

ESTUDIO DE ALGUNOS PROCESOS DE EROSION EN LA SIERRA VOLCANICA ALTA
DEL ECUADOR (3200 - 4800 m)

^{ORSTOM}
G. DE NONI * - ^{ORSTOM}
M. VIENNOT **

RESUMEN : La parte alta de la Sierra volcánica del Ecuador tiene la reputación de ser una zona subutilizada que puede ser considerada como una buena zona de colonización por la calidad de sus suelos. Los autores demuestran que por sus condiciones (clima, pendientes, suelos, etc...) esta zona sufre ya graves daños debido a la erosión y al asentamiento humano por las prácticas agrícolas poco adecuadas.

El presente estudio ha sido realizado en la parte alta de la Sierra ecuatoriana, cuyos límites fueron definidos como sigue : (ver fig.1).

- en altura, desde 3.200 m hasta 4.400 m.
- de Norte a Sur, desde la frontera con Colombia hasta los márgenes meridionales de la cuenca de Riobamba.
- de Este a Oeste, desde la línea de cumbre de la cordillera occidental hasta la de la cordillera oriental.

Las vertientes internas de las dos cordilleras han sido escogidas, en particular, porque sufren un impacto importante debido a la acción del hombre sobre el medio ambiente: la antigüedad de este impacto varía según las zonas, pero la tendencia general, desde hace unos veinte años, está caracterizada por una relocalización cada vez más precisa del minifundio en altura.

Del punto de vista físico, este medio presenta cierta homogeneidad edafológica ya que los suelos provienen de materiales volcánicos, en gran parte de origen piroclástico. Sin embargo, se puede ver la irregularidad del relieve constituido por tipos de pendientes heterogéneos. Lo mismo pasa con las condiciones climáticas que varían según la exposición.

En condiciones naturales, estas tierras altas forman un medio morfo-dinámico relativamente estable, pero frágil. En las zonas utilizadas por

* Geógrafo ORSTOM : Apartado Postal 6596 CCI - QUITO

** Edafólogo ORSTOM: Apartado Postal 6596 CCI - QUITO

el hombre, el equilibrio se rompió rápidamente y la erosión constituye uno de los aspectos fundamentales de degradación de los recursos naturales y en particular del suelo.

I - LA EROSION EN CONDICIONES NATURALES

Según los estudios cartográficos realizados por el departamento de Geografía del PRONAREG (1) con la asistencia técnica del ORSTOM (2), sobre la utilización actual del suelo y las formaciones vegetales en la Sierra ecuatoriana, podemos destacar que los pisos altitudinales de la vegetación natural se establecen así :

- 3200 - 3600 m : formaciones arbóreas
- 3600 - 3800 m : formaciones arbustivas (matorral) (3)
- 3800 - 4400 m : formaciones herbáceas (páramo) (4)
- arriba de los 4400 m : sin vegetación.

Sin embargo, este esquema tiene que ser considerado como general, y puede ser modificado en ciertas zonas por la existencia de condiciones topográficas y climáticas particulares, y por supuesto, por la intervención del hombre. Para estudiar esta variabilidad, se han interpretado dos parejas estereoscópicas, correspondientes a fotografías aéreas pancromáticas tomadas de la cordillera oriental. Se trata de dos zonas, la primera está situada en los límites de las provincias de Pichincha y Napo, y la otra al Este de la provincia de Imbabura.

En el primer caso, que bordea el Paso de la Virgen entre 3600 m y más de 4500 m, se encuentran los pisos de vegetación siguiente (ver fig. 2).

- cultivos hasta 3600 metros,
- páramo con islotes de matorral cerrado de 3600 a 4000 m,
- asociación de páramo con matorral abierto de 4000 a 4200 m,
- más arriba de 4200 m : zona con montículos de vegetación herbácea (Thufur) con afloramiento rocoso.

Se puede notar , aquí, la ausencia de bosque y de matorral cerrado continuo. Sin embargo, se observa la existencia de un páramo con matorral abierto, ubicado en una banda casi continua lindando con el piso alto de Thufurs

-
- (1) PRONAREG : Programa Nacional de Regionalización
 - (2) ORSTOM : Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación. PRONAREG-ORSTOM, Mapas de uso del suelo, Mapas de Suelos.
 - (3) Matorral : formación arbustiva normalmente cerrada que se encuentra entre los cultivos del piso templado y la zona fría del páramo.
 - (4) Páramo : formación herbácea de altura.

En el segundo caso, el de la laguna de Puruhanta, la zonificación altitudinal de la vegetación se acerca más al esquema general: (ver.fig.3)

- formaciones arbóreas hasta 3500 - 3600 m,
- matorral cerrado, de 3500-3600 m hasta 3700 m,
- páramo asociado con matorral abierto, de 3700 a 3900 m,
- por fin, páramo con islotes de matorral cerrado desde 3500 hasta más de 3900 m.

Sin embargo, notamos por un lado la existencia del piso páramo, sea con matorral abierto o con islotes de matorral cerrado y por otro lado un escalonamiento disimétrico de la vegetación. Por ejemplo, los límites extremos de la pareja páramo más islotes de matorral cerrado, presentan más de 400 m de diferencia de desnivel dentro de la misma unidad.

Una comparación de estos dos casos con el esquema general muestra, en efecto, la influencia de las condiciones naturales (topografía y microclimas) variables según la zona: por ejemplo, presencia local de un piso alto de Thufurs o escalonamiento disimétrico de la vegetación. Sin embargo, las actividades humanas parecen haber influido en una forma determinante, en la zonificación altitudinal de la vegetación. Se constata por una parte, una alza del límite superior de los cultivos hasta por los 3600 m, y por otra parte una baja del límite inferior del páramo (utilizado como pasto extensivo), igualmente hasta los 3600 m. Esta evolución se produjo a costa del bosque que ha desaparecido casi totalmente, y del matorral que ha sufrido una mengua importante. Por fin, es importante notar que el matorral sube muy alto; está, por lo general, siempre asociado con el páramo, bajo su forma abierta o cerrada.

En las zonas en donde la vegetación natural se ha mantenido localmente, o que sólo ha sido sometida superficialmente a la presión del hombre, la erosión existe pero de manera puntual.

Más arriba de los 4200 m, el sistema de erosión periglaciaria desempeña un papel importante. Los mecanismos principales se deben en primer lugar a las alternancias de hielo-deshielo a lo largo del año, y de manera secundaria a los efectos del escurrimiento y del viento. Este sistema de erosión ejerce su actividad tanto sobre el suelo y su cobertura herbácea como sobre

los afloramientos rocosos. La vegetación presenta una morfología particular en pequeños montículos con vegetación herbácea decimétricos (o Thufurs), con formas regulares y semi-esféricas, que constituyen verdaderos campos de micro-montículos. La hinchazón del suelo al momento del hielo y su transformación en lodo cuando llega el deshielo, provocan procesos de geliflucción del suelo, más o menos intensos según la inclinación de la pendiente. (Pipkrake, reptación lenta o rápida). Este tipo de dinamismo tiende a hacer desaparecer la vegetación en particular por descalzamiento de los Thufurs, y crea formas de erosión de algunos m² de superficie cuyo modelado se caracteriza por los tres elementos siguientes :

- la parte alta está limitada por un pequeño abrupto de forma semi-circular, cuya altura varía entre 0,40 y 0,60 m,
- la parte baja se termina, rápidamente, en forma de embudo,
- la superficie del suelo está constituida por una micro-morfología cuyo aspecto es el de grumos de lodo (dando la impresión del champeado de cemento que enlucen las fachadas de las casas), y localmente por clastos decimétricos de roca productos de la gelifración.

Durante el período de deshielo, el escurrimiento y el viento toman también parte en esta erosión natural. Sus acciones siguen siendo, sin embargo, más discretas, y se limitan al modelado de algunas formas de detalle. Las alternancias hielo-deshielo son también notables en las rocas: gelifración de rocas en rodajas, sublevamiento sub-vertical de los bloques fragmentados. Localmente, se observa un pulido tosco de la superficie de los bloques por el viento. No se ha observado ningún suelo poligonal.

Más abajo de los 4200 m, y por lo tanto hasta 3200 m, el papel del hielo pierde importancia. El sistema de erosión es manejado por mecanismos, esencialmente hídricos. Escurrimientos y deslizamientos provocan, también formas de erosión semi-circular terminadas en embudo, pero las superficies afectadas, unos cientos de m² son más importantes. Nacen al contacto con fuertes rupturas de pendiente ($\geq 70\%$) cuyo origen puede ser natural o antrópico : quebradas en forma de V, discontinuidad litológica (frente de escurrimiento, lahar, zócalo metamórfico y volcánico) o cortes de carreteras y de caminos.

II - LA EROSION EN CONDICIONES DE AGRICULTURA Y DE CRIA DE GANADO

Desde hace mucho tiempo, las tierras altas de la Sierra volcánica han sido ocupadas por el hombre. Sin embargo su impacto sobre el medio ha sido más o menos erosivo a lo largo de las grandes etapas que marcaron la historia de la ocupación del suelo del país.

La época pre-hispánica aparece como el período menos degradante para los suelos que estaban sometidos a un sistema agrícola micro vertical. U. OBEREM define este tipo de ocupación del suelo que se formó durante los 200 años que precedieron la Conquista española. Se caracteriza por la utilización de cada piso ecológico por una actividad agrícola particular. En su estudio (5), U. Oberem se refiere en los términos siguientes al pueblo de Tisaleo situado en la Provincia del Tungurahua y tomado entre todos los ejemplos descritos por los cronistas de la época :

"... está el pueblo... en las faldas de la sierra nevada... la tierra es fría, que lleva bien papas y cebadas, con que se suple la falta de maíz, de este hacen sementeras en un valle más abajo que llaman de Guache, que dista una legua del lugar, en que también tienen huertas..."

En forma general, la agricultura está presente en los tres grandes pisos ecológicos : caliente, temperado y frío. Sin embargo, el impacto del hombre sobre el medio, aunque se extienda entre las alturas extremas, no dió lugar a una aceleración notable de la erosión. Las prácticas agrícolas empleadas (terrazas, rotación, abonos, etc...) eran relativamente conservadoras de suelos, y por otra parte la presión del hombre sobre la tierra era mucho menos fuerte que hoy en día.

A partir de la Conquista española, la erosión se acelera en las tierras altas de la Sierra que aparecen como sede de una relocalización de los indígenas que huyeron de la autoridad de los conquistadores. Además, hay que notar que las actuales actividades agrícolas características de esta región han sido importadas de España : cultivos como cebada, haba, avena, centeno y sobre todo la cría de ganado ovino. El estudio realizado por CESA (6) en la comuna de Pilahuin constituye un buen ejemplo de la formación de un nuevo

(5) OBEREM (U.): Contribución a la etnohistoria ecuatoriana, Pendoneros Otavalo, 1981, pp. 47-71.

(6) "Políticas y economías campesinas en ecosistemas de altura: caso de Pilahuin, zona interandina Ecuador" in Sobrevivencia campesina en ecosistemas de altura. Vol. II. Santiago de Chile, 1983, pp.69-150.

tipo de asentamiento sobre tierras poco solicitadas hasta la llegada de los españoles. Esta comuna, situada en las faldas altas del Chimborazo y del Carihuairazo, ha sido formada en la época colonial por campesinos que huían de la dominación hispánica. Rápidamente, la cría de ovinos se volvió la actividad agrícola más importante que predominaba entre 3800 y 4100 m y que estaba asociada a varios cultivos (papa en particular) entre 3200 y 3800m. Desde hace siglos el sobre-pastoreo ha sido y sigue siendo uno de los aspectos más importantes de la degradación del suelo.

Este proceso de relocalización del asentamiento del pequeño campesino sobre las alturas perduró de una manera más o menos intensa según los períodos. Sin embargo, se amplió considerablemente, hace apenas unos veinte años, con la Reforma Agraria. Al permitir la distribución de títulos de propiedad en beneficio de los ex-huasipungueros, la Reforma Agraria contribuyó al mismo tiempo a la repoblación de estas tierras altas, y al crecimiento notable de la presión del hombre sobre el suelo. En su análisis del pequeño campesinado de la Sierra, R. SANTANA (7) relata el ejemplo del cantón de Cangahua. La Reforma Agraria ratifica el acceso a la propiedad de los ex-huasipungueros sobre las tierras de fuertes pendientes situadas entre 3600 y 3800 m. Además, el tamaño reducido de las tierras otorgadas aparece, rápidamente, como un factor limitante de primer orden para la reproducción de la familia. El campesino se ve obligado, en un medio natural difícil, a utilizar de una manera demasiado intensiva el suelo, y descuida los tiempos de rotación. La consecuencia directa es la aceleración de la erosión: en 25 años aproximadamente, casi la totalidad de la capa arable había desaparecido.

Por lo tanto la erosión se aceleró desde la conquista española hasta la fecha, y esto sin tomar en cuenta las condiciones que rigen el clima de las tierras altas de la Sierra.

En medio húmedo (> 1500 mm) son los procesos hídricos los que predominan. Bajo cultivos, se puede observar casi siempre un tipo de erosión por escurrimiento en quebradillas y en zanjas. Las pendientes presentan fuertes declives (40-100%, localmente hasta más de 100%), y la utilización de cultivos y prácticas agrícolas poco protectoras del suelo contribuye en agravar los efectos del escurrimiento. La cebada, la avena y el centeno se siembran al

(7) SANTANA (R.) : Campesinado indígena y el desafío de la modernidad
Caap. Quito, 1983, 281 p.

voleo sin preparación notable del suelo, muchas veces los trabajos de arado relativos al cultivo de la papa y haba son realizados en el sentido de la pendiente. La utilización cada vez más frecuente del tractor sólo acelera este tipo de procesos. Cuando estos trabajos siguen el trazado de las curvas de nivel se puede observar, en forma general, que los camellones no son bastante anchos y los surcos bastante profundos. Además, su mantenimiento no se hace en forma regular a lo largo del año. En condiciones de cría, la erosión existe de igual manera ya que los animales favorecen la degradación de la cobertura vegetal. Esta se manifiesta por una dinámica de deslizamientos provocados por el sobre-pastoreo. El ganado ovino, el más importante en número de cabezas, provoca no solamente la degradación de la cobertura herbácea sino también, localmente, su desaparición. La falta de utilización de tecnologías adecuadas en materia de cría, como por ejemplo la rotación de los animales, favorece el sobre-pastoreo de los mismos lugares en donde regresan, sistemáticamente, los rebaños dejados en libertad. El peso del ganado que se desplaza perpendicularmente a la línea de la pendiente más fuerte contribuye al modelado de las vertientes en gradas y pequeñas terrazas. Estas, cuyo ancho y altura son de un orden decimétrico, subrayan el trazado de las curvas de nivel. En los lugares en donde el terreno ha sido demasiado pisoteado, la estructura superficial del suelo se degrada y pierde su alta permeabilidad. Las cenizas volcánicas tixotrópicas, cuando están llenas de agua pueden ser tan sensible a los efectos de los movimientos en masa como las margas y las arcillas. A partir del 25% de pendiente, se puede observar con cierta frecuencia pequeños deslizamientos de algunos m² de superficie parecidos a cucharadas, que interrumpen la disposición regular de las pequeñas terrazas. En las pendientes inferiores a 25 %, el trazado de estas terrazas tiende a debilitarse y a desaparecer. En estas condiciones, los elementos finos superficiales del suelo están sometidos por una parte a una reptación lenta, y por otra parte a los efectos de un escurrimiento difuso a ligeramente concentrado en quebradillas.

En medio más seco (< 1500 mm), la acción erosiva del viento se vuelve predominante, bajo cultivos y bajo pasto. La superficie de los campos presenta un color jaspeado característico debido al desplazamiento por el viento de los elementos móviles y finos del suelo. Al encontrarse con obstáculos,

pared rocosa o vallas de vegetación (arbustos, cactus), se forman pequeñas acumulaciones de tipo rebdous y nebkas. Sobre pasto con vegetación deteriorada, el viento forma remolinos entre las matas de hierba y moldea hondonas de deflación, de un orden centimétrico a decimétrico que al juntarse pueden provocar la formación de pequeños pasillos. En las topografías planas bien expuestas al viento, la erosión eólica es más agresiva. Se pueden observar verdaderos paisajes desérticos: regs con yardangs y ergs con barkhanes. Los ejemplos más significativos son los del Chimborazo y de la zona de Palmira.

III - LOS PRINCIPALES FACTORES DE LA EROSION

Se distinguen por una parte los factores creadores de origen climático y por otra parte los factores condicionantes tal como los suelos, las pendientes, la vegetación antrópica y las prácticas agrícolas que se asocian a esta (ver fig. 4).

3.1. Los factores creadores

Por intermedio del gradiente altitudinal, a veces atenuado por los efectos de orientación, se observa una sucesión de climas cada vez más rudos caracterizados por los tres elementos siguientes que pueden provocar la erosión cualquiera que sean las condiciones de utilización del suelo.

- Las heladas : son escasas más abajo de 3200 m pero se vuelven frecuentes y nocturnas de 3200 a 3600 m. El riesgo de helada es importante sobre todo durante la estación seca (Julio, Agosto y Septiembre). Más arriba de 3600 m, el período de riesgo de helada se extiende a todo el año, pero solo es a partir de 4200 m que las heladas intervienen en el modelado de tipo "periglacial" de los paisajes.

La morfología glacial actual constituye la herencia de paleoglaciaciones que interfirieron con diferentes períodos de actividad volcánica, siendo las más recientes posteriores a la erosión de los glaciares.

- Las lluvias : Se caracterizan por totales diarios, mensuales o anuales así como por intensidades.

Los totales anuales se conocen mal. Estarían, para la zona de estudio, comprendidos entre 1300 y 2000 mm en la cordillera oriental, e inferiores a 1300 mm en las cimas y la parte interna de la cordillera occidental.

Considerando el frío que hace en las tierras altas, se puede, sin mucho riesgo de equivocación, afirmar que la humedad es permanente y que los pocos períodos de sequía son fácilmente compensados por la fuerte capacidad de retención de agua de los suelos.

La intensidad de las lluvias ha sido estudiada por G. DE NONI y J.F. NOUVELOT. Se expresa por el IM 30 (intensidad máxima en 30 minutos y de frecuencia mediana) cuyos valores en Ecuador varían entre 20 y 70 mm/h. En la mayor parte de la zona de estudio, los valores del IM 30 son medianos a bajos ya que se ubican entre 20 y 40 mm/h. Localmente, el IM 30 puede sobrepasar 50 mm/h en la cordillera oriental.

- El viento : Todos los autores concuerdan para dar una gran importancia a la erosión eólica en las tierras altas. Además, su acción es aún más espectacular ya que las alturas de lluvias anuales son reducidas. Desgraciadamente, nos faltan informaciones sobre la velocidad del viento. Los pocos datos disponibles conciernen los promedios mensuales hora por hora. La estación de Malchinguí situada en una zona afectada por la erosión eólica a unos cuarenta kilómetros al NO de Quito, permite tener una idea del viento: 9 a 13 m/segundos según los meses y medidos a las 13 horas. Sin embargo, este tipo de información no revela las velocidades instantáneas, que pueden ser muy elevadas en el caso por ejemplo de borrascas. P. BIROT luego de experiencias realizadas en túneles (8) habla de un viento de 16 m/segundos capaz de desplazar 1 tonelada de arena por hora sobre 1 m de sección. De igual manera, M. DERRUAU (9) evoca, para el Sahara occidental un alizeo de 7 m/segundos responsable de un magnífico campo de barkhanes.

3.2. Los factores condicionantes

- Los suelos y las pendientes : Los suelos están regidos por una zonificación altitudinal que se vuelve aún más estricta ya que arriba de 3200 m, la arena antigua está cubierta uniformemente por un manto de cenizas o de lapillis. Esta zonificación altitudinal expresa la zonificación climática característica por el frío y una humedad cada vez más acentuada. Es así como de 3200 m de altura a 4400 m, se puede observar :

- una capacidad de intercambio constante

(8) BIROT (P.) : Précis de géographie physique générale. Armand Collin, Paris 1968, p. 225.

(9) DERRUEAU (M.) : Précis de géomorphologie. Masson, Paris, 1974, p. 198.

- una disminución de la tasa de saturación de 70 a menos de 5 %,
- un aumento de la capacidad para retener el agua,
- un pH cada vez más ácido,
- un horizonte humífero de mólico a fíbrico,
- una transformación de arcillas aloisíticas o metaloisíticas en productos amorfos con alto contenido de arcillas alofánicas.

Los suelos se transforman entonces de Hapludolls en Dystropepts por los 3500 m, y en Cryandepts arriba de los 4200 m. Estos suelos tienen un excelente comportamiento frente a la erosión, aunque tengan un alto contenido de limo, y que sean permeables en condiciones naturales. Las pendientes sobre las cuales se han formado presentan inclinaciones variables según las 2 grandes formas de relieve que componen la zona estudiada.

Por una parte, se puede distinguir las largas vertientes estructurales cubiertas uniformemente por productos piroclásticos que constituyen la parte interna de las dos cordilleras. Se escalonan entre 3200 m y 3800-4000 m, y se caracterizan por pendientes de fuertes a muy fuertes comprendidas entre 40-70% y más de 70%. Por otra parte, el otro tipo de relieve corresponde a la zona de cumbres, arriba de 3800-4000 m. Presenta una morfología ondulada, resultado de la huella de los glaciares y está sembrada de una multitud de pequeños lagos de altura. Las pendientes presentan declives medios a fuertes (12-40% a 40-70%) y localmente se puede observar topografías casi planas (0-12%).

- Actividades y prácticas agrícolas : La intervención humana en el sector agrícola se rige, también, de manera muy estricta, por la gradiente climática.

De 3200 m a 3800 m, se observa una asociación de cultivos (papas, habas, cebada) y la cría de bovinos y ovinos. La importancia relativa de la cría aumenta rápidamente más allá de 3600 m cuando las condiciones climáticas se vuelven límites para los cultivos. Arriba de 3800 m y hasta 4400 m, se extiende el dominio de la cría extensiva donde parecen predominar los ovinos. Por lo general, las prácticas agrícolas utilizadas no son adaptadas a las condiciones del medio por las razones siguientes :

- Las labranzas de estación seca se hacen en el sentido de la pendiente cuando ésta ya no permite trabajar el suelo según las curvas de nivel. La introducción reciente, pero ya demasiado importante de los tractores orienta cada vez más los campesinos hacia esta manera de trabajar la tierra.

- Se puede observar la ausencia de utilización de abonos orgánicos a excepción de abonos minerales en los cultivos de renta (papa).

- La papa se ha convertido, muchas veces, en un monocultivo que está sometido a operaciones de escarda intempestivas.

- Finalmente, y entre otras prácticas agrícolas, podemos destacar la degradación de la vegetación del matorral y del páramo por quema destinada a mejorar la apetencia de las hierbas para los animales.

CONCLUSIONES

Frente a los mitos que definen, en regla general, estas tierras altas, por una parte como un medio muy estable frente a la erosión y por otra parte como una zona agrícola sub-utilizada, el presente estudio muestra :

- por un lado : que es verdad que en condiciones naturales, estas tierras altas constituyen un medio estable frente a la erosión. Sin embargo, es un medio con un equilibrio relativamente frágil.

- por otro lado : que no es una zona agrícola sub-utilizada. La ocupación del suelo comenzó hace mucho tiempo y es actualmente muy importante. La agricultura y la cría de ganado son los principales factores condicionantes de la degradación de los recursos naturales, no sólo en las tierras altas sino también por la repercusión de la erosión, en las zonas limítrofes, más bajas (por ejemplo: las inundaciones).

Por lo tanto, aparece como imperativo conocer mejor este medio cuyo equilibrio ya ha sido roto en varios lugares, con el fin de destacar modelos de utilización del suelo que sean al mismo tiempo productivos y conservacionistas.

Atlas del Mundo : "Ecuador", Editions Jeune Afrique, Paris 1982, 80 pp.

BIROT (P.) : Précis de géographie physique générale, Armand Collin, Paris 1968, 225 pp.

CESA : "Políticas y economías campesinas en ecosistema de altura, caso de Pilahuin, zona interandina Ecuador" in Sobrevivencia campesinal en ecosistema de altura, vol. II, Santiago de Chile, 1983, 386 pp.

DERRUAU (M.) : Précis de géomorphologie, Masson, 6 ed., Paris 1974, 198 pp.

DE NONI (G.) y NOUVELOT (J.F.) : Los principales procesos erosivos en el Ecuador, 1 mapa a 1/1.000.000, PRONAREG-ORSTOM, Quito 1984, 31 pp.

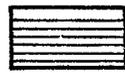
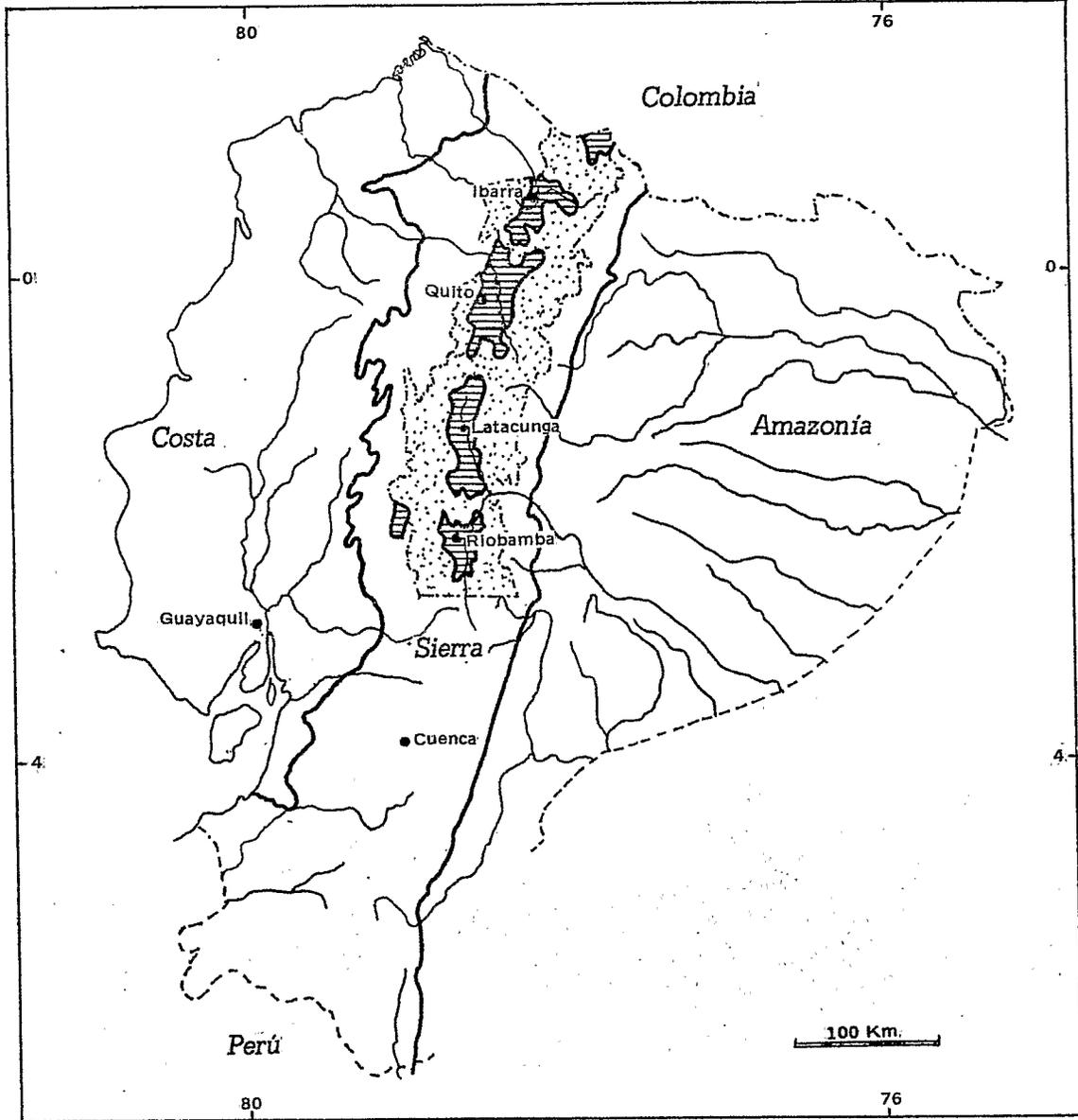
OBEREM (U.) : Contribucion a la etnohistoria, Col. Pendoneros, Otavalo 1981, 128 pp.

PRONAREG-ORSTOM (1978 a 1985) : Mapas de uso del suelo a 1/200.000
Mapas de suelo.

SANTANA (R.) : Campesinado indigena y el desafio de la modernidad, Coop. Quito, 1983, 281 pp.

Zona de estudio

(Fig. 1)



Principales cuencas interandinas



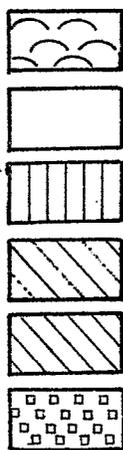
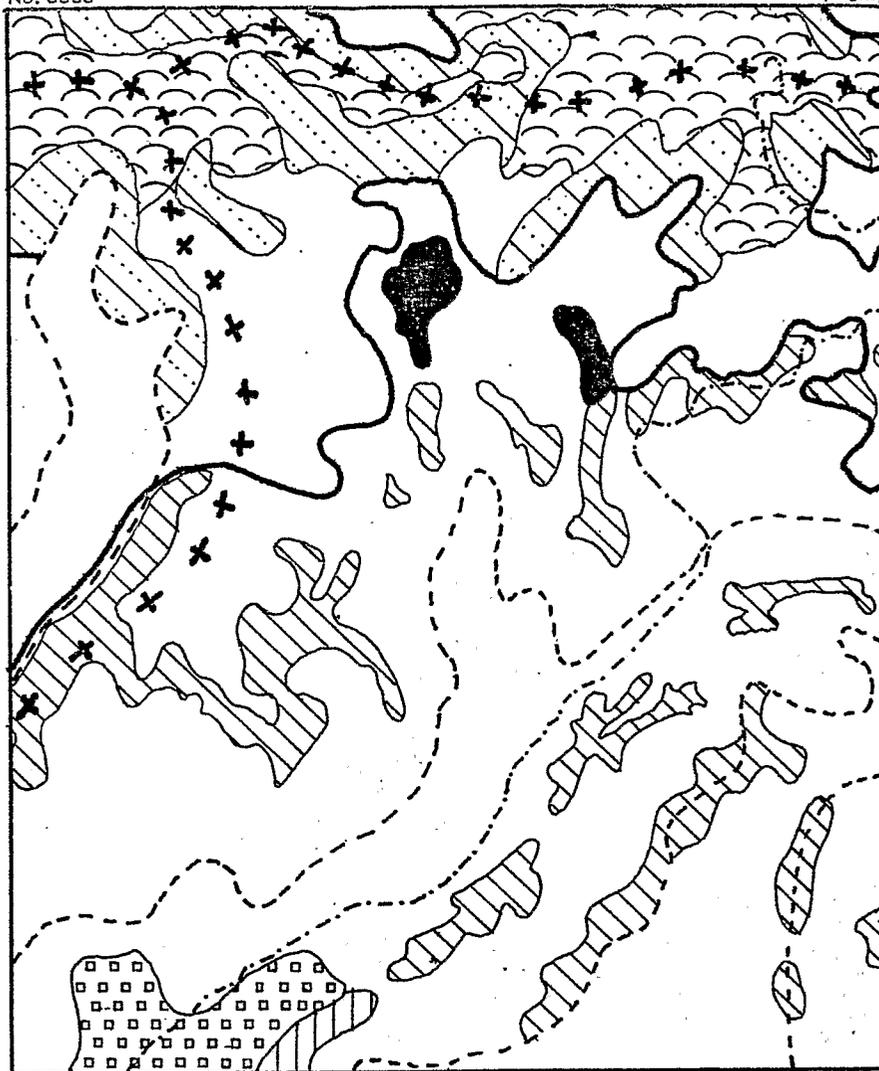
Zona de estudio entre 3200 y 4400 m

FOTOINDICE PAPALLACTA-BAEZA

ABRIL 77

No. 3883

(Fig.2)



Zona a thufurs con erosión periglaciár (geliflucción y gelifracción):

páramo

Matorral más páramo

Matorral abierto

Matorral cerrado

Asociación agricultura y ganadería

Laguna

Líneas de cumbre

Carretera Pifo - Baeza

Valle en U de origen glaciár

Límite de los afloramientos rocosos

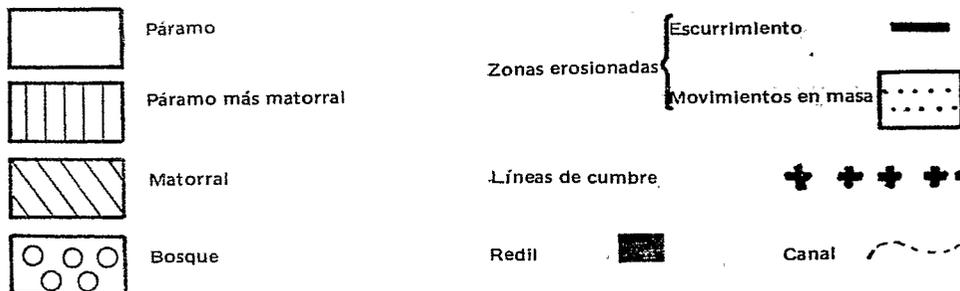
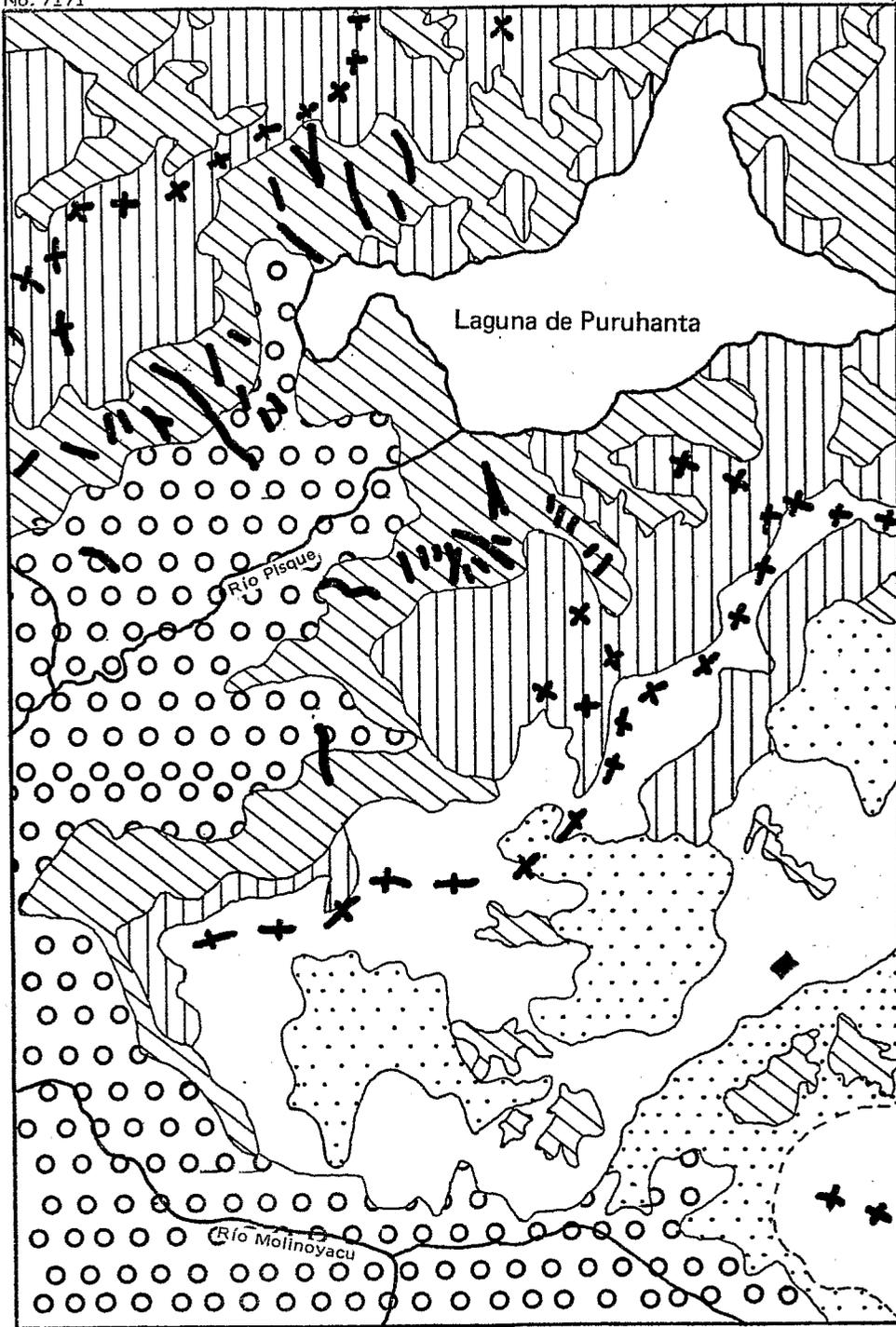


FOTOINDICE IBARRA

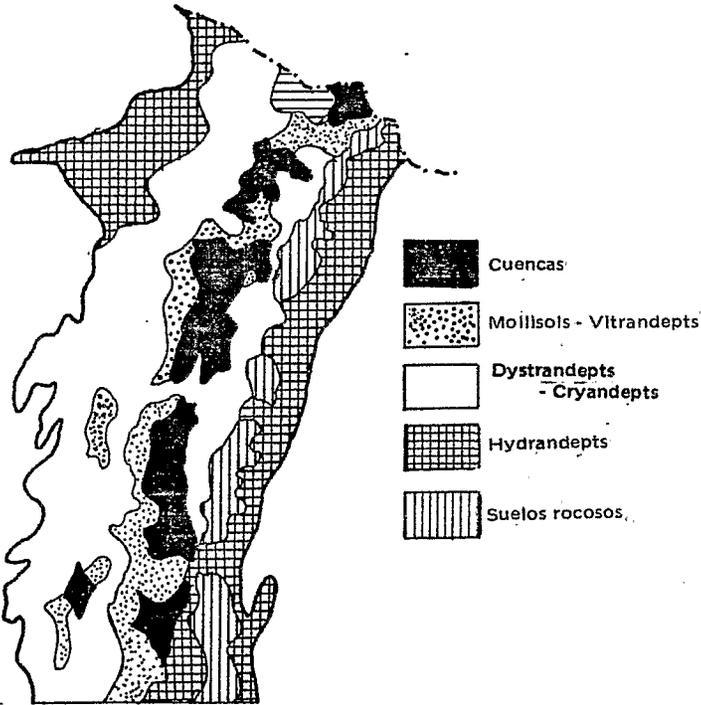
FEBR.65

No. 7171

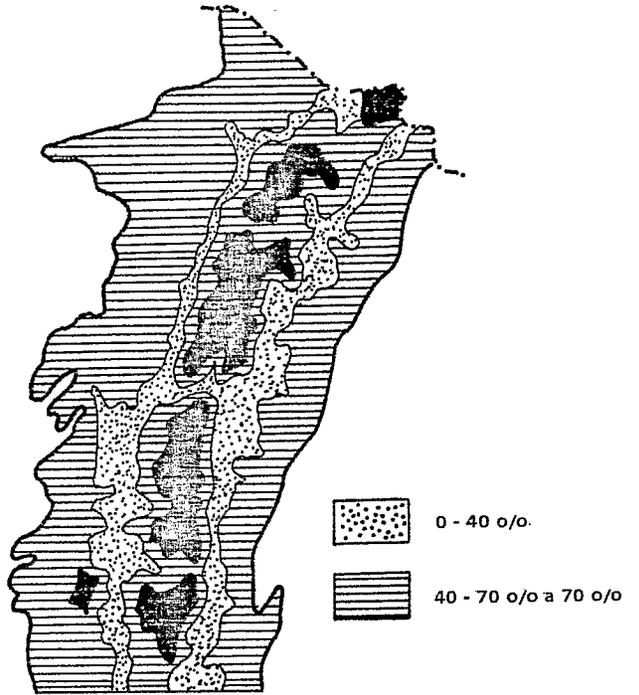
(Fig.3)



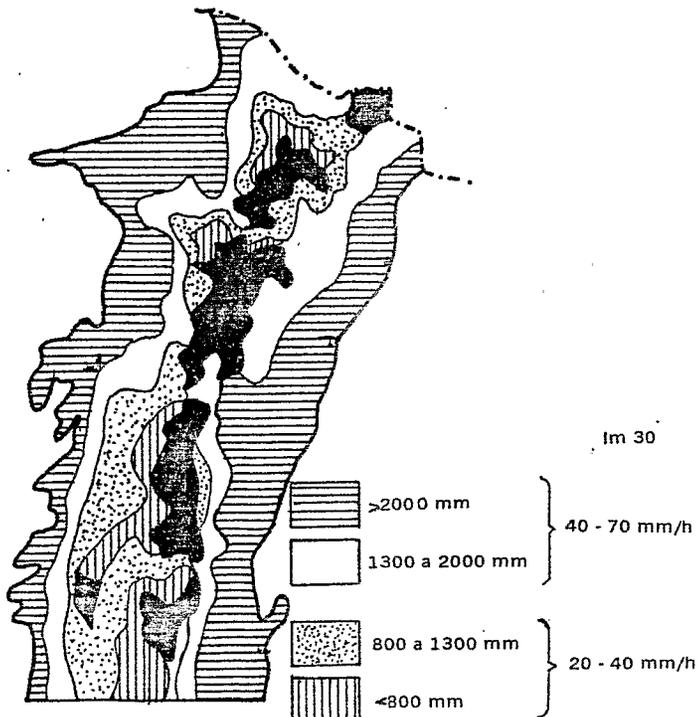
SUELOS



PENDIENTES



PLUVIOMETRIA



USO DEL SUELO

