

CONSERVACION DE SUELOS

G. Trujillo Y. (DNA, MAG), G. de Noni (ORSTOM), M. Viennot (ORSTOM)
y J. Asseline (ORSTOM)

1- INTRODUCCION

Concluído el inventario de recursos naturales renovables con Pronareg en 1980, se llegó a la conclusión de que la erosión de los suelos constituía el problema ambiental mas grave que afecta al país.

Ante esta alarma muy justificada, el MAG a través del Programa Nacional de Conservación de Suelos, PRONACOS, creado en 1982, decide empezar la tarea de atacar este problema a través de las siguientes estrategias: investigación, planificación y ejecución.

Para la investigación se arma un programa con la participación de ORSTOM como organismo especializado para brindar asistencia técnica al PRONACOS, producto de lo cual se obtiene como primer resultado en 1982 la publicación del "Mapa de los principales procesos erosivos en Ecuador a escala 1 : 1'000.000", documento que permite apreciar los problemas de la erosión, su localización geográfica y su intensidad. En este documento se observa que 330.000 hectáreas (1.3 %) del territorio nacional están completamente erosionadas, 1'980.000 has. (7.7 %) en proceso actual de erosión y 10'425.000 has. (39 %) corren el riesgo de erosionarse por procesos cíclicos, escurrimiento difuso y concentrado, movimientos en masa y empobrecimiento físico-químico, que se manifiestan principalmente en las zonas dedicadas a la producción Agrícola. (MAPA)

Para una mejor ilustración de la magnitud de este fenómeno, se presenta la tabla adjunta de un estudio sedimentológico realizado en las principales cuencas hidrográficas del país.

Cuenca hidrográfica	Area de drenaje Km 2	Carga sólida TM/Año
Rio Mira (en Lita)	4.960	5'555.200 *
Rio Guayllabamba (D.J.Alambi)	6.425	7'196.000
Rio Pastaza (Baños)	8.250	7'940.000
Rio Chimbo (Bucay)	2.244	8'430.000
Rio Chanchán (Bucay)	1.480	1'570.000
Rio Paute (D.J.Palmira)	5.176	4'890.000
Rio Cañar (Patul)	2.131	542.500 *
Rio Puyango (Marcabelf)	2.318	2'340.000
Rio Catamayo (Higuerón)	4.206	1'230.800 *
Rio Jubones (Minas)	2.698	747.100 *
Rio Zamora (El Retorno)	1.018	724.100 *
	40.906	41'165.700

* valores estimados.

De las 4 regiones geográficas del país, la sierra constituye el más grave problema a controlar, con una **erosión pasada** propia de un uso agrícola mas antiguo y prácticas culturales inadecuadas; una **erosión actual** importante localizada en las zonas dedicadas a la producción agrícola con los mismos problemas de labores culturales; y sobre todo una **erosión potencial** que de no tomarse medidas correctivas urgentes puede afectar a casi todos los suelos de las vertientes internas y externas de las cordilleras.(Slides)

2- CUANTIFICACION DE LA EROSION

El mapa de los procesos erosivos permitió visualizar la necesidad de conocer de manera puntual la intensidad de la erosión en las zonas más fuertemente afectadas que se localizan principalmente en las vertientes internas de las cordilleras, entre los 2.400 y 2.800 metros de altitud, (piso del maíz) para lo que se implementó una serie de 7 parcelas de escorrentía de 50 m² provistas de un pluviógrafo, localizadas en los siguientes lugares: (Slides)

Alangasí (a 2.700 m, suelo negro arcilloso, 1.000 mm. de precipitación, cultivo del maíz, pendiente de 26 %, sometido a una intensa actividad agrícola)

Ilaló (a 2.500 m, suelo erosionado con cangahua, 600 mm. de precipitación, cultivo de maíz, pendiente 30 %, zona sometida a procesos de recuperación de suelos)

Calacalí (a 2.800 m, suelo arenoso con piedra pómez, 700 mm. de precipitación, cultivo de maíz, pendiente de 40 %, sometido a intensa actividad agrícola)

Zumbahua, Provincia de Cotopaxi (a 3.200 m, suelo franco-arenoso, con 500 mm. de precipitación, cultivo de cebada, con intensa actividad agrícola)

Resultados

Durante 1982, la erosión en ALANGASI fué de 1.050 kg. para los 50 m², es decir 210 ton/ha/año, lo que corresponde a una lámina teórica de 14 mm/año y coeficiente de escurrimiento de 3,5 %.

Para ILALO fue de 2.400 kg. en 50 m², es decir 480 ton/ha/año, lo que da una lámina teórica de 33 mm/año y coeficiente de escurrimiento de 10.5 %.

Se dan valores únicamente de estos dos lugares por constituir los de mayores volúmenes de pérdida de tierra y con más alto riesgo erosivo

3- EROSION-CONSERVACION DE SUELOS Y MEJORAMIENTO DEL LABORATORIO DE SUELOS DE TUMBACO

A partir de 1988 se suscribió un nuevo convenio de cooperación para investigar :

- a) sistemas de conservación de suelos adaptados a nuestra realidad y
- b) procurar el mejoramiento del laboratorio de Suelos de Tumbaco.

a) Erosión-conservación de suelos

Si bien la literatura internacional recomienda un sinúmero de buenos métodos antierosivos, no considera los problemas del Ecuador como el paisaje geográfico (suelos, pendientes, lluvias) ni el aspecto socio-económico del agricultor (raza, tradiciones culturales y técnicas, minifundio).

Para este estudio se implementó una **metodología de investigación propia**, inspirada en los sistemas rurales de producción agrícola, tomando prácticas tradicionales como las sangraderas (pequeños canales con 5 % de inclinación para evacuar los excesos de agua de los terrenos), los muros de chambas (que sirven para delimitar las propiedades o para construir paredes), las bandas de pasto (localizadas en los bordes de los terrenos y que sirven para pastar a las vacas) y los muros de cangahua (bloques de cangahua para delimitar propiedades), todas estas, prácticas ancestrales en las que se han realizado pequeñas adecuaciones para que tengan un sentido antierosivo, así: las sangraderas tienen máximo el 2 % de inclinación, los muretes de chamba, los muretes de cangahua y las bandas de pasto en curva a nivel, lo que se investigó en estaciones constituidas de 2 parcelas testigo de 100 m² en las que se implementaron los sistemas tradicionales de manejo de los suelos para evaluar las pérdidas de tierra bajo situación tradicional y Wischmeier y una o dos parcelas experimentales de 1.000 m² para evaluar el valor de los sistemas conservacionistas propuestos por MAG-ORSTOM.

Tipo de parcelas

Wischmeier es una parcela de 100 m², 22 m de largo, superficie desnuda, sin cultivo, y trabajada hasta una profundidad de 2 cm.

Testigo, similar a la anterior en extensión y largo, pero sembrada con los cultivos típicos de cada sector y con los sistemas tradicionales de labranza.

Experimental, son parcelas de 1.000 m² en las que se evalúan los sistemas de conservación propuestos por el proyecto.

Dónde se implementaron estos estudios?

MOJANDA (Pichincha): Suelo profundo (70-80 cm), de buen potencial agrícola, altitud 3.200 m, precipitación anual 900 mm, pendiente 40 %, cultivos de papa, cebada y haba.

CANGAHUA (Pichincha): Suelo erosionado de cangahua, Durandep, de potencial agrícola nulo, altitud 2.700 m, precipitación 600 mm, pendiente 20 %, cultivos de maíz-fréjol.

TUMBACO (Pichincha): Suelo en avanzado proceso de erosión (25 cm de profundidad), de escaso potencial agrícola, altitud 2.600 m, precipitación 800 mm, pendiente 16 %, cultivo de maíz y fréjol.

TUNTACTO (Chimborazo): Suelo profundo (70-80 cm), buen potencial agrícola, altitud 3.200 m, precipitación 950 mm, pendiente de 28 %, cultivos de cebada, papas, haba, cebolla y pastos para ganadería.

JADAN (Azuay): Suelo poco profundo, arcilloso, de bajo potencial agrícola, altitud 2.000 m, precipitación 700 mm, pendiente 22 %, cultivo de maíz y fréjol.

BABAHOYO (Los Rios): Zona tropical, suelo profundo arcilloso (más de 70 cm), de buen potencial agrícola, altitud 50 m, precipitación 2.500 mm, pendiente 15 %, cultivos de maíz, soya, banano, café, cacao.

Resultados

Se presentan los valores de las estaciones más importantes, en función del volumen de tierra erosionada bajo situación testigo, comparada con la experimental

MOJANDA

Sistema experimental evaluado: **muretes de chamba** construídos en sentido contrario a la pendiente (Slide). Son bloques de tierra+yerba (pasto azul, grama, holco, orejuela) de forma rectangular de 30 a 40 cm. de altura, extraídos del mismo terreno colocados en hileras continuas con el 1 % de inclinación.

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficientes de escorrentía

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escorrentía
Wischmeier	131.0 ton/ha/año	8.5
Testigo	29.8 ton/ha/año	0.6
Experimental	3.5 ton/ha/año	0.2

Ventajas de la práctica: conserva los suelos fértiles y profundos
sirve para pendientes de 20 y 45 %.
las chambas son fácilmente disponibles en el campo
tienen buena estabilidad y retienen la tierra y el agua
permite la formación progresiva de terrazas con buena estabilidad
costo aproximado de \$ 250.000 la hectárea.

CANGAHUA

Sistema experimental evaluado: **muretes de cangahua**, construídos en sentido contrario a la pendiente (Slide). Son bloques de cangahua que se colocan unos sobre otros con 0.5 % de

inclinación, en el borde inferior se ha construido un canal para recolectar el agua de escorrentía que pasa a través de los muretes y se ha asociado hileras de chilca (*Braccharis officinalis*) + pasto llorón (*Eragrostis cúrvara*)

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficientes de escorrenteía

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escurrimiento
Wischmeier	27.8 ton/ha/año	5.5
Testigo	1.08 ton/ha/año	1.3
Experimental	0.03 ton/ha/año	0.18

Ventajas de la práctica: conserva los suelos pobres y superficiales
 sirve para pendientes de 20 a 30 %
 los bloques son fácilmente disponibles en zonas erosionadas
 permiten la formación progresiva de terrazas estables
 costo aproximado es de \$ 600.000 la hectárea

TUMBACO

Sistema experimental evaluado: bandas de pasto (kikuyo, pasto azul y llorón) de 1 m de ancho, construidas en sentido contrario a la pendiente, distanciadas cada 12 metros.

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficientes de escorrentía

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escur
Wischmeier	115 ton/ha/año	
Testigo	2.5 ton/ha/año	6.2
Experimental	1.3 ton/ha/año	2.6

Ventajas de la práctica: conserva la delgada capa de suelo
 sirve para pendientes de hasta 15 %
 los pastos son fácilmente obtenidos en la región
 permiten la formación progresiva de terrazas estables
 el costo es relativamente bajo (\$ 200.000)

JADAN

Sistema experimental evaluado: barreras vivas + canales de infiltración, evacuación + barreras muertas de 1.20 m de ancho, construidas en sentido contrario a la pendiente, distanciadas cada 12 metros.

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficiente de escorrentía

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escorrentía
Wischmeier	391 ton/ha/año	17
Experimental	25 ton/ha/año	2,5

Ventajas de la práctica: conserva suelos pobres
 sirve para pendientes de hasta 25 %
 las barreras vivas son pastos de la zona
 las barreras muertas también son material del sector
 permiten la formación progresiva de terrazas
 costo bajo

RIOBAMBA

Los resultados son similares a los de Mojanda

BABAHOYO

Se implementó la estación para cuantificar el problema erosivo en la costa ecuatoriana, sin que se obtengan resultados importantes, en donde los mayores inconvenientes se dan por empobrecimiento físico-químico y en menor porcentaje por erosión hídrica de las zonas dedicadas a cultivos de ciclo corto como maíz y soya en que se mantiene el suelo sin cobertura vegetal y se utiliza tractor para remover el suelo.

SIMULACION DE LLUVIA

Los estudios realizados en estaciones demandan una alta inversión financiera, de recursos humanos y de tiempo (5 años mínimo), por lo que en consideración a que los mayores problemas erosivos son causados por el agua de escorrentía se ha previsto implementar una metodología de investigación que permita acelerar los estudios mediante la utilización de un simulador de lluvias para conocer las características hidrodinámicas de los suelos.

Adjunto a las estaciones de investigación sobre erosión-conservación de suelos se han realizado pruebas con este equipo a fin de encontrar diferencias y similitudes entre lo natural (parcelas) y lo artificial (simulación), a fin de encontrar factores de corrección que permitan determinar la susceptibilidad de los suelos a la erosión, en función de lo cual se podrá sugerir prácticas conservacionistas. Así por ejemplo se ha investigado el papel de la materia orgánica y la piedra pómez en la infiltración del agua en cangahua recuperada, habiéndose encontrado datos muy interesantes como el de que para lograr una buena infiltración (80 a 90 %), se requiere de dosis de 80 a 120 ton/ha de estiércol de vacuno o gallinaza, lo cual evita la erosión pero encarece los costos de recuperación de estos suelos. Con la incorporación de dosis de 4 a 5 ton/ha de piedra pómez se ha logrado un 80 a 90 % de infiltración, por lo que mezclas de materia orgánica y piedra pómez constituyen una alternativa interesante para la recuperación tanto para evitar el escurrimiento como para abaratar los costos, situación que debe ser investigada.

Cómo lograr la difusión de estas prácticas?

ORSTOM con el apoyo de la Embajada de Francia a través del equipo de trabajo del proyecto implementó un pequeño sistema de difusión de estas prácticas mediante crédito cooperativo que en 1989 constituía la tasa de interés más bajo del mercado financiero (36 %), mientras el interés bancario estatal estaba en 48 %. A través de este sistema de incentivo y con una tasa de recuperación del crédito de un 95 % se ha logrado construir muretes de chamba con 30 familias en 20 has. de la zona de Mojanda, lo que puede ser adoptado por organismos especializados de manejo y conservación de suelos.

b) Mejoramiento del laboratorio de suelos del MAG

La fertilidad y la conservación de los suelos se basa en un adecuado análisis de sus nutrientes y antes de la llegada de ORSTOM los análisis que se realizaban en el laboratorio no eran confiables, los resultados eran diferentes de un laboratorio con otro.

La asistencia técnica de ORSTOM permitió llegar a elaborar análisis de suelos para fertilidad realmente confiables tanto para elementos mayores (N, P, K), como menores (Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn) lo que se complementó con la realización de análisis foliares y posteriormente se implementó análisis para control de calidad de los abonos y fertilizantes que se comercializan en el país, a fin de garantizar al agricultor la bondad de estos insumos.

Resultados

- Manual de Métodos de Análisis de Suelos y Foliares con las siguientes determinaciones:

FISICAS:

Humedad
Densidad aparente
Retención de humedad
Granulometría

QUIMICAS:

pH
Acidez total
Sales solubles
Carbonatos totales
Carbón orgánico total
Nitrógeno total
Nitrógeno amoniacal y nítrico
Humus total
Fósforo total
Fósforo asimilable
Cationes de cambio
Capacidad de intercambio catiónico

ANALISIS DE VEGETALES: Diagnóstico foliar

-Unificación de metodologías.- La diversidad de resultados de los análisis realizados en los diferentes laboratorios del país llevó a MAG-ORSTOM a proponer la unificación de metodologías de análisis, acción que se viene llevando con la decidida participación de 20 laboratorios, para lo cual se han realizado 4 reuniones-seminario con el respectivo intercambio de experiencias.

4- CONCLUSIONES

El sistema de muretes de chamba implementado en Mojanda es una práctica antierosiva que permite conservar los buenos suelos sometidos a labores agrícolas con costos relativamente bajos. Su implementación debería ser considerada para propiciar una política que de prioridad a la conservación de los buenos suelos, si 1'980.000 has. estan bajo esta situación.

La recuperación constituye otra alternativa interesante, para las 330.000 hectáreas erosionadas y el resultado obtenido en Cangahua es una experiencia interesante para conservar el escaso potencial de estos suelos, con rendimientos de 15 quintales/ha (de 100 libras) de maíz o cebada, por lo que su implementación debe incluir rendimientos altos que permitan pagar los elevados costos de recuperación de cangahua que oscilan entre los 3.6 y 12 millones de sucres la hectárea, por lo que su implementación sin dejar de ser importante, puede pasar a un segundo plano.

Los conocimientos sobre la cangahua aún son insuficientes, por lo que para proponer planes y programas de recuperación se debe investigar más a fin de no cometer los errores técnicos involuntarios y bien intencionados de otros organismos

El crédito constituye un incentivo interesante que puede permitir lograr la difusión de las prácticas de conservación de suelos.

BIBLIOGRAFIA

- De Noni G., Trujillo G., Mapa de los principales procesos erosivos en Ecuador- 1982
- De Noni G., Trujillo G., La Erosión en Ecuador (varios artículos) Revista CEDIG N° 6- 1986
- De Noni G., Trujillo G. Viennot M., La Erosión en Ecuador, Revista de la PUCE- 1989
- Plenecassagne A., Luzuriaga C., Mendoza E., Métodos de Análisis de Suelos y Foliares- 1992.
- Asseline J., De Noni G., Trujillo G., Custode E., Informe MAG-ORSTOM- (por publicarse) 1993
- Asseline J., Trujillo G., Custode E., Informe "Simulación de LLuvia" (por publicarse), 1993.