

Evaluación de la regeneración natural de tres especies forestales en bosque de neblina de Independencia

Ruben Crespo¹; Fimo Alemán²

¹ Escuela de Ciencia Forestales, ² Docente Investigador FCAyP - UMSS

E mail: fimo_ad@yahoo.es

Resumen. Actualmente, los bosques de neblina de Independencia (Cochabamba), requieren una serie de estudios ecológicos que ayuden a formular tratamientos silvícolas para el uso sostenible de estos recursos. El presente estudio aporta información cuanti y cualitativa y analiza las principales causas (factores biofísicos) que afectan a la regeneración natural de las tres especies forestales principales de la región: *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) O Berg, *Cedrela odorata* L. y *Podocarpus parlatorei* Pilger. Los resultados indican que las especies se regeneran adecuadamente en diferentes condiciones (sitio), pero en todas las especies se observa una mortandad alarmante, durante la fase de latizales ($\geq 65\%$), causada principalmente por la intervención humana, lo que muestra que el bosque sufre de serios problemas en su restablecimiento.

Palabras clave: *Blepharocalyx*; *Cedrela*; *Podocarpus*.

Abstract. Evaluation of the natural regeneration of three forest species at the mist forest of Independencia. At present the mist forests of Independencia (Cochabamba, Bolivia), require a series of ecological studies to help formulate forestry treatments for the sustainable use of these resources. This study provides quantitative and qualitative information and the main causes (biophysical factors) that affect the natural regeneration of the three main forest species of the region: *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) O Berg, *Cedrela odorata* L. y *Podocarpus parlatorei* Pilger. Results suggest that the three species regenerate adequately in different conditions (site), but it is observed, in all species, an alarming death rate during the latizal phase ($\geq 65\%$), caused principally by human intervention, which shows that the forest has serious problems in its reestablishment.

Keywords: *Blepharocalyx*; *Cedrela*; *Podocarpus*.

Introducción

El interés mundial para la conservación de los bosques montanos, se debe a los valores de biodiversidad, endemismo, potencial biótico y genético, paisajes únicos, peligro de desertificación y erosión de suelos (Dinerstein *et al.*, 1995 e Izko & Burneo, 2003), pero el más importante es el papel que juega en la re-

gulación del régimen hídrico regional (Stadmüller, 1987 y Barrantes, 2001).

A diferencia de otros países, Bolivia aún cuenta con extensas áreas de bosque montano húmedo de gran valor, potencial biológico y ecológico (Kessler & Beck, 2001; Serrano, 2003 y Altamirano & Terán, 2005).

Según Finegan (1988), la regeneración natural de las diferentes especies, constituye un proceso ecológico muy valioso para el restablecimiento del bosque por medios naturales, por lo que es de vital importancia conocer y entender los mecanismos de dicho proceso. En la valoración ecológica se da una gama de problemas que limitan la toma de decisiones a nivel silvicultural, por la complejidad del ecosistema (composición, estructura y funcionamiento).

El objetivo general del trabajo fue evaluar la regeneración natural de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) O Berg, (era blanca), *Cedrela odorata* L. (cedro) y *Podocarpus parlatorei* Pilger (pino de monte), en un bosque de neblina en la zona de Independencia.

Materiales y métodos

Área de estudio

Se trabajó en la comunidad de P'ajchanti, del municipio de Independencia (provincia Ayopaya) en Cochabamba. Los bosques montanos húmedos de esta comunidad se encuentran en un rango altitudinal de 2900 a 3300 msnm en una zona pluviestacional, con una precipitación anual aproximada de 800 a 1300 mm y una temperatura promedio de 14°C. El bosque posee un dosel de 15 a 28 m de altura y se encuentra en laderas, colinas convexas con pendientes superiores a 20° (Vargas, 1996).

Este tipo de bosque posee suelos relativamente profundos, con una capa de materia orgánica muy considerable (Figueredo, 2002), la condensación de niebla, los vientos alisios y lloviznas permanentes, se constituyen en el factor ecológico más importante.

Características generales de las tres especies maderables evaluadas

- *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) O Berg: Especie de la familia Myrtaceae, árbol de 10 a 25 m de altura, de tronco recto de 0.5 a 1.5 m de diámetro con corteza gruesa, pardo oscura y rugosa. Hojas opuestas simples de 3.5 a 6 cm de ancho, glabras con abundantes glándulas, de consistencia delgada, caracterizadas por su abundante punteado translúcido. Flores hermafroditas, blanco amarillentas. Fruto baciforme carnoso, esférico de 6 a 8 mm de diámetro, glabro amarillento cuando maduro (PLAFOR, 1999).
- *Cedrela odorata* L.: especie de la familia Meliaceae. Árbol de 25 a 35 m de altura y de 70 a 90 cm de diámetro; de tamaño mediano a grande, que varía mucho de acuerdo con las condiciones ambientales, los árboles de gran tamaño tienen contrafuertes hasta de tres metros de alto en la base del tronco.
- *Podocarpus parlatorei* Pilger: Especie de la familia Podocarpaceae. Árbol dioico de hasta 15 m de altura, tronco recto, corteza externa fibrosa levemente agrietada de color café grisáceo. Hojas simples coriáceas, agrupadas alrededor de las ramas, de 3 a 8 cm de largo, 2 a 5 mm de ancho, ápice espinescente. Flores unisexuales, las masculinas en estróbilos espiciformes, las femeninas solitarias axilares sustentadas por un pedúnculo carnoso de 3 mm de largo.

Procedimiento experimental

Para evaluar la regeneración natural de las especies estudiadas, se establecieron

transectos en banda como se muestra en la Figura 1, en los sitios más representativos del área de estudio, ya que son los más apropiados y específicos para este tipo de muestreo (Matteucci & Colma, 1982 y Bautista *et al.*, 2004). En ellos se estableció 10 parcelas de 100 m² para la evaluación de fustales, 5 sub-parcelas de 25 m² para la evaluación de latizales y en las mismas se instalaron las parcelas de 1 m² para el muestreo de la regeneración natural (brinzales).

El inventario evaluó la altura, calidad, patrón espacial, densidad y abundancia de las plántulas de las especies en cuestión.

También se evaluaron factores biofísicos que inciden sobre la regeneración natural a través del análisis multivariado, denominado análisis de componentes principales, y complementado por el análisis de conglomerados.

Las variables fueron: altitud, exposición solar, topografía, erosión hídrica, grado de perturbación humana y la cobertura del suelo por mantillo, musgos, hierbas y gramíneas.

Finalmente, el estudio se complementó con la caracterización estructural del rodal adulto para determinar la importancia del mismo, sobre la regeneración natural y la importancia ecológica de cada una de las especies dentro la estructura del bosque, a través de un inventario. Para ello se evaluó la abundancia y frecuencia relativa, la dominancia relativa, el *Índice del Valor de Importancia* (IVI) y por último se calculó el *Índice de Similitud* entre los sitios evaluados (transectos) del área de estudio.

Resultados y discusión

Regeneración natural

Como se observa en la Figura 2, las 3 especies evaluadas presentan una mortandad elevada de los brinzales, ya que solo la tercera parte de las mismas alcanza la fase de latizales. Mérida (1989) y Linke (1991), afirman que esta situación se debe principalmente a la fuerte perturbación humana en algunos sitios del bosque y al pastoreo de ganado ovino y vacuno en el interior del bosque. Sin embargo Fredericksen & Licon (2000), afirman que la mortandad elevada de las plántulas se debe a la competencia con plantas invasoras como bejucos y hierbas, o por la depredación de insectos (Janzen, 1971).

Calidad de plántulas

En cuanto a la calidad de plántulas evaluadas, según la metodología propuesta por Seitz (1980), *B. salicifolius* presentó mayoritariamente individuos con fustes cortos y curvos, debido principalmente a la competencia intra específica, mientras que *C. odorata* y *P. parlatoarei* presentaron mayoritariamente individuos rectos por las características fenotípicas que presentan y la falta de competencia inter e intra específica (Serrano, 2003 y Blendinger, 2006).

Patrón espacial

El patrón de distribución espacial fue evaluado mediante la metodología de Clark & Evans (1954) citado por Melo & Vargas (2002); el Índice de Agregación de *B. salicifolius* alcanzó 1.85, *C. odorata* 2.00 y *P. parlatoarei* 1.97, mostrando que las tres especies poseen un patrón regular de distribución espacial.

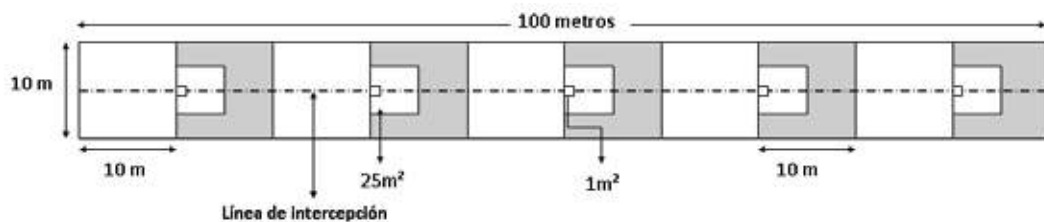


Figura 1. Representación gráfica de la parcela de muestreo.

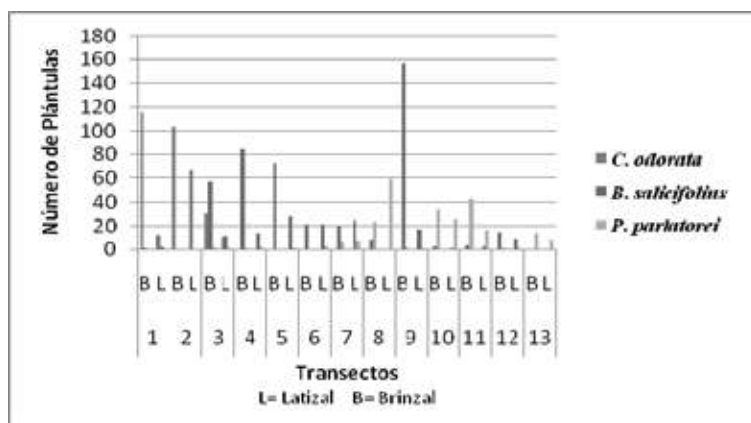


Figura 2. Regeneración natural en diferentes etapas de desarrollo

Densidad

La regeneración natural de *B. salicifolius* alcanzó una densidad de 880 plántulas/ha, *C. odorata*, 516 plántulas/ha y *P. parlatoarei* 374 plántulas/ha; la densidad va cambiando en función a las exigencias ambientales que requieran cada una de ellas como ser altitud, exposición, luminosidad y cobertura del suelo (Whitmore, 1991; Mostacedo & Fredericksen, 2000 y Hogan, & Machado, 2002).

Abundancia

B. salicifolius reportó un valor cercano al 90%, mientras que *C. odorata* llegó a 95% y *P. parlatoarei* 82%. La población de las tres especies se encuentran asociadas a poblaciones de *Myrcianthes osteomeloides*, *Styloceras columnare*, *Myrsine pseudocrenata*, *Miconia theae-*

zans y *Alnus acuminata* en las quebradas de los ríos (Mérida, 1989; Linke, 1991 y Vargas, 1996).

Análisis de factores biofísicos

Este análisis muestra cuales son las condiciones más apropiadas para la regeneración natural.

Análisis de Componentes Principales de B. salicifolius. La Figura 3 establece la distribución de los factores; la ubicación en la nube de puntos muestra la correlación que existe entre ellos. Proyectando un círculo imaginario sobre el centro de la figura, las variables más alejadas del centro del círculo, son las que presentan mayor correlación. Por lo tanto las variables con mayor incidencia sobre la regeneración natural son el musgo, la pendiente, la orientación, la hierba y el mantillo.

Análisis de Componentes Principales de C. odorata. Las variables con mayor incidencia sobre la regeneración natural son el musgo, la hierba, el mantillo, la inclinación y la pendiente como se observa en la Figura 4.

Análisis de Componentes Principales de P. parlatoresi. De la misma forma que en la Figura 3, las variables con mayor incidencia sobre la regeneración natural son el musgo, el mantillo, la hierba, la pendiente y la exposición, como se observa en la Figura 5.

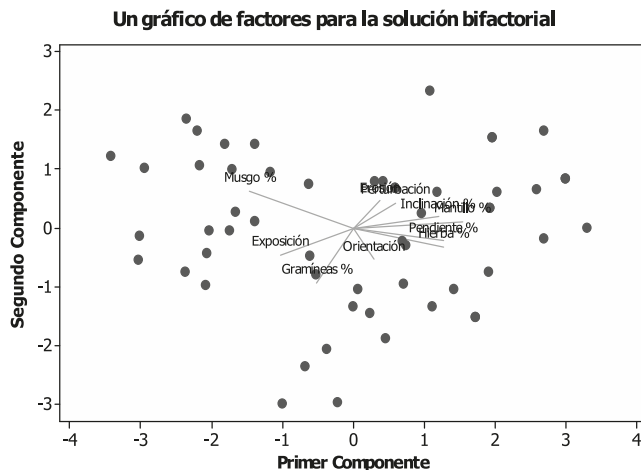


Figura 3. Distribución de los factores en la nube de puntos para *B. salicifolius*

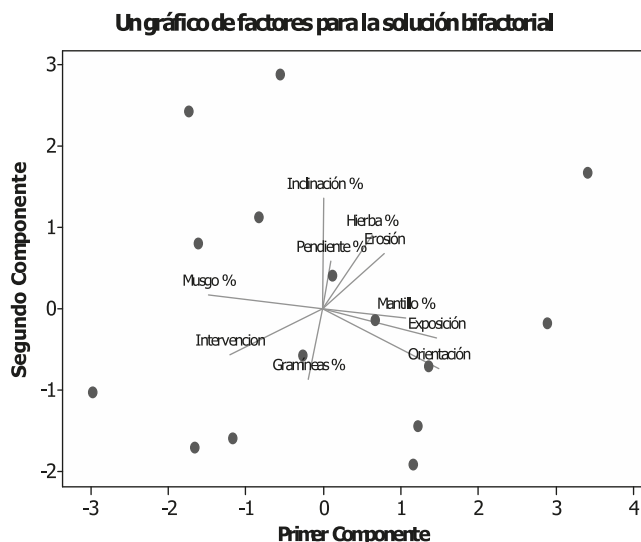


Figura 4. Distribución de los factores en la nube de puntos para *C. odorata*

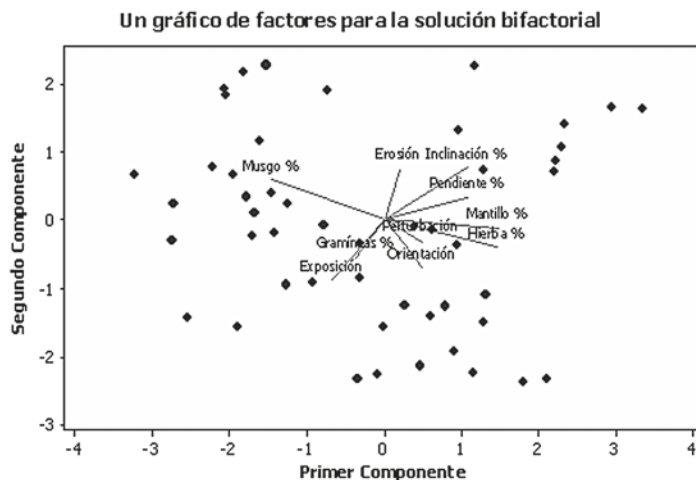


Figura 5. Distribución de los factores en la nube de puntos para *P. parlatoresi*

Análisis de conglomerados

En el Cuadro 1 se muestran los valores medios observados en campo y como afectan los diversos factores en la regeneración natural y en qué condiciones se desarrolla el mayor número de plántulas, asimismo, la regeneración natural agrupada en 3 grupos, de acuerdo las características que presenta.

En el conglomerado 3, se registró 49 plántulas/m² de regeneración natural, bajo las condiciones que se describen en el cuadro: pendiente 11%, inclinación 8%, erosión leve, exposición 82°, orientación 97°, grado de perturbación humana media, mantillo 40%, musgo 25 %, hierba 20% y gramíneas 15%.

Como se muestra en el Cuadro 2, en el conglomerado 2, se contabilizó 12 plántulas/m² de regeneración natural, bajo

las condiciones que se describen en el cuadro: pendiente 42%, inclinación 28%, erosión 2 = moderada, exposición 52°, orientación 73°, grado de perturbación humana 2 = media, mantillo 47%, musgo 14%, hierba 24% y gramíneas 15%.

En el Cuadro 3, el valor medio más alto de la regeneración natural, se generó bajo las siguientes condiciones (en promedio): pendiente entre 5-13%, inclinación entre 1-10 %, erosión entre 2-3 (moderada y media), exposición (Azimut) entre 72°-71°, Orientación (Azimut) entre 85°-24°, grado de perturbación humana 2 = media, mantillo entre 33-27%, musgo entre 29-46%, hierba entre 19-13% y gramíneas entre 19-14%. El número promedio de plántulas provenientes de la regeneración natural fue de 7 plántulas/m².

Cuadro 1. Síntesis del análisis de conglomerados (*B. salicifolius*)

Variables	Regeneración natural	Pendiente (%)	Inclinación (%)	Erosión (%)	Exposición / Orientación (Azimut)	Perturbación humana	Mantillo (%)	Musgo (%)	Hierba (%)	Gramíneas (%)	
	Valores medios										
Conglomerados	1	4	3	5	2	68 / 47	2	30	38	15	17
	2	9	34	21	2	58 / 78	2	43	18	23	16
	3	49	11	8	1	82 / 97	2	40	25	20	15
	Total	9	22	15	2	63 / 68	2	38	26	20	16

Cuadro 2. Síntesis del análisis de conglomerados (*C. odorata*)

Variables	Regeneración natural	Pendiente (%)	Inclinación (%)	Erosión (%)	Exposición / Orientación (Azimut)	Perturbación humana	Mantillo (%)	Musgo (%)	Hierba (%)	Gramíneas (%)	
	Valores medios										
Conglomerados	1	0	4	3	2	71 / 84	2	34	29	19	18
	2	12	42	28	2	52 / 73	2	47	14	24	15
	3	0	13	10	3	71 / 24	2	27	46	13	14
	Total	5	22	15	2	63 / 68	2	38	26	20	16

Cuadro 3. Síntesis del análisis de conglomerados (*P. parlatoresi*)

Variables	Regeneración natural	Pendiente (%)	Inclinación (%)	Erosión (%)	Exposición / Orientación (Azimut)	Perturbación humana	Mantillo (%)	Musgo (%)	Hierba (%)	Gramíneas (%)	
	Valores medios										
Conglomerados	1	7	5	1	2	72 / 85	2	33	29	19	19
	2	0	41	28	2	52 / 73	2	47	15	24	15
	3	7	13	10	3	71 / 24	2	27	46	13	14
	Total	4	22	15	2	63 / 68	2	38	26	20	16

Caracterización estructural del rodal adulto

- **Abundancia relativa.** *Podocarpus parlatorei* es la especie arbórea más abundante en este bosque, con una abundancia relativa superior al 28%, luego está *Miconia theaezans* con el 19%, *Blepharocalyx salicifolius* con 8% y *Cedrela odorata* con una cifra mayor al 4%.
- **Frecuencia relativa.** Las especies más frecuentes son: *Podocarpus parlatorei* y *Miconia theaezans* encontrándose en más del 84% del bosque, *Blepharocalyx salicifolius* alcanza una cifra superior al 69% y *Cedrela odorata* alcanza el 23%. *Podocarpus parlatorei* es la única especie que por los diversos usos que le dan los comunarios, tiene cierto grado de protección, por esta razón posee los valores más altos.
- **Dominancia relativa.** *Podocarpus parlatorei* predomina mayoritariamente alcanzando una dominancia relativa del 39%, luego *Miconia theaezans* con 27%, *Blepharocalyx salicifolius* con 9% y *Cedrela odorata* alcanza el 5%. Según Jørgensen & Bascopé (2005), en los bosques de tipo yungueño las especies predominantes son las pioneras, ya que están mejor adaptadas que las especies secundarias a las condiciones de escasa iluminación que se presenta en el interior del bosque.
- **Índice del Valor de Importancia.** *Podocarpus parlatorei* alcanza la mayor cifra con un valor de 152%, luego esta *Miconia theaezans* con

una cifra de 130%, *Blepharocalyx salicifolius* un 86%, *Condalia webbaueri* con un 86% y *Cedrela odorata* alcanza el 32%. Estas cifras muestran la importancia ecológica que poseen las especies en la estructura del bosque.

- **Índice de Similaridad.** Mediante la metodología propuesta por Sorensen citado por Melo & Vargas (2002), se comprobó que la similitud entre los diferentes sitios muestreados en promedio alcanza el 59%, dando a conocer una marcada diferencia entre sitios, causada probablemente por variables ambientales.

Conclusiones

- La regeneración natural de *Blepharocalyx salicifolius* alcanzó una densidad de 3480 plántulas/ha en condiciones de baja erosión, perturbación humana moderada a baja, pendientes medias y cobertura media del suelo. Mientras que *Cedrela odorata* reporta 2540 plántulas/ha en los sitios más apropiados para su propagación. Las condiciones favorables están en función a la buena exposición solar, buen drenaje, falta de competencia, suelo bien conservado (baja erosión), cobertura del suelo media, pendiente moderada y al bajo grado de perturbación. En contraste, *Podocarpus parlatorei*, con una densidad de 374 plántulas/ha, en condiciones de erodabilidad baja a media, pendientes moderadas, grado de perturbación y grado de cobertura medio.
- Los factores biofísicos que mayor incidencia tienen sobre la regenera-

ción natural, para las tres especies, son la cobertura del suelo por musgos, hierbas y mantillo principalmente, otros factores son la pendiente, la inclinación del suelo, la exposición solar y la altitud.

- La especie más significativa en términos ecológicos es *P. parlatoarei*, ya que el IVI alcanzó 152%, lo que la hace muy determinante en la estructura, composición y dinámica del bosque. *B. salicifolius* alcanzó 86%, que la convierte en una de las especies más importantes en cuanto a abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa. *C. odorata* con 32%, la convierten en una especie amenazada por el valor tan bajo encontrado.

Referencias citadas

- Altamirano, A. & Terán, J. 2005. Bosques Nativos Andinos de Bolivia. Recopilación, descripción y análisis documental. PROBONA. La Paz, Bolivia. 56 p.
- Bautista, F.; González, D.; Palacio J. & Delgado Ma. Del C. 2004. Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales. Univ. Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia & El Instituto Nacional de Ecología. México D.F. 509 p.
- Blendinger, P. 2006. El Pino del Cerro (*Podocarpus parlatoarei* Pilger) como Modelo de Estudio para la Conservación, Ecología y Biogeografía de los Bosques Montanos Nublados de Yungas. Documento Inédito. LIEY, Universidad Nacional de Tucumán. Ref.: blendinger@birdecology.com.ar
- Figueredo, H. 2002. Zonificación Agroecológica como Base Técnica del Plan De Uso del Suelo del Municipio de Villa de la Independencia. FCAP-UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- Izko, X. & Burneo, D. 2003. Herramientas para la Valoración y Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Sudamericanos. UICN-Sur. 155 p.
- Jørgensen, P. & Bascopé, S. 2005. Caracterización de un Bosque Montano Húmedo de los Yungas, La Paz. Ecología en Bolivia 40(3): 365-379.
- Kessler, M. & Beck, S. 2001. Bolivia. En: Kappelle, M. & A.D. Brown (Eds.). Bosques Nublados del Neotropico. INBio, FUA, UICN, Santo Domingo de Heredia. pp. 581– 622.
- Linke, J. 1991. Estudio de la Vegetación y del Suelo en un Bosque de Nubes de Montaña en Bolivia. Tesis de Grado en la Universidad de Göttingen, Alemania.
- Mamani, E. 2005. Evaluación de Cuatro Especies Vegetales de Barrera Viva para Conservación de Suelos en Tres Comunidades del Municipio de Independencia. FCA y P - UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- Matteucci, S. & Colma, A. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. OEA. Washington, DC. USA.
- Mostacedo, B. & Fredericksen, T. 2000. Estado de Regeneración de Especies Forestales Importantes en Bolivia. Evaluación y Recomendaciones. BOLFOR. Documento Técnico N° 88. Santa Cruz, Bolivia.
- Serrano, P. 2003. Estructura y composición de bosques montanos subtropicales y sus implicaciones para la conservación y el manejo de los recursos forestales en la Serranía del Iñaño, Bolivia. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Trabajo recibido el 22 de marzo de 2014
Trabajo aceptado el 28 de marzo de 2014