)-veined. Pistillate scales 4–6 mm long, 1.2–2.5 mm wide, obovate, obtuse to subacute, reddish brown, the margins often very narrowly hyaline distally, the center whitish and reddish-brown-dotted, the midrib seldom reaching the tip, 1(–3)-veined. Perigynia (immature) 2.8–3.8 mm long and 1.2–1.5 mm wide, elliptical, stramineous to brownish and reddish-brown-dotted, glabrous, the margins smooth except sometimes scabridulous on the shoulders, gradually narrowed to a short-stipitate base, abruptly contracted into a beak; beaks 0.4–0.7 mm long, the margins smooth or

scabridulous, reddish-brown-dotted to reddish brown except hyaline at the weakly bidentulate tip. Achenes unknown. Stigmas 2, 1.8–2.6 mm long, reddish brown. Anthers 3, 1.6–2.4 mm long, stramineous and reddish-brown-dotted, with a dark reddish-brown apiculate tip ca. 0.1 mm long.

Additional specimen examined:

BOLIVIA. Depto. Cochabamba. Prov. Mizque: localidad de Sacha Loma, interior de bosques de *Polylepis besseri* subsp. *besseri*, 11-XI-2001, M. Ramírez 200 (BOLV, LPB).



Figure 2A

Figure 2B.

Figure 2C.

Figura 2. *Carex pichinchensis* (from Beck 30025). A. inflorescence. B. pistillate scale. C. perigynia, dorsal view. Bars = 1 cm in Figure 2A; 1 mm in figs. 2B, 2C.

Carex obtusisquama (Figure 1) is known, thus far, from only two sites in Bolivia, both from the Department of Cochabamba. The epithet refers to the generally obtuse staminate and pistillate scales of this species (Figure 1B). The related and more pervasive *C. pichinchensis* (Figure 2), with acute to acuminate scales (Figure 2B), ranges from Bolivia (Foster 1965) northward to Colombia (Kükenthal 1909).

This species has been collected from forested areas in the upper Andean valleys and on the eastern slope, in the Yungas, with one site reported to be dominated by *Polylepis besseri* Hieron. subsp. *besseri* (Rosaceae). Little is known about the ecology of *C. obtusisquama*, though it has been collected from “wet soil” at about 3000 m. Perigynia (though immature) are apparent in November. It differs from the closely-related *C. pichinchensis* by having reddish-brown pistillate scales that are obovate with obtuse to subacute apices. Contrarily,

C. pichinchensis has blackish-brown pistillate scales that are lanceolate with acute to acuminate apices (compare Figure 1B and Figure 2B; also see key following the discussion of *C. crassiflora* below).

First Report of *Carex crassiflora* from Bolivia

Carex crassiflora Kük., Das Pflanzenreich IV, 20: 403. 1909.

Although this species has previously been reported from Jujuy, Salta, and Tucumán provinces in Argentina (e.g., Kükenthal 1909, Barros 1947, Guaglianone 1996), this paper represents the first report of *C. crassiflora* from Bolivia. This species is known only from two provinces in the Department of Tarija, where it has been collected in grasslands and marginal thickets of dry woodlands, at about 4000 m. This little known, and often misidentified, species resembles *C.*



Figure 3A

Figure 3B.

Figura 3. *Carex crassiflora*. (from Beck 27383 & Paniagua) A. inflorescence. B. perigynia, dorsal view. Bars = 1 cm in Figure 3A; 1 mm in Figure 3B.

pichinchensis (Figure 2) but differs by having, among other features, appreciably wider and differently-shaped perigynia (compare Figure 2C and Figure 3B; also see key below).

Specimens of *Carex crassiflora* examined from Bolivia.

BOLIVIA. **Depto. Tarija.** Prov. Arce: E slope of the cordillera ca. 10 km W Camacho, headwaters of río Khenwal, ca. 4000 m, 21° 52'S, 64° 59'W, alpine grassland, 28-II-2002, J. Müller 9235 (JE, LPB). Prov. José María Aviléz: bajando del Abra Turcamarca hacia Antigal, 21° 48'S, 65° 00'W, 4000 m, matorrales y bosques secos de valles interandinos, ladera con cesped y pajonal, 22-IV-2000, S.G. Beck 27383 (LPB, MIN).

A selected morphological key to the related species *Carex crassiflora*, *C. obtusisquama*, and *C. pichinchensis*.

- 1. Pistillate scales reddish brown, obovate, the apices obtuse to subacute -----
----- *C. obtusisquama*
- 1. Pistillate scales blackish brown, lanceolate, the apices acute to acuminate ----- 2

- 2. Perigynia broadly obovate to suborbicular, 2–3 mm wide; achenes suborbicular, 1.3–1.5 mm wide -----
----- *C. crassiflora*

- 2. Perigynia ovate to elliptical, 1–1.6 mm wide; achenes obovate. 0.8–1.1 mm wide -----
----- *C. pichinchensis*

Reports of Four Additional Cariceae New from Bolivia

Carex pygmaea Boeck., Linnaea 40: 379. 1876.
The only known Bolivian collection of this species comes from the Páramo Yungueño region in the Department of La Paz. The plant was growing in moist soil at about 3550 m, with immature perigynia collected in November. This species has also been reported from Colombia (Kükenthal 1909) and Ecuador (Jørgensen & Ulloa Ulloa 1994).

Specimen of *Carex pygmaea* from Bolivia.
Depto. La Paz. Prov. Nor Yungas: bajando de la cumbre 23 km y entrando a pie el antiguo camino del Inca, 16° 16'S, 67° 50'W, 3550 m, ceja de monte, lugar abierto, fuertemente

pastoreado, con turberas, en suelo muy humoso, 25-XI-1995, S.G. Beck 21874 (LPB, MIN).

Carex sellowiana Schltl., Linnaea 10: 117. 1835.

In Bolivia, this species is known only from Arce Province in the Department of Tarija. The single known collection comes from moist, Tucuman-Bolivian forest, with the plant growing at about 1100 m. *Carex sellowiana* is well known from southern Brazil, Paraguay, Uruguay (Kükenthal 1909), and northeastern Argentina (Guaglianone 1996), where it grows in humid, well-shaded forests.

Specimen of *Carex sellowiana* from Bolivia.

Depto. Tarija. Prov. Arce: valley of the Río Chillaguatas, below Rancho Nogalar on trail between Sidras and Tariquia, 22° 05'S, 64° 25'W, 1100 m, moist sub-tropical forest, forest understory, 14–16-X-1983, J.C. Solomon 11308 (LPB, MO).

Carex vallis-pulchrae Phil., Anales Univ. Chile 93: 487. 1896.

Known in Bolivia from a single collection made in the altiplano, at 4400 m. This small, easily-overlooked plant was collected in Bolivian bofedales through the intensive studies of Barbara Ruthsatz (Trier University, Germany). The Bolivian plant is assigned to var. *barrosiana* G. A. Wheeler, which is best known from boggy and swampy sites in southern Argentina and southern Chile (Wheeler 1989, 2009).

Specimen of *Carex vallis-pulchrae* var. *barrosiana* from Bolivia.

Depto. Oruro. Prov. Sabaya: Chachacomani, Moor 34, 4400 m, 28-I-1999, B. Ruthsatz & S. Budde 10220 (LPB, MIN, TRIER).

Uncinia macloviana Gaudich. Ann. Sci. Nat. (Paris) 5: 99. 1825.

The only known collection of this species in Bolivia comes from near Laguna Naranjani in the Department of La Paz. It was collected at a waterfall, in “mud over stones,” in the Páramo Yungueño region, at 3680 m. This species, whose type collection comes from the Islas Malvinas (Falkland Islands), is best known from southern Argentina and southern Chile (Wheeler 1994).

Specimen of *Uncinia macloviana* from Bolivia.

Depto. La Paz. Prov. Inquisivi: Along trail between Pongo

Chico and Laguna Naranjani to Laguna Naranjani, ca. 3 km W of Quime, 16° 59'S, 67° 15'W, 3680 m, treeline and humid grasslands, mud over stones in waterfall, 26-I-1989, M. Lewis 35163B (LPB, MO).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors want to thank P. Jørgensen (Missouri Botanical Garden, U.S.A.) for duplicate specimens of *Carex* and *Uncinia* from Bolivia and for other valuable advice; B. Ruthsatz (Trier University, Germany) for duplicate specimens of *Carex* from Bolivia; E. R. Guaglianone (Instituto de Botánica Darwinion, Argentina) for assistance in obtaining loans; J. A. Janssens (Lambda-Max Ecological Research) for the photographs. Also, we thank the directors and curators of the following herbaria for the loan of specimens: LIL, LP, LPB, MIN, MO, and SI.

LITERATURE CITED

- Barros, M. 1947. Cyperaceae. Scirpoideae, Rhynchosporoideae, Caricoideae. In: H. R. Descole (Ed.). *Genera et Species Plantarum Argentinae*, 4(2): 259–539. Buenos Aires: Guillermo Kraft.
- Foster, R. C. 1965. Studies in the flora of Bolivia, III. Cyperaceae, part 1. *Rhodora* 67: 97–138.
- Gross, R. 1938. Neue Cyperaceen. *Notizbl.* 14: 189–194.
- Guaglianone, E. R. 1996. *Carex*. In: F. O. Zuloaga & O. Morrone (Eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina I. *Monog. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 60: 133–146.
- Jørgensen, P. M. & Ulloa Ulloa, C. 1994. Seed plants of the High Andes of Ecuador: a checklist. *AAU Reports* 34: 1–443.
- Kükenthal, G. 1909. Cyperaceae: Caricoideae, in A. Engler (Ed.). *Das Pflanzenreich*, Teil IV, Abteilung 20, Heft 38, pp. 1–824. Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- Wheeler, G. A. 1989. The taxonomy of *Carex* sect. *Aciculares* (Cyperaceae) in South America. *Syst. Bot.* 14: 168–188.
- Wheeler, G. A. 1994. The *Uncinia* (Cyperaceae) of Tierra del Fuego, the Falkland Islands, and South Georgia. *Anales Inst. Patagonia, Ci. Nat.* 22: 21–31; and appendix in 23: 31–34 (1995).
- Wheeler, G. A. 1996. Three new species of *Carex*

(Cyperaceae) from Argentina and a range extension for *C. ecuadorica*. *Hickenia* 2(41) :189-200.

Wheeler, G. A. 1998. Notes on *Carex azuayae* and *C. enneastachya* (Cyperaceae) from South America. *Rhodora* 100: 293–297.

Wheeler, G. A. 2009. *Carex*. In R. Kiesling (Ed.). *Flora de San Juan, Argentina* 4: 323–338. Editorial Universidad, Nac. de San Juan.

Evaluación de los Musgos Endémicos de Bolivia

An Evaluation of the Endemic Mosses of Bolivia

Claudia Aldana^{1, 3}, Eliana Calzadilla^{2, 3} y Steven P. Churchill^{2, 3}

¹ Herbario Nacional de Bolivia, Campus Universitario Calle 27 s/n Cota Cota, Casilla 10077, Correo Central. Tel. (5912) 2792416, 2792582, Fax. 2770962. La Paz, Bolivia. e-mail: aldana_clau@yahoo.com. Autora para correspondencia.

² Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Av. Irala 565, Casilla No. 2489, Santa Cruz, Bolivia.

³ Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, 63166-0299 USA

Resumen. El número de musgos endémicos registrados en Bolivia alcanza un total de 55 especies, distribuidas en 34 géneros y 18 familias. Todos los musgos endémicos están asociados con la región Andina y la mayoría se desarrollan sobre los 2000 m. Las ecoregiones más ricas en endemismos son Yungas (23 especies) y la Puna (22 especies). Los musgos terrestres (sobre suelo y rocas) están representados por 32 especies y los musgos epífitos (y sobre troncos en descomposición) están representados por 23 especies. Se han considerado 22 especies para evaluar su estado de conservación: 17 especies están Críticamente Amenazadas (CR), 2 especies están En Peligro (EN) y 3 especies son Vulnerables (VU). Las 33 especies restantes no tienen datos suficientes para ser evaluadas.

Palabras clave: musgos, endémicos, especies amenazadas, Bolivia

Abstract. The number of endemic mosses recorded for Bolivia total 55 species distributed among 34 genera and 18 families. All endemic mosses are associated with the Andean region, the majority of endemics occur above 2000 m. The richest ecoregions are the Yungas (23 species) and Puna (22 species). Terrestrial mosses (soil and rocks) are represented by 32 species and epiphytes (and logs) represented by 23 species. Considered for conservation status are 22 species: 17 species as Critically Endangered (CR), 2 species Endangered (EN), and 3 species Vulnerable (VU). There is insufficient data to rank the remaining 33 species with regard to their conservation status.

Keywords: mosses, endemics, endangered species, Bolivia

INTRODUCCIÓN

Los Andes tropicales representan una de las regiones más ricas del mundo en cuanto a musgos, con una estimación de 1376 especies (Churchill 2009). Esta región también contiene uno de los mayores niveles de endemismo, aproximadamente el 31% (428 especies). Bolivia está en segundo lugar en cuanto a riqueza de especies, con 920 musgos, después de Colombia que tiene aproximadamente 938 especies y en tercer lugar está Ecuador (807), seguido de Perú (775) y Venezuela (734). El país con mayor diversidad de géneros y especies endémicas de los Andes tropicales es Bolivia, con

55 especies, seguido de Colombia 49, Ecuador 42, Perú 31 y Venezuela 13 (Churchill 2009).

El número de especies de briofitas registradas en Bolivia representa aproximadamente el 10% de todas las especies conocidas en el mundo. En el *Catálogo de las Briofitas de Bolivia*, se brinda la primera evaluación moderna de la diversidad de briofitas del país (Churchill *et al.* 2009). Actualmente están documentadas 1402 especies de briofitas en Bolivia, las cuales están representadas por tres grupos: las hepáticas con 478 especies, los antoceros con 4 especies y los musgos con 920 especies. En los capítulos

introdutorios del catálogo se presenta un resumen con información de las briofitas respecto a la intensidad de colecciones, diversidad por ecoregiones, elevación y sustrato, sin embargo no se hace un análisis de las especies raras, endemismos o estado de conservación, mientras que en la lista sólo se mencionan las especies endémicas. Recientemente Calzadilla *et al.* (2010) presenta un sumario, con 79 briofitas endémicas para Bolivia, 16 hepáticas y 63 musgos. A pesar de esta información, existe una necesidad de brindar una estimación preliminar de las especies que puedan considerarse raras o amenazadas. Como un primer esfuerzo en este sentido se realizó una evaluación en base a la revisión de literatura (Churchill *et al.* 2009) y colectas de los herbarios de Bolivia (BOLV, HSB, LPB, USZ), obteniendo una valoración del estado de conservación de las especies y un listado específico de los musgos endémicos. Para mayor información, incluyendo características para identificar las especies, ver Churchill *et al.* (2010).

MÉTODOS

Los musgos aceptados como endémicos en Bolivia están basados principalmente en la reevaluación del catálogo de las briofitas del país (Churchill *et al.* 2009). Para elaborar la lista de las especies endémicas, se analizó minuciosamente el listado general de especies, basándose especialmente en aquellas que fueron tratadas en estudios de revisión taxonómica. Sin embargo, dichos estudios varían ampliamente desde revisiones detalladas sólo de los tipos, p. ej., Shaw (1985) sobre *Schizymerium*, a monografías de revisión completas como la publicación de Pursell (2007) sobre *Fissidens*. Otros estudios, como la revisión realizada por Malta (1926) de *Zygodon* ya quedaron desactualizados y se requiere una evaluación nueva de las especies. La literatura adicional, citada en los tratamientos individuales de familias y géneros del catálogo (Churchill *et al.* 2009), ha sido examinada, también se revisó la información de estas especies registradas en la base de datos Tropicos (<http://www.tropicos.org>).

Se utilizaron los criterios de la IUCN (2001) para asignar las categorías de conservación de las especies, así como las recomendaciones de Hallingbäck y Hodgetts (2000). El presente trabajo es un esfuerzo inicial para cumplir el plan de la Estrategia Mundial para la Conservación de las Plantas (Global Strategy for Plant Conservation <http://www.cbd.int/>

[gspc/intro.shtml](http://www.cbd.int/gspc/intro.shtml)), específicamente el inciso a(ii) de las Metas Globales para 2010 (<http://www.cbd.int/gspc/targets.shtml>): “Evaluación preliminar del estado de conservación de todas las especies de plantas conocidas, a nivel nacional, regional e internacional.”

RESULTADOS

Diversidad

Cincuenta y cinco musgos endémicos de Bolivia son aceptados actualmente, estas especies se agrupan en 34 géneros y 18 familias. Se han registrado 6 géneros monoespecíficos (géneros que contienen una sola especie) en Bolivia: *Flabellidium* (Brachytheciaceae), *Koponenia* (Amblystegiaceae), *Mandoniella* (Brachytheciaceae), *Polymerodon* (Dicranaceae), *Schroeterella* (Sematophyllaceae) y *Streptotrichum* (Pottiaceae). Las familias más diversas incluyen a Bryaceae (11 especies), Orthotrichaceae (8), Brachytheciaceae (5), Macromitriaceae (4), Pottiaceae (4) y Sphagnaceae (4). Los géneros más diversos son: *Zygodon* (6 especies), *Macromitrium* (4), *Sphagnum* (4), *Mielichhoferia* (3) y *Schizymerium* (3).

Colecciones

De los 55 musgos, más de la mitad (30) de las especies son conocidas solamente por colección original (incluyendo holotipos e isotipos). Otras 20 especies tienen de 2 a 5 colecciones, sólo 5 especies presentan ≥ 6 colecciones y finalmente *Macromitrium gigasporum* Herzog presenta un máximo de 20 colecciones.

Diversidad por departamentos

El mayor número de especies endémicas se registra en La Paz con 18 especies, seguido de Cochabamba con 15 especies, Santa Cruz con 3 especies y una especie registrada en Oruro y otra en Potosí. Estas cifras se correlacionan con el número total de musgos registrados en los diferentes departamentos y refleja, por otra parte, el muestreo (histórico y actual) más intenso realizado en los departamentos de La Paz y Cochabamba (Churchill *et al.* 2009).

Diversidad por ecoregiones

Geográficamente, todos los musgos endémicos de Bolivia están asociados a la región Andina (Figura 1). El mayor número de musgos endémicos se registra en la ecoregión

de Yungas con 23 especies, seguida de la Puna con 22 especies. Se registraron sólo dos especies en los Valles Secos Interandinos y una especie en el Tucumano-Boliviano. Cuatro especies se registraron tanto en el bosque montano de Yungas como en el Tucumano-Boliviano y una especie fue registrada tanto en Yungas como en la Puna.

Altitud

La distribución de las especies endémicas está relacionada con las ecoregiones Andinas. Para el análisis de la distribución altitudinal se utilizó rangos de elevación clasificados por intervalos de 500 metros, de 0 a 5000 o más metros sobre el nivel del mar (Calzadilla *et al.* 2010, Churchill y Linares 1995, Churchill *et al.* 2009, León-Yáñez *et al.* 2006). Un total de 17 especies crecen en más de un rango altitudinal. El número de especies presente en cada intervalo es: 0-500: 1 especie, 500-1000: 2, 1000-1500: 4, 1500-2000: 7, 2000-2500: 11, 2500-3000: 12, 3000-3500: 15, 3500-4000: 12, 4000-4500: 17, 4500-5000: 11, 5000+: 4. La mayoría de los musgos endémicos se encuentran por encima de los 2000 metros (48 especies) y a más de 3000 msnm encontramos 37 especies. Dos especies fueron encontradas debajo de los 1000 msnm. Sólo *Wilsoniella flaccida* (R.S. Williams) Broth. se encuentra en las tierras bajas de la Amazonía adyacente a los Andes y que se extiende hasta 900 msnm en la región sub-Andina.

Sustratos

El sustrato sobre el que crecen los musgos es un aspecto importante con relación a la ecología de estos organismos. La mayoría de los musgos endémicos se desarrollan sobre sustratos terrestres, p.ej., suelo y rocas. Doce especies fueron registradas sobre rocas y 9 especies sobre suelo; 10 especies crecen tanto sobre suelo como rocas. Entre los musgos endémicos asociados con bosques, 20 especies son epifitas y 3 especies están restringidas a los troncos en descomposición. Cinco especies pueden ser clasificadas como acuáticas o semi-acuáticas, frecuentemente crecen sobre rocas o taludes de suelo, asociadas con quebradas y pantanos.

Estado de conservación de algunas especies seleccionadas

Veintidós de las 55 especies de musgos endémicos fueron clasificadas de acuerdo a su estado de conservación (Tabla 1). Diecisiete especies están en la categoría de Críticamente Amenazadas (CR), 2 especies están En Peligro (EN) y 3

especies son consideradas Vulnerables (VU). Otras especies no fueron incluidas debido a que no se tiene suficiente información de su estado de conservación o presentan falencias en la investigación taxonómica (p.ej. *Macromitrium* o *Zygodon*).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Lograr comprender mejor a las briofitas, tanto hepáticas como musgos, depende mucho de los avances en taxonomía y del nivel de esfuerzos de inventario. En las regiones templadas del hemisferio norte tanto la taxonomía como el conocimiento florístico (incluyendo inventarios) están relativamente bien documentados, pero este no es el caso de los trópicos (Hallingbäck y Hodgetts 2000). Nuestro conocimiento actual de los musgos de Bolivia y de los Andes en general es incompleto, la taxonomía de más de la mitad de los grupos no está clara y los inventarios aún están en etapa de exploración (Churchill 2009).

Interesantemente, nuestros resultados muestran que el número de especies endémicas registradas en la Puna y Yungas es similar, sin embargo, la riqueza total de musgos de Yungas (640 especies) es más alta que la riqueza de especies registradas en la Puna (338). Una explicación puede ser que el ambiente extremo de la Puna sirvió como catalizador del proceso de especiación.

Para ampliar nuestro conocimiento en este tema es necesario contar con una herramienta para la identificación de las especies de musgos, a través de un tratamiento descriptivo e ilustrado de los musgos de Bolivia.

Es probable que algunas de las especies actualmente reconocidas como endémicas de Bolivia sean encontradas en países limítrofes con tipos de vegetación similares, especialmente en Perú. La distribución histórica de *Gertrudiella validinervis* es un claro ejemplo. Este género monoespecífico fue considerado previamente endémico de Bolivia y era conocido solamente por dos colecciones (sintipos) realizadas por Herzog en 1911 (Herzog 1916). En los últimos diez años por lo menos 51 colecciones han sido documentadas (ver Tropicos). La mayoría de estas colecciones provienen de Bolivia, pero su distribución se ha extendido a Perú, Argentina y Chile (Figura 1D).

Tabla 1. Clasificación preliminar del estado de conservación de 22 musgos de Bolivia.

Familia	Especie	Estado de Conservación
Amblystegiaceae	<i>Koponenia holoneuron</i> (Herzog) Ochyra	Críticamente Amenazada (CR)
Bartramiaceae	<i>Conostomum cleistocarpum</i> Herzog	Vulnerable (VU)
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium cavifolium</i> Herzog	En Peligro (EN)
Brachytheciaceae	<i>Flabellidium spinosum</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Brachytheciaceae	<i>Mandoniella spicatinervia</i> (R.S. Williams) Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Bryaceae	<i>Anomobryum steerei</i> A.J. Shaw	En Peligro (EN)
Cryphaeaceae	<i>Cryphaea hygrophila</i> Müll. Hal.	Vulnerable (VU)
Dicranaceae	<i>Polymerodon andinus</i> Herzog	Vulnerable (VU)
Fissidentaceae	<i>Fissidens incisus</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Grimmiaceae	<i>Indusiella stellata</i> M.J. Cano & J.A. Jiménez	Críticamente Amenazada (CR)
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum liliputanum</i> Broth.	Críticamente Amenazada (CR)
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum psychrophilum</i> Mont.	Críticamente Amenazada (CR)
Pilotrichaceae	<i>Hypnella ambrosia</i> M. Lewis & B.H. Allen	Críticamente Amenazada (CR)
Pilotrichaceae	<i>Trachyxiphium williamsii</i> (Herzog) Vaz-Imbassahy & D.P. Costa	Críticamente Amenazada (CR)
Pottiaceae	<i>Streptotrichum ramicola</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Pottiaceae	<i>Syntrichia boliviana</i> M.T. Gallego & M.J. Cano	Críticamente Amenazada (CR)
Pottiaceae	<i>Syntrichia buchtienii</i> (Herzog) M.J. Cano & M.T. Gallego	Críticamente Amenazada (CR)
Sematophyllaceae	<i>Schroeterella zygodonta</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum inretortum</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum lapazense</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum noryungasense</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum priceae</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)

Por otro lado, nuevas especies han sido descritas recientemente, como las 3 especies de *Sphagnum* colectadas por Price en 1999 y que posteriormente fueron descritas por Crum (2001). Para conocer su distribución, así como de las otras especies, es necesario realizar colecciones en regiones inexploradas e históricas que además brinden datos sobre el estado poblacional de estos musgos.

Mientras que aquí se ha hecho énfasis en los musgos de Bolivia, se requieren más esfuerzos futuros para evaluar las especies de briofitas del país. Dado el estado de degradación de la vegetación natural de Bolivia a lo largo del tiempo, se requiere de una evaluación, incluso preliminar del conocimiento actual de las especies.

LISTA DE MUSGOS ENDÉMICOS DE BOLIVIA

Formato. Todas las familias, géneros y especies de musgos endémicos son listados en orden alfabético. Las categorías específicas para cada especie incluyen ecoregión, altitud, hábitat, estado de conservación y justificación. Siguiendo la nomenclatura de Churchill *et al.* (2010).

Amblystegiaceae

Koponenia holoneuron (Herzog) Ochyra (Figura 2D)

Ecoregión: Puna húmeda (Figura 1A). **Altitud:** 4600 msnm.

Hábitat: Asociado con sitios acuáticos, crece sobre rocas.

Estado de conservación y justificación: Críticamente

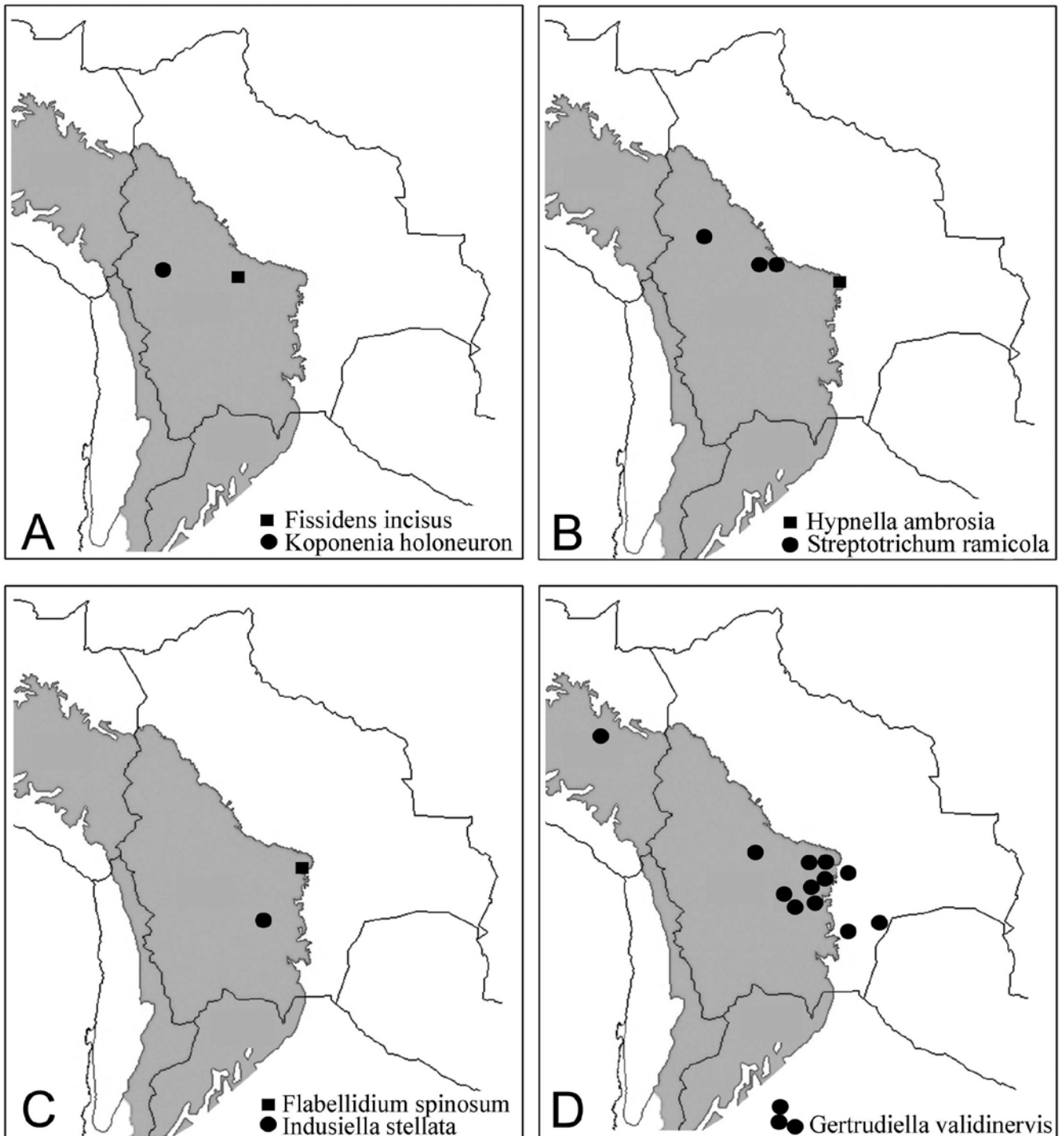


Figura 1. Mapa de distribución de algunos musgos de las principales ecoregiones. A. Especies de Puna (*Fissidens*, *Koponenia*). B. Especies de Yungas (*Hypnella*, *Streptotrichum*). C. Especies de Tucumano-Boliviano (*Flabellidium*) y valle interandino (*Indusiella*). D. Especie de Valles secos que antes se considerada como endémica de Bolivia (*Gertrudiella*).

Amenazada. Conocida sólo por la colección tipo, realizada por Herzog en 1911 en Choquecotachico, Quimzacruz (La Paz); ver Ochyra (1985).

Bartramiaceae

Bartramia pilicuspis Herzog

Ecoregión: Puna húmeda o posiblemente semi-húmeda.

Altitud: 4000 m. **Hábitat:** En sitios expuestos, sobre suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie es conocida solamente por la colección realizada por Herzog en 1911, en el departamento de Cochabamba (Fransén 1996).

Conostomum cleistocarpum Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4460-5080 m. **Hábitat:** En sitios expuestos, sobre suelo que cubre las rocas. **Estado de conservación y justificación:** Vulnerable. Esta especie es conocida por la colección tipo realizada por Herzog en Hochtal, Viloco (La Paz) en 1911 y 3 colecciones recientes, ver Tropicos (Frahm *et al.* 1996).

Brachytheciaceae

Brachythecium calliergonoides Broth.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas, Puna húmeda y semi-húmeda. **Altitud:** 1900-4350 m. **Hábitat:** Asociado con quebradas, estanques y pantanos, crece sobre suelo y rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo de la especie fue colectado por Herzog en Laguna Verde, cerca a Comarapa (Santa Cruz); se conocen 4 colecciones recientes. Aceptada en el estudio de revisión realizado por McFarland (1988).

Brachythecium cavifolium Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4600-4900 m. **Hábitat:** Asociado con sitios húmedos, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** En Peligro. La colección tipo fue colectada por Herzog en Choquecotachico, Quimzacruz (La Paz) Esta especie fue descrita por Herzog (1916), y aceptada en el estudio de revisión realizado por McFarland (1988). Sólo se conoce una colección adicional.

Flabellidium spinosum Herzog (Figura 3A)

Ecoregión: Bosque montano Tucumano-Boliviano (Figura

1C). **Altitud:** 1400 m. **Hábitat:** Crece en la base de los árboles. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Este género monoespecífico es conocido solamente por la colección tipo realizada por Herzog en enero de 1911 en Tres Cruces, cerca de Bermejo (Santa Cruz); esta zona presenta una vegetación muy intervenida y en proceso de mayor degradación. *Flabellidium* fue revisada recientemente por Enroth (1995), confirmando su estado taxonómico y su inclusión en la familia Brachytheciaceae. Esta especie fue catalogada como extinta (Hallingbäck & Hodgetts 2000), sin embargo, esta categorización parece prematura sin realizar mayores esfuerzos en localizarla en la zona de Tres Cruces o en la región norte del bosque montano Tucumano-Boliviano.

Mandoniella spicatinervia (R.S. Williams) Herzog

Ecoregión: Bosque montano semi seco de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 1700-3350 m. **Hábitat:** Crece sobre árboles. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Este género monoespecífico solamente es conocido en dos localidades, ambas en áreas muy intervenidas. El tipo fue colectado en 1902 por Williams (1909) en Pelechuco (La Paz) y por Herzog (1916) en Samaipata (Santa Cruz). Buck (1981) aceptó este taxón en una revisión de numerosos taxa con cápsulas erectas.

Platyhypnidium validum (Herzog) Ochyra

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4200-4350 m. **Hábitat:** Asociado con quebradas, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Hygrohypnum validum*, luego fue transferida a *Platyhypnidium* por Ochyra (1999); Hedenäs (2003) confirmó la ubicación genérica de este taxón.

Bryaceae

Acidodontium lonchotrachylon (Müll. Hal.) Broth.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 1470-2600 m. **Hábitat:** Sitios con semi sombra, crece sobre troncos y ramas de árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Este taxón fue descrito originalmente como *Bryum* por Müller (1897). *Bryum lonchotrachylon* Müll. Hal. y *B. brachypodium* Müll. Hal., son sinónimos, colectados por Germain en 1889

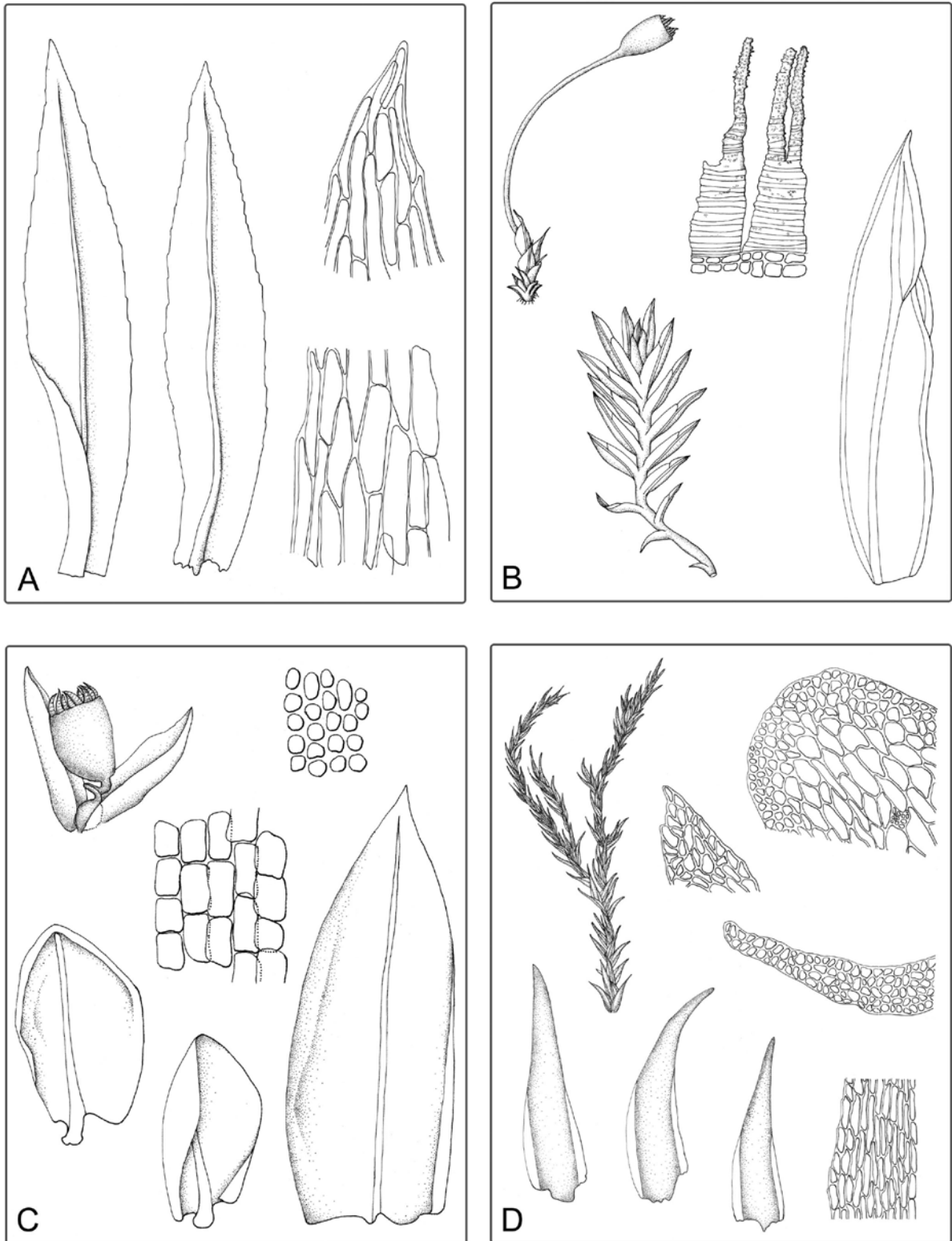


Figura 2. Ilustraciones de algunos musgos endémicos de la Puna. A. *Entosthodon subaloma* (Herzog) S.P. Churchill. B. *Fissidens incisus* Herzog. C. *Grimmia squamatulum* Herzog. D. *Koponenia holoneuron* (Herzog) Ochyra.

en Choquecamata (Cochabamba). Esta especie fue aceptada por Ochi (1980).

Anomobryum albo-imbricatum (Ochi) T.J. Kop. & D.H. Norris

Ecoregión: Bosque montano abierto de Yungas. **Altitud:** 2200 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Conocida solamente por el tipo colectado por Herzog en Incacorral (Cochabamba). Esta especie fue descrita originalmente como *Bryum albidum* Broth. (Brotherus en Herzog 1916) nom. illeg., y fue re denominada y validada por Ochi (1980) como *Bryum albo-imbricatum* Ochi.

Anomobryum steerei A.J. Shaw

Ecoregión: Puna seca. **Altitud:** 3880 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** En Peligro. La colección tipo fue realizada por Lewis (79-2014B, holotipo F) en 1979 en la región de Laguna Coipasa en laderas del Cerro Tata Sabaya (Oruro) y fue descrita por Shaw (1987).

Bryum challaense Broth.

Ecoregión: Puna. **Altitud:** 3600-5200 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, aparentemente asociado con sitios húmedos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog en Challa (La Paz); y se conocen 4 colecciones recientes. Esta especie fue descrita por Brotherus (en Herzog 1916), y fue aceptada por Ochi (1980).

Bryum crassinervum (Herzog) A.J. Shaw

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4400 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, probablemente en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie es conocida solamente por dos sintipos colectados por Herzog en Tunariseen (Cochabamba). Originalmente fue descrita como *Haplodontium crassinervum* por Herzog (1916), luego fue transferida a *Bryum* por Shaw (1987).

Mielichhoferia bryocarpa Broth.

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4200-4450 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Los dos sintipos de esta especie (Brotherus en Herzog 1916) fueron

colectados por Herzog en Llavetal (Cochabamba). Se conoce una colección reciente de La Paz.

Mielichhoferia cuspidata (Herzog) A.J. Shaw & H.A. Crum

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3500-4200 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Originalmente esta especie fue descrita por Herzog (1916) como *Haplodontium cuspidatum*; el tipo fue colectado por Herzog en Mocoayabach, Aracatal (La Paz).

Mielichhoferia splendida Broth.

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4350-5200 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Conocida solamente por la colección tipo (Brotherus 1913) realizada por Edith Knoche en Aguila, Cordillera Real (La Paz).

Schizymerium latifolium (Herzog) A.J. Shaw

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** aprox. 4000 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, probablemente en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Conocida solamente por el tipo colectado por Troll en Chacaltaya (La Paz). La descripción original fue realizada por Herzog (1934) como *Mielichhoferia latifolia*, luego fue aceptada y transferida a *Schizymerium* por Shaw (1985).

Schizymerium subglobosum (R.S. Williams) A.J. Shaw

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4500-5000 m. **Hábitat:** Crece en grietas de las rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo de *Mielichhoferia subglobosa* fue colectado por Williams en 1902 en Sorata (La Paz). También se incluye aquí a *Mielichhoferia rigidula* Schimp. en Müll. Hal., un nomom nudum (fide Shaw); aparentemente esta colección está basada en un espécimen de Mandon (1652) proveniente de La Paz. Esta especie fue aceptada y transferida de *Mielichhoferia* a *Schizymerium* por Shaw (1985).

Schizymerium submacrodonum (Broth.) A.J. Shaw

Ecoregión: Bosque montano de Yungas abierto y alto. **Altitud:** 3400 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, probablemente en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie sólo es

conocida por los dos sintipos colectados por Herzog en Tablas (Cochabamba). Originalmente, fue descrita como *Mielichhoferia* por Brotherus (Herzog 1916), luego fue aceptada y transferida a *Schizymenium* por Shaw (1985).

Cryphaeaceae

Cryphaea hygrophila Müll. Hal.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2600-3770 m. **Hábitat:** Crece sobre arbustos y troncos de árboles.

Estado de conservación y justificación: Vulnerable. El tipo fue colectado por Germain en 1889 en Choquecamata (Cochabamba). Esta especie está relativamente bien representada, con 14 colecciones de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz. Esta especie fue aceptada por Rao (2001).

Dicranaceae

Camptodontium fallax (Herzog) Broth.

Ecoregión: Puna húmeda y semi húmeda. **Altitud:** 4330-4400 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo y rocas en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie conocida por los sintipos colectados por Herzog en Tunarisee (Cochabamba), y Hochtal - Viloco (La Paz); 3 colecciones recientes han sido registradas. *Dicranoweisia fallax* fue descrita por Herzog (1916) y luego fue transferida por Brotherus a *Camptodontium*.

Polymerodon andinus Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3600-4620 m. **Hábitat:** Asociado a sitios húmedos, crece sobre suelo y rocas.

Estado de conservación y justificación: Vulnerable. Género monoespecífico; la colección tipo fue realizada por Herzog en 1908 en Valle de Llave (Cochabamba) y descrita por él en 1909; 3 colecciones recientes han sido registradas.

Ditrichaceae

Wilsoniella flaccida (R.S. Williams) Broth.

Ecoregión: Bosque montano abierto de Yungas y bosque Amazónico contiguo. **Altitud:** 190-900 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Williams en 1902 en Río Cocos (La Paz); recientemente se conoce otra colección de la misma región. Este taxón fue

descrito originalmente como un género nuevo, *Teretidens* en la familia Pottiaceae, por Williams (1903).

Fissidentaceae

Fissidens incisus Herzog (Figura 2B)

Ecoregión: Puna húmeda (Figura 1A). **Altitud:** 4200 m.

Hábitat: Crece sobre el suelo en depresiones. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada.

Esta especie es conocida solamente por la colección tipo realizada por Herzog en Llavetal (Cochabamba). Esta especie fue aceptada por Pursell (2007).

Funariaceae

Entosthodon subaloma (Herzog) S.P. Churchill (Figura 2A)

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4700 m. **Hábitat:**

Probablemente en quebradas, creciendo sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie es conocida solamente por la colección tipo realizada por Troll en el nevado Illampu (La Paz). La descripción fue realizada originalmente por Herzog (1934) como *Goniobryum*; posteriormente fue transferida a *Entosthodon* por Churchill y Fuentes (2005), sin embargo, la identidad de este taxón permanece dudosa.

Grimmiaceae

Grimmia bicolor Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3600-5180 m. **Hábitat:**

Crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado en 1908 por Herzog en Llavetal (Cochabamba) y fue descrito también por él en 1909. Esta especie fue aceptada en el estudio de revisión de Muñoz (1999). *Grimmia subquatricuris* Broth., colectada también por Herzog en Huallattanisee (La Paz) es un sinónimo.

Grimmia squamatula Herzog (Figura 2C)

Ecoregión: Puna semi húmeda y posiblemente en Puna húmeda. **Altitud:** 3786-4000 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo

y rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. La especie fue descrita por Herzog (1916) como *Grimmia squamatula*, el tipo fue colectado por el autor en Yanakakabastion (Cochabamba). Previamente fue reconocida como *Schistidium squamatulum* (Herzog) Ochyra & J. Muñoz.

Cuatro colecciones recientes fueron realizadas en Oruro y Potosí.

Indusiella stellata M.J. Cano & J.A. Jiménez

Ecoregión: Valles secos interandinos (Figura 1C). **Altitud:** 2680 m. **Hábitat:** Crece sobre rocas cubiertas por suelo. **Estado de conservación y Justificación:** Críticamente Amenazada. *Indusiella stellata* fue descrita recientemente por Cano y Jiménez (2009), basándose en sus propias colecciones de Potosí; en un valle interandino muy degradado. El descubrimiento de *Indusiella* fue también el primer registro para América del Sur (Cano & Jiménez 2009).

Hypnaceae

Isopterygium subglobosum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 1600 m. **Hábitat:** En sitios sombreados, crece sobre hojarasca. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie conocida solamente por la colección tipo realizada por Herzog en inmediaciones del Sillar en el camino a Santa Rosa del Chapare (Cochabamba). Esta especie fue aceptada por Ireland (1992).

Macromitriaceae

Macromitrium amboaicum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 1100-1300 m. **Hábitat:** Crece sobre troncos de los árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie fue descrita por Herzog en 1909, el tipo fue colectado por el autor en 1907 en el Cerro Amboró (Santa Cruz); también es conocida por una colección reciente.

Macromitrium gigasporum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2400-3700 m. **Hábitat:** Sitios sombreados a expuestos, sobre tronco y ramas de arbolitos y árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. La especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Macromitrium macrosporum*, un nomen nudum, en base a 4 sintipos. Están registradas por lo menos 25 colecciones de esta especie en los departamentos de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz.

Macromitrium rusbyanum E. Britton

Ecoregión: Bosque montano de Yungas alto. **Altitud:** 3650 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie descrita por Britton (1896), se la conoce solamente por el tipo colectado por Rusby en los alrededores de Unduavi (La Paz).

Macromitrium validum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2000-2500 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Este musgo fue colectado por Herzog en 1911 y descrito por él en 1916, entre San Mateo y Sunchal (Cochabamba/Santa Cruz); hay una colección reciente del departamento de La Paz.

Orthotrichaceae

Orthotrichum liliputanum Broth.

Ecoregión: Bosque de Yungas. **Altitud:** 2000 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Conocida solo por el tipo colectado por Herzog en 1911 (Brotherus en Herzog 1916) en la región del Chapare en el Sillar (Cochabamba), en una zona muy intervenida y en proceso de mayor degradación. Esta especie fue aceptada por Lewinsky (1984) en la revisión del género para Sud América.

Orthotrichum psychrophilum Mont.

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4400-5000 m. **Hábitat:** Crece sobre rocas. **Justificación para el estado de conservación:** Críticamente Amenazada. El tipo fue colectado por Orbigny en "Lagunas de Potosí," alrededor de 1830. *Orthotrichum parvum* Herzog, colectado por el autor en Tunarisee (Cochabamba) es un sinónimo (Lewinsky 1987). Recientemente se colectó esta especie en punas impactadas de La Paz. Esta especie fue aceptada por Lewinsky (1987) en la revisión del género para Sud América.

Zygodon brevipes Müll. Hal.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 3400 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Müller (1897) describió los dos tipos de esta especie; incluyendo el tipo de *Z. liliputanus* Müll. Hal., un sinónimo de *Z. brevipes*; ambas colecciones fueron realizadas por Germain en 1889 en las laderas de Choquecamata (Cochabamba). Malta (1926) cita colecciones adicionales de

Bolivia realizadas por Herzog (sub. no. 3227) en Río Saujana (La Paz).

Zygodon macrophyllus Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4400 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Herzog en 1908 colectó el tipo en Tunarisse (Cochabamba) y lo describió en 1916. Esta especie fue aceptada posteriormente en la revisión del género realizada por Malta (1926).

Zygodon perichaetialis Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2900 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Herzog en 1908 colectó el tipo en Tunarisse (Cochabamba) y lo describió en 1916. Esta especie fue aceptada posteriormente en la revisión del género realizada por Malta (1926).

Zygodon ramulosus Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2600 m. **Hábitat:** Crece sobre troncos de árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie conocida solamente por la colección tipo realizada por Herzog en Coranital (Cochabamba). Fue descrita por Herzog (1916) y luego aceptada en la revisión de Malta (1926).

Zygodon subrecurvifolius Broth. var. ***subrecurvifolius***

Ecoregión: Bosque montano de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 2265-3500 m. **Hábitat:** Crece principalmente en sitios sombreados, sobre árboles y troncos en descomposición. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Este musgo fue descrito por Brotherus (Herzog 1916), el tipo fue colectado por Herzog entre Cocapata y Choro (La Paz). *Zygodon rigens* Broth., también colectado por Herzog en Chocayatal (Cochabamba), es un sinónimo. Sólo se conoce una colección reciente.

Zygodon vestitus R.S. Williams

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2250 m. **Hábitat:** Crece en sitios sombreados, sobre árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. En 1901 Williams colectó el tipo en Sorata (La Paz) y lo describió en 1903. Posteriormente la especie fue aceptada en el tratamiento genérico de Malta (1926).

Pilotrichaceae

Cyclodictyon angustirete Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2000-2800 m. **Hábitat:** Sitios con sombra, crece en la base de los troncos de los árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog en el Río Paracti cerca a Tablas (Herzog 1916), región superior del Chapare (Cochabamba); dos colecciones de la misma región han sido registradas recientemente.

Hypnella ambrosia M. Lewis & B.H. Allen

Ecoregión: Bosque submontano de Yungas (Figura 1B). **Altitud:** 900 m. **Hábitat:** Aparentemente en sitios con sombra, crece sobre suelo y rocas cerca de quebradas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. *Hypnella ambrosia* es conocida por el tipo y dos paratipos (Lewis & Allen. 1992), colectados por Lewis en 1990 en el Cerro Amboró, área muy intervenida citada como la región volcánica.

Trachyxiophium williamsii (Herzog) Vaz-Imbassahy & D.P. Costa

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 1800 m. **Hábitat:** Crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Conocida por la colección tipo, en una zona muy intervenida del Chapare y en proceso de mayor degradación. Esta especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Hookeriopsis williamsii* y fue aceptada por Vaz-Imbassahy & Costa (2009). El epíteto específico hace honor a Robert S. Williams (1859-1945), el primer briólogo que colectó en Bolivia.

Pottiaceae

Gertrudiella validinervis var. ***serratopungens*** (Herzog) R.H. Zander

Ecoregión: Valles secos interandinos. **Altitud:** 2200-3200 m. **Hábitat:** Crece sobre el suelo y las rocas cubiertas por suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog a 3200 m de Teneria, Aracatal (La Paz). Esta variedad fue aceptada por Zander (1993) en su tratamiento de los géneros de Pottiaceae.

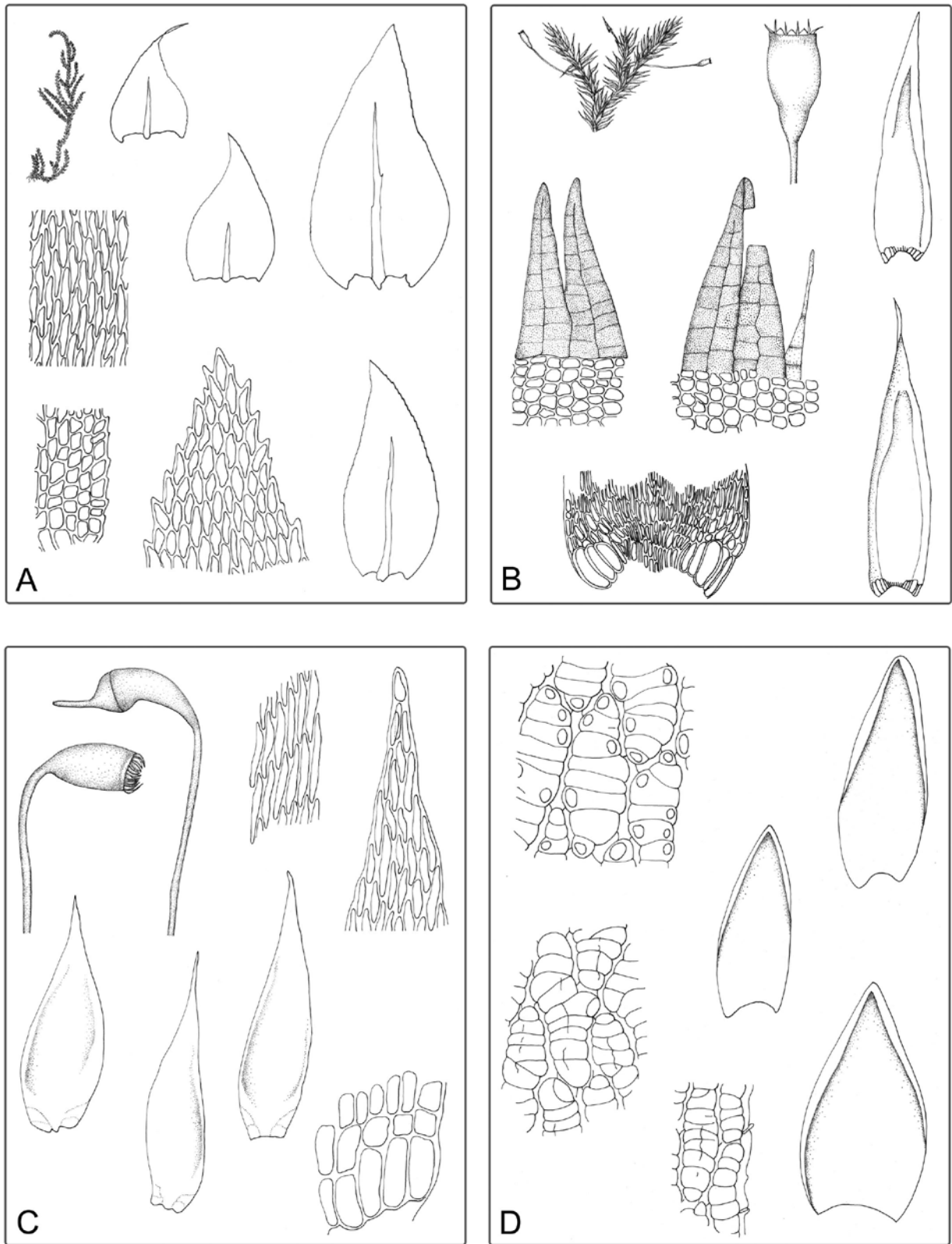


Figura 3. Ilustraciones de algunos musgos endémicos de bosque montano. A. *Flabellidium spinosum* Herzog. B. *Schroeterella zygodonta* Herzog. C. *Sematophyllum eurycystis* (Herzog) S.P. Churchill. D. *Sphagnum lapazense* H.A. Crum.

Streptotrichum ramicola Herzog

Ecoregión: Bosque montano superior de Yungas (Figura 1B).

Altitud: 3140-3400 m. **Hábitat:** Encontrado solamente sobre nudos de bambú (*Chusquea*). **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Conocida por la colección tipo y dos colecciones recientes (Cochabamba y La Paz), en bosques montañosos impactados. La colección tipo fue realizada por Herzog en Tablas (Cochabamba) durante su segundo viaje a Bolivia. Sólo se conoce una colección dentro un área protegida, el Parque Nacional Carrasco. Este género monoespecífico fue descrito por Herzog (1916) y aceptado por Zander (1993) en un tratamiento genérico de Pottiaceae.

Syntrichia boliviana M.T. Gallego & M.J. Cano

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3470 m. **Hábitat:** Epífita.

Estado de conservación y justificación: Críticamente Amenazada. Esta especie fue descrita recientemente (Gallego & Cano 2009) y sólo se la conoce por la colección tipo realizada por Lewis en las aguas termales de Urmiri (La Paz); zona muy intervenida.

Syntrichia buchtienii (Herzog) M.J. Cano & M.T. Gallego

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3900-4800 m. **Hábitat:** Aparentemente es un musgo epífita y crece sobre rocas.

Estado de conservación y justificación: Críticamente Amenazada. El tipo fue colectado por Otto Buchtien en 1908 en Cacaltaya (La Paz) en una zona muy intervenida. Descrita originalmente por Herzog (1910), esta especie fue aceptada por Gallego & Cano (2009).

Rhacocarpaceae***Rhacocarpus chlorotus*** Herzog

Ecoregión: Bosque montano abierto de Yungas. **Altitud:** 1800-3560 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog en 1911 en el Locotal, en la región del Chapare (Cochabamba), se conocen dos colecciones adicionales. Aceptada por Frahm (1996).

Sematophyllaceae***Schroeterella zygodonta*** Herzog (Figura 3B)

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2200 m. **Hábitat:** Probablemente en sitios con sombra, crece

sobre lianas, asociada con *Leskeodon andicola* (Spruce ex Mitt.) Broth. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Este género monoespecífico (Herzog 1916) es conocido solamente por la colección tipo realizada por Herzog en el valle del Río Tocorani (Cochabamba).

Sematophyllum eurycystis (Herzog) S.P. Churchill (Figura 3C)

Ecoregión: Bosque montano de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 1300-2650 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente sombreados, crece sobre roca, troncos de árboles y troncos en descomposición. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Rhaphidostegium eurycystis* en base a dos sintipos del departamento de Santa Cruz (Florida de San Mateo y Cordillera de Santa Cruz). Se han registrado cuatro colecciones recientes, incluyendo una de Chuquisaca.

Sphagnaceae***Sphagnum inretortum*** H.A. Crum

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 3100 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente sombreados, crece sobre humus. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Crum (1990) describió esta especie y la ubicó en la nueva sección de *Sphagnum*, *Inretorta*. Se la conoce solo por el tipo colectado por Feuerer en 1981 entre Unduavi y Coroico (La Paz) que es una región muy intervenida.

Sphagnum lapazense H.A. Crum (Figura 3D)

Ecoregión: Bosque montano secundario alto de Yungas. **Altitud:** 3100-3300 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente sombreados, crece sobre rocas húmedas con humus. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente amenazada. *Sphagnum lapazense* (sección *Sphagnum*) es conocida solamente por la colección tipo realizada por Price en 1999 en un bosque perturbado cerca a un campo minero (La Paz) y posteriormente fue descrita por Crum (2001). Es considerada una de las dos especies tropicales (la otra proviene del sureste de Asia) pertenecientes a los taxa basales y forma un grupo hermano de todas las otras especies reconocidas de *Sphagnum* en base a estudios de

secuencias de DNA (Shaw *et al.* 2003).

Sphagnum noryungasense H.A. Crum

Ecoregión: Bosque montano secundario de Yungas.

Altitud: 3100-3300 m **Hábitat:** Sitios parcialmente

sombreados, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente amenazada. *Sphagnum noryungasense* (sección *Subsecunda*) fue descrita por Crum en 2001. Esta especie es conocida solamente por la colección tipo realizada por Price en 1999 proveniente de un bosque perturbado cerca a un campo minero (La Paz).

Sphagnum priceae H.A. Crum

Ecoregión: Bosque montano secundario de Yungas.

Altitud: 3100-3300 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente

sombreados, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente amenazada. *Sphagnum priceae* (sección *Acutifolia*) fue descrita por Crum en 2001 y solamente es conocida por la colección tipo realizada por Price en 1999 en un bosque perturbado cerca a un campo minero (La Paz).

AGRADECIMIENTOS

A Mayte Gallego y Juan Jiménez que brindaron la información para la familia Pottiaceae. El proyecto en general, Musgos de Bolivia, ha sido financiado por fondos de National Science Foundation (DEB-9626747 y DEB-0542422) a través del Missouri Botanical Garden.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Britton, E.G. 1896. An enumeration of the plants collected by H. H. Rusby in Bolivia, 1885-1886. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 23: 471-499.

Brotherus, V.F. 1913. Musci frondosi. Páginas 174-179. *En: J. Perkins (Ed.). Beiträge zur Flora von Bolivia. Botanische Jahrbücher für systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 49: 170-233.

Buck, W.R. 1981. The taxonomy of *Eriodon* and notes on other South American genera of Brachytheciaceae with erect capsules. *Brittonia* 33: 556-563.

Calzadilla, E., C. Aldana & S. Churchill. 2010. Las Briofitas. *Bolivia Ecológica* 59: 1-28. Fundación Simón I. Patiño.

Cano, M.J. y J.A. Jiménez. 2009. *Indusiella* (Ptychomitriaceae) in South America. *The Bryologist* 112: 308-314.

Churchill, S.P. 2009. Moss diversity and endemism of the tropical Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96: 434-449.

Churchill, S.P. y A. Fuentes C. 2005. Additions, combinations, and synonyms for the Bolivian moss flora. *Tropical Bryology* 26: 119-132.

Churchill, S.P. y E. Linares C. 1995. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la Flora de Musgos de Colombia*. Biblioteca José Jerónimo Triana. 12: 1-924.

Churchill, S.P., C. Aldana M. y E. Calzadilla. Acceso Sep 2010. Bryophytes of Bolivia. <http://www.tropicos.org/Project/BMP>

Churchill, S.P. N. Sanjines A. y C. Aldana. 2009. *Catálogo de las Briofitas de Bolivia: Diversidad, Distribución y Ecología*. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Missouri Botanical Garden. La Rosa Editorial, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Crum, H. 1990. *Sphagnum inretortum*, a new species in a new section from Bolivia. *Bryologist* 93: 283-285.

Crum, H. 2001. Miscellaneous notes on the genus *Sphagnum*- 11. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 23: 107-114.

Enroth, J. 1995. Commentary on the moss genus *Flabellidium* (Brachytheciaceae). *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 40: 743-747.

Frahm, J.-P. 1996. Revision der gattung *Rhacocarpus* Lindb. (Musci). *Cryptogamie: Bryologie, Lichénologie* 17: 39-65.

Frahm, J.-P., H. Börner, N. Streiber, B. Wallau y S. Weitkus. 1996. Revision der Gattung *Conostomum* (Musci, Bartramiaceae). *Tropical Bryology* 12: 97-114.

Fransén, S. 1996[1995-1996]. A taxonomic revision of neotropical *Bartramia* Sección *Vaginella* C. Müll. *Lindbergia* 20: 147-179.

Gallego, M.T. y M.J. Cano 2009. *Syntrichia boliviana* (Pottiaceae, Bryophyta), a new species from the tropical Andes. *Systematic Botany* 34: 245-251.

Hallingbäck, T. y N. Hodgetts (Eds.). 2000. *Mosses, Liverworts and Hornworts: A Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes*. IUCN, Gland.

Hedenäs, L. 2003. Amblystegiaceae (Musci). *Flora Neotropica* Mongraph 89: 1-108.

- Herzog, T. 1909[1910]. Beiträge zur Laubmoosflora von Bolivia. Beihefte Botanischen Centralblatt 26: 45-102.
- Herzog, T. 1910. Weitere Beiträge zur Laubmoosflora von Bolivia. Beihefte Botanischen Centralblatt 27: 348-358.
- Herzog, T. 1916. Die Bryophyten meiner zweiten Reise durch Bolivia. Bibliotheca Botanica 87:1-347.
- Herzog, T. 1934. Die Bryophyten der Andenreisen von C. Troll (Bolivia, Colombia, Panama). Hedwigia 74: 79-114.
- Ireland, R.R. 1992. The moss genus *Isopterygium* (Hypnaceae) in Latin America. Tropical Bryology 6: 111-132.
- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, United Kingdom.
- Lewinsky, J. 1984. *Orthotrichum* Hedw. in South America 1. Introduction and taxonomic revision of taxa with immersed stomata. Lindbergia 10: 65-94.
- Lewinsky, J. 1987. *Orthotrichum* (Orthotrichaceae) in South America 2. Taxonomic revision of taxa with superficial stomata. Memories of the New York Botanical Garden 45: 326-370.
- Lewis, M. y B. Allen. 1992. *Hypnella ambrosia* (Bryopsida: Hookeriaceae), a new species from Bolivia. Novon 2: 355-357.
- León-Yáñez, S., S.R. Gradstein y C. Wegner. 2006. *Hepáticas (Marchantiophyta) y Antoceros (Anthocerotophyta) del Ecuador: Catálogo*. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Malta, N. 1926. The genus *Zygodon* Hook. et Tayl. Latvijas Univeritates Botaniska Darza Darbi 1: 1-185.
- McFarland, K.D. 1988. Revision of *Brachythecium* (Musci) for Mexico, Central America, South America, Antarctica, and Circum-Subantarctic Islands. Ph. D. Dissertation, University of Tennessee.
- Müller, C. 1897. Prodrömus bryologiae boliviana. Nuovo Giornale Botanico Italiano 4: 5-50, 113-168.
- Muñoz, J. 1999. A revision of *Grimmia* (Musci: Grimmiaceae) in the Americas. 1: Latin America. Annales Missouri Botanical Garden 86: 118-191.
- Ochi, H. 1980. A revision of the neotropical Bryoideae, Musci (First Part). Journal of the Faculty of Education, Tottori University, Natural Sciences 29: 49-154.
- Ochyra, R. 1985. *Koponenia* a new pleurocarpous moss genus from Bolivia. Journal of Bryology 13: 479-486.
- Ochyra, R. 1999. New combinations in neotropical mosses. Fragmenta Floristica et Geobotanica 44: 255-259.
- Pursell, R.A. 2007. Fissidentaceae. Flora Neotropica Monograph 101: 1-278.
- Rao, P. 2001. Taxonomic studies on *Cryphaea* (Cryphaeaceae, Bryopsida) 3. Revision of European, African, Australian and Oceanian, and American species. Bryobrothera 7: 37-111.
- Shaw, J. 1985. Nomenclatural changes in the Bryaceae, subfamily Mielichhoferioideae. The Bryologist 88: 28-30.
- Shaw, J. 1987. Systematic studies on the Bryaceae. Memoirs of the New York Botanical Garden 45: 682-690.
- Shaw, A.J., C.J. Cox y S.B. Boles. 2003. Polarity of peatmoss (*Sphagnum*) evolution: Who says bryophytes have no roots. American Journal of Botany 90: 1777-1787.
- Vaz-Imbassahy, T. y D.P. Costa. 2009. New combinations and new synonyms in Pilotrichaceae (Bryophyta) II. Nova Hedwigia 88: 465-474.
- Williams, R.S. 1903. Bolivian mosses, I. Bulletin of the New York Botanical Garden 3: 104-134.
- Williams, R.S. 1909. Bolivian mosses, II. Bulletin of the New York Botanical Garden 6: 227-261.
- Zander, R.H. 1993. Genera of the Pottiaceae: Mosses of harsh environments. Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences 32: vi + 1-378.

Sobre la presencia de *Weinmannia reticulata* Ruiz & Pav. (Cunoniaceae) en Bolivia

Weinmannia reticulata Ruiz & Pav. (Cunoniaceae) in Bolivia

Alfredo F. Fuentes

Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés y Missouri Botanical Garden, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia, alfrefuentes@gmail.com

Resumen. El estudio de colecciones recientes confirma la presencia de *Weinmannia reticulata* Ruiz & Pav. en Bolivia. Se describe la morfología y ecología de la especie basadas en especímenes bolivianos y se puntualizan las diferencias con especies similares presentes en el país.

Palabras clave: Bolivia, bosque montano de yungas, Cunoniaceae, *Weinmannia reticulata*.

Abstract. The study of recent collections confirms the presence of *Weinmannia reticulata* Ruiz & Pav. in Bolivia. Based on specimens of the country it is described the morphology and ecology of the species and indicated the differences with similar species in the country.

Key words: Bolivia, Cunoniaceae, *Weinmannia reticulata*, Yungas montane forest.

Weinmannia L. es un género de origen australantártico, representativo y diverso en los Andes del norte y centrales. Muchas de sus especies, que tienen distribuciones latitudinales amplias, tienen problemas taxonómicos, ya que es común encontrar poblaciones con morfología intermedia difíciles de asignar a una especie u otra, además fenómenos de hibridación e introgresión son aparentemente frecuentes (Harling 1999, obs. pers.). Esta situación al parecer común en taxa andinos es supuestamente debida a especiación reciente por el levantamiento de los Andes (Hughes y Eastwood 2006, Ackermann *et al.* 2008).

En Bolivia Gutiérrez (1993) cita 21 especies de *Weinmannia*, aunque varias de estas citas son dudosas. Posteriormente se reportaron novedades florísticas del género para el país con la descripción de dos especies nuevas (Fuentes y Rogers 2007) y dos nuevos registros (Fuentes *et al.* 2009). En la actualidad el número total es de 23 especies, considerando que algunas de las especies citadas para el país son sinónimos y otros registros basados en especímenes erróneamente identificados (Fuentes, datos no publicados). A estas se suman al menos tres más que representan especies nuevas.

Weinmannia reticulata Ruiz & Pav. ya fue citada por Gutiérrez (1993) en la Guía de Árboles de Bolivia, sin embargo

el espécimen de referencia (Buchtien 2414 HBG, LPB) corresponde a *W. pinnata* L., especie de distribución montana neotropical.

Colecciones recientes en la región Madidi así como revisión y estudio de material del Herbario Nacional de Bolivia confirman la presencia de esta especie en el país.

A continuación se describe semidetalladamente basada en especímenes bolivianos, reseñando las diferencias con especies similares.

Weinmannia reticulata Ruiz & Pav., Flora Peruv. 4: 149. 1830. Tipo. Peru, 1778-1788 (fl, fr), Ruiz s.n. (holótipo: B [destruido] [foto F]; isotipos: F, HAL, P).

Weinmannia microcarpa Cuatrec., Caldasia 2: 19. 1941. Tipo. Colombia: Dpto. Huila-Comisaría del Caquetá, Cordillera Oriental sobre el filo divisorio, 21-22 Mar 1940 (fr.), Cuatrecasas 8486 (Isotipos: F, US)

Descripción: Arbusto a árbol, altura reproductiva (1,2-)4-14 (-23) m y (1,5-) 15-30 (-38) cm de dap; entrenudos de ramas jóvenes ca. 1-2 cm; ramas densamente hirsutas a hirsutovillosas de jóvenes; estípulas caducas, orbiculares, 3-3,5 (5)



Figura 1. (A) *Weinmannia microphylla*, (B) y (D) *W. reticulata* y (C) *W. fagaroides*.



Figura 2. Foliolos laterales de *Weinmannia reticulata* (izquierda) y de *W. microphylla* (derecha).

mm, subcartáceas, hirsutas a villosas. Hojas (4-)6-10(-12) jugas. Pecíolo 3-4 mm, hirsuto, sin alas; raquis 1,7-4,5 cm, alado; alas 1,5-2(-2,5) mm de ancho, usualmente planas, a veces revolutas; folíolos subcartáceos a coriáceos, hirsutos en ambas caras, especialmente en el nervio principal, generalmente planos, en ocasiones cóncavos, el margen aserrado, raro crenado; folíolo terminal obovado; folíolos laterales oblongo-asimétricos, 4,5-7 × 2,5-4 mm. Inflorescencias (2-)3-5,5 cm, pseudoracimos, en pares hacia el ápice de las ramas; raquis hirsuto-viloso; brácteas florales ancho ovadas, hirsutas, subtendiendo fascículos de 4 a 6 flores. Flores 4-meras, botones rojizos; pedicelo 0,6-1 mm en la antesis, estrigoso-hirsuto; sépalos triangulares, ca. 0,5 × 0,4 mm, barbados hacia el ápice, el ápice agudo; pétalos elípticos, ca. 0,8 × 0,6 mm, el ápice obtuso o redondeado, el nervio central notorio; estambres ca. 2 mm, las anteras reniformes, ca. 0,3 mm; ovario bilocular, ovoide, ca. 0,5 mm (sin incluir los estilos), rojizo, glabro. Fruto cápsula septicida, 2-valvada, ovada a subesférica, 1,5-2 × 1,2-1,4 mm (longitud sin incluir los estilos), rojizas de inmaduras, maduras pardas, glabras; estilos persistentes ca. 0,7 mm; semillas ovadas, ca. 1 × 0,5 mm, pardo-rojizas, con tricomas largos de ca. 1 mm en ambos extremos.

Distribución y hábitat: *Weinmannia reticulata* se distribuye desde Colombia hasta Bolivia, entre 2.500-3.700 m (Harling 1999). En Bolivia se conoce hasta el momento en los bosques de los pisos montanos y ceja de monte inferior pluvial, del departamento de La Paz, entre 2.342-3.116 m, en la provincia biogeográfica de los Yungas Peruano-Bolivianos. Probablemente se encuentra también en áreas de bosques montanos del departamento de Cochabamba, más al sur. Crece principalmente en bosques de fillos de serranías y laderas frecuentemente expuestas a nieblas y vientos.

Fenología: Esta especie se ha encontrado con flores entre febrero a mayo y con frutos entre marzo y mayo.

Weinmannia reticulata se asemeja a *W. fagaroides* Kunth y a *W. microphylla* Ruiz & Pav., por presentar hojas pinnaticompuestas de menos de 5 cm de largo, folíolos pequeños, usualmente menores a 6 mm y frutos glabros (Figura 1). Se diferencia de ambas especies porque tiene los folíolos hirsutos en la mayor parte de su superficie y frutos pequeños de ca. 2 mm vs. folíolos glabros a hirsutos solo en

el nervio central y frutos de 3-4,5 mm. Difiere además de *W. fagaroides* por la forma de los folíolos (oblongos vs. ovados). El morfotipo predominante de esta especie en Bolivia tiene los folíolos planos y subcartáceos (Figura 2), sin embargo se puede encontrar otro morfotipo con folíolos cóncavos y coriáceos (Figura 2). El último es aparentemente un morfotipo que crece en fillos o laderas más expuestos al frío y nubes.

Especímenes examinados: BOLIVIA. Dpto. LA PAZ: **Prov. Franz Tamayo**, Parque Nacional Madidi, Parque Nacional Madidi, entre Queara y Mojos, 2.936 m, 26 Feb. 2008 (fl, fr), Fuentes & Quisbert 12042 (BOLV, CTES, F, GB, K, L, LPB, MA, MEXU, MO, NY, SI, USZ); Campamento Chuncani, 2.900 m, 28 Feb. 2008 (fl), Fuentes & Quisbert 12080 (BOLV, LPB, MA, MO). **Prov. Nor Yungas**, Cotapata, Estación Biológica de Tunquini, serranía Hornuni, 2.693 m, 16°11'S, 67°53'W, 28 Mar. 2003 (fr), Apaza et al. 940 (LPB); camino nuevo Cotapata-Santa Bárbara, 2.770 m, 25 Jul. 2001 (est), Antezana et al. 1601 (BOLV, LPB)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, M., M. Achatz y M. Weigend. 2008. Hybridization and crossability in *Caiophora* (Loasaceae subfam. Loasoideae): Are interfertile species and inbred populations results of a recent radiation?. *American Journal of Botany* 95: 1109-1121.
- Fuentes, A., T. Miranda, A. Araujo-Murakami, L. Cayola, M.J. Macía y P.M. Jørgensen. 2009. Novedades florísticas de la Región Madidi, La Paz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 4: 293-313.
- Fuentes, A. y Z. Rogers. 2007. Dos especies nuevas de *Weinmannia* (Cunoniaceae) de los bosques montanos en La Paz, Bolivia. *Novon* 17: 326-331.
- Gutiérrez, E. 1993. Cunoniaceae. En: T. Killeen, E. García y S.G. Beck (Eds.). *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden, La Paz. Pp. 245-250.
- Harling, G. 1999. Cunoniaceae. En: G. Harling y L. Andersson (Eds.). *Flora of Ecuador*, No. 61. Council of Nordic Publications in Botany, Copenhagen.
- Hughes, C. y R. Eastwood. 2006. Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 103: 10334-10339.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

REVISTA DE LA SOCIEDAD BOLIVIANA DE BOTANICA (RESBBO)

Esta guía está dirigida a las personas interesadas en publicar en la Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica (RESBBO). RESBBO es una revista científica especializada en botánica cuyo objetivo principal es publicar trabajos de investigación originales que cubran las diferentes áreas de las Ciencias Vegetales. Los artículos a publicarse pueden ser sobre estudios en taxonomía, ecología, morfología, anatomía, genética, fitogeografía, genética, florística, etnobotánica, botánica económica y áreas afines generadas dentro de Bolivia o que parte del estudio haya sido realizado dentro del país.

RESBBO publicará artículos derivados de una investigación, artículos de revisión, notas breves, descripciones de taxa, reseñas de materiales inéditos, revisiones de libros y comentarios pertinentes que incidan en el desarrollo del conocimiento botánico. Se publicarán trabajos en español, inglés o portugués.

INSTRUCCIONES GENERALES

- 1.- Enviar los archivos correspondientes en forma electrónica, al email: *resbbo@gmail.com*
- 2.-Incluir una carta en formato PDF, en la que se especifique claramente el autor para la correspondencia con su dirección postal, electrónica, teléfono y fax y solicitando la revisión de su manuscrito.
- 3.- Incluir un archivo con el texto del manuscrito siguiendo las instrucciones para los autores, en formato doc o rtf.
4. Todo el manuscrito, incluyendo cuadros y figuras, deberá estar escrito a doble espacio, con tipo de letra "Arial", de tamaño 12 puntos.
5. Los márgenes a los cuatro lados deben ser de 2.5 cm.
4. Los párrafos deben tener una alineación no justificada.
5. Las páginas deben estar numeradas progresivamente.
6. Al final del manuscrito se podrán incluir los cuadros, figuras y anexos. Una vez aprobada la publicación del manuscrito, las figuras se deberán enviar en archivos separados, identificando el número de la figura que corresponde. Las figuras deberán estar en formato TIFF , JPG o WMF con una resolución mínima de 300 dpi. Las fotos o mapas deben ser consideradas como figuras.
7. Los manuscritos deberán tener una extensión máxima de 20 páginas, incluyendo cuadros, figuras, literatura citada y anexos, a menos que el trabajo justifique una extensión mayor.

Nota importante: No se aceptarán manuscritos para su revisión y publicación que no cumplan con las instrucciones de RESBBO.

ESTRUCTURA DE LOS MANUSCRITOS

1. Primera página.

- a. Título.- debe ser breve, conciso, informativo, centrado y en negrita; y debe reflejar el contenido del artículo. Si contiene nombres científicos de especies, destacarlos con cursiva. Debe tener un título en inglés el cual debe ser una traducción del título en español.
- b. Nombre de los autores y adscripción.- El nombre del o los autor (es) deberá escribirse completo, nombre de pila, apellidos, y alineados al centro. A continuación se anotará el lugar de adscripción.

c. Información adicional.- En la página principal se debe incluir números telefónicos, de fax y correo electrónico para facilitar la comunicación entre los editores y el o los autores.

2. Segunda página

- a. Resumen.- El resumen debe tener no más de 300 palabras en el cual se debe mencionar el objetivo, los aspectos más importantes del trabajo, su trascendencia y justificación, método experimental (cuando corresponda) así como las conclusiones más importantes; éste se deberá escribir en español y en inglés (*abstract*). En caso de que el artículo estuviera escrito en inglés, se deberá incluir un resumen en español.
- b. Palabras clave (*key words*). Sirven para identificar los temas principales del trabajo. Cada manuscrito debe tener como máximo 5-8 palabras clave y deben ser escritas en minúscula separadas entre sí por comas.

3. Texto

Manuscritos de investigación o de revisión

El texto en manuscritos derivados de una investigación inédita o de revisión debe tener las siguientes partes: Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos y Referencias bibliográficas.

Nota breve

Las notas breves son hallazgos y aportes cortos que se deseen publicar de manera inmediata. No requieren de los elementos que conforman un artículo científico o ensayo, su formato está abierto al criterio del autor. La extensión máxima debe ser de 2000 palabras.

Artículos sobre taxonomía

Para describir un taxa el formato debe ser similar a la de un manuscrito con investigación inédita, lo cual significa que se debe incluir resumen, palabras clave, introducción, resultados, discusión y conclusiones. Dentro de resultados se debe incluir las descripciones, claves dicotómicas y otra información relacionada a la descripción de la o las especies.

Las descripciones de taxa debe seguir el orden convencional de los caracteres desde la base hasta el ápice de la planta. El orden debería ser raíces, rizomas u otros órganos subterráneos, tallos, hojas, inflorescencias, brácteas, flores, frutos, semillas, plántulas. Para la descripción de flores debe describirse partiendo con las características generales, y luego las características del cáliz, corola, androceo y gineceo.

Dentro de la descripción de taxa se deben incluir información de los especímenes examinados. Debe tener información del PAIS. DEPARTAMENTO: lugar específico de la colecta realizada, altitud sobre el nivel del mar, fecha de colecta (estado fenológico), nombre de los colectores y número de colecta (ACRÓNIMO DEL HERBARIO DONDE FUE REVISADO EN PARÉNTESIS). Los especímenes deben estar ordenados alfabéticamente por departamento. A continuación se presenta un ejemplo de la información requerida para los especímenes examinados:

BOLIVIA. COCHABAMBA: Estación Valle del Sacta, región del Chapare, 5 May 1989 (fl), *Moretti 1443* (BOLV, LPB, MO); LA PAZ: Alto Madidi, 370 m, 26 May 1990 (fr), *Gentry y Estensoro 70632* (LPB).

Las claves dicotómicas deben ser indentadas y solo deben colocarse el género (abreviado) y la especie, sin los autores de los taxa. Ver ejemplo:

- 1. Plantas terrestres
 - 2. Hojas orbiculares, mas de 10 cm de diámetro2. *S. orbicularis*
 - 2. Hojas sagitadas, menor que 8 cm de diámetro4. *S. sagittalis*
- 2. Plantas acuáticas
 - 3. Flores blancas 1. *S. albicans*
 - 3. Flores rojas 3. *S. purpurea*

Los nombres de los taxa deben ser escritos en itálica y negrita. Basónimos y sinónimos deben ser escritos en itálica.

A continuación se detallan las diferentes partes del texto:

Introducción.- Se indicará en forma breve el contexto del tema que se trate, la importancia del problema, oportunidad o necesidad y la justificación del trabajo. Se incluirán los antecedentes bibliográficos y de otro tipo así como los fundamentos de las hipótesis y objetivos planteados.

Métodos.- Materiales empleados, procedimientos utilizados, medida de variables, análisis estadísticos, información pertinente y base de datos de investigación (si procede). Esta sección deberá contener la información necesaria y suficiente para la corroboración de los diseños experimentales y de los métodos en general por parte de otros investigadores. Esta sección, en un manuscrito con investigación inédita, debe contener las siguientes partes: área de estudio, diseño de estudio, toma de datos, análisis de datos.

Resultados.- Anotar únicamente los hechos observados, derivados de la aplicación de los métodos, presentados de manera lógica y objetiva, con ayuda de cuadros y figuras, y sin repetir información entre cuadros y figuras. En estudios taxonómicos la descripción de características o elaboración de claves deben incorporarse en esta sección.

Discusión.- Presentación de la interpretación del autor acerca de los resultados obtenidos, discusión de su significado y valoración de las hipótesis en función del conocimiento teórico acumulado hasta el momento de la publicación. Esta sección deberá incluir la enumeración categórica de las aseveraciones resultantes de las hipótesis sometidas a prueba, y de los planteamientos generales surgidos de la integración de eventos particulares.

Conclusiones.- Son determinaciones hechas a través de los resultados obtenidos. Estas deben ser breves y dirigidas a responder el cumplimiento de los objetivos o preguntas de una investigación.

Agradecimientos.- Los créditos a personas o instituciones deberán ser lo más breve posibles, indicando patrocinio, número de registro (si existe), lugar de donde se obtuvo el financiamiento.

Referencias bibliográficas. Lista completa de las fuentes de información impresa que se hayan mencionado en el texto, en orden alfabético de acuerdo a los siguientes ejemplos:

CITAS BIBLIOGRÁFICAS EN EL TEXTO.

Todas las citas incluidas en el texto deberán aparecer al final en la sección de **Referencias bibliográficas**.

- a. Se escribirá completo el primer apellido del autor y el año separado por un espacio (Ejemplo: Arteaga 2004).
- b. Cite las referencias acorde a los siguientes ejemplos: Smith (1960); Smith (1960, 1973); Smith 1960 a, b); Smith y Gómez (1973); Smith *et al.* (1990).
- b. En caso de dos autores, se debe colocar el primer apellido de cada uno y el año (Boltz y Carter 2004).
- c. En caso de tres o más autores, se escribirá completo el primer apellido del autor seguido de *et al.* en itálicas y el año (Beck *et al.* 1993).

- d. En caso de citarse varios trabajos a la vez, se ordenarán cronológicamente. Ver ejemplo: (Acuña y Garwood 1987, Beck 1998).
- e. Cuando la cita se agrega al final de la oración, se colocan los apellidos y el año separados por una coma y entre paréntesis (Smith 1989, Rojas 1991).
- f. Si el autor tiene más de una publicación al año y están citadas en un solo manuscrito, éstas se complementarán con letras (a, b, c, d) para distinguirlas (Smith 1960 a, b).
- g. Las comunicaciones personales se citarán en el texto como si fueran una publicación, incluyendo la inicial del nombre del autor. Ejemplo: (A. Fuentes, com. pers.).
- j. Si se quiere que la cita sea parte del texto estas deben ser escritas de la siguiente manera: a) De acuerdo con Louman *et al.* (2002); b) Según Abelardo y Martínez (1998),; c) Herrera (2001) y Casanova *et al.* (2006) encontraron que En lo posible se deben citar las referencias originales. Consecuentemente, se debe evitar poner: Herrera (2001) citado por Añez (2005).

REDACCIÓN DE LAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Artículos en revistas científicas

En este caso se deben colocar en este orden: Autor(es). Año. Título del estudio. Nombre completo de la revista en la que fue publicada. Volumen de la revista: intervalo de páginas. Para trabajos que han sido escritos por más de dos autores, las referencias deben incluir a todos los autores. Ver ejemplos a continuación:

- Louman, B., J.J Campos, S. Schmidt, R. Zagt y P. Haripersaud. 2002. Los procesos nacionales de certificación forestal y su relación con la investigación forestal. *Revista Forestal Centroamericana* 37: 41-46.
- Whitmore, T.C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70: 536-538.

Libros

Se debe colocar en el siguiente orden: Autor (es). Año. Título del libro. Número de Edición (en caso que tuviera dos o más ediciones). Editorial o Institución(es) que publicaron el libro, Ciudad y País donde se publicó el libro. Ver siguientes ejemplos:

- Dauber, E., R.A. Guzmán, y J.R. Terán, 1999. Potencial de los bosques naturales de Bolivia para la producción forestal permanente. Superintendencia Forestal, Santa Cruz, Bolivia.
- Mayhew, J.E. y A.C. Newton, 1998. *The silviculture of mahogany*. CABI Pub., New York, USA.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf, 1981. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. 2da. Edición. W. H. Freeman and Company, New York, USA.

Libros editados

Se debe colocar en el siguiente orden: Autor(es). Año. Título del libro editado. Editorial o institución(es) que publican el libro. Ciudad y País. Ver ejemplos:

- Kappelle, M. y A.D. Brown (Eds.). 2001. *Bosques nublados del neotrópico*. INBIO, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Killeen, T.J., E.E.García y S.G. Beck (Eds.). 1993. *Guía de árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia.

Capítulos dentro de un libro editado

Autor(es) del estudio. Año. Título de estudio. En: Editor(es), Título del libro editado. Editorial o institución(es) que publicaron el libro, ciudad, país, páginas del capítulo. Ver ejemplos:

Clark, D.B. 2002. Los factores edáficos y la distribución de las plantas. En: M. R. Guariguata, G. H. Catan (Eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Editorial LUR, Cartago, Costa Rica, pp. 192-221.

Vargas, I.G. 1993. Euphorbiaceae. En: T. J. Killeen, E.E. García, S.G. Beck (Eds.). Guía de árboles de Bolivia. Editorial del Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia, pp. 288-315.

Tesis

Autor(es) del estudio. Año. Título de estudio. Tesis de Grado/Maestría/Doctorado, Universidad, Ciudad y País. Ver ejemplos:

Flores, Y. 2002. Crecimiento y productividad de plantaciones de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el bosque Alexander von Humboldt, Amazonía Peruana. Tesis de Maestría, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Severiche, W. 2002. Evaluación de la regeneración natural en caminos de extracción de la concesión forestal La Chonta, Guarayos. Tesis de Grado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.

Documentos técnicos

Autor(es). Año. Título del estudio. Número del documento técnico. Institución que publica el documento técnico. Ciudad y País. Ver ejemplo:

Park, A. 2003. Regeneración de especies comerciales y pioneras en una cronosecuencia de claros de aprovechamiento en La Chonta, Bolivia. Documento Técnico 124, Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.

Boletines

Es similar a una revista: Autor(es). Año. Título del estudio. Volumen o número de edición del boletín. Número de páginas donde se encuentra el estudio. Ver ejemplo:

Rumiz, D.I. 1999. La explotación de recursos no maderables en el norte de Bolivia y su impacto sobre la fauna silvestre. Boletín BOLFOR 17: 6-9.

De sitios web

En lo posible se debe evitar citar publicaciones del Internet a menos que sean de sitios conocidos tales como universidades, centros de investigación, organismos internacionales, gobiernos, etc. Si se descarga un artículo electrónico que fue publicado en un libro o revista, se debe citar como si se hubiera consultado físicamente el libro o la revista (por ejemplo la revista Actualidad Forestal Tropical, que puede descargarse de la página Web de la ITTO). En cambio, si es un texto de la página Web se debe citar de la siguiente manera:

IBIF. 2007. Red de parcelas permanentes (en línea). Santa Cruz, Bolivia. Consultado el 2 de enero 2007. Disponible en <http://www.ibifbolivia.org.bo>

TABLAS

Las Tablas se emplean para presentar los resultados de manera resumida y organizada, lo que permite reemplazar al texto y ahorrar espacio. Las tablas deben ser claras, simples y concisas. Deberán numerarse consecutivamente, su título deberá ser breve y conciso, de tres líneas como máximo y ubicado en la parte superior de cada Tabla. Las palabras de encabezados de columnas y filas deben ser escritos en mayúscula solo la primera letra de la primera palabra. Las tablas deben tener líneas horizontales en el borde solo en los encabezados y en su parte final. Todas las Tablas deben ser citadas en el texto según su orden de aparición.

FIGURAS

Al igual que las Tablas, las Figuras sirven para resumir métodos o resultados que puedan ser observados y entendidos rápidamente. Las Figuras no deben ser más grandes que el tamaño carta. El nombre o leyenda de cada Figura debe ser colocada en su parte inferior y deben ser numeradas correlativamente. Las letras dentro de las figuras deben tener tamaños superiores a 10 puntos. Todas las figuras deben ser citadas en el texto en la parte que corresponda.

Todas las fotografías, mapas o diagramas deben ser consideradas como Figuras. Para el caso de fotomicrografías y microfotografías deberá indicarse en la leyenda el aumento correspondiente de la toma. Todas las Figuras deben ser citadas en el texto dentro de un paréntesis; ver ejemplo: (Figura 1).

Las figuras deberán enviarse con los archivos correspondientes en formatos TIFF, JPG o WMF con una resolución mínima de 300 dpi. Los dendrogramas o cualquier otro gráfico se entregarán con el archivo correspondiente y el nombre y versión del programa en el que fueron elaborados.

OTRAS NORMAS

Fórmulas.- Deberán ser escritos en el mismo tipo de letra que del texto, dejando una línea entre ellas; los sub-índices y supra-índices estarán bien ubicados y legibles, se debe cuidar el diferenciar claramente entre los números 0 y 1 y las letras O e I, respectivamente.

Ecuaciones.- Deberán enumerarse consecutivamente entre paréntesis al lado derecho.

Letras griegas, símbolos, siglas y abreviaciones.- Se deberán explicar inmediatamente después de usarse por primera vez (excepto las de dominio universal).

Fracciones.- Se usará la forma lineal, con exponentes negativos para los denominadores.

Nomenclatura.- Se debe sujetar a las reglas de nomenclatura internacional señalada en el Código Internacional de **Nomenclatura Botánica**. En caso necesario se sujetarán al Código Internacional de Nomenclatura de bacterias y al **Código Internacional de Nomenclatura Zoológica**. Todos los seres vivos (plantas, insectos, aves, mamíferos, etc.) que sean tema central del trabajo, se identificarán por su nombre científico la primera vez que se citen, escritos con cursiva.

Uso de comas y puntos en los números.- Las comas se utilizarán para separar los decimales de los números enteros. Los puntos se utilizarán para separar los miles.

Siglas o Acrónimos.- Para escribir las siglas o acrónimos dentro del documento, estas deben ser explicadas previamente colocando entre paréntesis su correspondiente sigla o acrónimo. Posteriormente se podrán escribir las siglas o acrónimos.

REVISTA DE LA SOCIEDAD
BOLIVIANA DE BOTÁNICA

Casilla de correo # 903, resbbo@gmail.com, Santa Cruz, Bolivia

Diagramación e impresión financiada por:

