

# **EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS SOBRE EL PÁRAMO**

**Robert Hofstede**

## **INTRODUCCIÓN**

Los páramos forman un ecosistema estratégico gracias a las funciones primordiales para la sociedad que posee: son el principal regulador del sistema hídrico del país (incluyendo agua potable, agua para riego y agua para generación de electricidad), son de suma importancia ecológica por su biodiversidad especial y brindan espacio para ejercer actividades agrícolas. Este último aspecto forma el nexo por excelencia de la gente con el ecosistema, y es la causa de que el páramo hoy en día contenga una gran diversidad de paisajes que va más allá de su ya notable diversidad natural. Entre los distintos tipos de páramo que se conocen y que están determinados por su naturaleza, como páramos secos, páramos herbáceos, páramos de almohadillas, etc., encontramos ahora varios niveles de intervención humana que han transformado el páramo, en menor o mayor grado, en un mosaico de paisajes. De esta manera, en un área que originalmente estuvo cubierta por páramo de pajonal con unos bosquetes y algo de pantano, ahora se pueden encontrar potreros, cultivos, una plantación forestal, pajonal quemado, pajonal en recuperación, etc. Esto, en ciertos casos, aporta a la diversidad del paisaje.

La convivencia del ser humano, con sus distintos usos de la tierra, con el páramo, se puede considerar como un aporte positivo si al lado de los potreros y cultivos se mantiene el pajonal con unos bosquetes y algo de pantano. Desdichadamente, por varias razones las actividades humanas son tan intensivas y no siempre sustentables que en muchas áreas los remanen-

tes de bosque ya han sido talados, los pantanos drenados y el resto del páramo transformado en potreros degradados y cultivos sin mayor rendimiento. A este nivel, el tercer beneficio del páramo (el espacio para actividades agrícolas) ha perjudicado a los otros dos beneficios (hidrología y diversidad) e inclusive se está afectando a sí mismo.

En este capítulo se presenta cómo funciona la degradación del páramo con ciertos usos de la tierra. Este conocimiento puede ser la base para lograr que estos usos sean más sustentables y no afecten negativamente a las funciones hídricas y ecológicas del páramo.

## **LA BASE ECOLÓGICA**

Para poder entender el impacto de los diferentes usos de la tierra sobre el páramo, se necesita explicar primero algunos conceptos básicos del ecosistema, con relación a los suelos, el agua y la vegetación.

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 3.000 mm, la mayoría de los páramos tiene una precipitación media anual de unos 1.000 mm o 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 la niebla. También el rocío puede ser importante por las grandes diferencias de temperatura entre día y noche (Luteyn 1999, Rangel 2000).

La descomposición de la materia orgánica en el páramo es muy baja a causa de las bajas temperaturas y la alta humedad. Por esto, en situaciones con poca intervención humana siempre se encuentra un suelo humífero de color negro. En los páramos sobre suelos formados en cenizas volcánicas (la mayoría de los páramos del Ecuador) este fenómeno es aún más pronunciado porque los minerales en la ceniza forman complejos muy fuertes con la materia orgánica que inhiben la descomposición de ésta. La gran cantidad de materia orgánica puede adsorber agua por una suave carga eléctrica y por esto los suelos humíferos tienen una gran capacidad de 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 (por adsorción). Estos complejos a su vez retienen nutrientes dentro de su estructura lo que hace

que no puedan ser aprovechados por la vegetación. Esto pasa específicamente con el fósforo. Así, el suelo del páramo tiene mucha fertilidad, pero no es aprovechable por las plantas (Wada 1985, Shoji *et al.* 1993).

Parte del agua en el suelo se mantiene inmóvil, encerrada en capilares muy delgados, mientras otra parte es móvil y se retiene solo durante un periodo limitado. La parte móvil se establece en épocas húmedas, es retenida en el suelo y liberada en épocas secas. 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 páramos y bosques andinos (Vis 1989).

Aunque el suelo es bastante estable, lo que es importante para su función de retenedor de materia orgánica, de agua y de nutrientes, se degrada fácilmente cuando se seca. Al secarse, los suelos de páramo pierden la conexión entre partículas minerales y orgánicas, la materia orgánica ahora sí está disponible para la descomposición, su contenido en el suelo disminuye y los suelos se transforman de retenedores de agua en repelentes de agua (hidrofóbicos) (Pulenard *et al.* 2001). Además, libera de una vez parte de los nutrientes inmovilizados, que pueden ser aprovechadas durante poco tiempo o lavarse. La presencia de una capa de plantas constantemente húmeda es importante para mantener una buena retención de agua durante las épocas secas. Cuando se quita la vegetación, el suelo está predispuesto a secarse por la aumentada evaporación y, además, está expuesto a erosión directa (Hofstede 1995a, Podwojewski y Poulénard 2000).

La vegetación del páramo consiste de una matriz de paja entre la que crecen algunos arbustos, hierbas erectas, hierbas en forma de rosetas terrestres y rosetas acaulescentes, musgos y líquenes. Además, existen fragmentos de bosque en lugares protegidos. Todas las plantas que crecen en el páramo tienen en común que han desarrollado varias adaptaciones a las extremas condiciones ambientales en que viven, principalmente el frío. Las adaptaciones de las plantas son muchas; por ejemplo, mantienen hojas muertas dentro de la planta, entre otras en la paja y el frailejón, aportando así al aislamiento de las partes sensibles. Las mediciones de temperatura han mostrado que en un ambiente donde en la mitad de las noches la temperatura del aire baja varios grados bajo cero, en la base de un penacho de paja nunca se encontraron temperaturas de congelación (Hofstede *et al.* 1995). Observaciones similares hicieron Sturm y Rangel (1985) en el manto de hojas muertas del frailejón. Otras adaptaciones son la forma de crecimiento bajo y aplastado bajo una capa aislante de paja (como muchas hierbas), o el formar una corteza de varias laminas sueltas, también para aislamiento (*Po-*

*lylepis*). Un vello blanco (en el frailejón o los chochos) o una cutícula gruesa (en la achupalla) son adaptaciones a la gran cantidad de radiación. Gracias a estas adaptaciones existe un gran número de especies de plantas que pueden crecer en el páramo, pero estas especies ya no crecen en otros lugares. Son especies con su equipo de montaña puesto. Por esto es tan única la flora del páramo, con un endemismo para el ecosistema de un 60% (Hedberg y Hedberg 1979, Luteyn 1992).

La fauna del páramo es un poco menos exclusiva, porque los animales se pueden mover. En su distribución natural, la mayoría de las especies que está presente en el páramo también está presente en los bosques andinos. Ambos ecosistemas ofrecen servicios a los animales, como área de cacería y alimentación en los páramos vs. área de abrigo y escondite en los bosques andinos. También dentro del páramo, la fauna nativa visita diferentes unidades de paisaje para diferentes actividades. Va a los pantanos para tomar agua o para comer insectos, va a los arbustales para comer mortíño, va al pajonal para hacer un nido por debajo de la paja o para cazar un ave que tiene allá su nido (DIVA 1997).

## **EL IMPACTO DE LA QUEMA**

La quema es una de las actividades humanas más conocidas en el páramo y es sin duda la actividad directa que más superficie afecta. Las razones para quemar el páramo son varias, siendo la más importante el quitar la paja muerta y provocar rebrotes tiernos para el ganado. Otras razones para usar quema están relacionadas con la caza (especialmente se suelen cazar conejos que huyen con la quema), la preparación de terreno para cultivos y hasta la forestación, razones prácticas (el cuidador o cuentayo en el páramo deja saber a la comunidad dónde está mediante una señal de fuego) y razones de creencia o míticas (para hacer la lluvia, para que los brujos adivinen al ver quemar, etc.).

Especialmente mucha gente que está quemando para obtener pasto tierno, asegura que es una práctica necesaria y beneficiosa que no afecta mucho al ambiente. En cambio, los ambientalistas y otra gente interesada principalmente en la conservación del páramo por su biodiversidad o su función hídrica, critican la quema diciendo que destruye la vegetación natural y ahuyenta a los animales silvestres. Para entender el efecto de la quema en el páramo es importante considerar que no existen evidencias (restos fósiles masivos carbonizados) de quemas naturales en el páramo, provocadas

por rayos u otras causas, como sí ocurrió en las praderas secas de Norteamérica y las sabanas del África (Horn 1991). Esto se explica porque las relativamente escasas tormentas eléctricas en el páramo solamente ocurren en época de lluvias, cuando el pajonal está demasiado húmedo como para que se puedan producir quemas de grandes extensiones.

Sin embargo, la actividad de quema en el páramo ya data de mucho tiempo atrás. Se supone que los primeros colonizadores de los páramos, los indígenas preincaicos, lo utilizaban por razones religiosas, para la caza o posiblemente para mantener hatos de camélidos en forma semisilvestre. Para todos estos usos es probable que usaran la quema, pues todavía se usa la quema para estos fines, aunque en estas épocas la quema para fines ganaderos probablemente se utilizó solamente para aumentar la superficie de pajonal ya que los camélidos se alimentan bien en paja seca (Lægaard 1992).

La colonización más fuerte del páramo empezó en tiempos coloniales, cuando los españoles comenzaron a utilizarlo para mantener grandes hatos de animales introducidos como caballos, reses y ovejas. Estos animales son más críticos en su dieta y los españoles, que conocieron el uso de la quema para “mejorar” el pastizal en su tierra natal, empezaron a quemar grandes extensiones de páramo con el fin de ofrecer rebrotes frescos al ganado.

Una consecuencia directa de las quemas extensivas fue que el páramo se extendió mucho más allá de lo natural. Por las quemas, y también por la tala, desaparecieron grandes extensiones de bosque andino. El espacio que quedó abierto después de una quema ya no tenía las condiciones microclimáticas del bosque, sino las del páramo (alta insolación, mucho viento, congelación frecuente, etc.) y por esto fue colonizado por especies del páramo que cubren el suelo con una capa gruesa de paja, limitando así la regeneración del bosque natural. Esta regeneración está más limitada todavía porque la gente ya tiene la costumbre de quemar el páramo y esto afecta más a las plantas leñosas que a la paja. A las alturas donde el páramo aumentó de esta manera artificial su extensión hacia abajo ya no podemos hablar de un ecosistema estrictamente natural (Lægaard 1992).

Entonces, como consecuencia del uso de la quema, existen dos zonas de páramo: el páramo por encima del límite de bosque original, que es natural, con vegetación clímax primaria, y el páramo entre el límite original y el límite actual que bajó artificialmente. En ambos sistemas se encuentran fragmentos de bosque, pero por razones muy distintas: por encima del límite de bosque original se encuentran bosquetes en lugares protegidos donde el microclima es un poco más favorable que en el páramo abierto: en cam-

bio, en el páramo secundario se encuentran fragmentos de bosque que algún día formaron parte de un bosque cerrado. Estos fragmentos también se encuentran en lugares protegidos pero ahora no tanto por el microclima sino más bien porque bajo las peñas y en los cañones inclinados pudieron sobrevivir a las quemadas. El resultado es que es muy difícil diferenciar entre las dos zonas de páramo, porque casi son iguales, y la pregunta clave es saber dónde estaba el límite original del bosque cerrado. Además, con las quemadas repetidas prácticamente desaparecieron todos los remanentes de bosque, igual que los arbustales y otros elementos del paisaje diverso, y por este efecto homogeneizador de la quema ya existe un gran paisaje uniforme de pajonal desde altitudes muy bajas (Hofstede *et al.* 1998, Wille *et al.* en prensa).

El área quemada, aunque sea parte del páramo que siempre ha sido páramo, es distinta a un área sin quema. La razón es que la quema afecta en una manera distinta a las distintas plantas, animales y suelos. La quema prende tan bien en el páramo porque muchas plantas, en especial la paja, mantienen sus hojas muertas dentro de su estructura. Así, unas tres cuartas partes de toda la vegetación del páramo consiste de materia muerta y seca que se quema muy bien. Sin embargo, la masa de hojas secas es tan densa que las llamas difícilmente alcanzan el nivel de los meristemas de la paja. Ésta es la razón por la que después de una quema la paja puede volver a crecer con vigor. Lo mismo pasa con los frailejones: se queman fácilmente porque tienen todo un manto de hojas secas, pero tienen sus puntos de crecimiento bien escondidos y así no son afectados por las llamas, y el frailejón sigue creciendo como si no hubiera pasado nada (aunque de hecho perdió su manto de hojas muertas). Aparte de la paja y los frailejones, otras especies también sobreviven de manera relativamente fácil a una quema. Los arbustos rastreros, con la mayoría de su tallo aplastado contra el piso, y las almohadillas, tan compactas que casi no se dejan quemar, siguen creciendo aparentemente vigorosas después de una quema. Otras especies sí desaparecen, pero rebrotan rápidamente desde su base. De esta manera, dentro de unos meses después de una quema, la vegetación del páramo se ve verde, vigorosa, renovada y hasta mejorada, con mucho material joven y floreciendo. Así se puede llegar a la conclusión que la vegetación del páramo está adaptada a la quema (Lægaard 1992, Ramsay y Oxley 1996).

Pero, como en muchos casos, la primera impresión es engañosa. La vegetación del páramo *no* está adaptada a la quema sino a condiciones climáticas extremas, y estas adaptaciones ayudan coincidentalmente a tolerar la quema. Por ejemplo, la paja retiene la gran cantidad de hojas muertas en

su estructura para proteger los puntos de crecimiento contra temperaturas muy bajas. Pero esta masa de hojas muertas, por casualidad, evita también que las llamas afecten a los meristemas. Ramsay y Oxley (1996) midieron las temperaturas del fuego en un penacho de paja y encontraron temperaturas de centenares de grados encima de la paja, pero solamente 65 grados en la base, una temperatura a la que la estructura vegetal sobrevive fácilmente, aunque durante un tiempo limitado. Lo mismo pasa con los frailejones: la misma roseta y las hojas muertas evolucionaron para proteger el tallo y los meristemas contra la congelación, pero esto también les hace casualmente tolerantes al fuego. Los arbustos rastreros, que mantienen su tallo dentro de la superficie de la tierra para no congelarse, sobreviven así a la quema. Las almohadillas tampoco tienen esta forma para sobrevivir a las quemaduras sino por otras razones. Hasta la formación de hojas suculentas, adaptación a alta irradiación y sequedad fisiológica, ayuda a tolerar la quema. Finalmente, las especies que no presentan adaptaciones morfológicas a las condiciones climáticas, pero que aprovechan de otras especies escondiéndose dentro de la paja o en las almohadillas, gracias a su escondite no se destruyen con la quema (Verweij y Kok 1992, Hofstede *et al.* 1998).

El concepto de que la vegetación del páramo es tolerante a la quema y no adaptada a la quema es lógico cuando se acepta que la quema no ha sido un fenómeno natural en el páramo y por lo tanto no ha constituido una presión de selección natural. La flora del páramo evolucionó durante centenares de miles de años sin presencia de seres humanos, sin quema y casi sin herbívoros grandes. Entonces, durante la evolución no existió la necesidad de formar estrategias defensivas contra quema o herbivoría como sí era el caso en, por ejemplo, la sabana africana (Huston 1994).

Si se monitorea más en detalle la vegetación después de la quema, se nota que en realidad la renovación y la vigorosidad de la vegetación no son tan positivas. En primer lugar, existen algunas especies que no toleran la quema. Especialmente los arbustos de altura se han defendido a las condiciones climáticas con adaptaciones que justamente les hicieron, nuevamente de forma casual, muy vulnerables a la quema, como en el caso de la gran cantidad de corteza suelta de los yaguales (*Polylepis*) y de arbustos como *Brachyotum*. Es muy difícil encontrar estas especies típicas del páramo en un área que ha sido quemada regularmente. Pero también las especies que parecen tolerar bien la quema se ven afectadas. Aunque la paja y el frailejón muestran un nuevo crecimiento vigoroso, los rebrotes ya no encuentran la capa protectora de hojas muertas y son más vulnerables a las condiciones climáticas y a nuevas quemaduras. Existen mediciones que muestran que las

hojas de paja y de frailejón después de una quema crecen más lentamente que en su forma natural. Especialmente con la paja esto es difícil de creer, pero el efecto es más visual: las hojas verdes en un pajonal no quemado no se dejan ver por la gran cantidad de hojas muertas, pero en realidad al escondido existe la misma cantidad o más de rebrote fresco que en pajonal quemado, y cada hoja nueva crece igual o más que una hoja nueva después de una quema (Hofstede *et al.* 1995). Es más, varios penachos en regeneración muestran una mortalidad en el centro de su estructura y siguen creciendo en forma fragmentada (Suárez y Medina 2001). También los frailejones, especialmente los más altos, muestran un más alto grado de mortalidad por quema (Verweij y Kok 1992). O sea, sí es verdad que después de una quema la vegetación se regenera y que hay mucho más hojas frescas para el ganado, pero esto es porque las hojas están más disponibles y no porque la productividad haya aumentado.

La quema abre espacios para que muchas semillas puedan germinar. Por esta razón, se ven más plántulas jóvenes y muchas hierbas pequeñas ya en flor que cuando no se quema, pues éstas están tapadas por la masa de paja. En este sentido, sí se puede hablar de una renovación masiva de la vegetación, lo que normalmente solamente pasa en algunos lugares pequeños donde, por otras razones que la quema, se ha abierto el suelo. Sin embargo, las hierbas nativas del páramo están adaptadas a germinar bajo la sombra de la paja o en claros muy pequeños y, aunque germinan masivamente cuando encuentran un área grande disponible después de una quema, las que más aprovechan son las hierbas exóticas presentes en el páramo desde que se introdujo el ganado exótico, como la acedera (*Rumex acetocella*) y el trébol (*Trifolium repens*). Así, muchas de las flores que se observan después de una quema no son las típicas del páramo (Verweij 1995).

El impacto de la quema sobre el suelo es indirecto. Gracias a la gran cantidad de paja, las llamas casi nunca alcanzan el nivel del suelo y no afectan directamente a la capa de hojarasca o a la fauna del suelo (Ramsay y Oxley 1996). Directamente después de una quema se nota todavía que el suelo está cubierto por una capa de restos carbonizados o hasta casi intactos. El efecto indirecto consiste en que, al desaparecer una gran parte de la vegetación, el suelo pierde su capa aislante y así en la noche las temperaturas a nivel del suelo son más bajas y en el día más altas. La temperatura también alcanza mayores valores gracias al color negro de las partes carbonizadas, que absorben mejor el calor del sol. Las temperaturas más altas tienen como consecuencia que la descomposición aumenta y con esto desaparece el mantillo y los restos vegetales que quedan después de la quema.



Gracias a esto, unos meses después de una quema, el suelo entre la paja en regeneración está casi totalmente descubierto, aunque directamente después de la quema todavía estaba cubierto. En el suelo descubierto y con mayores temperaturas existe una mayor evaporación y el suelo tiende a secarse (Hofstede 1995a).

En otros ecosistemas existe un efecto de fertilización por las cenizas originadas en la vegetación quemada. Por esto existe un crecimiento muy elevado de la vegetación después de una quema en, por ejemplo, las sabanas africanas. En el páramo la historia es distinta: los suelos volcánicos poco desarrollados, como los que encontramos en la mayoría de los páramos, tienen una gran capacidad de retener nutrientes. Estos suelos funcionan como un imán de minerales, específicamente del fósforo. Existen estudios que dicen que después de una quema no se encuentra ningún efecto sobre la química del suelo, y, aunque algunos estudios reportan una leve elevación de la concentración de fósforo, es improbable que la nueva vegetación sea fertilizada por las cenizas (Suárez y Medina 2001). Esta puede ser la razón de por qué la vegetación en regeneración no crece más rápido después de quema (Hofstede 1995b).

El efecto de la quema sobre la fauna del páramo ha sido mucho menos estudiado. Por supuesto, en una quema intensiva mueren muchos animales, especialmente los menores, mientras que los mayores probablemente huyen del área. Sin embargo, la fauna nativa también aprovecha de la mayor disponibilidad de hojas verdes después de una quema y es probable que la población se pueda recuperar. Lo que sí se requiere para esta recuperación es que la quema no haya sido tan grande e intensa como para destruir también las áreas de protección de los animales. Un ejemplo claro fue encontrado en un ecosistema semejante al páramo, los zacatonales de México, donde el conejo de volcán, una especie endémica, se veía beneficiado por la quema porque iba a áreas quemadas para alimentarse, pero necesitaba un área natural al lado para esconderse entre la paja alta (Velázquez 1992).

El ecosistema necesita varios años para recuperarse de una quema. Aunque al año ya se nota que la paja ha alcanzado su altura original, todavía demora muchos años más hasta encontrar su estructura natural, con la gran cantidad de hojas muertas. Se estima que apenas después de ocho a 10 años este nivel sería alcanzado. Por supuesto, se necesitan también varios años hasta que los arbustos que desaparecieron en la quema se regeneren por completo. El suelo, que recibió un impacto leve, no obstante necesita probablemente más tiempo para su recuperación. Desapareció una mayor proporción de materia orgánica por la descomposición acelerada y, además,

durante varios años, mientras la vegetación esta recuperándose, no hay una entrada de mantillo nuevo y el suelo recién está empezando a recuperarse después de que la vegetación ya lo hizo (Verweij 1995).

En muchos casos, el páramo recibe una nueva quema mucho antes de que se haya recuperado totalmente. A menudo el pajonal es quemado mínimo cada 2 a 4 años y ésta es probablemente la razón de por qué la quema aporta a la degradación. El ecosistema sí resiste una sola quema, especialmente cuando no afecta mucha área y cuando se lo hace al principio de la época seca, cuando la vegetación todavía está un poco húmeda y la quema no tiene tanto impacto. Pero con quemas repetitivas, antes de que el ecosistema se haya recuperado, los efectos se intensifican cada vez. La paja, que todavía no ha recuperado toda su cantidad de hojas muertas, está todavía sensible de las condiciones extremas del páramo, y pierde aún más vigor con una quema repetida. Los frailejones, que muestran una mayor mortalidad después de la quema, tienden a desaparecer con quemas repetidas porque los pequeños no alcanzan a reemplazar a los adultos. Igual los arbustos, sea que necesitan recolonizar el área o que pueden rebrotar de las raíces, no llegan a tener la altitud normal antes de que venga la nueva quema. Así, el resultado es un ecosistema más pobre, con paja menos vigorosa, con menos frailejones y otras especies, sin arbustos y con muchas especies no nativas del páramo, que han aprovechado el espacio abierto (Hofstede 1995b, Verweij 1995).

## **EL IMPACTO DE LA GANADERÍA EN EL PÁRAMO**

El impacto de la ganadería sobre el ecosistema paramero depende de muchos factores como el tipo de animal, la carga animal, el manejo ganadero y si el pastoreo está combinado con quema o no. Por esto es difícil hacer generalizaciones, pero dos factores unen a todos los tipos de ganadería: el consumo de vegetación y el pisoteo sobre el suelo.

Igual que la quema, tampoco la herbivoría masiva en el páramo es de todos los tiempos. Aunque algunos herbívoros siempre han estado presentes en el páramo, como los venados, los conejos y también los osos y las dantas que viven de la vegetación, nunca existieron grandes hatos de búfalos, ñúes o gacelas como en las praderas norteamericanas, europeas o africanas. En las punas y pampas del cono sur sí existió una carga animal mayor por la presencia de, entre otros, los camélidos andinos, pero se supone que la extensión natural de estos animales fue más hacia el sur que el norte del

Ecuador. Esto tuvo como consecuencia que la vegetación nativa de los páramos no estuviera adaptada a la herbivoría o al pisoteo. En las praderas que evolucionaron con la presencia de herbívoros existen muchas plantas que toleran bien el consumo o el pisoteo por medio de adaptaciones como estolones, raíces profundas con buena capacidad de rebrote o espinas. Algunas especies hasta se ven beneficiadas por el consumo y aumentan su productividad. En el páramo no es así, y la mayoría de las plantas no resiste bien cuando se le pisa o cuando se le quita una parte. La excepción son algunas formas de crecimiento que, igual que con la quema, están adaptadas a condiciones climáticas extremas y esta adaptación les funciona también para tolerar pisoteo o consumo. Un ejemplo de esto es el tultul o cunimaqui (*Lachemilla orbiculata*) que para resistir el frío forma estolones bajo el suelo. También las rosetas terrestres, como la achicoria (*Hypochaeris sessiliflora*), que tiene una raíz como de zanahoria, resiste muy bien el pisoteo (Verweij y Budde 1992).

Cuando los incas llegaron al Ecuador, probablemente fueron ellos los que introdujeron los camélidos a gran escala, aunque antes de esta época tal vez ya estuvieron presentes algunos. No hay mucho conocimiento sobre la forma de manejo de los hatos de llamas en la Sierra en épocas incaicas, ni se sabe con exactitud si los mantenían en los páramos, pero se supone que los utilizaron cotidianamente como animal de carga y para la lana, y que mantenían hatos en forma semisilvestre en los páramos (White 2001).

Fueron los españoles los que introdujeron la ganadería intensiva, con caballos, ovejas y vacas. Los páramos fueron ocupados inmediatamente para tener ovejas y toros de lidia. Además, mandaron los caballos viejos sin uso a los páramos, donde se reprodujeron y formaron hatos silvestres que todavía están presentes en, entre otros, los páramos de Cotopaxi, Antisana y Cotacachi. Hoy en día todavía se usan los páramos para este tipo de ganadería, a la que se suman las reses para la carne y, en el caso de campesinos que tienen su vivienda en los páramos, el ganado de leche.

En general, el ganado consume la vegetación verde. Especialmente los rumiantes tienen una capacidad grande de encontrar las hojas más tiernas; buscan y arrancan mucho material vegetal para encontrar estas hojas. Como la mayoría de la vegetación del páramo no tiene un valor nutritivo muy alto y ya que los animales necesitan mucha energía para su metabolismo en estos climas fríos, comen relativamente mucho. La paja, al ser una gramínea, sí resiste el consumo de sus hojas ya que tiene un meristema inferior que puede regenerar longitudinalmente la hoja. Sin embargo, su capacidad de rebrote es mucho menor que la de gramíneas estoloníferas como el

kikuyo o el holco. Cuando el animal retira una buena porción de la parte central de un penacho de paja, es probable que se muera el centro de la paja y que pierda su capacidad de rebrote por la falta de aislamiento de los meristemas contra el frío o la insolación. Peor aún es cuando el animal, especialmente las reses grandes, pisa la paja, porque con esto daña directamente los meristemas (Verweij 1995).

Distintos animales tienen efectos diferentes. Las reses y las ovejas tienen pezuñas afiladas que fácilmente penetran la paja o la capa vegetal, dejando pequeñas áreas de suelo abierto. Una vez destruida una pequeña parte de la capa vegetal, se forma un ojo de arranque para la erosión por viento. Además, por la forma de su boca, las ovejas pueden llegar mucho más abajo que las reses y arrancar la vegetación desde más abajo. Los caballos tienen la característica de que, por su digestión menos eficiente, tienen que comer más o menos el doble que una res. No tienen pezuñas afiladas, pero en cambio tienen cascos muy pequeños que pueden dañar especialmente áreas con suelo suave, como por ejemplo las áreas de almohadillas. Los camélidos tienen menos impacto sobre el páramo que los animales introducidos por los españoles. En primer lugar, tienen un peso relativamente bajo sobre unas patas grandes, lo que reduce el efecto de compactación sobre el suelo. Tienen patas suaves sin pezuñas y por esto no abren la capa vegetal. Además, están adaptados a comer hasta paja seca y por esto usan relativamente poco espacio por animal y no requieren para nada de la quema. Dicho esto, tampoco es que no tienen ningún impacto o que tienen uno positivo; en general tienen los mismos impactos que los animales introducidos pero con menor intensidad (White y Maldonado 1991, Podwojewski *et al.* en prensa).

El efecto del pastoreo sobre el suelo, de un lado, es indirecto; por el daño que causa a la vegetación tiende a desaparecer la capa vegetal, tan importante para la protección del suelo, pero también hay un efecto directo: el pisoteo que compacta el suelo. La compactación está causada por el peso de los animales, ya que el suelo del páramo, por su alto contenido de materia orgánica, es suelto y suave, y se deja compactar fácilmente. En un suelo más compacto hay menos espacio para agua, pero también se pierde la capacidad de infiltración. Así, el ganado tiene un efecto indirecto sobre la hidrología: en áreas pastoreadas existe una capacidad algo menor de retención de agua, mientras que durante los aguaceros hay una posibilidad más alta de escorrentía superficial y erosión (Hofstede 1995a).

Cuando la ganadería está combinada con la quema, los efectos se suman. Por la quema, la vegetación vieja se quita y el suelo queda más des-

cubierto. Cuando después de la quema el ganado es introducido, consume los nuevos rebrotes frenando así la recuperación de la vegetación. Igual, el efecto del ganado, en especial abrir la vegetación con las pezuñas, es más grave en campo quemado que en áreas no quemadas, donde es menos probable que una pezuña pase por la gruesa capa vegetal. También el efecto de ganadería y quema sobre la composición de la vegetación es más notable cuando vienen en combinación. Ambas tienen un efecto negativo sobre algunas especies típicas del páramo, pero benefician a otras, especialmente las malezas exóticas. Se han encontrado áreas con una leve intensidad de quemaduras y ganado, donde la cantidad total de especies vegetales es igual que en un área de páramo sin intervención, pero al analizar las especies resulta que en el área con quema y ganadería, varias especies típicas de páramo ya no están presentes sino que otras especies, exóticas oportunistas, han tomado su lugar. En áreas con una mayor intensidad de ganado también la cantidad total de especies disminuye (Verweij 1995).

El efecto de la ganadería está muy relacionado con la carga animal. En general, con una baja presión de ganado los efectos no son tan notables y los efectos negativos se notan más con intensidades de carga mayores. En el caso de ganado bovino, inclusive cuando hay más de diez hectáreas disponibles para cada res, ya se nota diferencia. Por supuesto hay señales de consumo en la paja, los arbustos sufren de efectos directos y en áreas donde los animales se reúnen a rumiar o a descansar se nota bastante cambio, pero en general, si bien se habla de un paisaje algo modificado, existe un equilibrio y ausencia de degradación. Con una carga animal mayor (más o menos una res por cada cinco hectáreas) se nota ya una modificación más completa. El pajonal está más bajo y más uniforme porque los arbustos tienen poca oportunidad de sobrevivir. Son notables las especies exóticas y la presencia aumentada de especies que resisten el pisoteo. En las partes donde se reúne el ganado ya hay señales de transformación total, con un tapete de especies cortas y probablemente unas pequeñas áreas sin vegetación alguna. Con mayor presión de ganado (una res por cada hectárea, o más de cinco ovejas por hectárea) difícilmente se mantiene un pajonal cerrado y, dependiendo del terreno, puede ser reemplazado por un tapete de especies cortas o por un campo degradado con áreas descubiertas. Aquí se puede agravar la situación si pequeñas áreas sin vegetación se agrandan por la influencia del viento. En este caso se habla de degradación: un sistema sin equilibrio (Hofstede 1995b, Podwojewski *et al.* en prensa).

Es evidente que la influencia del ganado depende mucho del manejo que se le dé. La carga animal y la presencia de quema son factores, pero

otros tienen que ver con la utilización del espacio, la rotación de ganado e inclusive con la sanidad de los animales.

El efecto del ganado es distinto en distintos tipos de páramos sobre terreno distinto. En general, el pajonal que no está demasiado seco, teniendo así suficiente productividad para garantizar la regeneración pero no siendo tampoco demasiado húmedo como para hacer más frágil el suelo, puede tener una carga animal mayor que áreas más secas o muy húmedas. En un páramo dominado por bambúes o por pantanos, es muy difícil mantener ganado sin causar degradación; igual en los páramos más secos o en los más altos, donde la productividad de la vegetación no es suficiente para ofrecer forraje a los animales y para regenerarse después de ser consumida.

También dentro de la misma área hay diferencias. En general, un área en pendiente es más vulnerable, especialmente por pisoteo, que un área en planicie. Pero esto solo sucede cuando en la planicie no se ha formado una turbera, porque éstas son las más vulnerables y, además, no tienen mucha productividad que ofrecer al ganado.

Si el ganado es dejado libre en el área, sin rotación adecuada, los animales mismos buscan su área de permanencia, y, especialmente en áreas muy grandes, se concentran alrededor de la hacienda, cerca a áreas de tomar agua o saladeros. Así, la carga animal no está distribuida uniformemente sobre el área y, aunque la cantidad de animales por superficie pueda ser relativamente baja, dentro del área puede haber ciertas zonas donde hay sobrepastoreo. Un factor que determina mucho la presencia de ganado en un área es cuando se quema una parte. Por supuesto, los animales entran directamente a esta área, causando así una carga animal mucho mayor y probablemente antes de que la vegetación se haya regenerado lo suficiente (Hofstede 1995b).

Otro factor que influye en el impacto es la presencia o no de potreros sembrados, donde el ganado puede tener un forraje más nutritivo en un área menor, y así no requerir de forraje del páramo de alta calidad. También influye una buena sanidad de los animales, para que tengan un metabolismo mejor y no necesiten tanto forraje para el mismo producto.

## **EL IMPACTO DE LOS CULTIVOS**

La agricultura en el páramo es de fecha relativamente reciente, dado que, por el frío, no es el área apropiada para cultivos. Sin embargo, hay cultivos que se dan en los páramos aunque su elevación óptima esté más abajo. La

razón de cultivar el páramo es simplemente la necesidad. Especialmente después de las reformas agrarias, en que a las comunidades indígenas les fueron entregados terrenos propios por parte de las haciendas, empezó la presencia permanente en el páramo: muchas veces las haciendas entregaron las tierras menos productivas a sus exhuasipungueros. En el caso de las comunidades que fueron relegadas a terrenos en ladera, el límite agrícola empezó a elevarse por pérdida de terrenos por erosión, por sobreuso o por aumento de la población que necesitaba más espacio. Así, hoy en día en muchas áreas se están cultivando papas, cebada, habas y, en menor extensión, ocas, mashuas y mellocos.

Los cultivos tienen el impacto mayor sobre el páramo porque para la preparación de los terrenos se arranca toda la vegetación y se vuelca el suelo. Al volcar el suelo, éste se seca superficialmente con el efecto de que se liberan muchos de los nutrientes inmovilizados en el suelo volcánico. Esto resulta en una productividad inicial alta, y en realidad parece que los cultivos parameros son de mucho éxito, pero este éxito es muy relativo. Después de la primera cosecha, el efecto de la liberación de nutrientes termina y queda un suelo con una baja disponibilidad de nutrientes, igual que antes. Sin embargo, por la sequía se perdió mucha materia orgánica y con esto la capacidad de retención de agua. Es más, los suelos que en su forma natural son retenedores de agua, al secarse cambian de estructura y se hacen repelentes de agua. Así, cuando un suelo descubierto y seco recibe un aguacero, el agua no puede entrar en él sino que se escurre superficialmente, llevando consigo las partículas de suelo seco que flotan sobre el agua. Después de la cosecha, cuando se deja el área en barbecho, difícilmente recoloniza la vegetación nativa el páramo. En el caso de destrucción de la vegetación por quema o ganado, siempre quedan los restos bajo suelo, pero con un año de cultivo éste no es el caso y cada planta tiene que entrar vía semilla. Mientras tanto, por lo menos durante el primer año de barbecho, el área estará cubierta por una vegetación de pocas especies no nativas del páramo. Las partículas secas del suelo, cambiada su estructura, nunca vuelven a tener su estructura original y por esto demora mucho tiempo la recuperación tanto de la vegetación como del suelo (Ferwerda 1987, Podwojwski y Poulénard 2000).

Con una sola cosecha, en que se siembra rápidamente después de arar, evitando demasiada sequía de suelo, y un barbecho de varios años después de la cosecha, todavía se puede hablar de un sistema más o menos estable, especialmente considerando que, por la intensidad de las labores, los cultivos en el páramo nunca alcanzarán mayores extensiones. Sin em-

bargo, es muy limitante tener la situación de solo una cosecha con varios años de barbecho, porque la gente que se ve obligada a cultivar el páramo tiene poco espacio y para sobrevivir necesita cultivar esta pequeña área casi constantemente. Por esto, el cultivo es la actividad que más impacto negativo tiene sobre el páramo y necesita de un muy cuidadoso manejo para ser sustentable. Existen alternativas en buenos barbechos, combinación de cultivos y árboles o arbustos sembrados para conservación de suelos y en la mayor utilización de cultivos andinos (tubérculos) que necesitan menos fertilizantes y químicos para su éxito (Dehn 1995).

## EL IMPACTO DE LA FORESTACIÓN

A primera vista parece que la implantación de árboles en el páramo, hasta ahora casi únicamente con especies exóticas, favorece la estabilidad del ecosistema: se crea más biomasa, se aumenta la cobertura vegetal y la entrada de materia orgánica al suelo; desgraciadamente, no es tan sencillo. Existe ya bastante evidencia de que en la zona altoandina hay varios efectos nocivos de la forestación masiva, siendo uno de ellos que durante la implantación se retira parte de la vegetación existente y se disturba el suelo, pero aún más importantes son los efectos durante el crecimiento de la plantación, especialmente en especies como el pino (*Pinus* spp.), que consumen mucha agua, disminuyen el rendimiento hídrico y finalmente secan el suelo, razón por la cual hay mayor descomposición y posiblemente pérdida de fertilidad. Esta acelerada descomposición no es compensada por la entrada de nueva materia orgánica, ya que la hojarasca de pino es muy uniforme y resistente a microorganismos; así, el suelo bajo una plantación de pino será menos orgánico y más seco que un suelo de páramo (Cortés *et al.* 1990, Hofstede 1997). Además, se espera que las condiciones microclimáticas y edáficas alteradas, causadas por la cobertura total por pino, hagan que la vegetación natural del área esté casi ausente (Ohep y Herrera 1985)

Existen muchos estudios que analizan el efecto de los tratamientos silviculturales sobre la hidrología comparando cuencas aledañas con cobertura vegetal distinta (*paired catchment studies*). Varios estudios en el extranjero, pero siempre sobre ecosistemas de pajonal, confirman una fuerte reducción de los caudales en aquellas cuencas donde el pajonal fue transformado en una plantación forestal. Esta reducción en el caudal es, en gran parte, el resultado de la intercepción de los árboles, pero también del aumento en el uso del agua por la nueva vegetación (los pinos). Este mayor



uso del agua también causa algo de sequedad en el suelo, con todas sus consecuencias (Bosch y Hewlett 1982, Fahey y Jackson 1997).

El efecto directo de la plantación sobre la fertilidad del suelo es menos claro. Hay estudios que no indican mucho efecto negativo, pero otros sí notan una pérdida de fertilidad y, principalmente, menos actividad biológica. Esto parece que depende mucho de la situación anterior antes de la implantación del pino, es decir, si fue un pajonal en estado natural o si ya tenía algo de degradación por pastoreo.

Los bosques de especies exóticas de rápido crecimiento tienen mucha influencia sobre la vegetación nativa. El ejemplo más directo es el eucalipto (*Eucalyptus* spp.), que son especies alelopáticas que dejan caer una hojarasca con fenoles que inhiben el crecimiento de otras especies (Lima 1996). Esto quiere decir que, inclusive en los mejores sitios, no se desarrolla mucho sotobosque bajo una copa de eucaliptos. Bajo plantaciones de pino muchas veces tampoco puede crecer mucho sotobosque. Las razones para esto son la falta de luz, más que todo en plantaciones densas sin manejo donde las copas de los pinos no dejan pasar ni un rayo solar al piso (Ohep y Herrera 1985), y la gran producción de hojarasca que queda casi sin descomposición en el piso y ahoga a la vegetación del sotobosque (Cortés *et al.* 1990, Hofstede 1997).

Sin embargo, hay ejemplos en plantaciones de pino en el Ecuador donde la cantidad de especies de plantas aumentó en comparación con el páramo natural. Esto tenía que ver con el hecho de que en el bosque había plantas exóticas, pero también algunas especies de bosque andino que no aparecían naturalmente en el páramo (Ohep y Herrera 1985, Hofstede 1997). Esto soporta la hipótesis de que con una plantación, aunque sea de una especie exótica, se crea un microclima de bosque en un páramo y así se puede ayudar a la regeneración de bosque nativo. Esto, sin embargo, depende mucho del estado y manejo del bosque. Si bien se puede observar, en algunos casos, una regeneración de arbustos y árboles andinos nativos, esto no quiere decir que una plantación de este tipo sea un catalizador ideal para tener regeneración. La regeneración que se observa no es similar a la regeneración de sotobosque en un bosque andino. Además, en plantaciones viejas donde había vegetación de sotobosque se nota que los árboles nativos están muriéndose nuevamente conforme avanza la edad de la plantación. Finalmente, la poca regeneración que se desarrolla en una plantación de especies exóticas, probablemente se destruya fácilmente con el corte final (Kuper 1998). Si una plantación forestal ayuda a la regeneración de especies leñosas nativas, no es tanto por la plantación sino más bien porque la

gente dejó de quemar el pajonal. Con una buena campaña antiquemadas también se nota una buena regeneración de arbustos y árboles.

La plantación de especies exóticas es una actividad que puede ser de mucho beneficio tanto para la industria maderera como para las comunidades rurales. Sin embargo, como todo cultivo monoespecífico, tiene impacto sobre el ecosistema. Hasta el momento no hay absoluta claridad sobre el impacto de estas plantaciones sobre ecosistemas naturales mientras que sí hay más indicaciones de deterioro que de recuperación. Siendo éste el caso, es mejor aplicar el principio de precaución. El impacto negativo de las plantaciones comerciales sobre la hidrología, comprobado en un sinnúmero de estudios, es realmente lo más preocupante, pero también el efecto sobre la fertilidad del suelo y sobre la diversidad de una región debe mantenernos en alerta. Por el hecho de que la actividad forestal en los páramos es relativamente nueva, no se sabe todavía con claridad cuáles son sus efectos, y menos cuáles son los efectos después del corte, la actividad que, según varias experiencias en otros países, es la más impactante sobre el suelo y la hidrología. Es obvio que muchos de los estudios no se hicieron en el páramo mismo si no en otros países o continentes, pero no hay mucha razón para esperar que un efecto negativo encontrado en la mayoría de los casos sea positivo en el páramo (Hofstede 2000).

Es tiempo de dejar atrás la justificación de las plantaciones comerciales como medida ecológica. En los países con mucho más tecnología forestal que el Ecuador, es reconocido por los forestales que el pino tiene su impacto ambiental y que, en vez de poner esfuerzo en negarlo, deberían poner más bien un esfuerzo en mitigarlo. Goyoso (1996) demostró que en Chile, para mitigar los efectos ambientales y para mantener la fertilidad del suelo (se debe notar que no se habla de biodiversidad o servicios hídricos) se debe invertir entre 1.200 y 2.500 dólares por ha por rotación extra. La certidumbre en países como Nueva Zelanda y Sudáfrica sobre el impacto de las plantaciones forestales industriales sobre la hidrología es tal que ya ni siquiera es tema de discusión sino tema de manejo: en ambos países existen grandes programas, con apoyo del gobierno, de recuperación de pajonales y aumento de caudales por medio de corte de plantaciones forestales (Van Wilgen *et al.* 1998).

El impacto de la forestación probablemente es menor que la del cultivo agrícola típico. Por esto, si se compara el sistema de una plantación forestal con un pajonal alterado por cultivos o por pastoreo fuerte, la plantación parece bastante favorable. Pero, también la forestación con fines de producción tiene características de un cultivo agrícola y tiene que ser trata-

da así. En vista del alto valor ecológico, hidrológico y paisajístico del páramo, no es recomendable plantar especies exóticas a la altitud del páramo, con excepción de áreas degradadas, alteradas (no cubiertas por pajonales, arbustales o humedales) y de áreas limitadas en posesión de comunidades campesinas, donde las plantaciones servirán como sustento económico y doméstico, complementando las otras actividades productivas de la familia campesina, lo que disminuiría la presión sobre el bosque natural y, además, podría ayudar a recuperar tierras degradadas o conservar suelo en sistemas agroforestales (Hofstede 2000).

### **IMPACTOS DE ACTIVIDADES MENORES: CACERÍA, RECOLECCIÓN, EXTRACCIÓN DE SUELO Y TURISMO**

Otras actividades humanas, menos frecuentes pero igual con su impacto, son las varias formas de recolección de recursos (incluyendo cacería, recolección de leña y de hierbas medicinales, y extracción de suelo) y también el turismo.

La cacería parece que tiene solamente un impacto sobre la fauna silvestre, pero también tiene efectos indirectos sobre todo el ecosistema. Por supuesto ayuda mucho a disminuir la densidad de ciertos animales, pero es probable que la destrucción de hábitat natural por las quemas y la deforestación tenga más impacto que la cacería. Si se considera, por ejemplo, que naturalmente existe una sola danta por cada 2.000 hasta 10.000 hectáreas, es muy difícil matar hasta el último animal cuando éstos están tan dispersos. Sin embargo, por la variedad de usos que da la gente al páramo, es más difícil encontrar áreas tan extensas en su estado natural como para que una danta pueda vivir tranquila. Pero sí es un hecho que, especialmente los animales grandes (dantas, osos, cóndores y venados) han bajado bastante su población por la cacería. Es más, existen ejemplos donde venados y ganado viven lado a lado en un área donde se ha dejado de cazar totalmente durante dos décadas. La cacería también tiene efectos indirectos. Por ejemplo, la quema todavía es muy usada para cazar conejos. Los cazadores típicamente entran en áreas totalmente prístinas, dejando sus huellas (de botas y vehículos) en áreas donde nunca antes había pisado un ser humano.

Una forma especial de cacería es la pesca. Para satisfacer la demanda, ya desde hace muchas décadas se ha introducida la trucha arco iris en casi todas las aguas superficiales de los páramos. La trucha ya se hizo un habitante tan pertinente de los páramos, que la mayoría de la población an-

dina piensa que es un animal nativo que merece protección. Pero, a pesar de que la trucha conlleva muchas ventajas en cuanto a la alimentación y las finanzas de las comunidades andinas y, además, es un buen indicador de calidad de agua, vale destacar que es un elemento foráneo que probablemente ha desplazado a elementos de la fauna nativa en ríos y lagunas.

El impacto de los usos domésticos que dan los habitantes de las comunidades andinas incluye la recolección de flora en forma de leña, hierbas medicinales y frutas. Aunque se puede especular que inclusive una actividad tan humilde como la recolección de mortiños para la colada morada o de sunfo para aguas aromáticas puede tener cierto impacto sobre la vegetación (diversidad, distribución, dispersión natural, etc.) en realidad casi no es medible. Además, son actividades tan importantes cultural y socialmente, que a nadie se le ocurriría cuestionar su sustentabilidad. La recolección de leña ya es un tema más polémico. Una familia campesina necesita una pequeña cantidad de leña por año (entre 5 y 15 m<sup>3</sup>). Esta cantidad, correspondiente a unos 25 a 50 troncos de yagual o quishuar, es fácilmente recogida cuando permanecen bosques extensos, con densidades de árboles de dos o tres mil individuos por hectárea. Es difícil que el bosque desaparezca por el solo aprovechamiento de la leña. Si existe un plan para el uso de este bosque, aprovechando solamente árboles viejos y los que crecen cerca a los bordes, el centro del bosque va a quedar sin intervención y solamente en el borde existiría algo de disturbio de la estructura del bosque. Este leve disturbio es probablemente preferible sobre la alternativa que consiste en traer gas o madera de plantaciones de áreas lejanas, lo que implica contaminación y necesidad de más recursos económicos.

El problema de la recolección de madera para uso doméstico está en la situación de que hoy, en la mayoría de los páramos, ya no hay remanentes de bosques de mediano o gran tamaño. Si en una comunidad hay apenas uno u dos remanentes presentes, cubriendo 2 ó 3 hectáreas, y donde cada familia extrae 25 a 50 troncos por año y encima de vez en cuando algunos troncos para cubrir otras necesidades (postes, construcción, cabos, etc.), estos bosques pueden desaparecer rápidamente. Una vez desaparecido el último árbol, la gente sin capacidad de compra de gas doméstico empieza a usar cualquier otra parte de la vegetación para combustible, en todos los casos algo menos eficiente, por lo que se necesita sacrificar más material con el mismo fin. En la Sierra ecuatoriana se usan arbustos, pantano seco y hasta paja como combustible para la cocina. Por esto, el impacto de la recolección de madera para uso doméstico depende mucho del grado de deforestación.

Otra forma de recolección de los recursos del páramo es la extracción de suelo que se ve en varios lugares en el Ecuador. El suelo del páramo, en sí con muchos problemas para los cultivos por la inmovilización de nutrientes, se convierte en un suelo muy fértil cuando se lo deposita en áreas más calientes. Por esto hay un interés en llevar volquetas llenas de suelo negro de páramo para viveros de plantas ornamentales, para la floricultura, para urbanizaciones en la periferia de grandes ciudades y hasta para la venta como abono bajo nombres como "tierra mágica". Aunque esta actividad tampoco llega (todavía) a devastar extensiones mayores de páramo, sí es una actividad muy depredadora y con poca justificación social o económica. En un mundo donde existen tantas opciones de manejo de suelos y de fabricación de abonos orgánicos, no hay necesidad de minar el suelo del páramo por razones de ostentación.

El turismo siempre es nombrado como una alternativa sustentable frente a las actividades agrícolas, que genera ingreso y empleo en el páramo. Pero el mismo turismo tiene sus efectos negativos también. No todo turismo es ecoturismo y existen ejemplos supremamente dañinos como el "deporte" *off-road* en los páramos. Correr con carros o motos todo terreno por deporte, no sobre sino al lado de las carreteras, destruye completamente la vegetación y compacta el suelo en una forma que, en términos de compactación, transforma a las vacas en plumas. Cuando el terreno está totalmente degradado parece una carretera; entonces los pilotos los dejan atrás para ir a destruir nuevas áreas. Especialmente las carreteras con mucho tráfico que atraviesan páramos, como las que suben al Cotopaxi y el Chimborazo, ya tienen un ancho de varios centenares de metros en vez de los seis metros que tenían originalmente (Pérez 1991).

Otras actividades turísticas, más humildes, no siempre son tan sustentables como parecen. Actividades como caminatas, escaladas, camping, picnics, navegación sobre lagunas, etc., pueden tener efectos como contaminación del páramo con desechos, molestia a la fauna, destrucción de bosques por la necesidad de leña y hasta incendios. Claro que los carros y las motos tienen el mayor efecto destructivo, pero también la gente que usa el páramo para cabalgatas, bicicletas de montaña o inclusive para caminar tiene que considerar que cada paso que hace deja una huella que no se quitará durante un buen tiempo. En los páramos del Parque Nacional Podocarpus se ha encontrado que el impacto de un camino, transitado por un máximo de 100 turistas al año, ha tenido una influencia directa sobre la diversidad de plantas de una franja de cinco metros de ancho (Aguirre, en esta publicación). Sin embargo, es relativamente fácil mitigar estos efectos por

medio de una buena campaña de concienciación de visitantes, construcción de infraestructura con sentido ecológico y evitación de actividades intensivas en áreas vulnerables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (En esta publicación). *Influencia de las actividades turísticas en el Sur del Ecuador*.
- Bosch, J.M. y J. D. Hewlett. 1982. *A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration*. Journal of Hydrology 55:3-23.
- Cortés, A., B. Chamorro, y A. Vega. 1990. *Cambios en el suelo por la implantación de praderas, coníferas y eucaliptos en un área aledaña al Embalse del Neusa (Páramo de Guerrero)*. Investigaciones Subdirección Agrológica IGAC :101-114
- DIVA. 1997. *Oyacachi - people and biodiversity*. Ronde, Dinamarca: Centre for Research on Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforests (DIVA); Technical reports: 2. 120 pp.
- Dehn, M. 1995. *An evaluation of soil conservation techniques in the Ecuadorian Andes*. Mountain Research and Development 15(2):175-182.
- Fahey, B.D. y R.J. Jackson. 1997. *Ecological impacts of converting native forests and grasslands to pine plantations, South Island, New Zealand*. Agricultural and Forest Meteorology 84: 69-82.
- Gayoso J. 1996. *Costos ambientales en plantaciones de Pinus radiata*. Bosque 17: 15-26.
- Ferwerda, W. 1987. *The influence of potato cultivation on the natural bunchgrass páramo in the Colombian Cordillera Oriental*. Tesis de MSc nr. 220, Laboratorio Hugo de Vries. Universidad de Ámsterdam. Ámsterdam.
- Hedberg, I. y O. Hedberg. 1979. *Tropical-alpine life-forms of vascular plants*. Oikos 33: 297-307.
- Hofstede, R.G.M. 1995a. *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. (1995b). *Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem*. Universiteit van Amsterdam, Tesis de PhD. 198pp
- Hofstede, R.G.M. 1997. *El impacto ambiental de plantaciones de Pinus en la Sierra del Ecuador. Resultados de una investigación comparativa*. Proyecto EcoPar - Universidad de Ámsterdam. Ámsterdam.
- Hofstede, R. 2000. Aspectos técnicos ambientales de la forestación en los páramos. En: G. Medina, C. Josse y P. Mena (Eds.) *La forestación en los páramos Serie Páramo 6:Quito: GTP/Abya Yala*. pp 41-66.

- Hofstede, R.G.M, P. Chilito. y S. Sandoval. 1995. *Vegetative structure, microclimate, and leaf growth of a paramo tussock grass species, in undisturbed, burned and grazed conditions*. *Vegetatio* 119(1):53-65
- Hofstede, R., J. Lips, W. Jongsma, y Y. Sevink .1998. *Geografía, Ecología y Fforestación de la Sierra Alta del Ecuador: Revisión de Literatura*. Quito: Abya-Yala. 242 p.
- Horn, S.P. 1991. Fire history and fire ecology in the Costa Rican paramos. En: S.C. Nodvin y T.A. Waldrop (Eds.). *Fire and the environment: Ecological and cultural perspectives*. Vol. Gen. Techn. Rep. SE-69. Asheville, NC: U.S. department of Agriculture, Forest Service. p.289-296.
- Huston, M.A. 1994. *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Kuper, J.H. 1998. *Report on Profafor 1998*. Kroondomeinen Apeldoorn, Holanda.
- Lagaard, S. 1992. Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. En: H. Balslev y J.L. Luteyn (Eds.). *Páramo: an Andean ecosystem under human influence*. Academic Press. Londres.
- Lima, W.d.P. 1996. *Impacto ambiental del Eucalipto*. Editora da Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo.
- Luteyn, J.L. 1992. Páramos: why study them? En: Balslev, H. and J.L. Luteyn (Eds.) *Páramo: An Andean Ecosystem under Human Influence*. London: Academic Press, pp.1-15.
- Luteyn, J.L. (1999). *Páramos. A checklist of plant diversity, geographical distribution and botanical literature*. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 84.
- Ohep C. y S. Herrera S. 1985. *Impacto de las plantaciones de coníferas sobre la vegetación originaria del páramo de Mucubají*. Universidad de los Andes, Facultad de ciencias forestales . Mérida.
- Pérez, F. L. 1991. *Particle sorting due to the off-road vehicle traffic in a high Andean paramo*. *Catena* 18: 239-254.
- Podwojewski, P. y J. Poulenard. 2000. La degradación de los suelos de los páramos. En: Mena, P.A., C. Josse y G. Medina (Eds.). *Los Suelos del Páramo*. Serie Páramo 5. Quito: GTP/Abya-Yala, pp.27-36.
- Podwojewski, P., Poulenard, J., Zambrana, T. y Hofstede, R. (en prensa). *Overgrazing effects on vegetation cover and volcanic ash soil properties in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador)*. *Soil Use and Management*.
- Poulenard, J., P. Podwojewski, J.-L. Janeau y J. Collinet. 2001. *Runoff and soil erosion under rainfall simulation of Andisols from the Ecuadorian Páramo: effect of tillage and burning*. *Catena* 45 (2001): 185-207
- Rangel C., J.O. 2000. *Colombia Diversidad Biológica III. La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.

- Ramsay, P.M. y E.R.B. Oxley. 1996. *Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass páramo*. *Vegetatio* 124: 129-144.
- Shoji, M., M. Nanzyo. y R. Dahlgren (Eds.). 1993. *Volcanic Ash Soils. Genesis, Properties and Utilization*. Elsevier. Ámsterdam.
- Sturm, H. y J. O. Rangel C. 1985. *Ecología de los páramos andinos: una visión preliminar integrada*. Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Biblioteca José Jerónimo Triana 9. Bogotá.
- Suárez, E. y G. Medina. 2001. *Vegetation structure and soil properties in Ecuadorian páramo grasslands with different histories of burning and grazing*. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 33.
- van Wilgen, B.W., R.M. Crowling. y D.C. leMaitre. 1998. *Ecosystem services, efficiency, sustainability and equity: South Africa's Working for Water programme*. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 378
- Velázquez, A. 1992. *Grazing and burning in grassland communities of high volcanoes in Mexico*. En: H. Balslev y J.L. Luteyn (Eds.). *Páramo; an Andean ecosystem under human influence*. Academic Press. Londres.
- Verweij, P.A. 1995. *Spatial and temporal modelling of vegetation patterns. Burning and grazing in the páramo of Los Nevados National Park, Colombia*. University of Amsterdam y ITC. Tesis de PhD. Enschede.
- Verweij, P.A. y Budde, P.E. 1992. *Burning and grazing gradients in páramo vegetation: Initial ordination analysis*. En: H. Balslev y J.L. Luteyn (Eds.). *Páramo. An Andean ecosystem under human influence*. Academic Press. Londres.
- Verweij, P.A. y Kok, K. 1992. *Effects of fire and grazing on Espeletia hartwegiana populations*. En: H. Balslev y J.L. Luteyn (Eds.). *Páramo: An Andean ecosystem under human influence*. Academic Press. Londres.
- Vis, M. 1989. *Processes and patterns of erosion in natural and disturbed Andean forest ecosystems*. University of Amsterdam, Tesis de PhD. Ámsterdam.
- Wada, K. 1985. *The distinctive properties of Andosols*. *Advances in Soil Science* 2:174-223
- White, S. (2001). *Perspectivas para la producción de alpacas en el Ecuador*. En: Medina, G. y P. Mena (Eds.). *La Agricultura y la Ganadería en los Páramos*. Serie Páramo 8. Quito: GTP/Abya-Yala, pp 33-54.
- White, S. y F. Maldonado. 1991. *The use and conservation of natural resources in the Andes of Southern Ecuador*. *Mountain Research and Development* 11(1): 37-55.
- Wille, M., R. Hofstede, J. Fehse, H. Hooghiemstra y J. Sevink (en prensa). *Upper forest line reconstruction in a deforested area in northern Ecuador; a palynological and actuo-ecolocial approach*. *Journal of Tropical Ecology*.