

## LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS EN LOS PÁRAMOS

*Pascal Podwojewski y Jérôme Poulenard\**

---

### **La erosión natural versus la degradación antrópica**

La erosión es un componente esencial de la degradación de los suelos (De Noni y Trujillo 1986). Esta erosión puede ser natural o antrópica.

### *Los movimientos en masa*

Todos los movimientos en masa están localizados en fuertes pendientes (>60%) y/o en rupturas de pendiente. Por lo tanto, el factor topográfico parece desempeñar un papel preponderante. Sin embargo, la causa es un desequilibrio entre, por una parte la masa de la cobertura del suelo, del agua allí almacenada y de las plantas que lo

cubren y, por otra parte, de las fuerzas de frotamiento de estos materiales sobre el zócalo de la roca alterada en la pendiente (Schott 1998).

### El deslizamiento de tierra en plancha

Ésta toma la forma de pequeños deslizamientos de tierra de un tamaño que varía entre 1 y 10 m. Generalmente son poco profundos y se caracterizan por el desprendimiento de una capa más o menos espesa de suelo. El plano del deslizamiento corresponde al contacto entre el horizonte orgánico y el horizonte de alteración subyacente. El volumen de tierra desplazado no es muy importante. Estas mani-

---

\*Por favor véanse las direcciones y afiliaciones de los autores en el artículo precedente.

festaciones son muy frecuentes tanto en las zonas de fuerte influencia humana como en zonas de vegetación natural.

### El deslizamiento en cucharada

Cuando el desprendimiento se produce al nivel de una ruptura de pendiente (planicie que domina una pendiente fuerte), el deslizamiento es más profundo y forma una concavidad en la ladera (deslizamiento en cucharada). El material desplazado presenta una mezcla de los dos horizontes.

En los dos tipos de deslizamientos, la "lengua" formada por el material desplazado es a menudo reutilizada para la agricultura; la zona de arranque, que favorece la acumulación de agua, con frecuencia es invadida por una vegetación de tipo matorral. Esto puede explicar la presencia de bosquetes diseminados de forma redondeada. Numerosos deslizamientos antiguos son así disimulados por la vegetación y pueden presentar, a lo largo de una misma ladera, diferentes estados de madurez.

Una observación más cuidadosa de la localización de los deslizamientos muestra que éstos están frecuentemente asociados con otros dos factores. Se trata de canales de riego que llevan el agua del páramo y se encuentran más o menos a la misma altura o de trazas de sobrepastoreo que se notan por la aparición de terracetos sobre las laderas con pendientes fuertes.

### *La erosión lineal*

La rareza de las observaciones de formas de erosión lineal puede explicarse por diferentes factores. Las características de los andosoles no permiten, en situación normal, la formación de escorrentía concentrada. La estructura del horizonte superficial, con microagregados y muy permeable, favorece la infiltración en detrimento de la escorrentía. El estado de saturación hídrica del suelo, a partir del cual la escorrentía se produce, se alcanza rara vez en condiciones de lluvia medias.

En condiciones naturales, la erosión lineal y regresiva se

puede ver únicamente sobre los suelos de tipo vítrico. Se han visto algunas en las laderas del Pichincha y sobre los páramos del Antisana, del Cotopaxi y del Chimborazo. Debido a la reducida extensión del horizonte de superficie que puede ser erosionada y a la naturaleza arenosa de las cenizas subyacentes, pueden provocarse grietas espectaculares y muy profundas en este tipo de suelo, que formarán en el futuro quebradas. La velocidad de profundización es tal que las paredes de los barrancos pueden ser verticales.

### *La erosión eólica*

Ciertas zonas (Chimborazo, Cotopaxi, Illinizas) están sometidas a los vientos fuertes de la Amazonía que ya han perdido su humedad. La vegetación herbácea rasa y poco densa es incapaz de asegurar una protección a los suelos subyacentes.

Una vez degradada la cobertura vegetal herbácea natural, estos suelos de tipo vítrico y sin cohesión interna están expuestos a fenómenos eólicos que provocan la desaparición rápida de

las capas superficiales y el establecimiento de estas formas sin intervención humana directa. Las piroclastitas más finas están erosionadas y las proyecciones más antiguas y gruesas han desarrollado un piso rocoso moldeado por el viento (Winckell y Zebrowski 1997).

Las partículas finas transportadas dan lugar a dos grandes tipos de acumulación: las dunas, localizadas en zonas protegidas y definidas, y los depósitos dispersos sobre varios kilómetros en la superficie de los relieves.

### **La degradación antrópica**

La degradación antrópica es el principal factor de degradación del páramo. Esta degradación genera cambios profundos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos. Se pueden definir tres tipos mayores de causas: fuego, sobrepastoreo y cultivos aunque hay otros factores (construcción de carreteras, construcción y fugas de canales de riego, paso de vehículos pesados) que si bien son más localizados producen efectos espectaculares.

La construcción de una carretera o de un canal de riego contribuye al desequilibrio de una pendiente y concentra las aguas. Frecuentemente se observan derrumbes a ambos lados de una carretera. Cuando un canal de riego tiene fugas se produce localmente un exceso de agua que sobrepasa el límite de liquidez del suelo y genera movimientos en masa y deslizamientos en cuchara.

El peso de los vehículos compacta el suelo y disminuye la porosidad, especialmente en época lluviosa. La vegetación no puede desarrollarse y se establecen caminos preferenciales para el escurrimiento del agua (Pérez 1991).

### *El fuego*

Los fuegos naturales existen y generan una regulación y rejuvenecimiento del ecosistema, pero los fuegos producidos por el ser humano son mucho más repetitivos y causan efectos casi permanentes sobre los páramos (Pels y Verweij 1992). El efecto del fuego sobre las plantas del páramo ha sido estudiado por

Hofstede (1995), Hofstede *et al.* (1995) y Laegaard (1992). Los principales causantes del fuego son ganaderos que quieren hierba más comestible y apetecible para su ganado. El fuego produce también una disponibilidad de algunos elementos fertilizantes como el potasio pero no produce ninguna fertilización del suelo a largo plazo.

Por el contrario, el fuego disminuye la cobertura vegetal que sirve de freno al impacto de la lluvia. La desaparición parcial de la cobertura vegetal que capta agua y dispersa su energía, produce un incremento de zonas desnudas que se transforman en caminos preferenciales para el escurrimiento del agua. También el fuego produce cenizas ricas en productos hidrófobos que impiden la infiltración del agua y aumentan el escurrimiento (Savage *et al.* 1972). En caso de fuegos repetitivos, todos estos efectos se acumulan provocando una disminución de la biodiversidad e incrementando los riesgos de erosión (Imeson *et al.* 1992).

### *El sobrepastoreo*

El sobrepastoreo está generalmente asociado con el fuego. Éste **disminuye la biodiversidad y la biomasa** (Viard 1997, Zambrana 1998). Un pastoreo normal incrementa la velocidad de crecimiento del pajonal pero por sobrepastoreo las plantas tienen dificultad en regenerarse. También el sobrepastoreo favorece la erosión hídrica y eólica, especialmente en el caso de los ovinos.

Debido al pisoteo de los animales, especialmente el del ganado vacuno por su peso, se produce en las lomas pequeñas una **erosión típica en escalas** sobre las pendientes. Con el incremento de la compactación se favorece la erosión en plancha que puede multiplicarse sobre toda la vertiente.

En el caso del ganado ovino, el sobrepastoreo es más peligroso. Generalmente los borregos se crían en lugares más secos, sobre andosoles vítricos y con un crecimiento lento de las plantas. En este caso, la regeneración de las plantas es más difícil. Los borregos pisotean alre-

dedor de la paja y sacan las raíces con sus pezuñas incrementando la superficie de área desnuda. Estas zonas son expuestas a las erosiones eólica e hídrica, especialmente a la erosión linear. Sobre pendientes fuertes, rápidamente se cavan surcos que constituyen caminos preferenciales para el escurrimiento y que se presentan como montículos y trincheras que pueden llegar a tener más de 50 cm de ancho.

El sobrepastoreo no solo **baja el nivel de carbono** en el suelo por erosión y desperdicio de biomasa, sino que contribuye al secamiento irreversible del suelo. También este sobrepastoreo puede **generar fuertes condiciones hidrofóbicas** en el suelo. La humedad del suelo y su capacidad de retención de agua pueden disminuir hasta ser  $\frac{1}{4}$  del original. En la zona de Llangahua (al oeste de Ambato) se ha observado una disminución del 80% en la capacidad del suelo para recuperar su agua.

Aún no se sabe si esta hidrofobia se debe a un cambio en el tipo de materia orgánica, a un cambio mineralógico o simple-

mente a una reestructuración del andosol cuando se seca.

### *El uso agrícola*

Los cultivos en los páramos se han desarrollado recientemente después de la reforma agraria de los años 1970s (De Noni y Viennot 1993). En las zonas cultivadas de más baja altitud, no hay mucho espacio disponible para ampliar las áreas cultivadas. El páramo es una área amplia y libre donde algunas personas intentan hacer cultivos, especialmente en el límite de las zonas cultivadas.

En el primer año de cultivo de un páramo (generalmente con papas), los rendimientos son relativamente altos, el cultivo utiliza las reservas de fósforo del suelo y el riesgo fitosanitario es bajo debido a la ausencia de organismos fitopatógenos en el suelo. Pero, en caso de cultivos intensivos, éstos tienen **rendimientos bajos** debido al frío, al riesgo de heladas, al riesgo fitosanitario como consecuencia de la humedad fuerte que permite el desarrollo de muchas enfermedades y a la carencia en

fósforo. Generalmente a continuación de los cultivos viene un período de barbecho de tres años por la fuerte carencia de fósforo.

### El secamiento irreversible y la erosión en capa

Los cultivos causan un secamiento irreversible en el suelo. Con este secamiento se desarrolla una hidrofobia de los **agregados**, los cuales, después de lluvias fuertes, **flotan** sobre la lámina de agua con su densidad aparente muy baja (Poulenard *et al.* 1998). Se provoca así una erosión general con translación de los agregados de arriba hacia abajo de la pendiente, sin que aparezcan evidencias claras de esta erosión. Sin embargo; en algunos lugares donde los cultivos han sido constantes desde más de 70 años, la capa humifera de los suelos ha desaparecido totalmente provocando una disminución drástica de los rendimientos en manchas donde la capa de cenizas antiguas aparece mucho menos permeable. Esta erosión en capa es irremediable. Con experimentos de simulación de lluvia

en el páramo de El Ángel (Carchi) la erosión sobre suelos antiguamente cultivados sin siembra de cobertura poscosecha puede ser 500 veces más fuerte que en áreas naturales o recién cultivadas. Las tierras antiguamente cultivadas pueden transformarse así en tierras degradadas (Harden 1996).

En la papa (el cultivo más practicado a estas alturas), la erosión se desplaza de surco en surco, especialmente después de la cosecha cuando los surcos no son suficientemente profundos (Schott 1998). Además, esta erosión puede ampliarse por erosión laminar debido al peso de los tractores y camiones que transportan la cosecha.

### Conclusión

La erosión natural existe pero el ser humano la amplía considerablemente. Los páramos son principalmente afectados por su secamiento irreversible y el desarrollo de una hidrofobia (Cuadro 1). Además del incremento de la erosión, **los páramos pierden su función de regulador de flujos de agua**, es decir,

pierden su capacidad de retener el agua en periodos húmedos y restituirla en periodos secos. Se incrementa el escurrimiento y las aguas de lluvia se desperdician en lugar de constituir reservas en el suelo.

### Bibliografía

- DE NONI, G. Y M. VIENNOT. 1993. *Mutations récentes de l'agriculture équatorienne et conséquences sur la durabilité des agrosystèmes andins*. Cah. Orstom. Série Pédol. 28(2): 277-288.
- DE NONI, G. Y G. TRUJILLO. 1986. *La erosión actual y potencial en Ecuador: Localización, manifestaciones y causas*. CEDIG, documentos de investigación 6:5-14.
- HARDEN, C. 1996. *Interrelationships between land abandonment and land degradation: A case from the Ecuadorian Andes*. Mountain Research and Development 16 (3): 368-385.
- HOFSTEDE, R.G.M. 1995. *The effects of grazing and burning on soil and plant nutrient concentrations in Colombian Páramo Grass-*

- lands. Plant and Soil* 173 (1):111-132.
- HOFSTEDE, R.G.M., M. X. MONDRAGÓN Y C. M. ROCHA. 1995. *Biomass of grazed, burned and undisturbed páramo grasslands, Colombia-I. Above ground vegetation. Arctic and Alpine Research* 27 (1):1-12.
- IMESON, A. C., J. VERSTRATEN, E. J. MULLIGEN Y J. SEVINK. 1992. *The effects of fire and water repellency on infiltration and runoff under Mediterranean Type Forest. Catena*. 19:345-361.
- LAEGAARD, S. 1992. *Influence of fire in the grass paramo vegetation of Ecuador*. En: **Páramo: an andean ecosystem under human influence**. En: Baslev, H. y J. L. Luteyn (Eds.). Academic Press, Londres.
- PELS, B. Y P. A. VERWEIJ. 1992. *Burning and grazing in a bunchgrass páramo ecosystem: Vegetation dynamics described by a transition model. Burning and grazing gradients in páramo vegetation: Initial ordination analyses*. En: Baslev, H. y J. L. Luteyn (Eds.). **Páramo: An andean ecosystem under human influence**. Academic Press, Londres.
- PÉREZ, F. L. 1991. *Particle sorting due to the off-road vehicle traffic in a high Andean páramo. Catena*. 18:239-254.
- POULENARD, J., P. PODWOJEWSKI, J. L. JANEAU Y P. VIVEROS. 1998. **Landuse and degradation of an altitudinal ecosystem: the páramo. Consequences on hydrodynamic properties of the recent volcanic ash soils**. 16th World Congress of Soil Science, symposium 38, 2:701.
- SAVAGE, S.M., J. OSBORN, J. LETEY Y C. HEATON. 1972. *Substances contributing to fire-induced water repellency in soils. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 36:674-678.
- SCHOTT, C. 1998. **Formes d'érosion observées dans la région de La Libertad, El Ángel (Carchi)**. DESS de l'Université de Dijon.
- VIARD, E. 1997. **Sierra équatorienne, étude sur l'usage du sol en altitude. Étude de l'étendue de la dégradation du Páramo de Llan-**

- gahua (Ambato, province de Tungurahua). ISTOM. Cergy-Pontoise.**
- WINCKELL, A. Y C. ZEBROWSKI. 1997. *Los paisajes andinos de la sierra del Ecuador*. En: **Los paisajes naturales del Ecuador**. A. Winckell (Ed.), CEDIG, Quito, Geografía Básica del Ecuador. IV, (2):3-207.
- ZAMBRANA, T. 1998. **Etude du processus de dégradation du páramo au niveau de ses principales composantes et de ses implications et conséquences humaines**. Mémoire de fin d'études. ISTOM, Cergy-Pontoise.

**CUADRO 1.**

**Principales cambios físicos y químicos de algunos andosoles por diferentes usos de la tierra**

<u>Páramo</u>	<u>H</u>	<u>V%</u>	<u>pF2,5</u>	<u>V%</u>	<u>C</u>	<u>V%</u>
<b>SARAGURO</b>						
Con fuego	177	-21				
Sin fuego	223					
<b>EL ÁNGEL</b>						
Natural	175		140			
Papa recién cosechada	66	-62				
cosecha + 6 meses	95	-46	105	-25		
<b>LLANGAHUA</b>						
no degradado	90		78		10.1	
Pasto	53	-41	68	-12	11.5	+14
Degradado	31	-65	43	-45	7.9	-21
Muy degradado	11	-88	20	-74	4.7	-53

H: humedad en el campo (en g/100 g de suelo seco)

PF 2.5: retención de agua (en g/100g de suelo seco) a 33KPa

C: tasa de carbono en g/100 g de suelo

V%: porcentaje de variación entre el horizonte no degradado y el horizonte degradado

# PÁRAMO 5

---

## LOS SUELOS DEL PÁRAMO

Edición de  
*Patricio A. Mena, Carmen Josse & Galo Medina*

---

**GTP**  
Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador  
Abril de 2000

*El Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador (GTP) es una plataforma multidisciplinaria y abierta de información, intercambio y discusión de temas relacionados con el conocimiento, conservación, manejo y políticas sobre los páramos en el Ecuador.*

Por favor, cite esta obra así:

*Para la publicación completa:*

MENA, P. A. ,C. JOSSE & G. MEDINA (Eds.). 2000. **Los Suelos del Páramo**. Serie Páramo 5. GTP/Abya Yala. Quito.

*Para cada artículo:*

<AUTOR/AES/AS>. 2000. <Nombre del artículo>. En **Los Suelos del Páramo**. Serie Páramo 5. GTP/ Abya Yala. Quito.

Diseño interior y de portada: *Patricio A. Mena*

Fotografía de portada: Suelo del páramo en el Antisana mostrando erosión por sobrepastoreo (*Robert Hofstede, 1999*)

Apoyo en la logística para la reunión del GTP: *Érica Narváez*

**ISSN 1390-1222**

**ISBN 9978-04-591-0**

Impreso en el Ecuador por/Printed in Ecuador by:

**Editorial Abya Yala**, Casilla 17-12-719, Quito, ECUADOR.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo económico del  
**Comité Holandés de la UICN.**

Para mayor información sobre el GTP  
comuníquese con:

*Galo Medina*

**EcoCiencia**

[gmedina@impsat.net.ec](mailto:gmedina@impsat.net.ec)

