



PROCIANDINO



SEMINARIO

LA EROSION, MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS DE LADERA EN LA SUBREGION ANDINA

Convenio IICA/BID ATN-SF-4830-RG

REDAMACS

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA PARA LA SUBREGION ANDINA

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA



INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACION AGRARIA

MINISTERIO DE AGRICULTURA
PRONAMACHCS

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA PARA LA SUBREGION ANDINA
P R O C I A N D I N O

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU Y VENEZUELA

SEMINARIO

**LA EROSION, MANEJO Y CONSERVACION
DE SUELOS DE LADERA EN LA
SUBREGION ANDINA**

Convenio IICA/BID ATN-SF-4830-RG

REDAMACS

Lima - Perú
22 - 26 de mayo de 1995

This One



AJ8R-XQW-K5PN

righted material

Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria
para la Subregión Andina

PROCIANDINO

Dirección postal: Apartado: 17-03-00-201

Mariana de Jesús 147 y La Pradera,

Quito, Ecuador,

teléfonos: 225697, 227194,

fax: (00593) 2-563172,

correo electrónico: prociand@iica.org.ec

CITACION:

IICA-PROCIANDINO. 1995. "La erosión, manejo y conservación de suelos de ladera en la Subregión Andina". Edición: PROCIANDINO. Quito, Ecuador. 60 p.

INDICE

<u>Presentación</u>	<u>i</u>
<u>1. Antecedentes</u>	<u>iii</u>
<u>2. Programa de actividades</u>	<u>iii</u>
<u>3. Desarrollo del seminario</u>	<u>vi</u>
<u>4. Resumen de exposiciones:</u>	<u>vii</u>
<u>Bolivia</u>	<u>1</u>
<u>Colombia</u>	<u>8</u>
<u>Ecuador</u>	<u>14</u>
<u>Venezuela</u>	<u>21</u>
<u>Perú</u>	<u>27</u>
<u>5. Resumen de las conferencias:</u>	<u>29</u>
<u>Problemática regional y alternativas de solución para la conservación de los recursos naturales del Perú</u>	<u>29</u>
<u>Obras mecánico estructurales más usadas en el Perú</u>	<u>33</u>
<u>Estudio de los recursos naturales y medio ambiente con la integración de los SIG y la percepción remota para el modelamiento de datos: Determinación de pérdida de suelos</u>	<u>43</u>
<u>Avances y propuestas de investigación en conservación de suelos en la Sierra del Perú</u>	<u>45</u>
<u>Experiencias en el rescate, conservación de recursos hídricos y de suelos en la cuenca del río Santa Eulalia</u>	<u>47</u>
<u>Análisis socioeconómico y cultural de la población campesina y estrategias de fomento de conservación de suelos en la Región Andina del Perú</u>	<u>49</u>
<u>6. Conclusiones y recomendaciones</u>	<u>51</u>
<u>7. Directorio de participantes</u>	<u>54</u>

Presentación

En el marco de la cooperación técnica recíproca que orienta las acciones del PROCIANDINO, se está desarrollando un enfoque de sostenibilidad del medio ambiente y los recursos naturales, a través de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS), con la acción conjunta de los países y los centros y organismos internacionales promotores del desarrollo agrícola sostenible. El IICA, el BID y los Centros Internacionales de Investigación y otras entidades vinculadas a los propósitos de la Red, están identificando capacidades, oportunidades y compartiendo esfuerzos para lograr los propósitos de las acciones cooperativas.

Dentro de la estrategia de la Red, las actividades de investigación cooperativa, transferencia horizontal de tecnología y capacitación, están fundamentando el espacio de contribución del PROCIANDINO a la problemática planteada. En este marco, se ha programado y desarrollado el Seminario sobre "La erosión, manejo y conservación de suelos de ladera en la Subregión Andina", entre el 22 y 26 de mayo en Lima-Perú, con el propósito de conocer la problemática nacional y regional sobre este importante tema, así como las experiencias y tecnologías acumuladas sobre la base del desarrollo agrícola sostenible.

En esta oportunidad, la eficiente coordinación de instituciones y programas vinculados al Ministerio de Agricultura del Perú, como es el caso del INIA, PRONAMACHCS, INRENA, además de la Universidad Nacional Agraria de La Molina y el IICA, permitieron la concentración de capacidades alrededor del tema del Seminario, en función de los objetivos del mismo y en cumplimiento de la misión del PROCIANDINO. La Resolución Ministerial No. 0231-95-AG, emitida por el Ing. Absalón Vásquez Villanueva, Ministro de Agricultura, el 19 de mayo de 1995, oficializó el mencionado Seminario y, a su vez, requirió un informe de sus resultados los que fueron presentados en los plazos requeridos y ahora mediante esta publicación se difunden a la comunidad de productores y demás profesionales vinculados a los procesos de innovación tecnológica y productivos en la región.

La presencia de profesionales de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, en el desarrollo de la temática programada y la asistencia a los trabajos del PRONAMACHCS a nivel de campo con los pequeños productores, permitieron con este evento la identificación de los principales factores biofísicos y socioeconómicos que determinan la erosión en sistemas de producción de laderas en el Area Andina y el conocimiento de los sistemas y opciones tecnológicas para la conservación de suelos y la prevención de la erosión predominante en estas áreas. El producto de estas observaciones y análisis se recogen en el presente documento.

El escenario ecoregional escogido para el evento hizo recordar el fondo cultural de la agricultura sostenible aprendida de la civilización Inca, quienes por su amor a la tierra y todo aquello que los circundaba, hicieron parte de su entorno vital, generando tecnologías y realizando importantes obras como conservadores del suelo. La mejor evidencia se constata en los andenes, las terrazas, los wuaru wuarus y las obras de infraestructura de riego aún persisten en ese ámbito histórico.

En reconocimiento a quienes con sus esfuerzos hicieron posible la realización de este seminario y la publicación de estos contenidos que dan marco a la cooperación técnica recíproca del PROCIANDINO en el Area Andina, esperamos la mayor difusión de este documento.

1. Antecedentes

La protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales mantienen una relación de interdependencia directa con la estrategia de desarrollo económico, especialmente en el Area Andina dada la importancia del sistema agroalimentario en el ámbito de la economía.

En las zonas de ladera donde se asientan las mayores poblaciones de limitadas condiciones socioeconómicas manifiestan deficiencias en el manejo del suelo y, consecuentemente, de los sistemas de producción agropecuaria, están conduciendo a la pérdida progresiva y acelerada de este importante recurso de compleja recuperación.

Oportunamente, estamentos políticos de los países a través de los Ministros de Agricultura del hemisferio, en el escenario de la Junta Interamericana de Agricultura del IICA y en su oportunidad los mandatarios del mundo en la Agenda 21 en Río, ante la preocupación planteada por el manejo del medio ambiente y los recursos naturales, han acordado recomendaciones y soluciones que involucran importantes desafíos y retos para los países de la región, y especialmente para el Area Andina, ante la problemática de ecosistemas diferenciados y de frágil manejo.

La Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS) se mentalizó y creó en el marco del PROCIANDINO como mecanismo de Cooperación Técnica Recíproca, ante la necesidad de concertar esfuerzos institucionales y movilizar capacidades desarrolladas en los países y por la Cooperación Internacional, para contribuir con los enfoques de solución integral de su problemática, a corto y mediano plazos en este ámbito de acción.

En términos generales, el propósito de la Red es desarrollar, analizar y consolidar información básica para conocer los componentes, mecanismos e interacciones entre el recurso suelo, clima, los productos de la producción y sus prácticas de manejo, como un aporte a los planes de fomento, asistencia técnica e investigación orientados a una agricultura sostenible. Así mismo, es de interés contribuir con la evaluación de los sistemas de producción, incluyendo el manejo de suelos, para alcanzar interpretaciones integrales sobre el potencial de su aprovechamiento y validar esquemas de transferencia de tecnología más favorables.

En el plan de actividades de REDAMACS se contempla la participación de especialistas nacionales de la Subregión Andina, las capacidades de los centros internacionales de investigación y otras entidades vinculadas al propósito de la Red. Dentro de este esquema se realizó el Seminario sobre "La erosión, manejo y conservación de suelos de ladera en la Subregión Andina", entre el 22 y 26 de mayo en Lima-Perú, cuyos productos se presentan en el contenido de este documento.

2. Programa de actividades

Fecha:	Del 22 al 26 de mayo de 1995
Lugar:	Lima (INRENA)
Organizadores:	INIA, PRONAMACHCS/M. Agricultura
Auspiciadores:	PROCIANDINO, IICA.
Participantes:	Coordinadores nacionales de Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú. Instituciones nacionales: PRONAMACHCS, INADE, REDAMACS, UNALM, CIP, Proyecto FEAS, ONG's (NCTL, CARE-Perú), etc.

Objetivos del Seminario:

- Exposición de la problemática nacional sobre el uso, manejo y conservación de suelos de ladera, de los 5 países que conforman la Red Andina del Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina (PROCIANDINO), acordado en la Primera Reunión Técnica Preliminar en Quito-Ecuador, en octubre de 1994.
- Exponer sus experiencias y/o tecnologías aplicadas sobre el manejo y conservación de suelos de ladera, realizados en cada país de la Subregión.
- Preparar proyectos nacionales de la Red, tomando como base los problemas comunes de la Subregión, expuestos en el Seminario; así como la aplicación y/o adopción de tecnologías logradas en el manejo y conservación de suelos de ladera, por los países de la Red.

Programa del Seminario

Lunes 22 de mayo/95

08h00-09h00	Inscripción de participantes.
09h00-09h45	Inauguración del Seminario por el Ing. Rodolfo Masuda M., Vice-Ministro de Agricultura del Perú (programa especial).
09h45-10h45	El INIA y la investigación agraria en el Perú, por Dr. Fernando Chavarría Carbajal. Moderador: Dr. Nelson Rivas V. (PROCIANDINO). Relatores: Ing. Pedro Yáñez y José Delgado (Venezuela).
10h45-11h00	Refrigerio.
11h00-13h00	Problemática, acciones y propuestas del manejo y conservación de suelos de ladera de Bolivia, por Ing. Ramiro Zenteno D. y Jaime Cossío T. Moderador: Dr. Nelson Rivas V. (PROCIANDINO). Relatores: Ing. Pedro Yáñez y José Delgado (Venezuela).
13h00-14h00	Almuerzo.
14h00-16h00	Problemática, acciones y propuestas del manejo y conservación de suelos de ladera de Colombia, por Ing. Margarita Ramírez y César González. Moderador: Dr. Nelson Rivas V. (PROCIANDINO). Relatores: Ing. Pedro Yáñez y José Delgado (Venezuela).
16h00-16h15	Refrigerio.
16h15-18h15	Problemática nacional, acciones y propuestas de manejo y conservación de suelos de ladera en Ecuador, por Ing. Juan Córdova y Vicente Novoa H. Moderador: Dr. Nelson Rivas V. (PROCIANDINO). Relatores: Ing. Pedro Yáñez y José Delgado (Venezuela).

Martes 23 de mayo/95

08h00-10h00	Problemática nacional, acciones y propuestas de manejo y conservación de suelos de ladera de Venezuela, por Ing. Pedro Yáñez y José Delgado. Moderador: Ing. Ramiro Zenteno (Bolivia). Relator: Ing. Jaime Cossío (Bolivia).
10h00-10h15	Refrigerio.

- 10h15-12h15 Problemática nacional, acciones y propuestas de manejo y conservación de suelos de ladera de Perú-PRONAMACHCS, por Ing. Carlos Torres M.
Moderador: Ing. Ramiro Zenteno (Bolivia).
Relator: Ing. Jaime Cossío (Bolivia).
- 12h15-13h00 Problemática regional y alternativas de solución para la conservación de los recursos naturales de Perú, por Ing. Roberto López C.
Moderador: Ing. Ramiro Zenteno (Bolivia).
Relator: Ing. Jaime Cossío (Bolivia).
- 13h00-14h00 Almuerzo.
- 14h00-15h00 Obras mecánico-estructurales más usadas en el Perú. PRONAMACHCS, por Ing. Raúl Caro D.
Moderador: Ing. Ramiro Zenteno (Bolivia).
Relator: Ing. Jaime Cossío (Bolivia).
- 15h00-16h00 Estudio de los recursos naturales y medio ambiente con la integración de los SIG y la percepción remota, para el modelamiento de datos: Determinación de pérdida de suelos-INADE, por Ing. Néstor Montalvo.
Moderador: Ing. Ramiro Zenteno (Bolivia).
Relator: Ing. Jaime Cossío (Bolivia).
- 16h00-18h00 Formación de mesas de trabajo para las discusiones de grupo, sobre las conclusiones y recomendaciones para los futuros proyectos de la Red PROCIANDINO, con participación de los 5 países de la Subregión.
Coordinación general: Ing. Justino Velásquez M. (Perú).

Miércoles 24 de mayo de 1995

- 08h00-09h30 Avances y propuestas de investigación en la conservación de suelos de la Sierra del Perú, por Dra. Carmen Felipe Morales.
Moderador: Ing. César González P. (Colombia).
Relator: Ing. Marino Rodríguez R. (Colombia).
- 09h30-11h00 Experiencias en el rescate, conservación de recursos hídricos y de suelos, en la cuenca del río Santa Eulalia, provincia de Huarochirí, departamento Lima, por Ing. Luis Masson Meiss.
Moderador: Ing. César González P. (Colombia).
Relator: Ing. Marino Rodríguez R. (Colombia).
- 11h00-11h15 Refrigerio.
- 11h15-13h00 Análisis socioeconómico y cultural de la población campesina y estrategias de fomento de conservación de suelos de la Región Andina del Perú, por Ing. Lorenzo Chang N.L.
Moderador: Ing. César González P. (Colombia).
Relator: Ing. Marino Rodríguez R. (Colombia).
- 13h00-14h00 Almuerzo.
- 14h00-15h00 Labranza mínima como alternativa de conservación de suelos de ladera en Nariño-Colombia, por Ing. Marino Rodríguez R. (Colombia).
- 15h00-18h00 Continuación con las mesas de trabajo, sobre acciones de la REDAMACS.

Jueves 25 de mayo/95

06h30-22h30 Día de campo a las microcuencas de Muylo y Mullucro Tarma, para conocer las obras de infraestructura hidráulica, reforestación, terrazas de formación lenta, terrazas de absorción con talud de piedra y zanjas de infiltración, que vienen realizando las comunidades de la zona, con el asesoramiento técnico de PRONAMACHCS.

Viernes 26 de mayo/95

09h30-10h00 Exposición sobre el riego no convencional utilizando basijas de cerámica en zonas de ladera, por Ing. Bárbara León H., ONG's TECNIDES.

10h00-12h00 Plenario: Lectura, comentarios, conclusiones y recomendaciones para los proyectos preparados por las mesas de trabajo para la Red.

12h00-13h00 Clausura del Seminario por el Dr. Juan Chávez, Coordinador de Enlace del INIA-PROCIANDINO, en representación del Sr. Ministro de Agricultura (programa especial).

13h00-14h00 Almuerzo de clausura.

Organización y coordinación general del Seminario

- Ing. Justino Velásquez M.: Coordinador Nacional de la Red Andina MCS INIA-PROCIANDINO.
- Srta. Carmen Alcántara M.: Secretaria Ejecutiva de la Jefatura INIA.

Apoyo institucional

- Ing. Carlos Torres M.: PRONAMACHCS
- Ing. Raúl Caro D.: PRONAMACHCS
- Ing. Wilfredo Canales A.: PRONAMACHCS

3. Desarrollo del Seminario

El desarrollo de las acciones programadas en el cronograma de actividades del seminario, se cumplió a cabalidad, y comprendió las exposiciones de los diagnósticos nacionales, por cada uno de los representantes de los 5 países de la Sub Región Andina. En igual forma, se dictaron las conferencias a cargo de los especialistas nacionales, así como de los países participantes. Para una mejor conducción de las mismas, se nombró un moderador y un relator, quienes dieron oportunidad a los asistentes cuando solicitaban sus intervenciones.

Para una mayor objetividad o exposición de los temas, se utilizaron ayudas audiovisuales, proyector de vistas fijas, videos y la filmación total de las actividades del seminario; así mismo se les entregó a cada asistente un maletín con material para sus apuntes y documentos técnicos referidos al seminario, así como afiches de instituciones afines.

Se realizó un día de campo a una de las comunidades de la zona de Tarma (Sierra Central) para mostrar los trabajos que se vienen realizando con respecto a zanjas de infiltración, en áreas de pastos naturales, terrazas de formación lenta, terrazas de absorción con talud de piedra e infraestructura de

riego en la Comunidad de Quirupuquio a 4.000 msnm, bajo el asesoramiento técnico del PRONAMACHS.

Para la reunión del plenario, como corolario final del seminario, se formaron dos grupos de trabajo con temas específicos, que fueron discutidos bajo la conducción de un moderador y un relator, quienes posteriormente hicieron llegar sus conclusiones y recomendaciones, las que fueron leídas en el plenario y que servirán como documento de trabajo en la próxima Reunión de Maracay (Venezuela) para la preparación de los futuros proyectos de la REDAMACS.

El seminario tuvo una asistencia total de 54 participantes de las diferentes instituciones del país, con una duración de 5 días útiles, en el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) de Lima - Perú.

El seminario fue inaugurado por el Sr. Vice-Ministro de Agricultura, Ing. Rodolfo Masuda M. El programa de clausura fue presidido por el Coordinador de Enlace del INIA - PROCIANDINO, Dr. Juan Chávez C., seguido por la exposición del resumen de actividades del seminario, a cargo del Coordinador Nacional de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos del INIA - PROCIANDINO y responsable de la organización del mismo, Ing. Justino Velásquez Miranda.

A continuación hizo uso de la palabra la Dra. María Margarita Ramírez (Colombia) en representación de los países participantes, comentando las experiencias vividas en el seminario, así como aportando algunas sugerencias. Luego se realizó la entrega de certificados y finalmente las palabras de clausura por el Dr. Juan Chávez C., en representación del Señor Ministro de Agricultura.

4. Resumen de las exposiciones

A continuación se presentan las exposiciones respectivas en el siguiente orden por países: Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú.

Diagnóstico nacional de la degradación de los RR.NN. en el territorio boliviano*

Ing. Juan Ramiro Zenteno D.**

Introducción

Bolivia, al igual que muchos países de la Subregión Andina, se encuentra afectado por la degradación de sus recursos naturales. La diversidad en sus ecosistemas andinos, subandinos, valles y la llanura chaqueña se ven afectados en estos procesos de degradación, como consecuencia de la introducción de tecnologías de desarrollo no apropiadas a las condiciones medio ambientales locales.

El hecho que esta área tenga un alto grado de vulnerabilidad a los cambios climáticos, de vegetación, edáficos y de fauna, determina que los efectos de estos procesos, estén afectando a la población en su conjunto.

En general, el uso no adecuado de los recursos naturales en regiones áridas, ha generado en el transcurso del tiempo, cambios climáticos, el agotamiento de los suelos y la vegetación, lo que ha determinado un progresivo empobrecimiento, desesperanza, además de la migración de los pobladores de las áreas rurales hacia las grandes ciudades.

De un total de casi 1.100.000 Km² que cubre la superficie de Bolivia, aproximadamente 340.000 Km² están sujetos a un acelerado proceso de desertificación, lo que representa un 31 % de territorio.

Características generales de Bolivia

Fisiografía

Los Andes están conformados por una cadena de montañas, con una altura hasta de 6.400 msnm cubiertos de nieve. Esta cadena al ingresar a Bolivia se ramifica en dos cordilleras, la Oriental y la Occidental y entre ambas se encuentra ubicado el Altiplano boliviano, que se extiende hasta unos 1.000 Km, con un ancho de 250 km y con alturas promedio entre 3.900 y 3.650 msnm.

Entre los Andes y los llanos orientales, se considera como límite la cota 500, ya que a este nivel se aprecia el cambio de relieve abrupto, ondulado, característico de las zonas altas.

Los suelos andinos son de variadas edades geológicas, desde el paleozoico al cuaternario. El Altiplano está formado por rellenos detríticos de una zona tectónica. Los valles de la parte baja de los Andes presentan sedimentos pertenecientes al Cenozoico y al Cuaternario. Los llanos se encuentran colmados de sedimentos detríticos plio cuaternarios y cuaternarios. En la mitad sur altiplánica se aprecian depósitos enormes de sal y salmueras.

Clima

El clima en Bolivia es muy variado debido principalmente a la orografía del territorio; se identifican 3 regiones climáticas: la tropical, subtropical y templada.

* Trabajo presentado al seminario "Impacto y caracterización de la erosión y la erodabilidad", en Lima-Perú, del 22 al 26 de mayo de 1995. Resumen Seminarios PACD-Valles y desertificación en Bolivia.

** Coordinador Nacional de la Red de Manejo de Suelos, Las Barrancas km 2, Casilla 1158, Tarija-Bolivia.

Las condiciones varían presentándose incrementos según se avance hacia el este, con temperaturas bajas en el Altiplano, medias en los valles y altas en el Oriente boliviano.

El altiplano boliviano está clasificado como un sector de clima seco, como muy bajas precipitaciones pluviales.

En los Yungas, que es la zona de transición de la alta montaña a los llanos tropicales, se observan los tres tipos de clima, pasando del tropical al subtropical y del subtropical al templado; esta variación se debe principalmente a las variaciones altitudinales de la citada zona, comprendidas en los 700 y 3000 msnm. La región de los llanos húmedos, que corresponde principalmente al sector perteneciente al departamento del Beni y Cochabamba, en una zona sumamente húmeda clasificada como sabana tropical con inviernos secos con temperaturas de 27° C y precipitaciones de 5.000 mm.

La región de los llanos secos corresponde al sector del Chaco boliviano y parte del departamento de Santa Cruz; esta zona está clasificada como estepa cálida con inviernos secos, con temperaturas de 10° a 24° C y precipitaciones de 600 mm.

Recursos hídricos

Sistema hidrográfico

Dentro del sistema hidrográfico del territorio boliviano se distinguen tres cuencas principales las cuales son: Amazónica, Cuenca del Río de La Plata y del Altiplano.

Cuenca Amazónica: Tiene una extensión de 888.000 km². Está limitada por el río Abuná en la frontera con el Brasil. Se distinguen dentro de esta cuenca las siguientes subcuencas: del río Madre de Dios, río Beni, río Mamoré y río Itenez.

Cuenca del Río de La Plata: Se divide en tres grandes subcuencas: La Cuenca del río Paraguay y que se encuentra al sudeste de Bolivia con una extensión de 125.600 km². Existen dos afluentes importantes ubicados al sudoeste de Bolivia que son la Cuenca del río Pilcomayo con una extensión de 93.000 km² y la Cuenca del río Bermejo con una extensión de 16.000 km², que comprende los ríos Bermejo propiamente y el río Grande de Tarija.

Cuenca del Altiplano: Cubre una extensión de 134.000 km² y se distinguen dentro de esta, dos sistemas hidrológicos activos y separados que comprende: por una parte al lago Titicaca y, por otro, al Salar de Uyuni.

Disponibilidad de agua

Según se observan las isolíneas de precipitación, se aprecia una irregular distribución de las mismas en el territorio nacional, hecho que provoca una variada disponibilidad de agua según las diversas regiones.

En función a la mayor disponibilidad de agua, la Cuenca Amazónica ocupa un primer lugar por presentar mayores valores anuales de precipitación que llegan hasta 5.000 mm en el sector de Chapare.

En segundo lugar se encuentra la Cuenca del Río de la Plata, cuyos valores de precipitación anual alcanzan los 1.200 mm, exceptuando regiones de esta misma cuenca como la del Chaco que tiene precipitaciones anuales de 400 mm.

En tercer lugar, en orden de importancia, lo ocupa la Cuenca del Altiplano o Cuenca Cerrada, cuyas precipitaciones son bajas y el área de aporte de la cuenca es menor respecto a las otras.

Ecoregiones

Para el estudio se tomó la clasificación de Ellenberg (1981) la cual presenta la distribución espacial de las ecoregiones y que corresponde a las unidades fitogeográficas. La descripción de las regiones ecológicas de Bolivia está basada en un trabajo de Beck (1988) y Liberman (1991).

Dada la ubicación del territorio boliviano en el continente sud-americano, las ecoregiones tienen una clara influencia de los dominios andinos, amazónicos y chaqueños, por lo que cada uno de los ecosistemas contiene elementos de las regiones mencionadas.

Procesos de desertificación

Efectos de las actividades agrícolas

En la vertiente oriental de los Andes (departamentos de Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija), en los valles semiáridos y semihúmedos, el hombre ha transformado desde períodos precolombinos la vegetación original para implantar una serie de cultivos que determinaron, en algunos casos, severos procesos de desertificación. Para eliminar la vegetación procedió a la quema de los bosques que cubrían las laderas de las colinas y terrazas aluviales de los valles.

Las causas que provocan la degradación en los valles semiáridos y semihúmedos son: actividades silvo pastoriles y pastoriles, recolección de madera para leña y construcción, desbosque, agricultura intensiva y habilitación de áreas de barbecho, incendios forestales no controlados y fuerte erosión del suelo.

Actividades agrícolas en el altiplano que aceleran el proceso de desertificación

En el Altiplano de Bolivia donde se asentaron las culturas Aymara y Quechúa, las actividades agrícolas se han constituido en uno de los factores más importantes, que han determinado la sustitución de la vegetación original, especialmente en el Altiplano Norte. Existen evidencias palinológicas que demuestran que en el pasado existieron en las laderas de las montañas, bosques abiertos de keñua (*Polylepis*) y kiswara (*Buddleja*). Hoy es posible encontrar matorrales de las especies señaladas, en áreas aisladas e inaccesibles al hombre y su ganado.

En efecto, campesinos utilizan como combustible la thola (*Parastrephia* y *Baccharis*) para la preparación de sus alimentos. Además, usan biomasa de origen animal constituida por el estiércol, hecho que determina un detrimento de la producción agrícola por la ausencia de abonos orgánicos.

Efectos de las actividades ganaderas

La transformación de los ecosistemas por efecto de las actividades ganaderas en el territorio boliviano se han dado principalmente en la zona del Altiplano y los valles interandinos. Para realizar una reseña histórica del proceso que ha sufrido la ganadería en la región andina de Bolivia es necesario remontarse al Incario, donde los campesinos Quechuas y Aymaras, para aprovechar los recursos de las asociaciones de gramíneas y plantas herbáceas, utilizaron llamas y alpacas, eficaces camélidos transformadores de la cubierta vegetal adaptados a las condiciones de ese hábitat por ser animales que han evolucionado en la región andina.

Aparentemente, los sistemas pecuarios de producción en el pasado estaban en balance con la capacidad de carga de los pastizales.

Con la conquista española se introdujeron nuevos sistemas de cultivo, tecnología y ganado europeo, principalmente ovejas, vacas y cabras. Todos estos elementos fueron desplazando paulatinamente a las costumbres ancestrales de los campesinos, produciendo consiguientemente un gran desequilibrio de la ecología andina. En cuatro siglos los suelos y la vegetación han sido sometidos a un intenso sobrepastoreo

que ha rebasado la capacidad de carga que los terrenos pueden soportar, empobreciendo los suelos y degradando la vegetación.

En el Altiplano y valles, la erosión causada por el sobrepastoreo del ganado, ha llegado a extremos de suma gravedad, reduciendo el nivel de subsistencia de los campesinos, al punto que se plantea la reimplantación de tecnologías agrícolas y ganaderas indígenas, con el fin de recuperar el equilibrio inicial, especialmente en zonas donde las limitantes ecológicas como las bajas temperaturas y precipitaciones son factores determinantes para las actividades agropecuarias.

Efectos de la extracción forestal y tala de bosques

Bolivia dispone de una gran riqueza forestal en sus extensos bosques naturales, que consiste principalmente en la presencia de una gran variedad y volumen de especies vegetales maderables.

La deforestación y explotación selectiva de especies maderables, determinan una reducción progresiva de la cobertura boscosa, particularmente en la región localizada entre Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija que corresponde a la zona árida del Chaco boliviano, con una elevada inestabilidad biofísica, donde se desarrolla un monte semi-árido bajo xerofítico con dominación de especies caducifolias. La explotación fue tan intensa, que hoy no existe la posibilidad de un aprovechamiento forestal rentable, por la escasez de árboles maderables.

Efectos de las actividades mineras

Los problemas ambientales generados por la actividad minera en Bolivia y que causan problemas de desertificación, se remontan desde la época de la colonización española, cuando en el proceso de extracción y concentración de los minerales contaminan la vegetación y principalmente los cuerpos de agua.

En el departamento de Potosí, la contaminación se inició con la introducción del mercurio, para la producción de plata en los ingenios accionados por energía hidráulica. El agua utilizada en estos ingenios, volvió al cauce de los ríos depredando la fauna, los suelos agrícolas y la vegetación de los valles interandinos (Muños Reyes, 1990).

Principales causas de la erosión

En casi todo el país una de las principales causas de la erosión es la larga historia de deforestación, la tala indiscriminada de árboles y arbustos, sea para leña o para abrir campos de cultivo, en el caso del pequeño campesino, sea para transformar grandes extensiones en pasto o para el monocultivo en el caso del empresario agropecuario.

En el Altiplano y valles, caracterizados de modo general por suelos frágiles, bosques de baja productividad y condiciones climáticas adversas, sequías y heladas, la degradación de las tierras se debe en gran parte al desbosque en busca de leña como fuente energética y a la utilización de prácticas agropecuarias que ya no son apropiadas, dada la situación de minifundización y la presión demográfica, es decir una población creciente en tierras limitadas por la imposibilidad de acceder a tierras nuevas. Entre estas prácticas se destacan la quema para la renovación de pastizales, el cultivo en pendientes y el sobrepastoreo.

El sobrepastoreo lleva a una erosión mayor porque cambia la composición vegetal, deja al suelo expuesto y destruye el sistema de raíces de las plantas. El pisoteo constante del ganado compacta el suelo haciéndolo más susceptible a la erosión en surcos y cárcavas.

El cultivo de tierras marginales y el cultivo de pendientes son, todavía, más dañinos que el sobrepastoreo (B. de Morales, 1990).

Además es importante notar los impactos de la modernización en la agricultura campesina, a través de los proyectos de desarrollo, en cuanto a erosión, aumento de plagas y baja productividad, aunque

esto quizá no es generalizado en el caso boliviano. La introducción de mecanización, sistemas de riego inapropiados y paquetes tecnológicos, así como la suspensión de la tradicional rotación de cultivos, son factores negativos para la conservación de los suelos (Libermann, 1992)

Los principales efectos de la erosión

Pobreza

La pobreza definida a través de sus características, es el estado en el cual es imposible lograr niveles adecuados de alimentación, vivienda, servicios de salud, educación, saneamiento ambiental y estímulos socio culturales... Es la ausencia de recursos que aseguren la satisfacción de las necesidades básicas... Las consecuencias primeras de la pobreza son la desnutrición, la morbilidad, el bajo nivel educativo, el hacinamiento, las deficientes condiciones higiénicas del habitat, el deficiente desarrollo psicomotor de los niños y la mortalidad precoz... (Morales, 1990).

La pobreza en Bolivia es también un fenómeno generalizado dado que la mayor parte de la población vive en ella. Un cálculo conservador indica que más del 60% de la población está pauperizada; la pobreza afecta a 8 de cada 10 personas en el área rural y la pobreza extrema a 5 de estas 8 (Min. de Plan. Estrategia, 1992). Y es el sector campesino-indígena el más impactado: Más de tres millones de campesinos minifundistas son indígenas, pues no satisfacen ni el 70% de sus necesidades alimenticias básicas, y más de un millón de campesinos bolivianos son indigentes extremos, ya que no satisfacen 30% de estas necesidades básicas de alimentación (Urioste, 1988, p. 123).

Migración: Huir de la pobreza y de un medio degradado, en búsqueda de una vida mejor

La relocalización de los patrones espaciales del desarrollo ha provocado una fuerte migración hacia los valles, pero sobre todo hacia las regiones tropicales y sub-tropicales del país. La crisis agroecológica en el Altiplano y valles, también ha provocado una migración hacia las zonas de colonización (departamentos de Cochabamba-Chapare, Pando, Beni y Santa Cruz). Actualmente, los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Tarija y Pando son los principales receptores de las olas migratorias; los departamentos de Potosí, Oruro, Chuquisaca, y en menor grado, La Paz, son los mayores expulsores de población (Bolivia, 1992).

La colonización agudiza la deforestación y, eventualmente, desertificación en las regiones tropicales y sub-tropicales del país.

Principales causas y su incidencia en la desertificación

Para una mejor organización de las causas directas e indirectas estas se agrupan en aspectos biofísicos, socioeconómicos y legales:

Aspectos biofísicos

a) Tierras

- Baja disponibilidad de los suelos con vocación agropecuaria.
- Baja potencialidad de los suelos para actividades agropecuarias principalmente.
- Sobrepastoreo de praderas nativas y artificiales.
- Alta susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, agravada por su fisiografía natural, baja cobertura vegetal y las características intrínsecas de los suelos.
- Salinización y sodificación de los suelos productivos bajo riego, como resultado de un manejo inadecuado de suelos y aguas.
- Pérdidas de fertilidad natural de los suelos, por el efecto extractivo de cultivos y la poca o nula reposición de nutrimentos.

- Inadecuados sistemas de producción agropecuaria.

b) Aguas

- Alta dinámica de los ríos.
- Escasa disponibilidad de recursos hídricos para uso agropecuario y otros usos.
- Manejo inadecuado del agua en el riego.
- Contaminación de aguas por actividades mineras y desechos urbanos.

c) Vegetación

- Deforestación para diferentes usos
- Baja cobertura natural
- Extracción excesiva de especies económicas y de subsistencia.

d) Cuencas

- Incipiente desarrollo de programas orientados al manejo integral de cuencas.
- Escasa disponibilidad y baja capacidad institucional para el establecimiento de mejoramiento de sistemas agroforestales a nivel de cuencas.
- Carencia de sistemas de administración y gestión de cuencas.
- Recurrencia de desastres naturales de incidencia antrópica.

e) Clima

- Distribución irregular de las precipitaciones
- Déficit en el balance hídrico en la mayor parte de las regiones del valle.

Aspectos socioeconómicos y legales

- Presencia marcada de la pobreza campesina en los diferentes ecosistemas de los valles.
- Asentamientos humanos en áreas inadecuadas.
- Deficientes mecanismos operativos para la región ambiental.
- Aspectos negativos a consecuencia del tamaño y tenencia de la propiedad rural.
- Ausencia de leyes específicas y complementarias a la Ley General del Medio Ambiente.
- Deficiencia de políticas sobre manejo y conservación de recursos naturales renovables.
- Carencia de políticas que promueven el aprovechamiento integral de los recursos naturales.

Alternativas identificadas

Naturales

- Conservación, recuperación y rehabilitación de tierras.
- Mejoramiento de la productividad y calidad de los suelos disponibles.
- Cosecha de agua de lluvias.
- Manejo integral de cuencas.

Inducidas

- Restauración y repoblamiento forestal.
- Ordenamiento de los bosques nativos e implantados.
- Implementar sistemas de producción agrosilvopastoril sostenible.
- Evaluación del estado y susceptibilidad de los suelos respecto a la erosión hídrica.
- Manejo racional de suelos y agua.
- Establecimiento de sistemas agroforestales.
- Prácticas específicas de manejo de la relación suelo-plantas.
- Mejoramiento de los sistemas de producción.
- Cosecha de aguas.
- Restauración hidrológica de las cuencas y microcuencas.
- Gestión eficiente de sistemas de riego.
- Tratamiento de aguas contaminadas por diferentes causas.
- Racionalizar el uso de químicos en la producción agropecuaria.

Institucional

- Incorporación de políticas ambientales en el proceso de planificación, considerando los alcances de la Ley de Participación Popular.
- Conformación de los consejos de planificación departamental para el desarrollo.
- Organización de sistemas de información integrados.
- Implementación de Secretarías Departamentales de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

Socioeconómico

- Implementación de programas de desarrollo sostenible y alternativo.
- Promoción de acciones para concientizar a la comunidad nacional e internacional sobre la importancia de los recursos naturales.
- Incorporación del tema de medio ambiente y recursos naturales en la educación formal e informal.
- Adecuación de los asentamientos poblacionales de acuerdo al ordenamiento territorial.

Legales

- Promulgación de las leyes complementarias y específicas, a base de una concertación de los sectores involucrados.
- Consolidación de la propiedad rural.

Manejo y conservación de suelos en Colombia

*Dr. Jaime Navas, Dr. Edgar Amezquita**
*Dra. María M. Ramírez G., Ing. Eduardo González P.***
CORPOICA***

Introducción y antecedentes

Colombia, es considerada como un país rico en recursos naturales por la abundancia, calidad y diversidad de los mismos. El país está dividido en siete grandes regiones naturales (tabla 1) y presenta una amplia gama de suelos, debido a los grandes contrastes físicos de su geografía, a las diferencias importantes en clima, topografía y la existencia de variadas formaciones vegetales y de materiales parentales. El dominio edáfico colombiano se asemeja a una inmensa pirámide enclavada en el corazón del cordón tropical y rodeado por cuatro zonas principales: 1) al sur, los suelos intensamente lavados de la Hylea Amazónica; 2) al occidente, los suelos lavados y meteorizados del litoral Pacífico; 3) al norte, los suelos profundos y fértiles de la Llanura del Caribe, las tierras inundables de la Cuenca Baja del río Magdalena y los suelos desérticos del paisaje Guajiro; 4) al oriente, las suelos de sabanas cortadas por bosques de "galería", que conforman los Llanos y que se extienden hasta el Orinoco; pero a medida que ascendemos por los costados de esta pirámide hacia la cúspide, permanentemente cubierta de nieve, encontramos pisos sucesivos con distintas clases de suelos que incluyen desde los derivados de cenizas volcánicas, hasta los superficiales, erodables de relieves fuertes y escarpados, derivados de diferentes rocas.

Tabla 1. Superficie del país por regiones naturales		
Región natural	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Caribe	10.128.200	8.87
Pacífico	6.443.400	5.64
Valles interandinos	3.710.075	3.25
Andina	30.914.925	27.10
Orinoquia	23.096.725	20.23
Amazonia	39.875.334	34.90
Insular	6.145	0.01
Total	114.174.800	100.00

Fuente: IGAC, 1988.

* ICA, Programa de Recursos Naturales, Suelos.

** Coordinadora del Programa Nacional de Manejo Integrado de Suelos y Agua (CORPOICA); Investigador asistente de CORPOICA.

*** Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Sub-Dirección de Investigación Estratégica, Programa Nacional de Manejo Integrado de Suelos y Aguas, A.A. 240142 Las Palmas, Santafé de Bogotá D.C., Colombia.

El suelo es uno de los recursos naturales más valiosos con que cuenta un país para su desarrollo económico y social, de sus características y adecuadas prácticas de manejo, depende básicamente el desarrollo agropecuario de una región. De aquí surge la necesidad de que la agricultura obtenga de él sus máximos beneficios sin deteriorarlo, sino por el contrario, conservando o mejorando su potencial productivo.

Actualmente, en el país se vienen desarrollando problemas graves de erosión, debido principalmente a características fisiográficas, climáticas, edáficas y socioeconómicas; además, por el mal uso que se hace del suelo y el excesivo laboreo agrícola, se puede afirmar que todos los suelos del país están afectados por algún problema de degradación. Este fenómeno que se presenta con distintos grados de severidad, ha causado disminuciones importantes de la producción y productividad de los suelos con sus consecuentes efectos socioeconómicos. Muchas regiones del país antes productivas, hoy prácticamente están marginadas de la producción y otras se encuentran en un acelerado proceso de degradación, como es el caso de regiones de ladera de los departamentos de Santander, Antioquia, Cundinamarca, zona cafetera, Nariño y Cauca, entre otros.

El problema de la degradación y erosión de los suelos es tan antiguo como la historia misma; sin embargo, es cada vez más preocupante, debido al incremento de la población y a la concentración de esta en las zonas quebradas del país, las que, por sus características físicas, requieren de un tratamiento especial.

Este problema y sus implicaciones sociales fue planteado hace ya 37 años. Le Bret (1958) observaba que de manera casi general, las tierras planas de los valles o de los altiplanos, estaban dedicadas a la ganadería extensiva, mientras que las de montaña, frecuentemente más pobres, estaban superpobladas, agotadas y erosionadas.

Infelizmente, tal panorama no parece haber mejorado. La escasez de tierra, el bajo nivel de ingreso y la falta de tecnología adecuada, hacen que el pequeño agricultor labore más afanosamente su parcela, sin concederle descanso o rotación y sin disponer de recursos para ensayar técnicas, aún sencillas, de prevención de la erosión o de conservación de suelos.

Ante la creciente demanda de alimentos, aunada al sistema reinante de distribución o tenencia de tierras, al ejercicio del derecho de propiedad privada y a otros factores, el país ha optado por incorporar nuevas tierras a la actividad agropecuaria como fórmula para aumentar la producción. Las regiones tropicales húmedas han sufrido más aceleradamente el impacto de una explotación con prácticas equivocadas de tala y quema de los bosques.

De acuerdo con estudios del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", el 52% del territorio nacional (tabla 2) está afectado por problemas de erosión que van de muy ligeros a muy severos; el 48% restante corresponde especialmente a áreas de la Amazonia, Andén Pacífico y parte de la Orinoquia que no han sido intervenidos por el hombre. Lo anterior, equivale a decir que 57 millones de hectáreas han disminuido su capacidad productiva original, proporcionalmente a los calificativos de erosión. Esto es más severo si se considera que el problema de erosión se acentúa especialmente en las áreas intervenidas para la producción agropecuaria del país, donde se estima que está afectado más del 90% de los 4.6 millones de hectáreas que actualmente se usan con cierta intensidad.

Actualmente, conscientes de la naturaleza y magnitud del problema, se están gestando acciones coordinadas con otras instituciones nacionales e internacionales, para buscar soluciones que minimicen, aunque sea en parte, la degradación de los suelos del país.

Manejo de suelos en ladera de la región andina colombiana

La zona andina colombiana con 30.9 millones de hectáreas de extensión, es la región que presenta los mayores problemas de erosión y degradación de suelos del país. En ella se presentan todos los grados de erosión desde el severo, en zonas de alta pendiente con manejo inadecuado, hasta el ligero en la sabana de Bogotá.

Tabla 2. Intensidad de la erosión en Colombia

Intensidad	Area (ha)	Porcentaje (%)
Muy severa	829.575	0.73
Severa	8.875.575	7.79
Moderada	14.706.795	12.90
Ligera	26.337.546	23.11
Muy ligera	5.657.950	4.96
Sin erosión	55.508.310	48.53
Otras áreas*	2.259.049	1.98

* *Corresponde a ciénagas, pantanos, ríos y zonas urbanas.*
Fuente: IGAC, 1988.

Los problemas de erosión en esta región son ocasionados principalmente por los siguientes factores:

- a) **Socio-económicos:** Originados por el alto porcentaje de población que habita en la zona, lo que conduce a un uso intensivo de la tierra, dada la gran demanda de productos alimenticios, a esto se suma la alta presencia de minifundio, que propicia el uso intensivo e indebido de la tierra.
- b) **Edafo-climáticos:** Relacionados con altas y largas pendientes, baja resistencia intrínseca de los suelos a la erosión e intensa fuerza erosiva debida principalmente a las características de las lluvias.
- c) **Uso y manejo del suelo y los cultivos:** Preparación inadecuada de los suelos, generalmente en el sentido de la pendiente y en muchos casos uso excesivo de maquinaria con implementos inapropiados, siembras a favor de la pendiente, utilización de prácticas culturales que propician la erosión (deshierbas con azadón, aporques, etc.), siembra de cultivos limpios sin coberturas protectoras, uso de monocultivo, falta de rotaciones debidamente planificadas y, finalmente, la no utilización de prácticas conservacionistas.

Lo anterior conduce a la degradación y erosión intensiva de los suelos y, consecuentemente, a una degradación de todo el sistema de producción agropecuario. Igualmente, los sedimentos erosionados causan graves problemas en las partes más bajas de las cuencas, originando disminución y cambio de cauce de los ríos por taponamiento e inundaciones en zonas productivas. Así mismo, se originan serios deterioros en la red carretable, con los consecuentes efectos en el transporte y economía del país.

Los puntos acá presentados justifican plenamente la realización de proyectos investigativos, que generen tecnologías que no solamente eviten el deterioro de los suelos, sino que por el contrario, mantengan y mejoren su capacidad productiva, ya que el suelo es el recurso natural más valioso que posee un país y de su adecuado manejo y aprovechamiento depende el éxito o fracaso de su futuro.

Revisión de literatura

Se estima que la producción agrícola necesitará incrementarse en un 60% en las próximas dos décadas para alimentar la población mundial en el año 2000. La mayor parte de este incremento deberá venir de la intensificación de la agricultura en áreas ya cultivadas, pero adicionalmente se deberá expandir el área cultivada en 200 millones de hectáreas (FAO, 1979). En ambos casos, es necesario que cualquier

plan nivel regional o nacional tenga en cuenta la degradación de los suelos para tener proyecciones reales de incremento de producción y de retorno económico.

La degradación del suelo puede ser definida como la pérdida de la productividad del suelo, cuantitativa y cualitativa a través de varios procesos como: erosión, salinización, inundación, pérdida de nutrimentos, deterioro de la estructura del suelo y polución (Dudal, 1981).

La erosión del suelo por el agua puede ser definida como el desprendimiento y transporte de las partículas del suelo por lluvia y escorrentía (Meyer, 1979). En Colombia, el río Magdalena arroja al mar en forma de sedimentos 75 millones de toneladas de suelo al año (Gómez y Alarcón, 1975) lo que equivale a una pérdida de 37.500 ha/año (20 cm de profundidad) de suelo productivo. Si se consideran otras cuencas el resultado es aún más desastroso.

Ensayos llevados a cabo por Suárez de Castro (1952) en la región andina colombiana, muestran pérdidas promedio de suelo en tres meses de 152.7 ton/ha en suelo desnudo y 3.02 ton/ha en suelo bajo pastos. La Federación Nacional de Cafeteros a través de su centro de investigaciones en Chinchiná, es la institución que más ha realizado investigaciones sobre erosión en la zona andina colombiana.

Aunque generalmente es aceptado que la erosión ocurre fundamentalmente en zonas con alta pendiente, muchos estudios demuestran que en zonas relativamente planas (Llanos Orientales, región Atlántica, etc.) haya problemas de pérdidas de suelo. Por ejemplo, Restrepo y Navas (1982) encontraron en la Orinoquia (Carimagua) pérdidas acumuladas en 2.5 años de 45.3 ton/ha en suelo desnudo, 2.9 ton/ha en sabana natural y 4.1 y 3.7 ton/ha bajo cobertura de *Brachiaria* y *Andropogon*, respectivamente. Las pérdidas de agua por escorrentía (acumuladas) fueron 1.752 mm para suelo desnudo, 1.214 mm para sabana natural, 686 mm para *Brachiaria* y 633 mm para *Andropogon*.

En la Amazonia, Navas (1982) reporta pérdidas de suelos de 54,5, 30,8, 8,2, 1,3, 1,6, ton/ha en un período de 32 meses bajo condiciones de suelo desnudo, maíz con labranza convencional, maíz sin labranza, *Brachiaria* y bosque.

Aunque no se ha cuantificado el área afectada por deterioro de la estructura del suelo en el país, se sabe que una gran parte de los valles interandinos, por uso irracional de maquinaria agrícola, han perdido su potencial productivo por deterioro estructural, entre otros.

La solución a los problemas de pérdida de productividad del suelo por erosión y por degradación estructural, requiere de un manejo racional e integral, que involucre prácticas eficientes de control de desprendimiento y transporte de partículas, cortes de longitud de la pendiente y operaciones de labranza que conserven o mejoren las propiedades físicas del suelo, que influyan en la retención del agua, desarrollo radicular, porosidad de aireación, intercambio de nutrientes, etc. (Ayres, 1960).

Los cultivos en franjas por su eficiencia en el control de la erosión, se han difundido ampliamente en varias partes del mundo. Estos consisten básicamente en siembras en franjas de cultivos densos y cultivos menos protectores en curvas a nivel (USDA, 1950; Stallings, 1964; Wischmeier and Smith, 1965). La rotación de cultivos ha probado también ser un método eficiente para el mantenimiento y mejora estructural de los suelos, por los diferentes hábitos de crecimiento radicular en los cultivos, de su cobertura vegetal y de sus diferencias en requerimientos nutricionales. Así mismo, es bien conocido el efecto benéfico de las leguminosas en los programas rotacionales, especialmente por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico y por efecto positivo en la estructura del suelo (Stallings, 1964; Wischmeier and Smith, 1965).

Metodología

Se propuso un manejo de suelo pretendiendo desarrollar un sistema de manejo conservacionista e integral de una macrocuenca, que teóricamente garantizara la conservación del suelo y ofreciera una diversidad de cultivos de fácil comercialización, alta rentabilidad y, a la vez, sirvieran de autoconsumo.

Objetivo general

- Buscar un sistema de manejo de suelos a través de siembras rotacionales de cultivos en franjas y curvas de nivel, que minimicen la degradación de los suelos que actualmente se produce con el sistema tradicional.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los sistemas de manejo propuestos en la erosión, características físicas, químicas, biológicas y en la productividad de cada uno de los cultivos y del sistema en general.
- Evaluar la rentabilidad económica de cada uno de los sistemas propuestos.
- Estudiar el comportamiento del usuario ante este tipo de tecnología propuesta, para áreas de minifundio de ladera.

Materiales y métodos

El proyecto inicialmente se propuso para 4 zonas representativas de la región andina colombiana en los departamentos de Nariño, Antioquia, Santander y Cundinamarca.

Tratamiento

Franja No.	Uso
1	Bosque
2	Frutales
3	Rotación A (papa - cereal - leguminosa)
4	Rotación B (cereal - leguminosa - papa)
5	Rotación C (leguminosa - papa - cereal)
6	Rotación D (hortalizas)

En la distribución de los cultivos y franjas de rotación se observan los siguientes aspectos:

- En la franja más alta (1), se establece o mantiene un área boscosa o arreglo silvopastoril, se busca evitar los problemas de erosión en la cabecera de la cuenca y a la vez receptor y distribuidor de aguas de lluvias.
- En la siguiente franja (2) se establece una siembra de frutales, con cobertura vegetal baja con los mismos propósitos conservacionistas de la franja anterior, pero buscando producción de alimentos.
- En las franjas 3 al 5 se establecen cultivos comerciales propios de la región y rotados en el tiempo y entre franjas. La rotación papa-cereal-leguminosas es la apropiada para conservación de suelos y la tradicional en algunas áreas de minifundio. Esta rotación tiene la ventaja que el cereal aprovecha el efecto residual de fertilizantes usados en el papa y con la leguminosa, se espera mejoras en algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- La franja 6 contempla el establecimiento de algunas hortalizas propias de la región y rotadas en áreas menores, esto para evitar posibles problemas de mercadeo.

Cada franja es separada de la otra por una barrera viva, que puede ser un pasto corte, una forrajera, un cultivo ralo, etc.. El objetivo de estas barreras vivas es disminuir la velocidad de las aguas de escorrentía y atrapar los sedimentos erodados de la parte superior, también podrá utilizarse en alimentos de animales.

Cada franja es separada en tres partes con la finalidad de hacer un seguimiento de algunas propiedades físicas, químicas y biológicas a diferentes profundidades, esto con miras a establecer algunos parámetros de manejo en los diferentes cultivos.

Aunque aún no se han terminado los experimentos en las diferentes regiones, ya se dejan ver algunos resultados favorables a este tipo de manejo, con rotación de cultivos en franjas con curvas a nivel.

- Se conserva y en algunos casos se aumenta los contenidos de materia orgánica del suelo, se impide la mineralización rápida de esta según el manejo que se esté aplicando.
- En parte del año se mantiene cobertura de desecho sobre el suelo, el efecto benéfico de este es mantener la humedad del suelo, disipar la energía cinética de las lluvias, impedir procesos de escorrentía superficial, favorecer procesos de reciclaje de nutrientes, entre otros.
- Mediante un manejo adecuado es posible lograr la estratificación de elementos como el potasio y el fósforo, hay mayor efecto residual de las fertilizaciones fosforadas lográndose así una mayor eficiencia.
- Dependiendo del manejo del suelo se nota una ligera disminución en el pH del suelo debido principalmente a pérdidas aparentes de calcio.
- Es conveniente seguir la evaluación de este tipo de manejo de suelos por períodos de cuatro o más años y a la vez estar cambiando la tradicionalidad en las rotaciones de los cultivos.

Problemática, experiencias y enfoque sobre la erosión, manejo y conservación de suelos de ladera en Ecuador

*Juan J. Córdova J. y Vicente Novoa H.**

La erosión del suelo es la más grave amenaza que afronta la agricultura del Ecuador. El diagnóstico de la situación del medio ambiente, llavado a cabo por Fundación Natura en 1981, determinó que era la erosión el agente que mayor deterioro causa al medio ambiente ecuatoriano.

El retaceo de la tierra y el incremento de población aumentaron marcadamente la presión sobre la tierra. Por otra parte, suelos de pendientes muy inclinadas ingresaron al uso agrícola, permitiendo de este modo un acelerado proceso de degradación. La magnitud del fenómeno despertó inquietudes y es en la década de los años 70, que el INIAP inicia actividades en busca de mecanismos que combatieran la erosión.

Erosión de la Costa

La mayor parte de la Costa ecuatoriana aparentemente es plana; sin embargo, hay notables diferencias de relieve que en ciertos casos producen también diferencias climáticas. Esto hace de la Costa en general, un conjunto de ambientes en su mayor parte frágiles ecológicamente: laderas empinadas, suelos con avanzada meteorización y químicamente pobres, áreas desérticas o semiáridas, de limitada utilización agrícola. A nivel de la Costa la intensidad erosiva predominante es de carácter potencial y se refiere a los movimientos en masa afectando a cerca de la mitad de la región occidental.

Los suelos de la zona norte de la Costa, al ser utilizados con cultivos de ciclo corto, se empobrecen rápidamente consumiéndose la capa de materia orgánica y, en poco tiempo, los cultivos agrícolas no responden y el suelo queda con poca cubierta vegetal dando inicio a un acelerado proceso de erosión. Además el efecto de la deforestación agresiva en la zona y la eliminación de la vegetación, destruye el equilibrio ecológico del bosque tropical húmedo, perdiéndose para siempre el recurso, por lo que no es raro encontrar en esta zona secciones improductivas sujetas a una rigurosa erosión.

La parte central y sur de la Costa está influenciada por la corriente marina de Humbolt, este factor ejerce su efecto en las provincias de Manabí, Guayas y El Oro, de tal manera que la desertificación es un problema muy serio en estas provincias. Se ha estimado que la precipitación se reduce hasta 20 mm por año y que el desierto de Manabí avanza 1.5 km por año. (Espinoza, 1993).

Erosión en la Región Interandina

Las condiciones topográficas y el mal manejo del suelo han causado un avanzado proceso de erosión a lo largo de la serranía ecuatoriana.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas que cubren el centro y norte de la Sierra ecuatoriana, por sus condiciones físicas son sujetos a una rápida erosión. Esta condición, en asociación con la inclinación y longitud de las pendientes, incrementan el riesgo de erosión. El uso de la tierra es intensivo y el suelo es cultivado a tal extremo que solamente quedan sin uso pequeñas áreas con pendientes demasiado inclinadas.

* *Técnicos del Departamento de Suelos y Agua de la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP, Ecuador.*

La destrucción de los suelos en las partes altas es aún más acelerada que la observada en los sectores bajos. La erosión es severa en extensas áreas y la producción de sedimentos alarmante, sin que haya intento alguno por solucionar el problema. Tal es la severidad del problema, que los suelos con largas pendientes de las laderas interiores de las cordilleras y los nudos, presentan una coloración clara, signo evidente de la afloración de cangahua y la pérdida total del suelo fértil.

Cabe destacar que el INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación) está llevando a cabo con financiamiento del BID, el Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca del Río Paute, que tiene como uno de sus objetivos principales reducir las tasas de erosión/sedimentación en esa cuenca hidrográfica del Ecuador. Igualmente, bajo el liderazgo de ese Instituto se están desarrollando acciones de manejo y conservación de suelos en la Cuenca Alta del Río Pastaza, conjuntamente con otros organismos públicos y privados.

El problema se agrava más aún por la ausencia total de conciencia del fenómeno entre los campesinos, ya que se considera entre ellos que la erosión es un fenómeno natural, tan natural como la lluvia misma y que siempre ha ocurrido y no debe o no puede hacerse nada por controlarla. Esta actitud de indolencia en muchos casos se debe a que los suelos de la Sierra volcánica son o fueron profundos y que cuando se producen pérdidas por erosión, afloran otros depósitos más antiguos y queda nuevamente suelo de igual condición del anterior. En la parte sur de la Sierra el cambio de material formado del suelo ha influido en forma decisiva en el proceso erosivo de las provincias del Cañar, Azuay y Loja, existiendo otros materiales muy susceptibles a ser erosionados. Al momento, casi todas las laderas se encuentran degradadas y los pocos suelos fértiles están localizados en los pequeños y angostos valles interandinos.

Erosión de la Región Amazónica

La gran extensión y aspecto exuberante de la región amazónica ecuatoriana, ha dado lugar a la creencia de que el agresivo crecimiento vegetal y la variedad de formas de vida, radican en la productividad del suelo. Este factor, muy relativo, ha sido aprovechado por intereses que tienden a una explotación en gran escala y sin cuidados de los recursos principalmente forestales.

El complejo y frágil ecosistema que conforma la selva amazónica funciona en conjunto dentro de ciclos cerrados y muy vulnerables. La alteración de uno de los componentes de este ecosistema rompe el ciclo y todo el conjunto entra en peligro de degradación. Esta es la razón por la cual la tala indiscriminada de la selva llevará finalmente a la destrucción de los suelos, la flora y fauna. Una vez alterado el ecosistema, pueden ocurrir cambios desfavorables de clima y alteraciones en el ciclo biológico de las especies, que llevarán a tal degradación, que la región se convertiría en una impresionante sabana improductiva. Los problemas de erosión en los suelos ubicados en la región oriental de la cordillera son principalmente causados por la quema y utilización de la vegetación natural en las pendientes muy inclinadas. Además, la siembra de estas con cultivos anuales, ayudan a la destrucción de los suelos.

En la parte baja de la vertiente oriental de la cordillera, el problema de erosión se acentúa, debido principalmente al mal manejo de los suelos con cultivos anuales. Las pendientes pronunciadas y la alta precipitación aportan para que se pierda el suelo, donde la vegetación natural protectora ha desaparecido; además, estos suelos en su mayoría de origen volcánico, tienen características físicas muy desventajosas, propias de su pedogénesis.

La hoya amazónica propiamente dicha, entre 600 y 240 msnm, se compone de conjuntos de colinas de suelos rojos, poco profundos, arcillosos, compactados y muy lixiviados. Estos suelos predominantes en la Amazonia ecuatoriana, de condiciones químicas y físicas adversas, deben ser dejados con la cobertura de bosques protectores o efectuar una planificada y cuidadosa explotación del bosque protector actual, utilizando prácticas de agroforestería y silvopastoriles.

Finalmente, las llanuras y terrazas aluviales son bastante homogéneas y bien drenadas, están compuestas en su mayoría por material de origen volcánico, suelos profundos, sueltos y generalmente muy fértiles.

Experiencias

En 1980 el Departamento de Suelos de la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP, diseñó un proyecto de conservación y manejo de suelos y agua (COMSA), el que fue financiado con recursos de la AID y se implementó a nivel de la Sierra ecuatoriana de 1981 a 1986.

El proyecto básicamente tenía tres componentes: investigación, transferencia de tecnología y capacitación, alcanzándose logros significativos, especialmente en investigación y capacitación.

En lo relacionado a transferencia de tecnología, se implementó trabajos de conservación de suelos a nivel de microcuencas, con una alta dosis de subsidio y con escasa participación efectiva de los productores, factores que repercutieron en una baja adopción de las tecnologías de manejo y conservación de suelos.

Otra limitante importante en la transferencia de tecnología fue el minifundio (retaceo de la tierra), que impidió muchas veces el trabajo a nivel de microcuenca.

Finalmente, en los diagnósticos realizados faltó profundizar en lo relacionado a los aspectos socio-económicos y culturales; los que también incidieron en los niveles de adopción, especialmente en el estrato de pequeños productores.

En lo referente a investigación, el proyecto COMSA diseñó, implementó y ejecutó obras mecánicas y agronómicas de conservación de suelos, en un total de 1.413 ha en microcuencas de la región interandina norte, centro y sur; así como un gran número de parcelas de escurrimiento, con el fin de realizar ajustes a la ecuación universal de pérdida de suelo.

En capacitación, el proyecto capacitó a 4.068 productores en aspectos de manejo y conservación de suelos, a través de cursos, seminarios, días de campo y prácticas directas en campos de agricultores. Por otro lado, el proyecto entrenó en diferentes cursos y seminarios llevados a cabo en todo el país a 503 técnicos tanto a nivel medio como a nivel profesional; se esperaba que un número de este personal entrenado podría iniciar un agresivo proyecto nacional, en el cual muchas instituciones debían participar mediante convenios. El proyecto también entrenó al personal del Programa Nacional de Conservación de suelos (PRONACOS), el cual lamentablemente no tuvo continuidad llegando a desaparecer a los dos años de su creación.

El INIAP, consciente de esta problemática, crea en 1993 el Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Agua, el que tiene como objetivo generar tecnologías que optimicen el manejo de los recursos suelo y agua dentro de una explotación agropecuaria sostenible; que permita preservar estos recursos y el medio ambiente, con la finalidad de mantener e incrementar la productividad.

Las experiencias anteriores permitieron rediseñar proyectos con un nuevo enfoque, como el que se presenta a continuación.

Manejo y conservación del suelo y agua a nivel de finca con enfoque participativo

1. Antecedentes

Las cuencas hidrográficas de la Sierra ecuatoriana están sometidas permanentemente a diferentes grados de erosión; así, el 39.13% se encuentran en un estado de erosión crítica, 28.26% con erosión seria, 4.35% erosión moderada, 26.09% erosión potencial y solamente el 2.17% sin riesgos de erosión (Espinosa, 1993).

En estudios realizados en la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP, en las microcuencas de las quebradas "El Pugru" y "Sanguchi", se señala como límites de tolerancia de pérdida de suelo, las cantidades de 12 t/ha/año para suelos profundos y fértiles y 6 t/ha/año para suelos poco profundos y de baja fertilidad. Sin embargo, en las mismas microcuencas, en parcelas de escurrimiento con barbecho continuo y 14% de pendiente, se reportó una pérdida de suelo de 82.72 t/ha/año, como promedio de 4 repeticiones, en el período de septiembre de 1978 a agosto de 1979 (12 meses) (Flores, 1979).

Todas las experiencias anteriores del Departamento de Suelos sirvieron de base para generar un nuevo proyecto, el que incluye cuatro pasos metodológicos innovadores como son: a) trabajo inicial a nivel de finca extensible a la microcuenca; b) participación efectiva de los productores, en el diagnóstico, planificación, ejecución y evaluación de los trabajos de conservación de suelos; c) formación de grupos de agricultores orientados a la conservación de los recursos naturales y a la sostenibilidad de sus sistemas productivos; y, d) capacitación continua, con la modalidad de "capacitación en trabajo".

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Implementar prácticas de manejo de suelos y agua en el sistema de finca y promover su masificación al interior de la comunidad y/o microcuenca.

2.2 Objetivos específicos

- Promover la participación activa de los agricultores.
- Apoyar la organización de grupos de agricultores, orientados a la conservación de los recursos naturales y sostenibilidad de la finca.
- Capacitar en forma continua y práctica a los miembros de los grupos, con la modalidad de "capacitación en trabajo".

3. Hipótesis

- Las prácticas de manejo de suelos y agua no mantienen o incrementan la productividad de los cultivos del sistema de finca, a mediano y largo plazos.

4. Metodología

El enfoque participativo permitió realizar un diagnóstico participativo que sirvió de base para la posterior planificación, la que consideraba los aspectos agronómicos, socioeconómicos, culturales, así como las ventajas comparativas de los rubros del sistema de finca. Esto permitió a los agricultores seleccionar las prácticas de manejo y conservación de suelos y agua más apropiadas para implementar a nivel de finca, de las siguientes alternativas:

4.1. Prácticas agronómicas y culturales

- Cultivos en contorno
- Cultivos en fajas
- Rotación de cultivos
- Cultivos de cobertura
- Barreras vivas
- Abonos verdes y compost

4.2 Prácticas mecánicas

- Caminos de agua
- Bordes de campo
- Canales de desviación de agua
- Terrazas de ladera
- Terraza individual (árboles frutales)
- Control de cárcavas

4.3 Prácticas de manejo de cultivos

- Análisis de suelo (físico-químico)
- Desinfección de semilla
- Fertilización química y orgánica
- Uso de variedades mejoradas (validadas en la zona)
- Manejo integrado de plagas y enfermedades
- Riego
- Agroforestería

5. Métodos específicos del manejo de las fincas

5.1 Selección de microcuencas

Dentro de las cuencas hidrográficas se seleccionaron 3 microcuencas con problemas de erosión de moderada a seria, en cada microcuenca se seleccionó una organización de agricultores (cooperativa, asociación o comuna), al interior de la cual se formaron los grupos de agricultores que se involucrarán en los trabajos participativos, por el tiempo que dure la actividad y que permanezca en el futuro.

5.2. Selección de las fincas

En un transecto de las laderas de la microcuenca se seleccionó una finca o área comunal para implementar los trabajos de manejo de suelos y agua, que se la denomina FINCA DE MANEJO DE SUELOS Y AGUA (FMSA), y otra en el mismo transecto que estará sujeta al manejo tradicional del agricultor y se denomina FINCA TESTIGO (FT).

Cuenca	Microcuenca	Grado de erosión	Clasificación taxonómica del suelo		
			Orden	Suborden	Gran grupo
Río Chota	Río Chamachán	Seria (21-25%)	Mollisoles	Ustolls	Durustolls Aplustolls
Río Cebadas	Río Pasguaso	Seria (21-25%)	Mollisoles	Udolls	Hapludolls
Río Cebadas	Quebrada Chinigua	Seria (21-25%)	Mollisoles	Ustolls	Argiudolls

Tabla 2. Características de las fincas seleccionadas				
No. ensayo	Finca	Propietario	Area	Cultivos del sistema
1	(FMSA) El Inca 1	A. Mosquera	2 ha	Fréjol arbustivo - arveja - zanahoria (manzano)
	(FT) El Inca 1	J. Andrango	1 ha	Fréjol arbustivo - maíz - arveja
2	(FMSA) El Inca 2	A. Núñez	1 ha	Fréjol arbustivo - arveja - maíz
	(FT) El Inca 2	P.D.	1 ha	Fréjol arbustivo - arveja - maíz
3	(FMSA) Sta. Isabel	Comunidad	1 ha	Papa - haba - cebada
	(FT) Sta. Isabel	Comunidad	1 ha	Papa - haba - cebada
4	(FMSA) Sta. Teresita	Comunidad	2 ha	Papa - haba - cebada
	(FT) Sta. Teresita	Comunidad	2 ha	Papa - haba - cebada

6. Resultados preliminares

Se realizó el diagnóstico participativo en los ensayos 1 y 2 en la localidad "EL INCA", en el que se conoce los cultivos prioritarios, el sistema de producción predominante, las condiciones climáticas (lluvia, sequía y vientos), el uso de tecnología, los principales problemas limitantes de la productividad y las tecnologías locales de producción de los cultivos prioritarios.

Se ha construido en forma participativa 1.200 m de canales de desviación de agua con camellones revestidos, 220 terrazas individuales, para establecer un huerto de manzano.

Se ha capacitado de forma continua aproximadamente a 60 agricultores de la comunidad y a 40 niños de la escuela sobre causas de la erosión y prácticas de conservación de suelos.

Los agricultores han consolidado su grupo que se denomina "Grupo de Agricultura Sostenible Participativa" (GASP) que cuenta con directiva de elección democrática para 1995.

En la finca No. 1 se recopiló datos de productividad tanto en la (FMSA) como en la (FT), para realizar un análisis comparativo de mediano plazo (3 años).

En la finca No. 2 se ha realizado el levantamiento topográfico y el diseño y construcción de obras mecánicas de conservación de suelos iniciales.

En las fincas No. 3 y 4 se han realizado las mismas actividades anteriores.

Finalmente en la Finca No. 4, en la que se construyó con anterioridad 200 m de canales de desviación, se pudo tomar datos sobre retención de sedimentos en los canales teniendo el siguiente resultado:

Un canal de desviación de 84 m de largo, 0,40 m de base menor, 0,70 de base mayor y 0,35 m de profundidad, retiene 6.3 ton de suelo proveniente del escurrimiento superficial y arrastre de un lote de 5.040 m², sembrado con cebada (35 días), con una pendiente de 25 a 30% de textura franco-arenosa; luego de una lluvia de 25 a 30 mm.

Literatura citada

CARDENAS, H. 1987. Relación precipitación escorrentía en el proceso erosivo en diferentes usos del suelo en la microcuenca de las quebradas el Pugru y Snaguchi de la Estación Experimental "Santa Catalina". Tesis Ing. Agr., Facultad de Agronomía y Veterinaria, Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Machala.

ESPINOSA, P. 1993. Dinámica de los sistemas de producción agrícolas en relación al deterioro y agotamiento de los recursos agrícolas no renovables en los Andes ecuatorianos. Estudio bibliográfico. División de Servicios FAO. Roma-Italia.

FLORES DEL POZO, C. 1979. Medición de las características de erosionabilidad de un suelo Entig-Distrandep en la Estación Experimental "Santa Catalina", Tesis Ing. Agr., Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad de Guayaquil.

Resumen

Una de las más graves amenazas a la agricultura del Ecuador es la erosión del suelo, siendo las principales causas de ésta: las fuertes precipitaciones, el mal manejo del suelo y agua de riego, así como el incremento del área cultivada en zonas de ladera. Espinoza en 1993, señala que las cuencas hidrográficas de la Sierra ecuatoriana están sometidas permanentemente a diferentes grados de erosión, así el 39.13 % se encuentran en un estado de erosión crítica, el 28.26 % con erosión seria, 4.35 % erosión moderada, 26.09% erosión potencial y el 2.17% sin riesgos de erosión. Si bien la erosión es más marcada y severa en la Sierra ecuatoriana, el litoral y la región amazónica también están expuestas al problema erosivo, especialmente si se considera la fragilidad de los suelos de estas zonas.

El INIAP desde la década de 1970 inició trabajos orientados a la conservación de los recursos suelos y agua en forma puntual; pero a partir de 1980 diseñó y ejecutó un proyecto de conservación y manejo de suelos y agua (COMSA), el que durante sus seis años de ejecución obtuvo logros significativos en investigación y capacitación; y en menor grado lo que se refiere a transferencia de tecnología.

A partir de 1994 y en base a las experiencias positivas y negativas anteriores, se generó un nuevo proyecto que tiene como características principales: a) trabajo inicial a nivel de fincas extendible a la microcuenca; b) participación efectiva de los productores a todas las fases del proyecto; c) conformación de grupos de agricultores orientados a la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad de sus sistemas de producción; y, d) capacitación continua a todos los niveles.

Diagnóstico nacional de Venezuela

*Ing. Pedro Yáñez C.**
*Ing. José Vicente Delgado***

1. Introducción

El trabajo que aquí se presenta consiste en un breve resumen de la problemática del manejo y conservación de los suelos de ladera en Venezuela y en especial de la Región Andina, donde los procesos erosivos y la explotación agrícola van tomados de la mano, como resultante de un inadecuado uso de tecnologías de cultivo y la falta de orientación eficaz y oportuna por parte del Estado venezolano. En este trabajo tratamos de identificar los principales agentes causales de la erosión y sus intensidades, las prácticas de manejo para la conservación de los suelos, preservación de la erosión y el rescate de las tecnologías andinas.

Esperamos de nuestra parte que sirva al esfuerzo que se está llevando a cabo a través del Programa Cooperativo de Investigación y transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina (PROCIANDINO).

2. Antecedentes

La República de Venezuela, constituida por 23 Estados y un Territorio Federal, presenta zonas bien definidas orográficamente e hidrográficamente donde cada una de ellas presenta características especiales, que determinan los procesos erosivos específicos. A saber: Cordillera de la Costa, Cordillera de los Andes, Cordillera Oriental, Macizo Guayanés y Area Llanera.

Considerado el propósito del diagnóstico, la información existente y la experiencia acumulada del personal técnico, nos encontramos en tres frentes bien definidos, que responden a una dinámica nacional acorde con el desarrollo del país.

2.1. Cordillera de la Costa

Esta área ubicada al norte, Costa del país con el mar Caribe, presenta problemas de erosión derivados principalmente del desarrollo urbano e industrial que han propiciado la degradación de los suelos, contaminación de las aguas y deforestaciones incontroladas, ya que las áreas clase I Agrícolas han sido urbanizadas en un 80% siendo imprescindible para la población rural de la zona trabajar en las vertientes montañosas.

2.2. Cordillera Oriental

Es una zona deprimida, donde los agricultores realizan sus actividades como lo venían haciendo desde hace cientos de años, principalmente bajo el sistema de conuco lo cual propicia el avance de la frontera agrícola en vertientes de alta pendiente y fragilidad geológica, dando así pie a la iniciación de procesos erosivos fuertes.

* *Ingeniero Investigador del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONALAP), Venezuela.*

** *Ingeniero Forestal del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Venezuela.*

2.3. Cordillera de los Andes

La zona andina del país debido a su clima benigno: temperatura suave, precipitaciones estacionales bien marcadas, suelos de buena estructura y fertilidad natural, han sido desde la Colonia centro de atracción para el desarrollo agrícola y ganadero que mantuvo un equilibrio poblacional hasta mediados del año 70-80 que incidieron en procesos erosivos localizados. A partir de la década del 80 el problema económico nacional propició que una gran población se desplazara a la Cordillera Andina y comenzó a presionar sobre estas áreas, abriendo nuevas fronteras agrícolas que desequilibraron el medio rural dando inicio a graves procesos de erosión en los Estados Táchira, Mérida, Trujillo y Lara y el Pie de Monte Barines. Hoy en día es común observar deslizamientos, cárcavas, torrentes, deforestaciones incontroladas, incendios de vegetación, pérdida de suelo acelerada, contaminación de las aguas, pues la zona es propia para estos procesos: pendientes fuertes, formaciones geológicas inestables, altas precipitaciones, etc.

En resumen, Venezuela está sometida a procesos erosivos fuertes, que aminoran su superficie agrícola y son causa de un fuerte desembolso económico, para tratar de controlar, corregir y preservar su producción nacional en suelos de ladera.

La superficie de la región andina: 68.828 km² representa más del 40% de los suelos agrícolas del país y extensiones considerables para uso pecuario y forestal, cuenta con los mayores recursos hídricos del país, exceptuando los de Guayana.

3. Problemática de suelos de ladera

3.1. Problemática general en las cuencas altas del país

- Avance desordenado de la frontera agrícola.
- Contaminación de las aguas.
- Construcción de carreteras montañosas sin las mínimas previsiones conservacionistas.
- Proceso urbanístico incontrolado.
- Alta periodicidad de incendios de vegetación.
- Generación de volúmen apreciable de sedimentos.
- Problemática socio-económica caracterizada por una población marginal (bajo nivel nutricional, ínfimo nivel de vida, alto porcentaje de analfabetismo, no beneficiada por el proceso de reforma agraria, sin asistencia técnica ni crediticia).
- Inefectiva compenetración entre los técnicos y los agricultores.
- Incoherencia en la acción de los diversos organismos oficiales.
- Existencia de áreas en una alta inestabilidad geológica (alto régimen de pluviosidad, alta pendiente).
- Explotación irracional de minerales matálicos y no metálicos.
- Inexistencia de una red de estaciones hidroclimáticas.

3.2. Problemática específica de la región andina

- La sobreutilización del suelo.
- Alto grado de divergencia entre el uso actual de la tierra y el uso potencial recomendado.
- La eliminación de los bosques naturales y su sustitución por una agricultura y ganadería de subsistencia, aunado a una formación geológica inestable y fuertes pendientes se une la no utilización de prácticas conservacionistas en el manejo del suelo de ladera destinado a producción agrícola.

- Falta una planificación adecuada del uso de la tierra.
- Inexistencia de una tecnología apropiada que permita el uso del recurso suelo, que garantice el aprovechamiento de su potencial para obtener un rendimiento sostenido en la producción agrícola.
- Contaminación de los cauces naturales por fertilizantes, pesticidas, etc., por aguas servidas y residuos sólidos.
- Densidad de la población rural superior a la capacidad de soporte de sus suelos.
- Construcción de carreteras en montañas sin considerar las normas técnicas exigidas en el diseño, trazado y construcción de las mismas.
- Un alto porcentaje de familias establecidas en las cuencas altas no tienen créditos ni asistencia técnica, lo cual constituye un freno para lograr un cambio de actitud de los productores en función de la conservación de los recursos naturales renovables.
- Cultivos tradicionales que propician la erosión y en la cual la población rural es reacia a sustituirlos por otros, fallando en este campo los organismos oficiales al establecer parcelas demostrativas, fincas modelos que sirvan de guía a los agricultores.
- Cadena de comercialización dirigida a determinados productos agrícolas (cebolla, ajo, etc.).

4. Tipos de erosión y factores que la propician

En las cuencas altas de nuestro país y específicamente en la Cordillera de los Andes se presenta todo tipo de erosión (laminar, surcos, cárcavas, desplazamientos en masa y eólica), por lo cual para el manejo adecuado de los suelos de ladera es de primer orden identificarla y establecer las prácticas conservacionistas adecuadas debido a las siguientes realidades:

- 4.1. El sistema de montañas tropicales de los Andes es relativamente joven, aproximadamente 10.000.000 de años, acompañado de manifestaciones orogénicas recientes.

Según las teorías modernas que relacionan características morfométricas de las cuencas en la etapa de desarrollo geomórfico, es un principio bien establecido que el relieve, la pendiente de las vertientes, el gradiente del cauce y la densidad de drenaje aumentan rápidamente en la juventud hasta un máximo en la temprana madurez, muy a menudo la vertiente de montañas tropicales son muy pendientes y aún la tarea de erosión geológica es muy alta.

- 4.2. Como segundo elemento condicionante de los procesos de erosión en el trópico, el clima juega un papel preponderante y más específicamente las características físicas de las lluvias. Independientemente de la magnitud de la cantidad de lluvia anual, ocurre frecuentemente lluvias de alta intensidad que pueden estar asociadas con perturbaciones atmosféricas o simplemente con tormentas convectivas.
- 4.3. Otra característica muy importante son los procesos de meteorización muy activos, actuando sobre rocas sedimentarias o débilmente metamorfizadas para producir suelos altamente erodables.
- 4.4. Todos estos factores naturales se unen al uso inapropiado de la tierra por el hombre, quien utilizando técnicas inadecuadas de cultivo propician y aceleran la erosión natural (cultivos limpios a favor de la pendiente, sobreutilización del suelo, ganadería intensiva y extensiva). La concentración densa de población en las montañas con un nivel de vida bajo y la poca disponibilidad de tierra arable conduce a altas presiones sobre las vertientes, las cuales son muy sensitivas a la erosión.

5. Tecnologías aplicadas en la conservación de suelos susceptibles a erosión (tecnologías, instituciones, ONG's)

En Venezuela, la conservación de los suelos y de las aguas siempre la han desarrollado los organismos oficiales, primero a través de la Dirección de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura hasta el año 1977 y a partir de allí asume el liderazgo el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), también el MAC apoya al medio rural mediante la extensión agrícola, el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) mediante la investigación en el mejoramiento de los cultivos, universidades y, en los últimos años algunas empresas dedicadas a la utilización del agua para su uso industrial, se ven en la necesidad de acometer el manejo integral de una determinada microcuenca que lo surte del vital líquido para sus necesidades básicas.

5.1. Lineamientos

En los actuales momentos, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, a través del Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas, ha definido estrategias y lineamientos bien definidos, que deben cumplirse a nivel nacional en todos los proyectos de conservación de suelos y aguas de ladera, a fin de lograr un manejo integral de la cuenca a saber:

Del hombre:

- Incorporar al agricultor a la labor de conservación de los recursos naturales renovables, mediante la ejecución directa de las prácticas necesarias en el área a tratar, basada en una campaña continua de educación conservacionista.
- Elevación del nivel social, económico y cultural del hombre del medio rural, mediante su adiestramiento y capacitación dirigida.
- Incorporación de las nuevas generaciones del medio rural al proyecto mediante una campaña continua, bien instrumentada y técnicamente concebida.
- Estabilización y arraigo del agricultor a su tierra, propiciando mayor producción y productividad sobre la base de la correcta utilización de los recursos suelo y agua.

De la finca:

- Planificación del uso futuro de cada lote de terreno de la finca, según su capacidad potencial, implementando medidas agronómicas, forestales y/o de ingeniería según las características particulares del sitio.
- Mejoramiento de las condiciones técnicas de producción, mediante la adquisición de maquinarias, instalación de sistemas de riego, etc., a través de la reinversión de los aportes económicos del Estado equivalente al valor de las obras de conservación realizadas.

De la organización:

- Organización de las comunidades campesinas en comités conservacionistas, cooperativas, etc., a fin de que estas entidades ejerzan la representación de los intereses de la colectividad.
- Preparación de las comunidades campesinas para que en asociación con los técnicos que dirige el proyecto en la localidad, analicen y solucionen sus problemas.

De la sub-cuenca:

- Elaboración del Plan de Manejo de la Sub-cuenca.
- Planificación del uso futuro de cada lote de terreno de la cuenca, según su capacidad potencial, basándose en la planificación individual por fincas, e implementando las medidas conservacionistas necesarias según las características de cada sector o microcuenca.
- Integración activa al Plan General de Prevención de Daños a los recursos de la cuenca.

- Conceptos y ejecución de los reportes de restauración en áreas degradadas.

5.2. Estrategia de acción

A fin de lograr la ejecución de los lineamientos mencionados anteriormente, el Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas ha establecido una serie de programas de trabajo partiendo de la planificación de la microcuenca y siguiendo los siguientes pasos:

5.2.1. Planificación general de la microcuenca:

- Cartografía del área con mapa de la sub-cuenca a escala 1:25.000 y microcuencas identificadas en orden de prioridad de tratamiento.
- Mapa a curvas de nivel de la microcuenca prioritaria a escala 1:10.000 donde se ubicará viviendas y obras de infraestructura, toponimia en general.
- Información básica sobre precipitación, uso actual de la tierra, población, información agroeconómica.
- Capacidad de uso de la tierra considerando pendientes y profundidad efectiva del suelo.
- Conflictos de uso de la tierra.

Todos los parámetros anteriores definen los sectores de tratamientos y según el problema de erosión detectado se establece el programa respectivo.

5.2.2. Programas:

- Conservación de suelos y aguas.
- Infraestructura social conservacionista.
- Reforestación, agroforestales, revegetación natural, inducida, viveros.
- Control de torrentes.
- Investigación.
- Educación ambiental y extensión conservacionista.

A través de los programas se establecen las prácticas más acordes a nivel de finca o sector de la microcuenca; a saber:

Prácticas agronómicas:

- Rotación de cultivos.
- Sustitución de cultivos.
- Barreras vegetativas.
- Cultivos en fincas.
- Cultivos en curvas de nivel.
- Cultivos de cobertura.
- Cortinas rompevientos.

Prácticas mecánicas:

- Canales de desviación.
- Acequias de ladera.

- Canales colectores.
- Terrazas de banco.
- Terrazas o terraplenes.
- Terrazas individuales.
- Zanjas de absorción.
- Estabilización de taludes.
- Muros de piedra.
- Drenajes internos.
- Diques en empalizada.
- Tanques para almacenamiento de agua.

Prácticas forestales:

- Construcción de cercas de protección.
- Construcción de cortafuegos.
- Limpieza y acolladura de árboles.
- Producción y plantación de árboles frutales y forestales.

Prácticas u obras de ingeniería:

- En las vertientes y en el cauce.
- Transversales y longitudinales.
- Diques de retención y consolidación.

5.2.3. Por último, hacemos hincapié en que la actividad de la conservación no es responsabilidad de un solo organismo, sino que es imprescindible coordinar con otros organismos públicos y privados, tal es el caso presente donde el MARNR y el FONAIAP están tratando de establecer transferencia de tecnología para ser llevada al medio rural donde en definitiva el beneficiado será el agricultor y el medio ambiente donde vive, preservando el equilibrio ecológico entre hombre y naturaleza.

5.3. Conclusión

Venezuela, al igual que el resto de los países andinos, no escapa al avance de los procesos erosivos que cada día merman sus áreas agrícolas.

5.4. Recomendación

Venezuela debe integrarse en forma activa a la generación y/o rescate de tecnologías propias que garanticen una explotación sostenible de sus recursos.

Problemática nacional, acciones y propuestas de manejo y conservación de suelos de ladera en el Perú

*Ing. Carlos Torres M.**

Ubicación de cuencas en el Perú

La vertiente del Pacífico, con una extensión de 279,689 km² (21.76% del área total del país), está constituida por 53 ríos o quebradas principales.

La vertiente del Atlántico abarca un área de 956,751 km² (74.5% de la extensión total del país) y está constituido por tres ríos principales: Marañón, Ucayali y Huallaga, este último afluente del primero. El curso de la mayoría de los ríos es sinuoso, drenando estos en diversas direcciones, pero confluyendo hacia el gran troncal constituido por el río Amazonas.

La vertiente del Titicaca está constituida por aproximadamente 12 ríos principales, dispuestos en forma radial. La vertiente del Titicaca es internacional pues ocupa parte de los territorios de Perú y Bolivia; tiene una extensión en territorio peruano de 48,775 km², incluyendo la porción correspondiente del Lago.

Problemática de erosión y deforestación

El Perú es un país provisto de heterogénea topografía, con grandes variaciones climáticas, geomorfológicas, ecológicas, geológicas, etc., que aunadas a la sobre-explotación y uso inadecuado de los recursos naturales, generan graves problemas de erosión, inundación, desertificación, degradación, deslizamientos, etc., los que inciden directamente en la baja producción de la tierra y por consiguiente en un bajo nivel de ingresos de los agricultores.

Sobre una superficie total de 128'521,560 ha, solamente el 2.8%, es decir 3'550,000 ha de tierras son aptas para cultivos intensivos. De esta superficie actualmente se encuentra bajo uso agrícola 770,000 ha en la región de la Costa; 1'800,000 ha en la Sierra y 600,000 ha aproximadamente en la Selva.

Se dispone de 4'902,000 ha de tierras para cultivos en limpio y 2'707,000 ha de tierra para cultivos permanentes, de acuerdo a lo señalado en el documento "Clasificación de la tierra por capacidad de uso mayor" (ONERN, 1982), los que sumados alcanzan aproximadamente a 7'600,000 ha que representan el 5.9% de la superficie del país.

Del examen de esta información puede concluirse que la región más afectada es la Sierra, por presentar hasta 6'000,000 ha con serios problemas de erosión y 15'102,000 ha con medianos problemas de erosión y localmente serios. En segundo lugar se ubica la Selva Alta con 300,000 ha con serios problemas de erosión y 4'800,000 ha con medianos problemas de erosión y localmente serios.

Con relación al deterioro de bosques y pastos debe mencionarse que su deterioro es alarmante en los últimos años, tal es así que en la región de la Selva existe una deforestación anual promedio de 300,000 ha que acumulados arrojan actualmente una cifra estimada de 10'500,000 ha, que entre otras evidencias se refleja en la presencia de problemas de inundación a lo largo del río Ucayali.

* Director Ejecutivo del Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS), Perú.

En lo referente a pastos altoandinos, existen 21'795,000 ha, de los cuales aproximadamente la mitad hoy se encuentran con serios problemas de sobrepastoreo y afectados por años de sequía, principalmente al Sur del país como son Puno, Cusco, Arequipa, Huancavelica y Apurímac, que en conjunto poseen 14'555,000 ha de pastos representando el 67% del total de pastos del país. De esta cifra, aproximadamente 7'000.000 estarían con problemas de sobrepastoreo y erosión laminar, aparentemente imperceptibles, sin embargo de consecuencias imprevisibles.

El potencial forestal

El Perú es un país considerado como un importante centro de germoplasma del mundo, aportando alrededor de 160 especies de flora y fauna nativa domesticadas a la agricultura y ganadería.

Los recursos forestales se extienden en 75.8 millones de hectáreas, que representan el 59% del territorio nacional. De ese total, el 92% se encuentra en la **Selva**, recibiendo un fuerte impacto de la agricultura migratoria y del aprovechamiento inadecuado; mientras que en la **Costa**, los ecosistemas están siendo depredados por la producción de leña y carbón, así como por la actividad langostinera; en la **Sierra** los escasos recursos forestales están fuertemente presionados por la demanda de leña.

Por otro lado tenemos que la deforestación a nivel nacional avanza a razón de 250,000 ha/año.

Pobreza crítica en la zona andina

De acuerdo al mapa de pobreza (que considera 4 grupos: muy pobre, pobre, regular y aceptable) por el Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), los departamentos más pobres del país se encuentran en la zona altoandina.

El mapa de pobreza del Perú sirve al PRONAMACHCS como guía en la toma de decisiones para la asignación de recursos; este parámetro unido a la ubicación de cuencas en la región altoandina y los problemas severos de erosión y deforestación determinan el diseño de las estrategias de trabajo orientadas a la atención prioritaria de estas zonas deprimidas en las que se tiene muy en cuenta la participación comunal organizada en la ejecución de las actividades propuestas.

5. Resumen de las conferencias

Problemática regional y alternativas de solución para la conservación de los recursos naturales del Perú

*Dr. Rodolfo López C.**

Introducción

El ámbito geográfico del Perú, cuya topografía es en extremo accidentada, en razón de ser atravesada longitudinalmente de sur a norte por la Cordillera de los Andes, y estar influenciada además por la corriente de Humboldt y el anticiclón del Pacífico, determinan de manera conjunta la presencia de la variedad más amplia de climas y microclimas, que a su vez origina una gran diversidad biológica otorgando características muy particulares a las diferentes zonas del Perú.

La Costa desértica, cuya disponibilidad de agua depende de la oferta de ofrecer los 92 ríos que atraviesan esta región y que están sujetos a la producción de lluvias de verano en las altas montañas y al reabastecimiento del acuífero mediante la infiltración de volúmenes variables de agua de precipitación; tanto más, cuanto más conservadas en su estado natural se encuentren las cuencas hidigráficas.

La Sierra, montañosa y accidentada, presenta diferentes pisos altitudinales con diferentes procesos edáficos de origen geológico y coluvial e influencia marcada de la acción hídrica que han ido configurando su potencialidad natural y que han condicionado a su vez los lugares y las formas de los asentamientos humanos, los modelos de desarrollo y los impactos que estos han causado sobre el medio ambiente.

La Selva o Llano Amazónico, vasta región tropical con biomasa heterogénea y compleja, en volumen mayoritariamente forestal; muy dinámica, debido a las condiciones de alta temperatura y alta humedad; pobre sin embargo en nutrimentos del suelo; y por eso de limitada capacidad agrológica; factor este último muy importante a tener en cuenta en el diseño y formulación de proyectos de desarrollo rural, principalmente con énfasis agropecuario, que inciden en la deforestación y ruptura del equilibrio de ecosistemas frágiles.

El ámbito geográfico de Costa, Sierra y Selva arriba mencionado, constituye el hábitat de veintitrés millones de peruanos, que buscan como objetivo a largo plazo el logro del autoabastecimiento alimentario, pleno empleo y mejor calidad de vida en un medio ambiente equilibrado.

Estos grandes objetivos simples y fáciles de comprender en su enunciado, son sin embargo, tan difíciles de alcanzar en la práctica, sobre todo por los requisitos previos que hay que cumplir antes de acometer su búsqueda.

Así, la lucha contra la pobreza extrema, el analfabetismo y la insalubridad de grandes sectores marginales, es prioritario a la ejecución de urgentes PLANES SECTORIALES NACIONALES, como el educativo, agrario, energético, vial, de regionalización, de zonificación económica, de generación

* *Presidente de ADECOA.*

de empleo y de preservación y uso sustentable de los recursos naturales que, paradójicamente, tampoco pueden esperar.

Lo concreto es que no se puede formular un PLAN NACIONAL DE DESARROLLO si es que no se tiene un conocimiento apropiado del ámbito territorial nacional y las regiones que lo componen, estableciendo sus interacciones ecológico-climáticas y las potencialidades que ello origina, su estado actual, carencias, limitaciones, vulnerabilidades y obstáculos para su manejo más equilibrado y sostenible.

La evolución histórica del desarrollo del Perú en materia de manejo de cuencas hidrográficas resulta pionera, ya que no solo los INCAS sino las culturas pre-INCAS practicaron la zonificación económica de los valles y el manejo cuidadoso del agua, a través de la construcción de reservorios y canales de conducción del agua de un valle al otro; tal como lo muestra el canal intercuenas que construyeron los antiguos Lambayeque para obtener una distribución equitativa del agua de lluvia entre las cuencas de los ríos Zaña, Chancay, La Leche, Olmos y Cascajal en el actual departamento de Lambayeque; técnica a la cual se le agregó una política cuidadosa de los bosques secos existentes a fin de evitar que grandes procesos de deforestación generen impactos ambientales negativos, acelerando la desertificación.

Numerosos estudios antropológicos han determinado que la población pre-Inca que habitó la costa Norte del Perú, fue tan grande como la población actual; sin embargo, la actividad agrícola de entonces fue mucho más equilibrada que la actual, ubicando los asentamientos humanos fuera del ámbito agrícola de los valles, cultivando maíz, fréjol, algodón, zapallo, tomate, caihua, papa, etc., que les permitió un autoabastecimiento alimentario efectivo complementando con actividades de pesca y crianza de camélidos en las praderas de la Costa y dentro de los bosques de algarrobo, esto último en contra de lo que se creía que la crianza de camélidos solo tenía lugar en la Sierra y más propiamente en la PUNA.

Por otra parte, supieron conservar muy responsablemente los bosques, conscientes del papel regulador que este recurso desempeña en el mantenimiento del equilibrio ecológico, sobre todo en el mantenimiento del ciclo hidrológico.

En la época Republicana se promovió intensamente en esta zona el cultivo de la caña de azúcar y el arroz lo cual ha significado en términos de impacto, lo peor, puesto que la región es desértica y presenta el FENOMENO DEL NIÑO; pese a esto se ha escogido como actividad económica preponderante las dos especies que justamente demandan más agua, que si bien en una primera etapa andaron bien, a costa de numerosos subsidios por parte del Estado, con créditos e insumos subsidiados, compromiso de compra de la producción asegurando mercado, sin preocupación por parte de los agricultores por el pago de la inversión en la infraestructura de riego ni siquiera de su mantenimiento, originándose un marco económico artificial a costa no solamente de los contribuyentes sino en contra de la economía del país.

En los veinticinco últimos años, la tasa de crecimiento de la población está constituyendo el factor más importante en los esfuerzos por obtener mejores resultados en los PROYECTOS DE DESARROLLO REGIONAL; esto porque los recursos que el ESTADO asigna a este esfuerzo resultan insuficientes dada la magnitud requerida, viéndose obligado a asignarlos a los problemas prioritarios arriba indicados, postergando una vez más el afrontamiento de los objetivos de largo plazo como son los de ejecutar un PLAN NACIONAL DE DESARROLLO, equilibrado, desconcentrado, descentralizado y regionalizado, acorde con las características y potencialidades de cada región y sobre todo con el uso responsable de sus recursos naturales.

Hacia el siglo XXI, la lucha por un MEDIO AMBIENTE EQUILIBRADO y una oferta de agua asegurada serán los grandes retos de la humanidad y los países en vías de desarrollo atrapados en su lucha contra la pobreza, deuda externa, inflación y pauperización generalizada no cuenta con los medios económicos y tecnológicos para afrontar la implementación de PLANES DE MANEJO DE SUS CUENCAS HIDROGRAFICAS, debiendo recurrir para esto a renegociar su deuda externa bajo la modalidad de "Deuda por Conservación" en unos casos, buscar fondos internacionales del PLAN DE

ACCION EN DEFENSA DEL CINTURON VERDE ECUATORIAL DE NACIONES UNIDAS; DEL PROGRAMA MUNDIAL DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION, DEL PROGRAMA LATINOAMERICANO DEL MANEJO DE CUENCAS, DEL INSTITUTO MUNDIAL DE RECURSOS, muchos otros programas multilaterales auspiciados o promovidos por organizaciones de NACIONES UNIDAS, u otros programas bilaterales auspiciados o promovidos por cooperaciones de gobiernos como los de Holanda, Suiza, Alemania, Japón, Canadá, EE.UU, Suecia, Dinamarca, Finlandia y otros.

Es ya aceptado universalmente que existe correlación directa entre los grandes macroclimas y microclimas de la tierra, y los grandes problemas climáticos de calentamiento global, agujero de ozono, desertificación, lluvias ácidas, basura atómica y otras han sido generadas por el hombre y no por causas naturales, y más precisamente estos se han generado en los países industrializados.

Por otra parte, los problemas climáticos, la contaminación global y otros no conocen fronteras; toca entonces afrontarlos a toda la humanidad. Estando los países desarrollados en mejores condiciones de aportar financiamiento y tecnología que toca a los países en vías de desarrollo, es la formulación de PLANES, PROGRAMAS Y PROYECTOS SOBRE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS para someterlos al financiamiento de las fuentes arriba mencionadas, y negociar como contrapartida nacional el rubro correspondiente a la deuda externa y otros aportes como asignación de personal, así como contribución de mano de obra y otros por parte de los propios beneficiarios directos.

La formulación de los PLANES, PROGRAMAS Y PROYECTOS SOBRE MANEJO DE CUENCAS exigen a su vez que los ámbitos estén delimitados; la información catastral referida a la población allí asentada, régimen de propiedad y titulación terminada, así como el marco jurídico sea igualmente claro en lo referente al derecho y uso de los recursos naturales renovables y no renovables, para tener de esta manera identificados a los interlocutores formalmente reconocidos; así como contar con el marco legal para formular participativamente las estrategias de mediano y largo plazos así como identificar los beneficiarios que deben responder de manera corporativa y organizada con las tareas y responsabilidades que las circunstancias obliguen.

Cooperación al corto plazo

La formulación de PLANES DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS, utilizando ciencia y tecnología, deben jugar un rol más significativo en el tratamiento sostenible del desarrollo; indicándose que tres son las áreas de cooperación más urgentes: ASISTENCIA TECNICA, ENTRENAMIENTO Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA.

Asistencia técnica: La asistencia técnica debe acompañar al proceso de formulación de políticas, programas y proyectos, y enfocar las siguientes áreas:

- Debe prepararse información técnica y científica sobre la planificación nacional. Estas deben describir los ámbitos predeterminados en una primera aproximación de las cuencas hidrográficas que se pretende tratar. Esta debe describir la superficie considerada como área de influencia hídrica, su relación con los temas económico, social, de recursos, y de manejo ambiental existentes, historia de avenidas e inclusive de desastres y su propensión permanente; documentación básica disponible, instituciones nacionales claves y profesionales a ser contactados en el país, e información relativa referente a población, infraestructura y recursos naturales, principalmente comportamiento del régimen de precipitación y análisis de series históricas.
- Deben prepararse evaluaciones del comportamiento periódico de máximas avenidas por sectores vulnerables dentro del ámbito de la cuenca hidrográfica considerada. Estas evaluaciones deben incluir la preparación de proyectos de inversión para iniciar planes de manejo y ordenación de cuencas hidrográficas de acuerdo a la estrategia nacional de regionalización y tratamiento de áreas desconcentradas, así como indicaciones para la comunidad de preparación y respuesta a trabajos de reforestación, zanjas de infiltración, terrazas de recuperación lenta, muros de contención, protección de infraestructura, reubicación de poblaciones y en resumen de organización, preparación y respuesta a la comunidad a prevenciones que constituyan el superar vulnerabilidades que caracterizan las cuencas hidrográficas peruanas.

Entrenamiento: La adquisición de habilidades, conocimiento y actitudes, debe acompañar a la asistencia técnica.

- Especialistas técnicos de varias disciplinas de todo el país deberán ser entrenados en la preparación de información científica y técnica relativa al manejo integral e integrado de las cuencas hidrográficas.
- Profesionales de sectores seleccionados deben obtener capacitación en técnicas de evaluación de proyectos de manejo de cuencas hidrográficas.
- Los profesionales involucrados en la preparación de proyectos para los diferentes sectores deben ser entrenados en el uso de información sobre manejo integral y sustentable de manejo de cuencas hidrográficas.
- Los profesionales involucrados en la planificación sectorial y en la identificación de proyectos deben ser entrenados en la evaluación de los factores que interactúan en el ámbito de una cuenca hidrográfica para fortalecer su conocimiento y uso de la información sobre planes de desarrollo de cuencas hidrográficas en relación con las políticas, programas y proyectos de inversión.

Transferencia de tecnología: Debe ser parte de las actividades de asistencia técnica, así como una actividad que genere las materias impartidas en las actividades formales de capacitación.

- Técnicas de manejo de información de proyectos sobre manejo de cuencas hidrográficas, incluyendo enfoques, manuales y programas para computadoras, deberán estar disponibles para la planificación regional y nacional y los procesos de formulación de proyectos.
- Técnicas de mapeo incluyendo manuales y programas computarizados, para manejar información sobre delimitación cartográfica en función del comportamiento hídrico, zonificación forestal, agropecuaria, infraestructura, asentamientos humanos, etc., utilizando información de satélites, sensores remotos, fotografías aéreas, etc., deberán estar disponibles para la planificación regional y nacional y los procesos de formulación de proyectos satisfaciendo las exigencias de las fuentes internacionales de financiamiento.
- En coordinación con las organizaciones pertinentes de formulación y gestión del desarrollo de cuencas hidrográficas, los sistemas de la información sobre este tema deben estar a disposición de instituciones interesadas e involucradas o con interés en involucrarse, incluyendo aquellas de salud, energía, transporte, seguridad pública, comunicaciones para el uso oportuno de dicha información.

Obras mecánico estructurales más usadas en el Perú

*Ing. Raúl Caro Díaz**

Presentación

Nuestro país fue habitado en el pasado por diferentes culturas pre-incas, hasta que finalmente se unificaron en el Gran Imperio Incaico, que perfeccionaron las diferentes obras de conservación de suelos, entre las que destacaron las terrazas con muros de piedra (andenes), cuya estructura es la que dieron mejores resultados debido a que nuestro país se ubica en un área montañosa, con pendientes muy fuertes y escarpadas.

La sociedad inca fue conservacionista, supo vivir en equilibrio con su entorno; asimismo fue una sociedad agraria que del producto de los suelos, alimentaba alrededor de 12'000,000 de habitantes (Imperio del Tahuantinsuyo).

El grado de organización y disciplina alcanzado fue probablemente el motor principal para el gran avance en sus obras, como lo pueden testificar las grandes zonas arqueológicas actuales, por lo que nuestro país, tiene como exponente la ciudad del Cusco y es denominada la capital arqueológica de América.

Problemática de la ladera altoandina

El área de trabajo tiene un relieve bastante irregular, con pisos ecológicos que van desde los 1.900 a 3.800 msnm; este espacio presenta una gran viabilidad biótica, climática y edáfica.

Por su condición de paisaje montañoso, con una fisiografía accidentada de fuertes pendientes, constituye un espacio físico de alta fragilidad habitado por el hombre andino. A diferencia de nuestros antepasados, somos una sociedad depredadora, con la introducción de especies animales con características destructoras se aceleró el proceso erosivo; el poblador andino se ve obligado a producir sus alimentos bajo estas condiciones, con prácticas agronómicas que inducen a la erosión como los surcos en el sentido de la máxima pendiente. La vegetación natural es igualmente depredada por la irracional explotación y la quema frecuente a la que es sometida. Los pastos naturales altoandinos también están sufriendo el impacto del sobrepastoreo y la quema. Todos estos factores, en su conjunto, han inducido al proceso erosivo, manifestándose en sus diferentes formas y grados.

La pérdida acelerada de los suelos por la erosión hídrica a lo largo de la zona andina en los suelos de explotación agrícola, de pastos, forestales y de protección, ha causado la pérdida de la cobertura vegetal induciendo a la saturación y la escorrentía superficial. La velocidad de escorrentía, provoca el arrastre del suelo y la pérdida progresiva de la capa superficial del suelo: Esta pérdida implica la disminución de la productividad y la producción de cosechas que, a su vez, ha afectado la dieta alimentaria y agudizado la pobreza rural.

Las poblaciones altoandinas al verse afectadas, han optado por salir de sus lugares de origen y trasladarse hacia las ciudades, lo que ha originado un desequilibrio campo-ciudad, cuya relación en la década de los años 40 era de 7:3; actualmente, la relación se ha invertido a 3:7.

* *Director de Conservación de Suelos de PRONAMACHCS, Perú.*

Según reportes de la FAO, se pierde en el mundo de 5 a 7 millones de hectáreas de suelos por degradación, la superficie per cápita del área agrícola disminuirá de 0.37 a 0.25 ha/hab. para el año 2.000. En nuestro país la pérdida de suelo estaría entre 8 y 15 t/ha-año.

Solución a los problemas planteados

El año 1982, mediante convenio entre el gobierno peruano y AID, se crea el Proyecto Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas, para desarrollar acciones de conservación de suelos tomando como área piloto al departamento de Cajamarca; posteriormente, a partir de 1983 se inician las mismas acciones en el departamento del Cusco, dando así inicio a una gran tarea de promocionar y difundir el trabajo conservacionista en la Región Andina del país. Entre los trabajos ejecutados están:

- Prácticas agronómicas culturales: surcos en contornos, rotación de cultivos, cultivos asociados, barreras vivas.
- Prácticas mecánico estructurales: terrazas de absorción, terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración, terrazas individuales, diques en control de cárcavas.
- Prácticas forestales agrostológicas: pastos mejorados, cortinas rompevientos, rotación de canchas, plantaciones de macizo.

Hoy, tras 13 años de esforzado trabajo, son ya miles de campesinos que participan de este reto, asumiendo la tarea de preservar los recursos naturales y generar mejores condiciones de vida en el corto, mediano y largo plazos.

El PRONAMACHCS en la zona altoandina maneja los recursos suelo, agua y vegetación en forma integrada por piso ecológico. Otra característica es que la diversidad del mundo andino requiere también de soluciones diversas.

En este marco y tomando en consideración que el ecosistema andino constituye el medio de producción para las poblaciones rurales asentadas en sus laderas, es que la propuesta actual de aprovechamiento racional de los recursos naturales debe estar basada en el acondicionamiento de los medios de producción.

Este acondicionamiento tiene tres componentes fundamentales:

- El acondicionamiento físico.
- La cobertura vegetal.
- El manejo del medio acondicionado.

Clasificación de obras de conservación de suelos

a. Por el lugar geográfico donde se aplican:

1. A nivel de cauce
2. A nivel de ladera
3. A nivel de valle

b. Por la naturaleza del tratamiento:

1. Prácticas mecánico estructurales
2. Agronómicas y culturales
3. Forestales agrostológicos

Prácticas mecánico estructurales

Identificadas por los diferentes usos de suelos son:

Para suelos agrícolas:

- Rehabilitación de andenes
- Terrazas de absorción
- Terrazas de formación lenta

El acondicionamiento físico de laderas en diferentes estructuras con el fin de impedir o disminuir el proceso erosivo, que permita mejorar las condiciones del almacenamiento del agua y adecuado crecimiento de las especies vegetales.

En suelos de pastos:

- Zanjas de infiltración

En suelos forestales:

- Zanjas de infiltración
- Terrazas individuales

En zonas de cárcavas:

- Control de cárcavas con diques de piedras

Defensa ribereña:

- Muros de contención con talud de piedra.

Nivel en A o nivel cholo

Es un instrumento sencillo, de muy fácil construcción, que sirve para trazar las curvas a nivel, utilizado en la ejecución de todas las prácticas mecánico-estructurales.

Las líneas o curvas de nivel permiten construir las terrazas (andenes), terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración, etc.

Para su construcción se necesitan los siguientes materiales:

- 3 varillas delgadas, de 3 cm de diámetro, rígidas y fuertes, se usa generalmente el carrizo, ramas delgadas de eucaliptos y algunas especies nativas de tallo recto y la longitud debe ser de 1.80 m y 1.50 m el travesaño.
- Cordeles para asegurar las varillas y para sostener la plomada.
- Una piedra o algún objeto que sirva de plomada.

Procedimiento de construcción:

Se toman las varillas más largas y se amarran fuertemente por uno de los extremos que se encuentran en forma de aspa, de modo que finalmente las varillas queden fijas, bien sujetas; se amarra luego la varilla más corta formando más o menos una letra "A", que no tiene que ser simétrica, los amarres deben estar bien ejecutados para que el instrumento quede rígido y no se muevan las varillas, en el punto de amarre de la parte superior de la "A" se amarra un hilo y en el otro extremo se amarra una piedra que hace de plomada.

Calibración:

Es el procedimiento que consiste en encontrar en la varilla transversal el punto de nivel que cuando el cordel coincida con este punto el instrumento, tendrá en los extremos de sus dos patas el mismo nivel.

Se coloca el instrumento en un lugar con una ligera pendiente y en suelo firme, donde se señalan cuidadosamente los puntos A y B, para recordar donde estuvieron las patas 1 y 2 del instrumento. Cuando la plomada esté detenida, se hace una marca en la varilla transversal, exactamente donde cruza el cordel; a este punto se le llamará a.

Seguidamente, el nivel se hace girar 180° de modo que en el punto donde estuvo la pata 1 debe colocarse la pata 2, cuando deja de moverse la plomada, se marca en el punto donde cruza el cordel, a este punto llamaremos b. El punto medio entre el a y b de la varilla transversal es el punto de calibración.

Con un hilo delgado se mide la distancia entre los puntos a y b de la varilla transversal, luego se dobla el hilo en partes iguales y se mide con el hilo doblado de uno de los puntos de la varilla y para verificar se mide del otro punto y en el punto donde termina el extremo del hilo doblado se hace una marca, esta viene a ser el punto de calibración, es decir el punto c en la varilla transversal; este punto se marca cuidadosamente. De este modo, el instrumento queda listo para su utilización.

Terrazas de banco o de absorción

a) Definición

Los bancales o terrazas de banco consisten en plataformas escalonadas construidas en serie y transversalmente a la pendiente del terreno. Los escalones están separados por paredes casi verticales construidos con muros de piedras o de tierra fijados con vegetación.

b) Propósito

- Modificar la pendiente original de las laderas.
- Incorporar áreas marginales a la producción agropecuaria.
- Se posibilita sembrar y cultivar sobre ellas con buenos rendimientos.
- Reduce al mínimo la erosión hídrica.- Posibilita mayor infiltración y asegura la humedad del suelo.
- Mejora el microclima.

c) Lugar y condición para su aplicación

- Países o regiones montañosas con poca extensión de tierras planas y fértiles.
- Alta oferta de mano de obra comunitaria.
- De preferencia en zonas con posibilidades de incorporación de riego.
- Buena capacidad organizativa de los beneficiarios para su construcción y mantenimiento.
- Rentabilidad social y/o económica de la producción del área terraceada.

d) Restricciones posibles para su aplicación

- Escasa mano de obra por altas migraciones de la población del área.
- Suelos muy superficiales.
- Areas con condiciones climáticas extremas.
- Bajos precios de los productos agropecuarios.
- Utilización de tracción animal y mecánica con requerimiento de amplios espacios para operar.
- No utilizar terrenos muy inestables o que tengan capas impermeables endurecidas a poca profundidad.

e) Facilidades para su ejecución

- Disponibilidad de mano de obra.
- Tradición constructiva de sus habitantes.
- Trabajo en forma comunitaria.

f) Clasificación

Según el material utilizado:

Son construidas con muro de piedra o talud de tierra de acuerdo a la disponibilidad de materiales en la zona.

g) Procedimiento de construcción

El procedimiento de construcción se realiza mediante la remoción del suelo con herramientas o maquinaria, hasta la formación de los escalones. Estas terrazas pueden tener pendientes transversales mínimas que según el tipo de suelo y la precipitación podrían ser hacia el talud o hacia el borde. Así también la pendiente longitudinal es mínima y dirigida hacia el desagüe.

h) Frecuencia de aplicación

- Permanente

i) Diseño

El diseño consiste en determinar el tamaño o magnitud de los principales elementos de la terraza de absorción como son: altura del muro, talud del muro, ancho de la plataforma, longitud de la plataforma, pendiente transversal, pendiente longitudinal de las terrazas, estructura de acceso y sistema de desagüe si el caso lo requiere.

Altura del muro:

- La altura del muro para terrazas con muro de tierra no debe ser mayor de 1.5 m; alturas superiores a esta pueden poner en riesgo la estabilidad de las terrazas.
- La altura máxima que se puede dar al muro depende de la naturaleza del material (suelo); así, en el caso de materiales poco estables la altura del talud debe ser menor.
- La profundidad del suelo, así como de la dureza del material subyacente (subsuelo), también determinan la altura del muro; en suelos profundos y subsuelos sueltos o suaves, es posible construir terrazas con muros más altos.

Talud del muro:

El talud del muro debe ser ligeramente inclinado, pero no vertical. La inclinación del muro depende del suelo o el material sobre el cual están construidas las terrazas; así, cuando más firme y duro es el material, los muros pueden tender a la verticalidad; en cambio, en suelos sueltos el talud debe ser más inclinado a fin de dar una mayor estabilidad.

En caso de terrazas con muros de tierra, se debe dar a estos una inclinación que permita la instalación de vegetación (pastos) los que asegurarán una mayor estabilidad de las terrazas. En suelos pedregosos los muros pueden construirse a base de este material, en cuyo caso la inclinación del muro (talud) puede ser mínima (5%).

Ancho de la plataforma:

- La plataforma debe ser lo más ancha posible.

- El ancho que se puede dar a la plataforma depende principalmente de la pendiente del terreno, de la profundidad del suelo y de la naturaleza del subsuelo; así, por ejemplo, terrenos con poca pendiente permiten construir terrazas más anchas con muros de altura más estables.
- Cuando la pendiente del terreno es muy fuerte, las plataformas serán más angostas, se recomienda un mínimo de 1.50 m de ancho.
- Cuando más profundo es el suelo mayor podrá ser la profundidad de corte y, por lo tanto, el ancho de la terraza.

La construcción de terraplenes muy anchos (mayores de 4 metros), supone un mayor esfuerzo, por lo que debe elegir el ancho óptimo para las condiciones en que se está trabajando. Por otra parte, terraplenes anchos permiten el uso de yuntas, o en algunos casos, de maquinaria ligera. En resumen, la elección de la altura del muro determina el ancho del terraplén.

Longitud del terraplén:

Se recomienda que la longitud de los terraplenes no debe sobrepasar los 25 m; medidas superiores a esta cifra, pueden dificultar las labores de construcción y el manejo posterior del suelo en las terrazas (nivelación, riego, transporte de productos e insumos, etc.).

Cuando el terreno permite unas longitudes de terraza mayores de 25 m, se debe dejar un corte no menor de 1 m entre terrazas contiguas, el que debe ser construido alternadamente y diseñado a fin de que sirva como un espacio de circulación en el campo terraceado.

Se debe tener cuidado que estos espacios estén protegidos para evitar que se erosionen; así, por ejemplo, se pueden construir pequeños escalones o protegerlos con pasto, piedra u otro material.

Pendiente longitudinal:

- En suelos bajo riego las terrazas deben ser construidas sin contrapendientes y con una pendiente longitudinal de 1 a 3 por mil; para facilitar las labores de riego (sobre todo en zonas donde el volumen del agua de riego es limitado); y también para evacuar el exceso de agua de lluvia en caso de aguaceros fuertes.
- Las terrazas en caso de suelos poco permeables (pesados o arcillosos); y así como también en zonas muy lluviosas (donde la precipitación supera los 1.200 mm/año) deben también tener una pendiente lateral hacia el desagüe.
- Cuando se desea construir terrazas con pendiente longitudinal, lo primero que se tiene que diseñar es el sistema de riego y desagüe.
- El trazo de las terrazas con pendiente longitudinal debe empezar del desagüe.

Estructura de acceso:

Cuando se va a terracear superficies de terreno considerables, es necesario diseñar previamente los caminos, escalones u otras estructuras que permitan un tráfico fluido de personas, equipos, animales, insumos, productos, etc., esto además evitará daños o deterioro de las terrazas.

Terrazas de formación lenta

a) Definición

Son estructuras que paulatinamente se van acondicionando para disminuir la pendiente de la ladera reteniendo el suelo erosionado, mediante el empleo de barreras inertes (muros de piedra) o barreras vivas, de acuerdo a la disponibilidad de material de la zona.

Las terrazas de formación lenta es una práctica que combina:

- Instalación de barreras vivas o inertes (muros).
- Surcado en contorno.
- Rotación de cultivos y asociación de cultivos.
- Zanjias o acequias de infiltración.

b) Propósito

- Reducir la erosión de los suelos de ladera como consecuencia de la precipitación y escorrentía.
- Modificar la pendiente original de la ladera.
- Propiciar la infiltración en el suelo, del agua de precipitación.

c) Lugar y condiciones para su aplicación

- Regiones montañosas con poca extensión de tierras planas fértiles.
- Baja oferta de mano de obra comunitaria.
- Es una práctica válida para terrenos sin mucha pendiente (10 a 30%).

d) Restricciones posibles para su aplicación

- En suelos muy superficiales.
- Areas con condiciones climáticas muy extensas.
- En suelos con pendientes mayores al 30%.

e) Facilidades de ejecución

- Menor inversión por hectárea para su construcción.
- Permite utilizar la yunta en la preparación del terreno.
- Trabajo en forma comunitaria.

f) Dimensiones típicas de una terraza de formación lenta

- Las terrazas de formación lenta se construyen en laderas cuyas pendientes fluctúan entre 10 y 30%.
- El muro de este tipo de terrazas normalmente se construye de piedra y en otros casos puede ser una barrera viva.

Zanjias de infiltración

a) Definición

Son pequeños canales de sección trapezoidal o rectangular excavadas transversalmente a la pendiente del terreno, generalmente con gradiente cero, tabicados a intervalos regulares (cada 10 metros).

b) Propósito

- Retener el escurrimiento producido por las aguas de lluvia y favorecer el almacenamiento e inducir su infiltración.
- Disminuir la erosión hídrica.
- Favorecer el crecimiento de las especies de árboles, arbustos y/o pastos acelerando su crecimiento.
- Aumentar el caudal del agua de manantiales de las partes bajas.

c) Lugar y condiciones para su aplicación

- En zonas de ladera con vocación para pastos y forestales.
- En zonas de protección para retener el agua e inducir al repoblamiento de especies nativas existentes.
- En zonas desprovistas de vegetación y fuerte compactación, acompañado de plantación de fácil prendimiento y respuesta a estas condiciones.

d) Restricciones para su aplicación

- En zonas donde la roca madre está próxima a aflorar a la superficie.
- En laderas de fuerte pendiente con suelos de textura ligera franco-arenosa donde también ocurre deslizamiento.
- Débil organización de la población para su mantenimiento.

e) Diseño

El diseño de las zanjas de infiltración consiste en: determinar las características de la sección transversal de las zanjas de infiltración y el distanciamiento entre las zanjas.

La sección transversal está determinada por:

- El ancho del borde superior
- El ancho de la base
- La profundidad
- La inclinación de los taludes

Las características de la sección transversal depende del tipo de suelo, de las características pluviométricas de la zona y también de la naturaleza del cultivo.

f) Proceso constructivo

- El trazado de líneas maestras con el nivel en A.
- El espaciamiento entre zanjas se determina en función de la pendiente, precipitación y tipos de suelos.
- La profundidad debe ser de 0.30 m a 0.50 m.
- El ancho de la base debe ser de 0.30 m a 0.50 m.
- La inclinación del talud superior depende de la textura del suelo. En suelos arcillosos puede tender a ser perpendicular al plano horizontal, en suelos francos con talud 1:05, en suelos francoarenosos 1:1, en suelos muy sueltos; arena franca 1:15.
- Tabiques cada 10 m. Estos tabiques deben tener entre 0.4 a 0.8 m de ancho.

Control de cárcavas

a) Definición

Cárcava es una zanja producto del grado de erosión severa causada por la concentración de la escorrentía superficial proveniente de la lluvia, en depresiones topográficas sin protección, cuyo cauce natural sigue la máxima pendiente. El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas de suelo producto de la erosión.

Control de cárcavas:

La primera acción que se debe llevar a cabo para controlar una cárcava es eliminar la causa que la originó, para lo cual se tiene que efectuar trabajos a dos niveles.

A nivel de ladera o área de drenaje, que en muchos casos resulta ser suficiente, cuando las prácticas conservacionistas ejecutadas controlan o anulan el escurrimiento superficial de la zona. Y en caso contrario, si después de haber tratado la ladera, todavía sigue corriendo agua por la cárcava, entonces se efectúan trabajos a nivel de la cárcava misma.

Después de haber tratado la ladera y si todavía hay escurrimiento en la cárcava misma, se efectuará trabajos a nivel de esta, consistentes en la construcción o colocación de diques o pequeñas barreras u obstáculos transversales a la cárcava, a fin de disminuir la velocidad del agua y favorecer la sedimentación de las partículas que lleva el agua en suspensión.

Los diques son construidos a lo largo de la cárcava y pueden ser hechos de sacos llenos de arena y reforzados con champas de piedra, de ramas y pajas, de palos, de barreras vivas, etc. Un aspecto importante es el espaciamiento entre diques. El principio fundamental que se debe tener presente para la determinación del espaciamiento entre diques es que el borde superior de un dique esté al mismo nivel que la base del dique contiguo aguas arriba.

Un medio sumamente eficaz en el control de la cárcava es permitiendo el crecimiento de la cubierta vegetal, evitando el pastoreo de los animales a lo largo de la cárcava y en la zona circundante a ella, en por lo menos un radio igual a cinco veces la profundidad de la cárcava.

Las paredes mismas de las cárcavas deben estar cubiertas por vegetación natural o sembradas especialmente por pastos.

Características de los diques de piedra

- Espesor del borde superior del dique de piedra entre 20 - 30 cm y el borde inferior de 30 - 50 cm.
- Altura efectiva del dique entre 30 y 100 cm.
- El dique debe ser empotrado de 30 a 50 cm en el fondo y en las paredes laterales de la cárcava, para darle mayor estabilidad.
- Presentar un aliviadero de forma parabólica en el borde superior del dique a fin de darle mayor capacidad de desagüe y evitar que el agua caiga en forma de chorro y erosione los bordes laterales y la base del dique y la superficie del suelo.
- El espaciamiento entre diques depende de la pendiente del cauce de la cárcava, pero debe tenerse presente como condición básica que el centro del borde superior del dique debe estar al mismo nivel que la base del dique contiguo aguas arriba, determinándose así el espaciamiento entre diques. Cuanto mayor es la pendiente del cauce de la cárcava, menor resulta el espaciamiento entre diques.

En algunos casos, al pie del dique se construye un colchón hidráulico ya sea de piedras, ramas o paja, a fin de disipar la energía del agua y evitar que el golpe del agua socave la base del dique y cause el derrumbe o volteo de la estructura.

Ubicación de los diques

El primer dique estará ubicado en un punto "B" del terreno, muy cerca del inicio de la cárcava (punto "A"). Los siguientes diques se ubicarán de la siguiente manera: A partir del punto "B" se extiende un cordel aguas abajo, el cual debe estar horizontal. La ubicación del siguiente dique estará dado por el punto del terreno cuya distancia vertical al cordel sea igual a la altura efectiva determinada que debe tener el dique (50 - 10 cm).

Luego, a partir de este punto, se repiten los pasos anteriores a fin de determinar la ubicación de los siguientes diques aguas abajo.

Construcción de los diques

La construcción de los diques siempre se debe iniciar desde la parte más alta de la cárcava hacia aguas abajo, con el objeto de disminuir o controlar el escurrimiento superficial que se pueda

presentar durante la construcción de los diques a lo largo de la misma, ya que si la construcción se iniciara desde la parte más baja hacia arriba y se presentara un escurrimiento superficial durante la etapa de construcción, los diques podrían ser derrumbados dado que la energía del agua no ha ido disipándose desde el inicio de la cárcava.

Muchas plantas perennes pueden ser transplantadas directamente en los taludes de los diques. Cualquier planta que al cosecharse, todavía sus raíces permanecen en el suelo y la vegetación remanente cubre la superficie del suelo, es adecuada para ser plantada en los taludes. Este cultivo debe ser un pasto bueno para el forraje o tener una demanda en el mercado con buen precio, porque así se creará el deseo de los agricultores de mantener el cultivo para que siempre sirva de protección de los taludes.

La especie de planta que se escoja para reforzar los taludes de los diques deben ser de rápido prendimiento, que cubra rápidamente el suelo y resistente a la sequía.

b) Propósito

Detener el avance del proceso erosivo en las zonas con este tipo de erosión severa.

c) Lugar y condiciones para su aplicación

Áreas con presencia de cárcavas

d) Restricciones para su aplicación

- Son áreas que han sido abandonadas debido a su grave deterioro.
- Poca predisposición de las comunidades para ejecutar este tipo de trabajo.
- Falta de motivación para este tipo de trabajo.

e) Facilidades de ejecución

- Buen grado de organización comunal.
- Disponibilidad de herramientas.
- Contar con la suficiente mano de obra disponible.

f) Clasificación

- Diques con muro de piedra.
- Diques con champa y plantación de árboles y penca.

g) Frecuencia de su aplicación

Permanente

h) Elementos de diseño

- Ancho de muro: 0.60 m
- Altura de muro: 0.5 - 1.0 m
- Distancia entre muros: depende de la pendiente. En la proyección de la base del dique superior debe terminar la corona del dique inferior.
- Enclave en pared de cárcava.
- Refuerzo de la base: se colocan una pila de piedras por lo general bloques grandes y pesados, para evitar el pateo o empuje del dique ocasionado por la fuerza del agua de escorrentía.

Estudio de los recursos naturales y medio ambiente con la integración de los SIG y la percepción remota, para el modelamiento de datos: Determinación de pérdida de suelo

*Dr. Néstor Montalvo A. **

Los estudios que se han desarrollado y se vienen desarrollando en APODESA en lo que respecta a recursos naturales y medio ambiente, tienen la virtud de contar con el soporte del Sistema de Información Geográfica (SIG) complementado con la percepción remota.

En el caso específico de la erosión, manejo y conservación de suelos de ladera, el SIG es una herramienta potente y muy versátil que permite identificar áreas y zonas críticas de erosión y colmatación.

En suma, el SIG permite todas estas bondades y otras aplicaciones al constituirse en una plataforma de procedimientos analíticos automatizados capaz de integrar información multisectorial en bases de datos geográficos o espaciales, para realizar diversos estudios y además permiten efectuar consultas que hagan posible una adecuada toma de decisiones en la gestión institucional.

En ese sentido, APODESA ha realizado una serie de estudios de los cuales se mencionan los más importantes:

- Zonificación agroecológica de la cuenca del río Aguaytía y carretera Federico Basadre y determinación de áreas intervenidas (área estudiada: 1'655,000 ha).
- Zonificación de áreas forestales en el valle del Palcazu (área estudiada: 372,700 ha); se determinó las áreas con aptitud para aplicar el sistema de extracción por franjas de tala rasa en el valle del Palcazu.
- Estudio de las áreas intervenidas en la cuenca del río Huallaga (área estudiada: 9'019,600 ha); se cuantificó el avance de la deforestación e intervención en el bosque natural, determinación de áreas críticas, la generación de una base de datos y la cartografía sobre la deforestación a nivel de subcuencas empleando técnicas de SIG y percepción remota.
- Aplicación del SIG para el manejo integral de la subcuenca del Gera en la determinación de áreas críticas (área estudiada: 6,364 ha), con lo que se logró propiciar el ordenamiento ambiental de la cuenca del Gera.
- Zonificación de áreas húmedas y determinación de áreas con problemas de drenaje y salinidad en el valle de Jequetepeque y Chamán (área estudiada: 76,800 ha), se identificó, determinó y evaluó la evolución de las áreas de mal drenaje y salinidad en los valles de Jequetepeque y Chamán, antes y después de la construcción de la represa Gallito Ciego, con el fin de proporcionar las medidas necesarias para evitar los procesos de degradación del suelo.
- Zonificación de cultivos y formulación de la cédula de cultivo para el valle de Jequetepeque (área estudiada: 42,500 ha).

* INADE - APODESA.

- Plan de manejo de las cuencas del reservorio Poechos, sector: La Solana, río Quiroz y margen izquierda del río Macará (área estudiada: 633,444 ha), se determinó el estado actual de los recursos naturales, se identificó las áreas en conflicto de uso y las áreas con riesgos potenciales de erosión, a fin de plantear los lineamientos generales de manejo y conservación de las cuencas que hagan posible mitigar las tasas de sedimentación del reservorio Poechos.
- Zonificación ambiental de la cuenca del río Putumayo (área estudiada: 8'000,000 ha), se logró brindar el marco técnico adecuado para planificar el manejo y ocupación óptima del extenso espacio territorial del Putumayo contribuyendo al proceso de ordenamiento territorial, a cargo de las instituciones del Estado y grupos organizados de la población local.

Finalmente, se puede concluir que estos trabajos realizados por APODESA muestran una gran importancia en materia de desarrollo económico al haber sido concebidos para determinar espacios geoeconómicos con ventajas comparativas y competitivas. Todo ello a través de la identificación y caracterización del potencial de recursos naturales, medio ambientales, de infraestructura económica y social de determinados espacios territoriales.

Avances y propuestas de investigación en conservación del suelo en la Sierra del Perú

Dra. Carmen Felipe-Morales B.*

En los últimos diez años, y de manera cada vez más creciente, se viene haciendo un gran esfuerzo por la conservación de los suelos en el Perú, y en particular de la Sierra. Indudablemente, la mayor magnitud del trabajo ha sido efectuado por el Estado, a través del Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS); sin embargo, no se puede subestimar el esfuerzo que muchas Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) vienen efectuando al respecto.

Lamentablemente, a la ejecución de obras conservacionistas, no le ha seguido en la misma medida la realización de investigaciones en conservación del suelo. Esta labor está a cargo mayormente de las universidades, sobre todo estatales, pero como se sabe, ellas en general no cuentan con los recursos económicos necesarios para la investigación, lo que restringe el número de investigadores, así como la continuidad de las mismas.

Cabe señalar los trabajos realizados por ONERN, ahora INRENA, sobre evaluación de problemas de erosión a nivel de cuencas hidrográficas, el mapa de erosión del Perú, que ha sido parcialmente publicado, así como el inventario nacional de andenes, que no ha sido culminado.

Entre las líneas de investigación que denotan mayores avances cabe citar a las siguientes:

1. Medidas de la escorrentía, erosión y pérdida de nutrientes con diversos sistemas de cultivo y prácticas de conservación del suelo (con uso de parcelas de escorrentía).
2. Diagnóstico de la erosión y cartografía de la erosión de los suelos en cuencas y microcuencas hidrográficas.
3. Inventario y caracterización de andenes y propuestas de rehabilitación.
4. Inventario y caracterización de camellones o "Waru - Waru" y su rehabilitación.
5. Inventario y caracterización de prácticas agroforestales con fines de conservación del suelo.
6. Efecto de prácticas agroeconómicas de conservación del suelo en el control de la erosión.

Entre las investigaciones que deberían efectuarse, como un apoyo a los trabajos de conservación del suelo, que se están realizando en la Sierra, caben mencionar los siguientes:

1. Análisis de la erosividad de las lluvias y la confección de mapas isoprodentes por cuencas hidrográficas.
2. Efecto de obras de conservación del suelo, en el incremento del volumen de agua de los manantiales, en el control de la erosión y el incremento de la productividad.

* *Ing. Agrónoma, Doctora en Ciencias Agronómicas con especialidad en Suelos. Docente principal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.*

3. Sobre distanciamiento óptimo, entre zanjas de infiltración y barreras vivas, según zonas agro-climáticas, tipo de suelo, pendiente y cultivo.
4. Sobre efecto del riego en laderas.
5. Sobre compactación del suelo por el ganado.
6. Sobre elección de especies arbustivas a ser empleadas como barreras vivas.
7. Sobre formas de organización social, para lograr la real participación de acciones sostenidas, de conservación del suelo.
8. Sobre inventario, caracterización y recuperación de prácticas tradicionales de conservación del agua y del suelo.
9. Sobre métodos adecuados de labranza del suelo.

Experiencias en el rescate, conservación de recursos hídricos y del suelo en la cuenca del río Santa Eulalia

*Ing. Luis Masson Meiss**

El presente documento concierne a las experiencias que se vienen adquiriendo a partir de las actividades que lleva a cabo la asociación civil sin fines de lucro "Naturaleza, Ciencia y Tecnología Local" para el servicio social (NCTL), en la cuenca media del río Santa Eulalia, afluente principal del río Rimac, provincia de Huarochirí, departamento de Lima.

En general, el medio natural de la cuenca es característico de la vertiente occidental andina central, donde la topografía es muy abrupta. El clima se va haciendo más riguroso a medida que se asciende desde el nivel del mar.

En las laderas de la cuenca existen casi 6,400 hectáreas de terrazas prehispánicas (andenes), cuya construcción revela los conocimientos ingenieriles de los peruanos del pasado. De ese total, 1,200 ha prosiguen siendo utilizadas con fines agrícolas y de rotación. El resto se encuentra sin uso, la mayor parte de ellas semidestruidas. Su rescate es improbable pero no imposible. Así lo demostró un grupo de campesinos de la comunidad de San Pedro de Casta, que reconstruyó 10 hectáreas de terrazas apelando a sus propios conocimientos tradicionales. También existe una cantidad -parcialmente inventariada- de obras hidráulicas prehispánicas (represas, canales, reservorios), la mayor parte de las cuales se encuentran abandonadas, aunque presentan posibilidades de rehabilitación.

Finalmente, la vegetación natural en las laderas es muy escasa, evidenciándose durante las épocas de lluvias. Dentro de estas condiciones, la diversidad florística resulta de interés. Así, solamente en la margen izquierda de la cuenca, se han inventariado 253 especies diferentes, de las cuales 102 son utilizadas por sus pobladores; 69 de esta especie tienen uso medicinal **.

La **erosión** es otra de las características negativas existentes en la zona, la que es acelerada por el hombre desde hace muchos años atrás, principalmente:

- Por el mal manejo de los sistemas de irrigación.
- Por el abandono de las andenerías.
- Por el sobrepastoreo realizado con cabras.
- Por la tala excesiva de la vegetación natural para fines de obtención de leña y comercialización de plantas medicinales.

A lo señalado, deben agregarse los efectos adversos de la sequía, que azota irregularmente a la zona -principalmente en los pisos bajos y medios de la cuenca-, a veces por 2 o 3 años consecutivos.

Es en el medio descrito que NCTL viene realizando, desde 1983, una serie de actividades que se iniciaron con la reconstrucción de terrazas o andenes **prehispánicos**, ejecutada por los mismos campesinos, quienes demostraron su habilidad innata y conocimiento propio para hacerlo. Se han realizado también actividades de **reforestación**, en forma directa e indirecta. En este último caso, se ha prestado apoyo al Ministerio de Agricultura. La reforestación es imprescindible para evitar la erosión

* Director Ejecutivo del NCTL.

** NCTL, 1994.

de las laderas. Se ha realizado un **inventario florístico** en la margen izquierda de la cuenca, con el resultado señalado sintéticamente en párrafos anteriores. Se está procediendo al **mejoramiento de 5 variedades nativas de papa**, por el método de la "selección basal"; esta actividad se lleva a cabo con la colaboración del Club de Madres "María del Rosario", de la comunidad de San Pedros de Casta. Desde hace 3 años se viene trabajando en la reconstrucción y ampliación de **obras hidráulicas prehispánicas**, tales como 2 represas en lagunas altoandinas, 6 reservorios y 6 canales; estos últimos suman un total de 22 kilómetros de largo. Se ha realizado también un **inventario de las obras hidráulicas prehispánicas**.

Se debe precisar que la concreción de las actividades realizadas por NCTL ha sido posible gracias a la cooperación internacional, así como al interés demostrado por los propios campesinos. NCTL estima que las **alternativas o medidas de control de la erosión** a aplicar en la cuenca de Santa Eulalia -y en general en la Sierra del Perú-, se encuentran **directamente relacionadas con el uso y mejor aprovechamiento de los recursos hídricos, así como al mantenimiento de un diálogo constante con los campesinos**.

Asimismo, NCTL está en condiciones de afirmar que la mayor parte de los terrenos andenados cultivados en laderas, presentan pendientes superiores a 75%. La única limitación para cultivar en esta clase de terrenos está relacionada con la imposibilidad de utilizar maquinaria agrícola pesada. Los campesinos de la cuenca de Santa Eulalia trabajan sus andenes con una tecnología ancestral, que ellos dominan a la perfección, como es la labranza y siembra con **taklla** o arado de pie; asimismo, saben emplear para estos menesteres la barreta de acero. En cuanto a tecnologías nativas se refiere, también dominan la labranza y manejo de las piedras, la conservación del agua de riego ("pillata") y la fertilización con cenizas. Es decir, los campesinos tienen su propio "know how" (saber cómo), lo cual se debe aprovechar para fines de desarrollo.

Debe destacarse a las mujeres y a los niños como los principales valores de las comunidades campesinas. Las **mujeres** por su responsabilidad y dedicación a las faenas agrícolas -inclusive las más duras- y su participación en el mantenimiento del hogar; y los **niños**, por su capacidad de asimilación de enseñanzas e iniciativas, no solo para jugar, sino también para el trabajo de campo. Ellos serán los comuneros del futuro y es necesario motivarlos, con el fin de que no se dejen arrastrar por vicios como el alcoholismo, muy arraigado en la zona.

Finalmente, una reflexión para quienes trabajamos en cualquier programa de apoyo al desarrollo sustentable: No debemos buscar solo nuestro propio bien; también el de los demás.

Análisis socioeconómico y cultural de la población campesina y estrategias de fomento de conservación de suelos en la Región Andina del Perú

Ing. Lorenzo Chang Navarro L.*

El tema que voy a tratar es tomando como base el desarrollo de la conservación de suelos en el Perú, llevada a cabo por el Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas, que inició sus acciones el 3 de agosto de 1981 y que hoy es lo que conocemos como Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS).

El problema que se presentó fue cómo difundir masiva y rápidamente entre los campesinos la necesidad de que conozcan los problemas de la erosión hídrica de los suelos y las técnicas para controlarlo. Para resolverlo hubo dos posiciones: La primera, fue establecer un área piloto en Cajamarca y luego de tres años de estudios de la aplicación de las técnicas de conservación de suelos, se obtendrían resultados, que son los que tendrían que difundirse en las partes altas de las cuencas hidrográficas, que se seleccionarían en base a ciertos criterios; estos estudios también consumirían dinero y tiempo.

La segunda, que es la que siguió, consistió en realizar una masiva capacitación de campo, tanto a técnicos de instituciones vinculados al campo, como a campesinos en la ejecución de las prácticas conservacionistas ya conocidas para ser aplicadas en zonas de cultivos, en zonas de pastos y de bosques. La gente que era capacitada tenía el compromiso de capacitar a otros y se formaron promotores campesinos o paratécnicos. Como parte de la capacitación se enseñó a establecer áreas de comprobación en las que se realizaban algunas prácticas conservacionistas: terrazas de absorción, surcos en áreas testigo y también se pueden probar otras técnicas. Se consideraron a las áreas de comprobación como la estrategia básica; no solo servían para demostrar la bondad de dichas técnicas, sino también hacían ver a los campesinos que es posible aplicar dichas técnicas empleando sus propias fuerzas y sus propias herramientas. Se consideró que no eran necesarios estudios de selección de sitios, sino que los campesinos ya saben lo que tienen.

Se logró difundir las prácticas de conservación de suelos en 10 departamentos de la Sierra, a través del establecimiento de las áreas de comprobación, prácticamente desde el inicio de las actividades del Programa y no después de 3 años de estudios, en un área piloto, y sin mucho costo.

Al cabo de tres años se hizo una evaluación de las prácticas de conservación de suelos, en relación a su adaptabilidad a los suelos de ladera, así como una evaluación económica y social. Los resultados de la evaluación técnica y económica fueron muy promisorios. La evaluación social tuvo dos aspectos:

1. Señalar las características sociales de los agricultores que aceptaron establecer áreas de comprobación, y
2. Determinar la actitud de los agricultores, frente a las prácticas conservacionistas.

Con respecto al primer punto, podemos decir que la mayoría de los agricultores presentaron las siguientes características:

- Son pequeños propietarios y minifundistas, la mitad de ellos comuneros.

* *Director Ejecutivo del Proyecto FEAS.*

- Conducen directamente sus parcelas.
- Se dedican permanentemente a la actividad agrícola, aunque un sector importante son migrantes estacionales hacia el interior de la Sierra, muy cercanos a los lugares donde establecieron áreas de comprobación.
- Concentran sus actividades en la agricultura o ganadería. La minoría que tienen ocupación diversificada se dedica mayormente al comercio, la artesanía y la construcción.
- Utilizan tecnología con escasa repercusión en la producción y de bajísimo nivel de inversión.
- La producción que obtienen está dedicada mayormente al autoconsumo que a la venta.

Con respecto al segundo punto podemos señalar lo siguiente:

- La mayoría de los agricultores no conocían las prácticas conservacionistas que se les enseñó, lo que más conocían son las terrazas o andenes.
- La mayoría de los agricultores mostraron disposición para realizar prácticas conservacionistas; es así que el 89% de los agricultores declararon que deseaban continuar aplicando las prácticas y de las cuales el 46% declaró que era porque tuvieron aumento de la producción con las prácticas y el 54% declaró que era para evitar la pérdida del suelo.
- Los agricultores que declararon seguir aplicando las prácticas conservacionistas mostraron preferencia por las terrazas y las zanjas para controlar la erosión, y por los surcos en contorno, para obtener mayor rendimiento. Sin embargo, hay que señalar que los surcos en contorno no es fácil emplearlos en terrenos con fuertes pendientes.
- Hubo una tendencia de los agricultores a enseñar a ejecutar prácticas conservacionistas. En promedio, cada agricultor que estableció su área de comprobación, enseñó a cuatro agricultores. El factor multiplicador se puede intensificar con una fuerte motivación.

Esta evaluación nos permitió seleccionar mejor a los agricultores campesinos de las zonas donde podríamos tener mayor éxito en difundir la aplicación de las técnicas de conservación de suelos, más adecuadas para la localidad.

6. Conclusiones y recomendaciones

Tema de discusión: Grupo "A"

- Identificación de principales factores biofísicos y socioeconómicos de la erosión en sistemas de producción de laderas, mediante estudios locales y subregionales.
- Descripción de los sistemas y opciones tecnológicas para la conservación de suelos y de prevención de la erosión predominantes en áreas de ladera.

Conclusiones y recomendaciones

1. **Ausencia de compromiso del Estado para generar una cultura conservacionista y una capacitación constante, tanto de técnicos como de productores.**

Crear una cultura conservacionista a través de los Ministerios de Educación y proponer metodologías para la capacitación y promoción de la conservación de suelos.

2. **Pobreza extrema y ausencia de programas sociales en zonas de mayor degradación, minifundio, falta de crédito, baja capacidad empresarial de productores.**

Evaluar y proponer incentivos eficaces para la promoción de la conservación del suelo, sin caer en el paternalismo o asistencialismo, en zonas rurales pobres.

3. **Problemas de orden organizacional, desde la coordinación institucional hasta la organización y participación del productor.**

Proponer mecanismos de organización institucional, mediante la creación de un organismo rector, a nivel de cada país y entre países participantes.

4. **Conflicto tecnológico**

- Uso y promoción de tecnologías inapropiadas y ostensiblemente degradantes, como el uso exagerado e indiscriminado de maquinaria, uso irracional de fertilizantes por déficit y exceso.
- Ausencia de prácticas de conservación de suelo, no rotaciones, no reciclaje de nutrientes, no coberturas, no obras de ingeniería.
- Desconocimiento y subestimación de prácticas conservacionistas autóctonas.
- Reducir el uso de tecnologías degradantes, promover la identificación, rescate y validación de tecnologías autóctonas. Promover el uso de prácticas conservacionistas, como resultado de la investigación en condiciones específicas.

5. **Entre los factores biofísicos se encuentran**

- Pérdida de coberturas y biodiversidad debido a la deforestación, quemas y sobrepastoreo.
- Conflicto entre la aptitud de los suelos y el uso actual, debido a la alta pendiente del terreno, a la erodabilidad de los suelos, alto potencial erosivo e inadecuada distribución de las lluvias.
- Definir conceptos sobre espacios agrofísicos de uso de la tierra.
- Definir criterios para establecer índices de uso y manejo en zonas de ladera, dedicadas a la explotación agrícola.

- Generar tecnología apropiada para zonas de conflicto mediante el ordenamiento de uso y manejo dentro de cada situación (finca).
- Evaluar prácticas de conservación de suelos, que garanticen la reducción del daño y la sostenibilidad de las áreas en conflicto.

Actividades

1. Identificación de factores biofísicos y socioeconómicos determinantes de la degradación en sistemas de producción de laderas, mediante estudios locales y subregionales.
 - Elaboración de documentos, en cada uno de los países participantes, con base en fuentes secundarias (revisión bibliográfica).
 - Presentación de mapas de erosión, con base en el SIG.
2. Realizar un inventario tecnológico sobre descripción y opciones para la conservación de los suelos y prevención de la degradación, predominantes en áreas de laderas.
 - Elaboración de un documento, por cada país participante, con base en fuentes secundarias (revisión bibliográfica).

Relación del grupo "A":

1. Juan R. Zenteno Durán	IBTA	Bolivia
2. Lorenzo Chang Navarro	FEAS	Perú
3. Daniel M. Rodríguez R.	CORPOICA	Colombia
4. Juan J. Córdova J.	INIAP	Ecuador
5. Pedro M. Yáñez C.	FONAIAP	Venezuela
6. Tulio Velásquez C.	INIA	Perú
7. Edmundo Vilca Q.	INIA	Perú
8. Wilfredo Canales A.	PRONAMACHCS	Perú
9. Daniel Canaza M.	UNA-Puno	Perú
10. Vicente Huamán M.	PRONAMACHCS	Perú
11. Antero Floríndez D.	PRONAMACHCS	Perú
12. Rubén Marquina P.	INRENA	Perú
13. Justino Velásquez M.	INIA	Perú

Tema de discusión: Grupo "B"

- Promoción de prácticas de validación de tecnologías para recuperación y conservación de suelos, con énfasis en la planificación y ejecución participativa.

Conclusiones y recomendaciones

1. Buscar alternativas tecnológicas orientadas a la sostenibilidad de la finca.
2. Incentivar la participación activa de los agricultores en actividades de capacitación continuada, diagnóstico, planificación, búsqueda de soluciones, ejecución y evaluación de las actividades.
3. Promover la formación de grupos conservacionistas.
4. Establecer planes de capacitación continuada.
5. Cada país debió proponer posibles prácticas e incentivos que, de acuerdo con las condiciones socioeconómicas y culturales del agricultor, considere el manejo de "sistemas de producción", donde la unidad básica sea la finca.

Relación del Grupo "B":

1. José V. Delgado Roa	MARNR	Venezuela
2. César E. González P.	CORPOICA	Colombia
3. Jaime Cossío Torrico	IBTA	Bolivia
4. Vicente Novoa Hermosa	INIAP	Ecuador
5. Bárbara León H.	TECNIDES	Perú
6. Maritza Ocospoma J.	TECNIDES	Perú
7. José Tapia B.	PRONAMACHCS	Perú
8. Federico Ollero D.	PRONAMACHCS	Perú
9. Pedro Junes Cornejo	PRONAMACHCS	Perú
10. Ana M. Ling L.	PRONAMACHCS	Perú
11. Richard Miguel J.	PRONAMACHCS	Perú
12. Olegario Angulo González	PRONAMACHCS	Perú
13. Margarita Ramírez Gómez	CORPOICA	Colombia

7. Directorio de participantes

NOMBRES Y APELLIDOS	: DANIEL MARINO RODRIGUEZ R.
DIRECCION PARTICULAR	: CALLE 12 # 39A-05 PASTO NARIÑO COLOMBIA
TELEFONO	: 231200 FAX : 235324
ESPECIALIDAD	: MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS
INSTITUCION QUE REPRESENTA	: CORPOICA
OCUPACION -CARGO	: INVESTIGADOR ASOCIADO
DIRECCION	: CENTRO INVESTIGACION OBONUCO
TELEFONO	: 233532 FAX : 235324
APARTADO POSTAL	: AA 339
NOMBRES Y APELLIDOS	: CESAR EDUARDO GONZALEZ P.
DIRECCION PARTICULAR	: A.A. 240142 LAS PALMAS SANTAFE DE BOGOTA
TELEFONO	: 281494- 2367142 FAX : 2673013
ESPECIALIDAD	: MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS
INSTITUCION QUE REPRESENTA	: CORPOICA
OCUPACION -CARGO	: INVESTIGADOR ASISTENTE
DIRECCION	: A.A. 240142 LAS PALMAS
TELEFONO	: FAX :
APARTADO POSTAL	:
NOMBRES Y APELLIDOS	: MARIA MARGARITA RAMIREZ GOMEZ
DIRECCION PARTICULAR	: CARRERA 28 #46-31 APTO 202 BOGOTA
TELEFONO	: 2481555 FAX :2673013
ESPECIALIDAD	: MICROBIOLOGIA DE SUELOS
INSTITUCION QUE REPRESENTA	: CORPOICA
OCUPACION -CARGO	: COORDINADORA PROG.NAC. MANEJO INTEGRADO
DIRECCION	: DE SUELOS Y AGUAS
TELEFONO	: KM. 14 VIA MOSQUERA
APARTADO POSTAL	: 2814942 FAX : 2673013
	: 120240 LAS PALMAS PARQUE CENTRAL BAVARIA
	: SANTAFE DE BOGOTA
NOMBRES Y APELLIDOS	: JUAN RAMIRO ZENTENO DURAN
DIRECCION PARTICULAR	: CALLE LA PAZ 0834 TARIJA BOLIVIA
TELEFONO	: 42334 FAX :
ESPECIALIDAD	: FERTILIDAD MANEJO Y CONSERVACION DE
INSTITUCION QUE REPRESENTA	: SUELOS
OCUPACION -CARGO	: IBTA
DIRECCION	: DIRECTOR REGIONAL
TELEFONO	: LAS BARRANCAS KM 2
APARTADO POSTAL	: 591-66-44897 - 42318 FAX :591-66-43950
	: 1158
NOMBRES Y APELLIDOS	: JAIME COSSIO TORRICO
DIRECCION PARTICULAR	: GUSTAVO OTERO 0588 COCHABAMBA BOLIVIA
TELEFONO	: 591-42-55590 FAX :
ESPECIALIDAD	: RIEGOS Y DRENAJES
INSTITUCION QUE REPRESENTA	: INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGIA
OCUPACION -CARGO	: AGROPECUARIA (IBTA)
DIRECCION	: INVESTIGADOR I
TELEFONO	: BATALLON COLORADOS PISO 12 - 13
APARTADO POSTAL	: 591- - 374289-91 FAX : 4714671
	: 1148

NOMBRES Y APELLIDOS	:	JOSE V. DELGADO ROA
DIRECCION PARTICULAR	:	CALLE 4 N° 7-71 PALMIRA EDO. TACHIRA VENEZUELA
TELEFONO	:	076-944146 FAX :
ESPECIALIDAD	:	INGENIERO FORESTAL
INSTITUCION QUE REPRESENTA	:	M.A.R.N.R.
OCUPACION -CARGO	:	JEFE PLANIFICACION CONSERVACIONISTA
DIRECCION	:	AV. MARGINAL DEL TORBES SAN CRISTOBAL TACHIRA VENEZUELA
TELEFONO	:	076-474972 FAX :
APARTADO POSTAL	:	5015
NOMBRES Y APELLIDOS	:	PEDRO M. YAÑEZ C.
DIRECCION PARTICULAR	:	RESIDENCIAS QUINIMARI EDF. 41 APTO. 06
TELEFONO	:	076-559710 FAX :
ESPECIALIDAD	:	SUELOS
INSTITUCION QUE REPRESENTA	:	FONAIAP
OCUPACION -CARGO	:	INVESTIGADOR
DIRECCION	:	ALDEA BRAMON, MUNICIPIO JUNIN, EDO. TACHIRA - VENEZUELA
TELEFONO	:	076-690135 FAX :
APARTADO POSTAL	:	690136
NOMBRES Y APELLIDOS	:	JUAN JOSE CORDOVA J.
DIRECCION PARTICULAR	:	CDL. CARCELEN, SMZ-D, MZ 19 # 13
TELEFONO	:	473-611 FAX :
ESPECIALIDAD	:	MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
INSTITUCION QUE REPRESENTA	:	INIAP
OCUPACION -CARGO	:	RESPONSABLE DPTO. SUELOS
DIRECCION	:	E. E. SANTA CATALINA - KM 14 PANAMERICANA SUR - QUITO - ECUADOR.
TELEFONO	:	690-691 FAX :
APARTADO POSTAL	:	1701340
NOMBRES Y APELLIDOS	:	FRANCISCO V. NOVOA HERMOSA
DIRECCION PARTICULAR	:	CALLE C # 46 URB. DAMMER 2 QUITO ECUADOR
TELEFONO	:	408332 FAX :
ESPECIALIDAD	:	MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
INSTITUCION QUE REPRESENTA	:	INIAP
OCUPACION -CARGO	:	INVESTIGADOR ADJUNTO
DIRECCION	:	E.E. SANTA CATALINA, KM 14 PANAMERICANA SUR - QUITO - ECUADOR.
TELEFONO	:	690-691 FAX :
APARTADO POSTAL	:	17-01-340
NOMBRES Y APELLIDOS	:	JUSTINO VELASQUEZ MIRANDA
DIRECCION PARTICULAR	:	E.E. LA MOLINA S/N° (INIA)
TELEFONO	:	436-3777 FAX :
ESPECIALIDAD	:	SUELOS
INSTITUCION QUE REPRESENTA	:	INIA - PERU
OCUPACION -CARGO	:	ESPECIALISTA NACIONAL
DIRECCION	:	AV. LA UNIVERSIDAD S/N°
TELEFONO	:	4530136 FAX : 4350136
APARTADO POSTAL	:	2791

NOMBRES Y APELLIDOS : RAUL CARO DIAZ
 DIRECCION PARTICULAR : JR. PACHACUTEC 441-LOS OLIVOS
 TELEFONO : FAX : 4714671
 ESPECIALIDAD : ING. AGRICOLA
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS
 OCUPACION -CARGO : DIR. CONSERVACION SUELOS
 DIRECCION : PRONAMACHS
 TELEFONO : FAX : 4714671
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : CARMEN FELIPE MORALES B.
 DIRECCION PARTICULAR : AV. MARISCAL CACERES 560 SAN ANTONIO-
 MIRAFLORES
 TELEFONO : 4-454907 FAX :
 ESPECIALIDAD : CONSERVACION DE SUELOS
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : UNA-LA MOLINA
 OCUPACION -CARGO : DOCENTE PRINCIPAL
 DIRECCION : AV. LA UNIVERSIDAD S/N
 TELEFONO : 352035 FAX :
 APARTADO POSTAL : APDO. 456-LIMA

NOMBRES Y APELLIDOS : LUIS MASSON MEISS
 DIRECCION PARTICULAR : LOS CONQUISTADORES 1220 LIMA 27
 TELEFONO : 422-9545 FAX :
 ESPECIALIDAD : ING. AGRONOMO RECURSOS NATURALES Y MEDIO
 AMBIENTE
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : NCTL
 OCUPACION -CARGO : DIRECTOR EJECUTIVO
 DIRECCION : AV. SALAVERRY 2461-LIMA 27
 TELEFONO : 470-5123 FAX :
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : WILFREDO CANALES ALFARO
 DIRECCION PARTICULAR : JR. ANTONIO CARDENAS 210 S.J. MIRAFLORES
 TELEFONO : FAX :
 ESPECIALIDAD : ING. AGRICOLA
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS
 OCUPACION -CARGO : PROFESIONAL ESPECIALISTA
 DIRECCION : CAHUIDE 805-JESUS MARIA
 TELEFONO : 4714671 FAX :
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : BARBARA LEON HUACO
 DIRECCION PARTICULAR : CALLE UNO 735 SAN ISIDRO
 TELEFONO : 4423391 FAX : 4423391
 ESPECIALIDAD : ING. INDUSTRIAL
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : TECNIDES
 OCUPACION -CARGO : PRESIDENTA
 DIRECCION : CALLE UNO 731-CORPAC SAN ISIDRO
 TELEFONO : 4423391 FAX :
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : EDMUNDO BENJAMIN VILCA QUISPE
 DIRECCION PARTICULAR : JR. HUARAZ 247 PUNO
 TELEFONO : 351943 FAX : 351943
 ESPECIALIDAD : AGUAS Y SUELOS
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : INIA-PUNO
 OCUPACION -CARGO : COORDINADOR LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
 DIRECCION : KM. 22 CARRETERA PUNO-JULIACA
 TELEFONO : 351943 FAX : 351943
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : JOSE LUIS TAPIA BASAURI
 DIRECCION PARTICULAR : AV. MILITAR 2434-LINCE
 TELEFONO : FAX :
 ESPECIALIDAD : ING. AGRONOMO
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS-CAJABAMBA
 OCUPACION -CARGO : RESPONSABLE DE CONSERVACION DE SUELOS
 DIRECCION : JR. GRAU 381
 TELEFONO : FAX :
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : PEDRO JUNES CORNEJO
 DIRECCION PARTICULAR : CALLE LOS JAZMINES 252 URB. SANTA ROSA
 TELEFONO : 781912 FAX :
 ESPECIALIDAD :
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS
 OCUPACION -CARGO : COORDINADOR DE CONSERVACION DE SUELOS
 DIRECCION : AV. INFANCIA B3 CUSCO-PERU
 TELEFONO : 252394 FAX :
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : GUIDO VICENTE HUAMAN MIRANDA
 DIRECCION PARTICULAR : URB. SAN JUDAS CHICO SECTOR 3-A B-17 CUSCO-PERU
 TELEFONO : 084-251064 FAX :
 ESPECIALIDAD : ING. AGR. MANEJO Y CONSERVACION RECURSOS NATURALES
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS-ABANCAY
 OCUPACION -CARGO : JEFE DE AGENCIA
 DIRECCION : JR. ARICA 417 ABANCAY-PERU
 TELEFONO : 084-321331 FAX : 084-321331
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : ANTENOR FLORINDEZ DIAZ
 DIRECCION PARTICULAR : CUMBRE MOYO 247 URB. RAMON CASTILLA-CAJAMARCA
 TELEFONO : 044-924512 FAX :
 ESPECIALIDAD : ING. AGRONOMO
 INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS-CAJABAMBA
 OCUPACION -CARGO : DIRECTOR DEPARTAMENTAL
 DIRECCION : KM. 35 CAJAMARCA BAÑO DEL INCA
 TELEFONO : 044-925040 FAX : 044-921078
 APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : ROSA MILAGROS ECHEVARRIA ROJAS
DIRECCION PARTICULAR : DOÑA VIRGINIA 154 URB. LOS ROSALES SURCO
TELEFONO : 4494364 FAX :
ESPECIALIDAD : AGRICOLA
INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS-PUNO
OCUPACION -CARGO : RESPONSABLE CONSERVACION DE SUELOS
DIRECCION : JR. MANCO CAPAC 155 PUNO
TELEFONO : 054-352687 FAX : 054-352687

APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : MARTIN ALCALDE PINEDA
DIRECCION PARTICULAR : DOÑA VIRGINIA 154 URB. LOS ROSALES SURCO-LIMA
TELEFONO : 9563255 FAX :
ESPECIALIDAD : FORESTALES
INSTITUCION QUE REPRESENTA : PRONAMACHS-PUNO
OCUPACION -CARGO : RESPONSABLE FORESTAL
DIRECCION : JR. MANCO CAPAC 155 PUNO
TELEFONO : 054-352687 FAX : 054-352687
APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : TULIO VELASQUEZ CAMACHO
DIRECCION PARTICULAR : PSJE. SAN ANTONIO 173 CAJAMARCA-PERU
TELEFONO : 925313 FAX :
ESPECIALIDAD : ING. AGRONOMO ESP. SUELOS
INSTITUCION QUE REPRESENTA : INIA-CAJAMARCA
OCUPACION -CARGO : COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS
DIRECCION : GRANJA BAÑOS DEL INCA
TELEFONO : 923648 FAX : 923648
APARTADO POSTAL : 169 CAJAMARCA

NOMBRES Y APELLIDOS : RICHARD MIGUEL JAIMES
DIRECCION PARTICULAR : AV. MARIANO PASTOR 339
TELEFONO : FAX :
ESPECIALIDAD : ING. AGRICOLA
INSTITUCION QUE REPRESENTA : DIRECTOR DEP. JUNIN-PRONAMACHS
OCUPACION -CARGO :
DIRECCION :
TELEFONO : FAX :
APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : MARIO TAPIA
DIRECCION PARTICULAR : RENI 205 SAN BORJA
TELEFONO : 4-757970 FAX :4-757970
ESPECIALIDAD : AGRICULTURA ANDINA
INSTITUCION QUE REPRESENTA : CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA
OCUPACION -CARGO : ASESOR CIENTIFICO
DIRECCION :
TELEFONO : 4366920 FAX :
APARTADO POSTAL : 1558

NOMBRES Y APELLIDOS : DANIEL CANAZA MAMANI
DIRECCION PARTICULAR : JR. AREQUIPA 1054
TELEFONO : 35-4437 FAX :
ESPECIALIDAD : ING. AGRONOMO CONSERVACION DE SUELOS
INSTITUCION QUE REPRESENTA : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
OCUPACION -CARGO : DOCENTE
DIRECCION : CIUDAD UNIVERSITARIA-PUNO
TELEFONO : 35-2912 FAX :
APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : MARISA OCROSPOMA JARA
DIRECCION PARTICULAR : MARISCAL MILLER 2089
TELEFONO : 704129 FAX :
ESPECIALIDAD : BOTANICA
INSTITUCION QUE REPRESENTA : MUSEO DE HISTORIA NATURAL
OCUPACION -CARGO : DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA
DIRECCION : ARENALES 1256
TELEFONO : 4710117 FAX :
APARTADO POSTAL :

NOMBRES Y APELLIDOS : ZOILA RODRIGUEZ SANCHEZ
DIRECCION PARTICULAR : CALLE EMILIO VELARDE 151 VISTA ALEGRE-
SURCO
TELEFONO : 4380115 FAX :
ESPECIALIDAD : GEOGRAFIA
INSTITUCION QUE REPRESENTA : INRENA
OCUPACION -CARGO : SUPERVISOR DE SISTEMAS DE INFORMACION
DIRECCION : CALLE DIECISIETE 355-URB. EL PALOMAR
TELEFONO : FAX :
APARTADO POSTAL :



Participantes del Seminario:
"La erosión, manejo y
conservación de suelos de
ladera en la Subregión Andina".

Comunidad de
Quirupuquio,
(4.000 msnm)
donde se realizan
trabajos de
manejo y
conservación de
suelos con
asesoramiento
del
PRONAMACHCS,
Perú



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA