



Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Sistema de Información Científica

Tejedor Garavito, N.; Álvarez, E.; Arango Caro, S.; Araujo Murakami, A.; Blundo, C.; Boza Espinoza, T.E.; La Torre Cuadros, M.A.; Gaviria, J.; Gutiérrez, N.; Jørgensen, P.M.; León, B.; López Camacho, R.; Malizia, L.; Millán, B.; Moraes, M.; Pacheco, S.; Rey Benayas, J.M.; Reynel, C.; Timaná de la Flor, M.; Ulloa Ulloa, C.; Vacas Cruz, O.; Newton, A.C.

Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales

Ecosistemas, vol. 21, núm. 1-2, enero-agosto, 2012, pp. 148-166

Asociación Española de Ecología Terrestre

Alicante, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54026849012>



Ecosistemas,

ISSN (Versión impresa): 1132-6344

revistaecosistemas@aeet.org

Asociación Española de Ecología Terrestre

España

[¿Cómo citar?](#) | [Número completo](#) | [Más información del artículo](#) | [Página de la revista](#)

www.redalyc.org

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales

N. Tejedor Garavito ¹, E. Álvarez ^{2,17}, S. Arango Caro ³, A. Araujo Murakami ⁴, C. Blundo ⁵, T.E. Boza Espinoza ³, M.A. La Torre Cuadros ^{6,7}, J. Gaviria ⁸, N. Gutiérrez ⁸, P.M. Jørgensen ³, B. León ^{9,12}, R. López Camacho ¹⁰, L. Malizia ^{5,11}, B. Millán ¹², M. Moraes ¹³, S. Pacheco ⁵, J.M. Rey Benayas ¹⁴, C. Reynel ⁶, M. Timaná de la Flor ¹⁵, C. Ulloa Ulloa ³, O. Vacas Cruz ¹⁶, A.C. Newton ¹

- (1) School of Applied Sciences, Bournemouth University, Talbot Campus, Fern Barrow, Poole, Dorset, BH12 5BB. UK.
(2) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Calle28A #15-09 Bogotá, D.C., Colombia.
(3) Missouri Botanical Garden, 4344 Shaw boulevard Saint Louis, Missouri 63110, USA.
(4) Museo de Historia Natural Noel Kempff, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
(5) Fundación ProYungas. Perú 1180, (4107) Yerba Buena, Tucumán, Argentina.
(6) Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Apdo. 456, Lima 1, Perú.
(7) World Agroforestry Centre (ICRAF-LA), Av. La Molina 1895, Lima 12, Perú.
(8) Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Instituto Jardín Botánico de Mérida, Venezuela.
(9) University of Texas at Austin, 1 University Station F0404, Austin, TX 78712-0530, USA.
(10) Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
(11) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, Alberdi nº 47, San Salvador de Jujuy, Argentina.
(12) Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Arenales 1256, Apartado 14-0434, Lima-14, Perú.
(13) Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077, Correo Central, La Paz, Bolivia.
(14) Departamento de Ecología, Edificio de Ciencias, Universidad de Alcalá, E-28871. Alcalá de Henares, Madrid. España
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (CSIC), Apdo. 1052, 41080 Sevilla. España
(15) Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, San Miguel, Lima 32, Perú.
(16) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Herbario QCA, Av. 12 de Octubre 1076 y Roca, Quito, Ecuador.
(17) Jardín Botánico de Medellín, JAUM, Calle 73 N 51D - 14 Medellín, Colombia.

➤ Recibido el 20 de diciembre de 2011, aceptado el 14 de junio de 2012.

Tejedor Garavito, N., Álvarez, E., Arango Caro, S., Araujo Murakami, A., Blundo, C., Boza Espinosa, T.E., La Torre Cuadros, M.A., Gaviria, J., Gutiérrez, N., Jørgensen, P.M., León, B., López Camacho, R., Malizia, L., Millán, B., Moraes, M. Pacheco, S., Rey Benayas, J.M., Reynel, C., Timaná de la Flor, M., Ulloa Ulloa, C., Vacas Cruz, O., Newton, A.C. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):148-166.

Los Andes tropicales constituyen una región única con una alta diversidad de hábitats, producto de complejos gradientes espaciales y ambientales. Los bosques montanos de esta región son considerados como una prioridad global de conservación, debido principalmente a su elevada riqueza biológica y de endemismos. Sin embargo su biodiversidad es de las menos conocidas de toda la región tropical, aunque se reconoce la amplia gama de servicios ambientales que prestan, incluyendo la regulación del clima regional y la captura y almacenamiento de carbono. Este artículo ofrece una perspectiva general del estado de conservación de los bosques montanos tropicales andinos y de los retos que esta implica. Asimismo, proporciona información sobre sus amenazas, identificando aquellas que con mayor probabilidad sean responsables de aumentar el riesgo de extinción de especies. Se resalta la necesidad de disponer de más información sobre el estado de conservación de las especies para identificar las futuras prioridades de conservación en la región. La reciente iniciativa de la "Lista Roja y planeación para la conservación de especies de árboles montanos de los Andes Tropicales", formada por delegados de varios países de la región, constituirá una sólida base para el desarrollo y enfoque de políticas y respuestas de manejo dirigidas a la reducción de la deforestación y pérdida de especies en estos bosques, incluyendo acciones para promover la creación de áreas protegidas, restauración forestal y manejo forestal sostenible.

Palabras clave: Deforestación, especies endémicas, Lista Roja, biodiversidad, áreas protegidas, ecorregión, amenazas, Yungas

Tejedor Garavito, N., Álvarez, E., Arango Caro, S., Araujo Murakami, A., Blundo, C., Boza Espinosa, T.E., La Torre Cuadros, M.A., Gaviria, J., Gutiérrez, N., Jørgensen, P.M., León, B., López Camacho, R., Malizia, L., Millán, B., Moraes, M. Pacheco, S., Rey Benayas, J.M., Reynel, C., Timaná de la Flor, M., Ulloa Ulloa, C., Vacas Cruz, O., Newton, A.C. (2012). Evaluation of the conservation status of montane forest in the tropical Andes. *Ecosistemas* 21(1-2):148-166.

The tropical Andes is a unique region with high habitat diversity, resulting from complex climatic and spatial gradients. Andean montane forests are currently a major global conservation priority owing to their high species richness and high level of endemism. Nonetheless they are considered one of the least known ecosystems in the tropics, but the breath of ecosystem services that these forests provide, including

the regulation of regional climate and the capture and storage of carbon, is widely recognised. This article presents an overview of the conservation status of tropical Andean montane forests and the challenges it entails. It also provides information on threats, including the identification of those that are most likely to be responsible for increasing the extinction risk for many species. It highlights the need for acquiring more information on the conservation status of species as to identify future priorities for conservation in the region. The recent initiative "Red List and conservation planning for montane tree species of the Tropical Andes," made of delegates from several countries in the region, will provide a solid basis for developing policies and managing responses aimed at reducing deforestation and species loss in these forests, including actions to promote the creation of protected areas, forest restoration and sustainable forest management.

Key words: Deforestation, endemic species, Red List, biodiversity, protected areas, ecoregion, threats, Yungas

Introducción

Los bosques montanos de los Andes tropicales representan una prioridad global de conservación debido a su gran biodiversidad y alto nivel de endemidad (Bush et al. 2007; Olson y Dinerstein 1997; Pennington et al. 2010) y a su importante papel para la provisión de diferentes servicios ecosistémicos en la región (Anderson et al. 2011; Balvanera 2012). Son además uno de los ecosistemas menos conocidos y más amenazados en los trópicos (Ataroff y Rada 2000; Bubb et al. 2004; Gentry 1995; Kessler 2000; Price et al. 2011; Stadtmüller 1986) como consecuencia, principalmente, de las altas tasas de deforestación y degradación debidas a la expansión de actividades agropecuarias y la extracción de madera. Los trabajos de investigación ecológica sobre estos bosques son muy escasos y generalmente a nivel nacional (Armenteras et al. 2007; Grubb y Whitmore 1966; La Torre-Cuadros et al. 2007; Young y León 1999), con pocos estudios realizados a nivel regional (Cuesta et al. 2009; Herzog et al. 2011; Jørgensen et al. 2011; Kappelle y Brown 2001; Young y León 2007). Este artículo ofrece una perspectiva general del conocimiento del bosque montano de los Andes tropicales y la importancia de su biodiversidad a nivel regional y global, e identifica las principales amenazas para la misma en la región y los retos futuros.

Distribución y biogeografía de los bosques montanos andinos

Los Andes constituyen la cadena montañosa más larga del planeta, extendiéndose a lo largo de más de siete mil kilómetros que abarcan latitudes tropicales, subtropicales y templadas. Constituyen una región única, con una enorme heterogeneidad ambiental y complejos patrones de diversidad de especies y ecosistemas (Josse et al. 2003; Young et al. 2002; Young et al. 2007). Los Andes tropicales cubren una área de aproximadamente 1 542 644 km² en Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile; y contienen la mayor parte de los bosques montanos de la región andina (Josse et al. 2009; Young et al. 2002).

Los bosques montanos de los Andes tropicales incluyen un complejo de formas biológicas fisonómicamente diferenciadas, dominadas por árboles de entre 10 y 35 m de altura y un sotobosque con abundancia de líquenes, musgos y plantas herbáceas. Los límites altitudinales de estos bosques son difíciles de establecer debido a las interacciones de los diferentes factores que determinan sus características, entre ellos la geomorfología, el gradiente latitudinal, el tamaño de las montañas y el gradiente térmico vertical (La Torre-Cuadros et al. 2007; Young 2006; Young y León 2007). La vegetación que caracteriza el bosque montano aparece generalmente a una altitud de 1200-1500 m s.n.m. en las grandes montañas del interior, pero puede aparecer a una altitud mucho menor en regiones costeras (Bruijnzeel 2002). Tienen su distribución más austral en el noroeste de Argentina (22° - 29° S), donde se localizan por encima de los 1500 m s.n.m.

Estos bosques incluyen a los bosques de niebla y a los bosques estacionales, dos de los principales paisajes reconocidos en las regiones Norte y Centro de los Andes que están distribuidos en tres fitorregiones que se diferencian por sus características florísticas y biogeográficas: los Andes del Norte, los Yungas y los bosques boliviano-tucumanos (Josse et al. 2009, **Tabla 1**). Los Yungas bolivianos, por ejemplo, son similares climática y biogeográficamente a las formaciones vegetales del sur de Perú pero muy distintos a los de las laderas orientales de la región del bosque boliviano-tucumano (Ibisch et al. 2004; Malizia et al. 2012), conocidos también como *Las Yungas* (Cabrera y Willink 1973). En cada una de estas tres fitorregiones existe una gran diversidad de comunidades forestales (**Tabla 1**). Existen otras clasificación de los bosques montanos andinos tropicales, como la propuesta por Olson et al. (2001), que identifica las principales ecorregiones de la región (**Fig. 1**). En éstas se incluyen las unidades que mantienen una humedad constante en ambos flancos de los Andes. Esta humedad se debe a los vientos provenientes del Pacífico y del Atlántico. Por otro lado, muchas laderas de los valles interandinos se caracterizan por la alternancia de períodos secos y húmedos debido al efecto de la sombra de lluvia (Kattan et al. 2004) y a los ciclos diarios de circulación atmosférica (Killeen et al. 2007a).

Andes del Norte	Boliviano-tucumano	Yungas
Bosque altimontano de las cordilleras subandinas orientales	Bosque altimontano pluvial boliviano-tucumano	Bosque altimontano pluvial de Yungas
Bosque altimontano siempreverde de los Andes del Norte	Bosque freatofilo subandino interandino boliviano-tucumano	Bosque altimontano pluvial de Yungas
Bosque de Polylepis altimontano pluvial de los Andes del Norte	Bosque húmedo montano boliviano-tucumano de aliso	Bosque bajo de crestas pluvial de Yungas
Bosque montano bajo pluvial de la Cordillera del Cóndor	Bosque montano boliviano-tucumano de pino de monte	Bosque basimontano pluvial húmedo de Yungas
Bosque montano bajo pluvial de los Andes del Norte	Bosque montano subhúmedo boliviano-tucumano	Bosque basimontano pluvial subhúmedo de Yungas del Norte
Bosque montano bajo pluvial húmedo de los Andes del Norte	Bosque ribereño subandino interandino boliviano-tucumano	Bosque basimontano pluvial subhúmedo de Yungas del Sur
Bosque montano bajo pluvial subhúmedo de los Andes del Norte	Bosque subandino boliviano-tucumano de transición con los Yungas	Bosque basimontano xérico de Yungas del Sur
Bosque montano pluvial de las cordilleras subandinas orientales	Bosque subandino húmedo boliviano-tucumano	Bosque de Polylepis altimontano pluvial de Yungas
Bosque montano pluvial de los Andes del Norte	Bosque subhúmedo boliviano-tucumano del subandino inferior	Bosque de Polylepis altimontano pluvial de Yungas
Bosque montano pluvial de los Andes del Norte	Bosque subhúmedo boliviano-tucumano del subandino superior	Bosque de Polylepis altoandino pluvial de Yungas
Bosque piemontano pluvial subhúmedo de los Andes del Norte	Bosque subhúmedo ribereño montano boliviano-tucumano	Bosque montano pluvial de Yungas
Bosque transicional preandino de los Llanos del Orinoco		Bosque montano pluvial húmedo de Yungas
Bosque pluvial sobre mesetas de arenisca de la Cordillera del Cóndor		Bosque montano pluvial subhúmedo de Yungas
Bosques bajos y arbustales altoandinos paramunos		Bosque y palmar basimontano pluvial de Yungas
Bosque pluvial premontano del Chocó-Darién		

Tabla 1 Ejemplos de las comunidades forestales que se encuentran en los bosques pluviales y pluviales de los Andes del Norte y Centro. Adaptado de Josse et al. (2011). Los bosques de Argentina han sido excluidos.



Figura 1. Distribución, en el año 2005, del bosque montano con más de 10% de cobertura del dosel, identificado a partir de imágenes MODIS (Schmitt et al. 2009), y de las diferentes ecorregiones definidas por Olson et al. (2001). Los bosques representados en este mapa se localizan a una altitud ≥ 1500 m s.n.m.

Importancia de la biodiversidad

Los bosques montañosos de los Andes tropicales, en particular los húmedos, albergan la mayor concentración de especies con área de distribución restringida de América del Sur (Kier et al. 2009; Orme et al. 2005). Esta característica se manifiesta en el alto número de endemismos de fauna y flora (Gentry 1982; Jørgensen et al. 2011; Myers et al. 2000; van der Werff y Consiglio 2004; World Wildlife Fund (WWF) y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) 1997). Las aves (Fjeldså y Irestedt 2009; Latta et al. 2011), los mamíferos (Grenyer et al. 2006), los anfibios (Grenyer et al. 2006), los insectos (Brehm et al. 2005; Larsen et al. 2011), las briofitas (Churchill 1996; 2009) y las plantas vasculares (Brooks et al. 2002; Jørgensen et al. 2011; Knapp 2002; Myers et al. 2000; Pennington et al. 2010) están caracterizados por una gran riqueza de especies y especialmente de endemismos (**Tabla 2**). Esta excepcional riqueza biológica ha sido atribuida, sobre todo, a tres factores históricos importantes: 1) el levantamiento de las cordilleras andinas durante una compleja serie de procesos orogénicos, 2) la conexión con América del Norte a través el istmo de Panamá, la cual permitió el intercambio biótico, y 3) las fluctuaciones climáticas durante el Pleistoceno, que dieron lugar a la fragmentación y al aislamiento de las poblaciones con la subsiguiente especiación y radiación adaptativa de muchos taxones (Hughes y Eastwood 2006; Kessler et al. 2011).

Especies	Plantas	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Total
Total	45000	414	1666	479	830	48 389
Total endémicas (% del total global: 300 000 plantas y 27 298 vertebrados)	20 000 (6.7)	68(0.2)	677(2.5)	218(0.8)	604(2.2)	21 567

Tabla 2. Número estimado de especies del 'hotspot' de los Andes tropicales identificado por Myers et al. (2000). Este 'hotspot' incluye todos los ecosistemas de los Andes, como páramos, punas, pastizales, bosques montanos y bosques secos.

Actualmente, estos bosques son una de las principales prioridades de conservación mundial, siendo reconocidos como uno de los 'hotspots' de biodiversidad global (Myers et al. 2000), y también como ecorregiones prioritarias (Olson y Dinerstein 1997), áreas importantes para las aves por su riqueza de especies, amenazas y endemismos (Orme et al. 2005) y focos de diversidad de plantas (WWF y IUCN 1997) entre otros. Más de 20 000 especies de plantas son endémicas de los Andes tropicales (Tabla 2) y, aunque continúan los esfuerzos por cuantificarlas en cada país (Calderón et al. 2002; León-Yáñez et al. 2011; León et al. 2007), muchos inventarios de diversidad vegetal están aún lejos de poder ser considerados como completos (Honorio y Reynel 2011, datos sin publicar).

Existen grandes vacíos en el conocimiento de los bosques montanos andinos tropicales, incluso en los listados de sus especies (Céleri y Feyen 2009). Además, las interacciones entre especies y su contribución al funcionamiento de los ecosistemas han sido poco exploradas en la región y los factores que determinan la vulnerabilidad de las diferentes especies, tales como la densidad de población humana, las características biológicas y ecológicas y los requerimientos fisiológicos son poco conocidos (Tiessen 2011). No obstante, se han llevado a cabo iniciativas de investigación en algunos países que han permitido conocer mejor los bosques andinos en términos de su composición florística (Blundo et al. 2012; Jørgensen et al. 2011; Rangel 2000; 2006) y faunística (Kattan y Franco 2004; Ojeda et al. 2008). Sin embargo, se desconoce en gran medida los impactos de la intervención humana en la función y las respuestas a los efectos del cambio climático de estos bosques (Anderson et al. 2011; Vuille et al. 2003; Young et al. 2011; Young 2009). Se trata por tanto, de uno de los ecosistemas menos conocidos en los trópicos (Ataroff y Rada 2000; Bubb et al. 2004; Gentry 1995; Kessler 2000; Stadtmüller 1986).

Los esfuerzos de conservación se han dirigido sobre todo al bosque nublado, el cual representa un subconjunto de bosques cuya humedad resulta de la constante presencia de nubes. Se estima que se ha perdido el 90% de los bosques nublados en los Andes del Norte (Hamilton 1995; Mulligan 2010; Wille et al. 2002; WWF y IUCN 1997) y el área remanente se encuentra altamente fragmentada (Aldrich et al. 1997; Bubb et al. 2004; Kintz et al. 2006; Wuethrich 1993). Otros tipos de bosques, son considerados como muy amenazados, por ejemplo los dominados por especies del género *Polylepis*, con catorce de sus especies en la categoría de "vulnerables" (IUCN 2011; Jameson y Ramsay 2007), o aquéllos que albergan varias especies de aves amenazadas a nivel mundial (Gareca et al. 2010). Además, los ecosistemas de páramo, ubicados en el piso alpino, por encima de la "línea de árboles" (Sarmiento y Frolich 2002; Young y León 2007) revisten particular importancia no solo por su alto nivel de endemidad dado el carácter de isla de los páramos (Rangel 2000; 2006), sino también por su enorme importancia para la provisión de agua en la densamente poblada región de los Andes Tropicales (Bradley et al. 2006).

Amenazas e impactos

Diversos factores han contribuido a la pérdida y degradación de estos bosques, los cuales continúan siendo sometidos a procesos de explotación, colonización, deforestación, fragmentación y extracción de recursos no maderables. Algunos de estos factores han sido: el crecimiento de la población, la desigualdad social (pobreza), el establecimiento de cultivos ilícitos, la apertura de nuevas vías de comunicación y la falta de planificación en la expansión de varias actividades como la minería, la extracción de gas y los sistemas agropecuarios (Armenteras et al. 2011; Dávalos et al. 2011; IAASTD 2009; Pacheco Angulo et al. 2011a). La deforestación en los Andes debe a una compleja interacción de diferentes fuerzas sociales, culturales, políticas, tecnológicas y económicas que se presentan en la región. La tasa de pérdida total de 6 418 000 ha de bosque entre los años 2005 y 2010 presentada por la FAO (2010; **Tabla 3**), aunque no son cifras específicas para bosques montanos indican la gran amenaza que se cierne sobre estos ecosistemas.

País	Área de bosque (1000 ha)		Tasa anual de cambio	
	2005	2010	2005-2010 1000 ha/año	%
Argentina	30 599	29 400	-240	-0.80
Bolivia	58 734	57 196	-308	-0.53
Colombia	61 004	60 499	-101	-0.17
Ecuador	10 853	9865	-198	-1.89
Perú	68 742	67 992	-150	-0.22
Venezuela	47 713	46 275	-288	-0.61

Tabla 3. Proporción de cambio de la superficie forestal en los países donde existe bosque montano andino tropical, adaptado de FAO (2010) y basada en estadísticas nacionales. La tasa de deforestación se calcula con respecto al bosque total remanente en cada país en cada año del periodo indicado.

En Colombia, entre 1985 y 2005, hubo una disminución de la cobertura de bosques montanos de 7 335 125 a 6 405 591 ha, es decir, una tasa de deforestación de 0.63% anual (Armenteras et al. 2011). Esta tasa en Venezuela ha superado el 3% anual en algunas cuencas con bosque montano (Hernández y Pozzobon 2002; Pacheco Angulo et al. 2011b; Rodríguez 2005, aunque estas estimaciones de deforestación se han enfocado en los llanos,). Por lo tanto, actualmente los bosques montanos y en particular los nublados son ecosistemas considerados “vulnerables” (Rodríguez et al. 2010). En el caso de Ecuador, aunque no hay cifras específicas de tasas de deforestación de los bosques montanos, todas las publicaciones no oficiales coinciden en señalar que este país tiene la mayor deforestación de la región, con tasas de pérdidas anuales de bosque del 1.89% entre 2005 y 2010 (Tabla 3; Fundación Pachamama 2010). El área deforestada en los bosques húmedos montanos del Perú, debido a la expansión agropecuaria, ha sido de 1 452 955 ha durante este periodo, que representan el 9.65% del área de la ecorregión (Tovar et al. 2010). En Bolivia Carretero et al. (2003) consideraron que los Yungas presentan predominantemente un buen estado de conservación, aunque una proporción elevada de los bosques andinos de Bolivia han sido severamente afectados por el impacto humano (Ibisch 2002).

Otros estudios de investigación en deforestación confirman esta tendencia e indican altas tasas de deforestación (Tabla 4). Estas tasas, al igual que las de la Tabla 3, a menudo son engañosas y no siempre están representadas en las estadísticas nacionales, aun cuando las registra la FAO (2010). Esto puede ser debido a que incluyen áreas reforestadas, tanto de forma pasiva –por sucesión secundaria tras el abandono de pastizales y cultivos–, como activa –por plantaciones de árboles generalmente de especies exóticas. Además, las tasas de deforestación no proporcionan indicadores de la degradación del bosque remanente, por ejemplo causada por la explotación selectiva de especies o la reducción del sotobosque que es talado y quemado para la introducción y el mantenimiento de ganado (Young y León 1999; Observaciones personales).

Al menos dos expertos de cada país de la región han participado en un ejercicio cuyo objetivo fue identificar y clasificar la importancia de las amenazas que están teniendo un mayor impacto en los bosques montanos de cada país (Tejedor, datos no publicados; Tabla 5). Estos expertos coinciden en que aunque el nivel de las amenazas varía en los distintos países, cabe resaltar que la ganadería, la deforestación para la agricultura, la extracción de madera y la fragmentación, son las principales amenazas para estos bosques. En Bolivia y Colombia se señaló también a los cultivos ilícitos como una de las principales amenazas.

País	Tasa de deforestación anual (%)	Área evaluada	Año	Referencia
Argentina	0.32	Selva boliviano-tucumana	1998-2002	(Montenegro et al. 2005)
Bolivia	0.49	Bosques (húmedos, semihúmedos, semidecuidos y deciduos hasta los 3000 m)	1976-2004	(Killeen et al. 2007b)
Colombia	0.9	Bosque de Quercus humboldtii Bonp	1985-1993	(Moncada Rasmussen 2010)
	0.63	Bosque montano	1985-2005	(Armenteras et al. 2011)
	0.49	Bosque andino (húmedo, subhúmedo, seco)	1970-2000	(Etter et al. 2008)
	0.54	Bosque andino	2000-2005	(Cabrera y Ramírez 2007)
Ecuador	0.6 - 0.9	Loja y Zamora (bosque montano pluvial (Parque Nacional Podocarpus), pastizales, pastizales abandonados, áreas de sucesión)	1985-2001	(Goerner et al. 2007)
Perú	0.5 - 1.0	Andes peruanos	1990-1997	(Achard et al. 2002)
Venezuela	0.3	Nacional	1920-2008	(Pacheco Angulo et al. 2011b)
	1.3 - 2.4	Bosque nublado Río Capaz	2005	(Rodríguez 2005)
	0.84 - 3.6	Cuencas: Burbusay (Estado Trujillo), Nuestra Señora y Albarregas (Estado Mérida). Bosque húmedo, bosque estacional y Bosque seco montano	1967-1992 1952-1972 1967-1997	(Hernández y Pozzobon 2002)

Tabla 4. Tasas de deforestación según diferentes fuentes que incluyen el bosque montano andino tropical, estimadas a partir de imágenes LANDSAT, fotografías aéreas, mapas y reconstrucción de documentos históricos.

Amenazas del bosque montano	Argentina	Bolivia	Colombia	Ecuador	Perú	Venezuela
Ganadería	1	1	1	1	3	1
Deforestación, cambio del uso de suelo para agricultura	4	1	1	1	1	1
Extracción de madera	1	3	2	2	2	2
Fragmentación	4	3	1	3	1	3
Extracción de minerales / minería incluyendo gas e hidrocarburos	4	3	1	3	2	5
Cultivos ilícitos	n.e.	2	2	5	3	5
Recolección de leña y carbón	5	3	2	3	2	4
Urbanización e infraestructura, incluyendo centrales hidroeléctricas	4	5	2	3	3	2
Fuego /incendios	2	2	3	5	5	2
Especies exóticas	3	5	3	4	4	3
Cambio climático	3	5	1	5	4	3
Plantaciones exóticas	3	5	3	4	5	3
Enfermedades y plagas	5	5	3	4	4	5
Deslizamientos de tierra	5	5	3	4	4	4
Usos del bosque no maderables	5	5	3	4	4	5

Tabla 5. Resultados de una evaluación, basada en el conocimiento de expertos y por países, de la importancia de las diferentes amenazas de los bosques montanos de los Andes tropicales. La clasificación sigue el nivel de importancia de las respuestas de 15 expertos (siendo 1 el más importante y 5 el menos importante en el país; n.e., no existe).

A escala regional, hay amenazas potenciales como el cambio climático, cuyos efectos aun resultan desconocidos en gran medida, aunque algunos resultados de investigación sobre el tema sugieren que los mismos serán importantes (Feeley et al. 2011; Herzog et al. 2011; Pacheco et al. 2010; Román-Cuesta et al. 2011; Urrutia y Vuille 2009; **Tabla 6**). El aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación podría tener un impacto negativo en el balance hídrico (Bruijnzeel et al. 2010), elevando la altura promedio de la base de la capa de nubes orográficas (Pounds et al. 1999), la reducción de la precipitación horizontal (Anderson et al. 2011), la cantidad de días con niebla y la humedad relativa (Ruiz et al. 2008). Estos cambios podrían afectar negativamente al ciclo y disponibilidad del agua, con consecuencias tanto para las comunidades vegetales como para las de animales. Los bosques montanos podrían estar particularmente en riesgo por el cambio climático, pues muchas de las especies de estos bosques se caracterizan por tener una adaptación limitada a la variación

climática (Keenan et al. 2011). Generalmente se espera que las especies respondan al cambio climático mediante cambios en sus áreas de distribución, desplazándose hacia mayores latitudes y altitudes (Kappelle et al. 1999; Kohler y Maselli 2009; Kreyling et al. 2010; Sharma et al. 2009; Urrutia y Vuille 2009), pero puede que, por limitaciones geográficas, las especies de los Andes tropicales no tengan a donde migrar, especialmente las que habitan las cimas. Además, en varios países el uso de especies herbáceas exóticas para la ganadería como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), tienen importantes impactos en la biodiversidad asociada al ecosistema del bosque andino (Etter et al. 2008), ya que reducen la biodiversidad local e interfieren con el flujo del agua y la escorrentía (Ataroff 2003; Ataroff y Rada 2000).

Ecorregión	Área (Km ²)	Tempera- tura	Vulnera- bilidad	Tempera- tura	Vulnera- bilidad	Precipi- tación	Vulnera- bilidad	Precipi- tación	Vulnera- bilidad
		A2		B2		A2		B2	
		(σ)		(σ)		(σ)		(σ)	
Yungas bolivianos	50 536	7.5	1	5.5	1	0	8	0	8
Bosques montanos de los Andes venezolanos	12 091	7.1	2	5.4	2	-1.5	1	-1	1
Yungas andinas del Sur	36 396	6.9	3	5.4	2	0	8	0	8
Bosques montanos Cordillera Oriental	18 433	6.4	4	4.9	4	0.5	5	0.5	2
Bosques montanos del Valle del Magdalena	22 399	6.1	5	4.7	5	0.5	5	0.5	2
Yungas peruanos	88 803	5.8	6	4.3	6	1	2	0.5	2
Bosques montanos de la Cordillera Real Oriental	47 720	5.4	7	4.1	7	1	2	0.5	2
Bosques montanos del Valle del Cauca	8225	5.2	8	4	8	0.5	5	0.5	2
Bosques montanos del Noroeste de los Andes	16 926	5	9	3.8	9	1	2	0.5	2

Tabla 6. Grado de vulnerabilidad de las diferentes ecorregiones de los bosques montanos de los Andes al cambio climático (metodología adaptada de (Beaumont et al. 2011)). Se presentan valores para los escenarios de cambio climático A2 y B2 del modelo HadCM3 en el periodo 2051-2100 (disponibles en: <http://cera-www.dkrz.de/>). Estos valores corresponden a la distancia Manhattan estandarizada (M) de la temperatura y la precipitación mensual, que es la diferencia entre el valor promedio (μ) entre los años 1951-2000 (base) y los años 2050-2100 (100años), estandarizado por la desviación estándar (σ) de los años 1951-2000, $M = (100\text{años } \mu - \text{base } \mu)/\sigma$ base). Valores mayores a 2σ (es decir, $M > 2$) son considerados como condiciones climáticas extremas. Las estimaciones del área boscosa remanente de cada ecorregión para 2005 derivan de datos MODIS (Schmitt et al. 2009) y se refieren a las áreas con $\geq 10\%$ de cobertura del dosel y $\geq 1500\text{m s.n.m.}$, identificados en ArcGIS ver. 10. Vulnerabilidad= 1 (la más vulnerable) a 9 (la menos vulnerable).

Respuestas políticas

La transformación de los paisajes tropicales en la región está impulsada no sólo por las políticas y mercados nacionales, sino también por la dinámica global de comercio asociada al creciente protagonismo de los mercados e inversores transnacionales (Pacheco et al. 2011). Así, las tendencias nacionales y globales afectan a diferentes interacciones sociales, políticas y económicas a nivel local que modelan los cambios de uso del suelo y su socioeconomía. Se han establecido varias estrategias como marcos políticos para la protección y conservación de los bosques andinos, algunas de las cuales ya se están implementando en los diferentes países andinos (Chacón et al. 2011).

Solamente algunos países de la región participan de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), la Asociación REDD+ (Reducción de Emisiones Derivadas de la Deforestación y la Degradación de los Bosques en los países en desarrollo), la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO) y el Tratado Internacional de Recursos Genéticos Vegetales de la FAO. Sin embargo, todos los países andinos han ratificado una serie de tratados internacionales en los que se promueve la protección y conservación de áreas naturales, como son la Convención de la Diversidad Biológica (CBD), la Convención para Reducir la Desertificación (UNCCD), la Convención Marco

sobre el Cambio Climático (UNFCCC), la Convención Internacional sobre Tráfico de Especies (CITES), la Estrategia Global para la Conservación de las Especies Vegetales (EGCEV/GSPC) y la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), entre otros.

Uno de los objetivos de estos tratados es que cada ecosistema tenga un mínimo del 17% de su superficie protegida en el año 2020 (<http://www.cbd.int/sp/targets/>), como parte de un sistema de áreas protegidas integradas a escala de paisaje. Josse et al. (2009) identificaron los ecosistemas de los Andes tropicales que tienen un 10% de su superficie en áreas naturales protegidas y concluyeron que aunque estas áreas varían considerablemente entre países y ecosistemas, todavía hay muchas zonas en las cuales hay muy poca superficie protegida. Algunos ejemplos son los bosques pluviestacionales de Colombia y Venezuela, los bosques secos interandinos de Perú, los ecosistemas montañosos de Ecuador y el ecosistema boliviano-tucumano de Bolivia, con la excepción del bosque en el departamento de Chuquisaca el cual se encuentra en buen estado de conservación (Carretero et al. 2011). Al contrario, bosques montañosos como los del Valle del Cauca en Colombia están considerados como en estado crítico de conservación debido a que están severamente fragmentados y cuentan con poca protección (**Tabla 7**). Algunas evaluaciones previas como la presentada en la **Tabla 7** muestran que la mayoría de las ecorregiones presentes en los Andes tropicales han sido clasificadas con la prioridad de conservación más alta a nivel regional. Aunque no ha habido evaluaciones posteriores tan detalladas como esta, otras evaluaciones más recientes, como la presentada para los ecosistemas de Venezuela (Rodríguez et al. 2010), señalan que en la actualidad los bosques andinos siguen siendo amenazados por la actividad humana.

Ecorregión	Pérdida de Hábitat ^a	Fragmentación ^b	Transformación ^c	Estado de conservación ^d	Estado de conservación final	Prioridad de la biodiversidad ^e	Distintividad biológica ^f	Protección ^g
Bosques montañosos de los Andes venezolanos	10	16	6	51	Amenazado	I	1	4
Bosques montañosos del Noroeste de los Andes	20	12	6	54	Amenazado	I	1	6
Bosques montañosos Cordillera Oriental	20	12	9	47	Vulnerable	I	1	4
Bosques montañosos de la Cordillera Real Oriental	20	12	8	50	Vulnerable	I	1	8
Bosques montañosos del Valle del Cauca	32	20	6	88	Crítico	I	1	10
Bosques montañosos del Valle de la Magdalena	32	20	6	88	Crítico	II	3	10
Yungas bolivianos	20	12	8	50	Amenazado	I	2	8
Yungas peruanos	20	12	8	51	Amenazado	I	1	8
Yungas andinas del Sur	20	12	6	41	Vulnerable	III	3	1

Tabla 7. Evaluación de las ecorregiones a nivel de paisaje, con sus respectivos estados de conservación, basado en el conocimiento de expertos (adaptado de Dinerstein et al. 1995).

^aPérdida de hábitat: índice de 0 (menor pérdida) a 40 (mayor); ^bFragmentación: índice de 0 (menos fragmentado) a 20 (mayor); ^cTransformación: índice de 0 (la menor tasa anual de transformación de hábitats naturales) a 10 (la más alta); ^dEstado de conservación: índice de 0 (mejor estado) a 100 (menor); ^ePrioridad de la biodiversidad: I = La más alta prioridad a nivel regional, II = Alta prioridad a nivel regional, III = Moderadamente prioritario a nivel regional y IV = Importante a nivel nacional; ^fDistintividad biológica: 1 = Globalmente sobresaliente, 2 = Regionalmente sobresaliente, 3 = Biorregionalmente sobresaliente y 4 = Localmente importante; ^gProtección: 1 (la más protegida) a 10 (la menos).

A nivel regional, se cuenta con herramientas legales y políticas para agilizar acciones que conserven los paisajes y mejoren el aprovechamiento de los recursos naturales derivados. El Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos, que fue aprobado por la Decisión 391 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN 1996), establece normas comunes de acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa en los beneficios. La Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino, que fue aprobada por la Decisión 523 (CAN 2002), tiene el fin de acordar acciones conjuntas y prioritarias para la conservación y el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica. Esta estrategia considera a los bosques húmedos de montaña entre los ecosistemas transfronterizos más importantes por sus recursos maderables, no maderables y vida silvestre. No obstante, la aplicación a nivel nacional de este convenio es controvertida en la comunidad científica de países como Perú.

Colombia cuenta actualmente con el marco legal para la protección de su flora gracias a las leyes 299 (Colombia 1996), 464 (Colombia 1998) y 599 (Colombia 2000), que además estipula la aprobación de convenios internacionales de aprovechamiento de madera y especifica la penalidad de la explotación ilícita de los recursos no maderables. Más recientemente ha aprobado la Resolución 383 de 2010 (García et al. 2010), que declara las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional (Hernández 2000). En Venezuela se encuentra en discusión una nueva estrategia nacional para la conservación biológica la cual cuenta con medidas de protección y conservación, adaptadas a cada ecorregión del país, incluida la ecorregión andina, en el contexto de la nueva Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (Venezuela 2008). En Perú la jurisdicción para la conservación está dividida; así, por una parte, la protección de la biota en el sistema de áreas protegidas, incluyendo las zonas de amortiguamiento, corresponde al Ministerio del Ambiente, mientras que las zonas fuera de este sistema corresponden al Ministerio de Agricultura. En Bolivia están vigentes las leyes 1333 (Bolivia 1992), 1700 (Bolivia 1996) y 3525 (Bolivia 2006) que respaldan la conservación de la naturaleza y la gestión sostenible de los bosques y sus recursos, así como la regulación y promoción de la producción agropecuaria y forestal no maderable ecológica; en los bosques montanos bolivianos existen ocho áreas protegidas nacionales y una reserva de la biosfera. En Argentina, unas 320 000 ha de bosques nublados (el 15% del total) se encuentran protegidas por distintas restricciones de uso, incluyendo una reserva de la biosfera y 18 áreas protegidas nacionales, provinciales y municipales. Por otro lado, la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (Argentina 2007) establece la zonificación de las áreas boscosas de todas las provincias de Argentina. En este marco, los bosques montanos andinos tropicales han sido catalogados en su mayoría como sectores de valor de conservación medio y susceptibles de ser usados mediante esquemas de aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica, y algunos como sectores de valor de conservación muy alto y que, en consecuencia, no deben transformarse (principalmente las áreas protegidas de carácter formal ya establecidas).

Esfuerzos para la conservación de las especies de árboles de los Andes tropicales

La identificación y evaluación del estado de conservación y amenaza de las especies de árboles de los bosques montanos en los Andes tropicales es una tarea que no se ha realizado a nivel regional, aunque en algunos países se han realizado esfuerzos para evaluar las especies a nivel nacional mediante el uso de las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN (Zamin et al. 2010). Algunos ejemplos son los siguientes. Los libros rojos de la flora amenazada de Colombia, con un total de 1853 especies de las cuales el 36% se encuentran amenazadas de extinción (García et al. 2010). En 2011 se publicó la segunda edición del Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador, que identificó 4500 especies clasificadas en categorías de amenaza: Extinta 0.07%, Extinta en la Naturaleza 0.02%, En Peligro Crítico 7.84%, En Peligro 23.80%, Vulnerable 46.22%, Casi Amenazada 8.04%, Preocupación Menor 5.71%, Datos Insuficientes 7.04% y No Evaluada 1.24% (León-Yáñez et al. 2011). En Perú se identificaron 5509 taxones endémicos de este país, de los cuales un 33% se encuentran clasificados como En Peligro, un 18% como En Peligro Crítico y un 10% como Vulnerables (León et al. 2007). En Bolivia ya se cuenta con el Libro Rojo de Parientes Silvestres de Plantas con 152 especies amenazadas (Moraes et al. 2009), algunas de ellas representadas en los Andes, y en 2012 se tendrá el primer capítulo del Libro Rojo de Plantas de Bolivia en la Región Andina (Navarro et al. en preparación). En Venezuela se evaluaron 1598 especies de plantas vasculares en 2003, de las cuales 341 fueron consideradas como las más amenazadas (Llamozas et al. 2003). Argentina no cuenta aún con un Libro Rojo de especies de plantas amenazadas.

Para evaluar el estado de conservación de las especies de árboles del bosque montano de los Andes tropicales se ha establecido una iniciativa de colaboración titulada "Lista Roja y planeación para la conservación de especies de árboles montanos de los Andes Tropicales" formada por delegados de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina, la cual anticipa evaluar alrededor de 3763 especies usando las categorías y criterios de la UICN. Esta iniciativa tratará de identificar las acciones prioritarias de conservación relacionadas con los objetivos de la Estrategia Global para la Conservación de las Especies Vegetales (EGCEV/GSPC) para el año 2020 (<http://www.cbd.int/gspc/objectives.shtml>). Los principales objetivos referidos son el Objetivo I: Comprender, documentar y reconocer adecuadamente la diversidad de las especies vegetales; el Objetivo IV: Promover la educación y la concienciación sobre la diversidad de las especies vegetales, su papel en los medios de vida sostenibles y su importancia para toda la vida en la Tierra; y el Objetivo V: Desarrollar las capacidades y el compromiso público necesarios para aplicar la Estrategia. Se han llevado a cabo una serie de talleres para iniciar la evaluación. La información georreferenciada de la distribución de las especies, la información literaria publicada anteriormente

y el conocimiento de los expertos son los principales recursos que están siendo usados en esta evaluación, que reconoce también la necesidad de la verificación en campo, máxime teniendo en cuenta los vacíos de información biológica en varios países (Jørgensen et al. 2011).

Una vez identificadas las especies más amenazadas a nivel regional, esta iniciativa constituirá una sólida base para el desarrollo y enfoque de políticas y respuestas de manejo dirigidas a la reducción de la deforestación y la pérdida de especies en estos bosques, incluyendo acciones para promover la creación de áreas de protección, restauración forestal y manejo forestal sostenible. Se debe además hacer énfasis en la necesidad de implementar políticas de manejo del territorio enfocadas en la conservación de la biodiversidad en paisajes rurales productivos. Recientemente, diversos autores (Perfecto y Vandermeer 2008; 2010; 2012; Perfecto et al. 2010; Vandermeer y Perfecto 2005; Herrera 2012) discuten la importancia de preservar y manejar territorios donde se integran la conservación, los sistemas productivos (agrícolas y pecuarios) y la población humana. Por ejemplo, Perfecto et al. (2010) proponen el concepto de “Matriz de la Naturaleza” y argumentan la importancia de manejar el paisaje rural mejorando las condiciones del hábitat para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (mejorando por ejemplo la conectividad entre remanentes de bosque y áreas protegidas), pero garantizando al mismo tiempo la sostenibilidad de la producción y distribución de alimentos. Harvey y González-Villalobos (2007), Bhagwat et al. (2008) y Mendenhall et al. (2011) presentan una serie de estudios de caso donde se muestra la importancia de los paisajes rurales para la conservación de la biodiversidad. Perfecto y Vandermeer (2010; 2012) hacen un análisis a partir del desarrollo reciente de la teoría ecológica (mostrando la importancia de la migración entre fragmentos y extinción local) complementado con evidencias empíricas, para mostrar que un modelo que incorpora la matriz agrícola como un componente integral de los programas de conservación puede ser exitoso en el contexto de la producción agroecológica de pequeña escala en la regiones tropicales. Es alentador que en algunas regiones de los Andes tropicales se esté avanzando en la implementación de estos modelos. Por ejemplo, recientemente se publicó en Colombia un documento sobre “Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales” (Lozano-Zambrano 2009) donde se recomiendan prácticas de manejo tendientes a incrementar la calidad del hábitat en territorios productivos. Considerando el alto nivel de transformación de los andes tropicales, es urgente capacitar a políticos, planificadores y comunidades locales, en toda la región, para que puedan implementar estos modelos alternativos de producción y conservación.

Agradecimientos

Gracias a UNEP-WCMC por proporcionar los mapas de cobertura del bosque, a BGCI (Botanic Gardens Conservation International) y Bournemouth University por el financiamiento de PhD de N. Tejedor Garavito, al Banco Santander por la beca de transporte para llevar a cabo los talleres en Quito, Ecuador (en 2010) y Lima, Perú (en 2011), a los revisores del artículo por sus valiosos aportes y a todos aquellos que han participado de alguna manera para llevar a cabo la Lista Roja de las Especies de árboles de los Andes tropicales.

Referencias

- Achard, F., Eva, H.D., Stibig, H.J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., Malingreau, J.P. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297:999.
- Aldrich, M., Billington, C., Edwards, M., Laidlaw, R. 1997. *Tropical montane cloud forests: an urgent priority for conservation*. WCMC. Cambridge, UK.
- Anderson, E.P., Marengo, J., Villalba, R., Halloy, S., Young, B., Cordero, D., Gast, F., Jaimes, E., Ruiz, D. 2011. Consequences of climate change for ecosystems and ecosystem services in the tropical Andes. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiessen, H. (eds.). *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*, pp. 1-18. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73
- Argentina 2007. Ley 26331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, del 19 de diciembre de 2007. *Boletín oficial de la República de Argentina* Nº 31.310 de 26 de diciembre de 2007. Primera sección. Disponible <http://www.boletinoficial.gov.ar/>
- Armenteras, D., Cadena, V.C., Moreno, R.P. 2007. *Evaluación del estado de los bosques de niebla y de la meta 2010 en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C., Colombia.
- Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J., Morales, M. 2011. Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change* 11:693-705.

- Ataroff, M. 2003. Selvas y bosques de montaña. En: Aguilera, M., Azócar, A., González Jiménez, E. (eds.). *Biodiversidad de Venezuela*, Tomo II, pp. 762-810. Fundación Polar, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT). Editorial ExLibris, Caracas, Venezuela.
- Ataroff, M., Rada, F. 2000. Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 29:440-444.
- Balvanera, P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):136-147.
- Beaumont, L.J., Pitman, A., Perkins, S., Zimmermann, N.E., Yoccoz, N.G., Thuiller, W. 2011. Impacts of climate change on the world's most exceptional ecoregions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108:2306-2311.
- Bhagwat, S.A., Willis, K.J., Birks, H.J.B., Whittaker, R.J. 2008. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution* 23:261-267.
- Blundo, C., Malizia, L.R., Blake, J.G., Brown, A.D. 2012. Tree species distribution in Andean forests: Influence of regional and local factors. *Journal of Tropical Ecology* 28:83-95.
- Bolivia 1992. Ley de medio ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1992. *Gaceta Oficial de Bolivia*, 15 de Junio de 1992. Edición: 1740. Disponible en: <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas/buscar/1333>
- Bolivia 1996. Ley Forestal, N° 1700, del 12 de julio de 1996. *Gaceta Oficial de Bolivia*, 12 de Julio de 1996. Edición: 1944. Disponible en: <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas/buscar/1700>
- Bolivia 2006. Ley de regulación y promoción de la producción agropecuaria y forestal no maderable ecológica, N° 3525 del 21 de noviembre de 2006. *Gaceta Oficial de Bolivia*, 18 de diciembre de 2006. Edición: 2952. Disponible en: <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas/buscar/3525>
- Bradley, R.S., Vuille, M., Diaz, H.F., Vergara, W. 2006. Threats to Water Supplies in the Tropical Andes. *Science* 312:1755-1756.
- Brehm, G., Pitkin, L.M., Hilt, N., Fiedler, K. 2005. Montane Andean rain forests are a global diversity hotspot of geometrid moths. *Journal of Biogeography* 32:1621-1627.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B., Konstant, W.R., Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G., Hilton-Taylor, C. 2002. Habitat loss and extinction in the Hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16:909-923.
- Bruijnzeel, L.A. 2002. *Hydrology of Tropical montane cloud forests: A reassessment*. Second international colloquium on hydrology and water management in the humid tropics. 22-26 March 1999, Panama, Republic of Panama, International hydrological programme, IHP-V, Technical Documents in Hydrology 52. UNESCO. Paris. France.
- Bruijnzeel, L.A., Scatena, F.N., Hamilton, L.S. 2010. *Tropical Montane Cloud Forests*. Science for Conservation and Management. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Bubb, P., May, I., Miles, L., Sayer, J. 2004. *Cloud Forest Agenda*. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.
- Bush, M.B., Hanselman, J.A., Hooghiemstra, H. 2007. Andean montane forests and climate change. En: Bush, M.B., Flenley, J. (eds.). *Tropical rainforest response to climatic change*. pp. 59-79. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Cabrera, A.L., Willink, A. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Organización de los Estados Americanos (OEA). Serie de Biología, Monografía No. 13. Washington, D.C., USA.
- Cabrera, E., Ramírez, D. 2007. Estado actual y cambio en los ecosistemas de los Andes colombianos: 1985-2005 En: Armenteras, D, Rodríguez, N. (eds.). *Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: Síntesis y perspectivas*. pp. 39-64. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C. Colombia.

Calderón, E., Galeano, G., García, N. 2002. *Libro Rojo de Plantas Fanerógamas de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente., Bogotá, Colombia.

CAN 1996. Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos, Decisión 391 del 2 de Julio de 1996 de la Comunidad Andina de Naciones. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú. *Gaceta oficial del Acuerdo de Cartagena* 213:1-16. [17/07/1996]. Disponible en: <http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Gacetas/gace213.pdf>

CAN 2002. Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Decisión 523 del 7 de Julio del 2002 de la Comunidad Andina de Naciones. Secretaría General de la CAN. Lima, Perú. *Gaceta oficial del Acuerdo de Cartagena* 813:2-72. [09/07/2002]. Disponible en: <http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Gacetas/Gace813.pdf>

Carretero, A., Serrano, M., Borchsenius, F., Balslev, H. 2011. *Pueblos y plantas de Chuquisaca*. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca - Universidad de Aarhus, DANIDA. Sucre, Bolivia.

Carretero, A.L., Cuéllar, S., Araujo, N. 2003. *Estado de conservación de los bosques nativos andinos de Bolivia: La relación con factores socio-demográficos de densidad poblacional y pobreza*. PROBONA, Editorial FAN. Santa Cruz, Bolivia.

Céleri, R., Feyen, J. 2009. *The Hydrology of Tropical Andean Ecosystems: Importance, Knowledge Status, and Perspectives*. Mountain Research and Development 29:350-355.

Chacón, P., Lagos-White, S., Mora, A., Moraes, M. 2011. *Manual para la implementación de la Estrategia Global para la Conservación de las Especies Vegetales (EGGV) en América Latina: El aporte de la Red Latinoamericana de Botánica al objetivo 1, meta 2*. Red Latinoamericana de Botánica. Santiago, Chile.

Churchill, S.P. 1996. Andean moss diversity and conservation: state of knowledge and perquisites for the future. *Anales - Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 67:169-176.

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

Colombia 1996. Ley 299 de 1996. Por el cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial de Colombia* N°. 42.845 de 30 de Julio de 1996. Disponible en: www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1996/ley_0299_1996.html

Colombia 1998. Ley 464 de 1998. Convenio Internacional de las Maderas Tropicales. *Diario Oficial de Colombia* N°. 43.360 de 11 de agosto de 1998. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1996/ley_0299_1996.html

Colombia 2000. Ley 599 de 2000. Código Penal. *Diario Oficial de Colombia* N°. 44.097 de 24 de julio del 2000. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2000/ley_0599_2000.html

Cuesta, F., Peralvo, M., Valarezo, N. 2009. *Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático*. Programa Regional ECOBONA-Intercooperation. Quito, Ecuador.

Dávalos, L.M., Bejarano, A.C., Hall, M.A., Correa, H.L., Corthals, A., Espejo, O.J. 2011. Forests and drugs: Coca-driven deforestation in tropical biodiversity hotspots. *Environmental Science and Technology* 45:1219-1277.

Dinerstein, E., Olson, D.M., Graham, D.J., Webster, A.L., Primm, S.A., Bookbinder, M.P., Ledec, G. 1995. *A conservation assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The International Bank. Washington, D.C., U.S.A.

Etter, A., McAlpine, C., Possingham, H. 2008. Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: A regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers* 98:2-23.

FAO 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010*. FAO. Rome, Italy. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>

- Feeley, K.J., Silman, M.R., Bush, M.B., Farfan, W., Cabrera, K.G., Malhi, Y., Meir, P., Revilla, N.S., Quisdiyupanqui, M.N.R., Saatchi, S. 2011. Upslope migration of Andean trees. *Journal of Biogeography* 38:783-791.
- Fjelds , J., Irestedt, M. 2009. Diversification of the south american avifauna: Patterns and implications for conservation in the Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96:398-409.
- Fundación Pachamama. 2010. *El dilema de los bosques en el Ecuador: Un análisis crítico al Proyecto Socio Bosque y al diseño de la Estrategia Nacional REDD +*. Fundación Pachamama. Quito-Ecuador.
- García, H., Moreno, L.A., Londoño, C., Sofrony, C. 2010. *Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos y revisión de avances*. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt y red Nacional de Jardines Botánicos. Bogotá D.C., Colombia.
- Gareca, E., Hermy, M., Fjelds , J., Honnay, O. 2010. *Polylepis* woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodiversity and Conservation* 19:3327-3346.
- Gentry, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69:557-593.
- Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. En: Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E., Luteyn, J.L. (eds.). *Neotropical montane forest biodiversity and conservation symposium (1993, Bronx, N.Y, USA)*. *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests: Proceedings*, pp. 103-126. New York Botanical Garden, New York, USA.
- Goerner, A., Gloaguen, R., Makeschin, F. 2007. Monitoring of the Ecuadorian mountain rainforest with remote sensing. *Journal of Applied Remote Sensing* 1:2519-2522.
- Grenyer, R., Orme, C.D.L., Jackson, S.F., Thomas, G.H., Davies, R.G., Davies, T.J., Jones, K.E., Olson, V.A., Ridgely, R.S., Rasmussen, P.C., Ding, T.S., Bennett, P.M., Blackburn, T.M., Gaston, K.J., Gittleman, J.L., Owens, I.P.F. 2006. Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates. *Nature* 444:93-96.
- Grubb, P.J., Whitmore, T.C. 1966. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador II. The climate and its effects on the distribution and physiognomy of the forests. *Journal of Ecology* 54:303-333.
- Hamilton, L.S. 1995. Mountain cloud forest conservation and research: a synopsis. *Mountain Research and Development* 15:259-266.
- Harvey, C., González Villalobos, J. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation* 16:2257-2292.
- Hernández, E., Pozzobon, E. 2002. Tasas de deforestación en cuatro cuencas montañosas del occidente de Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 46:35-42.
- Hernández, S. 2000. *Incentivos para la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, DNP, WWf, RRSC, UAESPNN, Bogotá, Colombia.
- Herrera, J.M. 2012. El papel de la matriz en el mantenimiento de la biodiversidad en hábitats fragmentados. De la teoría ecológica al desarrollo de estrategias de conservación. *Ecosistemas* 20:21-34.
- Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiess, H. (eds.). 2011. *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73
- Hughes, C., Eastwood, R. 2006. Island radiation on a continental scale: Exceptional rates of plant diversification after uplift of the Andes. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103:10334-10339.
- IAASTD 2009. *Evaluación Internacional del papel de los conocimientos, ciencia y la tecnología en el desarrollo agrícola. Latinoamérica y el Caribe*. Island Press. Washington, DC. USA.

Ibisch, P.L. 2002. Apuntes sobre la ocupación del territorio por el humano y la vegetación andina. En: Ibisch, P.L., Araujo, N.V., Carretero, A.L. (eds.). *Mapa de los Bosques Andinos Nativos Andinos de Bolivia. Memoria explicativa*. pp. 41. FAN-PROBONA, La Paz, Bolivia.

Ibisch, P.L., Beck, S.G., Gerkmann, B., Carretero, A. 2004. Ecoregiones y ecosistemas. En: Ibisch, P.L., Mérida, G. (eds.). *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y Conservación*. pp. 47-88 Fundación Amigos de la Naturaleza - Ministerio de Desarrollo Sostenible, Santa Cruz, Bolivia.

IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. [<http://www.iucnredlist.org>]. [Consultado 23 March 2012]

Jameson, J.S., Ramsay, P.M. 2007. Changes in high-altitude *Polylepis* forest cover and quality in the Cordillera de Vilcanota, Perú, 1956–2005. *Biological Conservation* 138:38-46.

Jørgensen, P.M., Ulloa Ulloa, C., León, B., León-Yáñez, S., Beck, S.G., Nee, M., Zarucchi, J.L., Celis, M., Bernal, R., Gradstein, R. 2011. Regional patterns of vascular plant diversity and endemism. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiess, H. (eds.). *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. pp. 92-203. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73

Josse, C., Navarro, G., Comer, P., Evans, R., Faber-Langendoen, D., Fellows, M., Kittel, G., Menard, S., Pyne, M., Reid, M., Schulz, K., Snow, K., Teague, J. 2003. *Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A Working Classification of Terrestrial Systems*. NatureServe. Arlington, VA, USA.

Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón- Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J., Tovar, A. 2009. *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela*. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM, IAvH, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. Lima, Perú.

Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Becerra, M.T., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J., Tovar, A., Naranjo, L.G. 2011. Physical Geography and Ecosystems in the Tropical Andes. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiess, H. (eds.). *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. pp. 152-169. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73

Kappelle, M., Brown, A.D. 2001. *Bosques Nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Fundación Agroforestal del Noroeste de Argentina (FUA), World Conservation Union (IUCN), University of Amsterdam (IBED-UvA), Laboratorio de Investigaciones Ecológicas los Yungas de Argentina (LIEY). Editorial INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Kappelle, M., Van Vuuren, M.M.I., Baas, P. 1999. Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation* 8:1383-1397.

Kattan, G.H., Franco, P. 2004. Bird diversity along elevational gradients in the Andes of Colombia: area and mass effects. *Global Ecology and Biogeography* 13:451-458.

Kattan, G.H., Franco, P., Rojas, V., Morales, G. 2004. Biological diversification in a complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography* 31:1829-1839.

Keenan, T., Serra, J.M., Lloret, F., Ninyerola, M., Sabate, S. 2011. Predicting the future of forests in the Mediterranean under climate change, with niche- and process-based models: CO₂ matters! *Global Change Biology* 17:565-579.

Kessler, M. 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology* 149:181-193.

Kessler, M., Grytnes, J.-A., Halloy, S.R.P., Kluge, J., Krömer, T., León, B., Macía, M.J., Young, K.R. 2011. Gradients of Plant Diversity: Local Patterns and Processes En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiess, H. (eds.). *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. pp. 204-219. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73

- Kier, G., Kreft, H., Lee, T.M., Jetz, W., Ibsch, P.L., Nowicki, C., Mutke, J., Barthlott, W. 2009. A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:9322-9327.
- Killeen, T.J., Douglas, M., Consiglio, T., Jørgensen, P.M., Mejia, J. 2007a. Dry spots and wet spots in the Andean hotspot. *Journal of Biogeography* 34:1357-1373.
- Killeen, T.J., Calderon, V., Soria, L., Quezada, B., Steininger, M.K., Harper, G., Solórzano, L.A., Tucker, C.J. 2007b. Thirty years of land-cover change in Bolivia. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 36:600-606.
- Kintz, D., Young, K., Crews-Meyer, K. 2006. Implications of Land Use/Land Cover Change in the Buffer Zone of a National Park in the Tropical Andes. *Environmental Management* 38:238-252.
- Knapp, S. 2002. Assessing Patterns of Plant Endemism in Neotropical Uplands. *Botanical Review* 68:22-37.
- Kohler, T., Maselli, D. 2009. *Mountains and climate change - from understanding to action*. Geographica Bernensia and Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), Bern, Switzerland.
- Kreyling, J., Wana, D., Beierkuhnlein, C. 2010. Potential consequences of climate warming for tropical plant species in high mountains of southern Ethiopia. *Diversity and Distributions* 16:593-605.
- La Torre-Cuadros, M.D.L., Herrando-Pérez, S., Young, K. 2007. Diversity and structural patterns for tropical montane and premontane forests of central Peru, with an assessment of the use of higher-taxon surrogacy. *Biodiversity and Conservation* 16:2965-2988.
- Larsen, T.H., Escobar, F., Armbrecht, I. 2011. Insects of the tropical Andes: diversity patterns, processes and global change. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiess, H. (eds.). *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. pp. 228-244. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73
- Latta, S.C., Tinoco, B.A., Astudillo, P.X., Graham, C.H. 2011. Patterns and magnitude of temporal change in avian communities in the ecuadorian andes. *Condor* 113:24-40.
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., Navarrete, H. 2011. *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. 2ª ed. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- León, B., Pitman, P., Roque, J. 2007. Introducción a las plantas endémicas del Perú. En: León, B. et al. (ed.). *El libro rojo de las plantas endémicas del Perú*. *Revista Peruana de Biología*: N° especial13(2):9s-22s [2006]. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/biologia/v13n2/Contenido.htm>
- Llamozas, S., Duno, R., Meier, W., Riina, R., Stauffer, F., Aymard, G., Huberand, O., Ortiz, R. 2003. *Libro Rojo de la flora de Venezuela*. ProVita, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Lozano-Zambrano, F.H. 2009. *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Bogotá D. C., Colombia.
- Malizia, L., Pacheco, S., Blundo, C., Brown, A.D. 2012. Caracterización altitudinal, uso y conservación de las Yungas subtropicales de Argentina. *Ecosistemas* 21(1-2): 53-73.
- Mendenhall, C.D., Sekercioglu, C.H., Brenes, F.O., Ehrlich, P.R., Daily, G.C. 2011. Predictive model for sustaining biodiversity in tropical countryside. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108:16313-16316.
- Moncada Rasmussen, D.M. 2010. Análisis espacio-temporal del cambio en los bosques de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) y su relación con la alfarería en aguabuena, (Ráquirá-Boyacá). *Revista Colombia Forestal* 13.

Montenegro, C., Strada, M., Bono, J., Gasparri, I., Manghi, E., Parmuchi, M.G., Brouver, M. 2005. *Estimación de la pérdida de superficie de bosque nativo y tasa de deforestación en el norte de Argentina*. UMSEF Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal - Dirección Bosques Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires, Argentina. Disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/umsef_deforestacin_congresofoa05.pdf

Moraes, M., Mostacedo, B., Zapata, F., B., Altamirano, S. 2009. *Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. La Paz, Bolivia.

Mulligan, M. 2010. Modeling the tropics-wide extent and distribution of cloud forest and cloud forest loss, with implications for conservation Priority. En: Bruijnzeel, L.A., Scatena, F.N., Hamilton L.S. (eds.). *Tropical Montane Cloud Forests. Science for Conservation and Management*, pp. 14-38, Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.

Ojeda, R.A., Bárquez, R.M., Stadler, J., Brandl, R. 2008. Decline of mammal species diversity along the Yungas forest of Argentina. *Biotropica* 40.

Olson, D.M., Dinerstein, E. 1997. *Global 200: conserving the world's distinctive ecoregions*. Science Program WWFUS. Washington, USA.

Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E.D., Burgess, N.D., Powell, G.V.N., Underwood, E.C., D'Amico, J.A., Itoua, I., Strand, H.E., Morrison, J.C., Loucks, C.J., Allnutt, T.F., Ricketts, T.H., Kura, Y., Lamoreux, J.F., Wettengel, W.W., Hedao, P., Kassem, K.R. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience* 51:933-933.

Orme, C.D.L., Davies, R.G., Burgess, M., Eigenbrod, F., Pickup, N., Olson, V.A., Webster, A.J., Ding, T.-S., Rasmussen, P.C., Ridgely, R.S., Stattersfield, A.J., Bennett, P.M., Blackburn, T.M., Gaston, K.J., Owens, I.P.F. 2005. Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature* 436:1016-1019.

Pacheco Angulo, C., Aguado, I., Mollicone, D. 2011a. Las causas de la deforestación en Venezuela: un estudio retrospectivo. *BioLlania* 10:281-292.

Pacheco Angulo, C., Aguado Suárez, I., Mollicone, D. 2011b. Dinámica de la deforestación en Venezuela: análisis de los cambios a partir de mapas históricos. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América* 36:578-586.

Pacheco, S., Malizia, L.R., Cayuela, L. 2010. Effects of climate change on subtropical forests of South America. *Tropical Conservation Science* 3:423-437.

Pacheco, P., Aguilar-Støen, M., Börner, J., Etter, A., Putzel, L., Vera Diaz, C.M. 2011. Landscape transformation in tropical Latin America: assessing trends and policy implications for REDD+. *Forests* 2:1-29.

Pennington, R.T., Lavin, M., Särkinen, T., Lewis, G.P., Klitgaard, B.B., Hughes, C.E. 2010. Contrasting plant diversification histories within the Andean biodiversity hotspot. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:13783-13787.

Perfecto, I., Vandermeer, J. 2008. Biodiversity Conservation in Tropical Agroecosystems. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134:173-200.

Perfecto, I., Vandermeer, J. 2010. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107:5786-5791.

Perfecto, I., Vandermeer, J. 2012. Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate "land-sharing" frente a "land-sparing". *Ecosistemas* 21(1-2):180-191.

Perfecto, I., Vandermeer, J., Wright, A. 2010. *Nature's Matrix*. Earthscan Ltd. London. UK.

Pounds, J.A., Fogden, M.P.A., Campbell, J.H. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*:611-615.

- Price, M.F., Gratzner, G., Alemayehu Duguma, L., Kohler, T., Maselli, D., Romeo, R. 2011. *Mountain Forests in a Changing World - Realizing Values, addressing challenges*. FAO/MPS and SDC, Rome, Italy.
- Rangel, J.O. 2000. *Colombia Diversidad Biológica III: La región de vida Paramuna*. Universidad Nacional de Colombia, Bogota, Colombia.
- Rangel, J.O. 2006. The Biodiversity of the Colombian Páramo and Its Relation to Anthropogenic Impact. En: Spehn, E.M., Körner, C., Liberman, M. (eds.). *Land Use Change and Mountain Biodiversity*, pp. 103-118. CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, USA.
- Rodríguez, J.P., Rojas-Suárez, F., Giraldo Hernández, D. 2010. *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela), Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, M. 2005. *Cambio del paisaje en la cuenca del río Capaz*. ICAE. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Román-Cuesta, R.M., Salinas, N., Asbjornsen, H., Oliveras, I., Huaman, V., Gutiérrez, Y., Puellas, L., Kala, J., Yabar, D., Rojas, M., Astete, R., Jordán, D.Y., Silman, M., Mosandl, R., Weber, M., Stimm, B., Günter, S., Knoke, T., Malhi, Y. 2011. Implications of fires on carbon budgets in Andean cloud montane forest: The importance of peat soils and tree resprouting. *Forest Ecology and Management* 261:1987-1997.
- Ruiz, D., Moreno, H.A., Gutiérrez, M.E., Zapata, P.A. 2008. Changing climate and endangered high mountain ecosystems in Colombia. *The Science of the Total Environment* 398:122-132.
- Sarmiento, F.O., Frolich, L.M. 2002. Andean Cloud Forest Tree Lines. *Mountain Research and Development* 22:278-287.
- Schmitt, C.B., Belokurov, A., Besançon, C., Boisrobert, L., Burgess, N.D., Campbell, A., Coad, L., Fish, L., Gliddon, D., Humphries, K., Kapos, V., Loucks, C., Lysenko, I., Miles, L., Mills, C., Minnemeyer, S., Pistorius, T., Ravillious, C., Steininger, M., Winkel, G. 2009. *Global Ecological Forest Classification and Forest Protected Area Gap Analysis. Analyses and recommendations in view of the 10% target for forest protection under the Convention on Biological Diversity (CBD)*. Freiburg University Press. Freiburg, Germany.
- Sharma, E., Khadka, I., Rana, G. 2009. *Mountain Biodiversity and Climate Change*. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal. ISBN 978-92-9115-123-3
- Stadtmüller, T. 1986. *Cloud forests in the humid tropics: a bibliographic review*. The United Nations University and CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Tiessen, H. 2011. Introduction. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiessen, H. (eds.). *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. pp. ix-xi. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73
- Tovar, A., Tovar, C., Saito, J., Soto, A., Regal, F., Cruz, Z., Véliz, C., Vásquez, P., Rivera, G. 2010. *Yungas Peruanas-Bosques montanos de la Vertiente oriental de los Andes del Perú. Una perspectiva ecorregional de la conservación*. Punto Impreso S.A., Miraflores, Perú.
- Urrutia, R., Vuille, M. 2009. Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research* 114:D02108.
- van der Werff, H., Consiglio, T. 2004. Distribution and conservation significance of endemic species of flowering plants in Peru. *Biodiversity and Conservation* 13:1699-1713.
- Vandermeer, J., Perfecto, I. 2005. The Future of Farming and Conservation. *Science* 1257-1258.
- Venezuela 2008. Ley de Gestión de la Diversidad Biológica. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* N° 39070 del 01 de diciembre de 2008. Disponible en: <http://www.tsj.gov.ve/gaceta/diciembre/011208/011208-39070-1.html>

- Vuille, M., Bradley, R.S., Werner, M., Keimig, F. 2003. 20th century climate change in the tropical Andes: observations and model results. *Climatic Change* 59:75-99.
- Wille, M., Hooghiemstra, H., Hofstede, R., Fehse, J., Sevink, J. 2002. Upper forest line reconstruction in a deforested area in northern Ecuador based on pollen and vegetation analysis. *Journal of Tropical Ecology* 18:409-440.
- Wuethrich, B. 1993. Forests in the clouds face stormy future. *Science News* 144:23.
- WWF, IUCN. 1997. *Centres of plant diversity: A guide and strategy for their conservation*. IUCN Publications Unit. Cambridge, UK.
- Young, K.R. 2006. Bosques húmedos. En: Moraes, M., Øllgaard, B., Kvist, L.P., Borchsenius, F., Balslev, H. (eds.). *Botánica Económica de los Andes Centrales*. pp. 121-129. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Young, K.R. 2009. Andean land use and biodiversity: humanized landscapes in a time of change. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96:492-507.
- Young, K.R., León, B. 1999. *Peru's humid Eastern montane forests: an overview of their physical settings, biological diversity, human use and settlement, and conservation needs*. Centre for Research on the Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforests (DIVA). Technical report: 5:1-97.
- Young, K.R., León, B. 2007. Tree-line changes along the Andes: implications of spatial patterns and dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 362:263-272.
- Young, K., Ulloa Ulloa, C., Luteyn, J., Knapp, S. 2002. Plant evolution and endemism in Andean South America: An introduction. *The Botanical Review* 68:4-21.
- Young, K.R., León, B., Jørgensen, P. M., Ulloa Ulloa, C. 2007. Tropical and Subtropical landscapes of the Andes. En: Veblen, T.T., Young, K.R., Orme, A.R. (eds.). *The Physical Geography of South America*. pp. 200-216. Oxford University Press, UK.
- Young, B., Young, K.R., Josse, C. 2011. Vulnerability of tropical Andean ecosystems to Climate Change. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M., Tiess, H. (eds.). *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. pp. 170-181. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). Disponible en: http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=73
- Zamin, T.J., Baillie, J.E.M., Miller, R.M., Rodríguez, J.P., Ardid, A.N.A., Collen, B.E.N. 2010. National Red Listing beyond the 2010 Target. *Conservation Biology* 24:1012-1020.