
**Gente y Ambiente de Páramo:
Realidades y Perspectivas en el Ecuador**

FLACSO - Biblioteca

ECOCIENCIA

PROYECTO PÁRAMO ANDINO

Coordinación de las reuniones del Conversatorio:

Doris Ortiz y Carolina Chiriboga - EcoCiencia

Colaboración de la Universidad Andina Simón Bolívar

Pablo Ortiz, Profesor e investigador asociado

Marco Romero, Director del Área de Estudios Sociales y Globales

Edición de textos: Juan Sebastián Martínez.

Diseño y Diagramación: Editorial Abya Yala.

Fotografías de la portada: Páramo de Chimborazo (arriba) y flor de chuquiragua (*Chuquiraga jussieui*) (abajo), ambas (c) 2008 Patricio Mena Vásconez.

Publicación realizada en el marco de "Ciclo de Conversatorios sobre Perspectivas Sociales y Ambientales del Páramo Andino" desarrollado en septiembre de 2006, organizado y convocado por Ecociencia, a través del Proyecto Páramo Andino, y Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador.

Una publicación de:



Coordinadora en el Ecuador del
Proyecto Páramo Andino
Conservación de la Diversidad en el Techo de los Andes



Impreso en el Ecuador por Editorial Abya Yala

Las opiniones vertidas por los autores no necesariamente representan las de las entidades auspiciantes.

Copyright 2009

ISBN: 978-9978-22-823-4

Se sugiere citar esta obra así: De la Cruz, R., Mena Vásconez, P., M. Morales, P. Ortiz, G. Ramón, S. Rivadeneira, E. Suárez, J. F. Terán y C. Velázquez. 2009. Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador. EcoCiencia-Abya Yala. Quito.

Para cada artículo:

Autor/a. 2009. Título del artículo. Pp. xx-yy en: Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador, EcoCiencia, Abya Yala.

Tabla de Contenidos

Introducción	7
Conocimiento y prácticas ancestrales..... Galo Ramón	13
El estado de salud de los páramos en el Ecuador	23
Patricio Mena Vásconez	
Integridad ecológica frente a salud ecosistémica	41
Esteban Suárez Robalino	
Páramos y agro	55
Pablo Ortiz-T	
Habitantes y usuarios del ecosistema de la microcuenca del río Blanco	85
Cecilia Velásquez	
Aspectos legales para el manejo y conservación de los páramos en el Ecuador	99
Manolo Morales y Silvana Rivadeneira	
Normativa e interlegalidad de los Páramos en el Ecuador.....	105
Rodrigo de la Cruz	
Los acuerdos económicos internacionales y la gestión ambiental de los páramos.....	119
Juan Fernando Terán	

Integridad ecológica frente a salud ecosistémica: reflexiones sobre enfoques de conservación en ecosistemas de páramo

Esteban Suárez Robalino
Universidad San Francisco de Quito-IDEAS

RESUMEN

El manejo de los ecosistemas de páramo ha estado tradicionalmente sesgado hacia el mantenimiento de su salud ecosistémica (*i. e.* su capacidad de proveer servicios ecológicos valorados por la sociedad). Más específicamente, se ha enfatizado en la capacidad de regulación hídrica de los páramos, la cual depende fundamentalmente de la integridad de sus suelos y del mantenimiento de una cobertura adecuada de vegetación. Sin embargo, debido a la extrema sensibilidad al disturbio que caracteriza a muchos elementos de la biodiversidad de páramo, este enfoque puede ser insuficiente para proteger la integridad ecológica de estos ecosistemas, entendida como el mantenimiento de comunidades de especies nativas en su abundancia y variedad históricas. En este contexto, se sugiere la necesidad de explicitar los objetivos de conservación de las iniciativas de manejo de páramos, e implementar esquemas de zonificación que permitan mantener, tanto la capacidad de regulación hídrica de los páramos, como su integridad ecológica a largo plazo.

SALUD ECOSISTÉMICA E INTEGRIDAD ECOLÓGICA EN ECOSISTEMAS DE PÁRAMO

Tanto en América Latina como en el resto del mundo, las tendencias de conservación de recursos naturales se han movido a lo largo de

una gradiente entre dos enfoques principales: en el un extremo están las estrategias más relacionadas con la *preservación* de los ecosistemas, cuyo énfasis es la conservación de poblaciones viables de las especies nativas, y de las interacciones ecológicas que esas especies mantienen entre sí y con su ambiente abiótico.¹ En otras palabras, este enfoque se concentra en la *integridad ecológica*, entendida como el mantenimiento de poblaciones de especies nativas en su abundancia y variedad históricas, que interactúan en comunidades bióticas naturalmente establecidas. Desde este enfoque, la identidad de las especies que conforman un ecosistema adquiere especial importancia porque cada una representa una diferente solución evolutiva al problema de la supervivencia, independientemente de su potencial importancia para el ser humano, o de su rol en términos de contribuir a las funciones ecosistémicas que valora la sociedad.

Por el contrario, en el otro extremo se ubican los esquemas funcionalistas que enfatizan en la conservación de la *salud de los ecosistemas*, definida como su capacidad para mantener sus funciones y procesos normales, de manera que sigan prestando servicios ambientales trascendentales para la sociedad. En el contexto de estos esquemas, la identidad de las especies, y la estructura y diversidad de las comunidades bióticas es irrelevante, en la medida que el ecosistema conserve su capacidad para proveer los servicios ambientales por los que se lo valora (B. Callicott, *et al.*, 1999: 22-35)².

En el caso de los páramos andinos, el enfoque que ha predominado ha sido el funcionalista, en el que las iniciativas de conservación de estos ecosistemas se ha basado casi exclusivamente en su capacidad de funcionar como reguladores de flujos hidrológicos.³ En particular, durante la última década, muchos investigadores han centrado su atención en el rol crítico que tienen los suelos del páramo como reguladores de la captación y suministro de agua⁴, mientras que conservacionistas y manejadores han enfatizado en el manejo integral de microcuencas para mantener su capacidad de regulación hídrica y promover esquemas equitativos de uso y reparto de este

recurso (E. Vega y D. Martínez, 2000). Pero, ¿hasta qué punto este enfoque asegura la conservación integral del páramo, con todos sus elementos bióticos y sus interacciones ecológicas? En este ensayo hago una reflexión acerca de la conveniencia del enfoque funcionalista de conservación de los páramos andinos, en el contexto de las quemadas de pajonal asociadas a la ganadería, como uno de los disturbios antropogénicos más extendidos y frecuentes que experimentan estos ecosistemas.

EL IMPACTO DEL FUEGO EN EL PÁRAMO

A pesar de sus excepcionales valores ecológicos, biogeográficos, estéticos y económicos, los páramos andinos están gravemente amenazados por diversas alteraciones antropogénicas como la contaminación, la extensión de la frontera agrícola y la excesiva demanda de agua para usos humanos (e.g. L. Sarmiento, 2000: 246-253)⁵ Sin embargo, entre estas alteraciones, las quemadas asociadas a la ganadería son una de las amenazas más preocupantes, no sólo por su extensión y frecuencia, sino también por lo drástico de sus efectos. La mayoría de estos incendios se inicia para eliminar la biomasa muerta de los pajonales y fomentar el brote de hojas verdes de pajonal que son preferidas y más accesibles para el ganado vacuno.

Para visualizar la evolución de la integridad ecológica y la salud ecosistémica de un páramo, primero conviene describir, de una forma simplificada, los principales efectos del fuego sobre la vegetación del páramo. En la figura 1 se presenta⁶ un esquema idealizado de la evolución de la cobertura vegetal en un páramo andino (basado en Suárez y Medina, 2001: 158-164; y otros textos⁷). En este esquema, un páramo sin quemadas está caracterizado por una importante cobertura de pajonales (~60% de la cobertura del suelo), pero también por abundantes hierbas y arbustos que, junto con los pajonales, forman una vegetación densa que deja muy poco suelo descubierto.

La diversidad de especies y formas de vida en estos páramos tiende a ser alta, especialmente por la variedad de hierbas y arbustos que germinan y crecen resguardados por la espesa cobertura vegetal. De igual manera, el suelo está protegido de la alta insolación y otros impactos físicos (como precipitaciones), y acumula grandes cantidades de materia orgánica, favorecido por los patrones climáticos del páramo. Una vez que se inician los incendios y la introducción del ganado, el fuego arrasa la vegetación, provocando un aumento dramático en la cantidad de suelo descubierto y expuesto a la erosión y compactación.

Conforme se inicia la recuperación de la vegetación, los pajonales rebrotan rápidamente a partir de sus meristemas que se encuentran más o menos protegidos en el interior de los penachos, y recuperan valores cercanos a su cobertura original en tiempos relativamente cortos. Sin embargo, los arbustos (y algunas hierbas también) no se recuperan con la misma velocidad y, usualmente, su mortalidad es cercana al 100%. Conforme las quemadas se repiten, la representación de arbustos en la comunidad vegetal disminuye o desaparece por completo, y la vegetación herbácea pasa a ser dominada por unas pocas especies resistentes al fuego y al pisoteo (como *Lachemilla* spp.), convirtiendo al páramo en un pajonal relativamente homogéneo y con poca diversidad de especies. Desde el punto de vista funcional, sin embargo, este páramo de pajonal aún mantiene un alto porcentaje de cobertura del suelo y, por lo tanto, conserva su capacidad de regular los flujos hídricos, siempre y cuando las quemadas y el pisoteo del ganado no sean tan frecuentes e intensos como para erosionar y compactar el suelo.

De esta manera, la gradiente en la intensidad del disturbio por quemadas y pastoreo en los páramos determina diferentes estados de su integridad ecológica y salud ecosistémica. En un páramo sin quemadas o con una frecuencia muy baja de incendios, el ecosistema mantiene su integridad ecológica en mayor medida y, a la vez, mantiene intacta su capacidad de regular los flujos hidrológicos, como

reflejo de su buena salud ecosistémica (figura 2). Conforme se intensifica el disturbio, o se aumenta su frecuencia, el ecosistema de páramo pierde su integridad ecológica como resultado de la eliminación de arbustos y hierbas sensibles a las quemas y al pisoteo. Sin embargo, en cuanto la cobertura de pajonales se mantenga relativamente alta, el impacto sobre el suelo se reducirá y, por lo tanto, el ecosistema podrá mantener buenos niveles de salud en términos de mantener su capacidad de regulación hídrica. Finalmente, si las quemas son demasiado frecuentes y el pastoreo muy intenso, el pajonal también se degrada, descubriendo al suelo e incrementando el impacto que éste recibe como consecuencia de los cambios microclimáticos, el pisoteo, y la desecación (figura 2); en este caso, el ecosistema también pierde su salud y deja de proveer el servicio ambiental por el que tanto se lo valora.

Los procesos descritos arriba implican que, desde el punto de vista de la provisión y regulación del agua, los páramos andinos sujetos a niveles intermedios de quemas y pastoreo podrían mantener su funcionamiento, incluso luego de haber cambiado su fisonomía y perdido gran parte de su diversidad vegetal (figura 2). Este patrón, que se opone a la noción de que existe una relación estrecha entre los niveles de biodiversidad y la estabilidad o eficiencia de las funciones ecosistémicas⁸, se explica en los páramos andinos por las características que determinan su crucial rol en los flujos hidrológicos y que están más relacionados con la integridad de la estructura de sus suelos, que con el estado o diversidad de su cobertura vegetal original (integridad ecológica).

Efectivamente, se ha demostrado que el almacenamiento y regulación de agua en los páramos se debe principalmente al alto contenido de materia orgánica, baja densidad de minerales y elevado contenido de materiales no-cristalinos que caracteriza a los Andosoles⁹ que dominan vastas zonas de páramo¹⁰ (Hofstede y Sevink, 1995). Más aún, estos estudios sugieren que el mantenimiento de esas características depende, sobre todo, de una cobertura vegetal más

o menos continua que proteja al suelo de la compactación y del aumento en la temperatura y consecuente desecación que se desencadena luego de la remoción de la cobertura vegetal por las quemas y la introducción de ganado.

IMPLICACIONES PARA EL MANEJO DE ECOSISTEMAS DE PÁRAMO

La parcial independencia que existe entre la integridad ecológica de los páramos y su capacidad de regular los flujos hidrológicos implica que, a niveles intermedios de quemas y pastoreo, estas dos características no sean compatibles en un mismo tiempo y espacio. Así, mientras que el mantenimiento de la salud ecosistémica de una localidad de páramo podría basarse en esquemas de manejo que reduzcan la frecuencia de las quemas y la intensidad del pastoreo, es muy posible que esa misma estrategia sea insuficiente en términos de conservar la integridad ecológica de ese ecosistema; el mantenimiento de esta última característica dependerá, seguramente, de esquemas de protección más estrictos que aseguren la existencia de zonas totalmente exentas de los impactos del fuego y el pastoreo.

En lo esencial, esta imposibilidad de perseguir simultáneamente la salud ecosistémica y la integridad ecológica en una misma localidad de páramo, sugiere dos enfoques no excluyentes de manejo: en primer lugar, es indispensable que las iniciativas de conservación y manejo sean explícitas acerca de qué es lo que se quiere conservar. Como se ha visto, si lo que se pretende mantener es la integridad ecológica de un sitio, este objetivo requerirá esquemas de protección mucho más restrictivos que los que se implementarían si el objetivo principal fuera, fundamentalmente, el mantenimiento de la provisión y regulación de agua¹¹.

Para lograr un cuidado integral del páramo se deben diseñar sistemas de zonificación que permitan segregar espacialmente los dos

objetivos de conservación (integridad ecológica y salud ecosistémica). De esta manera, las zonas aledañas a poblados o comunidades, y que son intensivamente utilizados por la gente local, podrían ser manejados con el objetivo de mantener sus servicios ambientales, mientras que las zonas más alejadas de sus territorios podrían convertirse en reservas comunitarias en las que el manejo se centra en restricciones más drásticas de los impactos antropogénicos, para asegurar el mantenimiento de la integridad ecológica de la zona. Si bien estos conceptos no son nuevos y han sido utilizados en el manejo de diversos ecosistemas, sorprende la poca frecuencia con la que son aplicados en los ecosistemas de páramo.

El análisis que presento en este trabajo es una simplificación de los problemas de manejo de los ecosistemas de páramo, y de los enfoques que se podrían implementar para enfrentarlos. Por un lado, he ignorado por completo otras alteraciones antropogénicas, como la expansión de la frontera agrícola, que afectan enormes extensiones de páramos andinos. De igual manera, omití intencionalmente la discusión de todos los aspectos sociales y económicos que condicionarían la aplicación de cualquier enfoque de conservación, sin importar si persigue la integridad ecológica de un páramo, o netamente su salud ecosistémica. A pesar de tales limitaciones, sugiero que esta discusión sobre los enfoques de conservación es aún relevante, y debería incorporarse en el diseño e implementación de nuevas iniciativas de conservación de páramos. De otra forma, perderemos la oportunidad de desarrollar esquemas más integrales que contribuyan a mantener los cruciales servicios ambientales que proveen los páramos, y que a la vez reconozcan que estos ecosistemas son mucho más que simples pajonales.

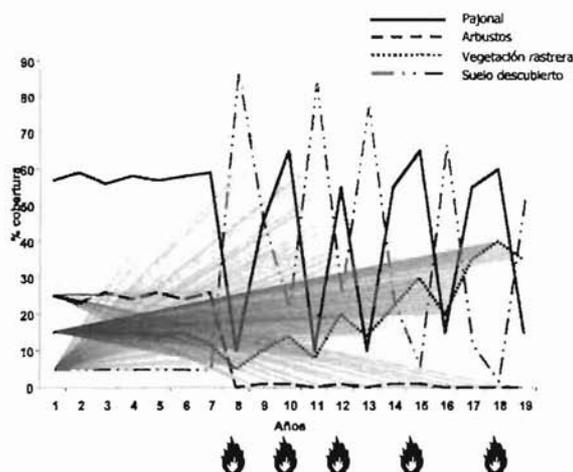


Figura 1. Evolución idealizada de la cobertura del suelo en un ecosistema de páramo sujeto al impacto de quemas periódicas y pastoreo.

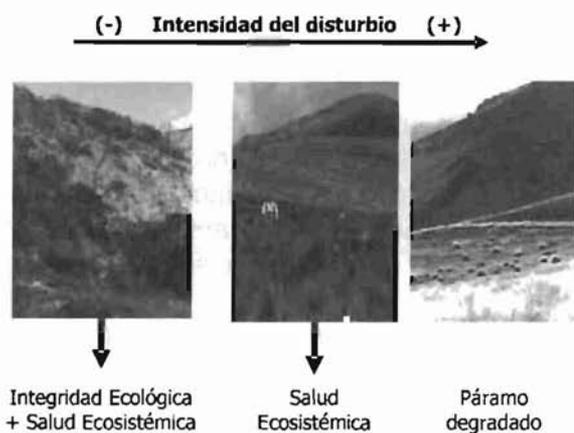


Figura 2. Representación esquemática de la evolución de la salud ecosistémica e integridad ecológica de un ecosistema de páramo en función de la intensidad del disturbio antropogénico debido a quemas y pastoreo.

NOTAS

- 1 Bram Aarts y Piet Nienhuis, "Ecological sustainability and biodiversity", en *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, No. 6, Duncow, Sapiens Publishing, 1999, pp. 89-102; Baird Callicott, Larry Crowder y Karen Mumford, "Current normative concepts in conservation", en *Conservation Biology*, No. 13, Oxford, Blackwell Publishing, 1999, pp. 22-35.
- 2 Véase también: Steven Yaffee, "Three faces of ecosystem management", en *Conservation Biology*, No. 13, Montpellier, Society For Conservation Biology, 1999, pp. 713-725.
- 3 Carmen Josse, Patricio Mena Vásconez y Galo Medina, eds., *El páramo como fuente de recursos hídricos*, Quito, GTP / Abya-Yala, 1999; Esteban Vega y Diego Martínez, *Productos económicamente sustentables y servicios ambientales del páramo*, Quito, GTP / Abya-Yala, 2000.
- 4 e.g. Wouter Buytaert, *et al.*, "The use of the linear reservoir concept to quantify the impact of changes in land use on the hydrology of catchments in the Andes", en *Hydrology and Earth System Sciences*, No. 8, Katlenburg-Lindau, Copernicus Publications, 2004, pp. 108-114; Kathleen Farley, Eugene Kelly y Robert Hofstede, "Soil organic carbon and water retention following conversion of grasslands to pine plantations in the Ecuadorian Andes", en *Ecosystems*, No. 7, New York, Springer New York, 2004, pp. 729-739; Carol Harden, "Soil erosion and sustainable mountain development: experiments, observations and recommendations from the Ecuadorian Andes", en *Mountain Research and Development*, No. 21, Berna, International Mountain Society / United Nations University, 2001, pp. 77-83; Lina Sarmiento, "Water balance and soil loss under long fallow agriculture in the Venezuelan Andes", en *Mountain Research and Development*, No. 20, Berna, International Mountain Society, 2000, pp. 246-253.
- 5 Véase también: Robert Hofstede, *Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem*, Amsterdam, University of Amsterdam, 1995a; Pascal Podwojewski, *et al.*, "Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador)", en *Soil Use and Management*, No. 18, ciudad, editorial, 2002, pp. 45-55; A. J. G. A. Rossenaar y Robert Hofstede, "Effects of burning and grazing on root biomass in the páramo ecosystem", en H. Balslev y J. L. Luteyn, eds., *Páramo: An Andean Ecosystem Under Human Influence*, London, Academic Press, 1992, pp. 211-214; Esteban Suárez, y Galo Medina, "Vegetation structure and soil properties in Ecuadorian páramo grasslands with different histories of burning and grazing", en *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, No. 33, Boulder, Institute of Arctic and Alpine Research, 2001, pp. 158-164; Pita Verweij y P. E.

Budde, "Burning and grazing gradients in páramo vegetation: initial ordination analices", en H. Balslev y J. L. Luteyn, edits., *Páramo: An Andean Ecosystem Under Human Influence*, London, Academic Press, 1992, pp.177-195.

- 6 Las figuras están ubicadas al final del texto.
- 7 Como: Robert Hofstede, "Recovery after fire in a Colombian páramo grassland: changes in vegetation structure and nutrient status", en *Vegetatio*, No. 119, ciudad, editorial, 1995b, pp. 53-65; Daniel Janzen, , "Rate of Regeneration after a Tropical High Elevation Fire", en *Biotropica*, No. 5, ciudad, editorial, 1973, pp. 117-122; Philip Keating, "Chronically disturbed páramo vegetation at a site in southern Ecuador", en *Journal of the Torrey Botanical Society*, No. 127, New York, Torrey Botanical Society, 2000, pp. 162-171; Verweij, Pita, *Spatial and Temporal Modelling of Vegetation Patterns: Burning and Grazing in the páramo of Los Nevados National Park, Colombia*, Amsterdam, Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1995; Young, C. C. y R. W. Kimmerer, "The patterns of post-fire recovery in Andean páramo", en *Bulletin of the Ecological Society of America*, No. 75, ciudad, Ecological Society of America, 1994, p. 255.
- 8 David Hooper y Peter Vitousek, "The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes", en *Science*, No. 277, Boston, MA, American Association for the Advancement of Science, 1997, pp. 1302-1305; Thomas Hefin Jones y Mark Alexander Bradford, "Assessing the functional implications of soil biodiversity in ecosystems", en *Ecological Research*, No. 16, ciudad, Springer Japan, 2001, pp. 845-858; Symstad, Amy, *et al.*, "Long-term and large-scale perspectives on the relationship between biodiversity and ecosystem functioning", en *Bioscience*, No. 53, Washington, DC, American Institute of Biological Sciences, 2003, pp. 89-98; Tilman, David, *et al.*, "The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes", en *Science*, No. 277, ciudad, editorial, 1997, pp. 1300-1302.
- 9 Suelos negros de formaciones volcánicas.
- 10 Wouter Buytaert, *et al.*, "Human impact on the hydrology of the Andean paramos", en *Earth-Science Reviews*, No. 79, Amsterdam, Elsevier, 2006, pp. 53-72; Wouter Buytaert, *et al.*, "Impact of land use changes on the hydrological properties of volcanic ash soils in South Ecuador", en *Soil Use and Management*, No. 18, ciudad, British Society of Soil Science, 2002, pp. 94-100; Jérôme Poulénard, *et al.*, "Water repellency of volcanic ash soils from Ecuadorian páramo: effect of water content and characteristics of hydrophobic organic matter", en *European Journal of Soil Science*, No. 55, ciudad, editorial, 2004, pp. 487-496; Jérôme Poulénard, *et al.*, "Runoff and soil erosion under rainfall simulation of Andisols from the Ecuadorian páramo: effect of tillage and burning", en *Catena*, No. 45, Amsterdam, Elsevier, 2001, pp.185-207.

- 11 Cabe anotar aquí que la heterogeneidad ambiental e importancia ecológica de los páramos sugieren que perseguir su conservación basada solamente en argumentos funcionalistas es un error.

REFERENCIAS

- Aarts, Bram y Piet Nienhuis, "Ecological sustainability and biodiversity", en *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, No. 6, Duncow, Sapiens Publishing, 1999, pp. 89-102.
- Buytaert, Wouter, *et al.*, "Human impact on the hydrology of the Andean paramos", en *Earth-Science Reviews*, No. 79, Amsterdam, Elsevier, 2006, pp. 53-72.
- Buytaert, Wouter, *et al.*, "The use of the linear reservoir concept to quantify the impact of changes in land use on the hydrology of catchments in the Andes", en *Hydrology and Earth System Sciences*, No. 8, Katlenburg-Lindau, Copernicus Publications, 2004, pp. 108-114.
- Buytaert, Wouter, *et al.*, "Impact of land use changes on the hydrological properties of volcanic ash soils in South Ecuador", en *Soil Use and Management*, No. 18, British Society of Soil Science, 2002, pp. 94-100.
- Callicott, Baird, Larry Crowder y Karen Mumford, "Current normative concepts in conservation", en *Conservation Biology*, No. 13, Oxford, Blackwell Publishing, 1999, pp. 22-35.
- Farley, Kathleen, Eugene Kelly y Robert Hofstede, "Soil organic carbon and water retention following conversion of grasslands to pine plantations in the Ecuadorian Andes", en *Ecosystems*, No. 7, New York, Springer New York, 2004, pp. 729-739.
- Harden, Carol, "Soil erosion and sustainable mountain development: experiments, observations and recommendations from the Ecuadorian Andes", en *Mountain Research and Development*, No. 21, Berna, International Mountain Society / United Nations University, 2001, pp. 77-83.
- Hofstede, Robert, *Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem*, Amsterdam, University of Amsterdam, 1995a.

- Hofstede, Robert, "Recovery after fire in a Colombian páramo grassland: changes in vegetation structure and nutrient status", en *Vegetatio*, No. 119, 1995b, pp. 53-65.
- Hooper, David y Peter Vitousek, "The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes", en *Science*, No. 277, Boston, MA, American Association for the Advancement of Science, 1997, pp. 1302-1305.
- Janzen, Daniel, "Rate of Regeneration after a Tropical High Elevation Fire", en *Biotropica*, No. 5, 1973, pp. 117-122.
- Jones, Thomas Hefin y Mark Alexander Bradford, "Assessing the functional implications of soil biodiversity in ecosystems", en *Ecological Research*, No. 16, Springer Japan, 2001, pp. 845-858.
- Josse, Carmen, Patricio Mena Vásquez y Galo Medina, eds., *El páramo como fuente de recursos hídricos*, Quito, GTP / Abya-Yala, 1999.
- Keating, Philip, "Chronically disturbed páramo vegetation at a site in southern Ecuador", en *Journal of the Torrey Botanical Society*, No. 127, New York, Torrey Botanical Society, 2000, pp. 162-171.
- Podwojewski, Pascal, *et al.*, "Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador)", en *Soil Use and Management*, No. 18, 2002, pp. 45-55.
- Poulenard, Jérôme, *et al.*, "Water repellency of volcanic ash soils from Ecuadorian paramo: effect of water content and characteristics of hydrophobic organic matter", en *European Journal of Soil Science*, No. 55, 2004, pp. 487-496.
- Poulenard, Jérôme, *et al.*, "Runoff and soil erosion under rainfall simulation of Andisols from the Ecuadorian páramo: effect of tillage and burning", en *Catena*, No. 45, Amsterdam, Elsevier, 2001, pp. 185-207.
- Rossenaar, A. y Robert Hofstede, "Effects of burning and grazing on root biomass in the páramo ecosystem", en H. Balslev y J. Luteyn, eds., *Páramo: An Andean Ecosystem Under Human Influence*, London, Academic Press, 1992, pp. 211-214.
- Sarmiento, Lina, "Water balance and soil loss under long fallow agriculture in the Venezuelan Andes", en *Mountain Research and Development*, No. 20, Berna, International Mountain Society, 2000, pp. 246-253.
- Suárez, Esteban y Galo Medina, "Vegetation structure and soil properties in Ecuadorian páramo grasslands with different histories of burning and grazing",

- en *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, No. 33, Boulder, Institute of Arctic and Alpine Research, 2001, pp. 158-164.
- Symstad, Amy, *et al.*, "Long-term and large-scale perspectives on the relationship between biodiversity and ecosystem functioning", en *Bioscience*, No. 53, Washington, DC, American Institute of Biological Sciences, 2003, pp. 89-98.
- Tilman, David, *et al.*, "The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes", en *Science*, No. 277, 1997, pp. 1300-1302.
- Vega, Esteban y Diego Martínez, *Productos económicamente sustentables y servicios ambientales del páramo*, Quito, GTP / Abya-Yala, 2000.
- Verweij, Pita, *Spatial and Temporal Modelling of Vegetation Patterns: Burning and Grazing in the páramo of Los Nevados National Park, Colombia*, Amsterdam, Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1995.
- Verweij, Pita y P. Budde, "Burning and grazing gradients in páramo vegetation: initial ordination analyses", en H. Balslev y J. L. Luteyn, edits., *Páramo: An Andean Ecosystem Under Human Influence*, London, Academic Press, 1992, pp.177-195.
- Yaffee, Steven, "Three faces of ecosystem management", en *Conservation Biology*, No. 13, 1999, pp. 713-725.
- Young, C. y R. Kimmerer, "The patterns of post-fire recovery in Andean páramo", en *Bulletin of the Ecological Society of America*, No. 75, Ecological Society of America, 1994, p. 255.