

## La Importancia Hídrica del Páramo y Aspectos de su Manejo

**Por: Robert Hofstede (Coordinador Proyecto sobre la Ecología del Páramo y Bosques Andinos, EcoPar) Agosto 30, 1997**

---

La importancia del ecosistema paramuno para la economía nacional y para la ecología se puede subdividir en tres componentes (Luteyn 1992). Primero, los paramos tienen un importante valor científico y ecológico por su flora endémica y su paisaje único ("función ecológica"). Segundo, los paramos desempeñan una función en la producción de alimentos ("función agrícola"). Tercero, los paramos son fundamentales para la regulación de la hidrológica regional y además constituyen la fuente de agua potable para la mayoría de la población de la parte Norte de los Andes ("función hidrológica"). La última función es probablemente la más importante para mostrar la importancia del páramo a un público grande: se refiere a los páramos como las "fábricas" de agua, las "esponjas" para el almacenamiento de agua o la "cuna" del sistema hídrico de los neotrópicos. Aunque es muy claro que la función hidrológica es muy valiosa como herramienta para concientizar a la gente, no sabemos exactamente que tan grande es el valor del páramo para la hidrología de la región (véase también comentarios Veneklaas, conferencia electrónica 21/8/97). Además, en la evaluación del manejo del ecosistema, no se puede considerar solamente la función hídrica, pero es necesario considerar los efectos de una actividad determinada con respecto a cada una de las tres funciones mencionadas.

### La hidrología del páramo

En los páramos el clima es frío y generalmente húmedo. La gran humedad no se evidencia tanto por una precipitación alta: aunque existen regiones donde la cantidad de lluvia por año alcanza más que 3000 mm, la mayoría de los páramos tienen una precipitación media anual de unos 1000 mm hasta menos. Sin embargo, por el frío y la alta nubosidad a esta altura, la evaporación es muy baja y por esto existe un alto rendimiento de agua (precipitación - evaporación). Aparte de la precipitación vertical (lluvia), también llega bastante agua al ecosistema por precipitación horizontal: la intercepción de niebla. Esta cantidad es muy difícil para medir y solo existe un dato para paramos: en Costa Rica. Dorenwend (1979; en Bruijnzeel y Proctor, 1995) observó un valor de 18% de la precipitación total con colectores de niebla en un páramo a 3500 m. También el rocío puede ser importante por las grandes diferencias de temperatura entre día y noche.

La descomposición de materia orgánica en el parado es muy baja, causada por las bajas temperaturas y la alta humedad. Por esto, en situaciones con poca intervención humana siempre se encuentra un suelo humífero. La materia orgánica puede absorber agua por una suave carga eléctrica y por esto los suelos humíferos tienen una gran retención de agua. En otras palabras: existe una relación mutua entre agua y materia orgánica: con mucha agua hay mucha materia orgánica (poca descomposición) y con mucha materia orgánica hay mucha agua (absorción). Parte de toda el agua en el suelo se mantiene inmóvil, encerrada en capilares muy delgados, mientras otra parte es móvil y retenida solo durante un periodo limitado. La parte móvil se establece en épocas húmedas, es retenida en el suelo y liberada en épocas secas. Es fácil determinar la cantidad total de agua en el suelo, conociendo la humedad del suelo y la densidad aparente. En total, el almacenamiento de agua en el primer metro del suelo puede alcanzar valores hasta más que 500 l.m<sup>-2</sup>, el equivalente de 500 mm o la mitad de la precipitación anual. Pero aun más importante para entender la importancia hídrica del páramo es saber cual parte de la cantidad total es móvil y durante cuanto tiempo puede ser retenida el agua. Hasta el momento sabemos muy poco de la dinámica de agua en el páramo, solo existen datos de la diferencia entre la cantidad de agua en la época seca y en época húmeda (200 l.m<sup>-2</sup>; Hofstede, 1995a). Tampoco existen datos de la velocidad de percolación de agua por el suelo.

Conferencia Electrónica "Estrategias para la Conservación y Desarrollo Sostenible de Páramos y Punas en la Ecorregión Andina: Experiencias y Perspectivas" (CDCPP, del 15 de agosto al 3 de octubre de 1997)

Aunque la capacidad de retención de agua del suelo es mucho más alta que aquella de la vegetación (500 vs. 3 l.m<sup>-2</sup>), la presencia de una capa de plantas constantemente húmeda es importante para mantener una buena retención de agua durante las épocas secas. La más baja retención de agua en localidades pastoreadas y quemadas probablemente esta causada por la desaparición de una capa cerrada de plantas. Por la presencia de suelos porosos, la infiltración de agua en el páramo generalmente es alta. La baja incidencia de escorrentía superficial indica que la erosión pluvial no es importante en situaciones naturales en paramos y bosques andinos. Erosión por salpicadura puede ocurrir (Vis, 1986), dependiendo de la presencia de superficies de suelo descubierto. En paramos no disturbados este porcentaje es menor de 5%, pero en sitios disturbados puede llegar a 35% (Verweij, 1995).

### **Impacto de practicas agrícolas**

Las zonas de vegetación natural por arriba de las 3200m en las sierras andinas están en un equilibrio morfo-dinámico fragil. Este equilibrio es disturbado en muchas ocasiones por la agricultura (De Noni et al., 1986; Hofstede, 1995a). Todas las practicas agrícolas (cultivos, ganadería y también forestación) tienen como consecuencia que la capa de vegetación desaparece durante un determinado periodo: por ejemplo, en el caso de cultivos el suelo es arado antes de la siembra y en el caso de ganadería la quema es una practica común. La desaparición de la vegetación protectora causa una exposición del suelo al aire y aumenta la evaporación en el suelo superficial.

Cuando esto ocurre, se tiende a interrumpir el efecto mutuo entre agua y materia orgánica: por menos humedad hay un aumento de la descomposición que resulta en menos materia orgánica en el suelo y así, a su vez, en una menor capacidad de retención de agua. Este efecto es muy significativo, porque los suelos volcánicos poco desarrollados (que se encuentra en la mayoría de los paramos) se secan irreversiblemente y no recuperan su morfología original cuando se vuelven a mojar. Con prácticas agrícolas repetitivas, sin largos periodos de descanso, este ciclo de sequía y disminución de materia orgánica puede ser tan desarrollado que el resultado es un suelo seco, arenoso y sin partes orgánicas.

La ausencia de una cobertura protectora del suelo parte del año, las pendientes fuertes y otros aspectos de las practicas agrícolas, por ejemplo labranza en la dirección de la pendiente, han causado erosión acelerada en áreas con agricultura (Dehn, 1995; Harden, 1993 a y b, 1996). Además, el pastoreo de paramos disminuye la porosidad de los suelos por compactacion (Hofstede, 1995b), aumentando el riesgo de escorrentía superficial y erosión asociada. Caso especial son los suelos con cangahua. La impermeabilidad de este material a poca profundidad en los suelos ha causado erosión severa, tanto que la cangahua esta expuesta a la superficie (De Noni, 1994; Navarro y Zabrowski, 1995).

A primer vista parece que la implantación de árboles en el páramo, que hasta ahora son casi únicamente exóticos, favorece la estabilidad del ecosistema: crea mas biomasa y por esto aumenta la cobertura vegetal entra mas material orgánica en el suelo. Desafortunadamente no es tan sencillo. Primero, durante la implantación se quita (parte de) la vegetación existente y se disturba el suelo (compactación; Evans, 1992). Pero más importante son los efectos durante el crecimiento de la plantación. Especialmente especies como el pino consumen mucha agua, disminuyen el rendimiento hídrico y por esto se seca el suelo, razón porque hay mas descomposición. Esta acelerada descomposición no esta compensada por la entrada de nueva materia orgánica, porque la hojarasca de pino es muy uniforme y resistente a microorganismos. El resultado es que bajo muchas condiciones el suelo bajo una plantación de pino es menos orgánico y mas seco que en páramo (Cortes et al., 1990; Hofstede y Jongsma, 1997).

Conferencia Electrónica "Estrategias para la Conservación y Desarrollo Sostenible de Páramos y Punas en la Ecorregión Andina: Experiencias y Perspectivas" (CDCPP, del 15 de agosto al 3 de octubre de 1997)

### **Manejo y conservación del páramo para la gente y el agua**

No existe un solo régimen de manejo que respete todas las funciones del páramo. Solamente en el caso en que se abandonarían todas las actividades agrícolas, la sostenibilidad ecológica e hidrológica se asegura, porque inclusive con los sistemas de ganadería mas modestos la composición de especies, la estructura de la vegetación y la hidrología de los suelos se modificara y no se puede garantizar la sostenibilidad (Hofstede, 1995a). Sin embargo, con la situación socio-económica actual en los Andes, no es realista excluir toda la intervención humana y tenemos que aceptar y respetar la producción agrícola en los páramos. Por esto, las prácticas de manejo tienen que estar espacialmente diversificadas para satisfacer los requisitos de una función en una localidad, y con los de otra función en otra parte (zonificación!).

Creo que es necesario dejar áreas extensas de páramo bajo protección total. Este manejo cumple con los requisitos de dos funciones del páramo: hídrica y ecológica. Especialmente en las pendientes una situación hidrológicamente estable es importante para asegurar una provisión constante de agua a las turberas, que están situadas en la base de los valles (Cleef 1981, Vis 1989).

Lógicamente, la productividad agrícola esta ausente bajo un manejo de protección total. Para alcanzar un cierto nivel de producción agrícola sin transformar mucho la estructura de la vegetación, se puede introducir un manejo con solo pastoreo extenso pero moderado. Este sistema tampoco conlleva consecuencias dramáticas para la función hídrica y ecológica del páramo. Pero un sistema de pastoreo moderado puede ser sostenible (económicamente y ecológicamente) solo en grandes extensiones de páramo. La densidad tiene que permanecer en un nivel bajo para que la vegetación se mantenga cerrada y que no se necesite quemar para proveer rebrotes frescos. Sin embargo, en condiciones de bajas densidades el ganado se distribuye irregularmente, y la presión del pastoreo en sitios preferidos (fuentes de agua, fincas, saladeros) sobrepasa la capacidad de carga. Además, la productividad por unidad de área será baja dada el poco valor nutritivo de las especies de pastos naturales y los altos costos energéticos para el mantenimiento de los animales (Schmidt y Verweij, 1992). Como consecuencia, un sistema con pastoreo moderado puede ser una alternativa viable, pero solo en áreas grandes y continuas en las cuales vivan pocas familias. En tal caso, se debe aceptar que áreas extensas de páramo estén mas o menos modificadas: algunas cabezas de ganado y de flora exótica estarán presentes y la fauna nativa se ahuyentara.

Bajo las condiciones socio-económicas actual, es mejor designar cuidadosamente ciertas áreas planas, sin peligro de erosión, con un suelo fértil, relativamente fácil para arar, con una disponibilidad optima de material vegetal fresco y con una buena infraestructura donde se puede intensificar la agricultura. Para mantener la sostenibilidad a largo plazo de este sistema de agricultura es posible aumentar la productividad por uso de pastos introducidos manejados, abonos orgánicos y fertilizantes a pequeña escala (Hofstede, 1995c). Áreas con menos aptitud para la intensificación de la agricultura pero sin una función critica para la hidrología o la ecología de la región se puede designar para la producción de madera, en ciertos lugares hasta con especies exóticas.

### **Referencias**

\* Bruijnzeel, L.A. y Proctor, J. (1995). Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? En: Tropical Montane Cloud Forests (L.S. Hamilton; J.O. Juvik y F.N. Scatena, eds.). Ecological Studies 110. May, 1991; San Juan, Puerto Rico. New York: Springer. p. 38-78

\* Cleef, A.M. (1981). The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental. Vaduz: University of Utrecht, Tesis de PhD

\* Dehn, M. (1995). An evaluation of soil conservation techniques in the Ecuadorian Andes.

Conferencia Electrónica "Estrategias para la Conservación y Desarrollo Sostenible de Páramos y Punas en la Ecorregión Andina: Experiencias y Perspectivas" (CDCPP, del 15 de agosto al 3 de octubre de 1997)

Mountain Research and Development 15(2):175-182

\* Harden, C.P. (1996). Interrelationships between land abandonment and land degradation: A case from the Ecuadorian Andes. Mountain Research and Development 16(3):274-280

\* Harden, C.P. (1993a). Land use, soil erosion, and reservoir sedimentation in an Andean drainage basin in Ecuador. Mountain Research and Development 13(2):177-184

\* Harden, C.P. (1993b). Upland erosion and sediment yield in a large Andean drainage basin. Physical Geography 14(3):254-271

\* Hofstede, R.G.M. (1995a). Effects of burning and grazing on a Colombian paramo ecosystem. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, Tesis de PhD. 198pp

\* Hofstede, R.G.M. (1995b). The effects of grazing and burning on soil and plant nutrient concentrations in colombian paramo grasslands. Plant and Soil 173(1):111-132

\* Hofstede, R.G.M. (1995c). Effects of livestock farming and recommendations for management and conservation of paramo grasslands (Colombia). Land Degradation and Rehabilitation 6(3):133-147

\* Hofstede, R.G.M. y Jongsma, W. (1997) La forestación con especies exóticas y nativas en los Andes del Ecuador. Resultados preliminares del proyecto EcoPar. Quito, Proyecto EcoPar.

\* Luteyn, J.L. (1992). Paramos: why study them? En: Paramo: an andean ecosystem under human influence. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.1-14.

\* Navarro, H. y Zebrowski, C. (1994). La rehabilitación agrícola de suelos volcánicos indurados y erosionados en Ecuador y México. En: Transactions 15th World Congress of Soil Science July 1994; Acapulco, México. Chapingo, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. vol. 6a p. 592-610

\* de Noni, G.; Janeau, J.L.; Prat, C.; Trujillo, G. y Viennot, M. (1994). Hydrodynamique, érodabilité et conservation des sols volcaniques indurés d'Amérique Latine (Equateur, Mexique et Nicaragua): impact du matériau originel et effet de la réhabilitation agricole. En: Transactions 15th World Congress of Soil Science July 1994; Acapulco, México. Chapingo, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. vol. 6a p. 554-570

\* de Noni, G.; Trujillo, G. y Viennot, M. (1986). L'érosion et la conservation des sols en Equateur. Cahiers ORSTOM, Serie Pedologie 22(2):235-245

\* Schmidt, A.M. y Verweij, P.A. (1992). Forage intake and secondary production in extensive livestock systems in paramo. En: Paramo: an andean ecosystem under human influence. (H. Balslev y J.L. Luteyn, eds.) London: Academic Press. p.197-210.

\* Verweij, P.A. (1995). Spatial and temporal modelling of vegetation patterns. Burning and grazing in the paramo of Los Nevados National Park, Colombia. Enschede: University of Amsterdam y ITC, Tesis de PhD. 233pp

\* Vis, M. (1986). Interception, drop size distributions and rainfall kinetic energy in four Colombian forest ecosystems. Earth Surface Processes and Landforms 11(6):591-603

\* Vis, M. (1989). Processes and patterns of erosion in natural and disturbed andean forest ecosystems. Amsterdam: University of Amsterdam, Tesis de PhD. 114pp. EcoPar tiene la versión publicado en 1991 como *Nederlandse Geografische Studies* 125. Contiene el mismo texto de la tesis original.

Conferencia Electrónica “Estrategias para la Conservación y Desarrollo Sostenible de Páramos y Punas en la Ecorregión Andina: Experiencias y Perspectivas” (CDCPP, del 15 de agosto al 3 de octubre de 1997)