

EL PÁRAMO: ¿ECOSISTEMA EN VÍA DE EXTINCIÓN?

Juan Alejandro Morales-Betancourt
Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Caldas
jmoralesbetancourt@yahoo.es

Jaime Vicente Estévez-Varón
Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad de Caldas
jvestevezv@yahoo.com

Manizales, 2006-02-07 (Rev. 2006-04-26)

RESUMEN

El páramo es un ecosistema único de alta montaña en el cual habitan formas de vida singulares y propias y poblaciones humanas con sistemas culturales que contribuyen a enriquecer la diversidad planetaria. Amenazado actualmente por diversos factores que han incidido de diversas formas en su conservación, es un ecosistema efímero que yace en algunas montañas entre nieves perpetuas, cultivos y formaciones boscosas y bajo la amenaza de desaparecer en el creciente mar de la extinción. En su situación de islas continentales, los páramos poseen una reducida área con relación a otros biomas Neotropicales, lo que los hace especialmente vulnerables a la intervención humana. A estos hechos se suma el poco conocimiento que se tiene del ecosistema, lo que impide desarrollar planes de manejo adecuados o conlleva a la implementación de estrategias de conservación incorrectas y sin fundamentos científicos. Para su preservación es necesario diseñar y aplicar estrategias que involucren a la comunidad local, nacional e internacional. Una visión transdisciplinaria que incluya el estudio de las relaciones ecológicas podría llevar a la comprensión de las interacciones entre las poblaciones y haría posible su conservación.

PALABRAS CLAVE

Ecosistemas tropicales de alta montaña, páramos, conservación, diversidad, Neotrópico, Región Andina, Colombia.

PARAMO ECOSYSTEM: AN ENDANGERED ECOSYSTEM?

ABSTRACT

The paramo is a unique ecosystem of High Mountain in which singular and autochthonous forms of life and populations inhabit with cultural systems that contribute to the enrichment of the planetary diversity. Threatened at the moment by diverse factors that have impacted its conservation in different ways, it is an ephemeral ecosystem that lies in some mountains among perpetual snow, crops and forests, under the threat of disappearing in the growing sea of extinction. In their situation of continental islands, the paramo ecosystems possess a reduced area in relation to other neo—tropical biomes, making them especially vulnerable to human intervention. In addition to the above, the little knowledge accumulated on the ecosystem, hinders the development of adequate managing plans, or leads to the implementation of incorrect conservation strategies that do not possess any scientific foundations. In order to preserve the paramo ecosystem, it is necessary to design and to apply strategies that involve the local, national and international community. A transdisciplinary vision that includes the study of the ecological relations could lead to the comprehension of the interactions between the populations, as well as making possible their conservation.

KEY WORDS

Tropical ecosystems of High Mountain, paramo ecosystem, conservation, diversity, neo-tropic, Andean Region, Colombia.

EL PÁRAMO: ¿UN ECOSISTEMA PUNTUAL?

El páramo es un ecosistema restringido a las cumbres de algunas regiones tropicales de Centro y Sudamérica, Asia, África y Oceanía. Sus límites pueden variar dependiendo de diversas condiciones propias de la región donde se localice. Así, la posición geográfica, la topografía, la historia geológica y evolutiva del lugar y la latitud, son factores determinantes en la localización altitudinal de los páramos alrededor del mundo. Su límite inferior puede oscilar entre 3000 y 4000 m, de acuerdo con la precipitación, la humedad y la temperatura media anual local (1). Por otra parte, el tipo, la frecuencia y la intensidad con que se presente la intervención humana, habitualmente determinan también los límites inferiores del páramo, bien sea por el reemplazo de este por plantaciones forestales o cultivos agrícolas o por la invasión del ecosistema paramuno en los sistemas alto andinos, en un proceso conocido como *paramización* (2) que da origen a la formación del *páramo antrópico* (3). Si bien estos procesos de alteración hacen cada vez más difícil el establecimiento de los límites naturales entre el páramo y el bosque altoandino (4), se sabe que en condiciones naturales el límite entre el páramo y los bosques tropicales húmedos de alta montaña parece estar relacionado con las heladas, cuya presencia unas pocas veces al año es suficiente para permitir el establecimiento de la vegetación paramuna y no de la selva (5). La existencia de los páramos también está fuertemente influenciada por la presencia de por lo menos 10-11 meses húmedos anuales (6).

En América, los páramos se distribuyen a lo largo de la Cordillera de los Andes, en Ecuador, Colombia y Venezuela y en las montañas de Costa Rica, entre 3200-3300 y 4700-4800 m (7). Al norte de Perú, el páramo es reemplazado por la jalca, ecosistema del que no se determina aún si es una parte más del páramo o si realmente forma un ecosistema diferente a este (8). En Colombia, el páramo se localiza en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta, cubriendo un área de 14.434 km², equivalente a cerca del 1.3% de la extensión continental del país (9), y alcanzando su mayor extensión en el departamento de Boyacá (10).

A pesar de las variaciones expuestas, el páramo encuentra su margen superior (*superpáramo*) en las nieves perpetuas, donde la vegetación no existe, mientras en el límite inferior (*subpáramo* o *franja altoandina*) se presenta una zona de transición entre el bosque y la región paramuna (11), considerada como la zona con la mayor diversidad y los más altos niveles de endemismo vegetal (12), con una riqueza específica superior a la del *páramo propiamente dicho* por poseer vegetación proveniente de ambos ecosistemas así como vegetación restringida a esta franja de ecotonía.

SINGULARIDAD BIÓTICA: EL PÁRAMO COMO ISLA

Las bajas temperaturas que caracterizan los páramos del mundo, sumadas a la consecuente escasa vegetación arbustiva y a la inexistencia total de formas arbóreas (con excepción de la franja alto andina) hacen creer que allí no existe mayor vida y han llevado a la concepción errónea del páramo como una especie de gélido desierto, una cumbre desolada cuyo principal atractivo son los glaciares que yacen en las partes más altas. Si bien es cierto que las condiciones climáticas extremas y bastante particulares en los ecosistemas tropicales de alta montaña hacen del páramo un ecosistema hostil para la vida, estas han llevado a la fauna a diversas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y comportamentales (13), relacionadas a su vez con la escasez de recursos alimenticios característica de estas regiones (14). En las plantas también se han identificado adaptaciones estructurales y respuestas adaptativas momentáneas como resultado de la marcada inestabilidad del clima paramuno a lo largo del día (15). Así, las altas montañas tropicales comparten características climáticas que las hacen ambientes altamente específicos para la colonización y el mantenimiento de la biota que los habita, lo que tiene como consecuencia que se encuentren ecológicamente apartados tanto de las tierras bajas tropicales como de las montañas extratropicales (16). Así, la concepción del páramo como un sistema de islas se basa en el hecho de que se encuentra restringido a las partes altas de tan sólo algunas regiones del mundo y aislado geográficamente tanto por su historia geológica particular como por las actividades agropecuarias que han degradado los corredores naturales que unen algunas regiones paramunas.

En cuanto a la vegetación, el páramo es un ecosistema caracterizado por diversas asociaciones vegetales, de las cuales las más conspicuas son: frailejonales, pajonales, chuscales y bosques enanos o achaparrados. Plantas pertenecientes a los géneros *Plantago*, *Paepalanthus* y *Sphagnum* forman almohadillas y rosetas en el suelo, contribuyendo a la formación de turberas (17). Las turberas de *Plantago rigida* tienen su óptimo en el páramo alto y las de *Distichia* en el superpáramo (18). Los frailejones (*Espeletia spp.*), que definen en gran parte el aspecto de los páramos colombianos, presentan 42 especies endémicas para el país (19), estimándose que en los ecosistemas paramunos se encuentra el 8% de los endemismos de la flora colombiana (20). Con relación a la fauna, la mayor riqueza de vertebrados terrestres paramunos se presenta, en orden decreciente en Aves, Anfibios, Mamíferos y Reptiles (21). Dentro de los mamíferos, los ratones de la familia Muridae constituyen el grupo con mayor riqueza específica, mientras sólo se ha registrado el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) en el superpáramo, sobre 4100 m. (22). En cuanto a los artrópodos, estos abundan principalmente en las hojas muertas de los frailejones, que actúan como la hojarasca en los bosques (23). Se han registrado 131 especies de mariposas diurnas (24).

UN ECOSISTEMA AMENAZADO

Los páramos son considerados como uno de los biomas estratégicos y a la vez, uno de los más vulnerables del

norte de Sudamérica y el Neotrópico, lo que les ha valido la denominación de *Hotspot*, en la cual se contraponen altos grados de biodiversidad y endemismo con factores críticos de amenaza (25). Esto puede explicarse ya que en Sudamérica el páramo forma parte de la región Andina, la cadena montañosa más extensa del mundo y, a la vez, uno de los ecosistemas con mayor afectación antrópica del continente. A pesar de su topografía abrupta, las condiciones climáticas de las cordilleras han resultado bastante favorables para el establecimiento de la mayor cantidad de la población humana, lo que ha provocado la disminución progresiva de escenarios naturales por la adecuación de tierras para sistemas agropecuarios y por la expansión de las ciudades. La deforestación, el ascenso del límite de la agricultura, el pastoreo y las quemas son los problemas más graves que enfrentan los ecosistemas de alta montaña en Colombia (26). Actividades como la cacería han contribuido a la disminución de poblaciones de animales grandes como dantas, osos, cóndores y venados, mientras prácticas locales como el turismo mal dirigido, la minería, los cultivos ilícitos (27) y las fumigaciones con glifosato (28), también contribuyen a la degradación del ecosistema. A escala global el cambio climático es la principal amenaza.

Si bien es cierto que buena parte de la responsabilidad de la precaria situación de los páramos recae sobre el Estado, que posee un sistema de gestión debilitado y fragmentado, factores administrativos y culturales también influyen en su deterioro (29). Más preocupante aún es el hecho de que, pese a la gran riqueza y diversidad de especies, así como al elevado grado de endemismo que albergan los ecosistemas andinos, los esfuerzos de investigación y conservación en el norte de Sudamérica se hallan concentrados en la región amazónica, la cual podría considerarse menos amenazada, dada la extensión de sus selvas, su compleja estratificación vertical y su consecuente relativa inaccesibilidad, además de las crecientes presiones de las organizaciones internacionales interesadas en la protección de este santuario de selva húmeda tropical, tanto por su valor biológico y económico, como por el oxígeno que provee al mundo. A diferencia de las selvas húmedas, los páramos pueden ser adaptados fácilmente para el cultivo y la ganadería con sólo la quema de predios en los que el fuego se esparce fácilmente por acción de los fuertes vientos y la necromasa aérea seca que se encuentra formando parte del follaje de frailejones y pajonales (*Calamagrostis spp*), así como por las ceras que la vegetación produce para impedir la desecación en condiciones con poca nubosidad y alta radiación.

Por otra parte, si bien el área total que ocupan los páramos en el Neotrópico (aproximadamente 35000 km² según Hofstede 2004), es muy inferior al área de las selvas amazónicas, gracias a la diversidad y a los servicios ambientales aportados, actualmente se reconoce la condición de los páramos como ecosistemas estratégicos. Así por ejemplo, la mayoría de los ríos en el país tienen sus cabeceras en ellos, por lo que aportan gran parte del agua para consumo humano y en ocasiones son fundamentales en la generación de energía (30).

En esta región se distribuyen varias especies amenazadas, de las cuales las más conspicuas son, entre otras, el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*), la danta o tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), los venados (*Pudu mephistophilus*, *Mazama rufina*, *M americana* y *Odocoileus virginianus*), la boruga de páramo (*Agouti taczanowskii*), la guagua (*Dinomys branickii*) y el tigrillo (*Leopardus tigrinus*) (Muñoz *et al.* 2000).

Actividades agropecuarias: El páramo ha sido objeto de ocupación humana desde tiempos ancestrales. Si bien la ocupación antes de la colonia fue relativamente escasa y por lo tanto ecológicamente más estable, con la colonización española se introdujeron sistemas nuevos de apropiación de la tierra, desplazamiento de poblaciones a mayores altitudes e introducción de nuevas especies animales como caballos y ganado vacuno y ovino que ocasionaron una pérdida gradual de las formas tradicionales de subsistencia. En la actualidad, el mayor impacto sobre los páramos andinos y africanos es generado por la agricultura, la ganadería y las quemas asociadas a éstas (31), cuya acción continuada genera la pérdida gradual de formaciones arbustivas y frailejonales, la pérdida de la capacidad de almacenamiento e infiltración de agua en los suelos así como la contaminación del agua (32).

En Colombia, tanto los páramos como los bosques alto andinos están fuertemente intervenidos por actividades humanas y, en ocasiones, han sido reemplazados por plantaciones forestales o por sistemas agropecuarios a diferente escala. Con excepción de algunos páramos de la Cordillera Occidental, entre ellos Tatamá, Frontino y El Duende, que se han conservado principalmente gracias a su difícil acceso, todos los páramos colombianos han sufrido algún tipo de intervención antrópica, especialmente por el aumento de los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) (Rueda-Almonacid *et al.* 2003). Estos cultivos, al igual que las plantaciones de pino (*Pinus spp*) y el pastoreo extensivo de ganado ovino, bovino y caprino, se encuentran entre los principales usos dados a la tierra en el páramo. En el caso concreto del Parque Nacional Natural Los Nevados, el sistema predominante entre 3400-3700 m es el monocultivo de papa en rotación con ganadería con pastos sembrados, mientras por encima de este límite se presenta únicamente pastoreo extensivo y quemas (33). Debe decirse también que la frontera agrícola tiende a desplazarse cada vez más hacia el páramo propiamente dicho principalmente por el desarrollo de cultivos más resistentes a las heladas y por el cambio climático global (34).

La ganadería y la agricultura extensiva desarrollada en estos ecosistemas producen, entre otras alteraciones, la desaparición de la cobertura vegetal natural, la introducción de especies foráneas, el drenaje de las turberas, la contaminación del agua y el suelo con agroquímicos, la pérdida de la cubierta edáfica por acción de maquinaria (i.e. tractores), el fraccionamiento de las macoyas, la formación de suelos desnudos y la disminución de la capacidad de retención de agua de los mismos (35). Cuando estas actividades llevan a la destrucción de la

vegetación paramuna y a su reemplazo por pastos exóticos, se produce un fenómeno conocido como *praderización* (36). El pisoteo por el ganado altera los procesos hídricos por compactación del suelo, destrucción y selección de la vegetación y establecimiento de plantas exóticas como musgos y ciperáceas (37). Por otra parte, tanto la ganadería y la agricultura, como las quemas asociadas a estas actividades, pueden estar disminuyendo la disponibilidad de recursos para herbívoros (dantas y venados), nectarívoros-polinívoros (murciélagos, colibríes, mariposas e himenópteros, entre otros) así como los refugios para los anfibios y las madrigueras de mamíferos pequeños como roedores, musarañas (*Cryptotis spp*) y conejos (*Sylvilagus brasiliensis*). La pérdida de la vegetación en la que se refugian los anfibios constituye una amenaza, al exponerlos a la radiación solar directa y a los vientos, que pueden causar la desecación de la piel.

Si bien los estudios que documentan los efectos de las quemas y el pastoreo sobre la vegetación paramuna son escasos, estos han demostrado que la recuperación del páramo es un proceso bastante lento ya que se altera significativamente la estructura y composición de las comunidades (38).

Turismo: El turismo ecológico se promueve actualmente como parte de las estrategias para conservar la diversidad biológica del planeta en muchas regiones del mundo y puede llegar a ser una valiosa fuente de ingresos para diversas regiones y países. Sin embargo, este servicio ambiental de los ecosistemas naturales también puede ocasionar su deterioro progresivo, siendo así que esta actividad ha sido reconocida por la WWF (2001) como una amenaza en los Andes. Aunque continúa promoviéndose como una alternativa de desarrollo de las regiones de alta montaña, el turismo ha afectado también a los ecosistemas paramunos (39) y actualmente se debate si contribuye a la conservación del páramo y beneficia a sus habitantes o si los beneficios de tal actividad son usufructuados por la ciudad (40). Por ello se ha propuesto involucrar a los habitantes de la región en la prestación de servicios de guía, alojamiento, alimentación y transporte (41). Aunque el beneficio económico directo de estas actividades es obvio para la población campesina residente, también implica una serie de consecuencias para el ecosistema en el cual se desarrolla debido a los incrementos en la cantidad de desechos, el aumento del ruido en el área -por la construcción de carreteras y el aumento de flujo vehicular-, así como por el aumento de la contaminación atmosférica local.

El aumento de las actividades humanas esencialmente aumenta la demanda de bienes y servicios, lo que a su vez afecta, dependiendo de la intensidad, el ecosistema en el cual se desarrolla la actividad turística. Mientras más recursos sean usados, una mayor cantidad de desperdicios deberá ser asimilada por el ecosistema, lo cual puede generar un serio problema en regiones del páramo donde las tasas de descomposición microbiana son particularmente bajas. Es conveniente considerar que el mayor ingreso de turistas implica a su vez una mayor demanda de recursos alimenticios, para los cuales la oferta, que antes era suficiente para abastecer a la población residente de campesinos, ahora debe incrementarse para el sostenimiento de la nueva población de turistas, lo que a su vez se expresa fundamentalmente en un aumento de los cultivos y la ganadería, cuyas consecuencias han sido ampliamente estudiadas en otros ecosistemas (42) y de las cuales la destrucción total o parcial del hábitat así como su homogenización, son las más evidentes.

De esta manera, la mala planeación basada en un enfoque netamente económico sumada a las limitaciones logísticas de las áreas protegidas en Latinoamérica para desarrollar programas masivos de ecoturismo, pueden traer consigo problemas de carácter ambiental que terminan por agotar el "recurso" turístico explotado, lo cual implica la desestabilización de la economía de la región y pérdidas de diversidad biológica o degradación y destrucción del paisaje, así como la afectación de las actividades de subsistencia de las comunidades locales y de la diversidad cultural, principalmente cuando se importan tecnologías y valores ajenos a las comunidades en los que se desarrollan los programas (43). La destrucción del páramo no es sólo la destrucción de un paisaje o la destrucción de un relicto del ecoturismo de alta montaña, su pérdida pone en riesgo historias evolutivas y geológicas únicas que no se repetirán nunca en la historia del planeta. Por lo tanto, los programas turísticos deben ser evaluados en su dimensión política, económica, social y ambiental, para prever y mitigar sus efectos y así permitir el disfrute de los espacios protegidos de una manera sustentable. Para ello, deben realizarse monitoreos constantes de las condiciones y los impactos ambientales generados por el incremento del flujo de personas a áreas determinadas y deben delimitarse exactamente las áreas restringidas a los turistas dada su fragilidad o importancia ecológica o el precario conocimiento que se tiene de muchas de ellas. Se ha alertado acerca de la sensibilidad a la perturbación de algunos ecosistemas paramunos, cuya conservación podría ser definitiva para determinadas especies que los habitan (44).

Cambio Climático Global: La amenaza extrínseca más grave para los ecosistemas de alta montaña es el cambio climático. Si bien se discute actualmente cuáles pueden ser sus causas (antrópicas o naturales), los efectos de este fenómeno son evidentes y cada vez cobran mayores proporciones en todo el planeta. En Colombia, en el transcurso del siglo XX, desaparecieron -tanto por fenómenos atmosféricos como por actividad volcánica- 8 pequeños glaciares: Puracé (1940), Galeras y Sotará (1948), Chiles (1950), Pan de Azúcar y El Cisne (1960) y Cumbal en 1985 (45). De los seis glaciares o nevados restantes del país, la Sierra Nevada del Cocuy, seguida de la Sierra Nevada de Santa Marta, son los nevados que han sufrido una mayor deglaciación y, de continuar las tasas actuales de incremento en la temperatura del planeta, los nevados del Ruiz y Tolima serían los más próximos a desaparecer (46). Los glaciares podrían retornar con el tiempo, dada una eventual recuperación de las condiciones climáticas del planeta, pero probablemente nunca más podrían ser recuperadas las especies perdidas por la destrucción del ecosistema como tal.

Los efectos del calentamiento global podrían ser múltiples. Aunque las amenazas de este proceso se ciernen sobre los ecosistemas montañosos de todo el mundo, el desconocimiento de los mecanismos asociados con la morfología de los bosques de niebla hace difícil predecir los impactos concretos que el cambio climático tendrá sobre estos ecosistemas alrededor del planeta (47). En cuanto al páramo propiamente dicho, si bien el evento actual más evidente es la pérdida de los glaciares de las zonas más altas, sus repercusiones pueden ser marcadas en todos los niveles tróficos. Se cree por ejemplo, que sumado a otros factores, el cambio climático global puede ser el responsable de las dramáticas disminuciones de anfibios en varios países de Latinoamérica (48). En términos generales, se prevé que el esperado aumento de 3oC de la temperatura en el planeta tendrá efectos drásticos sobre la distribución y la diversidad de los seres vivos, restringiendo los hábitats fríos y húmedos a elevaciones aún mayores, lo que causará que se reduzcan en área y que las especies sean amenazadas con la extinción (49). Así, el calentamiento global puede producir "migraciones" altitudinales de las franjas paramunas. El superpáramo ocupará el espacio dejado por las nieves perpetuas y el páramo colonizará el espacio dejado por el superpáramo en su parte baja, mientras presumiblemente el bosque alto andino invadirá la parte inferior del páramo o zona de ecotonía, ampliando su límite superior y probablemente perdiendo espacio en su límite inferior (50). El resultado de tales migraciones ocasiona, en cualquier caso, una disminución del área total ocupada por cada una de las franjas, que se explica por la forma cónica de las montañas, con su ápice o cima mucho menos amplia que su base. Este calentamiento, previsto para una duplicación de CO2 atmosférico en 50 años (51), podría acentuarse en Sudamérica por variaciones en la cobertura vegetal en la Amazonia (52).

PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN

Para la conservación de la región paramuna en América se hace prioritaria una concepción integradora y ecosistémica que trascienda las barreras políticas y administrativas y que a su vez sea complementada por estas. En este sentido, en Colombia, la adopción del sistema de Provincias, Sectores, Distritos y Complejos, una división biogeográfica de los páramos propuesta por Hernández-Camacho y Van der Hammen, podría ser un aporte valioso para ver, estudiar, entender y proteger el páramo como un ecosistema y no sólo como una zona de vida delimitada políticamente, en la medida en que para su clasificación se emplean criterios geográficos y biológicos tales como la composición de especies, presencia de especies endémicas, coincidencia en los límites de distribución, aislamiento geográfico, entre otros (Van der Hammen 1998). Por su parte Rangel-Ch (2000a) integra la influencia humana en la definición del páramo y contribuye a enriquecer la forma en la que empieza a ser visto este ecosistema.

En términos generales, es esencial conocer la capacidad de carga de los ecosistemas, determinar el tamaño de las áreas que permitan el sostenimiento de poblaciones viables de grandes mamíferos (i.e. dantas, osos, pumas y venados), lo que a su vez llevaría a la adecuación de áreas mínimas de conservación y permitiría cubrir los requerimientos de hábitat de especies más pequeñas. La conservación debe incluir también áreas naturales con características particulares o escasas que permitan la conservación de otro tipo de organismos y paisajes, como podría ocurrir por ejemplo en los humedales que caracterizan algunas áreas así como formaciones azonales únicas.

En el ámbito institucional se requieren acciones para el estudio y conservación del páramo que involucren el intercambio de información y el diseño de planes de manejo de áreas críticas, como por ejemplo el Sector Páramos de la Cordillera Occidental, y no sólo fragmentos naturales que corresponden a jurisdicciones políticas. Las acciones de investigación, capacitación y difusión de la información deben ser coordinadas por institutos de investigación, Corporaciones Autónomas Regionales y entidades privadas. A escala continental es necesario la acción conjunta de entidades nacionales que propendan por proyectos que involucren páramos en zonas limítrofes. La protección de áreas fronterizas o de especial importancia para países vecinos puede llevarse a cabo entre varias instituciones de distintos países andinos, así como sus actividades administrativas y de control. Al respecto, la comunidad conservacionista internacional (i.e. UICN, MAB/UNESCO, TNC, CI, WWF) está impulsando el desarrollo de herramientas para la planificación de la conservación en espacios más grandes, siendo así que conceptos como Corredores Ecológicos o de Conservación, Reservas de Biosfera Transfronterizas o Parques para la Paz, no sólo están siendo promocionados, sino que ya existen ejemplos concretos de proyectos en ejecución (53), de los cuales el más conocido es el Corredor Mesoamericano. De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2001), a nivel regional se encuentra en proceso la formulación del proyecto *Integración e integridad: Conservación de la biodiversidad de los páramos en el corredor biológico de la parte norte de los Andes*, para desarrollarse entre Venezuela, Ecuador y Colombia, con el fin de conservar la diversidad biológica y proteger las funciones hidrológicas del páramo Andino, vinculando además su conservación y uso sostenible con la generación de beneficios económicos para las comunidades locales de montaña.

Por su parte, el *Manejo Integral Participativo* propuesto por Hofstede (2004), parece una opción viable y coherente con la conservación de la diversidad y con la integración de la población humana directamente implicada en los procesos de deterioro pero también afectada por estos. Ya que el páramo provee servicios ambientales vitales a las poblaciones que lo habitan, así como a aquellas localizadas a mucha menor altitud (al proporcionar el agua pura almacenada y regulada en él y al actuar como sumidero de carbono), su destrucción también implica un desequilibrio para la comunidad humana que depende de los procesos ecológicos y económicos que sustenta. En este sentido, los campesinos paramunos no pueden ser vistos como un "problema" o como "generadores de conflictos", sino como parte de una solución que involucra la ayuda económica y

educativa del Estado y que además debería relacionarse más con problemas socio-culturales arraigados en la situación política actual de muchos países sudamericanos. Los habitantes del páramo deben involucrarse también en procesos de recuperación del ecosistema y en la educación ambiental de los visitantes. Debe reconocerse que los habitantes del páramo son parte integral de éste y deben ser entendidos como parte de la comunidad biótica paramuna, no como un accesorio que debe ser removido o del que puede prescindirse.

Podrían entonces tomarse medidas para favorecer a los pobladores del páramo y para integrarlos en la administración del mismo:

Determinar un porcentaje de las ganancias aportadas por el ecoturismo al páramo para los sectores más pobres de la población.

Establecer el límite altitudinal y geográfico para la realización de actividades agropecuarias en el páramo, así como delimitar y concertar los usos del suelo de la región en todo el país.

Diversificar el sistema de cultivo de papas, alternándolo con cebolla, ajo, tubérculos y hortalizas nativas y plantas leguminosas fijadoras de nitrógeno (54).

Limitar y controlar el ingreso de turistas al páramo con base en estudios de impacto ambiental y en la capacidad de carga de cada ecosistema.

Establecer sistemas de conversión de sistemas tradicionales a sistemas sustentables y silvopastoriles en la zona amortiguadora del páramo a través de apoyo técnico y financiero de los campesinos. En Colombia, la fundación CIPAV -en la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Los Nevados- ha iniciado este proceso en 19 fincas de los Departamentos de Tolima, Quindío, Risaralda y Caldas, ubicadas entre 1.700 y 3.530 m.s.n.m (55).

Incentivar, promover y apoyar técnica y económicamente sistemas de fincas autosuficientes.

Realizar estudios etnobotánicos basados en los conocimientos tradicionales de las poblaciones humanas paramunas, así como otros usos tradicionales de diferentes especies vegetales de este ecosistema. En este punto es importante que la comunidad también conozca otros usos que pueden darse a especies vegetales ya estudiadas (e.g. *Senecio formosum* o árnic), en un intercambio de información que involucre estudiantes y científicos así como a los habitantes del páramo propiamente dicho.

El Ministerio del Medio Ambiente (2001) también ha formulado un *Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana* en el que se proponen diversas formas de investigación, conservación y recuperación de los pasajes y ecosistemas paramunos a través de la participación activa de la colectividad científica y de las poblaciones locales y residentes en las áreas problemáticas, así como también a través de la integración de ecorregiones estratégicas a través de trabajos conjuntos entre diversos países. Los lineamientos expresados en esta propuesta deben ser analizados, divulgados y llevados a la práctica para que contribuyan realmente a la protección de los ecosistemas de alta montaña.

Áreas protegidas: Si bien la protección y delimitación de áreas protegidas ha sido un mecanismo ampliamente empleado en la protección de los ecosistemas en todo el mundo, éste ha demostrado su esterilidad si se encuentra desarticulado o separado de acciones que propendan por la investigación y conocimiento de las interacciones que hacen posible el sostenimiento del ecosistema a proteger. Aunque se ha propuesto no delimitar más áreas protegidas mientras no se conozcan y administren de manera adecuada las que ya han sido destinadas a tal fin (56), sería ideal determinar las áreas de importancia ecológica para ser protegidas al tiempo que se desarrollan sistemas efectivos de protección, seguimiento y control de las ya existentes. Es claro que la delimitación, alinderamiento o cierre de un área no la protege, pero también es claro que existen muchas áreas estratégicas que se encuentran incluso fuera de las reservas naturales del país. Baste para ello citar el caso de la danta de páramo, la cual se encuentra en sólo siete de los veintitrés Parques Nacionales Andinos en Colombia, área equivalente a tan sólo el 13% del hábitat donde el tapir se encuentra distribuido en la actualidad (57), lo que indica una planeación errada en los sistemas de protección de áreas, la cual debe orientarse por estudios de campo y en la designación de áreas prioritarias de conservación, por grados de endemismo y rareza, así como grados de intervención y viabilidad de recuperación de las mismas. Para ello es necesario el fortalecimiento de las instituciones gubernamentales ambientales para la protección efectiva de las reservas naturales y el estudio de la distribución y de la evaluación de poblaciones nativas así como de programas de reintroducción, los cuales, sin embargo, son aún incipientes en nuestro medio.

Por otra parte, el páramo debe concebirse como integrado por los glaciares de las partes altas y los bosques alto andinos que constituyen su zona amortiguadora. En este sentido, la conservación del hábitat a lo largo de un rango altitudinal permite la conservación de más especies de lo que permitiría la conservación de un área similar pero restringida a una altitud única (58), por lo que la conservación del páramo está ligada a la conservación de los ecosistemas que le anteceden y le preceden. Los bosques alto andinos son importantes para la conservación del páramo, ya que en ocasiones son los únicos puentes o corredores de unión entre parches de páramo aislados geográficamente de manera natural o por intervención humana. También es importante considerar al páramo como un sistema dependiente y del que dependen sistemas con los que no entra en contacto directo. Así por ejemplo, en los páramos jalca del Perú se origina el río Marañón, que en las tierras bajas se une al río

Ucayali para dar lugar al río Amazonas (véase Sánchez y Santiesteban 2004); a su vez el clima local se ve afectado por las selvas y las complejas interacciones que ocurren al interior de las mismas. Así mismo, los páramos colombianos se encuentran influenciados por las corrientes de aire húmedo originadas en los océanos y en la selva del Amazonas, que producen la mayoría de la precipitación anual en el país (59).

ALGUNAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2001), las altas montañas de las cordilleras y macizos aislados son bastante vulnerables al desequilibrio ecológico provocado por factores antrópicos y naturales, por lo cual es indispensable contar con información específica sobre la ecología, el estado de conservación o degradación de los ecosistemas, el potencial de recursos naturales presentes, las actividades socioeconómicas que allí se realizan y el impacto que ocasionan, así como su vulnerabilidad al cambio climático. Si bien los inventarios de fauna en el páramo están lejos de ser completos, es necesario iniciar investigaciones ecológicas, de comportamiento y distribución de las especies ya registradas para las regiones inventariadas en Sudamérica. Existe, en general, una marcada tendencia en el país a considerar como una prioridad los estudios que involucran inventarios, censos y caracterizaciones, mientras continúa siendo relegado a un papel secundario el estudio de las relaciones ecológicas entre los grupos mejor conocidos taxonómicamente en el país, entre ellos las aves y los mamíferos y algunos grupos de insectos, entre éstos los cucarrones o escarabajos (Coleoptera) y las mariposas (Lepidoptera), por ejemplo.

Como líneas prioritarias para estudiar el páramo se proponen las siguientes:

1. Especies endémicas de páramo y zona amortiguadora: El alto grado de endemismo de especies de plantas, aves y anfibios, hace del páramo uno de los ecosistemas más frágiles e importantes en cuanto a ecología, evolución y conservación (Ojeda *et al.* 2001). En este contexto, las islas de superpáramo, que se encuentran por encima de 4000-4200 m, son más escasas y mucho más pequeñas que el total de las islas de páramo y se encuentran además muy separadas entre sí por lo que muestran un endemismo elevado (60).

Mamíferos: todas las especies de mamíferos endémicas de este ecosistema son ratones (*Akodon bogotensis*, *Rhipidomys caucensis*, *Thomasomys bombycinus* *T. monochromos* y *T. niveipes*), pertenecientes a la familia Muridae y *Olallamys albicauda*, familia Echimyidae (61). Estos pequeños mamíferos son uno de los grupos más pobremente estudiados y con diferentes grados de amenaza por ser considerados perniciosos para los cultivos y la comida almacenada.

Aves: las únicas dos especies de aves restringidas estrictamente al área del páramo propiamente dicho son *Bolborhynchus ferrugineifrons* (Psittacidae) y el furnárido *Schizoeaca fuliginosa* (62). *B. ferrugineifrons* es una especie endémica de nuestro país restringida a las Cordilleras Central y Oriental (63). Verhelst y Renjifo (2002) consideran a la especie como vulnerable (VU), dado el caso de que su población se encuentre entre los 2000 y 4000 individuos. En caso de que su población sea menor a este estimativo, la especie sería considerada en peligro por los mismos autores. A pesar de la fuerte presión antrópica sobre el hábitat de la especie, principalmente por el aumento de cultivos de amapola, ésta no parece estar amenazada de extinción (64). Sin embargo, hasta el momento no existe información en torno al efecto que puede tener la degradación del páramo sobre este psitácido, particularmente la producida por el sobrepastoreo y las quemas (65). Por otra parte, los nuevos registros en el páramo de Chingaza en la Cordillera Oriental sugieren movimientos migratorios de la especie (66) que requieren ser confirmados.

De acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2002), los patos *Anas flavirostris* y *Oxyura jamaicensis* son especies endémicas y casi endémicas de Colombia que requieren especial atención. El pato andino (*Oxyura jamaicensis*) es una especie restringida a humedales alto andinos entre 2050 y 4000 m de elevación. Teniendo en cuenta los estimativos de una población de menos de 2500 individuos en todo el país, así como la destrucción de más de la mitad de su hábitat original y la presión ejercida por los cazadores, esta especie se considera en peligro de extinción (67). De acuerdo con el mismo autor, actualmente se desconoce su dieta en Colombia, así como la existencia o no de movimientos migratorios entre las poblaciones de las cordilleras Central y Oriental y entre éstas y las poblaciones del sur del país, así como aspectos referentes a su taxonomía y tamaño poblacional en el país.

Reptiles: son el grupo de vertebrados con menor riqueza en el páramo. Sin embargo, de 15 especies reportadas para el páramo, 5 poseen distribución restringida estricta y alta especialización (68).

Anfibios: se ha reportado la declinación global de las poblaciones de anfibios en todo el mundo. En Latinoamérica, estas disminuciones han ocurrido en su mayoría en altitudes mayores a 500 m en Centro América y en elevaciones mayores a 1000 m en los Andes, observándose disminuciones dramáticas en Costa Rica, Panamá, Venezuela y Ecuador, mientras países como el nuestro presentan vacíos en la información pertinente al estado de las poblaciones (69). De las 90 especies de anfibios paramunos (Anura y Caudata), 50 son endémicas, teniendo especial importancia la Sierra Nevada de Santa Marta, donde todas las especies de anfibios son endémicas, mientras la Cordillera Central, con un 80% de endemismos (70), posee una de las tasas de

deforestación y densidad poblacional humana más alta que ponen en peligro esta diversidad única. Por lo tanto, y considerando la conservación de anfibios endémicos y en peligro de extinción, es necesario evaluar el estado de salud de sus poblaciones, identificar las principales amenazas para su supervivencia y preservar los hábitats de los que éstas dependen, con el fin de que esta información permita la formulación de planes específicos de manejo y la estimación del riesgo de extinción de las especies amenazadas a través de métodos analíticos de viabilidad de poblaciones (71). Dado el cambio climático global actual y el futuro calentamiento de la tierra es viable realizar modelos de predicción de extinción de especies (72) para priorizar aquellas que deben ser objeto prioritario de estudio así como para la construcción de bancos genéticos de las mismas que sean manejados en Sudamérica.

2. Grandes mamíferos de páramo: Los grandes mamíferos son altamente vulnerables a la extinción dadas sus necesidades de un territorio extenso y por la presión ejercida sobre sus poblaciones por efecto de la cacería, por lo cual han desaparecido de muchos páramos (73), como es el caso del venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Parque Los Nevados (74). Los carnívoros y los grandes mamíferos son más susceptibles a la extinción dado su tamaño corporal que implica un mayor requerimiento de hábitat y a su tipo de dieta con mayor especialización (e.g. felinos). Al contrario de lo que ocurre con los grandes mamíferos, los tamaños poblacionales mayores capacitan a muchas especies de tamaño pequeño a resistir la extinción, incluso estando restringidas a un rango estrecho de alimentos en su dieta, menos tipos de hábitat y áreas geográficas más pequeñas que sus parientes más grandes (75).

Si bien los grandes mamíferos no son endémicos o únicos de los ecosistemas paramunos, éste es un hábitat esencial y puede actuar como refugio de algunas poblaciones. El estudio y conservación de los grandes mamíferos de páramo implica la conservación y estudio de los ecosistemas que habitan y, dada su extensa distribución altitudinal, así como sus necesidades vitales de territorio extenso, posibilitan el conocimiento y protección la comunidad que está relacionada directamente con estas especies. Áreas protegidas como el Parque Nacional Natural Los Nevados y su zona amortiguadora, son un componente prioritario para la conservación de los grandes mamíferos de páramo dada su gran extensión, su larga historia de conservación y su localización en los Andes Centrales de Colombia (76).

Tapir de montaña: de acuerdo con Lizcano *et al.* (2002), los esfuerzos de conservación de la danta de páramo o tapir de montaña deberán enfocarse en la reducción de la cacería y la disminución de la destrucción del hábitat, así como en la restauración del hábitat natural. Si bien se han registrado los hábitos generales de las dantas de montaña en Colombia, se requieren estudios complementarios que permitan determinar las plantas preferidas por la danta, de acuerdo con la disponibilidad y el consumo y relacionarlas con la abundancia de las dantas para enfocar los esfuerzos de conservación hacia los hábitats más propicios para el sostenimiento de las poblaciones (77). Es necesario determinar si especies domésticas favorecidas por la ampliación de la frontera agrícola (ganado bovino, caprino y ovino principalmente, así como los perros, gatos y ratas) podrían favorecer la presencia de enfermedades zoonóticas que afectarían la supervivencia de las poblaciones de dantas de páramo, como se ha sugerido en Ecuador (véase Rodríguez *et al.* 2003).

Oso de anteojos: si bien es considerada una especie bandera, carismática y emblemática por muchas organizaciones y es empleada para realizar campañas publicitarias relacionadas con la conservación, pocas personas conocen cuál es su estado de conservación, su dieta o su hábitat en Sudamérica. Aunque se considera que es la especie con la dieta más herbívora de la familia de los osos, puede inclusive llegar a atacar el ganado, por lo cual es muchas veces perseguido (Peyton 1999). En otras regiones ha sido cazado por su carne; con fines lucrativos se venden partes de su cuerpo en el mercado ilegal. La medicina tradicional también ha dejado su cuota en la persecución de estos animales para saciar creencias mitológicas; estas creencias no prevalecen sólo en Sudamérica, es sabido que en países como China se extrae la bilis de osos negros vivos en cautiverio con fines curativos por medio de un catéter conectado directamente a la vesícula de los animales, que son "ordeñados" regularmente. Por otra parte, la acusada fragmentación de los ecosistemas de alta montaña hace pensar que el flujo génico entre poblaciones separadas de osos es mínimo, lo cual, de ser demostrado, llevaría a afirmar definitivamente que esta especie emblemática de los ecosistemas de los Andes del Norte está amenazada en las ecorregiones que conforman esta vasta área (78).

3. Interacciones planta-animal: Los sistemas de polinización por insectos, aves y murciélagos son campos de investigación que deben y pueden ser abordados dado que las plantas de la región paramuna son el taxa mejor conocido y los inventarios de aves y murciélagos son bastante completos en varias regiones. Los colibríes son el grupo de aves más diverso del páramo (79) y, como se sabe, están involucrados en la polinización de una gran cantidad de plantas en toda América, de donde son endémicos. El estudio de los sistemas de polinización implica la posibilidad de conservar especies y gremios completos al conocer la fenología de las plantas y el grado de dependencia de especies determinadas de animales hacia determinadas plantas para su alimentación, mientras que éstas pueden ser bastante dependientes de determinadas especies animales para su reproducción. Los invertebrados también tienen una parte importante en los procesos de polinización, y se han observado diversas especies visitadoras de plantas, principalmente himenópteros y dípteros, que pueden actuar como verdaderos polinizadores.

4. Invertebrados: Buena parte de la mesofauna del suelo paramuno aún es desconocida para la ciencia y

muchas de las especies pueden ser endémicas. Así mismo, hasta el momento se desconoce el efecto de las quemadas y el pisoteo sobre la fauna, en especial aquella que habita el follaje seco de los frailejones, el suelo y la hojarasca original (80). Por su parte, los macroinvertebrados acuáticos son desconocidos en el páramo colombiano y podrían contribuir a la caracterización de hábitats y actuar como indicadores del grado de intervención de distintos ecosistemas a través de estudios comparativos. Poco o nada se ha estudiado al respecto en el páramo propiamente dicho, mientras los estudios existentes se han concentrado principalmente en los bosques alto andinos y en la zona de ecotonía, centrándose fundamentalmente en análisis fisicoquímicos e inventarios de algas (e.g.).

5. Cóndor Andino: El Programa Nacional de Conservación del Cóndor Andino en Colombia es un buen ejemplo de cooperación interinstitucional iniciado en 1989 por el Inderena y la Fundación Zoológico de San Diego. Se han liberado en el país 51 individuos con un 80% de supervivencia que posiciona a Colombia como país líder en la reintroducción exitosa de la especie (CORPOCALDAS 2000). A pesar de ello, se considera al cóndor como una especie en peligro, ya que su población en Colombia no supera los 250 individuos adultos y se encuentra amenazada fundamentalmente por la cacería y la degradación del hábitat (81). Así mismo, en términos generales, no se ha continuado un trabajo de observación científico que permita conocer el estado de la totalidad de individuos reintroducidos, su viabilidad a largo plazo o sus comportamientos y éxito reproductivo en las áreas donde han sido liberados, para evaluar el porcentaje de supervivencia y establecer la viabilidad poblacional y la dinámica de movimiento de las poblaciones. Es necesario conocer los niveles de endogamia de la población aparentemente aislada de la Sierra Nevada de Santa Marta (82).

BIBLIOGRAFÍA

- Adler, P.B., J.M. Morales. 1999. Influence of environmental factors and sheep grazing on an Andean grassland. *Journal of Range Management*, 52:471-480.
- Andrade, G.M., J.A. Álvarez. 2000. Mariposas. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Botero, J.E. 2002. *Oxyura jamicensis*. En: Renjifo, L.M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G. Kattan, B. López-Lanús (eds.). *Libro rojo de Aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.
- Botero, J.E., J.H. Lotero. 2004. Los grandes mamíferos del Parque Los Nevados. *Biocarta CENICAFÉ* No 6. Diciembre. Chinchiná, Caldas.
- Brown, J.H. 2003. *Macroecología*. Sección de obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura Económica, México.
- Cárdenas, C., C. Posada, O. Vargas. 2002. Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de paramo humedo sometida a quema y pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). *Ecotropicos* 15 (1):51-60 2002.
- Castaño, O., E. Hernández, G. Cárdenas. 2000. Reptiles. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Castaño-Urbe, C. (Ed.). 2002. *Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición Hotspot y Global Climatic Tensor*. Ministerio del Medio Ambiente. IDEAM. PNUD.
- Castaño-Urbe, C., R. Carrillo, F. Salazar. 2002. *Sistema de Información Ambiental de Colombia Tomo III. Perfil del estado de los recursos naturales y del medio ambiente en Colombia 2001*. IDEAM. Ministerio del Medio Ambiente.
- Castaño-Urbe, C, L. Franco, C. Rey. 2004. Colombia. En: Hofstede, R., Mena, P., Segarra, P. (Eds.). *Los páramos del Mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito.
- Corpocaldas. 2000. Proyecto conservación y Protección del Cóndor Andino en el Parque Nacional Natural Los Nevados. *Gestión Ambiental* 5. Octubre. Manizales, Caldas.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 10(40):221-268.
- Delgado, A.C., J.O. Rangel-Ch. 2000. Aves. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Espinal, L.S., E. Montenegro. 1963. *Formaciones vegetales de Colombia. Memoria Explicativa sobre Mapa Ecológico*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, D.E.
- Flórez, A. 2000. Geomorfología de los páramos. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Foster, P. 2001. The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews*. 55:73-106.

- Galindo, W.F., E. Murgueitio, L.A. Giraldo, A. Marín, F. Uribe, L.F. Berrío, 2003. *Manejo sostenible de los sistemas ganaderos andinos*. Fundación CIPAV, Cali, Colombia.
- Hofstede, R. 2003. Los páramos en el mundo: su diversidad y sus habitantes. En: Hofstede, R., Mena, P., Segarra, P. (Eds.). *Los páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos*. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito.
- IDEAM 1998. Los glaciares colombianos, expresión del cambio climático global. Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/publica/glaciares/glaciares.pdf>
- Jaimés, V. L. Sarmiento. 2002. Regeneración de la vegetación de páramo después de un disturbio agrícola en la Cordillera Oriental de Colombia. *Ecotropicos* 15(1):61-74 2002.
- Kattan, G.H., H. Álvarez-López. 1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. En: Schelhas, J., R. Greenberg (eds.). *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press. Washington, D.C.
- Lizcano, D.J., J. Cavelier. 2004. Características químicas de salados y hábitos alimenticios de la danta de montaña (*Tapirus pinchaque* Roulin, 1829) en los Andes Centrales de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 11(2):193-201.
- Lizcano, D. J., V. Pizarro, J. Cavelier, J. Carmona. 2002. Geographic distribution and population size of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in Colombia. *Journal of Biogeography*, 29:7-15.
- Llosa, G. 2001. *Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. Conservación de ecosistemas transfronterizos y especies amenazadas*. Convenio de cooperación técnica no reembolsable ATN/JF-5887-RG Comunidad Andina. Banco Interamericano de Desarrollo. Estudio nacional. Lima – Perú.
- Machado, A. 1995. Condiciones institucionales y regulación del impacto socioeconómico del cambio en la alta montaña. En: Lozano, J.A., J.D. Pabón. (Eds.). *Memorias del Seminario Taller sobre alta montaña colombiana*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Memorias No 3. Santafé de Bogotá, 13-15 de octubre de 1993.
- Martin, T. E. 1984. Impact of livestock grazing on birds of a Colombian cloud forest. *Tropical Ecology*, 25: 158-171.
- Márquez, S., Funes, G. Cabido, M. 1999. Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75(2):327-337.
- Massardo, F., O. Dollenz, R. Rozzi. 2001. Ecoturismo en el cono austral de América. En: *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. pp. 303-305.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2001. *Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana: Páramos*. Primera Edición. Dirección General de Ecosistemas. Bogotá, D.C.
- Morales, J. L. Sarmiento. 2002. Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el páramo venezolano. *Ecotropicos* 15(1):99-110 2002
- Ojeda, D., J. Pinto, M.C. Cardona, M. Cuellar, S. Cruz, L.S. de la Torre, J. Castañeda, C.R. Barrera, Y. González, J.C. Alarcón. 2001. Ecosistemas. En: Leyva, P. (ed.). *El medio ambiente en Colombia*. IDEAM, Bogotá.
- Muñoz, Y., A. Cadena, J.O. Rangel-Ch. 2000. Mamíferos. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Pabón, J.D. 1995. Aspectos generales y regionales del cambio climático y su impacto en la alta montaña colombiana. En: Lozano, J.A., J.D. Pabón. (Eds.). *Memorias del Seminario Taller sobre alta montaña colombiana*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Memorias No 3. Santafé de Bogotá, octubre 13-15 de 1993.
- Peyton, B. 1999. Spectacled Bear Conservation Action Plan. En: Servheen, C., Herrero, S., and Peyton, B. (compiladores). *Bears, Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Bear and Polar Bear Specialist Groups. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 309 pp.
- Pia, M.V., M.S. Lopez, A.J. Novaro. 2003. Efectos del ganado sobre la ecología trófica del zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus smithersi*) (Carnivora: Canidae) endémico del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76(2):313-321
- Rangel-Ch, J.O. 1995. Consideraciones sobre la diversidad y la vegetación de alta montaña en Colombia. En: Lozano, J.A., J.D. Pabón. (Eds.). *Memorias del Seminario Taller sobre alta montaña colombiana*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Memorias No 3. Santafé de Bogotá, 13-15 de octubre de 1993.
- _____. 2000a. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de

Ciencias Naturales. Bogotá.

_____ 2000b. Visión integradora sobre la región del páramo. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia *Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá.

Rodríguez, D., F. Cuesta, I. Goldstein, A.E. Bracho, L.G. Naranjo, O.L. Hernández (eds.). 2003. *Estrategia Ecorregional para la Conservación del Oso Andino en los Andes del Norte*. Primera Edición. WWF Colombia, Fundación Wii, EcoCiencia, Wildlife Conservation Society.

Rodríguez-Mahecha, J.V., J. Hernández-Camacho. 2002. *Loros de Colombia*. Conservation International. Tropical Field Guide Series. Bogotá, D.C.

Rodríguez-Mahecha, J.V., R.H. Orozco. 2002. *Vultur gryphus*. En: Renjifo, L.M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G. Kattan, B. López-Lanús (eds.). *Libro rojo de Aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Rueda-Almonacid, J.V., D. Lynch, A. Amézquita (Eds.). 2004. *Libro rojo de los anfibios de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas en Colombia. Conservación Internacional. ICN. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, D.C.

Sánchez, P.E., Jr. S. Santiesteban. 2004. Perú. En: Hofstede, R., P. Segarra, P. Mena. (Eds.). *Los páramos del Mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito. pp. 159-203.

Sarmiento, G. 1986. Ecological features of climate in high tropical mountains. En: Vuilleumier, F., M. Monasterio (eds.). *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press. American Museum of Natural History.

Sturm, H. 1994. Fauna. En: Mora-Osejo, L.E., H. Sturm (Eds.). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia*. Tomo I. Academia Colombiana de ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No 6. Santafé de Bogotá, D.C.

Van der Hammen, T. 1995. La dinámica del medio ambiente en la alta montaña colombiana: historia, cambio global y biodiversidad. En: Lozano, J.A., J.D. Pabón. (Eds.). *Memorias del Seminario Taller sobre alta montaña colombiana*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Memorias No 3. Santafé de Bogotá, 13-15 de octubre de 1993. pp. 11-15.

_____ 1998. Páramos. En: Chaves, M.E. y N. Arango (editoras). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997 - Colombia*. Tamo I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Vargas, O. J. Premauer, C. Cárdenas. 2002. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un páramo húmedo de Colombia. *Ecotropicos* 15(1):35-50 2002.

Verhelst, J.C., L.M. Renjifo. 2002. *Bolborhynchus ferrugineifrons*. En: Renjifo, L.M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G. Kattan, B. López-Lanús (eds.). *Libro rojo de Aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.

Verweij, P.A. 1993. Elementos para el manejo del páramo colombiano en relación a pastoreo, quema y cultivo de papas. En: Rabey, M.A. (Ed.). *El uso de recursos naturales en las montañas: tradición y transformación*. Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe - UNESCO - Montevideo.

Verweij, P.A., K. Kok, P.E. Budde. 2003. Aspectos de la transformación del páramo por el hombre. En: Van der Hammen, T., A.G. Dos Santos (eds.). *Estudios de ecosistemas tropoandinos* Volumen 5. La Cordillera Central Colombiana. Transecto Parque Los Nevados. Berlin-Stuttgart.

WWF. 2001. Visión de la biodiversidad de los Andes del norte. Fundena. Fundación Natura. Santiago de Cali, Colombia.

Young, B.E, K.R. Lips, J.K. Reaser, R. Ibáñez, A.W. Salas, J.R. Cedeño, L.A. Coloma, S. Ron, E. La Marca, J.R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves, D. Romo. 2001. Populations declines and priorities for amphibian conservation in Latinamerica. *Conservation Biology* 15(5):1213-1223.

NOTAS:

1. Van der Hammen 1998
2. Ibid
3. Ojeda *et al.* 2002

4. Rangel-Ch 1995, 2000a
5. Sarmiento 1986
6. Rangel-Ch 2000a
7. Ibid
8. Hofstede 2004, Sánchez y Santiesteban 2004
9. Ministerio del Medio Ambiente 2001, Hofstede 2004
10. Ministerio del Medio Ambiente 2001
11. Cuatrecasas 1958, Rangel-Ch 2000^a
12. Rangel-Ch 2000b
13. Sarmiento 1986, Sturm 1994
14. Sturm 1994
15. Mora-Osejo 2004
16. Sarmiento 1986
17. Espinal y Montenegro 1963
18. Rangel-Ch 2000a
19. Van der Hammen 1998
20. Rangel-Ch 2000a
21. Ibid
22. Muñoz *et al.* 2000
23. Sturm 1994
24. Andrade y Álvarez 2000
25. Castaño-Uribe 2002
26. Van der Hammen 1995, Castaño-Uribe *et al.* 2002, Verweij *et al.* 2003
27. Hofstede 2004
28. Rueda-Almonacid *et al.* 2003
29. e.g. Machado 1995
30. Van der Hammen 1998, Castaño-Uribe 2002, Castaño-Uribe *et al.* 2002, Ministerio del Medio Ambiente 2001, Verweij *et al.* 2003
31. Hofstede 2004
32. Castaño-Uribe *et al.* 2002
33. Verweij 1993, Verweij *et al.* 2003
34. Van der Hammen 1998
35. Van der Hammen 1998, Rueda-Almonacid *et al.* 2003
36. Castaño-Uribe *et al.* 2002
37. Vargas *et al.* 2002
38. Cárdenas *et al.* 2002, Jaimes y Sarmiento 2002, Morales y Sarmiento 2002, Verweij *et al.* 2003
39. Rangel-Ch 2000a
40. Hofstede 2004
41. e.g. Verweij *et al.* 2003
42. Martin 1988, Adler y Morales 1999, Márquez *et al.* 1999, Pia *et al.* 2003
43. Massardo *et al.* 2001
44. e.g. Botero
45. IDEAM 1998, Flórez 2000
46. IDEAM 1998
47. Foster 2001
48. Young *et al.* 2001
49. Brown 2003
50. Flórez 2000
51. Castaño-Uribe 2002
52. Pabón 1995
53. Llosa 2001
54. Verweij *et al.* 2003
55. Galindo *et al.* 2003
56. Hofstede 2004
57. Lizcano *et al.* 2002
58. Kattan y Álvarez-López 1996
59. Castaño-Uribe *et al.* 2004
60. Van der Hammen 1998

61. Muñoz *et al.* 2000
62. Delgado y Rangel-Ch 2000
63. Rodríguez-Mahecha y Hernández-Camacho 2002
64. Ibid
65. Verhelst y Renjifo 2002
66. Rodríguez-Mahecha y Hernández-Camacho 2002
67. Botero 2002
68. Castaño *et al.* 2000
69. Young *et al.* 2001
70. Ardila y Acosta 2000
71. Rueda-Almonacid *et al.* 2004
72. e.g. Brown 2003
73. Van der Hammen 1998
74. Botero y Lotero 2004
75. Brown 2003
76. Botero y Lotero 2004
77. Lizcano y Cavelier 2004
78. Rodríguez *et al.* 2003
79. Hofstede 2004
80. Van der Hammen 1998
81. Rodríguez-Mahecha y Orozco 2002
82. Ibid

Close Window