PN-DBF-601
ISN 07436

# MEMORIA DE LA CONFERENCIA USOS SOSTENIDOS DE TIERRAS EN LADERAS

TOMO I

DESFIL
Development Strategies for Fragile Lands
624 9th Street, N.W., 6th Floor, Washington, D.C. 20001

Development Alternatives, Inc.
Tropical Research and Development, Inc.
in association with:
Earth Satellite Corporation
Social Consultants International

# ESTRATEGIAS DE DESARROLLO PARA TIERRAS FRAGILES (DESFIL)

# MEMORIA DE LA CONFERENCIA USOS SOSTENIDOS DE TIERRAS EN LADERAS

## TOMO I

Quito y Salcedo, Ecuador
19-24 de septiembre de 1987

**ORGANIZADORES:**
**Sociedad para la Conservación de los Suelos de Ecuador**
**Fundación Ciencia de Ecuador**
**Proyecto Estrategias de Desarrollo para Tierras Frágiles**

**AUSPICIADORES:**
**USAID/Ecuador**
**USAID/Departamento de Ciencia y Tecnología**

**DESFIL**
**624 Ninth St., NW**
**Sixth Floor**
**Washington, DC 20001**
**USA**

USAID Convenio DHR-5438-C-6054-00

ATTACHMENT B

# AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
# PPC/CDIE/DI REPORT PROCESSING FORM

ENTER INFORMATION ONLY IF NOT INCLUDED ON COVER OR TITLE PAGE OF DOCUMENT

1. Report Number:

2. Contract/Grant Number: DHR 5438-C-00-6054-00

3. Publication Date:

4. Document Title/Translated Title: Memoria de la Conferencia Usos Sostenidos de Tierras en Laderas Tomo I (only in Spanish)

5. Author(s)
1.
2.
3.

6. Contributing Organization(s)

7. Pagination: 464 p.

8. Project/Subproject No.: 936 5438

9. Sponsoring AID Office: LAC / SAT

10. Abstract (optional - 250 word limit)

11. Subject Keywords (optional)
1. Workshop Proceedings
2. Fragile lands
3. Andes
4. Steep Slopes
5.
6.

12. Supplementary Notes

13. Submitting Official: Michael Hanrahan

Telephone No.: 783-9113

14. Today's Date: 6/1/88

DO NOT write below this line

15. DOCID

16. Document Disposition: DOCRD [] INV [] DUPLICATE []

Este informe fué preparado con el apoyo de USAID. Las opiniones, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidas en este informe no necesariamente representan el punta de vista de USAID.

# INDICE

INTRODUCCION . . . . . 1

VARIABLES DETERMINANTES EN LA IDENTIFICACION
DE AREAS CRITICAS EN TIERRAS DE LADERA
AUTOR: JORGE FAUSTINO M. . . . . 5

ESTIMACION DE LA EROSICN ANUAL DEL SUELO EN
LA CUENCA DEL RIO AMBATO, ECUADOR
AUTOR: DR. CAROL HARDEN . . . . . 43

EROSION Y SEDIMENTACION EN LA SIERRA Y SELVA
ALTA DE PERU: PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS
AUTOR: CARLOS A. LLERENA PINTO . . . . . 63

LOS BENEFICIOS FUERA DE LA FINCA DE LA CONSERVACION
DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RIO NIZAO, REPUBLICA DOMINICANA
AUTORES: ALBERTO VELOZ, DR. DOUGLAS SOUTHGATE,
y DR. JOHN LYON . . . . . 77

APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA DE LOS SENSORES
REMOTOS A LOS PROGRAMAS DE TIERRAS FRAGILES:
EJEMPLOS RECIENTES Y POSIBILIDADES
AUTORES: WILLIAM G. BROONER y JAMES M. DURANA . . . . . 99

PROYECTO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL TUNGURAHUA
AUTOR: ING. PEDRO CARRILLO J. . . . . 107

PROYECTO DE MANEJO DEL USO DE LA TIERRA --
UN MODELO PARA LA EXTENSION DE LA CONSERVACION
DEL SUELO EN LA AGRICULTURA MARGINAL
AUTORES: ALFREDO CRUZ y JOHN MOSHER . . . . . 127

LA PERCEPCION QUE TIENEN LOS CAMPESINOS, DE
LAS TENSIONES AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICAS EN
LA SIERRA ECUATORIANA
AUTOR: CHRISTOPH STADEL . . . . . 137

CONFLICTOS DE USO DEL SUELO EN LA CUENCA ALTA
DEL RIO PASTAZA
AUTOR: ING. AGR. WILSON VIVERO SILVA . . . . . 159

EL IMPACTO DE LA ACCION INSTITUCIONAL EN TIERRAS
FRAGILES DE LADERA EN ALGUNAS ZONAS DEL ECUADOR
AUTOR: ING. MSC. LUIS MEJIA VALLEJO . . . . . 175

LA EROSION EN LA SIERRA PERUANA Y EL SISTEMA DE
EXTENSION DEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVACION DE
SUELOS Y AGUAS
AUTOR: BARBARA D'ACHILLE . . . . . 195

PARTICIPACION DE LA MUJER EN EL MANEJO DE
RECURSOS NATURALES Y TECNOLOGIA AGROPECUARIA
AUTOR: YARA CARAFA R. . . . . 201

CONTRADICCIONES DE UNA COLONIZACION DIRIGIDA EN
TIERRAS FRAGILES DEL ALTO BENI DE LA PAZ - BOLIVIA
AUTOR: ING. JUAN CARLOS QUIROGA . . . . . 209

MANEJO DE LA CUENCA UNA OPCION DE DESARROLLO
AUTOR: EDUARDO FIGUEROA G. . . . . 227

ASPECTOS DE CONSERVACION EN LA ACEQUIA DEL
PUEBLO DE PIMAMPIRO (PROVINCIA DE IMBABURA, ECUADOR)
AUTOR: PATRICIA A. MOTHES, M.A. . . . . 247

MANEJO DE AGUAS DE RIEGO Y PRODUCCION AGRICOLA
EN LAS TIERRAS ALTAS PERUANAS
AUTOR: ING. MSC. CARLOS NONONE MEDRANO. . . . . 261

PROYECTO REGIONAL MAYOR SOBRE EL USO Y CONSERVACION
DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN BOLIVIA
AUTOR: CARLOS A. FERNANDEZ JAUREGUI . . . . . 281

MODELO LA PAZ - UN PROYECTO DE DESARROLLO RURAL
CON TECNOLOGIA APROPIADA
AUTOR: DIPL. ING. CARLOS A. FERNANDEZ JAUREGUI . . . . . 293

ESTUDIO DE POLITICAS DE MANEJO DE SUELOS Y AGUA
EN TIERRAS AGRICOLAS EN LA CUENCA HIDROGRAFICA
DEL RIO PASTAZA
FUNDACION CIENCIA, ECUADOR . . . . . 303

LOGROS Y PROBLEMAS DE LA CONSERVACION DE SUELOS
EN EL ECUADOR
AUTORES: JOSE ESPINOSA y FAUSTO MALDONADO . . . . . 315

LA CONSERVACION DE SUELOS EN AREAS HORTICOLAS
DE UNA CUENCA ALTA DE LA REGION CENTRAL DE VENEZUELA
AUTOR: NAPOLEON FERNANDEZ DE LA PAZ . . . . . 331

LOS ESTUDIOS MAG-ORSTOM UN PASO HACIA LA
CONSERVACION DE LOS SUELOS EN LA SIERRA ECUATORIANA
AUTORES: G. DE NONI, M. VIENNOT, y G. TRUJILLO . . . . . 345

EJECUCION DEL PROYECTO MANEJO DE RECURSOS
NATURALES EN HONDURAS
AUTOR: CARLOS RIVAS . . . . . 359

LA CERO LABRANZA EN SIEMBRAS Y TRIGO Y SU
INFLUENCIA EN EL MEDIO EDAFICO EN SUELOS
EROSIONADOS DE LA CORDILLERA DE LA COSTA
DE CHILE CENTRAL
AUTOR: CARLOS CROVETTO . . . . . 371

PROYECTO DE REFORESTACION ZUMBAHUA
AUTORES: ROCIO ALARCON y RUTH E. RUIZ . . . . . 385

AVANCES DE LA CONSERVACION DE SUELOS
Y AGUAS EN EL PERU
AUTOR: FRANCISCO ESPINOZA GAMARRA . . . . . 391

LA CRIA DE LA ALPACA EN DOS AMBIENTES DEL
ESTE DE LA PROVINCIA DE CAÑAR, ECUADOR
AUTOR: STUART WHITE . . . . . 401

MANEJO DE PASTIZALES NATIVOS EN EL ALTIPLANO
E INFLUENCIA EN LA EROSION
AUTOR: JORGE MACHICADO SARAVIA . . . . . 423

USOS ALTERNATIVOS DE LOS PARAMOS
ECUATORIANOS: LOS CASOS DE COTOPAXI,
SINCHOLAGUA Y ANTISANA
AUTOR: JUAN BLACK-MALDONADO . . . . . 433

ANALISIS DE CASOS DE REFORESTACION EN LOS
VALLES INTERANDINOS DE COCHABAMBA, BOLIVIA
AUTOR: DELFIN GOITIA . . . . . 445

IMPLEMENTACION Y PLANEAMIENTO DE LOS
PROYECTOS DE RECURSOS NATURALES RELACIONADOS
CON EL DESARROLLO SOSTENIDO EN AREAS CON
PENDIENTES MUY INCLINADAS
AUTOR: JUAN RAMON BAEZ y CARLOS BONILLA . . . . . 459

ANEXO A: PROGRAMA . . . . . A-1

ANEXO B: NOMBRE Y DIRECCION DE PARTICIPANTES. . . . . B-1

ANEXO C: NOMBRE Y AFILIACION DE PARTICIPANTES . . . . . C-1

# USOS SOSTENIDOS DE TIERRAS EN LADERAS

## INTRODUCCION

La conferencia "Usos Sostenidos de Tierras en Laderas", se desarrolló en Quito y Salcedo, Ecuador entre el 12 y el 19 de septiembre de 1987. Fue auspiciada por la Agencia para el Desarrollo Internacional, la USAID (la oficina de Ciencia y Tecnología,la oficina de Latinoamerica/Caribe en Washington y USAID/Ecuador). Fue organizado por el proyecto: Estrategias de Desarrollo para Tierras Frágiles (DESFIL) y la Fundación Ciencia del Ecuador. DESFIL es un proyecto de la USAID, administrado por Development Alternatives Incorporated, en asociación con Tropical Research and Development Incorporated, Earth Satellite Resources Corporation y Social Consultants Incorporated.

Los objetivos de la Conferencia fueron los siguientes:

- Informar sobre la implementación y la experiencia de investigación aplicada al desarrollo y los usos intensificados pero sostenidos de zonas fragiles en laderas.

- Extraer conclusiones y lecciones aprendidas para el diseño y manejo de futuros proyectos de desarrollo en zonas frágiles de ladera.

Un tercer propósito, particular a la USAID/Ecuador, fue crear un banco de datos sociales, culturales, económicos, técnicos y científicos que fuese útil y pertinente al Ecuador, en caso de que un proyecto de manejo de recursos naturales formase parte de sus futuros programas.

Las presentaciones fueron hechas por personas y/o instituciones que habían implementado o finalizado proyectos de investigación aplicada en zonas de ladera. Basadas en estas experiencias, se extrajeron conclusiones de las lecciones aprendidas, implicancias de las políticas y recomendaciones para el diseño y manejo de proyectos futuros.

Las presentaciones enfocaron proyectos anteriores o experiencias de investigación aplicada en los campos de: análisis de la capacidad de uso de la tierra, manejo de cuencas, técnicas de irrigación sostenida para laderas, forestación, manejo de suelos para producción sostenida en tierras de ladera, conservación de suelos, estimación de los costos de la degradación y sus impactos "aguas abajo y fuera de lugar", producción sostenida de la ganadería y pasturas en zonas de más de 3000 metros de altura, barreras sociales e institucionales a los usos sostenidos, intereses conflictivos en el uso de la tierra, efectos que las prácticas alternativas del uso de la tierra tiene sobre los rendimientos y productividad, y otros temas afines.

Se enfatizó en el análisis de factores institucionales que afectan la implementación de proyectos, estudios de tecnología aplicada sostenida, la necesidad de incentivos para la adopción de nuevos métodos de conservacion de la tierra, experiencia con la participación local, estrategias para intensificar la comprensión general y la conciencia del problema de la productividad sostenida; de un modo

general, el vínculo entre el uso de recursos sostenidos y las metas del desarrollo-- tales como, mayor rendimiento de los cultivos y del ganado, aumento del ingreso rural.

Los asistentes representaron un gran número de países lationamericanos, de campos técnicos, de instituciones con experiencia en investigación aplicada e implementación de proyectos en laderas y tierras frágiles. Como se ilustra en los Anexo B y C , los participantes representaron 17 profesiones y tenían experiencia aplicada en 12 países del hemisfero occidental. Agronomía, suelos, manejo de cuencas, economía agrícola, geografía, forestería, y biología/ecología fueron las profesiones representadas. De los 28 trabajos presentados, 24 fueron basados en trabajos hechos en los países andinos: Chile, Bolivia, Perú , Ecuador y Venezuela. Las instituciones del sector público y privado, las universidades, los centros internationales de investigación, y los empleados de la USAID estuvieron representados por más de 10 personas. Sus experiencias cubrieron todo el rango de actividades relacionadas con el desarrollo de laderas y de áreas problemáticas.

El objetivo principal del proyecto DESFIL es de desarrollar una fuente de conocimientos y experiencia en torno a cinco temas específicos que son:

- la toma de conciencia de la naturaleza de los problemas de tierras frágiles, su magnitud, sus efectos y sus implicaciones en la America Latina;
- estrategias para manejar estos problemas,
- arreglos institucionales apropiados para resolverlos;
- incentivos necesarios ,sus efectos e implicaciones; y
- tecnologías apropiadas.

Se organizaron cinco sesiones plenarias ( cada una seguida de unos 60 minutos de discusiones en cada uno de los tres grupos) y dentro de ellos se discutieron los siguientes temas: La relación entre sostenebilidad, fragilidad y desarrollo; factores institucionales y sociales en el desarrollo sostenido; manejo sostenido de cuencas, agua e irrigación; estudios-caso en desarrollo usando tecnologías aplicadas sostenibles; y actividades de ganadería, pastos, y bosques desarrollados a más de 3000 metros de altura.

La memoria se presentará en dos volúmenes. El Volumen I contiene los 31 trabajos. Una copia del programa de la conferencia se encuentra en el Anexo A. El Volumen II contendrá las recomendaciones de los tres grupos de trabajo con cada recomendación mostrada en el contexto del problema tratado. Asimismo, incluirá una discusión de temas, prácticas y experiencias seleccionadas de los 31 trabajos presentados (28 de ellos fueron presentados en sesiones plenarias, 3 fueron integrados directamente a la memoria). Además, las recomendaciones y los reportes de estas se encontrarán resumidas al final del Volumen II.

# VARIABLES DETERMINANTES EN LA IDENTIFICACION DE AREAS CRITICAS EN TIERRAS DE LADERA

AUTOR: JORGE FAUSTINO M.
CATIE, COSTA RICA

## 1.0 INTRODUCCION

El desarrollo de América Latina está asociado primordialmente al crecimiento de la agricultura, aparentemente basado en el mejor y mayor uso sostenido de tres recursos: agua, suelo y bosque; los que según su distribución espacial y por la heterogeneidad de calidad influencian significativamente en el incremento o disminución de la productividad de la tierra de los países.

Según las características de desarrollo predominante y las que corresponden a los diferentes sistemas medioambientales, la posibilidad de mantener las actuales tasas de crecimiento, aumentarlas o disminuirlas podrían depender de una serie articulada de cambios y correcciones político-estructurales, económicas, sociales, institucionales, o bien de la posibilidad de un mejoramiento tecnológico y uso adecuado de los recursos naturales. El aumento o la disminución de la producción en la mayoría de países latinoamericanos está en relación a los cambios de superficie explotada, muy pocas veces por variaciones positivas en la productividad, estableciéndose que dependen de la disponibilidad y uso de los recursos naturales, modelo que no engendra el uso sostenido.

Es de especial interés tratar acerca de la disminución de la producción, que puede deberse a la sustracción de superficies en explotación o a la disminución de la productividad; el motivo de la sustracción está asociado al abandono de áreas explotadas debido a problemas económico-sociales, o al deterioro de los recursos, como en casos de salinización, mal drenaje, disminución de recursos hídricos, invasión de malezas, erosión, contaminación, etc., o bien los otros usos del suelo como por ejemplo la expansión urbana, las inundaciones con construcción de represas, etc.; este es el caso que nos interesa señalar como la determinación de áreas críticas cuya identificación involucra una serie de variables, las mismas que requieren una especifidad particular con el fin de poder evaluar las condiciones para el uso sostenido y armonioso de los recursos naturales.

En la mayoría de las cuencas hidrográficas de los países de América Tropical es evidente la falta de un adecuado manejo de los recursos naturales, implicando una deficiente planificación del uso de la tierra, lo cual, asociado a las características biofísicas adversas, genera una serie de impactos negativos, tanto en las obras y las actividades como en el ambiente natural de dichas áreas.

Esta problemática influye consecuentemente y genera la pérdida irremediable de muchos recursos naturales, cerrando las opciones para una mejor calidad de vida de las futuras generaciones.

Por lo tanto, se hace necesario desarrollar procedimientos que permitan conocer las áreas problemáticas a nivel de cuencas hidrográficas, a fin de caracterizarlas y facilitar los programas de manejo, definir prioridades y formular directrices de desarrollo en dichas áreas, que promuevan el uso sostenido de los recursos con el menor impacto ambiental posible.

## 2.0 ANALISIS DEL MARCO REFERENCIAL

Las tierras de ladera en América Central y Panamá constituyen el marco referencial para caracterizar la problemática del deterioro/pérdida/degradación, una

correlación entre el manejo, explotación y condiciones naturales indicarán la variabilidad espacial de los problemas, asímismo el análisis de la evolución de los problemas y las proyecciones socio-económicas indicarán la variabilidad temporal.

Los países de Centroamérica y Panamá se ubican entre dos grandes ecosistemas continentales, conformados sobre una delgada franja de tierra, de amplia variedad climática, propensa a desastres naturales, terrenos extremadamente escarpados y de muy heterogénea composición natural.

- Los pueblos son diversos; compuestos por mestizos, mezcla con raza europea, indios nativos; la mayor parte de la población vive en regiones volcánicas y valles intermontanos. Se producen diversos productos agrícolas tropicales. Existe un patrón extremadamente desigual en la distribución de los recursos para la población y desarrollo económico.

- A pesar de la variabilidad espacial de factores positivos negativos, los países de esta región desarrollan una interrelación dinámica común entre el aprovechamiento de recursos naturales, población y economía.

- Consecuentemente, la velocidad de cambio por circunstancias físicas, socioeconómicas y demográficas, indican una variabilidad extremadamente rápida en el tiempo.

Para el análisis de las variables que identifiquen áreas críticas se estudiarán los siguientes aspectos biofísicos y algunas variables socioeconómicas.

## 2.1 RELIEVE

Esta región se sitúa mayormente en zonas escarpadas, montañosas o en valles de tierras altas sobre los 500 ms de altitud, un porcentaje mínimo constituye las tierras bajas planas de las costas.

CUADRO 1. PORCENTAJE DE AMERICA CENTRAL EN ZONAS DE LADERA

| País | Area Total $km^2$ | Zonas de ladera y tierras altas $km^2$ | Porcentaje del área total |
|---|---|---|---|
| Guatemala | 108.889 | 89.433 | 82 |
| Belice | 22.965 | 7.423 | 32 |
| El Salvador | 20.877 | 19.758 | 95 |
| Honduras | 112.088 | 92.450 | 82 |
| Nicaragua | 140.746 | 105.756 | 75 |
| Costa Rica | 50.700 | 37.233 | 73 |
| Panamá | 77.060 | 58.565 | 76 |

FUENTE: Posner, et al, 1984.

## 2.2 PRECIPITACION

La región está localizada en la zona tropical del Hemisferio Norte, con dos comportamientos climáticos predominantes: Pacífico y Atlántico. La variabilidad de la precipitación anual distingue la variación climática, la precipitación se incrementa de norte hacia el sur; la región presenta dos estaciones marcadas; lluviosas, de mayo a diciembre y seca, de diciembre a abril.

CUADRO 2. RANGOS DE PRECIPITACION EN LOS PAISES DE AMERICA CENTRAL

| País | Rango Anual (mm) |
|---|---|
| Guatemala | 500 - 6.000 |
| Belice | 1.300 - 4.450 |
| El salvador | 1.500 - 2.300 |
| Honduras | 1.500 - 3.000 |
| Nicaragua | 400 - 6.300 |
| Costa Rica | 1.300 - 7.500 |
| Panamá | 1.500 - 5.500 |

FUENTE: AID/Perfiles Ambientales por país.

## 2.3 COBERTURA VEGETAL

La característica climática de la región genera una diversidad de vegetación natural en diferentes áreas; existen zonas de bosque seco, bosque montañoso y vegetación alpina y de vegetación pluvial en áreas húmedas (zona de alta pluviosidad). El proceso de cambio ocurrido en la cobertura natural se debe a la ocupación de éstas por el hombre, inicialmente las áreas de zona de vida de bosque seco que se convirtieron en sabanas localizadas en la Vertiente del Pacífico; éstas aparecen actualmente deforestadas y permanentemente utilizadas para el desarrollo agrícola; posteriormente una gran parte de los bosques tropicales de madera fueron cortados, desarrollándose actualmente bosques de pinos de crecimiento secundario. Estas tendencias históricas se aceleran cada vez más, proyectando cifras significativas, al grado que la cobertura que quedaría hacia el año 2.000 (si se mantiene el ritmo actual de deforestación) sólo el 10% de área boscosa.

CUADRO 3. SITUACION DE BOSQUES TROPICALES DE TIERRAS BAJAS Y MONTAÑAS EN AMERICA CENTRAL

| País | Bosque Primario Remanente ($km^2$) | Tasa Actual de pérdida de bosque/año ($km^2$) | Porcentaje de la cobertura de 1983 pérdida anualmente |
|---|---|---|---|
| Nicaragua | 27.000 | 1.000 | 3,7 |
| Guatemala | 25.700 | 600 | 2,3 |
| Panamá | 21.500 | 500 | 2,3 |
| Honduras | 19.300 | 700 | 3,6 |
| Costa Rica | 15.400 | 600 | 3,9 |
| Belice | 9.750 | 32 | 0,3 |
| El Salvador | 0 | 0 | -- |
| TOTAL América Central | 118.650 | 3.432 | 2,9 |

FUENTE: Nations y Komer, 1983.

## 2.4 SUELOS

El potencial edáfico de la región se basa en ciertas áreas importantes de suelos volcánicos de alta fertilidad, contrastando con otras áreas de suelo superficial, de pobre calidad, salinos, áridos, lateríticos, ácidos, inundados o altamente líticos. Existen pocas áreas extensas de suelo donde la fertilidad natural es muy baja y capaz de sostener alguna forma de agricultura productiva, pero con muchas otras limitaciones naturales de agua y relieve accidentado. Desde el punto de vista conservacionista, es necesario realizar una selección cuidadosa de actividades agrícolas y su manejo para mantener la fertilidad del suelo a través del tiempo en las áreas no volcánicas de la región. Una visión amplia indica que en los suelos de esta región existen características de erodabilidad, superficialidad, baja fertilidad, deficiente drenaje, que hacen a los suelos susceptibles de deterioro sin presencia de manejo adecuado.

CUADRO 4. FERTILIDAD DE SUELOS DE LADERA EN AMERICA CENTRAL

| País | Area total en zonas de ladera km² | Porcentaje de suelos buenos profundos | Porcentaje de suelos pobres profundos | Porcentaje de suelos superficies |
|---|---|---|---|---|
| Nicaragua | 105.756 | 20 | 56 | 24 |
| Honduras | 92.450 | 31 | 21 | 48 |
| Guatemala | 89.433 | 35 | 14 | 51 |
| Panamà | 58.565 | 37 | 51 | 12 |
| Costa Rica | 37.233 | 50 | 21 | 29 |
| El Salvador | 19.758 | 76 | 12 | 12 |
| Belice | 7.423 | 31 | 7 | 62 |
| TOTAL REGIONAL | 410.618 | 34 | 32 | 34 |

FUENTE: Posner, et al, 1984.

## 2.5 CAPACIDAD DEL USO DE LA TIERRA

Pocos estudios confiables existen para esta región que señalen claramente los diferentes usos que podrían sostener los suelos y las interacciones clima, topografía, planta, socioeconomía. Se señala que en toda la región, el 25% de las tierras altas debieran dedicarse a protección, asímismo 30% de las áreas montañosas y tierras altas podrían utilizarse en cultivos anuales y permanentes.

CUADRO 5. CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA EN AMERICA CENTRAL
(Porcentaje de tierra)

| País | AGRICULTURA | | | BOSQUES | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Cultivos anuales intensivos | Cultivos anuales limitados, cultivos perennes y pastizales | Cultivos perennes asociados y plantaciones forestales | Bosques de producción | Bosques de protección |
| Guatemala | 4 | 22 | 21 | 37 | 14 |
| Belice | 16 | 23 | 15 | 27 | 19 |
| El Salvador | 24 | 8 | 30 | 28 | 28* |
| Honduras | 11 | 9 | 13 | 66 | 66* |
| Nicaragua | 4 | 9 | 35 | 52 | 52* |
| Costa Rica | 19 | 9 | 16 | 32 | 24 |
| Panamá | 9 | 20 | 6 | 43 | 18 |

FUENTE: AID Perfiles individuales por país

* Observar que la suma no coincide para 100% (explicación especial).

## 2.6 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

Existen tendencias demográficas y socioeconómicas que señalan las presiones económicas, poblaciones que se desarrollan sobre la base de los recursos naturales de la región, generándose un incremento rápido de la población, limitadas oportunidades para el desarrollo industrial, etc. Los recursos limitados en la región deben compartirse cada vez entre mayor población, con una restricción para disponer tierras fértiles capaces de generar alimentos básicos (involucrado a factores políticos y económicos). Esta situación influye en los niveles de vida que están disminuyendo tal como lo indican la calidad de vida, así como el ingreso per cápita.

La densidad de población varía de 7 hab./km$^2$ en Belice hasta 246 hab./km$^2$ en El Salvador; asímismo, la población por km$^2$ de tierra cultivada varía de 18 hab./km$^2$ en Nicaragua a 703 hab./km$^2$ en El Salvador. La tasa anual de incremento poblacional es de 2.8 siendo el de mayor índice para Nicaragua con 3.4%. Considérese que la población total en América Central y Panamá en 1986 es de 25 millones 250.000 hab.

Descrito cada uno de los elementos biofísicos y socioeconómicos en la región, se analizará específicamente qué indicadores son las más destacados en la problemática para el sistema producción-conservación:

- Existe una necesidad inmediata de desarrollar más tierras para equilibrar la explosión demográfica.

- La actividad ganadera se extiende en más de la mitad de las mejores tierras agrícolas de la región.

- El avance de la frontera agrícola hacia **ecosistemas frágiles** y tierras bajas no desarrolladas.

Esta situación explica la condición de una velocidad de explotación y cambio rápido que limitan la recuperación natural de explotación y cambio rápido que limitan la recuperación natural del suelo asociado al bosque y agua; asímismo los retornos económicos se basan en el consumo y destrucción del recurso más que en el manejo sobre un principio de sostenibilidad, racionalidad y optimización. Se concluye que existen indicadores importantes mediante los cuales los recursos suelo, agua y bosque son sobreexplotados, pobremente manejados o deficientemente distribuidos.

Una parte significativa de las tierras de la región están siendo deforestadas y habilitadas para la agricultura; estos bosques generalmente se ubican en suelos de baja calidad con restricciones de terreno por pendiente y otras limitaciones. No existen prácticas para el manejo de suelos, causando serios problemas de erosión, incrementando las inundaciones y deslizamientos durante la estación lluviosa o contribuyendo a reducir el flujo hídrico. Otros problemas con la compactación del suelo por el ganado, el sobrepastoreo y el agotamiento de las tierras habilitadas para cultivos. Para resumir esta problemática y sus elementos asociados indicaremos que:

- Inicialmente desde 1950 toda la región estuvo cubierta de bosque, actualmente menos del 40% del área permanece con bosque; comparada con otras regiones se aprecia un rápido proceso de deforestación. Por ejemplo, en el caso de bosques lluviosos primarios, se pierden anualmente entre 500 - 1000 $km^2$.

- Como consecuencia de la intensa deforestación, expansión de actividad ganadera, agricultura de ladera y áreas montañosas y falta de modelo adecuado de las tierras, los problemas de deterioro, degradación y/o pérdida se están incrementando, por ejemplo en el caso de El Salvador, más del 50% de la superficie tiene problemas de erosión del suelo; índices extremos indican que hasta 35 tn/ha/año se pierden por problemas de erosión; en el caso de Honduras, se estima que aproximadamente sobre un 75% de su superficie (zonas montañosas no volcánicas) prevalecen problemas de erosión; en Costa Rica se estima que un 25% de las superficies en las cuencas de la Vertiente del Pacífico, están afectadas por erosión; en Nicaragua se ha diagnosticado que en las áreas de Matagalpa, Estelí, Ocotal y áreas montañosas al sur de Managua, existen serios problemas de erosión, y en Panamá no deja de haber indicadores notables de la erosión del suelo, estimándose tasas anuales de pérdida variables entre 1,600 a 2,000 tn/ha/año (tierras altas de Chiriquí).

- Asociado a la erosión del suelo, la pérdida de fertilidad es más notable en las regiones de la Vertiente del Caribe, como resultado del ciclo de la deforestación (corta de bosque, limpieza, cultivos, pastos, compactación, lateralización, malas prácticas y abandono). Areas importantes enfrentan este problema en el oriente de Nicaragua, noreste de Costa Rica y noreste y sureste de Panamá.

- La utilización de tierras agrícolas altamente productivas para desarrollo urbano es otro aspecto más o menos importante por el hecho de la rápida expansión urbana en las áreas de tierras altas ubicadas en mesetas con buen suelo, planos y fértiles. Por ejemplo, en el Valle Central de Costa Rica de 65 kms de largo por 25 kms de ancho, donde se desarrollan las principales ciudades; San José, Cartago, Heredia y Alajuela. Una estimación reciente señala que más de 150 $kms^2$ de estas excelentes tierras agrícolas se han convertido a uso urbano. De manera similar en Nicaragua, podría ocurrir el mismo proceso, ya que nueve décimas de la población se sitúa en las ricas y fértiles tierras bajas volcánicas.

- De otro punto de vista, los efectos relacionados entre remoción de cobertura vegetal y erosión, están alterando el comportamiento hidrológico contribuyendo masivamente a cifras significativas de arrastre de sedimentos que generan serios problemas de embalses y otros sectores importantes del medio natural (estuarios). Estimaciones para Guatemala indican que entre 20 y 300 $tn/km^2$ se producen en áreas bajo cobertura vegetal, mientras que entre 700 a 1,100 $tn/km^2$ ocurren en áreas deforestadas. Esta situación afecta seriamente el potencial hidroeléctrico, por ejemplo en Guatemala inversiones del orden de los $100 millones serán necesarios adicionalmente para el Proyecto Chixoy, con el propósito de captar sedimentos que varían entre (800 - 1,100 $tn/km^2$/año). Problemas similares ocurren en El Salvador, para el incremento de su planta hidroeléctrica 5 DE NOVIEMBRE, a lo largo del río Lempa, lo cual se ha imposibilitado por la alta tasa de sedimentación. (Un 45% de las tierras altas de la cuenca sufren problemas de deforestación y de degradación). Problemas similares se presentan en Honduras en dos proyectos hidroeléctricos (El Cajón y El Níspero) por deforestación, erosión del suelo y degradación de tierras; la amenaza de la sedimentación implicaría inversiones alrededor de 1,000 millones para acciones concretas que reduzcan la sedimentación. Asímismo en Costa Rica se estima que en el caso de la represa de Cachi, las pérdidas de ingreso como resultado de la sedimentación equivale entre $130-275 millones para el proyecto hidroeléctrico con sólo 20 años de funcionamiento. Ante esta situación se han desarrollado diversas acciones técnicas, sociales, políticas e institucionales a nivel de gobierno y mediante ayuda externa en la región, orientadas a los lineamientos siguientes:

  - Elevar la productividad de las tierras en las masas campesinas de subsistencia, propiciando una mejora en el bienestar económico del ámbito rural.

  - Alcanzar niveles de producción altos en los alimentos básicos, eliminando o disminuyendo necesidades de importación.

Estos considerandos se han desarrollado bajo la atención del manejo, protección y rehabilitación de la tierra y la base de recursos naturales sobre lo que depende virtualmente de todo el desarrollo socioeconómico de la región; a ello se suma la necesidad de identificar las áreas críticas, de manera que se pueda lograr un eficiente ordenamiento para el uso de los recursos naturales.

## 3.0 PROPUESTA METODOLOGICA

Existen varias metodologías desarrolladas para identificar las áreas problemáticas: o de estudio en cuencas hidrográficas y recursos afines, las que se determinan por medio de variables que identifiquen áreas críticas. La mayoría de ellas se orientan a seleccionar, o a priorizar áreas, definidas principalmente a nivel de cuencas, subcuencas y microcuencas, pero pocas incluyen las orientaciones necesarias para buscar el uso sostenido de los recursos en las diferentes áreas estudiadas. En planificación de áreas silvestres se ha enfocado a definir los sitios por sus características intrínsecas son apropiadas para establecerse como parques nacionales y reservas equivalentes, o evaluar los ya existentes, para después preparar estrategias globales y planes específicos para el conjunto de áreas identificadas y de cada una de ellas en particular, pero las áreas críticas o zonas frágiles abarcan diferentes sitios y pertenecen a ámbitos muy variables (riego, pastereo, etc.).

En este estudio se pretende desarrollar un marco metodológico para determinar las variables determinantes que permitan identificar áreas críticas en cuencas hidrográficas, utilizando un proceso que permita desagregar áreas de estudio cada vez menores, las que deben ser tratadas de acuerdo con el nivel de detalle correspondiente. Los diferentes niveles de detalle que les corresponda estarán comprendidos por cuenca, subcuencas y microcuencas o áreas de uso representativo; se analizarán en ellos la problemática del uso de la tierra, su desarrollo, estado actual y tendencias, así como la inestabilidad y fragilidad natural de dichas áreas.

La metodología propuesta se aplica en una cuenca hidrográfica de Costa Rica, país donde el proceso de ocupación y uso de la tierra ha dado lugar a la disminución de importantes áreas de bosques, debido principalmente a la presión de población que ocasiona el avance de las fronteras agrícola y ganadera, principalmente hacia las partes altas montañosas de vocación forestal. Estas partes altas de las cuencas hidrográficas de Costa Rica y en general de los países de América Tropical, son sumamente frágiles, y deben protegerse a fin de mitigar los impactos negativos identificados como desbordamientos e inundaciones sobre la infraestructura, los pueblos y las zonas agrícolas ubicadas al pie de las montañas y sobre la propia llanura costera. Además, existe una amenaza para las áreas protegidas creadas por ley, posiblemente los únicos sistemas naturales, poco intervenidos, que subsisten en las cuencas hidrográficas del país.

La implementación del esquema metodológico propuesto en un área geográfica trata de generar un ahorro significativo de tiempo y recursos económicos y humanos, en comparación con lo requerido para la determinación de áreas críticas con un alcance similar.

Este enfoque pretende desarrollarse fundamentalmente para cuencas relativamente grandes dentro del contexto centroamericano (mayores de 2000 $km^2$), en donde un diagnóstico a diferentes niveles de detalle pueda ser fundamental, como paso previo a un plan de manejo. Este tipo de estudio ayudará a sugerir medidas preventivas y correctivas generales a diferentes niveles de decisión antes de que este se elabore. Igualmente permitiría identificar globalmente la problemática en la cuenca. Esta alternativa sugiere una posibilidad para el análisis de los recursos naturales bajo el enfoque a nivel de cuencas hidrográficas, considerándola como una unidad geográfica de desarrollo. Sheng y Stennett indican la importancia y necesidad de una planificación integrada del uso de la tierra, enfatizando en utilizar a la cuenca hidrográfica como unidad de análisis. Mojica señala que el mejoramiento y mantenimiento de cuencas hidrográficas, mejor conocido como ordenación o manejo de cuencas, ha ganado importancia en los últimos años debido a las consecuencias del mal uso que se ha hecho de los recursos naturales.

## 3.1 CONSIDERACIONES METODOLOGICAS EN LA IDENTIFICACION DE AREAS CRITICAS

La identificación de áreas críticas en una unidad geográfica determinada, presupone un proceso de jerarquización de las mismas, de acuerdo a variables biofísicas, socioeconómicas e institucionales, a fin de lograr la definición de estas áreas para su respectivo tratamiento, allí encontraremos las variables críticas.

Existen varios antecedentes de propuestas metodológicas para identificar y priorizar áreas críticas a nivel de cuencas hidrográficas y recursos afines, de allí sugerimos variables determinantes. Por ejemplo, en 1971, la Dirección de Conservación de Cuencas del Ministerio de Agricultura de Venezuela, presentó un esquema metodológico para la determinación de cuencas prioritarias, a fin de definir la importancia prioritaria para el tratamiento conservacionista y desarrollo regional de cuencas hidrográficas, utilizando 34 parámetros agrupados en aspectos biofísicos, socioeconómicos, antropógenos y climáticos. Dicho esquema metodológico fue aplicado en 1977 por Pernalete y Guerra para determinar las prioridades a nivel de cuencas y subcuencas de la zona de Aragua-Carabobo, Venezuela, y por Sotillo, en el mismo año, para jerarquizar las cuencas y subcuencas del Litoral Central y las microcuencas del río Guare, Venezuela.

Una atención especial debe establecerse sobre las consideraciones metodológicas en la identificación de áreas críticas en cuencas hidrográficas y áreas afines, de manera que se involucran las posibles variantes determinantes. De la referencia de análisis de metodologías de planificación, priorización de cuencas e identificación de áreas críticas: se seleccionaron y se ordenaron los aspectos relevantes y aplicables según niveles de detalle, nivel de evaluación, matrices, coeficientes de ponderación, etapas, pasos, subpasos y procedimiento, para generar el proceso siguiente:

- Actividades preliminares
- Evaluación, selección y análisis de la información
- Análisis de las condiciones naturales
- Análisis del uso de la tierra, estado actual y tendencias a nivel de gran cuenca
- Selección de variables, del diseño de matrices y asignación de coeficientes de ponderación
- Selección de áreas críticas y designación de áreas determinantes
- Ordenamiento y categorización de variables determinantes y áreas críticas identificadas
- Recomendaciones para formulación de directrices y acciones correctivas para un desarrollo sostenido.

En el proceso metodológico se contempla realizar un análisis del patrón característico del uso de la tierra; lo que permitirá formar un criterio respecto al desarrollo y tendencias del uso de la tierra y sus implicaciones en el ambiente de la cuenca (ésta sugiere una variable determinante: capacidad de uso de la tierra).

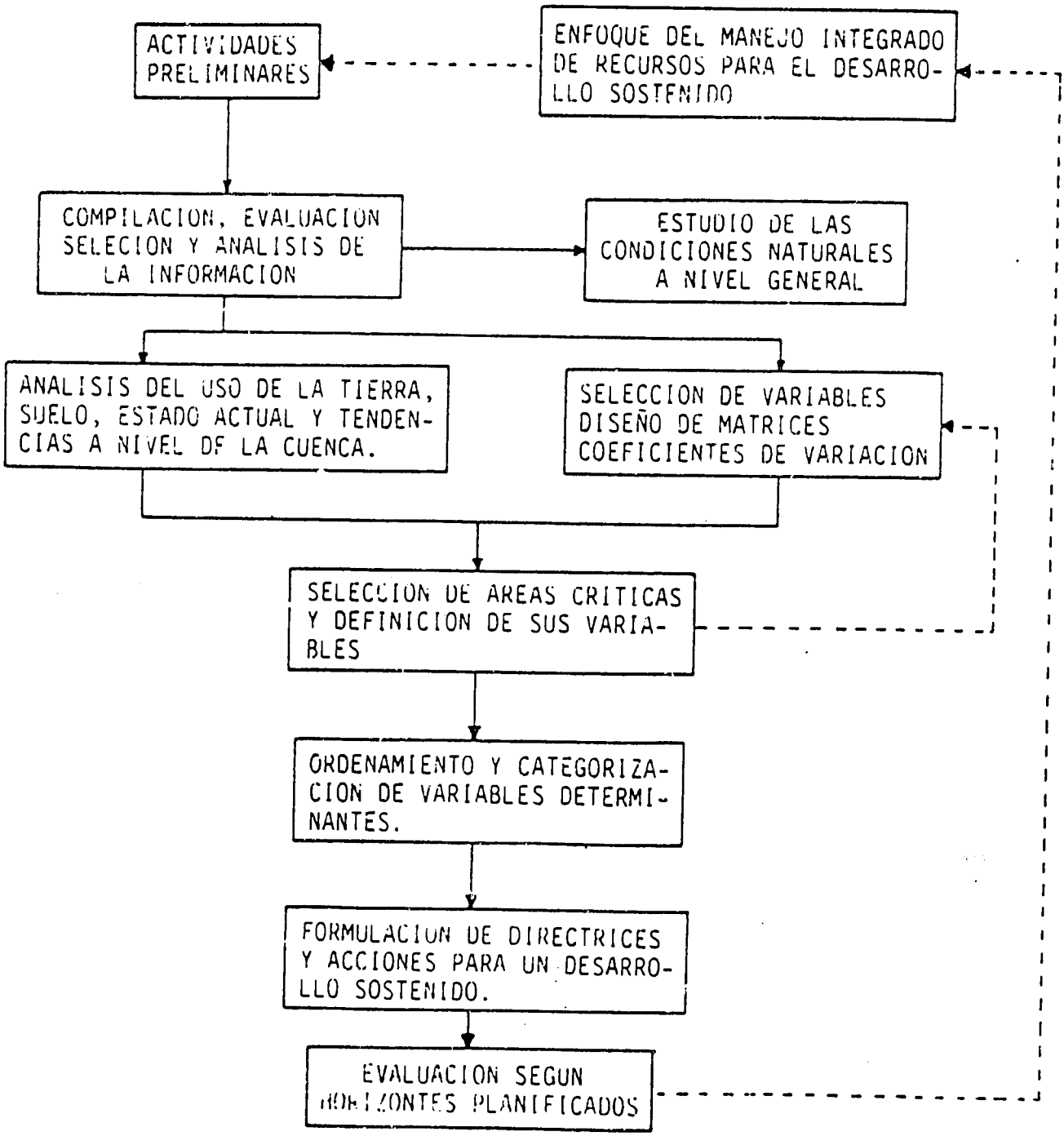
Además, durante las visitas de campo, se debe contemplar detectar impactos ambientales específicos en diferentes áreas de la cuenca alta, así como predecir posibles impactos de acuerdo a determinados procesos de uso de la tierra. Deben considerarse impactos en las áreas naturales existentes con énfasis a posibles áreas protegidas creadas por ley (parques nacionales y reservas equivalentes). Además, se considerarán las áreas productivas (tierras de uso agropecuario y forestal), centros poblados e infraestructura (caminos, puentes, etc.).

## 3.2 SELECCION DE VARIABLES, ESCOGENCIA DEL DISEÑO DE MATRICES Y ASIGNACION DE COEFICIENTES DE PONDERACION

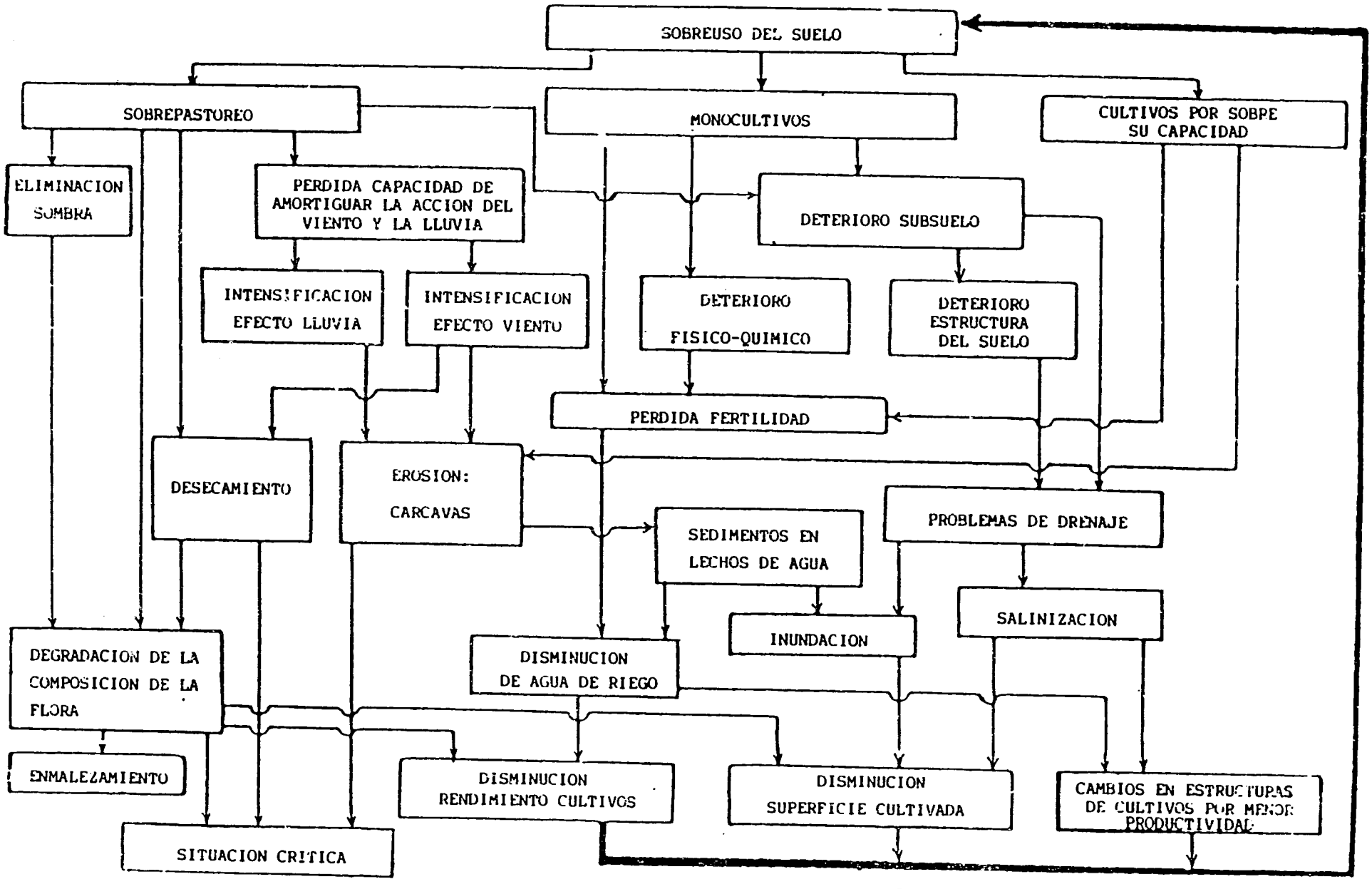
Se seleccionan un número adecuado de variables necesarias para determinar las áreas críticas, que sean características de las mismas, y que reflejen por sí las condiciones en que éstas se encuentren; éstas serán evaluadas, ya sea cualitativa como cuantivamente. Serán conformados en dos grupos, a saber: a) variables de recursos y b) variables de efectos impactantes.

Por variables de recursos se entenderán aquellos recursos naturales renovables y no renovables de utilidad directa o indirecta al hombre, o aspectos culturales importantes, representativos de una región determinada. Las variables de efectos impactantes serán aquellas consecuencias resultantes de un uso no planificado de la tierra y sus recursos o de la inestabilidad natural de las áreas consideradas.

# ESQUEMA METODOLOGICO

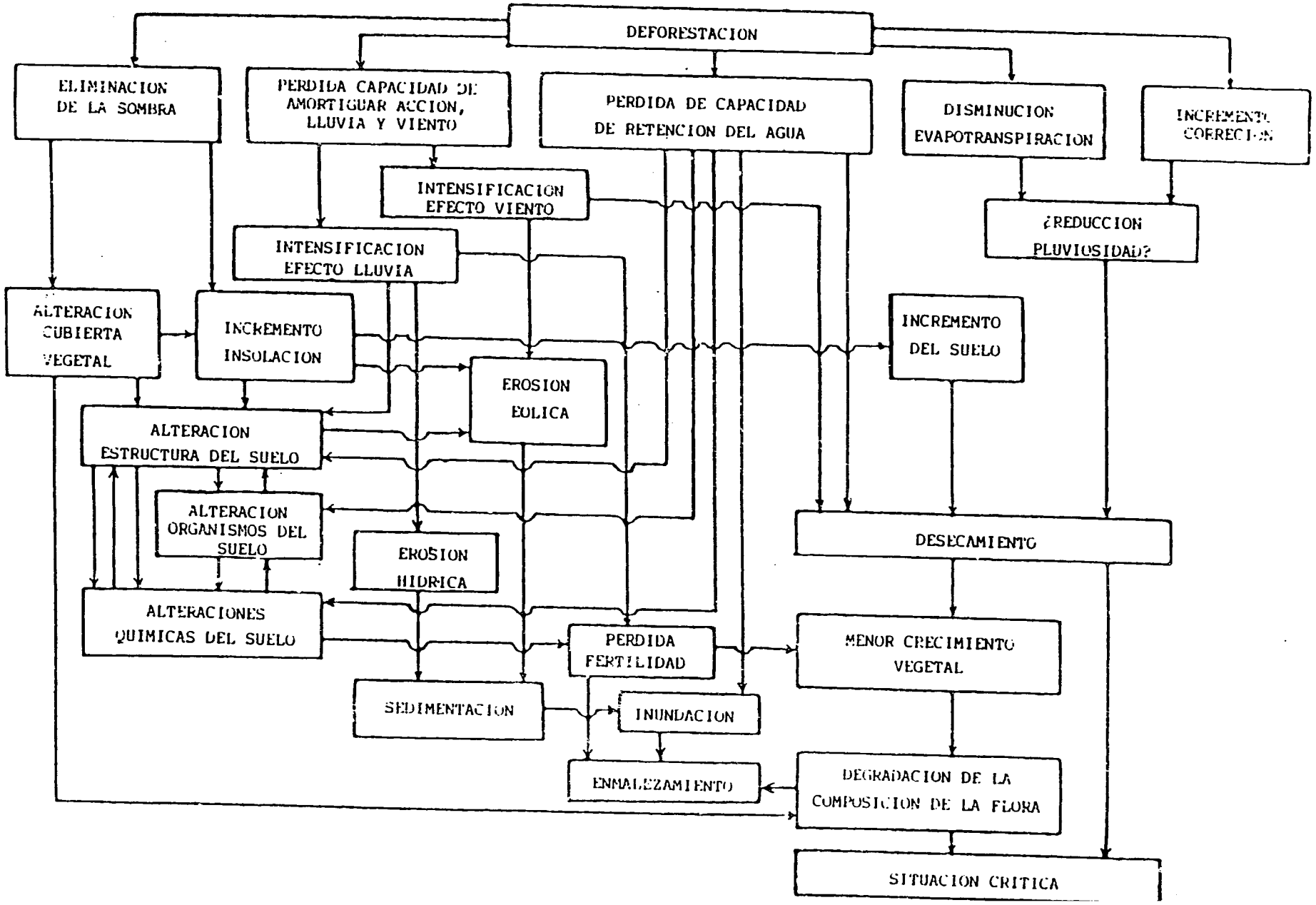


# EFECTOS: SOBREUSO DEL SUELO




Fuente. CEPAL, 1986

# EFECTOS: DEFORESTACION



La selección de las variables se hace en base a la importancia que posean en la cuenca a estudiar y su representatividad en la misma, tratando de visualizar la interacción entre los distintos recursos y los efectos previsibles o actuales de acciones antrópicas o naturales.

Se elaborará un listado de posibles parámetros a escoger para la valoración de las condiciones de la cuenca, y se presentarán en los dos grupos considerados: recursos y efectos impactantes.

Para una valoración adecuada de estas variables, se subdividirán en componentes. La asignación de los componentes de parámetro dependerá de la situación particular del estudio y de su área considerada, de la información existente y de las propias características de la variable a evaluar.

## 3.3 ESCOGENCIA DEL DISEÑO DE MATRICES

Para procesar la información que se expresa de las variables seleccionadas y valoradas para tal fin, se utilizarán matrices específicas para recursos y para efectos impactantes.

Se procurará que las matrices seleccionadas para el estudio sean fácilmente operables, que incluyan todas las instrucciones para su procedimiento mediante fórmulas y con breves explicaciones.

No se debe permitir un exceso de pasos o de procedimientos intermedios que generen confusión en su uso, por lo cual se recomienda la aplicación de matrices sencillas, con antecedentes de aplicación y resultados favorables.

Se considerarán tres tipos de matrices para el proceso de variables y la determinación de áreas críticas:

- Matriz de recursos
- Matriz de efectos impactantes
- Matriz resumen recursos-efectos.

Posibles variables de recursos y efectos impactantes a considerar para la selección de áreas críticas.

### 3.3.1 RECURSOS

- Capacidad de uso de la tierra
- Cobertura boscosa
- Areas protegidas
- Recursos hidráulicos

- Recursos suelos
- Yacimientos minerales
- Vías de comunicación
- Zonas turísticas
- Aspectos culturales
- Recursos fauna
- Otros

### 3.3.2 EFECTOS IMPACTANTES

- Sobreuso del suelo
- Precarismo
- Quemas
- Deslizamientos y derrumbes
- Inundaciones
- Disminución de potencial biológico
- Deforestación
- Contaminación
- Otros.

## 4.0 APLICACION A UN ESTUDIO DE CASO

La propuesta metodológica se validó en una cuenca considerada prioritaria para Costa Rica; en ella existen problemas críticos, relacionados con la conservación de los recursos naturales, fundamentalmente como consecuencia del uso inadecuado de la tierra. En la cuenca existen proyectos importantes asociados a producción hidroenergética, áreas importantes de uso agropecuario y áreas protegidas.

El tamaño de la cuenca es de 5,182 $km^2$; la información biofísica en general se encuentra a un nivel de detalle de 1/200,000 hasta 1/50,000; para el estudio, esta fase de la determinación de variables es importante por cuanto permite jerarquizar niveles de subcuencas críticas, áreas que lógicamente tendrán prioridad en la planificación del uso de los recursos naturales.

A continuación se presenta un resumen del proceso realizado y los resultados obtenidos.

CUADRO 6. MATRIZ RECURSOS

| AREA DE ESTUDIO | CATEGORIA O CLASE DE VARIABLE | GRUPO O NIVEL Ao | A | COEFICIENTE DE PONDERACION POR CATEGORIA $C_1$ | $AC_1$ | $Wo:\Sigma AC_1$ | W | COEFICIENTE DE PONDERACION DE LA VARIABLE Kt | INDICE DE LA VARIABLE Iv:WKt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUBCUENCA 1 | | | | | | | | | |

MATRIZ: EFECTOS

| AREAS DE ESTUDIO | GRADO O NIVEL Ao | A | $C_1$ | $Wo:AC_1$ | W | COEFICIENTE DE PONDERACION DE LA VARIABLE Kt | INDICE DE LA VARIABLE Iv:WKt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUBCUENCA 1 | | | | | | | |
| SUBCUENCA 2 | | | | | | | |

MATRIZ: INTERACCION RECURSOS-EFECTOS

| AREAS ESTUDIADAS | GRUPO DE VARIABLES | VARIABLES | INDICE DE VARIABLES $i_v$ |
|---|---|---|---|
| SUBCUENCA 1 | RECURSOS | | |
| | | | |
| | EFECTOS | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Adaptado de González A. CATIE, PRMC, 1986

## 4.1 AREAS DE TRABAJO

Se trabajó a nivel de subcuencas, para lo cual se consideraron 11 subcuencas.

## 4.2 NIVEL DE ESCALAS

Por la disponibilidad de información y por el requerimiento para analizar la calidad de sitio, se utilizó la escala 1/200,000 para el análisis en general de la cuenca y 1/50,000 para el análisis de las variables (aplicadas al nivel de subcuencas).

## 4.3 VARIABLES APLICABLES

Originalmente se consideraron cinco (5) variables de recursos que fueron analizados para establecer la significativa determinación crítica: capacidad de uso de la tierra (básicamente en función del uso adecuado del suelo), recursos hidráulicos (fundamentalmente relacionado precipitación y escorrentia), áreas protegidas. Asímismo, se consideraron en una primera fase siete (7) variables de efectos impactantes que se analizaron para establecer las más importantes variables para determinación crítica: sobreuso del suelo (condición de la ladera), precarismo (determinante de una función socioeconómica), deslizamientos (representan la fragilidad de las tierras de ladera por características ambientales y geológicas).

## 4.4 MATRICES UTILIZADAS Y SUS COMPONENTES

Se emplearon los diseños propuestos en la metodologia aplicándose a cada área de estudio (11 subcuencas) con el objeto de determinar un índice de variable analizada.

## 4.5 COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

Para cada una de las variables fue necesario establecer dos tipos de coeficientes de ponderación Cp denominado propuesto y Cu denominado de distribución relativa a la unidad.

## 4.6 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DE PONDERACION DE LOS COMPONENTES DE CADA UNA DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

Para cada una de las áreas de estudio (subcuencas) también se asignan coeficientes propuesto y relativo. Se presenta la relación de ponderación de los componentes (1° se asignan coeficientes generales para las variables y 2° se asignan coeficientes específicos para los componentes de las variables). En esta etapa es muy importante el juego de la sensibilidad mediante el programa LOTUS 1-2-3, ya que la asignación de coeficientes puede manejarse fácilmente en este sistema.

# PONDERACION DE VARIABLES

Ao — INDICE BASICO DE LA VARIABLE DEPENDE DEL GRADO O NIVEL DE CANTIDAD Y/O CALIDAD DEL MISMO

A — AL MAYOR VALOR Ao SE LE ASIGNA 10 A LOS SIGUIENTES EN ESCALA DESCENDENTE PROPORCIONAL

$C_1$ — COEFICIENTE DE PONDERACION DE LOS COMPONENTES DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS (SEGUN SU CONTRIBUCION)

W — INDICE QUE CONTRIBUYE A DIFERENCIAR LAS CATEGORIAS Y CLASES DE VARIABLES. SE OBTIENE DE A x $C_1$

Wo — AL MAYOR VALOR Wo SE LE ASIGNA INDICE 10 A LOS SIGUIENTES EN ESCALA DESCENDENTE PROPORCIONAL

Kt — COEFICIENTES DE PONDERACION DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

$V_p$ — INDICE DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS. SE OBTIENE POR W x Kt; LOS MAYORES VALORES INDICARAN EL "CARACTER DETERMINANTE"

Adaptado de González A. CATIE, PRMC, 1986

## CUADRO 7. COMPONENTS PARA VOLORACION DE VARIABLES

| VARIABLE | CONJUNTO DE COMPONENTES DE PONDERACION | COMPONENTES DE PONDERACION |
|---|---|---|
| CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA | CATEGORIA DE LA CAPACIDAD DE USO | - CULTIVOS ANUALES<br>- CULTIVOS PERMANENTES<br>- PASTOREO<br>- PRODUCCION FORESTAL<br>- PROTECCION |
| RECURSOS HIDRAULICOS | CLASE DE RECURSOS HIDRAULICOS | - AGUA POTABLE<br>- RIEGO<br>- CONTRIBUCION A CAUDAL DE PRESAS HIDROELECTRICAS |
| AREAS PROTEGIDAS | CATEGORIA DE AREA | PARQUE NACIONAL<br>ZONA PROTECTORA<br>RESERVA INDIGENA |
| SOBREUSO DEL SUELO | NIVEL DE SOBREUSO | NIVEL MODERADO<br>NIVEL FUERTE<br>NIVEL EXTREMO |
| PRECARISMO | PRESION PRECARISTA | PRESION MODERADA<br>PRESION FUERTE<br>PRESION EXTREMA |
| DESLIZAMIENTOS | INTENSIDAD DE DESLIZAMIENTO | INTENSIDAD MODERADA<br>INTENSIDAD FUERTE<br>INTENSIDAD EXTREMA |

CUADRO 8. COEFICIENTES DE PONDERACION DE LA VARIABLES SELECCIONADAS

| VARIABLES | COEFICIENTES DE PONDERACION | |
|---|---|---|
| | $C_p$ | $C_u$ |
| CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA | 10.00 | 0.400 |
| RECURSOS HIDRAULICOS | 8.00 | 0.320 |
| AREAS PROTEGIDAS | 7.00 | 0.280 |
| TOTAL | 25.00 | 1.000 |
| SOBREUSO DEL SUELO | 10.00 | 0.380 |
| PRECARISMO | 9.00 | 0.350 |
| DESLIZAMIENTOS | 7.00 | 0.270 |
| TOTAL | 26.00 | 1.00 |

$C_p$ · PROPUESTOS

$C_u$ · SEGUN DISTRIBUCION RELATIVA A LA UNIDAD

## CUADRO 9. COEFICIENTE DE PONDERACION DE LOS COMPONENTES DE LAS VARIABLES SELECCIONADAS

| Parámetros | Componentes de los parámetros | Coeficientes de ponder | |
|---|---|---|---|
| | | * | ** |
| Capacidad de uso de la tierra | Cultivos anuales | 10,00 | 0,320 |
| | Cultivos permanentes | 8,00 | 0,240 |
| | Pastoreo | 6,50 | 0,190 |
| | Producción forestal | 5,00 | 0,150 |
| | Protección | 4,00 | 0,120 |
| | TOTAL | 33,50 | 1,000 |
| Recursos hidráulicos | Agua potable | 10,00 | 0,400 |
| | Riego | 8,00 | 0,220 |
| | Contribución de caudal a presas hidroeléctricas | 7,00 | 0,280 |
| | TOTAL | 25,00 | 1,000 |
| Areas protegidas | Parque nacional o internacional | 10,00 | 0,420 |
| | Zona protectora | 8,00 | 0,330 |
| | Reserva indígena | 6,00 | 0,250 |
| | TOTAL | 24,00 | 1,000 |
| Sobreuso del suelo | Nivel moderado | 6,00 | 0,250 |
| | Nivel fuerte | 8,00 | 0,330 |
| | Nivel extremo | 10,00 | 0,420 |
| | TOTAL | 24,00 | 1,000 |
| Precarismo | Presión moderada | 6,00 | 0,240 |
| | Presión fuerte | 9,00 | 0,360 |
| | Presión extrema | 10,00 | 0,400 |
| | TOTAL | 25,00 | 1,000 |
| Deslizamientos | Intensidad moderada | 3,00 | 0,150 |
| | Intensidad fuerte | 7,00 | 0,350 |
| | Intensidad extrema | 10,00 | 0,500 |
| | TOTAL | 20,00 | 1,000 |

## CUADRO 10. MATRIZ: CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA (SOLO SE PRESENTE EL RESUMEN DE DATOS REPRESENTATIVOS)

| SUBCUENCAS ESTUDIADAS | Categoria de capacidad de uso de la tierra | Percentaje de superficie en cada subcuenca A* | Distribución proporcional de superficie A | Coeficiente de ponderación del parámetro capacidad $C_1$ | $AC_1$ | | W | Coeficiente de ponderación del parámetro capacidad de uso de la tierra $K_e$ | Indice del parámetro capacidad de uso de la tierra $I_p = WK_e$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BUENA VISTA | Pastoreo | 5,00 | 0,74 | 0,194 | 0,144 | 1,35 | 8,69 | 0,400 | 3,48 |
| CHIRRIPO PACIFICO | Pastoreo | 2,50 | 0,37 | 0,194 | 0,073 | 1,117 | 5,49 | 0,400 | 2,20 |
| PERAS BLANCAS | Pastoreo | 15,39 | 2,27 | 0,194 | 0,440 | 1,674 | 7,86 | 0,400 | 3,14 |
| UNION | Pastoreo | 15,73 | 2,33 | 0,194 | 0,450 | 1,581 | 7,42 | 0,400 | 2,97 |
| CONVENTO | Pastoreo | 6,78 | 1,00 | 0,194 | 0,194 | 2,130 | 10,00 | 0,400 | 4,00 |
| VOLCAN | Pastoreo | 19,11 | 2,82 | 0,194 | 0,547 | 2,022 | 9,49 | 0,400 | 3,80 |
| CEIBO | Pastoreo | 9,68 | 1,43 | 0,194 | 0,277 | 1,502 | 7,05 | 0,400 | 2,82 |
| PLATANARES | Pastoreo | 7,63 | 1,13 | 0,194 | 0,219 | 1,115 | 5,40 | 0,400 | 2,16 |
| CABAGRA | Pastoreo | 0,21 | 0,03 | 0,194 | 0,006 | 0,656 | 3,08 | 0,400 | 1,23 |
| PLATANILLAL | Pastoreo | 1,31 | 0,19 | 0,194 | 0,037 | 1,307 | 6,14 | 0,400 | 2,46 |
| COTON | Pastoreo | --- | --- | --- | --- | 0,802 | 3,77 | 0,400 | 1,51 |

CUADRO 11. MATRIZ: RECURSOS HIDRAULICOS

| SUBCUENCAS ESTUDIADAS | CLASE RECURSOS HIDRAULICOS | Distribución proporcional del nivel del componente A | Coeficiente de ponderación de clase de recursos hidráulicos $C_1$ | $AC_1$ | $W^o = AC_1$ | W | Coeficente de ponderación del parámetro recursos hidráulicos $K_t$ | Indice del parámetro recursos hidraulicos $Ip = WK_t$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BUENA VISTA | Agua potable | 0,11 | 0,400 | 0,044 | 0,892 | 1,19 | 0,32 | 0,32 |
| CHIRRIPO GRANDE | Contribución de caudal a presas hidroeléctricas | 9,14 | 0,280 | 2,559 | 2,559 | 3,42 | 0,32 | 1,09 |
| PEÑAS BLANCAS | Contribución de caudal a presas hidroeléctricas | 2,32 | 0,280 | 0,650 | 0,650 | 0,87 | 0,32 | 0,28 |
| UNION | Contribución de caudal a presas hidroeléctricas | 4,55 | 0,280 | 1,274 | 1,274 | 1,70 | 0,32 | 0,54 |
| CONVENTO | Contribución de caudal a presas hidroeléctricas | 1,62 | 0,280 | 0,454 | 0,454 | 0,61 | 0,32 | 0,20 |
| VOLCAN | Riego | 1,79 | 0,320 | 0,573 | 1,421 | 1,90 | 0,32 | 0,61 |
| CEIBO | Riego | 7,14 | 0,320 | 2,285 | 4,382 | 5,85 | 0,32 | 1,87 |
| PLATANARES | Riego | 6,07 | 0,320 | 1,942 | 2,382 | 3,18 | 0,32 | 1,02 |
| CABAGRA | Riego | 10,00 | 0,320 | 3,200 | 4,939 | 6,60 | 0,32 | 2,11 |
| PLATANILLAL | Riego | 1,79 | 0,320 | 0,573 | 1,083 | 1,45 | 0,32 | 0,46 |
| COTON | Riego | 2,14 | 0,320 | 0,685 | 7,485 | 10,00 | 0,32 | 3,20 |

## CUADRO 12. MATRIZ AREAS PROTEGIDAS

| SUBCUENCAS ESTUDIADAS | Categoría de área I/ | Superficie de área protegida % A° | Distribución Proporcional de Superficie | Coeficiente de Ponderación Categoría de Areas Protegidas CI | $A\ C_I$ | $W^* = AC_I$ | W | Coeficiente de Ponderación del Parámetro Areas Protegidas $K_t$ | Indice del Parámetro Areas Protegidas $Ip = WK_t$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BUENA VISTA | P.N. | 8,33 | 1,21 | 0,417 | 0,505 | 0,505 | 1,41 | 0,28 | 0,39 |
| CHIRRIPO PACIFICO | P.N. | 47,50 | 6,92 | 0,417 | 2,886 | 2,886 | 8,07 | 0,28 | 2,26 |
| PEÑAS BLANCAS | P.N. | 26,37 | 3,84 | 0,417 | 1,601 | 1,601 | 4,47 | 0,28 | 1,25 |
| UNION | P.N. | 25,84 | 3,77 | 0,417 | 1,572 | 1,572 | 4,39 | 0,28 | 1,23 |
| CONVENTO | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| VOLCAN | P.I. | 5,78 | 0,84 | 0,417 | 0,350 | 0.415 | 1,16 | 0,28 | 0,32 |
| | P.I. | 1,78 | 0,26 | 0,250 | 0,065 | | | | |
| CEIBO | R.I. | 35,84 | 5,22 | 0,250 | 1,305 | 1,305 | 3,65 | 0,28 | 1,02 |
| PLATANARES | R.I. | 66,95 | 9,76 | 0,250 | 2,440 | 2,440 | 6,82 | 0,28 | 1,91 |
| CABAGRA | P.I. | 9,89 | 1,44 | 0,417 | 0,600 | 3,100 | 8,66 | 0,28 | 2,42 |
| | R.I. | 68,60 | 10,00 | 0,250 | 2,500 | | | | |
| PLATANILLAL | P.I. | 56,21 | 8,19 | 0,417 | 3,415 | 3,415 | 9,54 | 0,28 | 2,67 |
| COTON | P.I. | 23,53 | 3,43 | 0,417 | 1,430 | 3,578 | 10,00 | 0,28 | 2,80 |
| | Z.P. | 44,25 | 6,45 | 0,333 | 2,148 | | | | |

I/ SIMBOLOGIA DE CATEGORIA DE AREA

P.N. = Parque Nacional
R.I. = Reserva Indígena
P.I. = Parque Internacional
Z.P. = Zona Protectora

CUADRO 13. MATRIZ: VARIABLE SOBREUSO DEL SUELO

| SUBCUENCAS ESTUDIADAS | % DE SUPERFICIE DE SUBCUENCA EN SOBREUSO $A^*$ | SUPERFICIE $A$ | COEFICIENTE DE PONDERACION INTENSIDAD DE SOBREUSO $C_I$ | $W^* = AC_I$ | $W$ | COEFICIENTE DE PONDERACION DEL PARAMETRO SOBREUSO $K_f$ | INDICE DEL PARAMETRO DE SOBREUSO $I_p = WK_f$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BUENA VISTA | 66.67 | 8.37 | 0.417 | 3.490 | 10.00 | 0.29 | 2.90 |
| CHIRRIPO PACIFICO | 40.00 | 5.02 | 0.333 | 1.672 | 4.79 | 0.29 | 1.39 |
| PEÑAS BLANCAS | 64.83 | 8.14 | 0.250 | 2.035 | 5.83 | 0.29 | 1.69 |
| UNION | 53.37 | 6.70 | 0.333 | 2.231 | 6.39 | 0.29 | 1.85 |
| CONVENTO | 79.66 | 10.00 | 0.333 | 3.330 | 9.54 | 0.29 | 2.77 |
| VOLCAN | 62.22 | 7.81 | 0.333 | 2.601 | 7.45 | 0.29 | 2.16 |
| CEIBO | 49.46 | 6.21 | 0.417 | 2.590 | 7.42 | 0.29 | 2.15 |
| PLATANARES | 54.00 | 6.78 | 0.333 | 2.258 | 6.47 | 0.29 | 1.88 |
| CABAGRA | 41.29 | 5.18 | 0.333 | 1.725 | 4.94 | 0.29 | 1.43 |
| PLATANILLAL | 28.76 | 3.61 | 0.250 | 0.903 | 2.59 | 0.29 | 0.75 |
| COTON | 16.37 | 2.05 | 0.333 | 0.683 | 1.96 | 0.29 | 0.57 |

Fuente. González, A. CATIE, PRMC, 1986

CUADRO 14. MATRIZ: VARIABLE PRECARISMO

| SUBCUENCAS ESTUDIADAS | MAGNITUD DEL EFECTO IMPACTANTE PRECARISMO A | COEFICIENTE DE PONDERACION PRECARISTA $C_i$ | $W^o = AC_i$ | W | COEFICIENTE DE PONDERACION DEL PARAMETRO PRECARISMO $K_f$ | INDICE DEL PARAMETRO PRECARISMO $Ip = WK_f$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BUENA VISTA | 9 | 0,400 | 3,60 | 9,00 | 0,26 | 2,34 |
| CHIRRIPO PACIFICO | 3 | 0,240 | 0,72 | 1,80 | 0,26 | 0,47 |
| PEÑAS BLANCAS | 3 | 0,360 | 1,08 | 2,70 | 0,26 | 0,70 |
| UNION | 6 | 0,360 | 2,16 | 5,40 | 0,26 | 1,40 |
| CONVENTO | 6 | 0,240 | 1,44 | 3,60 | 0,26 | 0,94 |
| VOLCAN | 6 | 0,360 | 2,16 | 5,40 | 0,26 | 1,40 |
| CEIBO | 10 | 0,400 | 4,00 | 10,00 | 0,26 | 2,60 |
| PLATANARES | 4 | 0,240 | 0,96 | 2,40 | 0,26 | 0,62 |
| CABAGRA | 8 | 0,360 | 2,88 | 7,20 | 0,26 | 1,87 |
| PLATANILLAL | 3 | 0,240 | 0,72 | 1,80 | 0,26 | 0,47 |
| COTON | 9 | 0,400 | 3,60 | 9,00 | 0,26 | 2,34 |

Fuente: González, A. CATIE, PRMC, 1986

CUADRO 15. MATRIZ: VARIABLE DESLIZAMIENTOS

| SUBCUENCAS ESTUDIADAS | MAGNITUD DEL EFECTO IMPACTANTE DESLIZAMIENTOS A | COEFICIENTE DE PONDERACION INTENSIDAD DE DESLIZAMIENTOS $C_I$ | $W^o = AC_I$ | W | COEFICIENTE DE PONDERACION DEL PARAMETRO DESLIZAMIENTOS $K_f$ | INDICE DEL PARAMETRO DESLIZAMIENTOS $Ip = WK_f$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BUENA VISTA | 10.00 | 0,500 | 0,500 | 10,00 | 0,21 | 2,10 |
| CHIRRIPO PACIFICO | 3,00 | 0,350 | 1,050 | 2,10 | 0,21 | 0,44 |
| PEÑAS BLANCAS | 6,00 | 0,350 | 2,100 | 4,20 | 0,21 | 0,88 |
| UNION | 6,00 | 0,350 | 2,100 | 4,20 | 0,21 | 0,88 |
| CONVENTO | 3,00 | 0,350 | 1,050 | 2,10 | 0,21 | 0,44 |
| VOLCAN | 3,00 | 0,150 | 0,450 | 0,90 | 0,21 | 0,19 |
| CEIBO | 9,00 | 0,500 | 4,500 | 9,00 | 0,21 | 1,89 |
| PLATANARES | 3,00 | 0,350 | 1,050 | 2,10 | 0,21 | 0,44 |
| CABAGRA | 6,00 | 0,350 | 2,100 | 4,20 | 0,21 | 0,88 |
| PLATANILLAL | 6,00 | 0,350 | 2,100 | 4,20 | 0,21 | 0,88 |
| COTON | 3,00 | 0,150 | 0,450 | 0,90 | 0,21 | 0,19 |

Fuente. González, A. CATIE, PRMC, 1986

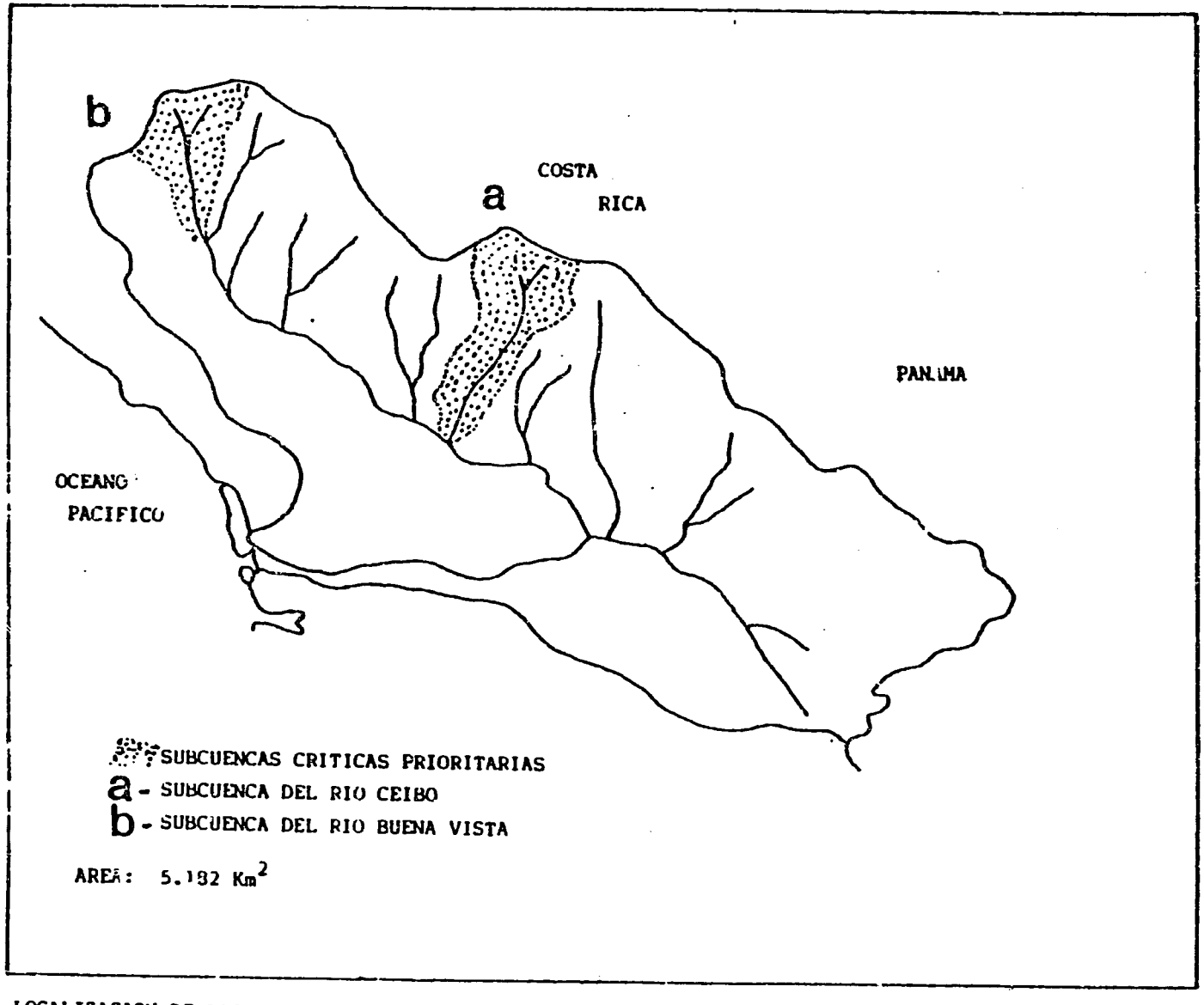
# CUADRO 16. MATRIZ RECURSOS-EFECTOS IMPACTANTES

MATRIZ RECURSOS-EFECTOS IMPACTANTES

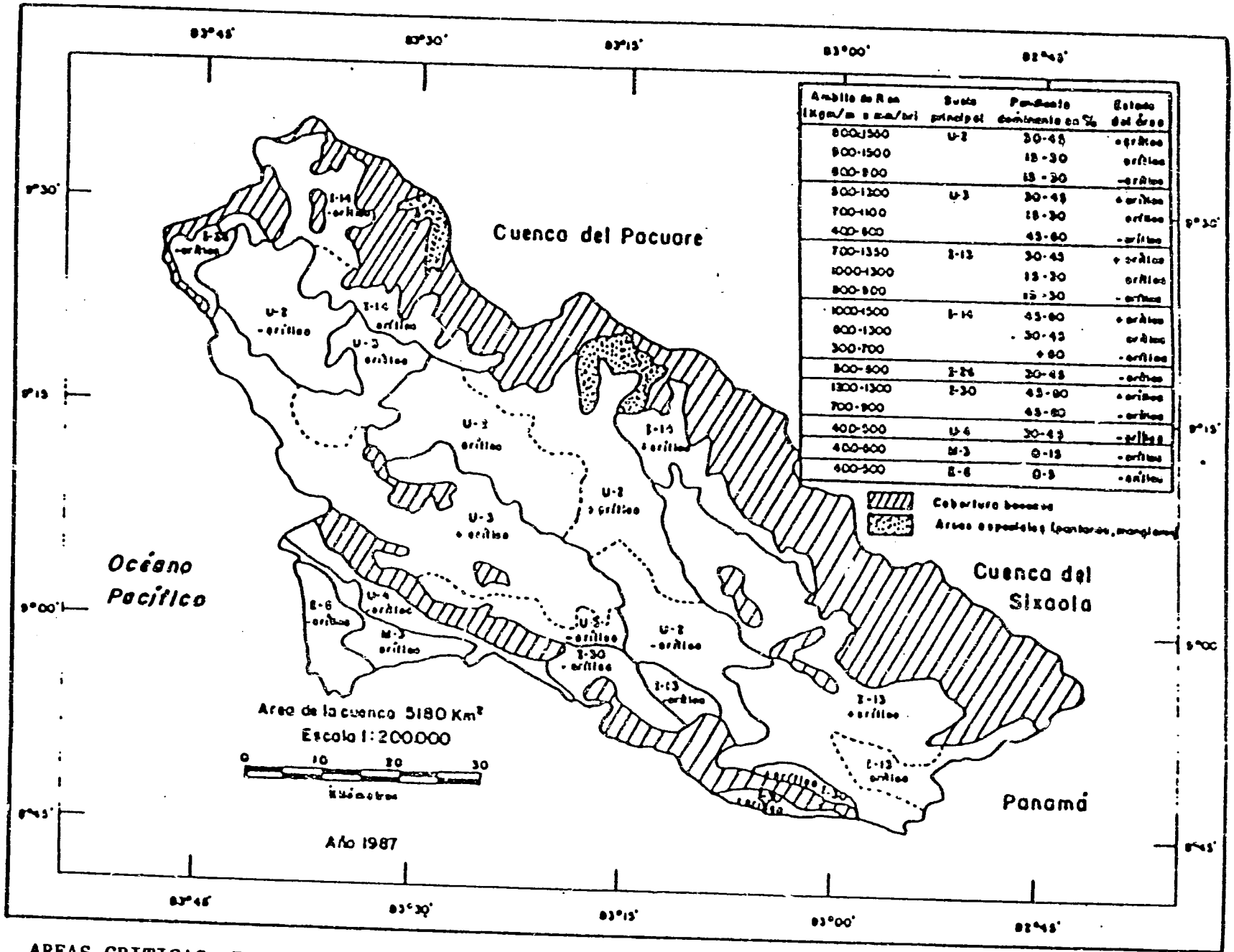
| SUBCUENCAS | GRUPO DE PARAMETROS | PARAMETROS | INDICE |
|---|---|---|---|
| BUENA VISTA | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 3,48 |
| | | Recursos Hidráulicos | 0,38 |
| | | Areas Protegidas | 0,39 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 2,90 |
| | | Precarismo | 2,34 |
| | | Deslizamientos | 2,10 |
| CHIRRIPO PACIFICO | RECURSOS | Capacidad de Uso de La Tierra | 2,20 |
| | | Recursos Hidráulicos | 1,09 |
| | | Areas Protegidas | 2,26 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobre uso del Suelo | 1,39 |
| | | Precarismo | 0,47 |
| | | Deslizamientos | 0,44 |
| PEÑAS BLANCAS | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 3,14 |
| | | Recursos Hidráulicos | 0,28 |
| | | Areas Protegidas | 1,25 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 1,69 |
| | | Precarismo | 0,70 |
| | | Deslizamientos | 0,88 |
| UNION | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 2,97 |
| | | Recursos Hidráulicos | 0,54 |
| | | Areas Protegidas | 1,23 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 1,85 |
| | | Precarismo | 1,40 |
| | | Deslizamientos | 0,88 |
| CEIBO | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 2,82 |
| | | Recursos Hidráulicos | 1,87 |
| | | Areas Protegidas | 1,02 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 2,15 |
| | | Precarismo | 2,60 |
| | | Deslizamientos | 1,89 |
| PLATANARES | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 2,16 |
| | | Recursos Hidráulicos | 1,02 |
| | | Areas Protegidas | 1,91 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 1,88 |
| | | Precarismo | 0,62 |
| | | Deslizamientos | 0,44 |

MATRIZ RECURSOS-EFECTOS IMPACTANTES

| SUBCUENCAS | GRUPO DE PARAMETROS | PARAMETROS | INDICE |
|---|---|---|---|
| CABAGRA | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 1,23 |
| | | Recursos Hidráulicos | 2,11 |
| | | Areas Protegidas | 2,42 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 1,43 |
| | | Precarismo | 1,87 |
| | | Deslizamientos | 0,88 |
| FLATANILLAL | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 2,46 |
| | | Recursos Hidráulicos | 0,46 |
| | | Areas Protegidas | 2,67 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobre uso del Suelo | 0.75 |
| | | Precarismo | 0,47 |
| | | Deslizamientos | 0,88 |
| COTON | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 1.51 |
| | | Recursos Hidráulicos | 3.20 |
| | | Areas Protegidas | 2,80 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 0,57 |
| | | Precarismo | 2,34 |
| | | Deslizamientos | 0,19 |
| CONVENTO | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 4,00 |
| | | Recursos Hidráulicos | 0,20 |
| | | Areas Protegidas | |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobreuso del Suelo | 2,7[illegible] |
| | | Precarismo | 0,94 |
| | | Deslizamientos | 0,44 |
| VOLCAN | RECURSOS | Capacidad de Uso de la Tierra | 3,80 |
| | | Recursos Hidráulicos | 0,61 |
| | | Areas Protegidas | 0,32 |
| | EFECTOS IMPACTANTES | Sobre uso del Suelo | 2,16 |
| | | Precarismo | 1,40 |
| | | Deslizamientos | 0,19 |




LOCALIZACION DE LAS SUBCUENCAS CRITICAS PRIORITARIAS DE LA CUENCA DEL RIO GRANDE TERRABA, GONZALEZ, ALAN. CATIE-1986




AREAS CRITICAS, POTENCIALMENTE EROSIONABLES EN LA CUENCA DEL RIO GRANDE DE TERRABA.
Fuente. Gutiérrez, A. 1987. CATIE. FRMC

## 4.7 EVALUACION DE LA MATRIZ PARA OBTENER EL INDICE TOTAL DE LAS VARIABLES

Se establece a nivel de área de estudio y está en función del carácter determinante que se obtiene de multiplicar W x $K_t$ según el Cuadro de Evaluación de la matriz y de sus respectivas relaciones, para ello el valor $A_o$ y el valor A se obtienen de la información básica, el valor $C_1$ es el coeficiente de ponderación relativa a la variable según la intensidad. A continuación se presentan los resultados para las matrices de las variables.

## 4.8 DESARROLLO DE LA MATRIZ DE INTERACCION - RECURSOS - EFECTOS

Esta consiste en el ordenamiento del grupo de variables a nivel de cada área de estudio con su respectivo índice. En esta matriz los valores resultantes indican la importancia y el nivel crítico que representan por las condiciones de uso y manejo de la tierra. El mayor índice corresponde a la capacidad de uso de la tierra, seguido del sobreuso del suelo, precarismo, áreas protegidas, etc.

## 4.9 VARIABLES DETERMINANTES CONSIDERADAS

Es posible de considerar 3 ó 4 variables de mayor índice que correspondan a recursos y efectos representando un número de equilibrio. El orden categorizado por los índices obtenidos es de:

1° Capacidad de uso de la tierra (r) = 3.48

2° Sobreuso del suelo (E) = 2.90

3° Areas protegidas (R) = 2.80

4° Precarismo (E) = 2.60

Mediante esta identificación de variables se determinan áreas críticas para tierra de laderas a nivel de subcuencas, resultando dos áreas críticas prioritarias; la subcuenca del río Ceibo y la subcuenca del río Buena Vista, tal como se muestra en la siguiente figura.

## 5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología permite establecer fundamentalmente variables que determinan áreas prioritarias que conllevan en su proceso la identificación a nivel de tierra de ladera. Su análisis solo involucra aspectos biofísicos y no propone soluciones a la problemática; sin embargo, es posible formular directrices y acciones correctivas, como por ejemplo, la conservación de suelos que a nivel de área crítica es posible formular, aún cuando no se profundiza este aspecto. Se presenta un mapa en función de la erosividad de las lluvias en el que se indican las áreas que requieren acciones conservacionistas para el suelo (ver mapa).

En relación a la escogencia y selección de variables es posible considerar un número amplio o uno muy reducido, lo importante es involucrar aquellas variables representativas para las condiciones de laderas expuestas a riesgos ante el uso, manejo y de acciones naturales, resulta importante y fundamental tener en cuenta la capacidad de uso de la tierra y el sobreuso del suelo que parecen ser siempre predominantes.

El tratamiento, análisis y evaluación de datos es posible realizarlos en hojas electrónicas (Lotus 1-2-3), lo cual permite un ensayo de sensibilidades cuando se refieren a cambios de coeficientes y lógicamente para dominar una gran cantidad de áreas y datos correspondientes.

La metodología refleja su utilidad para ensayar lineamientos en el manejo integrado de recursos naturales, así como se considera susceptible de ajuste y de factible mejoramiento. Por ejemplo, se puede incluir un conjunto de variables socioeconómicas entre ellos la población que podría relacionarse con las variables más indicadoras.

En relación al contenido metodológico se recomienda mejorar la propuesta de interacciones, orientando a determinar la ingerencia entre variables y no un simple ordenamiento. En este sentido, las deficiencias y limitaciones se podrán superar en la medida de hacer aplicable esta metodología. Se concluye entonces, que tanto en las etapas, pasos, selección de variables, procesos de valoración, es necesario analizar ajustes enfocados a cubrir todos los efectos posibles de mayor ingerencia en la planificación y manejo de las cuencas hidrográficas.

La aplicación de la metodología permite un ahorro significativo en recursos humanos y económicos, puesto que en relativamente poco tiempo facilita identificar variables que determinan áreas críticas en cuencas hidrográficas, destacando los aspectos más relevantes de la problemática de la cuenca.

La identificación de variables que determinan áreas críticas a diferentes niveles de detalle, permite dirigir hacia ellas esfuerzos de planificación y posibles acciones para asignación de recursos escasos de las instituciones, tratando de optimizar su utilización. Con ello se desarrollarán los programas de manejo adecuados en los lugares más afectados y con necesidad de tratamiento, tal es el caso de los programas de conservación de suelos para el uso sostenido de laderas.

Esta metodología pretende posibilitar un diagnóstico, que podría ser un elemento previo y valioso en la etapa de formulación de planes de manejo. Además, es una buena herramienta para obtener datos para la elaboración de perfiles ambientales a nivel de cuenca, y ofrece niveles de información que permiten la toma de decisiones urgentes, de carácter preventivo y correctivo, antes de que se elaboren planes de manejo.

En relación al uso de la tierra, variable determinante, se encontró que el proceso erosivo influye con un nivel importante en el deterioro del suelo. El valor R es determinante indicando que a nivel de la cuenca un 31% posee condición crítica (+), en general, el 44% de área dedicada a cultivos y pastos alcanzan condiciones de críticas a más críticas.

## BIBLIOGRAFIA

Faustino, J. 1987. Planificación y Manejo de Cuencas, Documento de Trabajo en Preparación, PRMC, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Faustino, J. 1987. Manejo de Cuencas y Conservación de Suelos, Documento de Trabajo en Preparación, PRMC, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Faustino, J. 1985. Análisis para el Planeamiento Integral de Cuencas en Zonas Aridas. Universidad Nacional Agraria "La Molina", Perú.

Gonzalez, F.A. 1986. Identificación de Areas Críticas y Formulación de Directrices Generales para un Desarrollo Sostenido en la Cuenca del Río Grande de Térraba de Costa Rica, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Gutierrez, A. 1987. Determinación del Indice de Erosividad de las Lluvias y su relación con la Cobertura Vegetal, Suelos y Pendientes, para la cuenca del río Grande de Térraba.

Olaya, A. 1985. Metodología para Determinar Prioridades de Manejo Integral de Cuencas y su Aplicación en Costa Rica, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

# ESTIMACION DE LA EROSION ANUAL DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RIO AMBATO, ECUADOR

AUTOR: DR. CAROL HARDEN
UNIVERSITY OF TENNESSEE
USA

## 1.0 INTRODUCCION

El recurso suelo es importante en las laderas por el sostenimiento que da a la producción agrícola y por el papel que juega en la absorción y almacenamiento de agua. El desarrollo sostenible de la laderas requiere que el suelo se mantenga en un lugar contra la fuerza de la gravedad y sus agentes (e.g. agua) los cuales intentan mover material hacia abajo. Bajo condiciones naturales, se puede lograr un balance frágil en el cual la producción de suelo equivale o supera la pérdida del suelo. Por otro lado, las actividades humanas típicamente rompen ese balance y aceleran la erosión del suelo. En una región tal como la Sierra Ecuatoriana, el manejo del recurso suelo en laderas requiere que se pueda evaluar la extensión y la tasa de pérdida del suelo y que se pueda identificar aquellas áreas particularmente vulnerables a la erosión del suelo.

Durante 1985 y 1986, la autora realizó investigación en la cuenca del río Ambato en la Sierra Ecuatoriana con el fin de determinar las tasas anuales de erosión del suelo que ocurren en terrenos agrícolas, incluyendo áreas de pastoreo (Harden, 1986; 1987). El estudio fue parte del Proyecto de Sistemas Interactivos entre Tierras Altas y Bajas de la Universidad de las Naciones Unidas y fue coordinado a través de la Fundación Natura en Quito. El proyecto requirió seis meses de trabajo de campo - junio a agosto de 1985 y enero a marzo de 1986 -- y fue facilitado por el interés y la colaboración de muchos individuos y organizaciones en Quito y Ambato. La investigación del río Ambato fue esencialmente un estudio de caso llevado a cabo en el proceso de confrontarse con la cuestión universal de:

> Cómo se puede estimar rápidamente y efectivamente las tasas de erosión en una cuenca hidrográfica grande de tal manera que se pueden identificar las sub-áreas críticas?

## 2.0 CONDICIONES DE BASE

Los 1300 km$^2$ de la cuenca del río Ambato, ubicados en los Andes Centrales del Ecuador, comprenden una compleja serie de ambientes montañosos que han sido habitados y cultivados desde épocas preincaicas. La altitud en la cuenca varía desde 2200 m en el Valle Interandino hasta 6310 m en la cumbre del volcán glaciado de Chimborazo. Los cultivos varían según la altura, desde maíz, hortalizas y árboles frutales en el Valle hasta papas, cebada y pastizales en las partes altas. La mayoría de las fincas son pequeñas, de dos a seis hectáreas (Matute, 1976; MAG, 1984) y casi todas las laderas hasta 3700 m son cultivadas intensivamente. Se nota poca evidencia de prácticas de conservación de suelo. Ambato es un centro mayor de población (100,000 habitantes) dentro del área de estudio, la cual es de carácter esencialmente rural. Aunque se tiene datos sobre precipitación únicamente para Ambato (promedio anual de 420 mm), parece que la precipitación aumenta con la altitud hasta 1000 mm/año en elevaciones sobre los 3000 m (Cañadas, 1983).

En Junio de 1985 se pudo ver amplias evidencias de erosión en la cuenca en forma de surcos en los campos agrícolas, pedestales de suelo y sitios donde fue expuesta la cangagua, un subsuelo formado de depósitos de material piroclástico endurecido de coloración clara. El río Ambato parecía túrbidó. Se había realizado poca investigación en la cuenca, pero INECEL (1982) notó que la descarga en el río de sedimentos suspendidos a la estación Tililun había variado desde 0,035 hasta 9,580

kg/s en las 11 mediciones tomadas sobre un período de 5 años. Galarza (1984) indicó que se había informado de descargas de sedimento de 200 toneladas por día, con descargas picos de 1000 toneladas/día. Romero y Tuz (1984) definieron áreas erosionadas usando fotografías aéreas y determinaron que el 8,8 por ciento del total de las 55.583 has. del cantón de Ambato habían sido severamente erosionado y el 35 por ciento moderadamente erosionado.

Se considera que datos que indican el escurrimiento registrado en parcelas proporcionan la estimación más precisa de la cantidad erosión de suelo en escala micro que ha sido causada por precipitación (Roels, 1985). La obtención de buenos datos de parcelas, sin embargo, es un proceso largo y caro, necesitando un período de monitoreo de varios años, sino hasta quince (Dunne y Dietrich, 1982; Roels, 1985). Adicionalmente, medidas tomadas en cuadrantes de escurrimiento subestiman la erosión en cuencas tal como la del río Ambato donde la erosión eólica y de salpique o rebote son importantes. Se ha encontrado que métodos convencionales de evaluación de erosión que requieren parcelas permanentes y años de observaciones no son apropiados para uso en la cuenca debido a limitaciones de tiempo, financiamiento y personal y debido al casi inevitable disturbio de los sitios de estudio.

## 3.0 ACTIVIDADES DE INVESTIGACION

La estrategia de investigación adoptada para estimar las tasas de erosión se demuestra diagramáticamente en la Figura 1. Se inició con el reconocimiento de la cuenca basado en la observación directa del paisaje y la revisión de todos los mapas e informes pertinentes. Se complementó información obtenida de los mapas de suelos MAG-ORSTROM (1981) con mediciones en el campo de propiedades del suelo tales como densidad aparente y tasas de infiltración. Observaciones escritas de la fisiografía y uso de la tierra fueron suplementadas por fotografías terrestres y aéreas.

Se evaluaron las condiciones físicas que pudieran facilitar erosión y evidencias actuales de erosión para diferentes micro-ambientes dentro de la cuenca usando una variedad de mediciones indirectas. Se midieron los cambios netos en las elevaciones de la superficie usando puntos de referencia tanto naturales (e.g. raíces de árboles) como antrópicos (e.g. estacas) los cuales representan cambios de la superficie del suelo a través de un tiempo conocido. Por ejemplo, la altura de pedestales de suelo, tomada como representativa de la superficie del suelo de un campo agrícola abandonada, y la propoción del área del campo a un elevación más baja entre pedestales, fueron usados para calcular volumen de suelo perdido desde la fecha de abandono. Mediciones del volumen de surcos de erosión (rills) en campos de cebada fueron utilizadas para estimar pérdidas de suelo durante la temporada actual. Se refiere a estas mediciones como "indirectas" porque miden los efectos de procesos de erosión, y no la erosión en sí mientras ocurre. Se presentan en el Cuadro 1 tasas estimadas de erosión tomadas de mediciones indirectas.

La evidencia indirecta no siempre está disponible. Aún donde ha ocurrido erosión, sus efectos puedan ser no medibles si los agricultores han reparado surcos dañados o de alguna manera han aplanado o manipulado el suelo. Puesto que las tormentas de lluvias de suficiente intensidad para causar erosión por escurrimiento en los relativamente bien drenados suelos volcánicos de la cuenca de Ambato puedan ser infrecuentes y no-predecibles en el espacio y el tiempo, un reconocimiento

sistemático del campo hecho en una sóla ocasión podría no encontrar evidencias temporales de erosión. También, tasas de erosión podrían ser demasiado bajas para proporcionar indicios visibles cada año.

Para lograr una mayor comprensión de los procesos de erosión y para comparar la erodabilidad relativa de los diferentes tipos de suelo en la cuenca, se efectuaron pruebas en el campo con un simulador de lluvia, tipo McQueen (McQueen, 1963). La Figura 2 muestra el aparato. Se seleccionó una intensidad de 30 mm durante 30 minutos para una serie de experimentos de simulación de lluvia realizados en toda la cuenca. Fue seleccionada esta intensidad tanto porque no es atípica para sitios en la cuenca sobre los 3000 m (Almeida y de Noni, 1984) y, más práctico, porque fue casi imposible producir una lluvia menos intensa a causa de las comparativamente grandes gotas de este simulador.

La lluvia simulada cayó sobre 182 $cm^2$ de suelo limitado por una base cilíndrica de metal con un collar abocinado, ayudando de esta forma que el agua que no infiltró se empozara en la superficie y que no saliera del sitio. Esta agua ("escurrimiento") y el sedimiento que contenía fueron recolectados. Al final de la prueba, el volumen del escurrimiento fue registrado y el sedimento fue filtrado y guardado para secarse y pesarse. Se repitieron las pruebas tres o más veces, y se hicieron pruebas en todos los principales tipos de suelo en la cuenca. Un valor promedio de suelo mobilizado bajo condiciones comparables de suelo desnudo con el suelo previamente mojado fue calculado para cada sitio donde se efectuaron pruebas. Se atribuyeron las diferencias entre sitios a diferencias en la erodabilidad del suelo. Se desarrollaron tasas de erosión para la cuenca usando los experimentos de simulación de la lluvia, y al estimar la frecuencia anual de una tempestad de 10 minutos de intensidad $I_{30}$ - 30 mm. Basado en los experimentos de simulación de lluvia, se estiman las tasas anuales de erosión causada por lluvia en los suelos desnudos en la cuenca del río Ambato en:

| | | |
|---|---|---|
| 20 | t/ha (1,5 mm) | para suelos delgados, polvorentes y derivados de cangagua |
| 20 | t/ha (2,0 mm) | para suelos arenosos con poco o ningún escurrimiento |
| 40 | t/ha (7,0 mm) | para suelos de altura, ricos en materia orgánica y |
| 80 | t/ha (9,2 mm) | para suelo negro andino en elevaciones intermedias en campos cultivados de mucho pendiente. |

Se encontró cero erosión en sitios con una cobertura de 100 por ciento de pastos nativos.

Se considera que estas tasas de erosión derivadas del simulador de la lluvia son conservadoras, puesto que no contemplan ni los efectos de pendientes fuertes, formación de carcavas, erosión eólica ni la erosión por salpique o rebote que sucede con tempestades de mayor frecuencia y menos magnitud. La Figura 3 demuestra la relación entre las medidas indirectas de erosión y las tasas de erosión determinadas experimentalmente (A). Notando que la gran mayoría de las medidas indirectas dieron tasas de erosión de un orden de magnitud más grande que aquellas obtenidas en sitios comparables donde se usó el simulador de la lluvia, se formuló una serie no-conservadora de tasas de erosión (B) con tasas más altas para los sitios donde es probable que la erosión eólica o pendientes fuertes fueran factores contribuyentes.

Para formular una estimación de la erosión para toda la cuenca, fue necesario extrapolar las tasas estimadas a áreas de condiciones similares. Esta porción de la estrategia de investigación se demuestra diagramáticamente en la Figura 4. Se determinó la similitud al (a) dividir el área en 5249 cuadrantes, cada uno cubriendo 0,25 $km^2$, (b) caracterizando las condiciones de erosión de cada cuadrante, y (c) agrupando cuadrantes similares en Grupos de Riesgo de Erosión usando la técnica estadística de Análisis de Grupos (cluster analysis). Condiciones de erosión incluyeron ángulo promedio de pendiente (determinado de mapas topográficos), altitud (usada como sustituto para precipitación en vista de la ausencia de los datos respectivos), la erodabilidad del suelo tal como fue determinada por las pruebas con el simulador de lluvia, y el grado de protección del suelo que ofrece la vegetación. Estas se presentan en las Figuras 5, 6 y 7. La experimentación con varias rutinas de "cluster analysis" y con varios números de grupos resultó en la formulación de 14 Grupos de Riesgo de Erosión para la cuenca. Todos los cuadrantes dentro de un Grupo de Riesgo deben tener la misma tasa de erosión. El número de kilómetros cuadrados cubiertos por los cuadrantes dentro de cada Grupo de Riesgo de Erosion puede ser multiplicado por la tasa de erosión representativa de aquella condición del terreno. La suma de todos estos da el total anual de erosión para la cuenca.

## 4.0 RESULTADOS

Se estimó conservadoramente que el total de erosión en la cuenca (A) es 1.542.000 toneladas/año (12 t/ha/año). Unicamente alrededor del 13% de esa cantidad parece llegar hasta el río Ambato. Cuando se ajustan las tasas de erosión para incluir los efectos del viento y laderas, el total de erosión (B) es 8.786.000 toneladas (69t/ha). Si se removiera del análisis las tierras agrícolas con erosión estimada en cero (principalmente páramo), la erosión anual se estima en 24 t/ha/año (2,4 mm/año) para (A) y 137 t/ha/año (13,7 mm/año) para (B).

Al estimar las tasas de erosión para cada 0,25 $km^2$, se pudo identificar la ubicación de sitios de pérdidas críticas de suelo. Se estimaron tasas de erosión de 40 t/ha/año (4 mm/año) o más para 232 $km^2$ de la cuenca. Se indican estas áreas en Figura 8. Las tasas más altas (836 t/ha/año fueron encontradas en los campos cultivados en laderas de mucha pendiente, en particular donde se siembra cultivos como cebada sin usar surcos.

Se ha encontrado que las tasas de erosión estimadas para la cuenca del río Ambato son consistentes con las pocas tasas encontradas en la literatura para ambientes similares. Moore (1979) reportó tasas anuales de erosión en los Cerros Manchakos de Kenya de 2,4 t/ha en potreros, 49 t/ha en maíz y 109 t/ha (9 mm/año en tierra desnuda. Al escribir sobre las laderas cultivadas de hasta 30 por ciento en el norte de Etiopía, Hurni (1985) notó que las tasas anuales de erosión menores de 100 t/ha fueron "relativamente bajas." Más cerca a Ambato, pero en un área con mayor precipitación anual, de Noni et al (1986) encontraron pérdidas promedio en dos parcelas de escurrimiento en 210 y 480 t/ha/año, basado en un período de registro de 18 meses.

La validez de cualquier estimación de erosión es una función de la comprensión de los procesos y controles de erosión que operan en una determinada área, el diseño del sistema de medición y el cuidado con que se ejecuta. Considerando que la repetición minimiza los efectos de eventos extraordinarios, es más probable que una

estrategia de evaluación con muchas observaciones y experimentos repetidos provea las estimaciones más confiables. Al usar equipo portátil para efectuar procedimientos de campo que son relativamente simples, la metodología utilizada en la cuenca del río Ambato permite que las pruebas de campo sean repetidas fácilmente en muchos sitios dentro de una extensión grande. Esta es una de sus grandes ventajas.

## 5.0 CONCLUSIONES

1. No es posible medir con precisión la erosión ocurriendo a través del tiempo dentro de una cuenca compleja que cubre miles de kilómetros cuadrados. **Sin embargo, es posible formular estimaciones de la erosión anual basadas en tasas y procesos observados en el campo dentro de subsectores ambientales de la cuenca. Tales estimaciones no solamente son factibles, sino necesarias para el manejo del recurso suelo.** Estimaciones cuantitativas son más poderosas que observaciones cualitativas cuando son utilizadas como herramientas para priorizar estrategias para manejo de la tierra, y para llamar la atención a los que toman las decisiones sobre problemas de erosión de suelo. También, mientras otras estrategias de investigación tal como estudios de la sedimentación de embalses tienden a definir las consecuencias de un problema que ya ha alcanzado proporciones peligrosas, el método usado para el río Ambato puede definir fuentes y cantidades de sedimentos mientras un proyecto de desarrollo aún se encuentra en sus etapas de planificación.

2. **La estrategia de investigación que se desarrolla a través de este proyecto es especialmente útil en la definición de cuáles terrenos son relativamente más frágiles que otros y en la selección de ciertas áreas para esfuerzos prioritarios de conservación.** Previamente se ha utilizado la interpretación de fotografías aéreas como herramienta de investigación para la identificación de áreas erosionadas", pero en la actualidad las tasas más altas de erosión en la cuenca del río Ambato se ubican en las laderas que aún tienen buena cobertura de suelo, y no en los sitios que aparecen erosionados desde el aire. Esta lección aprendida en la cuenca del río Ambato demuestra claramente la necesidad de un componente de trabajo de campo para actividades de evaluación de erosión.

3. **Los métodos empleados en este proyecto fueron relativamente rápidos y baratos.** El gasto más significativo fue el alquiler de un vehículo para reconocimiento de campo y transporte a los sitios de trabajo. Mediciones de volúmenes de surcos y alturas de pedestales fueron efectuados usando una cinta métrica o una regla y una calculadora de mano. Se considera que la fabricación del simulador de lluvia, un préstamo del United States Geological Survey, debe costar menos de $1000 dólares (US); los pocos litros de agua que se utilizaron en el simulador fueron transportados al campo en botellas usadas de bebidas gaseosas. Sin hacer caso del costo del equipo, hay que tener mucho cuidado para asegurar la reproducibilidad de las pruebas de campo a fin de que la variabilidad encontrada sea atribuida a los sitios y no a los operadores.

4. **Puesto que las condiciones geomorfológicas en cuencas adyacentes de la Sierra Ecuatoriana son similares a aquellas de la cuenca del río Ambato, se considera que se pueden aplicar los mismos Grupos de Riesgo de Erosión con un mínimo de pruebas de campo, y que la estimación de erosión será lograda en significativamente menos tiempo y con menos gasto.** Cuando fuera necesario formular

nuevos Grupos de Riesgo de Erosión para ambientes distintos, sería posible usar un sistema de hojas transparentes que se sobreponen en la ausencia de un computador capaz de realizar "cluster analysis".

5. **Existe la necesidad de mayor estudio científico de las propiedades locales del suelo, erosión de suelo, microclimas y hidrología a fin de comprender mejor los procesos de erosión y sus controles, y para proveer una base significativa para la evaluación de la fragilidad de ambientes con laderas.** La escasez de datos ambientales para la Sierra Ecuatoriana fue un obstáculo en el estudio de la cuenca del río Ambato. Esto es un problema común, especialmente en regiones montañosas del mundo donde información de base desarrollada en ambientes tales como el Mediooeste de los Estados Unidos no sea relevante.

6. En la cuenca del río Ambato, se nota que los campos agrícolas están más susceptibles a la formación de surcos en el período entre la preparación del suelo para la siembra y la emergencia de las plantas sobre la superficie de la tierra. Este período de riesgo forma parte del calendario agrícola en esta cuenca por la necesidad de anticipar la lluvia para la germinación de las semillas. **Medidas tecnológicamente simples de conservación, tales como barreras vegetativas o mecánicas para impedir el movimiento del suelo, pudieran ser muy útiles en prevenir pérdidas de suelo de los campos agrícolas durante estos períodos.**

7. **Ultimamente, la mayor reocupación involucrada en el diseño y evaluación de usos sostenibles para laderas es aquella de la erosión de suelos y sus consecuencias. En la perspectiva de la vida humana, el suelo es un recurso no-renovable.** Para la cuenca del río Ambato, donde prácticas de conservación no son ampliamente usadas, un estudio como este proporciona datos de base valiosos, los cuales pueden ser usados para evaluar la efectividad de futuras prácticas de manejo orientadas hacia la conservación.

## BIBLIOGRAFIA

Almeida, G., de Noni, G., 1984: Los Principales Procesos Erosivos en Ecuador: Mapa a Escala 1/1000.000 y su Leyenda Explicativa. Quito: MAG Programa Nacional de Conservación de suelos (PRONACOS) with technical assistance from ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer).

Cañadas C., 1983: El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

De Noni, G., Nouvelot, J.F. and Trujillo, G., 1986: Estudio cuantitativo de la erosión con fines de protección de los suelos: Las parcelas de Alangasí e Ilalo. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, Documentos de Investigación No.6: 35-47.

Dunne, T. and Dietrich,W., 1982: Sediment sources in tropical drainage basins. In Soil Erosion and Conservation in the Tropics. Madison, Wisconsisn: Am. Soc. of Agron. and Soil Sci. of Amer., pp. 41-55.

Galarza S., L.E., 1984: Estudio de las zonas de vida de la subcuenca del río Ambato. Univ. Técnica de Ambato, Escuela de Ingeniería Agronómica. Unpublished thesis.

Harden, C.P., 1986: Soil erosion and land capability evaluation in the Upper Río Pastaza drainage, Eastern Ecuadorian Andes. Mt. Research and Development 6 (1): 88-89.

Harden, C.P., 1987: Estimating hillslope soil erosion in the Río Ambato watershed, Ecuadorian Andes: A mesoscale approach. Ph. D. dissertation in Geography, Univ. of Colorado, Boulder. Unpublished.

Hurni, H., 1985: An ecosystem approach to soil conservation. Honolulu International Conference on Soil Erosion and Conservation, Jan. 16-22, 1983, pp. 759-771.

INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación), 1982: Proyecto Agoyan Actualización del Estudio Sedimentológico. División de Estudios, Dept. de Hidrología, Quito.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), 1984: Evaluación General de Información Existente y Priorización Preliminar de Zonas Críticas, Proyecto de Manejo de la Cuenca Alta del Pastaza. Quito.

MAG and ORSTROM (Office de la la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer), 1981: Mapas de Suelos por Regionalización, Escala 1:50.000: Ambato (#58), Chimborazo (#62), Quero (#63), Salcedo (#53), Simiatug (#57), Quito.

Matute, W.J., 1976: Estudio semidetallado de suelos, Proyecto Huachi-Pelileo. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería and Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos. Unpublished manuscript.

McQueen, J.S., 1963: Development of a hand portable rainfall simulator infiltrometer. U.S. Geol. Surv. Circ. 482.

Moore, T.R., 1979: Land and erosión in the Machakos Hills. Annals of the AAG 69 (3): 419-431.

Roels, J.M., 1985: Estimation of soil loss at a regional scale based on plot measurements - some critical considerations. Earth Surf. Proc. and Landforms 10: 587-595.

Romero, M. and Tuz, N., 1984: Diagnóstico erosivo del área rural del cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Univ. Técnica de Ambato, Escuela de Ingeniería Agronómica. Unpublished thesis.

CUADRO 1. EROSION DEL SUELO: ESTIMACIONES SEGUN MEDIDAS INDIRECTAS

| Medida | Sitio | Cambio de la altura de la superficie (cm) | Tiempo (años) | Tasa (cm/año) |
|---|---|---|---|---|
| Raíces Expuestas | Huachi Grande | 60 | 10 | 6,0 |
| | Mocha | 60 | 8 | 7,5 |
| | Chiquicahua | 0 | 10 | 0 |
| Pedestales | Calgua Gr. A | 24 | 30 | 0,4 |
| | Calgua Gr. B | 37 | 30 | 1,2 |
| | Montalvo | 18 | 10 | 1,4 |
| | Igualata | 14 | 10 | 0,6 |
| Surcos de Erosión Concentrada | San Carlos | 9,5 | 1 | 9,5 |
| | Mocha | 2,0 | 1 | 2,0 |
| | Mocalo | 0,5 | 1 | 0,5 |
| | Ambatillo Gr. | 1,4 | 1 | 1,4 |

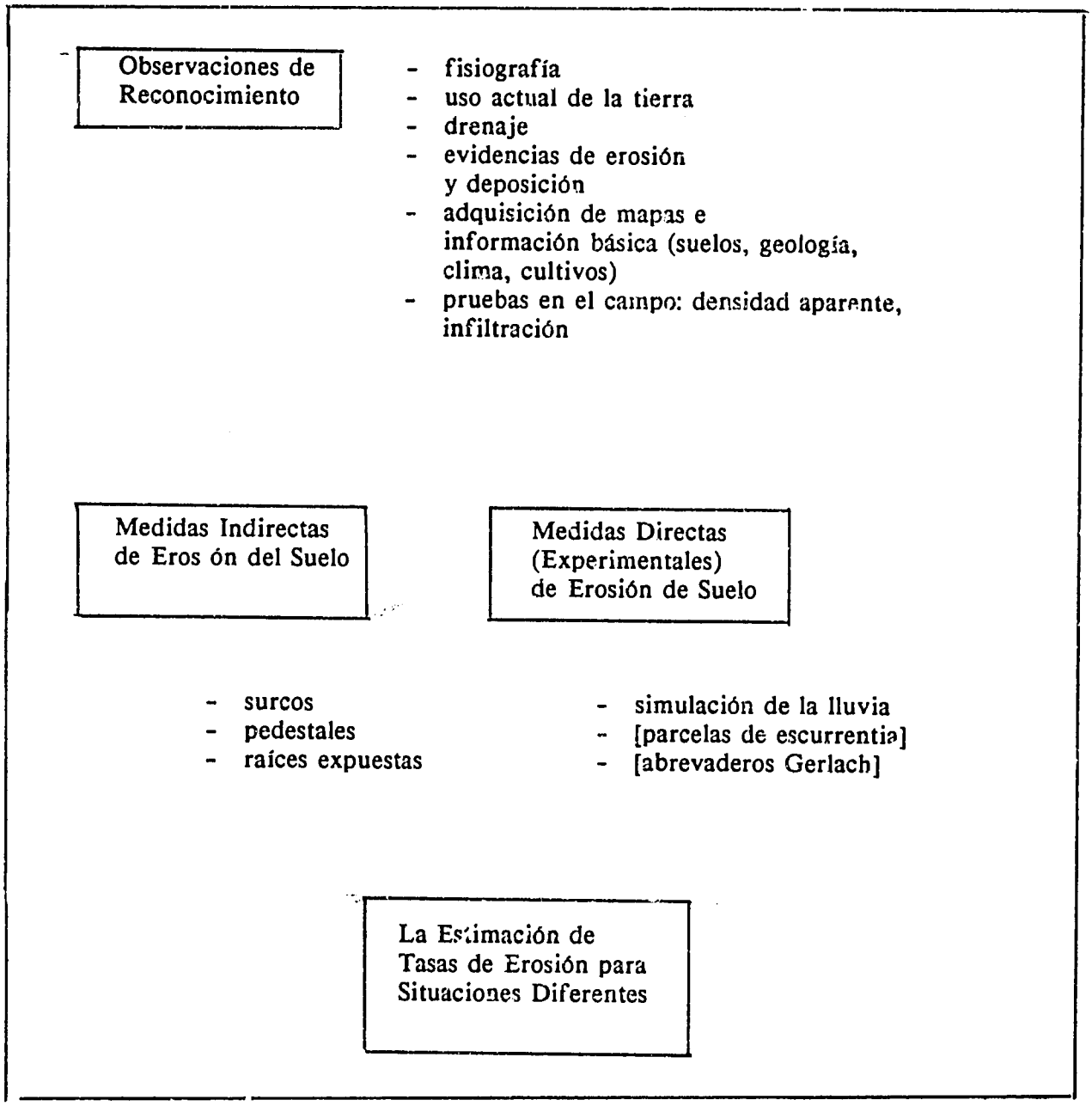



FIGURA 1. Estrategia de investigación para estimar tasas de erosión del suelo.

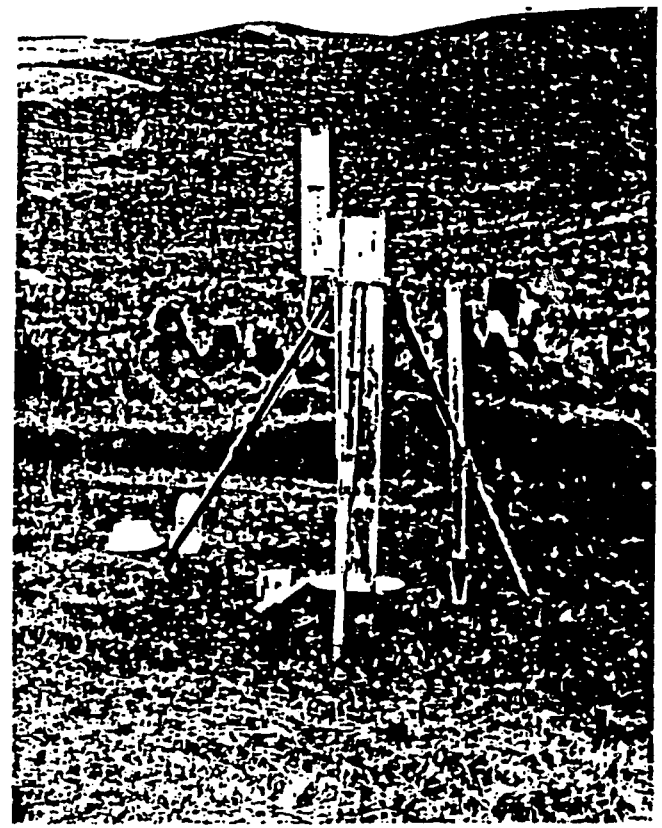


FIGURE 2 The rainfall simulator. Pooled water containing detached sediment is transferred to measuring cylinder. El simulador de la lluvia. Agua empozada con sedimentos movilizados es transferida a un cilindro para medir.

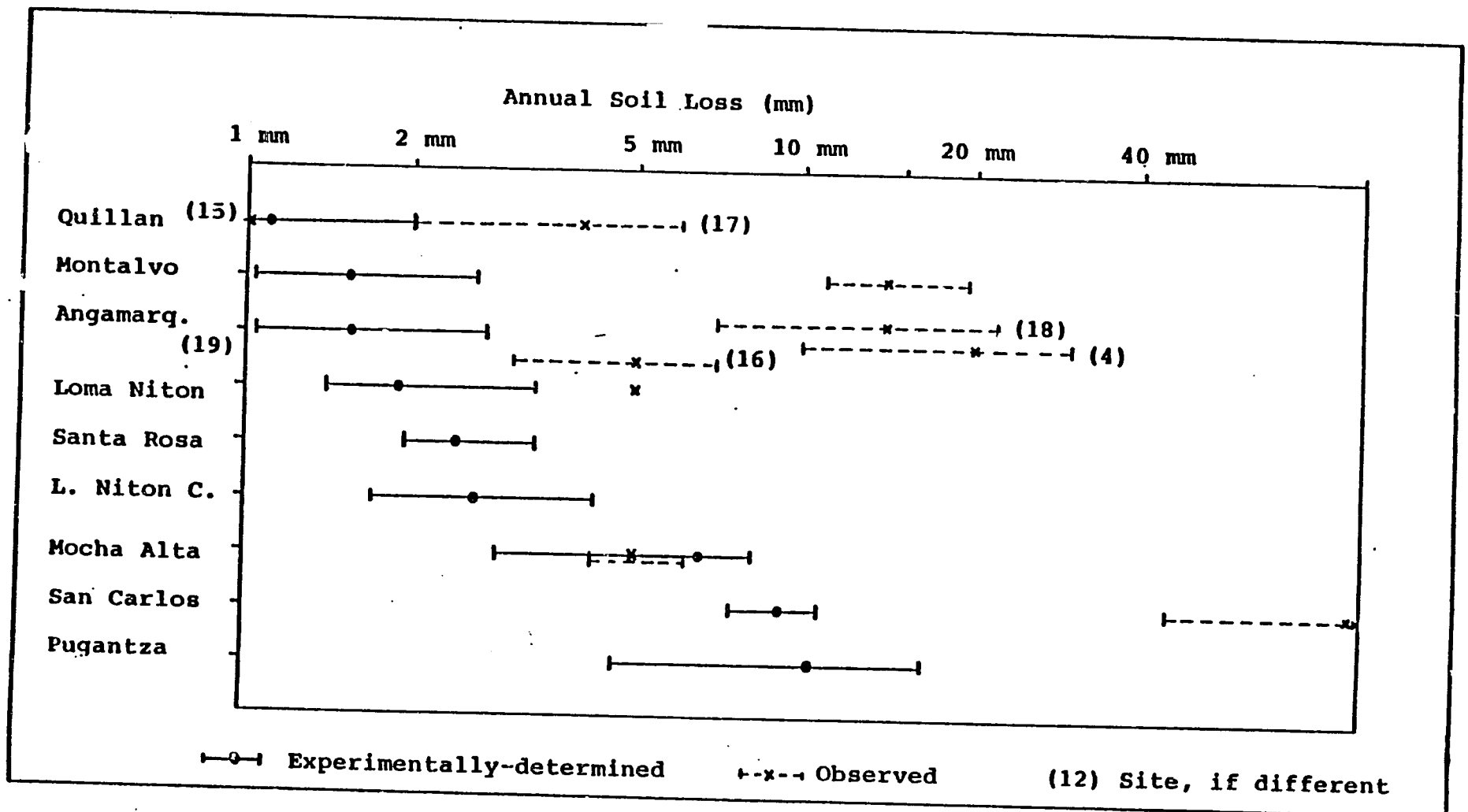



FIGURE 3 Comparison of observed and experimentally-determined soil loss rates. Bars indicate range of values. Comparacion de tasas de erosion determinadas por observaciones y experimentos. Lineas indican rango de valores.

| | |
|---|---|
| Selección del Tamaño de las células | - .25 $km^2$ |
| Recopilación de las Características de Paisaje para cada Célula | - ángulo de pendiente<br>- elevación (precipitación)<br>- erodibilidad relativa de suelos<br>- cobertura vegetal (1 = excelente, 3 = pobre) |
| Análisis de Grupos ("Cluster Analysis") Para Determinar Agrupaciones | - SPSSX "Quick Cluster" software utilizado<br>- [Nota: Si no hay computador, se puede utilizar un sistema de mapas transparentes.] |
| Agrupaciones de Riesgo de Erosión del Suelo | - (1) Identificar las agrupaciones<br>- (2) Examinarlos para asegurar que sean buenos |

FIGURA 4. Estrategia para la extrapolación de tasas de erosión.

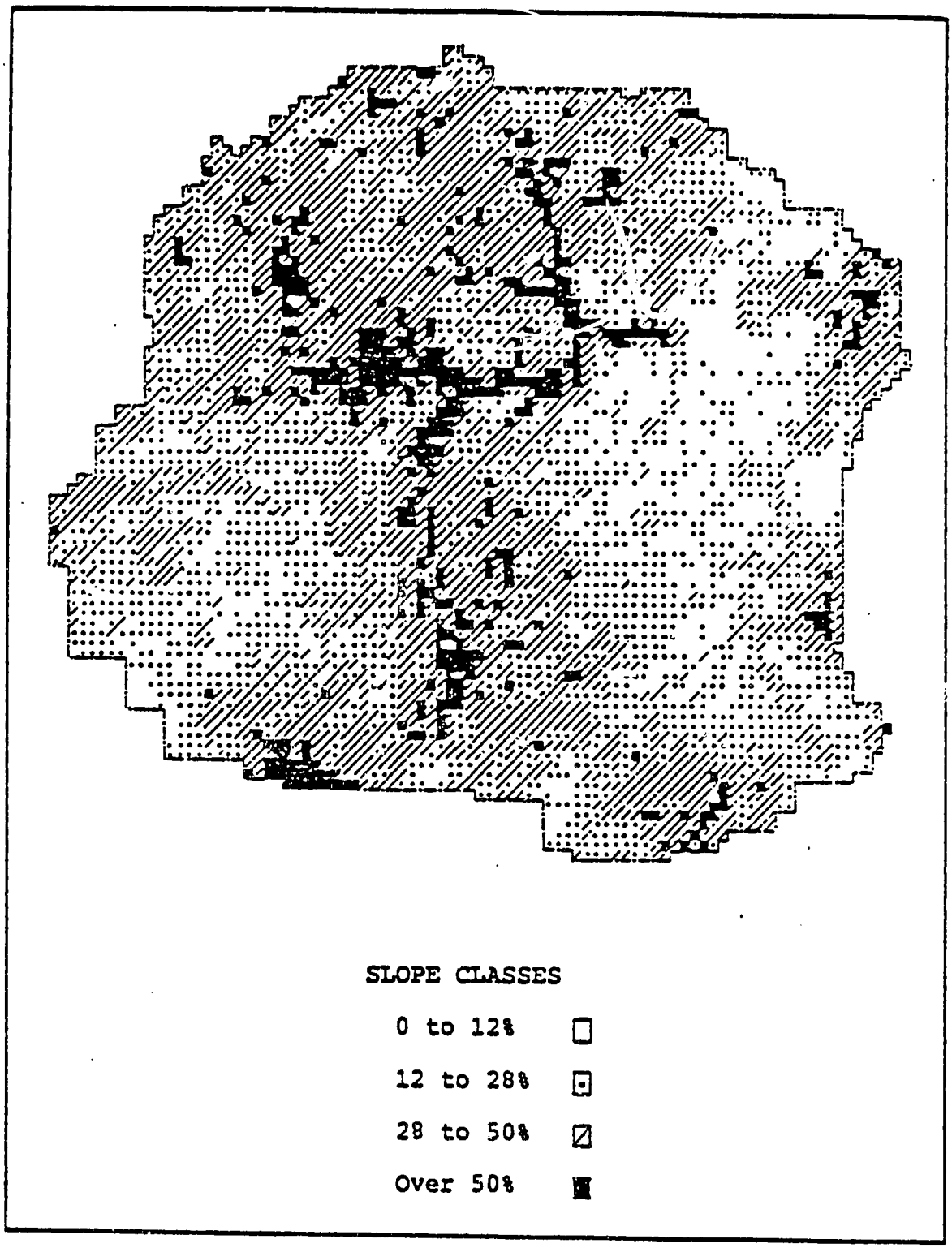



FIGURE 5 Slope classes in the Rio Ambato watershed.
Clasificación de pendientes en la cuenca del rio Ambato.

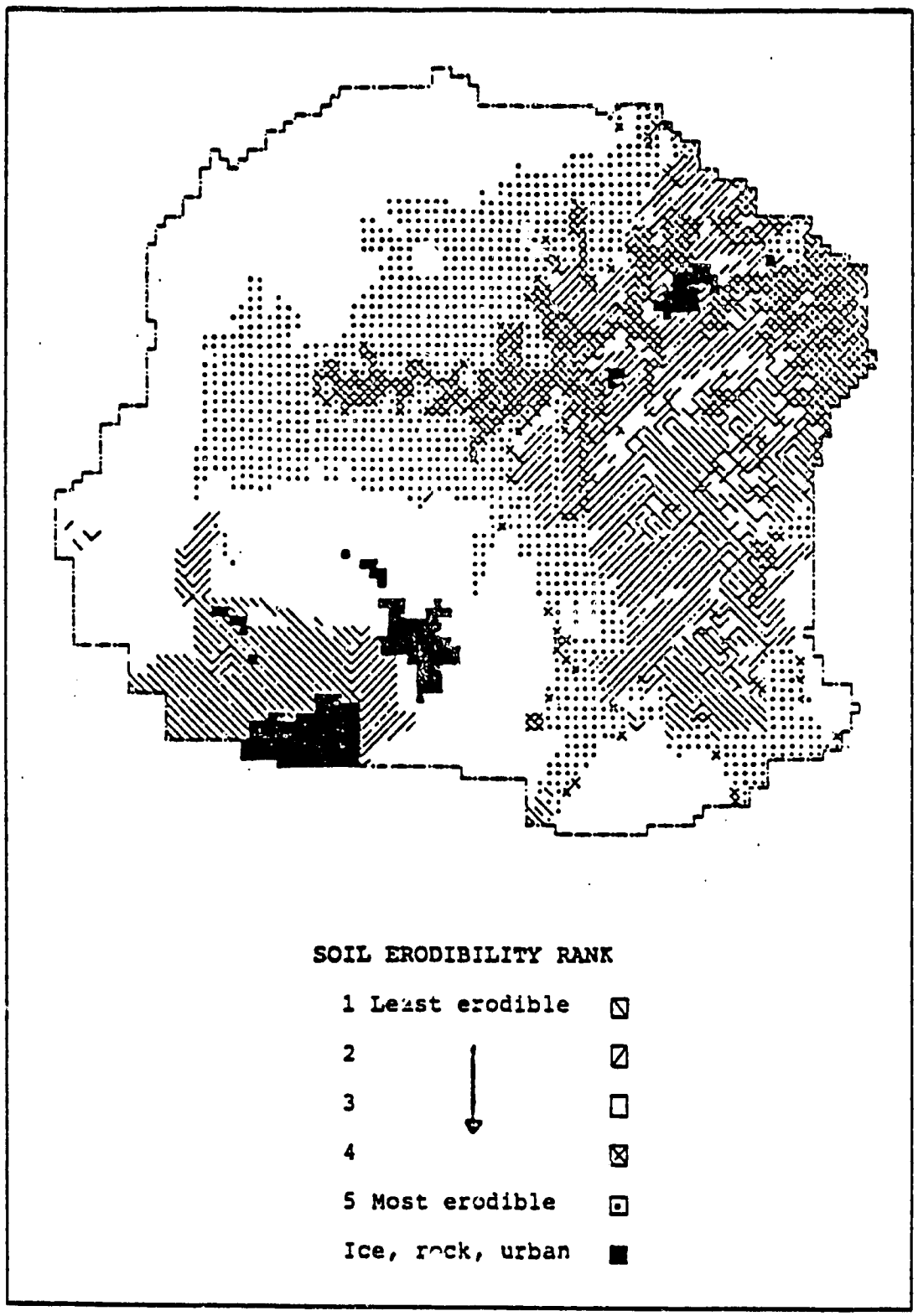



FIGURE 6 Soil erodibility in the Rio Ambato watershed.

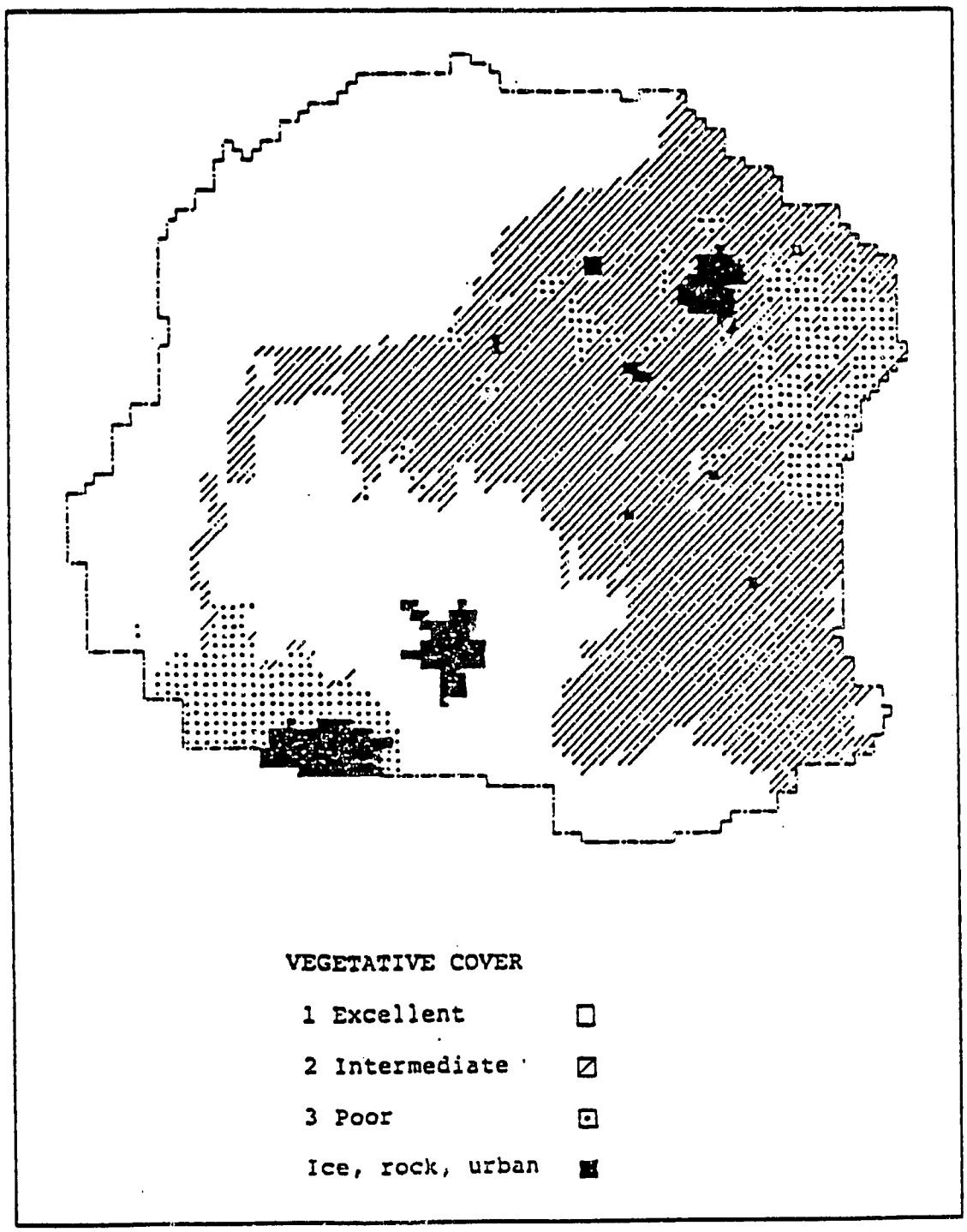



FIGURE 7 Vegetative cover in the Rio Ambato watershed. Cobertura vegetal en la cuenca del rio Ambato.

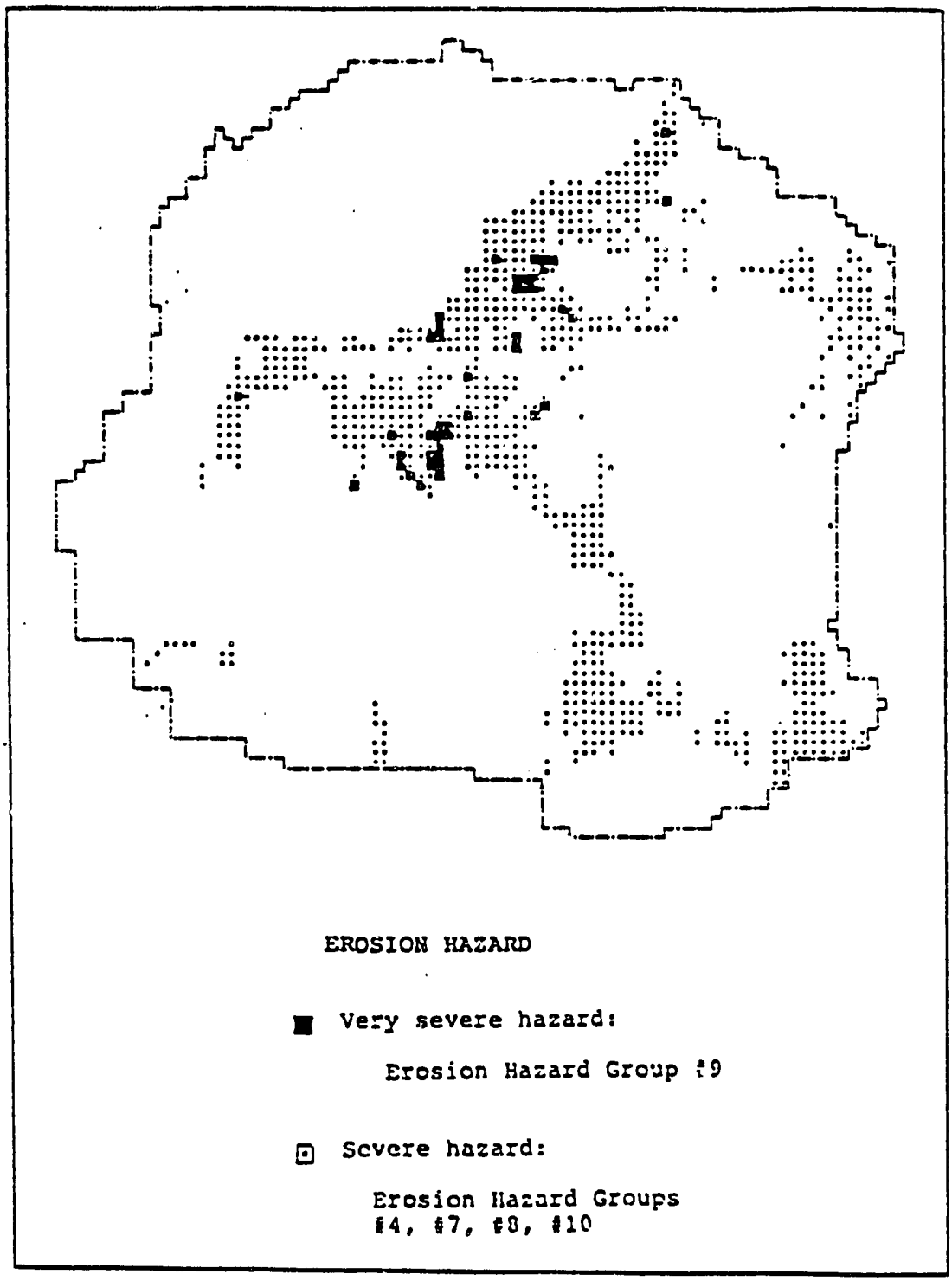



FIGURE 8 Critical areas of erosion in the Rio Ambato watershed. Zonas criticas de erosion en la cuenca del Rio Ambato. Riesgo de erosion del suelo: ■ muy severo, ⊡ severo.

# EROSION Y SEDIMENTACION EN LA SIERRA Y SELVA ALTA DE PERU: PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

AUTOR: CARLOS A. LLERENA PINTO
UNA LA MOLINA
LIMA, PERU

## 1.0 INTRODUCCION

Ubicado en la costa central occidental de Sudamérica (Fig. 1a), Perú se extiende desde el Ecuador hasta aproximadamente los 18 grados de latitud Sur. La actual población peruana supera los 20 millones de habitantes y la extensión total del país es de 1.285.216 km$^2$. El litoral peruano es de unos 2000 km de longitud. Las principales características territoriales del Perú que influyen en los procesos de erosión y sedimentación son: la corriente fría Peruana o de Humboldt, y la corriente cálida de El Niño; la Cordillera de los Andes; y la localización del Perú en la región tropical. Estas características dividen también claramente el territorio peruano en cuatro regiones naturales: Costa, Sierra, Selva Alta y Selva Baja (Fig. 1b,c).

Erosión y sedimentación son problemas severos en Perú siendo estos más serios en la Sierra y Selva Alta debido a las complejidades climáticas, fisiográficas y socio-económicas de estas regiones. La seriedad de los problemas de erosión existentes en Perú y sus consecuencias, contrasta con la situación del antiguo Perú cuando las culturas Inca y Preincaicas, diestras en el manejo de la tierra y el agua, eran autosuficientes en producción de alimentos.

## 2.0 EL PROBLEMA

### 2.1 LA SIERRA

Esta región alberga aproximadamente al 35% de la población peruana, y según Zerbe et al. (1980), padece uno de los peores problemas de erosión en Sudamérica. Los principales problemas aquí son erosión en surcos y cárcavas como consecuencia de tormentas de corta duración y alta intensidad sobre suelos desnudos, alterados y expuestos para fines agrícolas, o por sobrepastoreo, deforestación, extracción de turba, o lluvia ácida. Low (1967), estimó que las pérdidas anuales de suelo en esta región consideran que los problemas de conservación de suelos en esta región se deben principalmente a la estructura agraria existente. Ledesma (1971) indica también que en el Valle del Mantaro, en los Andes centrales, la tenencia de la tierra es un obstáculo para las prácticas efectivas del control de la erosión; para la misma región, Paulet (Posner 1982) obtuvo valores del factor de lluvias (R) de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) del orden de 100-200. Valores experimentales usando parcelas de escorrentía indican que las pérdidas más altas de suelo en tierras agrícolas de 25% de pendiente, bajo 768 mm de lluvia anual, alcanzan 5 t/ha/año (Felipe Morales et al. 1979). Estudios de sedimentación en el Lago Titicaca por Boulange et al. (1981) muestran un ritmo de acumulación anual de sedimentos de 0.5 mm. Otras mediciones cuantitativas son también presentadas por Rizo (1985) para las laderas de la comunidad de Chaute a 2300 m de altura, ubicada en la cuenca del Río Rímac en Lima.

En las praderas alto-andinas de la puna, el sobrepastoreo y las sequías se combinan para incrementar los riesgos de erosión. Sin embargo, la capacidad de recuperación de los pastos en estas áreas mantiene una aceptable cobertura vegetal.

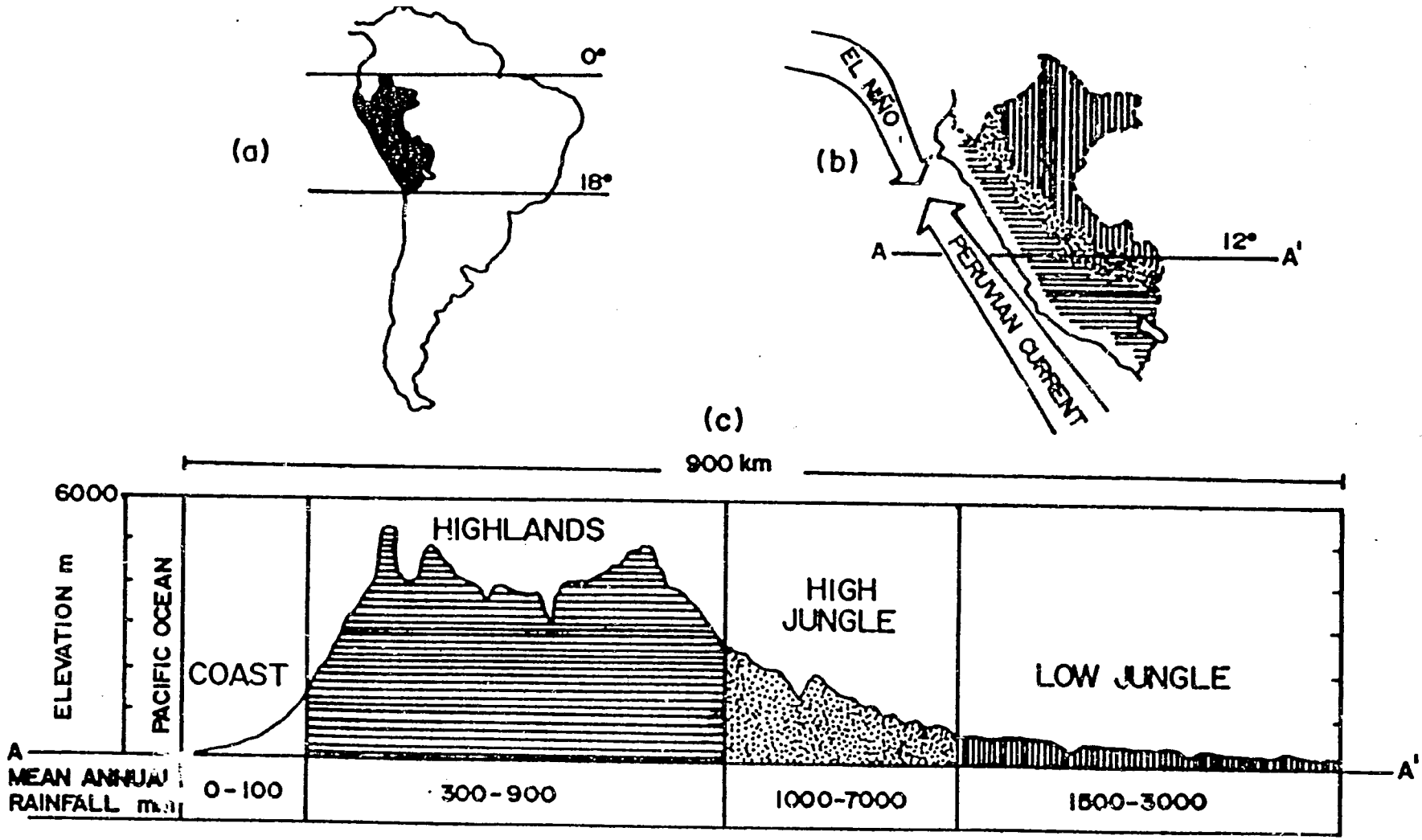



Figure 1 PERU : (a) Location, (b) Oceanic currents and natural regions, (c) Physiographic profile at latitude 12°S, and mean annual rainfall by regions (Source : FAO 1985, Malleux 1975)

Los fenómenos de erosión en masa son procesos estacionales de intensidad variable que dependen de la lluvia u otros eventos desencadenantes como los terremotos. En la inestable Sierra peruana se han reportado grandes avalanchas y deslizamientos causantes de tremenda destrucción y pérdida de vidas (Plafker & Ericksen 1978, Plafker & Eyzaguirre 1979). El deslizamiento más grande registrado en el hemisferio occidental ocurrió en la región de Mayunmarca sobre el Río Mantaro, en Abril de 1974 (Kojan & Hutchinson 1978). Además de estos procesos de grandes proporciones, otros menores ocurren estacionalmente con mucha mayor frecuencia bloqueando caminos y cursos de agua, incrementando las cargas de sedimento a niveles pico, y generando numerosos problemas. No hay muchos estudios sobre este tipo de procesos menos espectaculares, pero igualmente dañinos. Uno de estos estudios (Morales-Arnao et al. 1984) reportó ocho deslizamientos en las inmediaciones del reservorio Tablaca del cual es parte el proyecto hidroeléctrico del Mantaro, que produce 60% del abastecimiento eléctrico de Lima y el centro del Perú.

## 2.2 LA SELVA ALTA

Esta accidentada zona con muy pocos suelos de aptitud agrícola, comenzó a recibir los primeros flujos de migración importante durante la década de 1930. Este proceso alcanzó un máximo durante los sesentas por el incremento de la demanda de cultivos tropicales como el café, arroz, frutas, cacao, té, coca (Aramburú 1984). Sin embargo, las consecuencias del incremento de uso de la tierra fueron contradictorias, ya que si bien se amplía la frontera agrícola a expensas del bosque, el suelo se perdía debido a la deforestación, cultivo y erosión. Southgate & Runge (1986) presentan un modelo explicando por qué la interacción entre nativos y colonos resulta en degradación ambiental. Ellos indican que a medida que las empresas forestales o agricultores no nativos ingresan en la Amazonía, los lugareños tienden a abandonar los sistemas tradicionales de uso de la tierra y adoptan técnicas destructivas del suelo introducidas por los colonos. Este abandono de prácticas tradicionales trae como consecuencia no sólo la pérdida de tierras productivas y de sistemas agrícolas adecuados, sino también la desaparición del conocimiento aborigen ancestral en el manejo y uso de ecosistemas tropicales. A menudo las políticas gubernamentales de colonización agravan el conflicto.

Dance (1981) indica que el 71% de los 5 millones de hectáreas deforestadas en la Selva peruana con fines agrícolas están localizadas en la Selva Alta. Una proporción significativa del área aclareada es clasificada como "bosque de protección" - (Malleux 1975). La continuación de esta tendencia significaría unas 8 millones de hectáreas de bosques destruídos o secundarios para fines de siglo (Dance 1981). Terborgh (1985) describe la degradación del valle del Apurimac en la Selva Alta indicando que en 1965 toda la región se encontraba prácticamente inalterada, con bosques vírgenes desde el valle a 550 m de elevación hasta los 3500 m en las laderas. En 1983, la escena había sido ya irrevocable transformada por una población migrante superior a los 100.000 habitantes, cultivos de café y coca, y extracción de leña. Gentry & López Parodi (1980) reportan que la escorrentía y erosión aumentan como consecuencia de la deforestación con fines de colonización.

Considerando que los ríos son el principal medio de transporte en la Selva, la deposición en los cauces del suelo transportado desde las laderas y del material originado por la erosión de riberas, es un problema importante. Cursos de agua que

anteriormente fueron medios de transporte eficiente, están siendo colmados por sedimentos, perdiendo su navegabilidad y llegando a ser vías inseguras más lentas y de menor alcance. Ribereños del Pichis, Palcazú, y Pachitea en la Selva Central indican que de 30 a 50 años atrás era posible alcanzar puntos más remotos en estos ríos surcándolos en embarcaciones más grandes. Igualmente, reportes de la marina fluvial muestran que sus expediciones pioneras en estas áreas pudieron explorar ríos que hoy son accesibles sólamente en pequeños botes. Los problemas de sedimentación hacen difícil mantener los sistemas de navegación como consecuencia de fuertes corrientes en crecientes, y de secciones estrechas y/o poco profundas en vaciantes. Otras dificultades son curvas cerradas y cambios de ubicación de los canales, con el incremento de sedimentos en los bancos (Sundborg & Rapp 1986). Los registros de carga de sedimentos en los numerosos ríos navegables de la selva son escasos y corta es su duración. En un estudio del grado de alteración causado por la erosión fluvial Salto et al. (1983) reportan que el 26.6% de la selva peruana muestra procesos recientes de erosión ribereña.

Low (1966, 1967) estimó la erosión potencial en esta área en 5000-7000 t/km$^2$/año. Felipe Morales et al. (1968, 1979) y Alegre (1979) midieron pérdidas de suelo en pendientes de 30% de inclinación usando parcelas de escorrentía en lluvias anuales de 1527 y 2027 mm y encontraron rangos de erosión de 2 a 148 t/ha/año con valores que variaban según las condiciones locales y el método del cultivo usado. Ruiz (1985) presenta máximos valores de erosión de 35 y 3 t/ha/año para pastos y bosques respectivamente.

Además de los problemas de erosión superficial, los problemas de erosión de masas son bastante frecuentes a lo largo de las carreteras durante la estación lluviosa.

## 3.0 POSIBLES SOLUCIONES

### 3.1 LA SIERRA

Debido a sus apremiantes problemas socio-económicos y políticos, esta región presenta el mayor número de programas relacionados con erosión y sedimentación.

La reforestación ha sido la forma principal de restitución de cobertura vegetal. Según Malleux (1975) el área de tierras aptas para ser reforestadas en la sierra peruana es de 2.3 millones de hectáreas. Sin embargo, la reforestación efectuada hasta 1980 sólo cubrió unas 140.000 ha, en todo el Perú, 90% de las cuales están en la Sierra (Gutiérrez 1982). Las principales especies empleadas en reforestación son: **Eucalyptus globulus** (95% del área plantada), **Pinus radiata**, **Cupressus macrocarpa**, otras especies de eucalipto, **Polylepis sp.**, **Caesalpinea sp.**, y **Schinus molle**. Una especie no arbórea importante es la tuna: **Opuntia ficus-Indica** (Loayza 1982), la cual además de restituir la cobertura vegetal en laderas y semiáridas produce cohinilla, materia prima para la fabricación de carmín, colorante natural de creciente demanda internacional. Varias agencias de cooperación técnica internacional (Bélgica, Canadá, Estados Unidos, FAO, Holanda, y otras) apoyan proyectos de reforestación.

Proyectos que incluyen extensión, actividades de demostración y participación comunal son considerados proyectos clave en los programas de control de la erosión en la Sierra (Bochet 1983). El Proyecto Nacional de Conservación de Suelos y Agua en Cuencas Hidrográficas apoyado por USAID es especialmente exitoso en esto (Chang 1986). Programas de educación forestal en escuelas rurales, de plantaciones con fines energéticos y de desarrollo rural por medio de reforestación y utilización de bosques vienen siendo realizados con apoyo de FAO/Holanda. El principal objetivo de estos programas es mostrar a los campesinos las influencias de los bosques, y que la reforestación puede ser planeada de una manera rentable económica y ambientalmente (Kenny-Jordan 1985, Romero 1985, Jest 1986).

Está en preparación por la Universidad Nacional Agraria (UNA) un proyecto de investigación aplicada para la rehabilitación de laderas en la comunidad de Chaute (Plamondon et al. 1985).

Probablemente los proyectos más promisorios para control de la erosión y sedimentación en esta área son aquellos orientados a la recuperación de tecnologías tradicionales locales de uso de la tierra, algunas de las cuales son actualmente casi desconocidas por la gente del ande (Eckholm 1975, Denevan 1980, Jest 1986). Según Dourojeanni & Molina (1983), los habitantes andinos prehispánicos consideraban tres elementos como los esenciales para el adecuado uso de la tierra: organización y participación comunal; uso de métodos de trabajo localmente adaptados; y control de sobre áreas extensas verticales y horizontales de tierras que permitan el manejo simultáneo de varios niveles ecológicos. Estos principios deben considerarse junto con la Tecnología Tradicional.

Las actividades de extensión, demostración y recuperación de técnicas tradicionales locales están principalmente orientadas hacia la construcción y rehabilitación de terrazas de diferentes tipos, las cuales tienen larga historia en el nuevo mundo y son descritas por Donkin (1979). Masson (Denevan 1985) ha estimado recientemente que la extensión total de terrazas en el Perú supera el millón de hectáreas, de las cuales una gran parte no está en uso, y ha sido abandonada en diferentes estados de deterioro.

En Perú y otros países andinos existen numerosos proyectos relacionados con terrazas con apoyo de agencias internacionales (IDRC, UNESCO, USAID y otros). El trabajo en equipo de instituciones peruanas y extranjeras, el esfuerzo multidisciplinario, y la participación local son características comunes de estos programas descritos por Gishler & Fernández-Jauregui (1984), Denevan (1985), Treacy (1985), Masson (1986), y Hawtin & Mateo (1987).

El manejo de cuencas en su forma teórica o conceptual (Hamilton & King 1984, Richter et al. 1985) y en su forma práctica es otra manera efectiva de hacer frente a la erosión y sedimentación. El Proyecto Manejo de Cuencas de la Dirección General de Aguas, Suelos, e Irrigaciones (DGASI) del Ministerio de Agricultura, ha desarrollado durante los últimos años programas de conservación de suelos y agua en cinco cuencas de la Sierra Central y Sur del país (Perú 1983). Un estudio extensivo de programas de desarrollo efectuados durante 1980-1985, incluyendo manejo de cuencas, es presentado por López et al. (1986), en el cual se indica las principales limitaciones de estos programas y se sugieren alternativas para superarlas en el período 1985-1990.

## 3.2 LA SELVA ALTA

Los esfuerzos de clasificación y mapeo de suelos en la Selva Alta con el fin de definir áreas de capacidad agrícola empezaron en los sesentas, luego de observar las consecuencias desastrosas de fallidos proyectos de colonización (Guzmán et al. 1966), pero desafortunadamente no todos los proyectos posteriores siguieron el ejemplo. La idea de eco-desarrollo rural integral fue aplicada a esta región en un proyecto presentado por Felipe-Morales (1979) con el objetivo de establecer una cuenca piloto con fines de demostración e investigación. Doureojeanni (1981) presenta sugerencias para el mejoramiento del uso de la tierra y desarrollo rural en la Amazonía a través del manejo integrado de recursos. La Cooperación Técnica Alemana (GTZ) apoya desde 1979 un proyecto de reforestación con la Dirección General Forestal y de Fauna (Gutiérrez 1982). El principal propósito de este proyecto es encontrar especies y métodos adecuados para reforestación en la Selva Alta.

A causa del "vacío demográfico" en la Selva, el creciente número de campesinos sin tierra en la Sierra, y la creciente demanda de productos agrícolas, no sería realista suponer que la deforestación con fines de cultivo disminuirá o desaparecerá en el futuro. Sin embargo, es posible evitar muchos de los problemas ambientales derivados de esta situación. Varios estudios orientados al mejoramiento de métodos convencionales de cultivo en la cuenca Amazónica se iniciaron con acuerdos entre instituciones peruanas y extranjeras, incluyendo universidades (Nicholaides et al 1985, Toledo & Nores 1986). Una de las recomendaciones de estos estudios es que los métodos convencionales agrícolas para producción de alimentos sean usados en los valles de tierras planas y bien drenadas, dejando los bosques en las laderas sin intervención. Adicionalmente, los suelos de los valles en cultivo continuo deben ser fertilizados para obtener un follaje vigoroso que proteja el suelo del impacto de las gotas de lluvia y de la compactación y erosión (Sánchez et al. 1983). Fearnside (1987) considera que este procedimiento es impracticable extensivamente por ser muy caro.

Otros métodos no convencionales consistentes en la integración de los cultivos agrícolas con la forestería son mencionados por Dourojeanni (1980) y Myers (1986). Los modelos originales de estos métodos se hallan en la tecnología tradicional tribal - (Posey 1983, Denevan et al. 1984, Myers 1986).

Con base en la Estación Experimental de Yurimaguas se viene desarrollando un proyecto internacional para mejorar la productividad de la agricultura migratoria usando técnicas agroforestales. La UNA y la Universidad de Toronto viene trabajando en un proyecto de investigación de utilización de bosques secundarios, la cual disminuirá la presión de deforestación de nuevas áreas (Dourojeanni y Hubbes 1984). La Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) en Iquitos está también trabajando en sistemas agroforestales. Investigaciones llevadas a cabo por Padoch et al. (1985) muestran que la agroforestería no es sólamente una actividad comercial realizada por campesinos ribereños mestizos en la localidad de Tamshiyacu en el Río Ucayali.

Las terrazas son también una alternativa adecuada para la Selva Alta y pueden combinarse con la agroforestería (Shen 1981, 1982).

## 4.0 CONCLUSIONES

Los esfuerzos por aliviar los daños causados por los procesos de erosión y sedimentación van en aumento y se vienen analizando alternativas convencionales y no convencionales de uso de la tierra. Los programas de extensión, demostración y de participación comunal son componentes claves de estos esfuerzos.

Se vienen implementando métodos que usan tecnología tradicional local en la Sierra y en la Selva Alta. El terraceo en la Sierra y la agroforestería en la Selva se consideran métodos promisorios.

La investigación y desarrollo de medidas correctivas se viene haciendo por medio del trabajo conjunto de instituciones peruanas y foráneas pero, por la gravedad y urgencia de la situación en algunas áreas, es deseable y necesario una más activa y mayor participación de las agencias locales e internacionales. En muchos casos se podrían ahorrar esfuerzos y fondos de conocerse métodos aplicados obtenidos en áreas similares dentro o fuera del país, por lo tanto un mejor contacto y coordinación personal e institucional es necesario. Programas orientados al intercambio de experiencias y tecnología regional, como la Red Latinoamericana de Manejo de Cuencas establecida por FAO en 1980 (Botero 1986), deberían ser alentados y sus resultados difundidos.

La correcta apreciación por parte del público en general de las políticas y planificación y sus repercusiones en el desarrollo rural, es importante y necesaria. Cuando esto se halla logrado, será más fácil la solución de los problemas de erosión y sedimentación.

Problemas particulares poco considerados e investigados en el pasado relacionados al manejo de tierras de ladera, son los procesos de erosión y sedimentación en las cuencas hidrográficas de la Selva.

## 5.0 AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Bati, al Sr. Gustavo Rodríguez y la Srta. Gabriela Mancero por su valiosa asistencia en la preparación de esta presentación.

## BIBLIOGRAFIA

Alegre, J.C. (1979) Medida de la erosión hídrica de un entisol de la Selva Alta (San Ramón - Chanchamayo) bajo diferentes sistemas de cultivo. Tesis MSc, UNA, La Molina, Lima.

Aramburú, C.E. (1984) Expansión of the Agrarian and Demografic Frontier in the Peruvian Selva. En: Frontier Expension in Amazonía (e.d. by M. Schmink & C.H. Wood), 153-179, Univ. of Florida Press, Gainesville.

Bochet, J.J. (1983) Management of Upland Watersheds: Participation of the Mountain Communities. FAO Conservation Guide 8, FAO, Rome.

Botero, L.S. (1986) FAO's Role in Fostering Watershed Management: Introductory Statement. En: Strategies, Approaches and Systems in Integrated Watershed Management, FAO Conservation Guide 14-4-9 FAO, Rome.

Boulange, B., Vargas, C., & Rodrigo, L.A. (1981) La Sedimentation Actuelle dans la Lac Titicaca. Rev. Hidrobiol. Trop. 14, 299-309.

Chang, L. (1986) Debemos cuidar los suelos y usarlos adecuadamente (entrevista). Medio Ambiente 7, 8-9

Dancé, J. (1981) Tendencias de la deforestación con fines agropecuarios en la Amazonía peruana. Revista Forestal del Perú 10, 177-191.

Denevan, W. (1980) Latin America. En: World Systems of Traditional Resource Management (ed. by G. Klee), 217-244, Halsted Press, N.Y.

Denevan, W. (1984) Ecological Heterogeneity and Horizontal Zonation of Agriculture in the Amazon Floodplain. En: Frontier Expansion in Amazonia (ed. by M. Schmink & C.H. Wood), 311-336, Univ. of Florida Press, Gainesville.

Denevan, W. (1985) The Rió Colca, Abandoned Terrace Project, Peru. En: 45th International Congress of Americanists (Bogotá, Colombia, July 1-5, 1985).

Denevan, W., Treacy, J.M., Alcorn, J.B., Padoch, C., Denslow, J., & Flores-Paitán, S. (1984) Indigenous Agroforestry in the Peruvian Amazon: Bora Indian Management of Swidden Follows. Interciencia 9, 346-357.

Donkin, R.A. (1979) Agricultural Terracing in the Aboriginal New World. Univ. of Arizona Press, Tucson.

Dourojeanni, A. & Molina, M. (1983) The Andean Peasant, Water, and the Role of the State. CEPAL Review 19, 145-166.

Dourojeanni, M.J. & Hubbes, M. (1984) Fallow Forest Utilization in the Peruvian Tropics (A research project submitted to the IDRC, Canada), UNA, La Molina, Lima and Univ. of Toronto, Ontario.

Eckholm, E.P. (1975) The Deterioration of Mountain Environments. Sci. 189, 764-770.

FAO (1985) Agroclimatological Data for Latin America and the Caribbean. FAO Plant Production and Protection Series No. 24, Rome.

Fearnside, P.M. (1987) Rethinking Continuous Cultivation in Amazonia. BioSci. 37, 209-214.

Felipe Morales, C. (1979) Proyecto de Eco-desarrollo Rural Integral de la Cuenca Río Negro (selva Alta Central del Perú), Dirección de Investigación, UNA, La Molina, Lima.

Felipe Morales, C., Alegre, C., Meyer, R., & Berrios R. (1978). Pérdidas de agua, suelo y nutrientes bajo diversos sistemas de cultivo en la localidad de San Ramón, Chanchanayo, Perú (1976-1977). En: II encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservacao de Solo, 311-321. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Min, de Agricultura, Passo Fundo, Rs.

Felipe Morales, C. Meyer, R., Alegre, C., & Vittorelli, C. (1979) Losses of Water and Soil under Different Cultivation Systems in Two Peruvian Locations, Santa Ana (Central Highlands), and San Ramón (Central High Jungle), 1975-1976. En: Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics (ed. by R. Lal & D.J. Greenland) 489-499 John Wiley & sons.

Gischler, C. & Fernández-Jauregui, C. (1984) Low-cost Techniques for Water Conservation and Management in Latin America. Nature and Resources 20 (3), 11-18.

Gutiérrez, H. (1982) Reforestación. En: Perú Forestal. Dirección General Forestal y de Fauna-INFOR, Min. De Agricultura, Lima.

Gentry, A.A. & López - Parodi, J. (1980) Deforestation and Increased Flooding of the Upper Amazon. Sci. 210, 1354-1356.

Guzmán, V., Castro, R., & Meneses, L. (1966) Clasificación de suelos como base para un programa de conservación de suelos en la ceja de selva peruana. En: First Pan-American Soil Conservation Congress, 289-299, Sao Paulo.

Guamán, V., Castro, R., & Meneses (1966a) Problemas de conservación de los suelos en la sierra del Perú. En: First Pan-American Soil Conservation Congress, 931-934, Sao Paulo.

Hamilton, L.S. & King, P.N. (1984) Watersheds and rural development planning. En: The Environmentalist 4 (Suppl. No. 7), 80-86.

Hawtin, G. & Mateo, N. (1987) Farming on High. IDRC Reports 16, 4-5.

Jest, C. (1986) The future of mountain peasantry. Ceres, 19, 37-41.

Kenny-Jordan, C.B. (1985) Rural Development: A New World for Foresters, a Difficult Challenge for Teachers of Forestry. En: 13th Session of the FAO Advisory Committee on Forestry Education, Appendix 16, 170-178, Mexico City.

Kojan E. & Huchinson, J.N. (1978) Mayunmarca Rockslide and Debris Flow, Perú. En: Rockslides and Avalanches, 1 (ed. by B. Voight), 315-316, Elsevier.

Ledesma, A. (1971) Algunas medidas de control de la erosión hídrica adaptables a la zona del Mantaro en el Perú. Tesis Ing. Agrícola, UNA, La Molina, Lima.

Loayza, M. (1982) La Contribución Forestal al Desarrollo Rural del Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002 Doc. de trabajo No. 4, Lima.

López, R., Goytendía, A., Sevilla, J., & González, M. (1986) Evaluación y Proyecciones de los Proyectos de Desarrollo y Manejo de Cuencas en la Zona Alto Andina del Perú (1980-1990). Fundación para el desarrollo Nacional, Lima.

Low, F. (1967) Estimating Potential Erosion due to Rainfall in Peru. En: First American Soil Conservation Congress, 211-219, Sao Paulo.

Low, F. (1967) Estimating Potential Erosion in Developing Countries. J. Soil Water Cons. 22, 147-148.

Malleux, J. (1975) Mapa Forestal del Perú y Memoria Explicativa. Departamento de manejo Forestal, UNA, La Molina, Lima.

Masson L. (1986) Aproximación al eco-desarrollo en San Pedro de Casta. Medio Ambiente 7, 10-11.

Morales-Arnao, B., Garga, V.K., Wright, R.S., & Pérez, J.I. (1984) The Tablachaca Slide No. 5, Perú, and Its Stabilization. En: IV International Symposium on Landslides (Canadian Geotechnical Society), 597-604, Univ. of Toronto Press, Ontario.

Myers, N. (1986) Forestland Farming in Western Amazonia: Stable and Sustainable. For. Ecol. Mang. 15, 81-93.

Nicholaides, III, J.J., Bandy, D.E., Sánchez, P.A., Benites, J.R., Villachica, J.H., Coutu, A.J. & Valverde, C.S. (1985) Agricultural Alternatives for the Amazon Basin. BioSci 35, 279-285.

Padoch, C., Chota-Inuma, J., De Jong, W., and Unruh, J. (1985) Amazonia Agroforestry: A Market-Oriented System in Perú. Agroforestry Systems 3, 47-58.

Paulet, M. (1966) Significado agro-económico de la erosión en el Perú. En: First Pan American Soil Conservation Congress, 503-510, Sao Paulo.

Perú (1983) El Proyecto Manejo de Cuencas, Dirección General de Aguas, Suelos, e Irrigaciones, Min. de Agricultura, Lima

Plafker, G. & Ericksen, G.E. (1978) Nevado Huascarán Avalanches, Perú. En: Rockslides and Avalanches, 1 (ed. By B. Voight), 277-314, Elsevier.

Plafker, G. & Eyzaguirro, V.R. (1979), Rock Avalanche and Wave at Chungar, Peru. En: Rockslides and Avalanches, 2 (ed. by B. Voight), 269-279, El Sevier.

Plamondon, A., Felipe-Morales, C., Cavero, L., Rizo, D., Huarac, J., & Honderman, J. (1985) Programa de Investigación para la Rehabilitación de laderas en la Comunidad de Chaute, Cuenca, Cuenca Río Seco, Lima. UNA, La Molina, Lima.

Posey, D.D. (1983) Indigenous Ecological Knowledge and Development of the Amazon. En: The Dilemma of Amazonian Development. (ed. by E. Moran) 225-257, Westview Press, Boulder.

Posner, J.I. (1982) Cropping Systems and Soil Conservation in the Hill Areas of Tropical América. Turrialba 32, 287-299.

Pichter, D.D., Saplaco, S.R., & Novak, P.F. (1985) Watersheds Management Problems in Humid Tropical Uplands. Nature and Resources 21 (4), 10-21.

Rizo, D. (1985) Estudio comparativo de dos tratamientos de conservación de suelos para plantación forestal en zonas semiáridas. Tesis MSc, UNA, La Molina, Lima.

Romero, M. (1985) Forestry Education in Rural Schools in the Peruvian Highlands. En: 13th Session of the FAO Advisory Committee on Forestry Education, Appendix 7, 42-47, Mexico City.

Ruiz, R.A. (1985) Evaluacion de las influencias del bosque de protección en la conservación de suelo y agua (Oxapampa-Perú). Tesis MSc, UNA, La Molina, Lima.

Salo, J., Kalliona, R., Kakkianan, J., Makiner, Y., Niemela, P., Puhakka, M. & Coley, P.D. (1986) River Dynamics and the Diversity of Amazonan Lowland Forest. Nature 332, 254-258.

Sánchez, P.A., Villachica, J.H. & Bandy, D.E. (1983) Soil Fertility Dynamics after Clearing a Tropical Rainforest in Perú. Soil SCI. Soc. Am. J. 47, 1171 - 1178.

Sheng, T.C. (D 81) The Need for Soil Conservation Structures for Steep Cultivated Slopes in the Humid Tropics. En: Tropical Agricultural Hydrology. (ed. by R. Lal & E. W. Russell) 357-372, John Wiley & Sons Ltda.

Sheng, T.C., (1982) Erosion Problems Associated with Cultivation in Humid Tropical Hilly Regions. En: Soil Erosion and Conservation in the Tropics. ASA Special Publ. No. 43, 27-39, ASA & SSSA, Madison.

Southgate, K.K. & Runge F. (1986) Toward an Economic Model of Deforestation and Social Change in Amazonia. The Science of Total Environment 55, 121-126.

Sundborg, A. & Rapp, A. (1986) Erosion and Sedimentation by Water: Problems and Prospects. Ambio 15, 215-225.

Terborgh, J. (1985) The Role of Ecotones in the Distribution of Andean Birds. Ecology 66, 1237-1246.

Toledo, J.M. Nores, G.A. (1986) Tropical Pasture Technology for Marginal Lands of Tropical America. Outlook on Agric. 15, 2-9.

Treacy, J.M. (1985) Agricultural Terraces in Southern Perú: the Ecology of Water Management. (A proposal for dissertation fieldwork). Dept. of Geography, Univ. of Wisconsin, Madison.

Zerbe, J.I., Withmore, J.L., Wahlgren, H.E., Laudrie, J.F., & Cristophersen, K.A. (1980) Forestry Activities and Deforestation Problems in Developing Countries, USDA, Forest Service, USAID.

# LOS BENEFICIOS FUERA DE LA FINCA DE LA CONSERVACION DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RIO NIZAO, REPUBLICA DOMINICANA

AUTORES: ALBERTO VELOZ,
DR. DOUGLAS SOUTHGATE, y
DR. JOHN LYON
OHIO STATE UNIVERSITY, U.S.A.

## 1.0 INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES

La cuenca del Río Nizao está localizada en la porción sur de la Cordillera Central que se extiende a todo lo largo de la isla de la Hispaniola. El diferencial de elevación a nivel de la presa de Valdesia con relación a la parte más elevada dentro de la Cuenca es de 2,740 metros, y la topografía es completamente irregular en toda su extensión (85,090 hectáreas).

Con la construcción de la presa de Valdesia, y la presa de Tavera en el Yaque Norte, la República Dominicana pudo reducir la participación de las unidades que generan energía eléctrica con derivados de petróleo de más de un 90%, a principio de la década de 1970, a menos de un 80%, para 1981. Actualmente, se ha iniciado la construcción de otro proyecto hidroeléctrico dentro de la Cuenca de Nizao, y obras de toma en el embalse de de Valdesia están en proyecto, para suplir de agua potable la creciente población de la ciudad de Santo Domingo.

Al igual que otras cuencas, la cuenca del Río Nizao estaba cubierta por bosques en gran proporción a principios de los años 50, cuando las operaciones comerciales de aserraderos comenzaron. Campesinos de las tierras más bajas se movilizaron hacia las nuevas carreteras construídas para establecer finca en las laderas donde los árboles habían sido talados. (Hansen, 1981).

Para finales de la década del 70, cuando los inventarios más recientes sobre uso de la tierra fueron terminados, aproximadamente, 35% de la cuenca era pasto natural y 13% estaba bajo cultivos (DGF 1976; CRIES 1980). Para esa fecha, una tasa de envío de sedimentos de 1.4 millones de toneladas métricas había sido ya estimada (DGF 1976).

Con una pluviometría promedio de 1568 mm por año, un 50% del área total con pendientes superiores a un 40% y suelos pobres en materia orgánica, la Cuenca de Nizao es muy susceptible a la erosión (Hartshorn et al. 1981, 57).

En la presa de Valdesia se iniciaron las operaciones en 1974, para 1981 el nivel de sedimentos estaba a unos tres metros de la toma de los generadores (Espinal, 1981), y la tasa de sedimentación estimada en 1.6 x $10^6$ metros cúbicos. Esto significó una pérdida del 57% de la capacidad muerta de almacenamiento de agua, en sólo siete años.

Ante la situación descrita, las autoridades se cuestionaban si fomentando las prácticas de conservación de suelos, cuya efectividad había sido demostrada en el proyecto MAREN-AID-SEA (Manejo de Recursos Naturales Agencia para el Desarrollo Internacional, Secretaría de Estado de Agricultura), podrían reducir el impacto de la erosión en la tasa de sedimentación del embalse de Valdesia, y si los beneficios podrían suplir los recursos para el programa de manejo de suelos en la cuenca.

## 1.2 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo fue ilustrar una metodología para determinar algunos beneficios fuera de la finca de la conservación de suelos (reducción costos de dragado, aumento en la vida útil del embalse). La metodología se aplicó al caso de la cuenca del Río Nizao.

## 1.3 ORGANIZACION DEL TRABAJO

Para la aplicación de la metodología desarrollada es necesario conocer a) efecto de las prácticas de conservación a estudiar sobre las tasas de erosión, b) tasas de envío de sedimentos por sub-cuencas, y c) impacto de la sedimentación en las operaciones de las obras hidráulicas.

En la segunda parte de este trabajo, identificamos técnicas que pueden aplicarse para estimar el impacto de las prácticas de conservación sobre tasas de erosión neta (o sedimentación) desde una región (finca, subcuenca o cuenca). En la tercera parte, se presenta la forma utilizada para valorar los beneficios fuera de la finca del control de la erosión. En la cuarta sección, reportamos los resultados de un estudio preliminar de los beneficios fuera de la finca del control de la erosión en la cuenca del Río Nizao. Finalmente, en la quinta sección, discutimos las implicaciones de este estudio para la política e identificamos temas de investigación. En los apéndices, se encuentra información utilizada para preparar este informe.

# 2.0 TASAS DE SEDIMENTACION Y PRACTICAS DE CONSERVACION METODOLOGICA PARA RELACIONARLAS

## 2.1 SELECCION DE METODOLOGIA

La selección de técnicas para calcular el impacto en tasas de sedimentación del control de erosión en una cuenca depende en la dificultad (el costo) de obtener los datos que se necesitan para utilizar diferentes técnicas. En Veloz y Southgate (1983) y Veloz et al. (1985), se encuentra una descripción breve de una metodología que consiste en dos etapas. Primero, se utiliza la ecuación universal de la pérdida de suelos (USLE--universal soil loss equation) para calcular las reducciones en la erosión realizadas por adoptar algunos métodos de control (Wischmeier). Cuando se tiene que interpretar mapas para obtener los coeficientes de la USLE, esta primera etapa puede ser costosa. Segundo se combinan estos cálculos de erosión con proporciones calculadas de sedimentos transportados (SDR--sediment delivery ratio) para llegar a un cálculo de reducciones en erosión neta desde una región (por ejemplo, una sub-cuenca).

Para evitar la interpretación de mapas, que usualmente es necesario para utilizar la primera metodología, se puede utilizar la primera metodología, se puede utilizar una técnica opcional, que describimos en esta sección. La información que se necesita para la segunda metodología es la siguiente: a) datos experimentales sobre las eficiencias (reducciones porcentuales) de prácticas conservacionistas y b) cálculos de los orígenes de sedimentos (erosión desde tierras agrícolas; erosión desde tierras

forestadas, pastos, y otras tierras, etc.) En la subsección siguiente, discutimos evidencia sobre la eficiencia de dos métodos de conservación. En el Apéndice B, discutimos una técnica para hacer la segunda clase de cálculo. Al fin de esta sección, mostramos como se puede combinar la información para calcular el impacto de la adopción de prácticas de conservación de suelos en tasas de sedimentación.

## 2.2 PRACTICAS DE CONSERVACION Y ENVIO DE SEDIMENTOS

En 1983 y 1984, fueron construídos en la cuenca del Río Ocoa parcelas para medir la pérdida de suelos que se observa sin el uso de prácticas conservacionistas y con diferentes métodos de controlar la erosión: barreras muertas (de piedras), la labranza mínima, zanjas de ladera con barreras vivas, etc. Los resultados del primer año de investigaciones, que son presentados en un informe del Departamento de Tierras y Aguas de la SEA (1985), indican que construir zanjas de ladera y establecer barreras vivas es un método de control muy efectivo. Esta conclusión es consistente con otros estudios de prácticas conservacionistas (Weaver) y tiende a confirmar otros estudios hechos en la República Dominicana que indican que el uso de prácticas sencillas, que no requieren ni muchos insumos capitales ni grandes cambios en el uso de tierra, es rentable para agricultores (Veloz et al). Investigaciones en otros países latinoamericanos lo mismo (Dregne y Meyer).

Si es válida esta conclusión, el mayor costo de fomentar el control de la erosión podría ser gastos en programas de extensión, en vez de subsidios dados a los agricultores para utilizar métodos de conservación que no son rentables para ellos.

Estudios conducidos con las parcelas, indican que el uso de la labranza mínima reduce la erosión en más de 95 por ciento. Pero se necesita aplicar bastantes insumos químicos, que son costosos en el país, para conseguir el aumento de cosechas asociado con este sistema; razón por lo cual los agricultores de la cuenca del Río Oca prefieren construir zanjas de ladera y establecer barreras vivas. Esta práctica resulta en reducciones de más de 70 por ciento. En nuestro análisis de los beneficios del control de la erosión en la cuenca del Río Nizao, suponemos que la práctica de conservación es la mezcla de zanjas y barreras vivas, cuya eficiencia de la cual es 70 por ciento (véase la cuarta sección).

Para calcular el impacto de un cambio en tasas de erosión desde tierras agrícolas en las cargas de sedimentos, se puede utilizar cálculos de las proporciones de sedimentos transportados --SDR's (Veloz y Southgate). Alternativamente, se puede utilizar datos sobre la hidrología y el uso de tierras en diferentes subcuencas o microcuencas para hacer un análisis estadístico de la relación entre tasas de erosión neta y el uso de tierras para que pueda identificar las consecuencias de variar estas tasas (vea el Apéndice B).

Refiriéndose a los parámetros de la USLE (Veloz et al; Veloz y Southgate) o a resultados experimentales (Depto. de Tierras y Aguas), se puede calcular el impacto de utilizar una práctica conservacionista (por ejemplo, la labranza mínima o la instalación de zanjas de laderas y barreras vivas) en tasas de erosión. Para indicar cómo este impacto resulta en reducciones en cargas de sedimentos, se puede utilizar cálculos de SDR's o las coeficientes de modelos estadísticos de la erosión neta (Apéndice B).

## 3.0 LOS BENEFICIOS FUERA DE LA FINCA DE LA CONSERVACION DE SUELOS

### 3.1 IDENTIFICACION DE BENEFICIOS

La mayor parte de los beneficios del uso apropiado de las tierras de laderas escapan de las perspectivas privadas del agricultor. Otros usuarios de los recursos (agricultores que cultivan bajo riego en la parte baja de la cuenca y los usuarios de la energía eléctrica) serían los beneficiados con la reducción de la sedimentación del embalse.

Por otra parte, la sedimentación aumenta los daños asociados con inundaciones: a) al elevar el fondo de los ríos se aumenta la frecuencia de inundaciones así como la frecuencia en el cambio del curso de los ríos, y b) al perder los niveles de suelo arables, los suelos pierden capacidad de retener agua durante las lluvias, lo cual resulta en inundaciones más severas. Los nutrientes orgánicos contenidos en suelos suspendidos promueven el crecimiento no deseado de plantas en los cursos de las aguas en ríos y embalses.

En lo que se refiere a la operación del embalse de una presa de múltiples propósitos, cuando los sedimentos van al volumen de almacenamiento muerto (porción del embalse bajo la altura de carga mínima de una presa hidroeléctrica o del túnel por el cual van las aguas al sistema de regadío), los efectos negativos son reducidos. Pero si se depositan sedimentos en el volumen de almacenamiento activo (la parte sobre el volumen muerto) o si los sedimentos entran o del túnel de acceso a los generadores o sistema de distribución para riego, los daños asociados pueden ser considerables.

Para evitar el taponamiento de la toma de los generadores de la presa de Valdesia, la Corporación Dominicana de Electricidad estudia el dragado del embalse. Reducir costos de dragado y/o extender la capacidad de generación de energía del embalse constituyen beneficios externos de la conservación de suelos.

### 3.2 LOS COSTOS ASOCIADOS CON LA PERDID DEL VOLUMEN UTIL

Para entender por qué la pérdida del volumen útil es costosa, sólo hay que considerar el propósito fundamental de cualquier embalse. Al hacer una presa, se almacenan aguas durante épocas de flujo alto o demanda baja hasta épocas de flujo bajo o demanda alta. Cuando se llena el volumen útil de un embalse con piedras, suelos, y otros materiales, se pierde un volumen aprovechable en épocas de flujo alto, razón por la cual no hay tanta disponibilidad durante las épocas de flujo bajo.

Los costos de la reducción en aguas almacenadas dependen de los usos que se les dé a éstas. Generalmente, primero se reducen los usos de bajo valor y luego los usos de alto valor. Por eso, el costo asociado con una reducción incremental en el volumen útil cuando la mayor parte del volumen original todavía existe, no debe ser muy alto. Al contrario, después de la pérdida de una gran parte del volumen original, reducciones adicionales obligan a la entidad que maneja el embalse a reducir

usos valiosos de las aguas del mismo. En tal punto, un incremento en la pérdida puede ser bien costoso.

En el Apéndice C se presenta un modelo que puede utilizarse para calcular los costos de la pérdida del volumen útil.

## 3.3 COSTOS DE RECUPERAR UNA OBRA HIDRAULICA

Además de reducir la utilidad de un proyecto hidráulico durante la vida útil del mismo, la sedimentación puede reducir la misma vida útil.

La amenaza principal es la siguiente: una acumulación de sedimentos cerca de una presa puede tapar a la toma hidroeléctrica o a otros túneles de la presa. Si éstos deterioran los equipos de la casa de máquinas o el sistema de riego al cual fluyen las aguas del embalse, probablemente no será económico recuperar la presa después de un bloqueo.

Pero si la obra hidráulica no es vieja, puede ser económico tomar acciones (por ejemplo, hacer el dragado) para evitar entaponamiento por sedimentos. En este caso, la ventaja de reducir la erosión desde la cuenca hidrográfica es que, al hacerlo, se puede evitar gastos en la recuperación o la protección de la obra. Este ahorro es muy considerable; los costos del dragado, el método de recuperación más utilizado, es entre US$2 y US$3 por metro cúbico (según estudios hechos en 1985 por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación).

Para modelar la relación entre los costos del dragado y un cambio en la carga de sedimentos (dQ) realizado en cada año de la vida útil (T años) del proyecto, se necesita información sobre los costos de dragar y sobre el objetivo del programa de dragado. Generalmente, el objetivo es evitar una acumulación de sedimentos cerca de la presa (zona del alcance del dragado). En muchos embalses latinoamericanos, incluyendo los dominicanos, las condiciones son ideales para el transporte de sedimentos al fondo: los embalses no son anchos, las pendientes de los fondos son elevadas, y las aguas relativamente frías con concentraciones altas de sedimentos que entran el embalse, y pasan bajo las aguas superficiales del mismo hacia la presa. Por el fenómeno del transporte de fondo, el volumen de sedimentos removidos mediante el dragado puede igualarse a la tasa de sedimentación en el embalse.

Entendiendo esto, podemos identificar el valor presente de reducciones en gastos de dragar asociado con dQ:

$$VP_d = (c)\,(z)\,(dQ) \sum_{t=1}^{T} (1 + r),^{-t} \qquad (3.3.1)$$

donde c es el costo por metro cúbico de dragar y z es la proporción entre un cambio en la tasa de sedimentación en la zona del dragado y un cambio en la tasa de sedimentación para el embalse, en total. Consistente con lo que ya hemos mencionado, la diferencia entre 1 y z no es muy grande para muchos embalses en la República Dominicana o en otros paises vecinos.

## 4.0 LOS COSTOS Y BENEFICIOS DE REDUCIR LA EROSION EN LA CUENCA DEL RIO NIZAO

### 4.1 INTRODUCCION

En esta sección, ilustramos las metodologías analíticas que hemos discutido en las dos secciones anteriores. Calculamos uno de los beneficios fuera de la finca de conservar suelos en la cuenca del Río Nizao. Este trabajo es similar a una investigación hecha por el Econ. Alberto Veloz, un resumen de la cual se encuentra en Veloz et al. (1985) o en Veloz y Southgate (1985).

En dos aspectos, el estudio hecho para este informe es diferente de la investigación de Veloz. Primero, en lugar de utilizar los coeficientes de la USLE para calcular la eficacia de prácticas conservacionistas, utilizamos datos experimentales sobre la eficacia. Segundo, utilizamos datos sobre costos del dragado para hacer un modelo de beneficios fuera de la finca del control de la erosión.

La subsección 4.2 tiene una descripción de proyectos opcionales para fomentar la conservación. En la tercera subsección, se encuentra un análisis del impacto en el costo de dragar el embalse Valdesia de implementarse cualquiera de estos proyectos. En la subsección 4.3, indicamos otros beneficios fuera de la finca del control de la erosión.

### 4.2 OPCIONES EN EL MANEJO DE LA CUENCA DEL RIO NIZAO

Un elemento central de muchos proyectos de manejo de cuencas hidrográficas es la forestación. Pero sembrar y proteger árboles puede ser muy costoso. Además de los costos de operar viveros, coordinar y pagar los equipos que trabajan en la forestación, etc., tiene que pensarse en el costo de convertir tierras agrícolas a pastos en bosques. Para el agricultor que vive en la cuenca, este costo puede ser alto. Por eso, la entidad que tiene responsabiliad para la forestación tendría problemas para proteger bosques nuevos.

Reconociendo esto y reconociendo que se pueden reducir tasas de erosión sin hacer la forestación, no consideramos la forestación en nuestro análisis. Las opciones que investigamos son las siguientes:

- Establecer zanjas de ladera y barreras vivas en tierras agrícolas con pendientes de 50 por ciento o menos. Esta práctica resulta en una reducción de 70 por ciento en tasas de erosión en una finca.

- La renovación de pastos con pendientes de 50 por ciento o menos, la cual resulta en reducciones de 90 por ciento en tasas de erosión.

Suponemos que estas tasas son rentables en sentido privado. El costo de opción A sería solamente gastos en extensión, los cuales no hemos tratado de calcular. Aunque la renovación de pastos es beneficiosa para el usuario de los mismos; sólo tomamos en cuenta el costo de opción B: RD$300/ha (RD$20/tarea).

La Tabla 4.1 resume el uso de la tierra y cargas de sedimentos en las seis sub-cuencas sobre la presa de Valdesia. El supuesto que utilizamos para llegar a los cálculos en las últimas dos columnas de la tabla es que tasas de erosión en tierras agricolas y en pastos naturales igualan las tasas de erosión en otras partes de la cuenca. Generalmente, este es un supuesto muy conservador. Indicado en la Tabla 4.2 está el impacto en cargas de sedimentos de implementarse la opción "A" (prácticas conservacionistas en tierras agrícolas), opción "B" (renovación de pastos), y las dos opciones (A y B). También, reportados en la misma tabla, están los costos de renovar pastos en las diferentes sub-cuencas.

Notamos que la implementación de las opciones A y B, la cual costaría RD$866,600 para la renovación de pastos y gastos (no calculados) en extensión, resultaría en una reducción del 50 por ciento en la carga de sedimentos. Indicamos también que fomentar la conservación de suelos en la sub-cuenca más problemática, la del Río Nizao, podría ser útil para el gobierno. Al establecer zanjas de laderas y barreras vivas en tierras agrícolas y renovar pastos sólo en esa sub-cuenca, lograría una reducción de 33 por ciento en la carga de sedimentos en el embalse Valdesia.

TABLA 4.1

USO DE TIERRA Y TASAS DE EROSION, CUENCA DEL RIO NIZAO (SIN PRACTICAS DE CONSERVACION)

| | | Porción en: | | | Erosión Neta desde: | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sub-Cuenca | Area | Tierras Agrícolas‡ | Pastos‡ | Erosión Neta | Tierras Agrícolas‡ | Pastos‡ |
| 1. Río Malo | 828 ha | .215 | .213 | $202x10^3$ mt. | $44x10^3$mt | $43x10^3$ mt. |
| 2. Río Nizao | 1,496 | .358 | .309 | 595 | 213 | 184 |
| 3. Río Banilejo | 589 | .562 | .356 | 30 | 17 | 11 |
| 4. Río Mahoma | 1,030 | .159 | .782 | 31 | 5 | 24 |
| 5. Río Mahomita | 173 | .665 | .245 | 17 | 12 | 4 |
| 6. Arroyo Jiguey | 451 | .256 | .589 | 45 | 12 | 27 |
| TOTAL | 7,567 ha | | | $920X10^3$ mt. | $303x10^3$ mt | $293x10^3$ mt |

‡con pendiente de 50 por ciento o menos.

Fuente: Veloz et al.

TABLA 4.2

CONSERVACION DE SUELOS Y CARGAS DE SEDIMENTOS

| | Sub-Cuenca | Carga sin Conservación | Reducciones Asociadas con Implementación de: Opción A | Opción B | Opción A y B | Costo de Renovar Pastos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Río Malo | $202x10^3$ mt | $30x10^3$ mt | $39x10^3$ mt | $69x10^3$ | RD$ 52,900 |
| 2. | Río Nizao | 595 | 149 | 165 | 314 | 416,800 |
| 3. | Río Baniiejo | 30 | 12 | 10 | 22 | 62,900 |
| 4. | Río Mahoma | 31 | 3 | 22 | 25 | 241,600 |
| 5. | Río Mahomita | 17 | 8 | 4 | 12 | 12,700 |
| 6. | Arroyo Jiguey | 45 | 8 | 24 | 32 | 79,700 |
| | Total | $920x10^3$ mt | $210x10^3$ mt | $264x10^3$ mt | $474x10^3$ mt | RD $ 866,600 |

Fuente: Datos Originales

## 5.0 LA RELACION ENTRE COSTOS DE DRAGAR EL EMBALSE VALDESIA Y TASAS DE SEDIMENTACION

En la mayor parte de los embalses norteamericanos, los sedimentos tienden a depositarlos en un delta en la cola del embalse. El mayor problema con un delta de sedimentos es la pérdida del volumen útil, cuyos costos hemos discutido en la subsección 3.2

En el embalse del proyecto Valdesia, se encuentra un delta. Según estudios bitamétricos hechos por la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), la parte anterior del delta avanzó 500 metros en dos años, entre 1979 y 1981 (Espinal). Aunque no hay datos para demostrar bien el impacto, este aumento en la delta probablemente disminuyó la producción hidroeléctrica en el sitio y descargas de aguas de riego durante esa época.

Aunque son serias las consecuencias de la formación de un delta en el embalse Valdesia, hay otro aspecto del problema de sedimentación en el sitio que es de mayor preocupación. En el embalse, las condiciones son ideales para el transporte rápido de sedimentos. El embalse es delgado y la pendiente del fondo es aproximadamente 4

por ciento. Por estas razones, los sedimentos han tendido a acumularse cerca de la base de la presa, amenazando la vida útil del proyecto. El desague de fondo ha sido tapado por más de cinco años y el nivel de sedimentos junto a la presa es casi igual a la elevación de la toma de hidroeléctrica.

Dada esta situación, la acumulación de sedimentos adicionales junto a la presa podría interferir con operaciones en la presa. Reconociendo esto, CDE ha hecho un convenio con una empresa italiana para realizar dragado en el embalse. Según planes corrientes, 800 X $10^3$ $m^3$ (1120 X $10^3$ mt) de sedimentos serán removidos durante los primeros dos años de operaciones. La zona del alcance del dragado será hasta 500 m de la presa. Durante los primeros dos años, los costos aproximados serán los siguientes:

- RD$9 millones para equipos de capital (con una vida contable de 10 años).
- RD$2 millones para hacer un orificio en la presa por el cual serán canalizados los sedimentos, y
- RD$5 millones para operaciones y mantenimiento (incluyendo asistencia técnica).

Evidentemente, un beneficio del control de la erosión hace unos años hubiese sido evitar estos costos. Hoy día, un beneficio importante de la conservación de suelos sería reducir el volumen de sedimentos removidos. Para calcular este beneficio, utilizamos los datos sobre costos ya presentados para calcular el costo por metro cúbico de remover sedimentos:

- Suponiendo que la vida contable de los equipos de capital depende del volumen removido y, suponiendo que no hay diferencia entre el volumen removido por año durante los dos años iniciales y los próximos ocho años los costos de depreciación son RD$2.25/$m^3$ (=RD$900.000/año ÷ 400.000 $m^3$/año).
- Con una tasa de descuento de 5 por ciento (post-inflación), los costos de interés son RD$1.13/$m^3$ (=RD$450.000/año ÷ 400.000 $m^3$/año).
- Suponiendo que un poco más de la mitad de los costos de operaciones y mantenimiento durante los dos años iniciales son gastos en asistencia técnica, los costos de operaciones y mantenimiento son RD$3.00/$m^3$ (=RD$2.400/año ÷ 800.000 $m^3$/año).

Utilizando los supuestos mencionados, se obtiene un cálculo conservador del costo de dragar sedimentos en el embalse Valdesia: RD$6.38/$m^3$ (RD$4.56/mt). Este cálculo es entre el rango de costos de dragar en otros sitios en latinoamérica: U$2.00 a US$3.00/$m^3$. Con una tasa de operaciones más alta, o si se incluyese gastos en hacer el orificio, los costos de dragar sedimentos en el embalse Valdesia podrían ser mucho más altos.

Porque estudios batimétricos prueben que los sedimentos son transportados rápidamente hacia la base de la presa, decimos que una reducción en la carga de sedimentos resulta en una reducción igual en el volumen de sedimentos removidos. Por eso, una reducción en tasas de erosión en la cuenca que resulte de un cambio es un metro cúbico en la carga de sedimientos reduce los gastos de dragado en RD$6.38.

Refiriéndose a esta relación, calculamos el impacto de implantar varias opciones conservacionistas en diferentes partes de la cuenca en costos anuales del dragado en el embalse del Río Nizao (Ver Tabla 4.3). El valor presente de mantener estas reducciones en tasas de erosión (y las reducciones en costos del dragado) por 20 años se encuentra en Tabla 4.4. Este valor presente es calculado usando la ecuación (3.3.1), en subsección 3.3. Si los costos de extender información sobre prácticas conservacionistas a agricultores en las sub-cuencas principales no son altos, los beneficios netos de la conservación (beneficios fuera de la finca más beneficios en la finca menos costos en la finca, costos de extensión, y costos de renovar pastos) pueden ser considerables. Al comparar los beneficios fuera de la finca de instalar zanjas de ladera y barreras vivas en tierras agrícolas y renovar pastos (última columna de Tabla 4.4) con los costos de renovar pastos (última columna de Tabla 4.2) deducimos que los costos de extensión tendrían que ser altísimos para que los beneficios netos de la conservación de suelos en la cuenca del Río Nizao no fuesen positivos.

TABLA 4.3

CONSERVACION DE SUELOS Y REDUCCIONES EN GASTOS ANUALES EN EL DRAGADO

| | | Reducciones en Gastos Anuales | | |
|---|---|---|---|---|
| Sub-Cuenca | Estrategia: | Opción A | Opción B | Opciones A y B |
| 1. Río Malo | | RD$136X10$^3$ | RD$179X10$^3$ | RD$ 314X10$^3$ |
| 2. Río Nizao | | 679 | 750 | 1429 |
| 3. Río Banilejo | | 57 | 43 | 100 |
| 4. Río Mahoma | | 14 | 100 | 114 |
| 5. Río Mahomita | | 36 | 21 | 57 |
| 6. Arroyo Jiguey | | 36 | 107 | 143 |
| TOTAL | | RD$957X10$^3$ | RD$1200X10$^3$ | RD$2157X10$^3$ |

Fuente: Datos originales.

TABLA 4.4

VALOR PRESENTE* DE REDUCCIONES EN COSTOS DEL DRAGADO ASOCIADO CON EL BUEN MANEJO DE LA CUENCA DE RIO NIZAO

| Sub-Cuenca | Estrategia: Opción A | Opción B | Opciones A y B |
|---|---|---|---|
| 1. Río Malo | RD$ 1,693 x $10^3$ | RD$ 2,229 x $10^3$ | RD$ 3,921 x $10^3$ |
| 2. Río Nizao | 8,457 | 9,350 | 17,807 |
| 3. Río Banilejo | 714 | 536 | 1,250 |
| 4. Río Mahoma | 179 | 1,243 | 1,421 |
| 5. Río Mahomita | 450 | 264 | 714 |
| 6. Arroyo Jiguey | 450 | 1,336 | 1,786 |
| TOTAL | RD$11,943 x $10^3$ | RD$14,957 x $10^3$ | RD$26,900 x $10^3$ |

*Suposiciones: horizonte de planificación es 20 años y la tasa real (post-inflación) del descuento es 5 por ciento.

Fuente: datos originales.

## 6.0 OTROS BENEFICIOS FUERA DE LA FINCA DE LA CONSERVACION DE SUELOS

Hemos calculado sólo uno de los beneficios fuera de la finca del buen manejo de cuencas hidrográficas: reducciones en gastos en el dragado. Los datos disponibles no permiten la cuantificación de la pérdida de producción hidroeléctrica o de descargas de aguas de riego asociado con la reducción en el volumen útil del embalse del proyecto Valdesia. Los costos adicionales con esta pérdida ser altos.

También, para calcular todos los beneficios fuera de la finca de la conservación de suelos, tiene que considerarse el impacto del mal manejo de cuencas en la frecuencia y las severidades de inundaciones. Aunque tal vez haya datos sobre el daño asociado con inundaciones en el país, no pudimos incluir cálculos de la relación entre este daño y el manejo de recursos en las cordilleras dominicanas.

En el caso analizado, si la opción de dragado no se realiza, podría preguntarse cuáles serían los beneficios de reducir la sedimentación y prevenir que la toma de los generadores se llene de sedimentos. Para ello habría que determinar el tiempo que tomaría para que el nivel de sedimentos alcanzara dicha parte de la presa sin reducción en la tasa de sedimentación y con reducción de ésta. Para la presa de Valdesia una reducción de la tasa de sedimentación de un 80% aumentaría la vida útil de ésta de 19 a 25 años. En términos de energía, esto implicaría mantener una producción promedio de 118.8 X $10^3$ negativos horas por año (CDE, 1983).

Si la República Dominicana perdiese esa producción de energía tendría que suplirla con unidades que utilizan derivados de petróleo. Un total de 232, 941 barriles de petroleo tendrían que ser importados (US$4.19 millones por año).

## 7.0 CONCLUSIONES

### 7.1 RESUMEN

Un logro importante del Proyecto de Manejo de Recursos Naturales (MARENA) es la identificación de prácticas conservacionistas que son efectivas en reducir la erosión y que son rentables para agricultores y otros usuarios de tierra en cuencas hidrográficas. En este informe, hemos considerado la pregunta, cuál sería el beneficio de extender información sobre estas prácticas a otras partes del país, donde los costos asociados con la sedimentación son altos?

En la segunda sección y el Apéndice B de este informe, presentamos comentarios sobre el cálculo de los impactos de la adopción de prácticas conservacionistas en tasas de erosión y cargas de sedimentos. Como hemos indicado, investigaciones realizadas con el apoyo financiero del Proyecto MARENA constituyen una base para identificar la eficiencia de estas prácticas. En la tercera sección y el Apéndice C, indicamos en términos generales como se puede calcular una parte importante de los beneficios fuera de la finca de la conservación de suelos: los beneficios de tratar con problemas de sedimentación en embalses.

Para ilustrar estas metodologías y para indicar parte de los beneficios fuera de la finca del buen manejo de cuencas hidrográficas, hicimos un estudio sencillo de las consecuencias de controlar erosión en la parte de arriba del embalse, Valdesia. En general, los resultados de este estudio indican que se puede conseguir reducciones grandes en cargas de sedimentos sólo con la implantación de prácticas conservacionistas en tierras agrícolas y la renovación de pastos. Nuestros resultados indican que, si los costos de extensión no son sumamente altos, los beneficios fuera de la finca del control de la erosión deben ser mucho más de los costos de un proyecto de manejo de cuencas. Para reducir estos costos, se pueden concentrar las actividades del proyecto en sub-cuencas "críticas", que son las responsables en gran parte a la carga de sedimentos en el embalse.

## 7.2 IMPLICACIONES PARA LA POLITICA

Al ser tan serios los problemas de sedimentación en la República Dominicana, es importante iniciar proyectos de conservación de suelos en otras partes del país. Lecciones obtenidas por el Proyecto MARENA--información sobre prácticas conservacionistas, experiencia con programas de extensión, etc. deben ser utilizadas en cuencas críticas. Al no hacerlo, los beneficios esperados de obras hidráulicas ya existentes que están debajo de cuencas deterioradas podrían ser pérdidas. De la misma manera, los beneficios de proyectos en la fase de planificación podrían ser reducidos.

Es ideal empezar proyectos de manejo de cuenca antes de la construcción de una obra. Desgraciadamente, en la República Dominicana los problemas de erosión y sedimentación son muy avanzados. Evidentemente, una tarea importante para el gobierno dominicano y toda la sociedad dominicana es escoger cuencas en que deben realizarse proyectos de manejo de cuenca lo más pronto posible.

## 7.3 INVESTIGACIONES

La investigación es importante para el diseño de una estrategia integral y de largo plazo para el manejo de recursos naturales en la República Dominicana. Entre los temas importantes que deben ser estudiados están los siguientes:

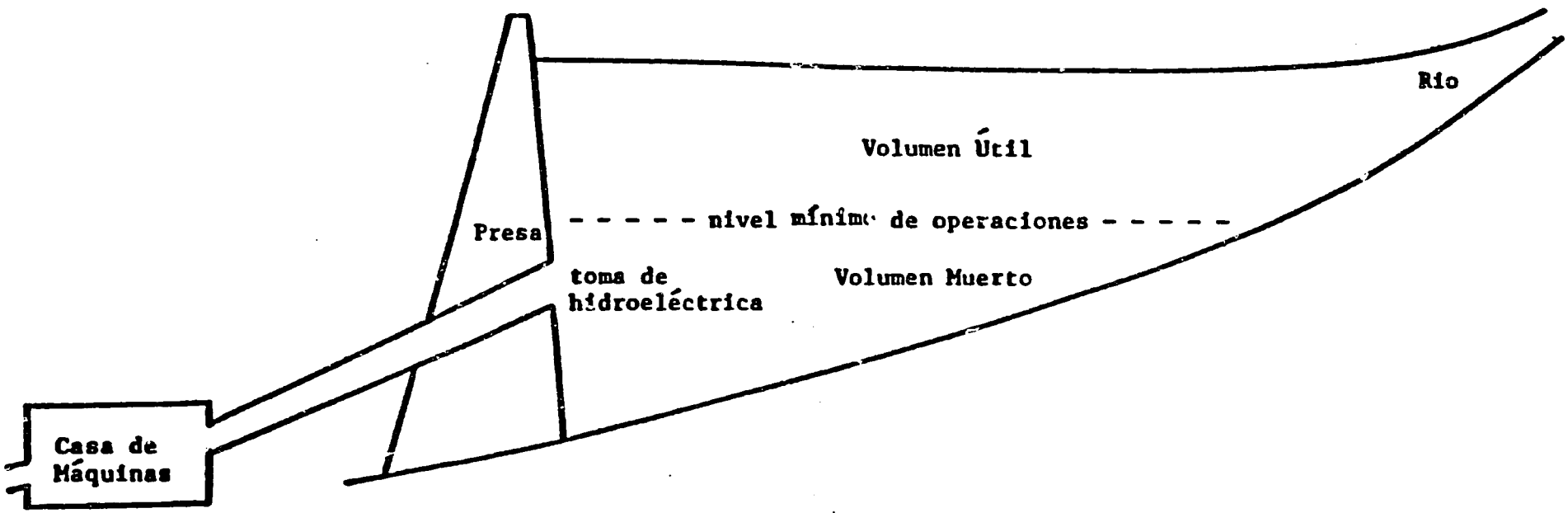
- Más investigación de prácticas conservacionistas para desarrollar proyectos de conservación que resultan en reducciones elevadas en tasas de erosión y que sean aceptables para los agricultores.

- Un estudio detallado de los sistemas de extender información sobre prácticas conservacionistas.

- Más análisis del transporte de sedimentos en cuencas y embalses para identificar áreas en las cuales se deben concentrar proyectos de conservación.

- Mejores estudios de los costos asociados con la sedimentación (incluyendo otras categoría de costos -- por ejemplo, inundaciones e impactos adversos en proyectos de riego) para calcular mejor los beneficios de la conservación.

Gráfico 3.1: Perfil de un Proyecto Hidroeléctrico



## BIBLIOGRAFIA

CDE, División de Desarrollo Hidroeléctrico, "Bases para el Análisis de los Beneficios del Dragado del Embalse de Valdesia", Santo Domingo, R.D., 1983.

Departamento de Tierras y Aguas, "Informe Preliminar del Ensayo Parcelario Instalado en el Naranjal Abajo de San José de Ocoa", SURENA-SEA, Santo Domingo, R.D., 1985.

Dregne, H. y R. Meyer, "Soil Conservation Proves a Profitable Practice", Horizons, 4:1 (Winter, 1985), 28-30.

Espinal, M., "Informe Final sobre los Levantamientos Batimétricos del Embalse de Valdesia", CDE, Santo Domingo, R.D.,1981.

Hansen, David O. 1981. "A Social Analysis of the Natural Resource Management Project-Ocoa River Watershed', USAID, Santo Domingo, R.D.

Hartshorn, Gary, et al., 1981. The Dominican Republic, Country Environmental Profile, A Field Study. USAID, Washington, D.C.

Kemph, G. y J. Núnez, "La Erosividad de los Suelos en la República Dominicana", SEA-SIEDRA, Santo Domingo, R.D., 1978.

Veloz, A., y D. Southgate, "La Economía del Control de la Erosión en una Cuenca Tropical", Primera Conferencia Nacional Sobre Conservación de Suelos y Agua, Santo Domingo, R.D., 1985.

Veloz, A., y D. Southgate, F. Hitzhusen, y R. Macgregor, "The Economics of Erosion Control in a Subtropical Watershed: A Dominican Case", Land Economics, 61:2 (May, 1985) 145-155.

Weaver, P., "Agri-Silviculture in Tropical América", Unasylva, 31 (1979) 2-12.

Wischmeier, W., "Use and Misuse of the Universal Soil Loss Equation", Journal of Soil and Water Conservation, 31 (1976) 5-9.

# APENDICE A

## PERSONAS CONTACTADAS

| Persona | Afiliación |
|---|---|
| Marion Ford | USAID |
| Earl Jones | USAID (asesor) |
| Gary Kemph | USAID |
| Deborah Maxwell | USAID |
| Máximo Aquino | SEA (MARENA) |
| Horario Arrendondo | SEA (MARENA) |
| Marco Peña | SEA (SURENA) |
| Miguel Espinel | CDE |
| Eldon García | CDE |
| Rafael Pérez | CDE |
| Andrés Pérez | INDHRI |

# APENDICE B

## COMENTARIOS SOBRE CALCULAR CARGAS DE SEDIMENTOS UNA METODOLOGIA SENCILLA

Un modelo estadístico de la hidrología de una cuenca o sub-cuenca podría ser el siguiente:

$S = c + (r_a)(A) + (r_p)(P)\ P + (r_b)(B)$, (2.3.1) donde:

S = erosión neta por hectárea,

A = la proporción, área de tierras agrícolas en la sub-cuenca dividida por área total de la misma,

P = la proporción, área de pastos en la sub-cuenca dividida por área total de la misma y

B = la proporción, área de bosques en la sub-cuenca dividida por área total de la misma.

En análisis estadístico provee cálculos de las tasas de erosión neta desde diferentes tipos de tierra (los coeficientes $r_a$, $r_p$, y $r_r$) así como un cálculo de la carga "natural" de sedimentos (c--la que se observaría sin interferencia humana).

Con este modelo, se podría calcular los impactos de variar las tasas de erosión (los parámetros, r). Desgraciadamente, no hay datos para aplicar ni este modelo sencillo ni otros modelos más sofisticados.

## APENDICE C

## CALCULAR LOS COSTOS ASOCIADOS CON LA PERDIDA DEL VOLUMEN UTIL

Comencemos esta presentación de un modelo de los costos de la pérdida del volumen útil con unas definiciones:

$Q_t$ = los sedimentos que se depositan en el embalse durante el año, t (una otra parte de la carga de sedimentos es suspendida y pasa fuera del embalse), y

$a_t$ = la porción de $Q_t$ que se deposita en el volumen útil.

Las variaciones en el parámetro, a (una fracción positiva de 1), dependen en el manejo del embalse, el transporte de sedimentos del fondo, y otros factores.

Genealmente, hay una relación, f, entre los usos en año t del embalse (por ejemplo, la producción energética, descargas para el riego, etc., $U_t$, y el volumen útil en el mismo año, $V_t$:

$$U_t = f(V_t) \qquad (C.1)$$

Típicamente, esta relación es directamente creciente (la primera derivada parcial, f', es positiva) porque, por ejemplo, no se puede mantener el nivel mínimo de operaciones en la presa por tantos días al año cuando se llena el volumen útil con materiales sólidos.

Se puede definir fácilmente el volumen útil en cualquier año, t*:

$$V_{t*} = \text{máximo de} \left\{ \begin{array}{c} V_o - \sum_{t=1}^{t*} a_t Q_t \\ 0 \end{array} \right\} \qquad (C.2)$$

Porque suponemos que la sumatoria, aQ, nunca es más de $V_o$ durante el horizonte de planificación del análisis, enmendamos la definición:

$$V_{t*} = V_o - \sum_{t=1}^{t*} a_t Q_t \qquad (C.3)$$

Usando la función que relaciona $U_t$ a $V_t$ (ecuación C.1) y la definición de $V_t$ (ecuación C.3) determinamos el impacto en los usos obtenidos del embalse (dU) de un cambio incremental en la carga de sedimentos (dQ) en el mismo año así:

$$dU_t = - (f') (a_t) (dQ_t) \qquad (C.4)$$

Suponiendo que f' es constante y que $a_t$ no varía en relación a tiempo (por varias razones, estas son suposiciones conservatorias), se puede decir que un incremento en la carta de sedimentos en un año tiene el mismo impacto en los usos del embalse durante años posteriores. Por extensión, se puede identificar todo el impacto en los usos del embalse de un cambio en la carga de sedimentos (dQ) realizado en cada año de la vida útil (T años) de la obra hidráulica:

$$\begin{matrix} dU_1 - (1)\ (f')\ (a)\ (dQ) \\ \vdots \\ dU_T - (T)\ (f')\ (a)\ (dQ) \end{matrix} = \begin{matrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{matrix}$$

$$= - (f')\ (a)\ (dQ) \sum_{t=1}^{T} t. \qquad (C.5)$$

El valor presente de este impacto ($VP_u$) depende en los valores asociados con los usos perdidos por la sedimentación en diferentes años ($P_t$) y en la tasa del descuento (r):

$$VP_u = \begin{matrix} (P_1)\ (1)\ (f')\ (a)\ (d_q)\ (1+r) \\ \vdots \\ (P_t)\ (T)\ (f')\ (a)\ (dQ)\ (1+r)^T \end{matrix}$$

$$= (f')\ (a)\ (dQ) \sum_{t=1}^{T} P_t\ t\ (1+r)\ -t \qquad (C.6)$$

# APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA DE LOS SENSORES REMOTOS A LOS PROGRAMAS DE TIERRAS FRAGILES: EJEMPLOS RECIENTES Y POSIBILIDADES

AUTORES: WILLIAM G. BROONER
y
JAMES M. DURANA

## 1.0 INTRODUCCION

Durante la década pasada, diversas instituciones de América Latina y El Caribe han aplicado tecnologías de sensores remotos y de sistemas de información geográfica (SIG) para comprender, desarrollar y manejar mejor sus recursos naturales y culturales. Este proceso ha incluído el determinar las áreas frágiles, tanto en ambientes de altura, como de tierras bajas, y comprenderlas. Durante la década de 1980, los programas avanzaron más allá de las etapas preliminares de la capacitación en la tecnología y sus aplicaciones, y del desarrollo institucional, hasta un nivel de análisis actual de los recursos y del ambiente, y de los programas de manejo. Más importante aún es el hecho de que estas tecnologías de cartografía y análisis han logrado la aceptación de numerosos "usuarios", tanto en la planificación regional como en los niveles de toma de decisiones en el manejo de recursos.

Los siguientes ejemplos demuestran cómo la tecnología de los sensores remotos ha aumentado, dentro de la América Latina y El Caribe, la preocupación de que el ambiente se está degradando debido a estrategias de desarrollo equivocadas y al uso inadecuado de la tierra. La degradación ambiental es a menudo exacerbada por la presión de la población y el acceso desigual a la tierra y a las oportunidades económicas. Los ejemplos de proyectos seleccionados muestran que una combinación de la información existente, técnicas eficaces de estudio en el campo, sistemas de sensores remotos, tecnicas de procesamiento y análisis por científicos e ingenieros calificados, están proporcionando información que es esencial para la planificación y el seguimiento sólidos del desarrollo de los recursos.

## 2.0 COMO SEGUIR EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA

La técnica de los sensores remotos nos ofrece una herramienta para comprender las relaciones existentes entre la acción humana y los procesos naturales. Sólo recientemente, este impacto humano ha llegado a ser un punto total en el estudio de los datos de los satélites. Las interacciones humanas resultantes, han sido, con frecuencia perjudiciales para el ambiente, sea por la alteración, sea por la interferencia en los procesos normales. La influencia humana en los procesos climáticos, topográficos o biológicos se está reconociendo debido a sus efectos acumulativos. Muchos de estos aspectos han ocurrido por acción directa, es decir, que el intercambio entre el ambiente y el desarrollo se ha visto como ventajoso para el instigador. Sin embargo, muchos de los efectos más dañinos no son intencionales y resultan de acciones emprendidas, ignorando la interrelación de los procesos naturales. Muy a menudo, los impactos no han sido considerados por aquellos que originaron las acciones. La relación causal entre acción e impacto no ha sido reconocida o no ha sido comprendida. Por sus características multi-temporales y sinópticas, los sensores remotos proporcionan un instrumento oportuno y eficiente con relación al costo, para identificar, analizar y controlar estas relaciones e impactos.

El crecimiento de la población, la colonización y la necesidad posterior de un desarrollo agrícola, son tal vez las actividades que tienen los impactos más fácilmente reconocidos. La colonización y la expansión agrícola en los bosques montanos y en los de las tierras bajas tropicales, tienen connotaciones positivas y negativas. Para algunos, el resultado es un desarrollo económico, por medio de la expansión de la producción de alimentos y fibra. Para la mayoría, da como resultado un daño a largo plazo para la nutrición del suelo, aumento de la erosión, cambios en los regímenes

hidrológicos, degradación de la calidad del agua y aumentos del dióxido de carbono en la atmósfera.

Abundan lo ejemplos específicos, no obstante, se discuten las regiones con territorios extens( no colonizados o con ecosistemas frágiles. Los países de la América Latina y El Caribe muestran los dos casos.

Aunque se conoce la relación entre el desarrollo agrícola y la deforestación, faltan generalmente datos cuantitativos sobre la extensión y la magnitud de la tala de los bosques. La aplicación de las tecnologías de los sensores remotos puede proporcionar una fuente imparcial de datos, de los cuales se puede obtener información exacta sobre la tala de los bosques y de la que se puede estimar la magnitud de la utilización de la tierra agrícola en las regiones marginales. Tanto desde el punto de vista tecnológico como económico, los datos de los satélites Landstat y SPOT parecen ser muy adecuados para esta clase de trabajo. Por ejemplo, las estimaciones de la tala de bosques en la Amazonía del Brasil en los últimos años varían en 100%, mientras que las estimaciones de la tasa anual de tala varían por 1000%, desde apenas 10.000 km$^2$ por año.

## 3.0 FOTOGRAFIA AEREA O SATELITES CON SENSORES REMOTOS

Los levantamientos agrícolas detallados requieren con frecuencia de análisis a nivel de parcela que incluyen estudios en el campo combinados con fotografías aéreas de escala grande. En numerosos ejemplos de proyectos, se ha utilizado la fotografía aérea de gran altitud (escala 1:50,000 - 1: 80,000), para definir las zonas agrícolas dentro de regiones más grandes, seguida por la fotografía a escala grande sobre zonas agrícolas seleccionadas y levantamientos de campo. En un proyecto de inventario del uso de la tierra realizado por el Servicio Nacional de Aerofotogrametría de Bolivia en 1980, se analizaron fotografías aéreas de escala 1:80 000 en una superficie de 15,000 km$^2$, para una estratificación inicial de las áreas de colonización y actividad agrícola. Los datos posteriores fueron adquiridos para estudios a nivel de parcela.

En una actividad posterior, se evaluaron las imágenes de Landstat como un posible sustituto para la fotografía aérea de gran altitud. Una sola escena de Landsat abarca una área equivalente a más de 100 fotografías aéreas sin traslapo, de escala 1:80,000. Los costos de adquisición y procesamiento para la superficie de 15,000 km$^2$ en dólares de los Estados Unidos, se comparan así: $ 2.55/km$^2$ para la fotografía aérea y $ 0.12/km$^2$ para una imagen de Landsat de rastreo multiespectral procesada en computadora y mejorada (MSS) (para una comparación más actual, los costos de los datos del Landsat Thematic Mapper (TM) costarían menos de $ 0.21/km$^2$.

Los análisis comparativos realizados incluían la producción de mapas de áreas de cultivo activo basados en la interpretación de imágenes de Landsat MSS y fotos de 1:80,000 que se dispusieron a una escala de 1:100,000. Las superficies resultantes fueron de 1,270.6 km$^2$ de Landsat y de 1,256.3 km$^2$ de las fotografías aéreas, una diferencia de menos de 1.12 %. Los costos totales estimados (adquisición, procesamiento y análisis) fueron de $ 0.44/km$^2$ para Landsat y $ 2.63/km$^2$ para la fotografía aérea. De aquí que para ubicar y estratificar las áreas de cultivo, las imágenes de Landsat a escala de 1:100,000 producen resultados comparables a los de

la fotografía aérea de gran altitud, más rápidamente y de manera considerablemente más económica.

Basándose en proyectos más recientes, se ve que las imágenes del Thematic Mapper han mejorado aún más la calidad y la exactitud de los resultados, mientras permanecen las significativas ventajas económicas del Landsat sobre la fotografía aérea. Sin embargo, hay que anotar que en cualquier caso, el procesamiento de la imagen digital de Landsat de calidad más avanzada (MSS o TM) es de la mayor importancia.

## 4.0 LA DEFORESTACION EN JAMAICA - ANALISIS DE CAMBIO DIGITAL

Las tecnologías de sensores remotos también proporcionan una herramienta excepcional, que permite construir y analizar una secuencia de datos multi-temporal. La característica sinóptica de los datos de sensores remotos puede dar la oportunidad para observar toda el área de estudio, en un solo punto en el tiempo. Además de esta característica, existe la capacidad de determinar y cuantificar muchos tipos de cambio dentro de un área dada de interés.

Un estudio de dos zonas de ladera en el oeste de Jamaica, ilustra cómo estas características pueden ser explotadas para verificar el grado de deforestación de estos sitios. Los cerros de Orange y de Grange son formas de relieve importantes en el extremo occidental de Jamaica. Los dos son el origen de riachuelos que desaguan en el Pantano de Great Morass y la Playa de Negril al oeste, y la importante región agrícola de Westmoreland Parish, al sur. Los bosques sobre estos cerros desempeñan un gran papel en la vitalidad del terreno pendiente abajo, tanto en aquellos ambientes especialmente sensibles, como los manglares y arrecifes, como en la agricultura. Una pérdida de tierra forestal en estas colinas no sólo afecta la ecología de las colinas (especies de flora y fauna, calidad del agua, ciclos de elementos nutritivos, etc.), sino que tiene un impacto importante sobre los microambientes pendiente abajo, especialmente los sensibles manglares y arrecifes marinos. La pérdida de bosques aumenta los procesos de erosión, causando impactos en todos los sistemas aguas abajo.

El Thematic Mapper de Landsat tiene una resolución de 30 metros y contiene datos en siete bandas del espectro que van desde el extremo azul de la gama visible hasta el infrarrojo térmico. Esto permite que se utilice un gran número de procesos de mejoramiento y que se produzcan combinaciones de colores. Los datos del TM de Landsat son bastante exactos geométricamente y pueden explotarse con utilidad a escalas hasta de 1:50,000.

Con el objeto de proporcionar una base cuantitativa para comprender la tasa y la ubicación de los procesos de deforestación, se adquirieron y procesaron dos escenas de un cuarto de Thematic Mapper de Landsat. Ellas proporcionaron una secuencia de tiempo de 18 meses, desde enero de 1985 hasta julio de 1986. Cada escena siguió luego por una clasificación supervisada de computador de tres niveles. La cobertura vegetal se situó en una de dos clases: con vegetación y sin vegetación. Comparando con precisión los sitios en el terreno de la escena de enero de 1985 con los de 1986, se pudieron combinar las dos imágenes, por medio de un proceso digital que permite una comparación detallada y análisis de cambios temporales en el uso o en la cobertura de la tierra.

Se compararon las dos clasificaciones de escenas de Jamaica, para determinar las áreas que habían cambiado de cobertura vegetal a una sin vegetación. Se tabularon luego la ubicación y el grado de cambio para los cerros de Orange y de Grange. Los dos cerros estuvieron cubiertos con bosque generalmente no alterado en la imagen de enero de 1985. De esta manera, cualquier cambio de cubierta con vegetación a sin vegetación, indicaba una pérdida de cubierta boscosa para emplear la tierra con otro uso.

Las tabulaciones de área para el cerro de Orange indicaban una tasa de pérdida de cubierta boscosa de 1.8% durante el período de 18 meses. Las tabulaciones del cerro de Grange indicaban una tasa de deforestación del 1.5%, durante el mismo período. Estos números dan una base real para comprender los procesos de deforestación que se están dando en Jamaica occidental. Conforme la expansión agrícola se mueve desde las tierras bajas intensamente desarrolladas en las laderas de los cerros circundantes, la tasa de deforestación continuará y aún aumentará. Las consecuencias para los sistemas pendiente abajo no se han considerado y tampoco los ecosistemas particularmente sensibles se están protegiendo.

## APLICABILIDAD DE LOS SENSORES PARA TODAS LAS CONDICIONES METEOROLOGICAS, A LOS ESTUDIOS AMBIENTALES: NOROESTE DEL ECUADOR.

En las cordilleras costeras del noroeste del Ecuador, un estudio reciente examinó las relaciones geobotánicas como parte de un proyecto mayor de exploración petrolera. El área de estudio se centraba en la cuenca de Manabí y en los alzamientos costeros al norte de los cerros de Chongón-Colonche. No había imágenes de satélites sin nubes, que sirvieran como base para interpretación y cartografía. Sin embargo, imágenes de Radar aéreo de vista lateral (SLAR) se habían tomado en 1982 y estaban disponibles en el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), que se encuentra en Quito. Treinta y dos hojas de mosaico de SLAR, impresas a escala 1:100.000, permitieron abarcar toda el área del proyecto. Estas imágenes se interpretaron individualmente, incluyendo análisis de vegetación, geomorfología, drenaje y geología, y los análisis se integraron para producir una interpretación estructural comprensiva aplicable a los objetivos de exploración del proyecto.

Aunque el relieve máximo en la zona no excede de 1500 metros, el área está muy disecada y diferencias de relieve de 300 metros no son raras. Hay un enorme contraste en la resistencia a la erosión en las unidades de rocas y como resultado de esto, las laderas muy inclinadas son la regla general de la mayor parte de la región.

Después de una cantidad enorme de trabajo en cartografiar la vegetación, llegó a quedar en claro que era difícil cartografiar con precisión cualesquiera de las categorías de vegetación, excepto las más espesas, y que había sólo una correlación muy general entre los tipos de vegetación reconocibles en las imágenes de SLAR y la distribución de los tipos geológicos de rocas. Sin embargo, basándose en la textura de las imágenes SLAR, se puede distinguir generalmente entre la vegetación natural y aquella alterada por el hombre. La mayor parte del área está con algún tipo de vegetación y las comunidades de vegetación natural están en su mayor parte destruidas o alteradas sustancialmente. Además, hay un ecotono muy abrupto de húmedo a semiárido de este a oeste y de norte a sur, en el que la transición de húmedo a árido se realiza en 10 kilómetros o menos.

Las imágenes de SLAR son muy sensibles al ángulo de orientación de la pendiente: las laderas muy inclinadas aparecen muy brillantes o muy oscuras, dependiendo de que estén dirigidas hacia el instrumento aéreo de SLAR o en otra dirección. La combinación de la sensibilidad del SLAR con las laderas empinadas, rápida transición del ecotono y el cultivo intensivo de las laderas, ensombrecía mucho las relaciones que pudieran existir entre la vegetación y la geología y que se consideraban relevantes para los objetivos del proyecto.

Sin embargo, con un mapa geológico general y una pequeña cantidad de trabajo de campo, se puede predecir con exactitud la friabilidad del suelo (capacidad de erosionarse), sobre la mayor parte del área de estudio de la cuenca de Manabí. Las imágenes de SLAR revelan áreas de laderas empinadas y el grado hasta el que el hombre ha alterado la vegetación. La sensibilidad del SLAR a los cambios en la pendiente y en la textura de la superficie permite la identificación de áreas con problemas, tales como la expansión de la deforestación adyacente a las laderas. Se pueden identificar rápidamente las áreas susceptibles de erosión rápida, de movimientos en masa, para estimar en escala regional, las necesidades de medidas de conservación de suelos o de protección con vegetación natural. El SLAR se considera un sensor remoto "para todas las condiciones meteorológicas": la adquisición de imágenes no está limitada generalmente por la cobertura de nubes o la hora del día. Los datos de SLAR se han obtenido sobre extensas áreas de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y Brasil, todas zonas de cobertura nubosa frecuente y persistente, y estos datos de SLAR han revelado una gran cantidad de información geológica y geomorfológica no registrada en los mapas existentes. En las zonas en donde hemos tenido la oportunidad de comparar los datos de SLAR y Landsat, hemos encontrado que mientras los dos juegos de datos contienen información considerable en común, los de Landsat revelan una gran cantidad de información adicional extraordinaria.

## 5.0 RESUMEN

Los ejemplos discutidos anteriormente, son muestras de la diversidad de aplicaciones actuales de Landsat y otras tecnologías aeroespaciales avanzadas de sensores remotos, para asuntos y programas de alcance ambiental regional y de desarrollo. La investigación y los análisis orientados a la aplicación, realizados en el curso de estos y muchos otros programas, han demostrado que una combinación de la información publicada existente, con técnicas efectivas de investigación en el campo, sistemas de sensores remotos, las técnicas más actualizadas de procesamiento y el análisis por científicos e ingenieros calificados, pueden proporcionar información nueva adicional de manera muy eficaz en cuanto al costo y al tiempo. Dicha información es esencial para la realización de esfuerzos bien orientados de planificación y vigilancia del desarrollo de recursos en las regiones de tierras frágiles de los países de América Latina y El Caribe, así como en el resto del mundo.

La recolección de datos en el campo sobre suelos, vegetación, formas de relieve, características del cultivo, etc., es una práctica común y un componente importante de proyectos en la extracción de información precisa de las imágenes de satélites. La interpretación de las imágenes de Landsat o de SPOT son beneficiarse de la información de comparación en el campo, normalmente da como resultado la generación de muchas preguntas con respecto a las características naturales y las hechas por el hombre dentro del área de un proyecto. Hasta un intérprete

experimentado de imágenes que tenga algún conocimiento del área está seguro de identificar, en las imágenes satélites, características de diferencias tonales sutiles cuya significación debe ser resuelta por una visita al campo o por sobrevuelos a baja altura en el área en cuestión. Si no se las responde, estas preguntas representan una fuente potencial de errores analíticos que pueden influir adversamente en el proceso de decisiones para el manejo. Sin embargo, no se puede exagerar el valor de Landsat o de SPOT como un instrumento en la planificación de levantamientos de campo.

En todas las regiones de América Latina y El Caribe, hay ahora muchas personas y grupos calificados que realizan programas de manejo de recursos, actualmente en operación, así como investigación aplicada. Estos grupos y sus programas, tienen también necesidades tecnológicas e institucionales con el fin de impulsar el completo desarrollo de los análisis de recursos y de los sistemas de información. Estas necesidades con frecuencia incluyen la atención para diversas complejidades actuales, naturales, políticas y económicas.

# PROYECTO DE DESARROLLO RURAL INTEGRAL TUNGURAHUA

AUTOR: ING. PEDRO CARRILLO J.
FAO - ECUADOR

## 1.0 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO DRI "TUNGURAHUA"

### 1.1 DESCRIPCION

El área del Proyecto se ubica en la Provincia de Tungurahua y cubre los cantones: Ambato, Cevallos, Quero y Pelileo, abarcando una superficie de 32.000 ha y beneficiando una población de 70.000 habitantes, localizados en 132 comunidades campesinas, siendo la mayoría pequeños productores con UPA inferiores de 15 ha.

Los componentes productivos, sociales y de infraestructura, tienden a mejorar las condiciones socio-económicas de los pobres rurales a través del aumento de la producción y productividad, otorgando una amplia cobertura de asistencia técnica y servicios, fortaleciendo la organización campesina, conservando los recursos naturales y rescatando los valores autóctonos.

Sin embargo, la dotación de riego, el manejo racional del agua, las prácticas conservacionistas y una gama de recursos técnicos aplicados a la realidad, han sido prioritarios en el último período y para ello se cuenta con la asistencia del Proyecto PNUD/FAO/ECU/87/001.

Frente a una situación de migración, minifundio, bajos rendimientos, falta de agua, déficit de lluvias, erosión, entre otras causas, las alternativas planteadas y que se presentan en este taller, consideramos que son un aporte para resolver la problemática de regiones similares del país y la región.

## 2.0 CARACTERISTICAS DE LA SUBAREA DE CONSERVACION DE SUELOS Y RIEGO PARCELARIO

### 2.1 UBICACION

Los módulos de riego se localizan en la Comunidad La Concepción, Cantón Quero, situada a 20 km. al sureste de la ciudad de Ambato y forma parte del sistema de riego Mocha-Quero-Ladrillos.

### 2.2 CARACTERISTICAS DE LOS RECURSOS NATURALES

#### 2.2.1 CLIMA

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica de Querochaca el área tiene una precipitación anual de 400 mm. y una temperatura media de 13.5° C. La época más seca corresponde al período julio-noviembre y las lluvias se concentran en los meses de enero, febrero y marzo. Ecológicamente corresponde a la zona de vida bosque seco Montano Bajo.

### 2.2.2 SUELOS

Los suelos son de origen volcánico, de textura arenosa, color pardo y moderadamente profundos; con poco contenido de materia orgánica y nutrientes; baja retención de humedad y drenaje rápido; poca estabilidad estructural y erosión. Taxonómicamente se denominan: UPTIPSAMMENTS y/o VITRADEPTS.

### 2.2.3 RELIEVE

El área presenta características heterogéneas, relieve directamente inclinado con pendientes hacia los cauces de las quebradas; una parte casi plana con pendiente 0 -12%, ligeramente ondulada a ondulada con pendiente 12 - 25% y mayor de 25% en gran parte de la zona.

### 2.2.4 CULTIVOS

La producción agrícola es deficiente, debido, entre otras, a factores como: manejo inadecuado del suelo, cultivos, insumos agropecuarios y carencia de crédito agrícola. La producción abastece únicamente el consumo familiar.

Los cultivos que practican en la zona son: alfalfa para la alimentación de animales menores, frutales (claudia, durazno, manzano), además, se cultiva papa y maíz en pequeña escala.

## 2.3 TENENCIA DE LA TIERRA

Del total de 76 fincas existentes, 69 disponen de superficies inferiores a una hectárea (90,7%) y de éstas, 40 fincas tienen superficies igual o menor de 0,3 ha., lo que demuestra el marcado minifundio existente y la necesidad de optimizar el uso del agua, conservar al máximo el recurso suelo y obtener el mayor rendimiento posible.

# 3.0 UNIDAD DE MANEJO DE AGUA Y SUELOS

## 3.1 ANTECEDENTES

El Proyecto DRI Tungurahua a partir de 1986, viene aplicando una metodología de trabajo para encarar los problemas de los pequeños agricultores minifundistas y campesinos pobres, mediante la implementación de parcelas demostrativas para el manejo de agua y conservación de suelos, que en una primera etapa sirvan como fuente de adiestramiento para los campesinos y que posteriormente de difundan los conocimientos.

Para ello, se ha logrado conjuntar a técnicos nacionales del PDRI Tungurahua y consultores del Proyecto FAO, cuyas experiencias y visión de la realidad, avisora soluciones acordes con la situación de los campesinos.

Al inicio, la ejecución de las obras de riego, no tuvieron la acogida favorable por parte de los beneficiarios, pero una intensa labor de promición, la demostración práctica y los resultados que se vienen obteniendo, han hecho que los campesinos demanden un programa de riego y conservación para la totalidad de los módulos.

## 3.2 APROVECHAMIENTO DEL AGUA

### 3.2.1 FUENTES DE AGUA

El actual sistema Mocha-Quero-Ladrillos, capta las aguas del Río Mocha en Cacahuango y las distribuye en un amplio sector entre los Ríos Mocha y Pachanlica. Inicia su recorrido en la cota 2.083 m.s.n.m. en una distancia de 24,4 km del canal principal; en este trayecto, se construirán 4 sifones para el paso de quebradas y el sistema se concluirá con la implementación de varios kilómetros de canales secundarios y terciarios; y, en algunos sectores hasta canales cuaternarios, de tal forma, que el agricultor reciba el agua en la cabecera des finca.

### 3.2.2 MANEJO DEL AGUA

Debido a la pequeña extensión de los predios, no es posible entregar las aguas a cada uno separadamente, de ahí que, para diseñar la red de distribución, se optó por agrupar los predios en unidades geográficas denominadas MODULOS, definidos como el área a la cual se puede entregar un caudal fijo y continuo.

Para fijar los límites de un módulo se consideró la topografía local y la condición de que ningún predio quede repartido entre dos módulos.

El caudal de entrega se fija dependiendo de la superficie del módulo, en el presente caso, el módulo 19 tiene 33,18 ha. con un caudal de 16,59 l seg. y el módulo 20 tiene una superficie de 38,05 ha. y una dotación de riego de 19,2 l/seg. La red de distribución del riego a nivel de predio se inicia en la cabecera del Módulo 19 donde el INERHI[1] entrega el agua a través del ramal 7C en tubería de asbesto cemento de 150 mm. de diámetro, éste es un ramal del canal principal.

Para atender los requerimientos de riego, la red está diseñada para dotar de agua en la cota más alta de cada una de las fincas, a fin de que el agricultor pueda utilizar de la mejor manera el recurso.

Dentro de los módulos, también se han diseñado obras que se requiere para manejar el agua, tales como: cajas de distribución y compuertas, pasos peatonales, canales terciarios y cuaternarios; y compuertas para entrega directa.

---

[1]. INERHI: Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos.

### 3.2.3 RED DE RIEGO

Los objetivos específicos de la red de riego son:

- Disponer de parcelas demostrativas que sean núcleos de capacitación en riego y conservación de suelos para pequeños agricultores beneficiarios de los sistemas de riego Mocha-Quero-Ladrillos y Ambato-Huachi-Pelileo y de regiones similares de DRI.

- Capacitar a técnicos y agricultores convirtiendo a lo módulos en centros de actividades de generación y transferencia de tecnología.

### 3.2.4 ACTIVIDADES

- Presentar un plan de manejo integral de suelos, agua y cultivos, acorde a las condiciones propias del sector y de las zonas con características similares.

- Construir terrazas, con un sistema apropiado de conservación de suelos.

- Instalar y poner en funcionamiento los sistemas de riego con la aplicación de varios métodos.

### 3.2.5 CRITERIOS DE SELECCION DE LA PARCELAS DEMOSTRATIVAS

- Ser área de influencia de un sistema de riego cuyos usuarios sean pequeños agricultores.

- Presencia de suelos que exigen consistentes prácticas de manejo y conservación.

- Mejorar el tradicional manejo del agua o capacitar al campesino que carece de conocimiento.

- Localización de las parcelas que faciliten un seguimiento cercano por parte de los técnicos del Proyecto DRI "Tungurahua".

- Dar solución a problemas de manejo de agua de riego en pendientes fuertes.

- Buscar alternativas de implementación de cultivos no tradicionales.

## 4.0 ACTIVIDADES PRINCIPALES EN LA IMPLEMENTACION DE LAS PARCELAS DE CONSERVACIONY RIEGO

### 4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Previo al diseño y constructivo del reservorio y las terrazas, se procedió al levantamiento topográfico escala 1:1000, con curvas de nivel a equidistancia de 1 m.

### 4.2 RESERVORIOS

El almacenamiento del agua de riego se alcanzó mediante la construcción de reservorios los mismos que se localizan en la cabecera de las fincas, teniendo el de la parcela N° 1 que tiene una capacidad de 270 $m^3$ y la parcela N° 2 una capacidad de 86 $m^3$.

### 4.3 CONSTRUCCION

Para dar forma a los reservorios, se utilizó un tractor durante ocho horas en el movimiento de tierras y un considerable aporte de mano de obra. Realizado el desbanque, se procedió a la impermeabilización de paredes con Terro-Cemento.

Se realizaron pruebas para determinar la mezcla más adecuada, empezando con la relación 1:5, 1:6, 1:7. Encontrando la mejor relación en 1:5, que frente a la situación de los campesinos y al costo de los materiales de construcción convencionales, constituía la mejor alternativa.

Una vez conocido el resultado se realizó la compactación y nivelación del interior del reservorio, para luego añadir al suelo una capa de 10 cm. de Terro - Cemento.

### 4.4 TERRAZAMIENTO

La terraza es el sistema o práctica más eficiente para controlar la erosión hídrica de los suelos y se define como la práctica de conservación del suelo mediante la cual se suprime la incidencia que tiene la pendiente del terreno en la erosión. Las terrazas que pueden clasificar de acuerdo al tipo de explotación requerida y pueden ser: de banco, de huerto e individuales. Para los fines del programa se diseñó y construyó terrazas de banco.

### 4.5 DISEÑO Y CONSTRUCCION

El trazado de las curvas de nivel para la construcción de las terrazas, se realizó con un "NIVEL DE A", que es el que mejor resultado ha tenido, por ser de simple construcción y de fácil comprensión y uso por parte del campesino.

Para trazar las terrazas con desnivel, es decir, unir puntos que tengan distintas altitudes con el fin de permitir la conducción del agua, es necesario graduar el nivel de A; así, para un desnivel del 1% sólo basta poner los pies del nivel A en una posición de desnivel de 4 cm., y marcar el lugar por donde pasa la plomada en el listón horizontal e invertir la posición de los pies y repetir la operación. Para desniveles de dos o más por ciento, se debe realizar las mismas operaciones anteriormente señaladas, pero el desnivel entre los pies del nivel de A, debe ser de 8 cms., para el 2%, 16 cms., para el 4%, etc.

Las terrazas son franjas o bancos horizontales sucesivos, que se construyen en forma transversal a la pendiente; estas franjas, están separadas por taludes que corresponden a la distancia vertical que existe entre las mismas y que a su vez sostiene el banco de la terraza.

De acuerdo a lo ancho del banco, existen dos alternativas anchas y angostas; las primeras se pueden construir en aquellos terrenos de pendientes suaves y que permite el empleo posterior de maquinaria agricola, las segundas, corresponden a aquellos terrenos de pendientes fuertes y que en casos extremos no permiten el uso de maquinaria agrícola.

En estas terrazas se pueden realizar todo tipo de cultivos, tales como hortalizas, cultivos anuales, praderas artificiales y frutales. Además, están diseñadas de tal manera que al introducir el riego, el agua se filtre y se escurra a lo largo y ancho de la terraza. En este método puede llegar a controlar el 100% de la erosión hídrica de los suelos.

El ancho de la terraza está directamente relacionado con la pendiente del terreno, en función de esta variable, se calcula cual es el ancho máximo que puede tener el banco, de manera que el talud no sobrepase de 1.8 a 2 m. de altura, además, se consideró la distancia de siembra de los frutales a cultivar. Por otro lado, el largo de la terraza está dado por los límites y formas de la finca y la pendiente en relación con la aplicación de riego, impidiéndose la erosión laminar a la vez que permite una adecuada infiltración.

Para mantener la estabilidad de los taludes, un aspecto clave, fue la inclinación necesaria con respecto a la vertical, siendo lo ideal una relación 0.75:1, estos taludes están protegidos para evitar su desmonoramiento por efecto de acciones mecánicas o climáticas, para ello se empastó con especies de buen crecimiento radicular.

## 5.0 CONCLUSIONES

El desarrollo del programa ha dado buenos resultados, a pesar de que es la primera experiencia de este tipo, en el cual se observa una racionalización en la utilización del agua, la aceptación por parte de los beneficiarios para la introducción de cultivos nuevos, con expectativas de alcanzar una buena rentabilidad; y, una gran actividad de la mano de obra familiar con lo cual se impide la migración.

Adicionalmente, los técnicos de la Unidad de Conservación y Riego del PDRI Tungurahua, han brindado una capacitación directa a los campesinos y se nota en sus parcelas la aplicación de los conocimientos adquiridos y el aprovechamiento de las destrezas logradas.

Se cumple así con otro de los objetivos principales, que fue el que las parcelas se convirtieran en focos de capacitación para los pequeños productores de la zona y de la región.

## PARCELA DEMOSTRATIVA Nº 1

## SISTEMA COMBINADO DE CONSERVACION DE SUELOS Y RIEGO

Esta parcela demostrativa se encuentra ubicada en el Módulo Nº 19, del Sistema de Riego Mocha-Quero-Ladrillos.

| | |
|---|---|
| PROPIETARIO: | Sr. Juan Guerrero y Familia |
| ALTITUD: | 2.880 m.s.n.m. |
| PENDIENTE: | 40% |
| TEMPERATURA MEDIA: | 13.5°C |
| PRECIPITACION: | 400 mma |
| TEXTURA SUELO: | Franco-Arenoso |
| PROFUNDIDAD: | 0.80 - 1.20 m. |
| pH: | 6.5 - 7 |
| PERMEABILIDAD: | Muy permeable |
| MATERIA ORGANICA: | Muy baja |
| CONTENIDO DE NUTRIENTES: | Bajo |
| APTITUD AGRICOLA: | Frutales y cultivos anuales, únicamente con terrazas de banco. |

## DATOS TECNICOS PARA LA EJECUCION DEL RIEGO

| | |
|---|---|
| COTA INICIAL: | 2.880 m.s.n.m. |
| COTA FINAL: | 2.850 m.s.n.m. |
| DIFERENCIA DEL NIVEL: | 30 m. desde el reservorio 3.0 ATM. presión |
| CONDUCCION PRINCIPAL: | 240 m. |
| TUBERIA UTILIZADA: | 63 mm. - 0.80 MPA |
| SUPERFICIE A REGAR: | 1.2 ha. |
| CAPACIDAD DE RESERVORIO: | 270 m3 |
| MANGUERA POLIETILENO B D | 500 m. |

## CARACTERISTICAS DEL ASPERSOR NAAN 501

ASPERSOR DE ANGULO REDUCIDO PARA FRUTALES Y HORTALIZAS

| | |
|---|---|
| DIAMETRO MOJADO | 8 - 11 m. |
| CAUDAL DE FUNCIONAMIENTO | = 0.036 - 0.065 m3/h. |
| BOQUILLA | = 1.0 mm. |
| PRESION DE TRABAJO | = 1 - 3 ATM. |

CUADRO Nº 1

COSTOS DE LA CONSTRUCCION DE UN RESERVORIO DE 270 M3.

CON TERRO-CEMENTRO Y TERRAZAS EN 1.2 Ha.

(en sucres)

| I T E M | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| 1. RESERVORIO | | | |
| Desbanque (tractor) | 8 horas | 1.500 | 12.000 |
| Mano de Obra | 40 jornales | 300 | 12.000 |
| Piedra cimiento | 16 m3 | 400 | 6.400 |
| Ripio * | 8 m3 | 400 | 3.200 |
| Arena * | 8 m3 | 400 | 3.200 |
| Cemento | 170 qq. | 460 | 78.200 |
| Cemento Plástico | 8 gl. | 880 | 7.040 |
| 2. TERRAZAS | | | |
| Tractor | 60 horas | 1.500 | 90.000 |
| Mano de Obra | 20 jornales | 300 | 6.000 |
| TOTAL SUCRES | | | 218.040 |
| TOTAL DOLARES (**) | | | 1.096 |

* Materiales de la zona.

** 1 U.S.$ = S/. 199,oo

CUADRO Nº 2

COSTOS DEL SISTEMA DE CONDUCCION DE AGUA

DEL CANAL PRINCIPAL AL RESERVORIO

(en sucres)

| I T E M | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| 1. DESARENADOR (2) | | | |
| Bloque maciso | 100 u | 10 | 1.000 |
| Arena | 1 m3. | 400 | 400 |
| Cemento | 1.5 qq. | 460 | 690 |
| Jornal | 2 jornal | 300 | 600 |
| 2. CAJA DE DISTRIBUCION | | | |
| Bloque maciso | 50 u | 10 | 500 |
| Arena | 0.5 m3. | 400 | 200 |
| Cemento | 1 qq. | 460 | 460 |
| Jornales | 1 jornal | 300 | 300 |
| 3. CANAL DE CONDUCCION | | | |
| Bloque maciso | 800 u | 10 | 8.000 |
| Arena | 3 m3. | 400 | 1.200 |
| Jornales | 8 jornal | 300 | 2.400 |
| Cemento | 15 qq. | 460 | 6.900 |
| TOTAL SUCRES | | | 22.650 |
| TOTAL DOLARES (*) | | | 114 |

* 1 U.S.$ = S/. 199,oo

CUADRO Nº 3

COSTO DE INSTALACION DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION AL INTERIOR DE LA FINCA

(en sucres)

| I T E M | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| 1. INGRESO RESERVORIO | | | |
| Tubos desagüe 4" | 2 de 3 m. c/u | 810 | 1.620 |
| 2. SALIDA RESERVORIO | | | |
| Tubos desagüe 4" | 8 de 3 m. c/u | 810 | 6.480 |
| Codos 4" | 2 | 110 | 220 |
| Reducción PVC 4-2" | 1 | 110 | 110 |
| Adaptador macho 2" | 1 | 360 | 360 |
| 3. TUBERIA PRINCIPAL | | | |
| Válvula 2" | 1 | 9.800 | 9.800 |
| Adaptador macho 2" | 1 | 360 | 360 |
| Tubos PVC 63 m. | 240 m. | 221,16 | 53.080 |
| Filtros plásticos 3/4" | 8 m | 3.000 | 24.000 |
| Tees PVC. 2" | 4 | 450 | 1.800 |
| Collarines PVC 63 mm Salida 3/4" | 8 | 920 | 7.360 |
| Neplo 3/4" | 8 | 25 | 200 |
| Reducción 1 a 3/4" | 8 | 80 | 640 |
| Acople rápido | 8 | 4.200 | 33.200 |
| Llave de paso 1/2" | 1 | 3.200 | 320 |
| Neplo 1/2" | 1 | 30 | 30 |
| Unión 1/2" | 1 | 30 | 30 |
| Abrazaderas 1/2" | 8 | 70 | 560 |
| Adaptador 1/2 | 2 | 35 | 70 |
| 4. TUBERIA LATERAL | | | |
| Tubo polietileno 1/2" | 500 m. | 45 | 22.500 |
| Aspersor Naan 710 | 20 u. | 660 | 13.200 |
| Aspersor Naan 501 | 4 u. | 3.000 | 12.000 |
| Tubo galvanizado | 6 m. | 300 | 1.800 |
| Goteros Kativ | 40 u. | 50 | 2.000 |
| Tubo Permatex | 1 | 325 | 325 |
| Pega tubex | 2 | 850 | 850 |
| TOTAL SUCRES | | | 192.915 |
| TOTAL DOLARES (*) | | | 969 |

* 1 U.S.$ = S/. 199,oo

CUADRO Nº 4

COSTOS DE CONSTRUCCION DE UN RESERVORIO DE 86 m3 (PARCELA Nº 22)

CON BLOQUE MACISO Y MATERIALES DE LA REGION

(en sucres)

| I T E M | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| 1. RESERVORIO | | | |
| Válvula 2" | 1 u. | 10.800 | 10.800 |
| Bloque Maciso 15x20x40 | 700 u. | 20 | 14.000 |
| Cemento | 130 qq. | 463 | 60.190 |
| Tabla encofrado | 50 u. | 90 | 4.500 |
| Hierro Ø 10 mm x 12 m | 42 u. | 525 | 22.050 |
| Hierro Ø 1/4" x 6 m | 4.5 qq. | 2.800 | 12.600 |
| Alambre # 18 galv. | 20 lbs. | 60 | 1.200 |
| Clavos 2½ | 20 lbs. | 50 | 1.200 |
| Arena | 12 m3. | 600 | 7.200 |
| Ripio | 6 m3 | 600 | 3.600 |
| Piedra cimiento | 6 m3 | 600 | 3.600 |
| Mano de obra | 60 jorl. | 350 | 21.000 |
| Cemento Plástico | 4 gal. | 880 | 3.520 |
| 2. TERRAZAS | | | |
| Mano de obra | 30 jornal | 300 | 9.000 |
| TOTAL SUCRES | | | 174.460 |
| TOTAL DOLARES (*) | | | 877 |

* 1 U.S.$ = S/. 199,oo

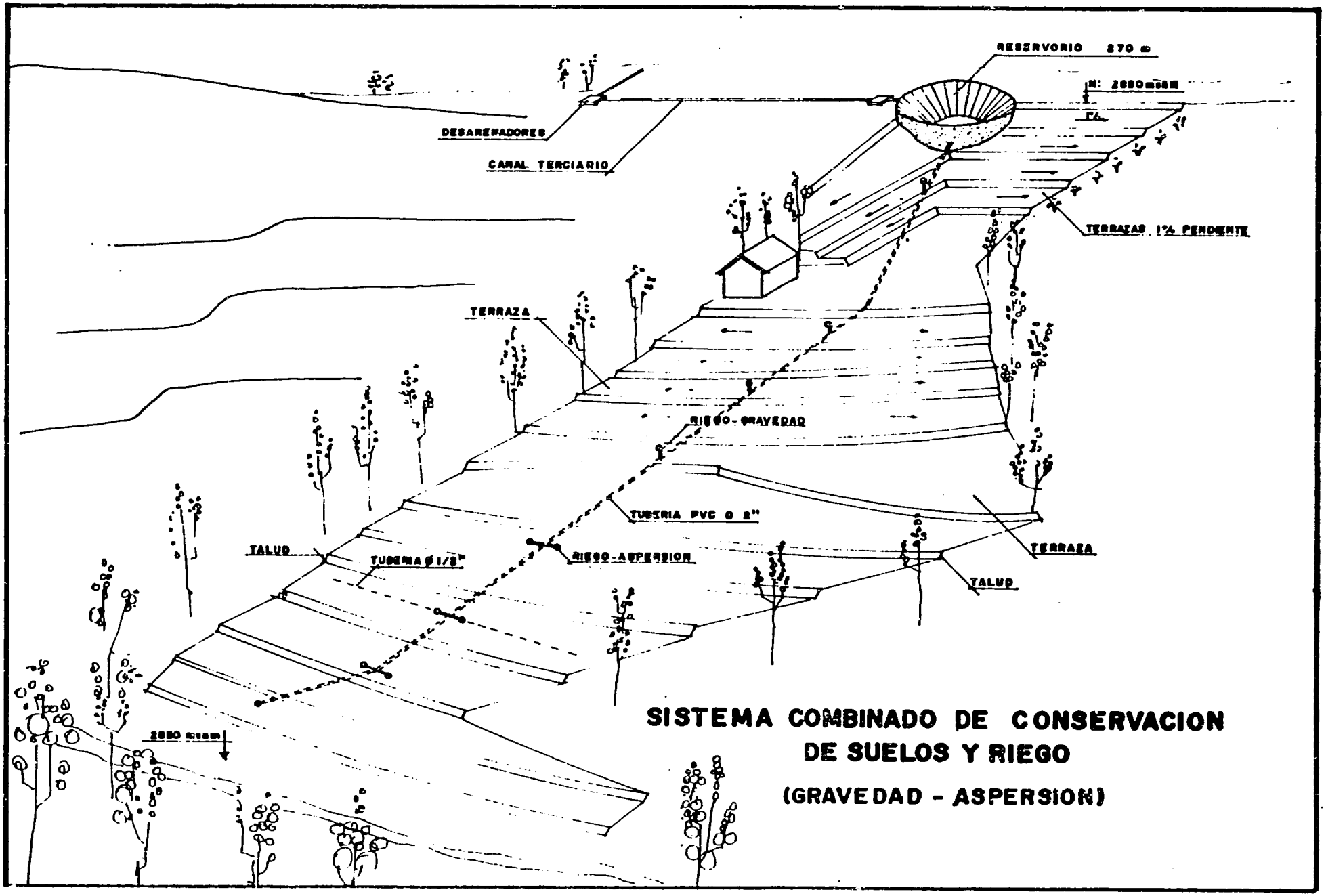
CUADRO Nº 5

COSTOS DEL SISTEMA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION DEL RIEGO POR GRAVEDAD AL INTERIOR DE LA FINCA (Parcela Nº 2)

( en sucres )

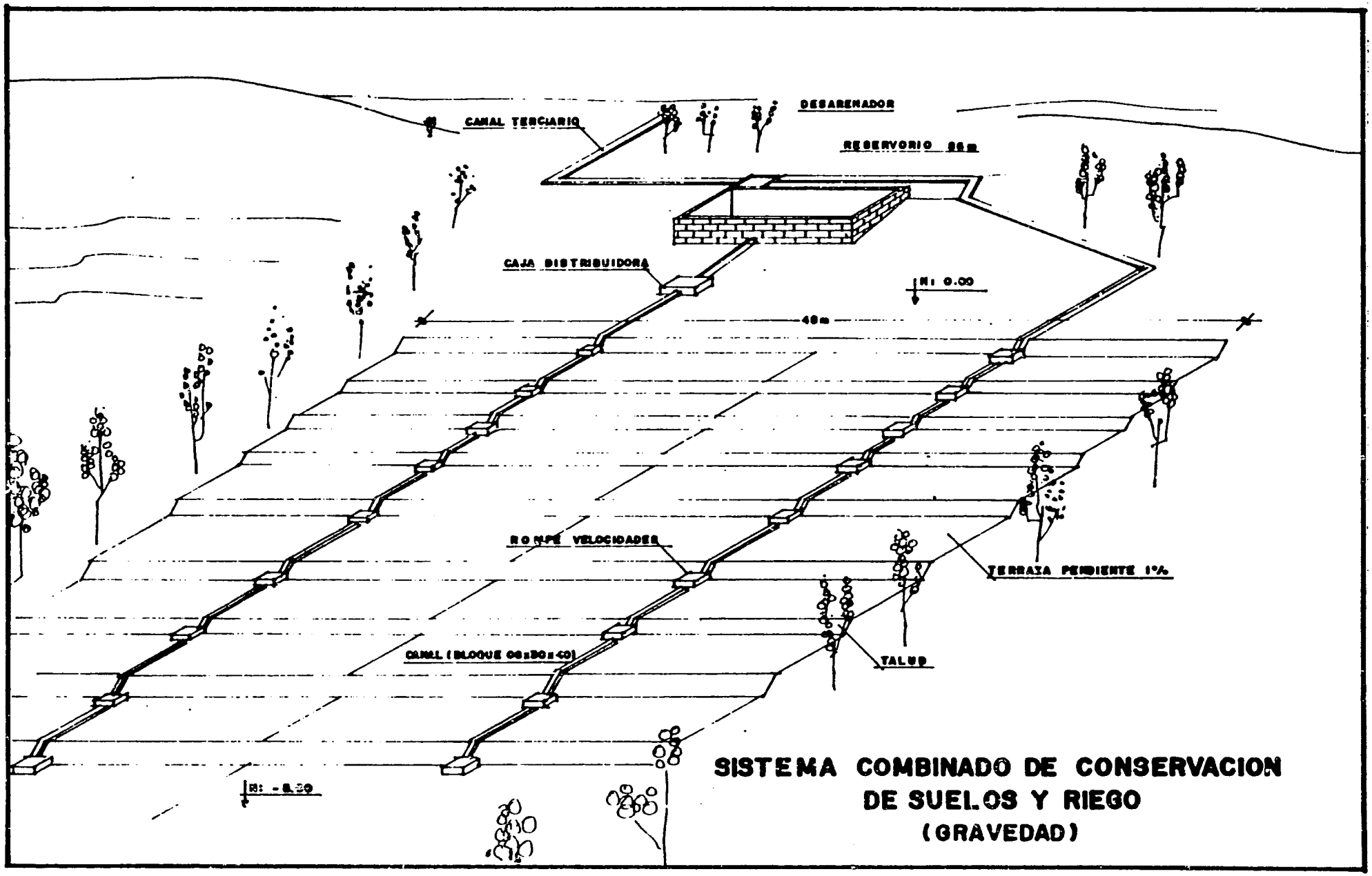
| I T E M | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | TOTAL |
|---|---|---|---|
| 1. CANAL SECUNDARIO | | | |
| Bloque 6 x 20 x 40 cm | 1.500 u. | 10 | 15.000 |
| Cemento | 15 qq. | 463 | 6.945 |
| Arena | 4 m3 | 600 | 2.400 |
| Mano de obra | 12 jornal | 350 | 4.200 |
| 2. CANAL DE DISTRIBUCION | | | |
| Bloque 6 x 20 x 40 cm | 1.000 u. | 10 | 10.000 |
| Cemento | 10 qq. | 463 | 4.630 |
| Arena | 4 m3 | 600 | 2.400 |
| Mano de Obra | 10 jornal | 350 | 3.500 |
| TOTAL SUCRES | | | 49.075 |
| TOTAL DOLARES (*) | | | 247 |

* 1 U.S.$ = S/. 199,oo




SISTEMA COMBINADO DE CONSERVACION DE SUELOS Y RIEGO

(GRAVEDAD - ASPERSION)




SISTEMA COMBINADO DE CONSERVACION DE SUELOS Y RIEGO (GRAVEDAD)

ANEXO N 1

FOTO 1. Reservorio de Terro Cemento

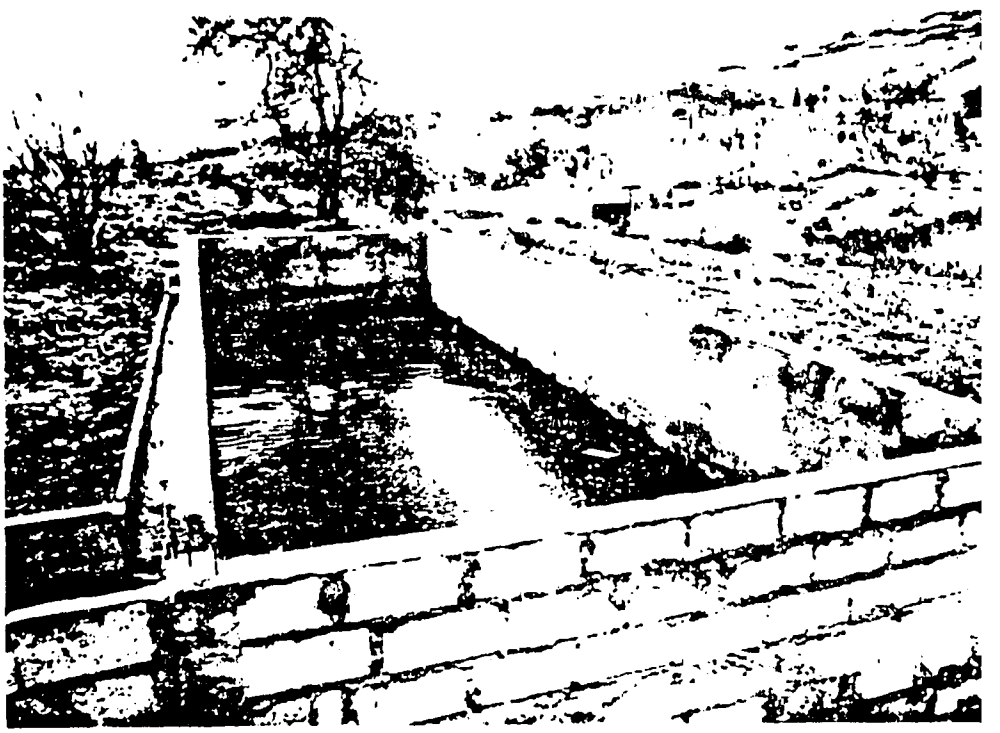


FOTO 2. Reservorio construído con materiales convencionales

FOTO 3. Diseño y replanteo de las terrazas, utilizando el nivel en A.

FOTO 4 Cultivo de productos de ciclo corto, hortalizas y frutales.

FOTO 5. Sistema de riego por gravedad

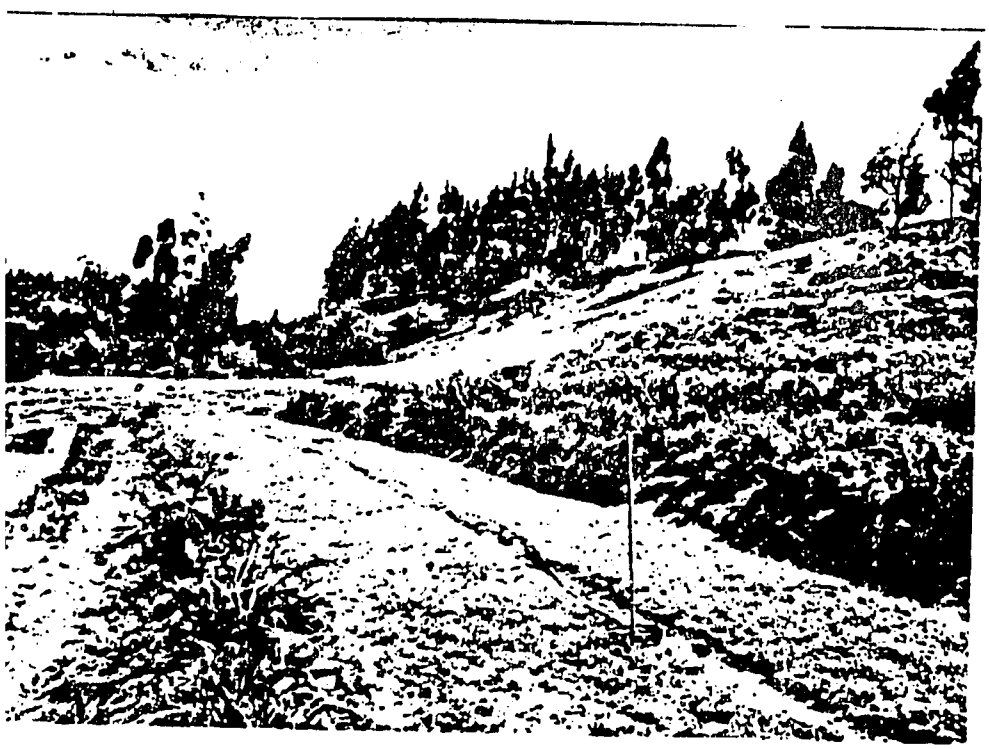


FOTO 6. Sistema de riego por aspersión

# PROYECTO DE MANEJO DEL USO DE LA TIERRA

# UN MODELO PARA LA EXTENSION DE LA CONSERVACION DEL SUELO EN LA AGRICULTURA MARGINAL

AUTORES: ALFREDO CRUZ y JOHN MOSHER
CARE, QUITO, ECUADOR

## 1.0 GENERALIDADES

El Ecuador está calificado como un país de ingreso medio, aunque los indicadores económicos y de calidad de vida demuestran que la mitad de sus 8.500.000 de habitantes vive todavía en la pobreza absoluta, tal como está definida por el Banco Mundial. El cincuenta y cinco por ciento de la población vive en áreas rurales, en donde la agricultura constituye la actividad económica más importante. Sin embargo, las estadísticas muestran que la producción agrícola creció a una tasa promedio de sólo 2.9% durante el período que va de 1970 a 1978, en tanto que la población creció en un 3.3%. Añadido al problema de un crecimiento estático o al menos tardo en la producción agrícola, los efectos combinados del rápido aumento de la población y la falta de otras alternativas económicas viables, han producido una subdivisión de las tierras agrícolas ya atomizadas. El número total de minifundistas creció de 252.000 en 1974 a 346.000 en 1984 y de estos, 145.000, o sea el 45% del grupo poseían menos de una hectárea de tierra cultivable (un promedio de 0.42 hectáreas).

Para el campesino marginal ecuatoriano, la disminución del rendimiento de sus cultivos y la degradación del medio ambiente han llegado a ser un círculo vicioso. Muchos minifundistas deben practicar una siembra continua anual en parcelas agrícolas de ladera con hasta gradientes de más del 70%. La labranza inapropiada y las prácticas agronómicas que exponen al suelo a la fuerza desenfrenada del viento y de la lluvia han acelerado la pérdida de la capa arable del suelo y ha disminuido la capacidad de retención de agua y la fertilidad del suelo. La pérdida del suelo en la mayoría de los campos escarpados en las tierras altas del Ecuador es aproximadamente 20 veces más grande que el máximo aceptable de pérdida del suelo, tal como está definido por el Servicio de Conservación del Suelo de los Estados Unidos.

A pesar de la difícil situación encarada por los agricultores a pequeña escala ubicados en las laderas, la producción agrícola de sus tierras inclinadas es vitalmente importante para alimentar al Ecuador. El 65% del territorio nacional, el 25% de la población nacional y el 40% de su población agrícola están localizados en tierras inclinadas, en laderas sobre el ocho por ciento, o en los valles interandinos y en las altiplanicies cordilleranas. La agricultura en tierras inclinadas es responsable por casi toda la producción doméstica de alimentos y por muchos de sus productos de exportación, especialmente el café. La mayor parte de la producción de fréjol, maíz, cebada, trigo, yuca, frutas y papas del Ecuador está producida en tierras inclinadas, la mayoría en parcelas pequeñas.

Sin la introducción de cambios tecnológicos agrícolas significativos y oportunidades económicas más grandes, el crecimiento poblacional continuará agravando la pobreza de la población rural del Ecuador, e incrementará la presión sobre el ambiente de las tierras de ladera. El resultado será una continua sobreexplotación de las zonas marginales, la reducción de los tiempos de descanso de la tierra y la cantidad de tierra por familia. La carencia de prácticas apropiadas de uso de la tierra, los injustos y erráticos precios del mercado, la escasez de capital de inversión y la carencia de canales de mercadeo eficientes contribuyen a mantener prácticas de cultivo anticuadas y a acelerar la erosión del suelo. Más importante, la ausencia de una infraestructura viable para extender efectivamente estos servicios básicos al pequeño agricultor, combinada con el tamaño pequeño de su posesión, le forzan a sobreexplotar su tierra, limitando su capacidad de incrementar la producción.

Las comunidades agrícolas tradicionales de las tierras altas del Ecuador han creado una serie completa de estrategias para hacer frente a los problemas causados por la creciente población y la disminución de la disponibilidad de la tierra para la producción. Las más notables entre estas estrategias son: la subdivisión y la propiedad de tierras disponibles sobre una amplia gama de zonas altitudinales; la utilización de una amplia variedad de cultivos adaptados a micro-climas específicos, la dependencia de los recursos locales, y el énfasis sobre la reciprocidad del trabajo compartido y la producción entre familias relacionadas y grupos comunales. El resultado de este proceso de adaptación es una agricultura caracterizada por la alta intensidad del trabajo, del bajo uso de energía, la gran diversidad de cultivos y animales y baja productividad.

Desgraciadamente, algunas adaptaciones también producen efectos negativos a la vital cultura tradicional y a los recursos naturales que sostienen a la familia campesina de pequeña escala. La migración a otras áreas en busca de empleo desbarata la adhesión de los lazos de comunidades agrícolas y agrava los problemas sociales en las áreas urbanas. La eliminación de los períodos de descanso, el desmonte de maleza, matorrales y tierras de pasto para el cultivo, el inapropiado uso del tractor y el uso intensivo de insumos obtenidos en el mercado son adaptaciones que sirven para incrementar la producción en el corto plazo pero aceleran la erosión del suelo y la pérdida de la fertilidad a largo plazo.

En un intento de revertir el proceso de degradación ambiental en beneficio de la comunidad rural marginal, el proyecto de Manejo del Uso de la Tierra, patrocinado por CARE y el Ministerio de Agricultura fue iniciado en 1985. En colaboración con el Departamento de Conservación de Suelos del Ministerio, se han adiestrado y equipado grupos de personas de agentes de extensión del MAG con el fin de promover prácticas de uso de la tierra, organizar y adiestrar a líderes comunitarios y miembros de familias campesinas y proporcionar asistencia técnica a nivel de finca. La Cooperativa El Sagrario, una institución local de crédito, otorga préstamos agrícolas a los participantes propietarios de la tierra, que cumplen previamente con planes de conservación de suelos y manejo de cultivos preparados conjuntamente con un extensionista del proyecto.

El cambio de prácticas agrícolas inadecuadas se considera más como un problema social que como un problema técnico. El énfasis se debería ubicar en lo sociocultural de la conservación de suelos dentro del sistema agrícola marginal. Las preguntas que necesariamente deberían ser contestadas son: qué organización comunitaria existe ya entre la población del proyecto? Cómo pueden ser incorporados a estas organizaciones los sistemas de conservación de suelos? Cómo pueden los miembros de estas organizaciones ser convencidos para aceptar y apoyar los esfuerzos de conservación de suelos?

Antes de iniciar el proyecto, se realizó una evaluación de los factores que influyen en el sistema agrícola. Estos factores incluyen: las técnicas y herramientas existentes para el cultivo, las prácticas existentes de conservación de suelos y las actividades concernientes a estas prácticas, y la disponibilidad de trabajo, incluyendo patrones de migración para trabajo a jornal, y las tradiciones de trabajo organizado tanto a nivel familiar como comunitario. Para ejemplificar la importancia de este análisis, varios estudios recientes indican que el trabajo asalariado fuera de la finca, produce más ingresos para los agricultores de tierras laderosas que las actividades

agrícolas por sí mismas. Como resultado, cualquier programa exitoso de conservación de suelos debe tomar en cuenta el tiempo que los campesinos pasan fuera de sus parcelas agrícolas, y si es que el trabajo fuera de la finca sustituye en mayor o menor grado el trabajo agrícola.

La evaluación reveló que varias costumbres y prácticas tradicionales sirven como medidas de conservación del suelo. La subdivisión de la tierra laderosa, a través de la costumbre hereditaria de dejar alguna parte a cada hijo, ha creado una matriz de pequeñas parcelas de cultivos variados y cubierta vegetal que da alguna protección. Los linderos horizontales de campo se mantienen a menudo colocando piedras o plantando hierba, arbustos o árboles. La rotación de los cultivos y los períodos de descanso fueron prácticas reconocidas por la tradición como necesarias para conservar la fertilidad del suelo, aunque la presión para producir ha disminuido su uso. Los agricultores también se dan cuenta de la valía de mantener tierra en potrero o monte, pero con mayor frecuencia el uso de la tierra es dirigido por las necesidades más urgentes de producción de alimentos.

Cualesquiera prácticas nuevas introducidas tendrían que ser presentadas como adaptaciones de los métodos tradicionales. Aunque este proceso de adaptación no será detallado aquí, el resultado neto ha sido que varias innovaciones han probado ser aplicables. Han aceptado las prácticas de conservación del suelo de terrazas en banco, acequias de ladera, zanjas de desviación, zurcos al contorno, barreras vivas, siembra en fajas, labranza reducida y abonos verdes. Las medidas de agroforestación incluyen siembra de árboles frutales y siembra de árboles y arbustos nativos como linderos de campo y pequeños bosquetes. Las intervenciones de manejo de cultivos abarcan el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, el uso apropiado de pesticidas, variedades mejoradas de semillas y prácticas culturales.

Los planificadores del proyecto se dieron cuenta de que una meta necesaria debería ser cambiar efectivamente las actitudes de los agricultores en lo referente al uso de la tierra si se esperaba que los campesinos asimilirán la aplicación rutinaria de nuevas técnicas de conservación del suelo. Una premisa primaria en la determinación de estrategias fue que los campesinos no asumirían las prácticas de conservación como suyas, a menos que las prácticas fueran percibidas como cambios necesarios para acrecentar la producción agrícola y los ingresos. Como tal, nuestra tarea debería ser demostrar a los campesinos la viabilidad y la aplicabilidad de las prácticas de conservación de suelos y otras prácticas adecuadas dentro del sistema de cultivo a pequeña escala como un medio de mejorar sus propias vidas.

Las estrategias esenciales se delinean como sigue:

- Maximizar la participación y responsabilidad comunitaria.
- Contratar a los extensionistas apropiados.
- Programa de extensión intensiva basado en adecuados métodos de educación.
- Usar incentivos apropiados.

## 2.0 MAXIMIZAR LA PARTICIPATION COMUNITARIA

Una característica común de muchos esfuerzos de extensión agrícola manejados por el gobierno es la exclusión de los participantes actuales, los campesinos, en las decisiones de planificación, responsabilidad para las actividades de implementación, adiestramiento a compañeros campesinos o en evaluación de sus proyectos. Los campesinos son vistos con frecuencia por los planificadores y responsables de proyectos como incapaces de contribuir a la actividad de desarrollo porque carecen del conocimiento técnico y porque son tanto perpetradores y víctimas de su propio subdesarrollo. Como resultado, los proyectos se diseñan e implementan sin la contribución de los participantes. En culturas tradicionales como las comunidades indígenas del Ecuador, mucha desconfianza resulta por la imposición de esquemas ajenos al desarrollo que con frecuencia no tratan los problemas vistos como prioridades por la comunidad.

Muchas intervenciones no sólo son mal enfocados sino que también carecen de consistencia y responsabilidad en su entrega. Una queja frecuente de los líderes de las comunidades es la de que las promesas de asistencia han sido siempre rotas en el pasado. Una promesa de adiestramiento o de apoyo material se hace pero el promotor o el técnico nunca vuelve para cumplirla. Los intentos de introducir ideas válidas para mejorar la producción agrícola algunas veces han sido hechos, pero la supervisión no ha sido suficientemente constante para asegurar el aprendizaje adecuado de las nuevas técnicas. Si la intervención falla al derivar algunos beneficios tangibles para la comunidad, la culpa con frecuencia se ubica en la agencia y la pérdida de fe en la asistencia externa es el resultado neto.

Para evitar los errores de experiencias pasadas, este esfuerzo está enfocado hacia la generación al más alto grado posible de la participación comunitaria. La planificación para las actividades es llevada a cabo entre la comunidad y el personal del equipo de extensión. La responsabilidad especifica para promover y organizar cursos locales y grupos de trabajo, planear las actividades de trabajo comunal, aprobar las solicitudes de préstamos para cultivos y manejar un banco de semillas mejoradas, son mantenidos por "Comités de Conservación y Crédito" locales, compuestos por representantes elegidos por la comunidad. Antes de imponer intervenciones, se ha seguido una metodología diseñada para construir sobre la experiencia y la tradición de la comunidad en la generación de apoyo para la conservación.

El involucrarlos en forma directa refuerza la organización tradicional y resulta de la identificación y adueñamiento por los líderes y miembros de la comunidad de los objetivos del proyecto. La toma de decisiones a nivel comunitario prevalece desde las etapas iniciales de la planificación a través de la aplicación de medidas de conservación y sobre el ciclo de cultivo íntegro. La identificación cultural y el orgullo de los grupos indígenas se asocian con los objetivos de conservación. Expresiones tales como "la conservación es nuestra propia actividad" y "sólo nosotros reconocemos la necesidad de la conservación del suelo y sólo nosotros estamos dispuestos a trabajar para aplicarlo", son frecuentemente escuchadas. El principio aquí identificado es que sin la cooperación de la comunidad en proyectos de conservación de suelos, aún las técnicas de conservación mejor diseñadas fallarían. Un reto importante a ser tomado en cuenta en las comunidades agrícolas marginales es la incorporación de las mujeres en las actividades de conservación del suelo. La economía campesina es dependiente del trabajo de las mujeres y de los niños

mayores, ya que los jefes de familia deben buscar empleo fuera de la finca como complemento a la inadecuada producción de subsistencia para satisfacer las necesidades familiares. El significado del trabajo de las mujeres se refleja en estudios que sitúan su contribución en más del 50% de trabajo agrícola en el campo. El papel y las decisiones de las mujeres deben ser tomadas en cuenta para determinar estrategias efectivas en la incorporación de su participación activa. En relación a este asunto, se analizó con la comunidad la actitud que tenían las mujeres frente a la agricultura y conservación de suelos y cómo las mismas influyen en el éxito de la asimilación de las prácticas de conservación. La respuesta fue que las mujeres deberían recibir entrenamiento y asistencia técnica, pero solamente cerca de sus hogares y a través de una extensionista mujer. Se contrató una extensionista bilingue, con el fin de promocionar y enseñar la conservación de suelos, huertos familiares y preparación de vegetales para mejorar la nutrición familiar. Actualmente existen varios grupos femeninos activos en esta tarea.

## 3.0 CONTRATAR EXTENSIONISTAS APROPIADOS

Frecuentemente se presentan problemas en relación a la capacidad de los agrónomos profesionales para transmitir con efectividad el propósito y aplicación de nuevas tecnologías al campesinado. En el Ecuador, muchos habitantes rurales son de origen indígena, hablan el Quechua, o son mestizos. A pesar de que la mayoría de los adultos comprenden y utilizan el español, ellos no comprenden el vocabulario técnico o sofisticado que usan la mayoría de los profesionales blancos de la urbe. Agravando el problema, la mayoría de los agrónomos carecen del entrenamiento necesario en métodos de enseñanza no formal que les sirve para comunicarse con la gente rural. En su lugar, el profesionalismo se basa en la enseñanza tradicional de aula, una enseñanza que logra pocos resultados al tratar con individuos de educación limitada.

Una estrategia importante de este proyecto ha sido el contratar y entrenar agrónomos que se adapten cultural y linguísticamente a la naturaleza especial de las comunidades. Es así que se seleccionaron agrónomos que hablen Quechua para que trabajen en las áreas indígenas. Por preferencia, el extensionista pertenece a la misma zona socio-económica y es escogido/a por las mismas comunidades donde va a a trabajar. Ya se ha mencionado sobre la colocación de una extensionista indígena para que trabaje con las mujeres de la comunidad. La importancia de esta estrategia no puede ser exagerada, ya que el grado de éxito de una extensionista está grandemente basado en su comprensión sobre cómo las familias campesinas ven la agricultura y la vida en general y cuán efectivo es el extensionista al comunicar a los comuneros los beneficios y la aplicación de una nueva tecnología.

## 4.0 PROGRAMA DE EXTENSION

Es esencial un programa agresivo basado en la presencia constante del personal de extensión en la comunidad. Actividades de extensión a nivel de grupo e individuo incorporan las otras tres estrategias descritas en este documento.

El proyecto anima la iniciativa de los agricultores interesados en enseñar en los cursos y recibir visitas de otros agricultores a sus tierras. Juega un papel importante dentro del entrenamiento de los líderes agrícolas voluntarios el enseñar a otros agricultores.

Los métodos específicos de enseñanza no formal incluyen: ejercicios prácticos en el campo, visitas de demostración y de observación, discusiones entre pequeños grupos, •socio-dramas, títeres, shows con slides, y enseñanza de agricultor a agricultor. Estos métodos han probado ser más efectivos con individuos de poco o nada de instrucción escolar. El dicho "ver para creer" es comúnmente expresado por los participantes como una reacción al observar los incrementos en cosecha obtenida por un agricultor vecino como resultado de haber aplicado las nuevas prácticas de cultivo. Las visitas realizadas a otros cultivos en terrenos en pendiente con el fin de observar y preguntarse sobre las nuevas ideas añaden realismo y justificación a las actividades promocionadas por el personal de extensión en comunidades sobre las medidas de conservación aún no han sido puestas en práctica. En esto se basa la importancia de la relatividad en métodos de enseñanza ejemplos viables.

## 5.0 USO DE INCENTIVOS APROPIADOS

Debido al tiempo no corto para convencer a los agricultores de que las prácticas de conservación de suelos darán beneficios tangibles, se debe utilizar incentivos para ganar la cooperación y participación activa del individuo y de la comunidad.

El primero consiste en aquellos que animan al agricultor a aplicar las técnicas de conservación de suelos pese al hecho de que el no pueda beneficiarse enseguida de las actividades a largo plazo. Estos incentivos a corto plazo consisten en: promesa de obtener mayores cosechas e ingresos, ser elegible para obtener un préstamo agrícola, y poder asistir a los seminarios de capacitación.

Los beneficios obtenidos de las prácticas de conservación son desconocidos para la mayoría de agricultores. Pero, generalmente se reconoce como riesgo valedero experimenta con nuevas variedades e insumos mejorados para aumenta la producción agrícola. La conservación de suelos es presentada como un componente esencial en el incremento de la producción, así como los insumos adecuados y prácticas mejoradas de cultivo.

El establecer parcelas demostrativas ha permitido al agricultor observar y cuestionar sobre las nuevas prácticas y generar interés en la posibilidad de derivar los mismos beneficios a través de la puesta en práctica en su propia tierra. El proyecto depende bastante de las visitas hechas por los futuros conservacionistas a terrenos de agricultores que han tenido éxito, lo cual sirve como ejemplo vivo de los principios de conservación de suelos y sus aplicaciones. El mensaje fundamental de esto es que un ejemplo que funciona vale más que mil promesas. Luego depende del agricultor el descubrir y confirmar en su propia tierra y bajo sus propias limitaciones que en realidad es posible adoptar las nuevas técnicas.

A pesar de que la familia marginal agrícola frecuentemente utiliza el crédito informal para la adquisición de tierras, animales, o aún pequeñas empresas o inclusive para emergencias, es menos común el uso del crédito para insumos agrícolas. A

pesar de la costumbre de poca inversión en la agricultura, la oportunidad de obtener un préstamo a través del proyecto, sirve como un incentivo para involucrarse. Sin embargo, los préstamos no son entregados indiscriminadamente sin confirmación del interés individual o del grupo, y su compromiso en los objetivos de conservación. Un prerequisito para ser calificado al recibir un préstamos es el haber aplicado las prácticas indicadas de conservación y que las mismas sean calificadas por el "comité de crédito y conservación", y por el extensionista del proyecto.

Por último, los cursos de capacitación sirven como un incentivo en proporcionar una forma divertida pero informativa para aprender algo nuevo. Se ofrecen tres tipos de cursos: días de campo para visitar lugares donde ya se han establecido las prácticas en el terreno de un semejante; encuentros entre los líderes representantes de las comunidades; y cursos comunales llevados a cabo dentro de las comunidades.

Un incentivo a largo plazo es aquel que anima al agricultor a mantener un sistema de conservación de suelos, ya que se da cuenta de que le proporciona beneficios tangibles. En el sentido real, el beneficio de conservación de suelos representa el único incentivo a largo plazo.

El éxito del proyecto está en el incremento de cosechas e ingresos al utilizar las nuevas prácticas, lo que además ha probado ser un incentivo suficiente para animar a los agricultores a mantener y expandir sus actividades de conservación. El promedio de cosechas ha aumentado en un porcentaje estimado del 49% en 8 cultivos principales. El incremento promedio resultante en el ingreso del agricultor para estos cultivos ha crecido en aproximadamente el 56%.

Otros cambios también se han obtenido. Ha aumentado considerablemente la variedad de cultivos que los agricultores pueden producir en pendientes con capas arables delgadas y subsuelos densamente compactos al aplicar las medidas de conservación de suelos. Se ha cultivado hortalizas y tubérculos en pendientes en donde antes sólamente se podía cultivar granos básicos debido a la poca profundidad del suelo. Los agricultores han comprado terrenos altamente erosinados localizados en lugares cercanos, en donde practican sus conocimientos sobre conservación de suelos para lograr volver a producir cultivos rentables. Otros agricultores inclusive ha arrendado tierras para cultivar en donde han aplicado las medidas de conservación.

Las comunidades que tienen agua de riego han comenzado a comprender la necesidad de expandir la aplicación de conservación de suelos con el fin de maximizar el uso efectivo de este valioso recurso. Un grupo formado por siete comunidades ha establecido el requisito de aplicación previa de medidas de conservación antes de obtener el derecho de uso de riego.

A continuación se resumen las actividades cumplidas durante los primeros 30 meses del proyecto:

**Totales Acumulados de Actividades desde enero 1985 a junio de 1987**

| | |
|---|---|
| Prácticas mecánicas (área tratada en hectáreas) | 445 |
| Prácticas agronómicas (área tratada en hectáreas) | 652 |
| Prácticas agroforestales (área tratada en hec.) | 404 |
| Plántulas forestales plantadas (000's) | 256 |
| Seminarios de entrenamiento para extensionistas (seminario) | 14 |
| Eventos de promoción dentro de las comunidades | 247 |
| Formación de comités sobre crédito y conservación | 22 |
| Préstamos desembolsados a las comunidades (préstamos) | 5 |
| Préstamos desembolsados a individuos (préstamos) | 421 |
| Cantidad total de préstamos desembolsados (en miles de sucres) | 8.2 |

Los logros pueden parecer insignificantes comparados con la dimensión de la degradación ambiental en las tierras altas del Ecuador. Sin embargo, está bien fundada la viabilidad del modelo del proyecto para incentivar a los agricultores marginales a que pongan en práctica las actividades necesarias para lograr un uso racional de las tierras inclinadas. El Ministerio de Agricultura y CARE están optimistas de que el número de comunidades y familias agrícolas participantes pueda aumentar considerablemente. Está pendiente la aprobación por parte del Gobierno del Ecuador de un acuerdo de extensión de 3 años, y una vez firmado, el mismo tomará efecto a partir de julio de 1987.

# LA PERCEPCION QUE TIENEN LOS CAMPESINOS, DE LAS TENSIONES AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICAS EN LA SIERRA ECUATORIANA[1]

AUTOR: CHRISTOPH STADEL
BRANDON UNIVERSITY
CANADA

[1] Este trabajo se hizo con el apoyo de dos donaciones de investigación del Consejo de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades del Canadá (SSHRC), para los años de 1986 y 1987.

## 1.0 INTRODUCCION

Abundante investigación se ha llevado a cabo en diferentes regiones y en varias disciplinas. En Geografía, esta investigación se ha enfocado particularmente en la percepción del espacio y en el comportamiento espacial.

Sorprendentemente, poco trabajo sobre este asunto se ha enfocado a las regiones montañosas, en donde las condiciones ambientales y los aspectos socioeconómicos con frecuencia muestran variaciones considerables en distancias muy cortas. Este artículo se refiere a una dimensión particular de la percepción, a saber aquella de los factores de tensión que enfrenta la población rural en un segmento de la Sierra ecuatoriana. Aunque existen algunas estadísticas sobre población para el año de 1982 y sobre aspectos agrícolas para 1974, ninguna investigación publicada examina los problemas del ambiente rural como lo perciben los campesinos en diferentes zonas de la Sierra. Sin embargo, parecería que tal información es de gran importancia para la formulación de los objetivos y estrategias de desarrollo.

La investigación que aquí se presenta es parte de un proyecto más grande de la Universidad de las Naciones Unidas, sobre la interacción de Ecosistemas de altura y Tierras Bajas, que se está llevando a cabo en diferentes ambientes montañosos del mundo. En el Ecuador, la investigación se enfocó en la Cuenca Alta del río Pastaza y estudió procesos geomorfológicos y de suelos, uso agrícola y de la tierra, patrones de población, aspectos de movilidad y centros de mercado (Fig. 1). El objetivo principal de este trabajo fue examinar las tensiones rurales percibidas "activa" y "pasivamente" en una secuencia que va desde el pie del Chimborazo hasta El Puyo, la principal puerta de entrada al Oriente ecuatoriano.

## 1.1 REGION DE ESTUDIO Y PROCEDIMIENTOS DE INVESTIGACION

La región de estudio escogida abarca un sector de la Sierra ecuatoriana que muestra una gran variedad de ambientes naturales y humanos. Se extiende desde el límite superior del asentamiento humano y de las actividades pastorales, al pie del Chimborazo y del Carihuairazo, a cerca de 4300 m hasta la zona de colonización agrícola en la entrada a las tierras bajas del Oriente alrededor de El Puyo, más o menos a 900 m (Fig. 2). Esta secuencia, con las carreteras de Guaranda - Ambato y Ambato - Puyo como sus ejes principales, incluye segmentos de las siguientes regiones:

- Las laderas orientales de la cordillera occidental;
- La Cuenca de Ambato, parte del Callejón Interandino;
- La cordillera oriental a lo largo de los valles muy profundamente excavados de los ríos Patate y Pastaza;
- Las llanuras y el pie de monte orientales, en el borde occidental del Oriente.

La mayor parte del área se caracteriza por notables variaciones del relieve en distancias cortas y por un terreno empinado, abrupto, con la excepción de los vastos **Altiplanos del Páramo** al pie del Chimborazo, partes de la Cuenca de Ambato fuera de los valles de ríos profundamente disectados, y las llanuras alrededor de El Puyo.

Posiblemente de mayor significación para la vida agrícola y rural - por lo menos en la percepción de la población - son las condiciones climáticas caracterizadas por

los agudos contrastes en la temperatura a lo largo de cortas distancias y por variaciones en la cantidad y ocurrencia estacional de las lluvias. En la región pueden distinguirse las siguientes zonas climáticas:

- La zona pastoral más alta al pie del Chimborazo, que es un ambiente frío, ventoso y sorprendentemente seco;

- Bajo esta zona, e incluyendo la zona superior de establecimiento permanente, está una área de condiciones húmedas y muy frías con la ocurrencia frecuente de heladas nocturnas y niebla;

- La Cuenca de Ambato y las laderas más bajas que la circundan es una zana semiárida (300 - 500 mm de precipitación anual) con una considerable escasez estacional de agua. Aunque las tenperaturas son en general templadas, la presencia ocasional de heladas nocturas representa un grave problema para los agricultores;

- Bajo la influencia de los ríos Patate y Chambo, que marca el comienzo del río Pastaza, así como en los valles de los alrededores, el clima se vuelve cada vez más húmedo. La precipitación en algunas áreas llega a 4000 - 5000 mm por año. Las temperaturas aumentan constantemente conforme se va aguas abajo y al pie de la cordillera, alrededor de El Puyo existen condiciones tropicales con temperaturas medias anuales de más de 20 grados Celsius. En contraste, condiciones de humedad, frío y niebla predominan en las altas laderas sobre el valle del Pastaza.

No sólo las condiciones naturales muestran grandes contrastes, también el paisaje humano varía enormemente debido a los siguientes factores principales:

- El tipo de actividad agrícola y las plantas cultivadas incluyen toda la gama de altitudes, desde la actividad pastoral y el cultivo de tubérculos y granos duros en las zonas más altas, al mosaico de una gran variedad de granos y hortalizas más abajo, hasta el cultivo intensivo de árboles frutales, hortalizas y flores en la Cuenca de Ambato, y finalmente la aparición gradual de cultivos subtropicales y tropicales conforme se va aguas abajo en los valles del Patate y el Pastaza;

- Una dualidad de ambientes raciales que incluyen poblaciones indias en algunas partes de la región de estudio, especialmente al pie del Chimborazo y del Carihuairazo, en la zona de los Salasacas cerca de Ambato, y el "**Comunas**" dispersas alrededor de El Puyo. Sin embargo, la mayor parte de la región es un ambiente **mestizo** aunque su identidad cultural y sus antecedentes pueden variar de un lugar a otro;

- Un contraste urbano-rural, observable especialmente en la periferia de los grandes centros Ambato y Puyo;

- La accesibilidad a las principales carreteras y centros de mercado, en términos de distancia, tiempo de viaje, disponibilidad de transporte y costos de transporte;

- El desarrollo o factor de innovación, en la forma de proyectos de riego, asistencia técnica, desarrollo de infraestructura, préstamos bancarios, etc.

Los esfuerzos llevados a cabo en diferentes partes de la región de estudio por un conjunto de entidades y organismos, han llevado a variaciones considerables en el paisaje cultural.

En la investigación presentada, se siguieron los siguientes métodos y procedimientos:

- En el campo, se utilizó un cuestionario que contenía una lista de 33 factores de tensión potencial (cuadro 1). Primero, se le pedía a la gente que pusiera en la lista los tres "problemas" que más los afectaran. Estos problemas mencionados "espontáneamente" se los identificaba como "tensores percibidos activamente". Luego, se pedía que los entrevistados indicaran cuál de los 33 problemas de la lista tenían un efecto negativo sobre ellos; estos se identificaban como "tensores percibidos pasivamente". A los que respondían se les alentaba también a detallar más los problemas que los afectaban;

- Antes de que se usara el cuestionario, se lo ensayaba en el campo y se lo modificaba ligeramente. Luego se realizó la investigación de campo con la colaboración de ingenieros agrónomos de Ambato durante el verano de 1986 en la zona entre Ambato y Chimborazo y en el verano de 1987 en la región entre Ambato y El Puyo.

- Basándose en aspectos naturales y humanos específicos, se identificaron ocho distintas subregiones. Dependiendo del tamaño de estas zonas y de las variaciones dentro de ellas, se llevaron a cabo un número representativo de cada una de las subregiones, se hizo el intento de escoger una muestra que fuera representativa de las diversas condiciones humanas y ambientales. Esto se hizo en particular en la zona de Cotaló - Huambaló - Pelileo, en donde se realizó el mayor número de entrevistas. Aquí se obtuvo un perfil altitudinal de respuestas durante las laderas más altas del lado derecho del río Patate, hasta las laderas más altas del lado izquierdo del río. En la región de Río Verde - Mera (Shell), también se tomaron muestras de los dos lados de la carretera y de los dos lados del valle profundamente escalado del río Pastaza.

  En 1986 se llevaron a cabo un total de 120 entrevistas entre Ambato y el pie del Chimborazo; en 1987, 127 entrevistas más se hicieron entre Ambato y El Puyo, obteniendo un total de 247 respuestas:

- Luego se analizaron los resultados de las entrevistas y se tabularon para presentarlos en algunos gráficos; el resumen de los "factores de tensión" percibidos tanto activa como pasivamente se presenta en las figuras 3[a] y 3[b] para cada una de las ocho subregiones.

## 1.2 LAS TENSIONES RURALES AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICAS PERCIBIDAS ACTIVA Y PASIVAMENTE: RESULTADOS Y OBSERVACIONES PRINCIPALES

De acuerdo con un modelo de tensión ambiental (Fig. 4) desarrollado anteriormente por el autor (Stadel, 1984, 1985), se puede hacer una distinción entre:

- Un subsistema intrínseco de tensión que es inherente al ambiente natural y humano;

- Un subsistema intrínseco o de "impacto inducido" compuesto por factores que actúan sobre el ambiente desde afuera y tienden a modificar las condiciones ambientales y los factores de tensión;

- Un subsistema de adaptación y ajuste que contiene las diversas respuestas de adaptación y ajuste humanos a los factores de tensión.

Las bajas temperaturas en las grandes alturas limitan las actividades agrícolas y prolongan el período de crecimiento de los cultivos. Sin embargo, la población que vive en estas zonas frecuentemente se ha adaptado a estas condiciones y generalmente no ve las temperaturas bajas como una limitación importante. No obstante, lo que se percibe como un factor de tensión muy grande es la ocurrencia de grandes heladas nocturnas que pueden dañar o aún destruir los productos agrícolas. Las heladas se dan con más frecuencia durante los meses de julio y agosto y también en noviembre y diciembre, y son una amenaza a altitudes de más de 2300 m.

Comparadas con los factores de tensión climática, las otras limitaciones potenciales son percibidas como problemas en un grado mucho menor. Aunque las laderas empinadas y el relieve abrupto predominan en la mayor parte de la región de estudio, la población rural parece haberse acomodado a estas condiciones - por lo menos no percibe el relieve como un factor principal de tensión.

En consecuencia, pocos campesinos han realizado cualquier acción para reducir el impacto de la pérdida en masa y la erosion sobre las laderas empinadas y cualquier proyecto de conservación de suelos debe incluir un componente preliminar de capacitación de la población. Si la población tiene la percepción de la erosión, esto se considera simplemente como un fenómeno natural "que Dios nos manda" y que poco se puede o debe hacer para evitarlo.

En contraste, en las áreas por encima de los 3500 m (excepto en las zonas de condiciones locales más secas al pie del Chimborazo y en el valle del río Pastaza más abajo de Baños, la humedad excesiva también es percibida como un factor importante de tensión. En este caso, las altas cantidades de precipitación pueden conducir al deterioro de los cultivos y crear dificultades para llevar a cabo el trabajo agrícola. Pueden también reducir un suministro adecuado de leña y paja, para uso como combustibles en el hogar. Aunque los altos niveles de humedad, especialmente cuando se combinan con la baja temperatuta en las secciones más altas, exacerban los problemas predominantes de salud, la población rural parece generalmente no darse cuenta de las causas de sus enfermedades. La mayor consecuencia adversa de la alta precipitación en la percepción de la población rural, se relaciona con los problemas de transporte que se dan luego. Especialmente en las áreas de laderas empinadas se vuelve difícil, costoso, peligroso, o aún imposible transportar productos agrícolas al mercado durante los

Los resultados de investigación en la región de estudio Chimborazo - Puyo, se relacionan con los tres componentes de tensión ambiental.

### 1.2.1 FACTORES DE TENSION PERCIBIDOS INTRINSICAMENTE

El clima que afecta a los campesinos de manera más directa es un factor de tensión percibido prominentemente. Los aspectos reales y percibidos más significativos del clima son la cantidad de precipitación y la presencia cíclica de las estaciones lluviosas y secas (**invierno y verano**). En una amplia faja altidudinal que va desde alrededor de 2000 a 3000 metros, la deficiencia de suministro de agua es el factor de tensión percibido más importante. Este es especialmente el caso de toda la Cuenca de Ambato, las laderas adyacentes inferiores de la Cordillera y el valle profundamente disectado del río Patate. Esta escasez de agua - en áreas en donde el riego no existe o es insuficiente -reduce gravemente la duración de la estación de cultivo, limita la variedad de cultivos agrícolas y disminuye la productividad. Aún más, la escasa cobertura de vegetación natural, combinada con frecuentes vientos fuertes y aguaceros ocasionales, crea un grave problema de erosión hídrica y eólica. Sin embargo, aunque esto es un problema real, no se lo percibe como un factor principal de tensión por parte de la población rural del lugar.

Entre los factores humanos, a menudo es difícil hacer una distinción clara entre las tensiones intrínsecas y extrínsecas. La accesibilidad y la distancia a las carreteras y mercados tienen las dos un componente intrínseco y uno extrínseco. En las partes superiores de la región de estudio, en la zona pastoral al pie del Chimborazo, no es la naturaleza del terreno o la distancia real a la carretera que crea un grave problema de accesibilidad para las comunidades indias. La mayor limitación está en la disponibilidad inadecuada de buses y camiones y en el alto costo del transporte para el movimiento de la gente y las mercancías entre las comunidades campesinas y los centros de mercado, especialmente Ambato. Esto significa que se deben gastar grandes cantidades de tiempo (aunque esto no se percibe como un problema) y de dinero, para poder comerciar con frecuencia, pequeñas cantidades de productos por los cuales se paga un precio bajo por parte de los intermediarios y los clientes. Los intermediarios, que a menudo suministran el transporte entre las comunidades indígenas y los centros de mercado, con frecuencia explotan a los productores, aunque estos últimos pueden no darse cuenta de ello, o si lo hacen, parece que son renuentes a cambiar el sistema de mercado tradicional.

Otro componente principal de las tensiones humanas intrínsecas se relaciona con un gran conjunto de problemas agrícolas. La mayor parte de la región de estudio se caracteriza por minifundios y parcelas agrícolas fragmentadas. Esto significa que la base agrícola para la mayoría de las familias es insuficiente, especialmente en las áreas con una estación agrícola y producción de cultivos limitadas. Sin embargo, este aumento de la magnitud del problema de tierra agrícola escasa, que se debe al mantenimiento tradicional de grandes familias, solo rara vez se ve como un factor de tensión. Dos áreas principales tienen que ser excluídas del campo de los **minifundios**: la zona de pastoreo nativo al pie del Chimborazo, en donde la tierra es de propiedad comunal, y la zona de colonización reciente en el Oriente, en donde las familias tienen acceso a más tierra. Aún más unas pocas haciendas persisten, algunas dedicadas primordialmente al pastoreo, en las laderas superiores de las montañas; otras en el fondo del valle del río Patate, que se caracterizan por un cultivo intensivo de cítricos, aguacates y babaco (Carica sp.)

Otro grave problema que han identificado los agricultores de la mayoría de las regiones, aunque en grado variable, es la escasez de mano de obra para la

agricultura. Este es un fenómeno nuevo y está relacionado con cierto número de cambios económicos y sociales recientes dentro de la sociedad rural. Muchos jóvenes campesinos han empezado a menospreciar el trabajo agrícola, y están buscando la educación secundaria y trabajos no agrícolas. Este cambio en las actitudes sociales refuerza la atracción de los centros urbanos más grandes (Ambato, Puyo) y de otros lugares que tienen oportunidades de empleo no agrícola, siendo los más importantes los campos petroleros del Oriente. Frente a esta situación, los agricultores de pequeña escala no tienen la capacidad o no quieren pagar jornales más altos a los trabajadores agrícolas y por esto no pueden confiar ya en una disponibilidad constante de peones. Por el contrario, en algunas regiones, las oportunidades alternativas de empleo son limitadas, especialmente en las partes más remotas de la región de estudio.

Con la deforestación progresiva del ambiente andino, el acceso difícil y con frecuencia costoso al combustible doméstico se mencionó a menudo como un importante factor de tensión. Sin embargo, esto no se aplica al valle del río Pastaza o al Oriente, en donde la leña todavía está disponible, aunque a veces puede ser difícil obtener leña seca. Cada vez con mayor frecuencia, lo población rural tiene que contar con el gas caro o con desechos como fuentes principales de combustible.

Una gran variedad de factores de tensión percibidos tiene que ver con las infraestructuras y servicios rurales. El problema más acuciante con respecto a esto parece ser la falta o el suministro inadecuado de agua potable limpia y segura. Esta deficiencia es en gran parte la causa de la mala salud de muchos campesinos aunque este vínculo generalmente no es entendido por ellos. Una gran variedad de otras infraestructuras y servicios fueron percibidos como insuficientes o inexistentes, por ejemplo: las escuelas y la poca motivación de muchos profesores, la electricidad, casas comunales y lugares de recreación, las condiciones de los caminos y calles y el sistema de alcantarillado. Para nuestra sorpresa el tamaño inadecuado y la calidad de las casas campesinas fue solo rara vez percibido como un factor principal de tensión. En total, poca unanimidad existía acerca de las necesidades de la comunidad; las respuestas variaban de acuerdo con las diferentes comunidades y las percepciones personales. No obstante, había un acuerdo importante acerca del hecho de que las infraestructuras y servicios rurales son deficientes y que las necesidades de los campesinos a menudo son ignoradas por las autoridades.

Muchos de los factores de tensión mencionados forman parte de la condición general de pobreza y subdesarrollo rural. Esto se manifiesta en muchas formas, que van desde la falta de educación y conocimientos de agricultura, hasta la nutrición inadecuada, mala salud, y altas tasas de mortalidad, sin embargo, en muchos casos, la gente parecía aceptar esta situación como la "voluntad de Dios", aunque en otras respuestas se expresaba resignación y frustración.

### 1.2.2 FACTORES DE TENSION PERCIBIDOS EXTRINSECAMENTE

Las influencias externas sobre el ambiente natural o humano pueden generar cierto número de factores de tensión percibidos extrínsecamente que a su vez modifican y refuerzan la tensión intrínseca. Al analizar los datos obtenidos, se vuelve evidente que unos cuantos de los "factores extrínsecos" son capitales en la percepción de la tensión campesina. Virtualmente en toda la región del estudio, los programas de desarrollo rural de las entidades del gobierno -y en menor grado los de

las entidades privadas- son percibidos como inadecuados y a veces insuficientes o inexistentes. Esto se refleja en el hecho de que, por ejemplo, la ausencia o insuficiencia de asistencia técnica se menciona casi siempre como un gran problema.

Esto es particularmente significativo en vista de que la mayoría de los agricultores mencionan un conocimiento agrícola insuficiente de su parte.

Aunque la mayoría de los minifundistas no obtienen préstamos financieros o no pueden obtenerlos, en el caso en que puedan obtenerlos y usarlos (especialmente para fines no agrícolas, o por agricultores más ricos), las tasas de interés se perciben como prohibitivamente altas.

Mientras que la situación de los préstamos afecta a un número limitado de campesinos, el alto costo de los tratamientos agrícolas y de las herramientas representa un problema grave para casi todos los agricultores y esto virtualmente en todas las partes de la región de estudio.

Uno de los principales problemas de los programas de asistencia rural parece ser que ellos se ejecutan con frecuencia en áreas seleccionadas dejando fuera -por razones que son difíciles de comprender- zonas vecinas con problemas y necesidades similares. Asimismo, la asistencia rural, especialmente la que ofrecen las entidades del gobierno a menudo es de mayor beneficio para un segmento más pudiente y mejor educado de la población campesina, y se deja de lado a los grupos más marginales. Una de las excepciones principales con respecto a esto es el trabajo de la entidad priada CESA (Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas), que durante los diez años pasados, ha concentrado su trabajo de desarrollo en zonas marginales; por ejemplo en las comunidades indias de la parroquia de Pilahuín. Aquí se han llevado a cabo programas de desarrollo rural integral eficaces y bien aceptados, que ya empiezan a mostrar resultados notables.

La influencia y efecto de los programas de asistencia rural extranjeros ha tenido resultados variados, que se reflejan tanto en percepciones positivas como negativas de la gente del campo. Entre los programas positivos se puede mencionar el esfuerzo combinado de CARE y MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) que da énfasis a la conservación de suelos por medio de la construcción de terrazas, adopción de técnicas de cultivo apropiadas y reforestación. Mientras el componente de desarrollo de los organismos de la Iglesia frecuentemente se percibe como positivo, el componente cultural y misionero de su trabajo es muy controvertido pues a veces ha conducido a la alineación cultural y a divisiones sociales dentro de las familias o de las comunidades.

## 2.0 RESUMEN DE LOS RESULTADOS

El artículo presentado ha tratado de hacer una contribución para una mejor comprensión de los problemas rurales y las necesidades de desarrollo en un ambiente andino que muestra una gran diversidad en las condiciones naturales y humanas. Aunque conseguir que la población campesina formule sus problemas más graves es un proceso que toma tiempo y es difícil, parecería que el aporte directo de los campesinos es de gran importancia para comprender mejor la situación rural y las principales necesidades y limitaciones del desarrollo, así como para la formulación de programas de desarrollo efectivos y bien aceptados.

Los principales resultados de la investigación realizada pueden resumirse como signe:

- En cada una de las subregiones del área de estudio, más de 80% de la población entrevistada (con excepción de la zona 8) estuvo de acuerdo con respecto al factor de tensión principal "percibido pasivamente". Este porcentaje bajó significativamente a 31% - 53% para los factores de tensión "percibidos activamente";

- En algunos casos, los principales factores de tensión "percibidos pasivamente" no son los mismos que los "percibidos activamente" como importantes;

- Unos cuantos de los factores de tensión percibidos son comunes a todos los ambientes y zonas culturales. Entre estos factores de tensión aparecen prominentemente los factores humanos extrínsecos, por ejemplo, asistencia técnica insuficiente así como insuficiente apoyo del gobierno e infraestructuras comunitarias, y también el alto costo de los suministros y un poder de adquisición inadecuado que lleva a una economía familiar precaria y a diversos síntomas de pobreza rural;

- Algunos de los factores de tensión solo están en los primeros lugares en la percepción de los campesinos en zonas ambientales específicas o en subregiones socio-económicas. Este es especialmente el caso de las limitaciones climáticas para las cuales los campesinos tienen una percepción muy alta en la parte superior del área de estudio (con excepción de las zonas húmedas más altas), la aridez estacional con una escasez del agua de riego y agua limpia potable, es un factor de tensión principal, real y percibido. Al contrario, en el valle del Pastaza que está bajo la influencia climática del Oriente, la precipitación excesiva llega a ser un factor de tensión grande para la realización de actividades agrícolas, para la salud de la población y para el transporte y facilidad de accesso. Asímismo, en una gran zona intermedia, tanto la aridez estacional como las fuertes lluvias ocasionales son también percibidas como limitaciones.

  La infraestructura del transporte, la disponibilidad de buses y el acceso a la carretera y a los centros de mercado son también factores de tensión potencial significativos, pero su importancia varía considerablemente de un extremo a otro del área de estudio. En muchas partes, la falta de caminos a sus malas condiciones, el alto costo del transporte y el servicio de buses no continuo o inexistente en las partes más remotas son importantes factores de tensión percibidos.

  La montañosa provincia de Tungurahua se caracteriza por una predominancia de minifundios, mientras que el tamaño de las fincas dentro de la zona de colonización más reciente dentro de la provincia de Pastaza tiende a ser mayor. Aunque el tamaño de las fincas en la zona de los minifundios es a menudo insuficiente para mantener adecuadamente las familias y fuerza a la población a buscar alternativas de empleo, el factor de tensión potencial de "tierra insuficiente" no se clasificó como alto den la percepción de los campesinos, como habría podido esperarse.

Finalmente, la disponibilidad cada vez menor de trabajadores agrícolas y el acceso inadecuado a trabajos alternativos no agrícolas fueron factores de tensión percibidos, cuya importancia variaba considerablemente en toda el área de estudio, especialmente de acuerdo con la distancia desde Ambato y de otros centros de servicio principales.

- Algunos factores de tensión potenciales que se incluyeron en el cuestionario, no se clasificaron en lugar prominente en la percepción de los campesinos. Un ejemplo de esto es el gran tamaño de muchas familias campesinas que en la mayor parte de los casos se consideró como un hecho natural inevitable o como un don de Dios.

- Muchos de los problemas del ambiente rural parecen estar relacionados con una percepción negativa global del trabajo agrícola y de la vida en el campo, que tienen tanto la población urbana como la rural, y también el apoyo gubernamental aparentemente insuficiente para el sector rural -por lo menos en la percepción de los campesinos- Las aspiraciones y niveles de una educación mayor y el atractivo de los centros urbanos y trabajos no agrícolas fueron culpados por muchos de los que respondieron por el creciente menosprecio al trabajo agrícola y al estilo de vida campesino, por la escasez de trabajo agrícola y por la migración de las ciudades.

  A su vez, el gobierno parece que no ha hecho mucho para contrarrestar estas tendencias dando apoyo económico y social a los campesinos.

## 3.0 RECOMENDACIONES

Basados en los descubrimientos generales podemos hacer algunas recomendaciones, aunque con cierto grado de duda y precaución:

1. Cualquier esfuerzo de desarrollo en un ambiente andino debe ser precedido no solo de un estudio profundo de las condiciones ambientales y de datos estadísticos generales, sino también por un examen detallado de las condiciones socioeconómicas de la población rural. De igual manera, la identificación de las necesidades y prioridades y la formulación de objetivos y estrategias de desarrollo no debería basarse únicamente en las opiniones de los científicos y técnicos, sino que debería tomar en cuenta el aporte directo de la población del lugar. Esto aseguraría que los programas de desarrollo estén de acuerdo con los deseos de la población para la cual se han diseñado en último término.

   Este enfoque podría también conducir a una solidaridad y cooperación mayor entre los "expertos" y los campesinos, y a resultados mejores y más duraderos del esfuerzo de desarrollo.

   Este énfasis en mejorar las "habilidades de escuchar" no tiene que excluir el uso apropiado de la experiencia profesional. Sin embargo, requiere un clima de verdadera asociación entre los expertos y la población local y una capacitación y diálogo pacientes, diestros y honestos;

2. Parece que en muchos casos, la comunicación mejorada entre las diversas entidades orientadas al desarrollo, así como su coordinación, son necesarias. Esto evitaría la duplicación innecesaria de los proyectos de desarrollo y su

competición. Asímismo, aseguraría la ejecución de un programa genuino de desarrollo rural integral que llegaría a una proporción mayor de la población incluyendo la población marginal a menudo olvidada.

3. Dadas las condiciones muy variadas y aún contrastantes, naturales y humanas de los Andes, cualesquiera metas y estrategias de desarrollo no deberían ser solo un plan de modelos de desarrollo generales y teóricos, sino que deberían diseñarse en respuesta a las necesidades locales al nivel microrregional. Este es un método que requiere inversión considerable en tiempo y recursos para la investigación preliminar, pero que evita los costosos escollos de las acciones inapropiadas;

4. Las áreas de objetivo para el desarrollo rural deberían enfocarse en zonas de gran necesidad probada y de riesgo más alto para el deterioro rápido del ambiente y de las condiciones de vida rural. Especial atención debe darse a las necesidades de los segmentos marginales a menudo "silenciosos", dentro tanto de las regiones generalmente más avanzadas como dentro de las regiones deprimidas.

5. Los proyectos de desarrollo internacionales y el dinero deberían dirigirse a las necesidades básicas percibidas de la pobiación local. Aunque dichos proyectos pueden ser menos espectaculares a corto plazo, a la larga pueden tener resultados más efectivos y duraderos;

6. En donde ciertas metas y estrategias de desarrollo son obviamente esenciales y deben ser una prioridad, pero no se clasifican en lugar primordial por parte de la población campesina, debe preceder a la ejecución del proyecto de desarrollo un programa de capacitación con el objeto de asegurar su aceptación por la población local. Esto es especialmente el caso de los programas dirigidos a la protección y rehabilitación ambientales, de los cuales los campesinos rara vez tienen una comprensión concisa. Con respecto a esto también es necesario tener en consideración las limitaciones económicas y las necesidades de corto plazo de la población campesina. Esto puede requerir una compensación financiera para los campesinos en las áreas que han sido destinadas a la rehabilitación y que posiblemente podrían sacarse de la producción agrícola.

7. Finalmente, basados en la investigación llevada a cabo en la zona andina entre el Chimborazo y la puerta de entrada al Oriente, parece que las prioridades de desarrollo siguientes son capitales:

   - En una gran área de la cuenca de Ambato y sus laderas circundantes, así como en el valle de Patate, una necesidad real y percibida es el suministro más general y abundante de agua de riego y potable;

   - Además del suministro mejorado de agua, una gran gama de infraestructuras y servicios rurales requieren acción de desarrollo. Esto incluye la introducción o mejoramiento de la canalización, la electrificación, centros de salud y escuelas, así como de facilidades de recreación;

- En muchas áreas, la accesibilidad a los centros de mercado -una necesidad crucial para la mayoría de los agricultores- debe ser mejorada elevando el nivel de la infraestructura de transporte.

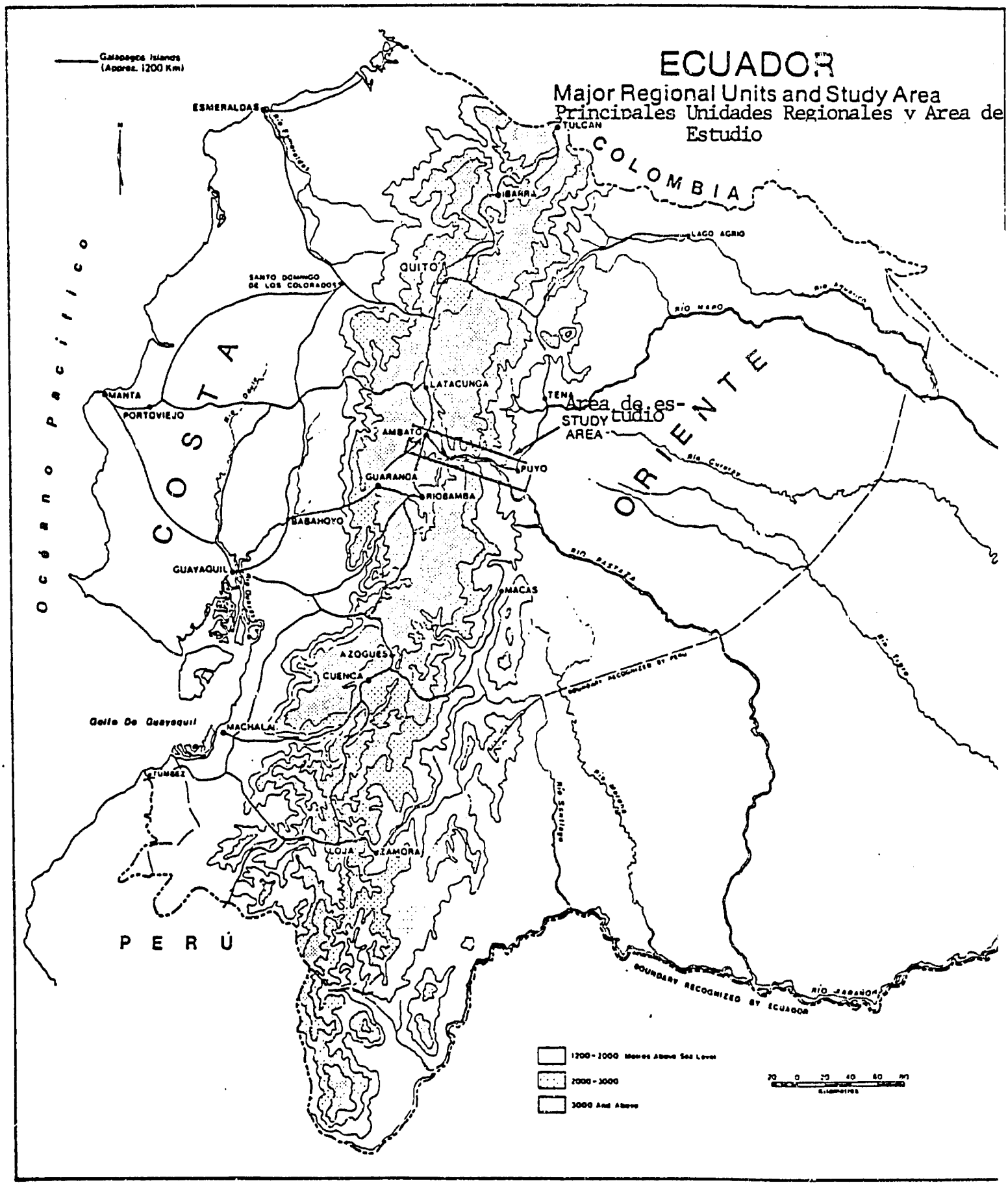
- Aunque diversas entidades tienen como objetivo mejorar la situación agrícola y rural en la zona, el nivel actual de la asistencia técnica y de apoyo parece ser inadecuado. Debería hacerse un intento de mejorar la situación económica general de los campesinos que están sufriendo de una brecha creciente entre los bajos ingresos obtenidos de su producción agrícola y los costos cada vez mayores de los tratamientos agrícolas, alimentos y atención médica.

Está claro que un mejoramiento significante de la situación actual de la problemática rural en los Andes ecuatorianos requiere un nuevo compromiso del gobierno y la gente con el ambiente rural y con los campesinos que todavía constituyen un pilar de la sociedad ecuatoriana.

CUADRO 1. FACTORES DE TENSION POTENCIALES EN EL AMBIENTE RURAL DE LA SIERRA ECUATORIANA

- Laderas empinadas, relieve escabroso
- Temperaturas frías, heladas nocturnas
- Clima húmedo, lluvias excesivas
- Clima seco, escasez de agua
- Pérdida de suelo debido a la erosión
- Suelos improductivos
- Acceso difícil a carreteras o mercados, infraestructuras inadecuadas de transporte
- Plagas y enfermedades de cultivos y animales
- Escasez de tierra agrícola
- Fragmentación de la tierra
- Economía familiar inadecuada, bajos ingresos, altos precios de los bienes de consumo
- Infraestructuras y servicios comunitarios inadecuados.
- Escasez de mano de obra agrícola
- Insuficientes oportunidades de empleo
- Sistema inadecuado de crédito rural, altas tasas de interés
- Mala salud
- Deficiencias nutricionales
- Educación insuficiente
- Insuficientes conocimientos agrícolas
- Apoyo inadecuado del gobierno
- Falta de asistencia técnica
- Separación de los miembros de la familia
- Insuficiente conocimiento del español
- Vivienda inadecuada
- Riego insuficiente
- Falta de agua potable limpia
- Alto costo de los suministros agrícolas
- Suministro insuficiente o alto costo de los combustibles domésticos
- Tamaño grande de la familia
- Nuevos modos de vida
- Estilos de vida tradicionales
- Problemas familiares o problemas dentro de la comunidad
- Otros Problemas

Fig. 1 Ecuador. Principales unidades regionales y área de estudio.



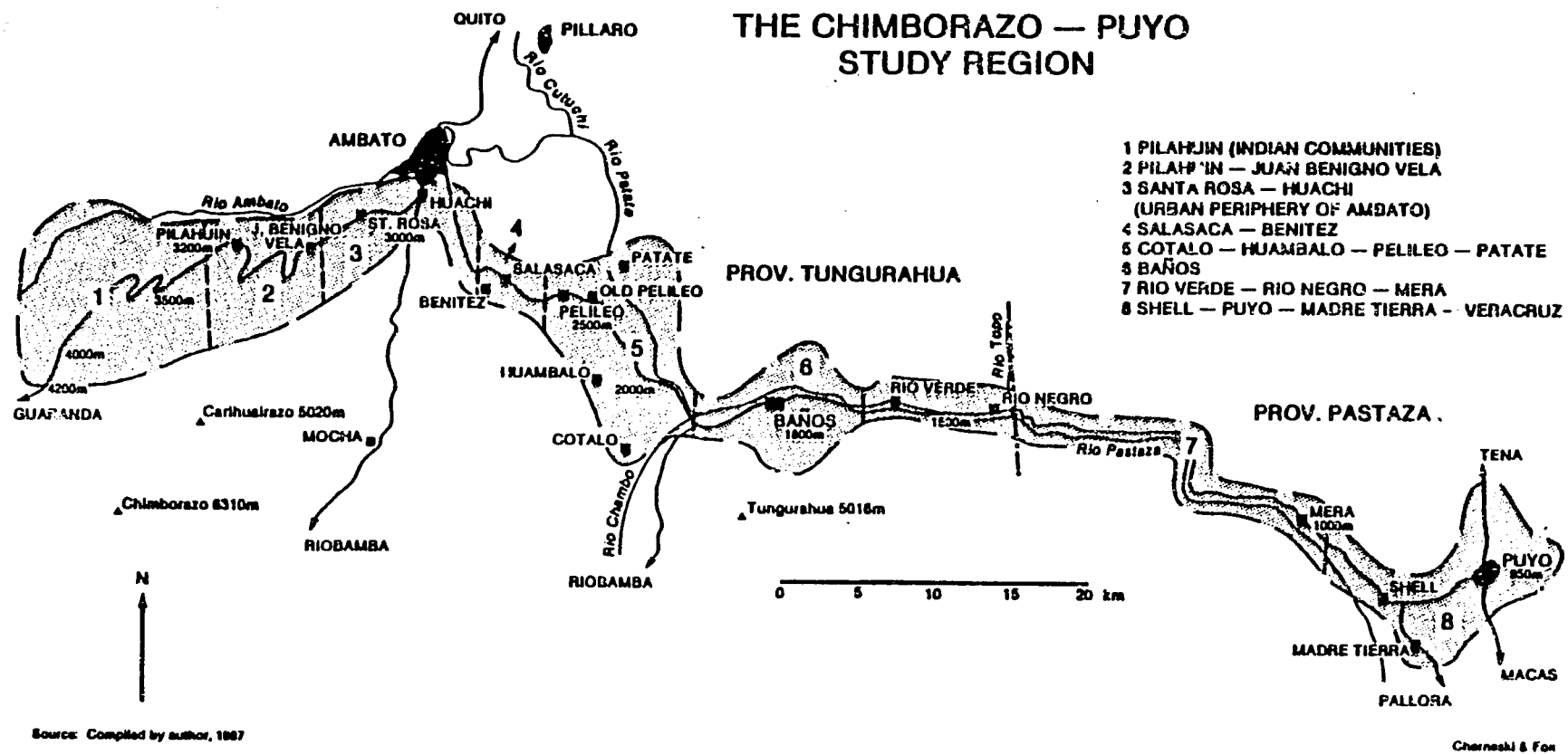



Fig. 2 La región de estudio Chimborazo - Puyo

# CHIMBORAZO - PUYO AXIS, ECUADOR: ACTIVE AND PASSIVE PERCEPTION OF RURAL PROBLEMS

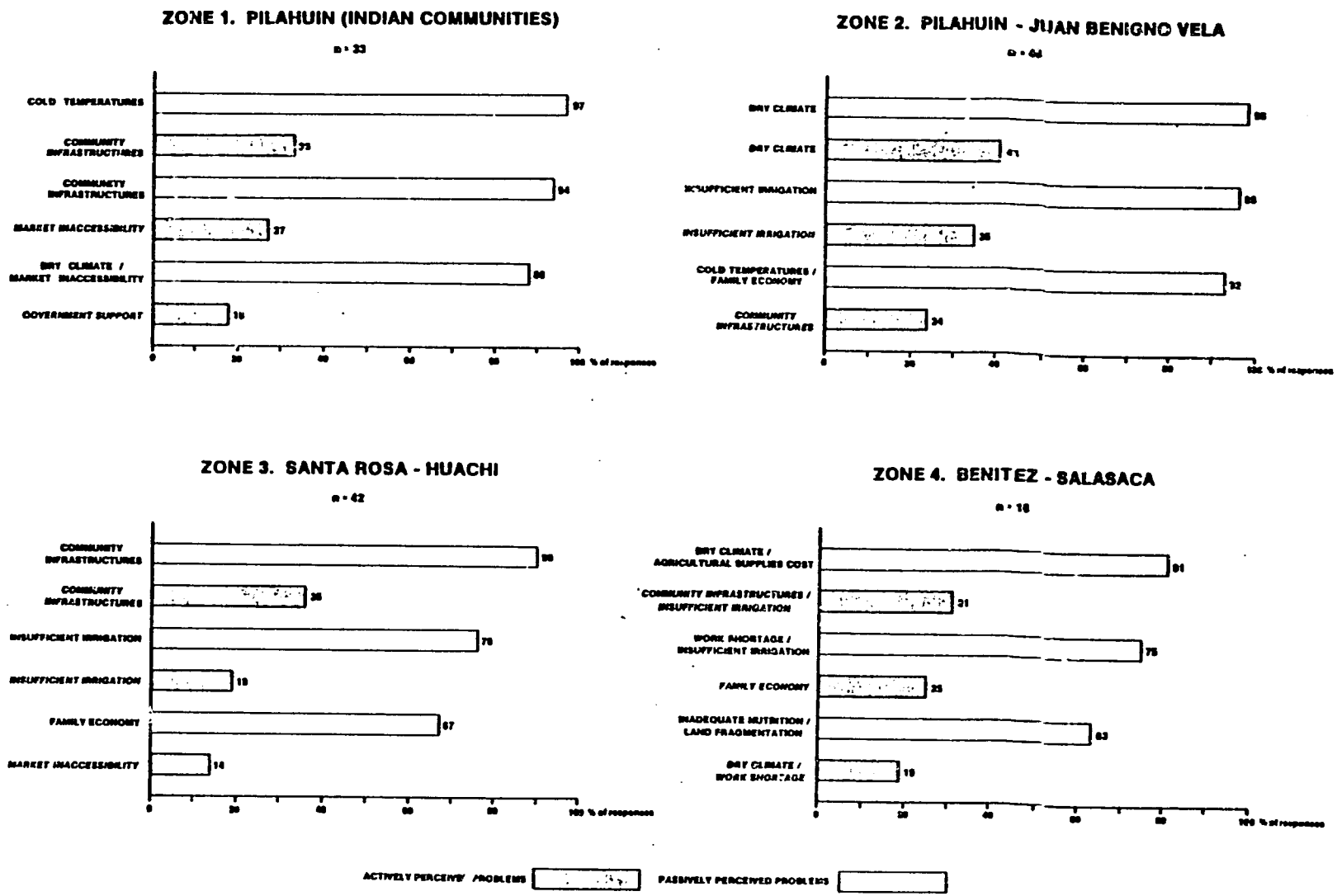



Fig. 3ª El eje Chimborazo - Puyo (Ecuador): Percepción activa y Pasiva de los Problemas Rurales. (Zonas 1 a 4)

## CHIMBORAZO - PUYO AXIS, ECUADOR: ACTIVE AND PASSIVE PERCEPTION OF RURAL PROBLEMS

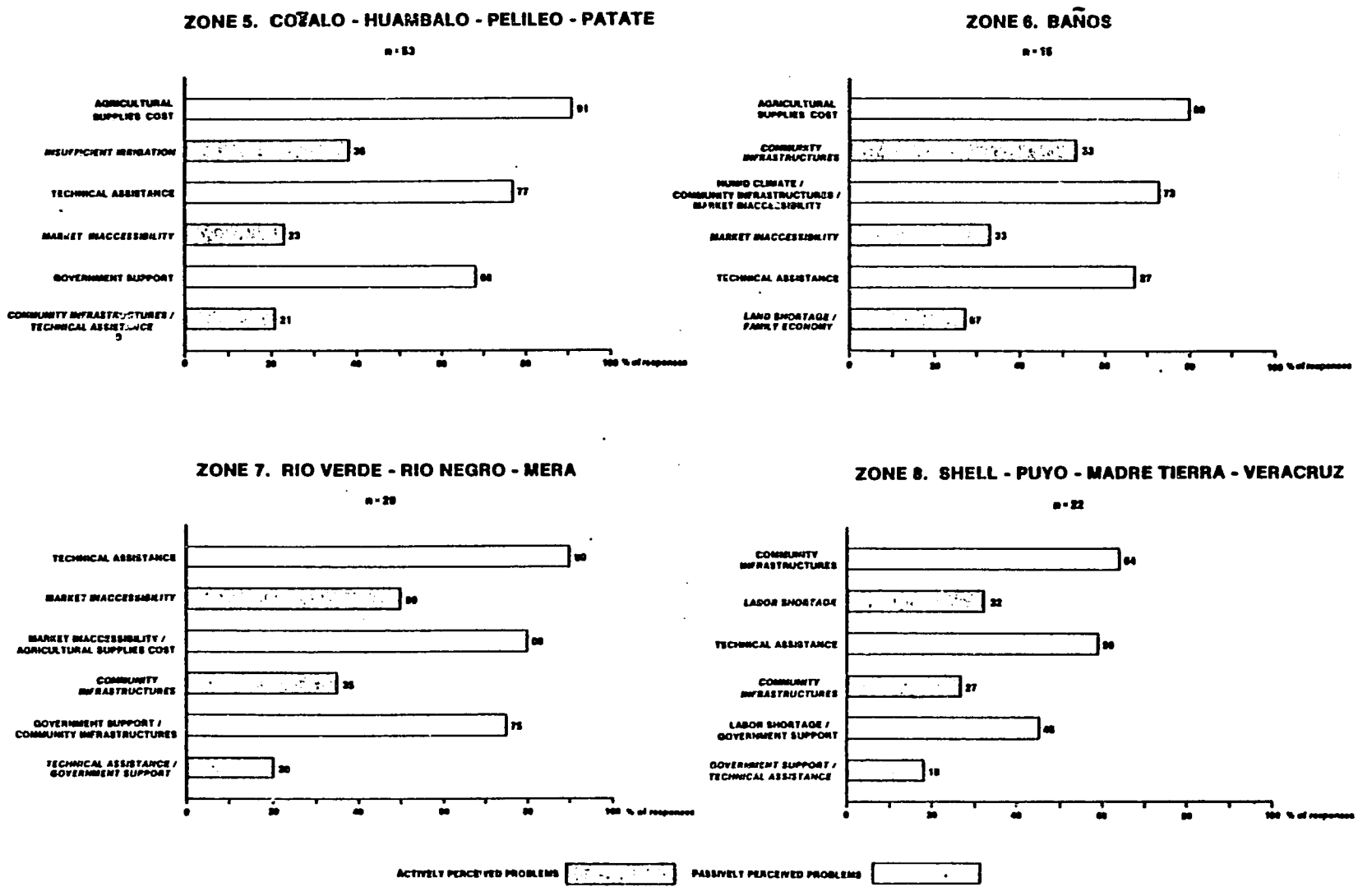



Fig. 3b El eje Chimborazo - Puyo (Ecuador): Percepción Activa y Pasiva de los Problemas Rurales (Zonas 5 a 8)

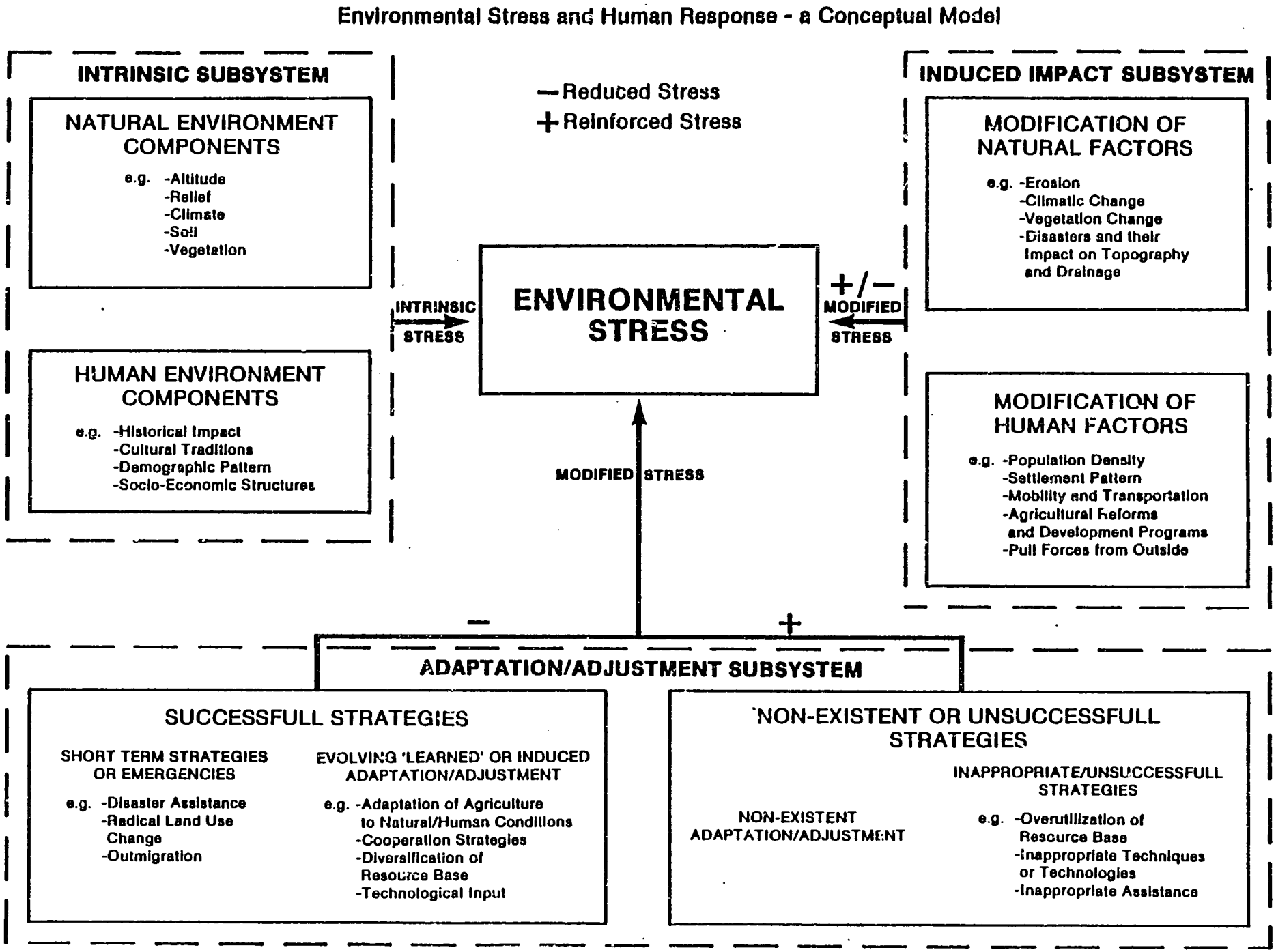



Fig. 4 Tensiones Ambientales y Respuesta Humana - Modelo Conceptual.

# BIBLIOGRAFIA


ALOP-CESA-CONADE-FAO-MAG-SEDRI (1984), La situación de los campesinos en ocho zonas del Ecuador, 2 vols., Quito.

Bromley, R.J. (1977), Development and Planning in Ecuador, Latin American Publications Fund/Grant and Cutler, London.

Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (1982), Testimonio de una acción comprometida, CESA, Quito.

Central Ecuatoriana de Servicios Agricolas (1974), Una experiencia en desarollo rural, CESA, Quito.

Centro Andino de Estudios e Investigaciones (1979), Desarollo y Cambio Socio-económico en el Ecuador, Libri Mundi, Quito.

Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas (CEPEIGE) (1982), Geografía y Desarollo, Quito.

Centro Ecuatoriano de Investigación Geografica (1983), Los climas del Ecuador, CEDIG, Quito.

Denis, P.Y. (1976), Organización del espacio en Ecuador: Contrastes y bipolarizacion, Revista Geográfica, Vol. 84, 23-31.

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Centro de Planificación y Estudios Sociales (CEPLAES) (1980), Ecuador: Cambios en el Agro Serrano, Quito.

Field, L., Chiriboga, M. (1984), Agricultura andina: propuesta de investigación, Centro andino de accion popular, Quito.

Fundación Natura (1983), Medio ambiente y desarollo en el Ecuador, Salvat, Quito.

Gondard, P. (1976), Zonas agrícolas de la Sierra, Boletín de la Sección Nacional del Ecuador, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Nos. 9-10, 1-7.

Instituto Geográfico Militar (IGM) (1978), Atlas Geográfico del Ecuador, Quito.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (1974), II Censo Agropecuario, Quito.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (1982), IV Censo de Población, Quito.

Lamar, E., Stroehlein, J. (1975), Land use problems and research needs in the high-altitude zone of Ecuador, Office of Science and Technology, Washington.

Lopez, F.C. (no date), El uso actual del suelo en Tungurahua,

unpublished manuscript, MAG, Quito.

Lopez, F.C., Vargas, J.S. (1985), Cartografía de la utilización actual del suelo la Sierra, unpublished manuscript, MAG, Quito.

Maggio, P.G. (1970), Aplicación agrometeorológica en el Ecuador, Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, Quito.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (1986), Plan Operativo 1986. tomo II: subsecretaria de la Sierra y Región Amazónica, Dirección General de Planificacion, Quito.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (1981), Estadísticas de las adjudicaciones legalizadas en reforma agraria y colonización 1981, Departamento de Estadística, Quito.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), PRONAREG (ORSTOM) (1978-80), Diagnostíco Socio-económico del medio rural ecuatoriano, Quito.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), PRONAREG (ORSTOM), (1983), Mapa de aptitudes agrícolas (Latacunga-Ambato), MAG, Quito.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), PRONAREG (ORSTOM), (1983), Mapa ecológico (Latacunga-Ambato, Riobamba), MAG, Quito.

Ministerio de Agricultura y Ganaderia (MAG) PRONAREG (ORSTON), (1983), Mapas de uso actual del suelo y formaciones vegetales (Riobamba, Latacunga-Ambato), Quito.

Preston, D.A., Preston, R.A. (1980), Dependency, migration and education at a community level in Highland Ecuador, Working Paper No. 272, School of Geography, University of Leeds.

Preston, D.A., Taveras, G.A. (1980), Changes in land tenure and land distribution as a result of rural emigration in highland Ecuador, Tijdschrift voor economische en sociale geografie, Vol. 71(2), 98-107.

República del Ecuador (1980), Plan Nacional de Desarollo 1980-84, Quito.

República del Ecuador (no date), Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Rio Pastaza, MAG, Quito.

Revista del Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas (1982), Organización regional del espacio: la región de Puyo, Revista CEPEIGE, No. 9, 1-93.

Ryder, R. (no date), A summary of the Regional Geography of Ecuador, unpublished manuscript.

Sick, W.D. (1963), Wirtschaftsgeographie von Ecuador, Stuttgarter

Geographische Studien, Vol. 73, 1-275.

Stadel, C. (1984), Development and Under-development in the Rural Andes. In: Singh, T.V. and Kaur, J. (Eds.), Integrated Mountain Development, New Delhi: Himalaya Books, 193-207.

Stadel, C. (1985), Del Valle al Monte. Landnutzung und Höhengliederung im Raum Patate-Pelileo, Ekuador, Die Erde (Berlin), Vol. 116, No. 1, 7-25.

Stadel, C. (1985), Environmental stress and human activities in the tropical Andes (Ecuador), Revista CEPEIGE, No. 15, 33-50.

Unión de Nativos de la Amazónia Ecuatoriana (1985), Problemática social y agraria en el Oriente ecuatoriano, U.N.A.E., Quito.

Velasco, F. (1979), Reforma agraria y movimiento campesino indígena de la Sierra, Ed. el Conejo, Quito.

Vivero, W. (1987), Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del rio Pastaza, MAG-PROCAP, Quito.

# CONFLICTOS DE USO DEL SUELO EN LA CUENCA ALTA DEL RIO PASTAZA

AUTOR: ING. AGR. WILSON VIVERO SILVA
M.A.G.
ECUADOR

## 1.0 GENERALIDADES

La tierra es un ente dinámico, sujeto a permanentes mudanzas físico-químico biológicas, siendo la remoción y redistribución de las partículas del suelo, un fenómeno natural. De esta manera, cuando el equilibrio natural no se ha perturbado, los procesos se desarrollan a un ritmo en el que la remoción de las partículas se equilibra con la formación de un nuevo suelo. Por lo tanto, cuando existe inadecuada relación entre el hombre y el suelo, este equilibrio se rompe, produciendo erosión, degradación y pérdida de fertilidad.

Este equilibrio es evidente en muchas áreas de la Cuenca Alta del río Pastaza (Mapas 1 y 2), por cuyo motivo y con el objeto de tener una visión global del problema existente, se procedió a comparar el uso actual con la aptitud de las tierras.

El uso actual de los suelos, que debía estar condicionado a las caracaterísticas biofísicas, obedece a patrones de utilización de orden social, económico y cultural, no siendo lo mismo la definición de aptitud de las tierras que se basa en el conocimiento de las características físico-químicas del suelo y de las condiciones medio ambientales, lo que supone una clasificación de las tierras que permita el desarrollo y manejo de las mismas, sin que ocurran problemas de deterioro de los recursos.

En el área de la Cuenca Alta del Río Pastaza existen circunstancias, como distribución de la tierra, densidad de población, falta de espacio físico para la expansión agrícola, aspectos culturales y de tradición, etc., que determinan el uso actual del suelo. Estas circunstancias, obviamente, muchas veces conducen a usos no adecuados del recurso, provocando un desgaste y/o deterioro acelerado del mismo. Por lo tanto, al comparar la cartografía del uso actual con la aptitud de las tierras, se encuentran ciertas contradicciones o conflictos de uso entre la potencialidad del recurso y el uso que el hombre está haciendo del mismo.

Esto permite una visión clara de los espacios en conflicto o en problemas y donde por uso inadecuado del recurso se está propiciando la erosión y desgaste de los suelos.

Estas contradicciones pueden tener diferentes categorías, las mismas que pueden visualizarse en la matriz que se presenta en el Gráfico 1 la que tiene en sentido horizontal distribuídas las categorías de uso actual, y en sentido vertical, las clases de aptitud de las tierras o uso potencial.

En esta forma, se establecen básicamente tres categorías:

- Uso correcto: éste se determina cuando el uso actual coincide con la aptitud de la tierra y, que en la matriz del Gráfico 1 está presentada por la diagonal de la misma.

- Sobreutilización: ésta corresponde a las clases de uso actual con las cuales la aptitud de la tierra está siendo aprovechada en forma más intensiva que la que puede soportar por sus características biofísicas; es decir, el uso es inadecuado, por consiguiente, en estas áreas con las prácticas actuales se propicia la destrucción del recurso y se acelera la erosión de los suelos. Relacionadas con esta categoría están las áreas erosionadas y el desierto de Palmira, resultantes de la sobreutilización de los recursos.

- Subutilización: se caracteriza por cuanto la aptitud de la tierra es utilizada con menor intensidad de la que puede soportar el recurso, lo que determina un bajo aprovechamiento del recurso, que puede no causar un deterioro directo en el área, pero puede propiciar que la presión de uso se transfiera a áreas de sobreutilización del recurso.

## 2.0 METODOLOGIA

El sistema empleado para determinar las categorías establecidas anteriormente consiste básicamente en sobreponer los mapas de uso potencial (Mapa 3) o aptitudes con el mapa de uso actual (Mapa 4), manteniendo la misma escala para las dos cartas.

Con este procedimiento, y considerando los conflictos determinados en la matriz expuesta anteriormente, se pudo establecer áreas con o sin conflictos de uso. El Mapa 5 identifica las áreas del ACAP que están siendo utlizadas en forma correcta, las subutilizadas y las sobreutilizadas. El Cuadro 1 presenta el detalle de las superficies del mapa de conflicto de uso a nivel de subcuencas.

En la cartografía realizada para el área, se simplificó la matriz, por cuanto la misma tiene una escala 1:200 000, lo que conduce a generalizar las categorías, habiéndose definido las siguientes: Uso correcto (C) representa aquellas que actualmente están siendo utilizadas de acuerdo con la aptitud de las tierras y no se observan procesos de erosión acelerada.

Sobreutilización (SO) se han cartografiado aquellas áreas en las cuales las tierras están siendo utilizadas inadecuadamente, con una intensidad mayor que su aptitud, lo que está provocando una pérdida acelerada de los recursos.

Areas erosionadas (E). Bajo esta categoría se establecen todas aquellas zonas que actualmente están fuera de uso, por cuanto su degradación implica un uso rentable bajo en agricultura, ganadería y/o bosques. Desierto de Palmira (D). Constituye una área excepcional en estado avanzado de degradación dentro de la Cuenca, por la subutilización de los suelos y la presencia de erosión muy activa, en la cual la fijación de las dunas constituye una prioridad.

Subutilización (SU). En esa categoría se cartografían todas las áreas que tienen un uso menos intensivo que su aptitud, por lo que es factible utilizarlas más intensamente.

Areas naturales (SAN1). En esta categoría se cartografían las áreas que tienen regímenes especiales de manejo, como son los parques nacionales, reservas, áreas de recreación, etc., que actualmente son administradas por la DINAF. Igualmente se incluyen todas aquellas áreas que no están comprendidas dentro del uso agrícola, pecuario o forestal, así tenemos: nieves perpetuas (S2), páramo alto (S3), afloramientos rocosos (S4), cuerpos de agua (S6) y centros poblados (S7).

Dada la necesidad de conocer la ubicación de las áreas que tienen conflicto de uso y para comprender la magnitud del deterioro actual de la Cuenca y de aquellas zonas en las cuales se vuelve imperativa la utilización de tecnologías adecuadas, se realiza una descripción de las categorías de los conflictos encontrados en el área de la Cuenca.

## 3.0 RESULTADOS

### 3.1 TIERRAS CON USO APROPIADO O USO CORRECTO

Unas 307 000 ha, o sea el 37,0% del área total de la Cuenca Alta del Río Pastaza están en la categoría de tierras con uso apropiado. Analizando las condiciones por subcuencas, se observa que en la subcuenca del río Cutuchi, el 42,2% del área total está incluída dentro de esta categoría; es decir, 114 500 ha, que se encuentran bien distribuídas en toda la subcuenca, pero más específicamente en las microcuencas del Pumacunchi, Nagsiche, Aláquez, Yanayacu y Cutuchi Bajo. Para la subcuenca del Ambato-Patate se tiene que un 41,0% del área está en esta categoría de uso; es decir, 78 273 ha, las que se encuentran principalmente en las microcuencas del Pachanlica, Muyo y Patate. Para la subcuenca del Chambo, se tiene 31,6% del área total de la subcuenca con uso correcto, lo que representa alrededor de 114 182 ha., que se distribuyen mayormente en las microcuencas del Cebadas-Guamote, Huarhulla, Chibunga y Guano.

### 3.2 SOBREUTILIZACION DE LAS TIERRAS (SO)

La superficie total de las tierras con una sobreutilización es de 237 730 ha., que representan el 28,9% de esta superficie está degradándose por uso inadecuado del recurso, debido a que el uso actual es mayor en capacidad que el uso potencial. De esta superficie corresponde por subcuencas lo siguiente: subcuenca del río Cutuchi existen 35 000 ha, o sea el 12,0% con sobreutilización que se concentra en las microcuencas del Pumacunchi, Nagsiche, Aláguez y Cutuchi Bajo.

Para la subcuenca del río Ambato-Patate se tiene que alrededor de 35,000 ha; es decir, 18,0% del área, ubicándose en el Ambato Medio y Bajo, Pachanlinca y en el Patate-Pastaza Bajo.

En la subcuenca del río Chambo se encuentra que 106 400 ha son sobreutilizadas, lo que representa el 30,0% del área de la subcuenca. Esta categoría se localiza más en las microcuencas del Guamote, Huarhualla, Chibunga y Guano.

Como se puede observar, es claro que la subcuenca que tiene mayores problemas de uso inadecuado del recurso es la subcuenca del río Chambo; sin embargo, la problemática es también significativa para las otras subcuencas, lo que conduce a establecer programas y proyectos que de alguna manera impidan el continuo deterioro del recurso suelo.

En relación a las áreas erosionadas se tiene lo siguiente: dentro del área total, se tiene 55 000 ha erosionadas, lo que constituye el 6,6%. Al analizar por subcuencas se encuentra que la mayor parte de estas superficies se encuentran en la subcuenca del río Cutuchi, en donde existen aproximadamente 32 000 erosionadas, lo que representa el 12,0% con respecto al área de la subcuenca. Las microcuencas más afectadas por la erosión son la de Pumacunchi, Isinchi, Aláquez, quebrada Yarahuayco y Cutuchi Bajo.

Para la subcuenca del río Ambato-Patate se tiene que 3 700 ha de tierras degradadas, lo que constituye el 2,0% del área de la subcuenca, ubicándose estas zonas en los ríos Pachanlica y Patate Bajo.

En la subcuenca del río Chambo se encuentra aproximadamente 19 000 ha con proceso avanzados de erosión, representanto el 5,0% con respecto al área total. Las zonas más afectadas se ubican en las microcuencas del Cebadas Medio, Guamote Chibunga y Chambo Medio.

Considerando el Desierto de Palmira como un área en estado avanzado de degradación, se tienen 6 272 ha., o el 1,7% de la subcuenca del Chambo con problemas de erosión. La superficie afectada se ubica en la microcuenca del río Chidú, afluente del Guamote.

Se observa entonces que las subcuencas con mayor degradación de los suelos son las del río Cutuchi y la del Chambo.

## 3.3 SUBUTILIZACION DE LAS TIERRAS (SU)

Respecto a la situación de subutilización de las tierras, en la Cuenca Alta del río Pastaza se tienen 147 118 ha que corresponden al 17.8% del total.

Las subcuencas del Cutuchi y Chambo son las que mayores superficies de subutilización tienen, presentando 53 417 ha. (19,7%) y 54 735 ha. (15,4%) respectivamente, del total subutilizado.

La subcuenca del río Ambato tiene menor área de subutilización, ya que unas 39 000 ha., es decir el 25,0% del área de la subcuenca se encuentra en esta categoría.

## 3.4 AREAS NATURALES (SAN 1)

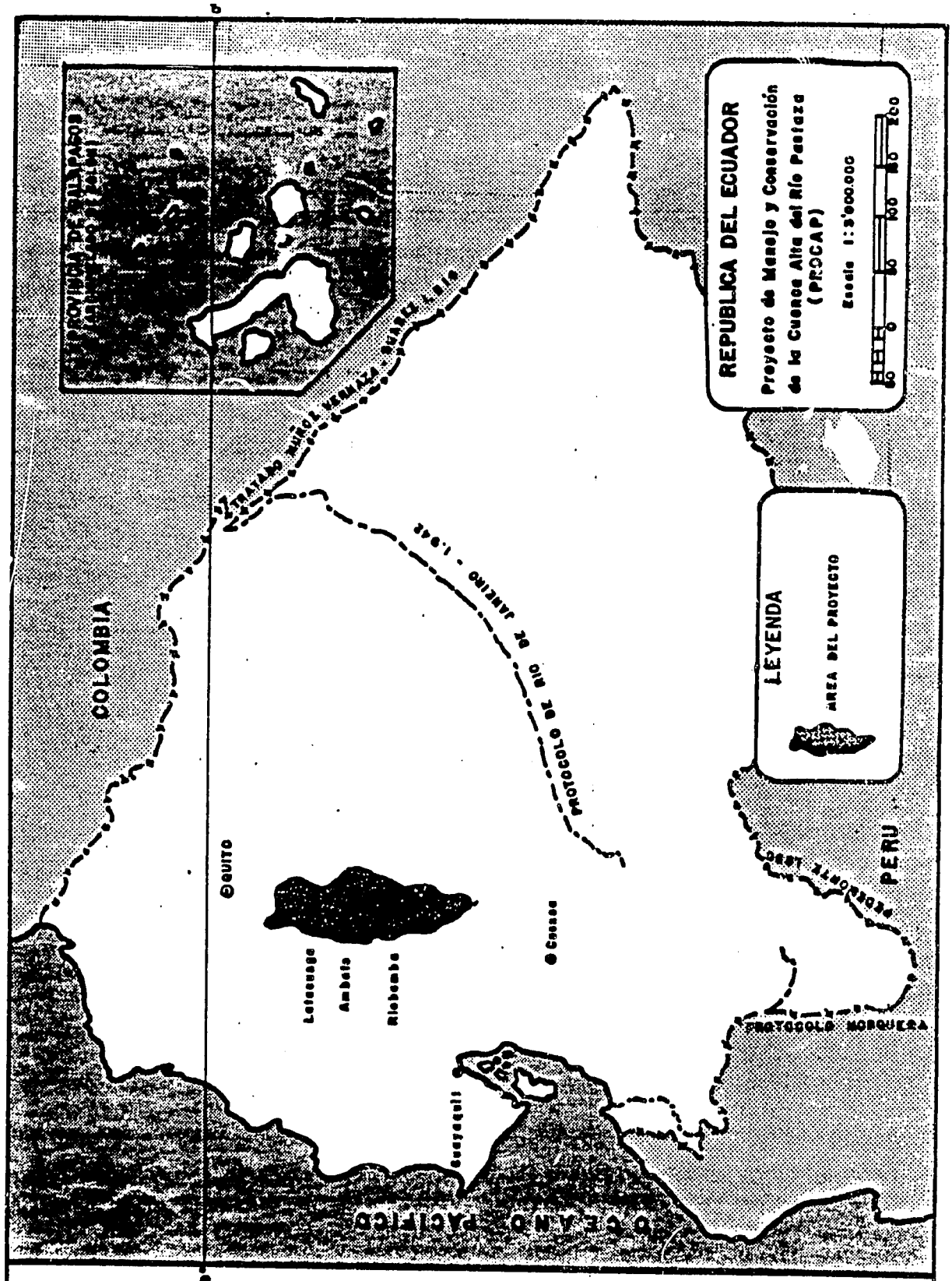
Los Parques Nacionales existentes en el ACAP cubren un área de 26 395 ha. encontrándose la mayoría de estas zonas en las subcuencas del Cutuchi y Chambo.

## 3.5 OTRAS CATEGORIAS SIN USO AGROPECUARIO (S)

El total de las tierras sin uso agropecuario o forestal es de 133 900 ha., que corresponden al 16,2% de la Cuenca Alta del río Pastaza. La subcuenca del río Chambo es la que más tierras tiene en esta categoría con 60 500 ha., o sea el 45,0% del área de la subcuenca y el 16,7% del área total de la Cuenca Alta del río Pastaza.

La Cuenca del Ambato tiene 37 000 ha.; es decir el 18,0% de su área. Finalmente, la subcuenca del río Cutuchi 36 300 ha. que constituyen el 27,0% del área de la subcuenca.

Los datos citados anteriormente indican que la subcuenca con mayores problemas de uso y manejo de los recursos corresponde a la subcuenca del río Chambo dada su alta proporción de tierras subutilizadas y sobreutilizadas.

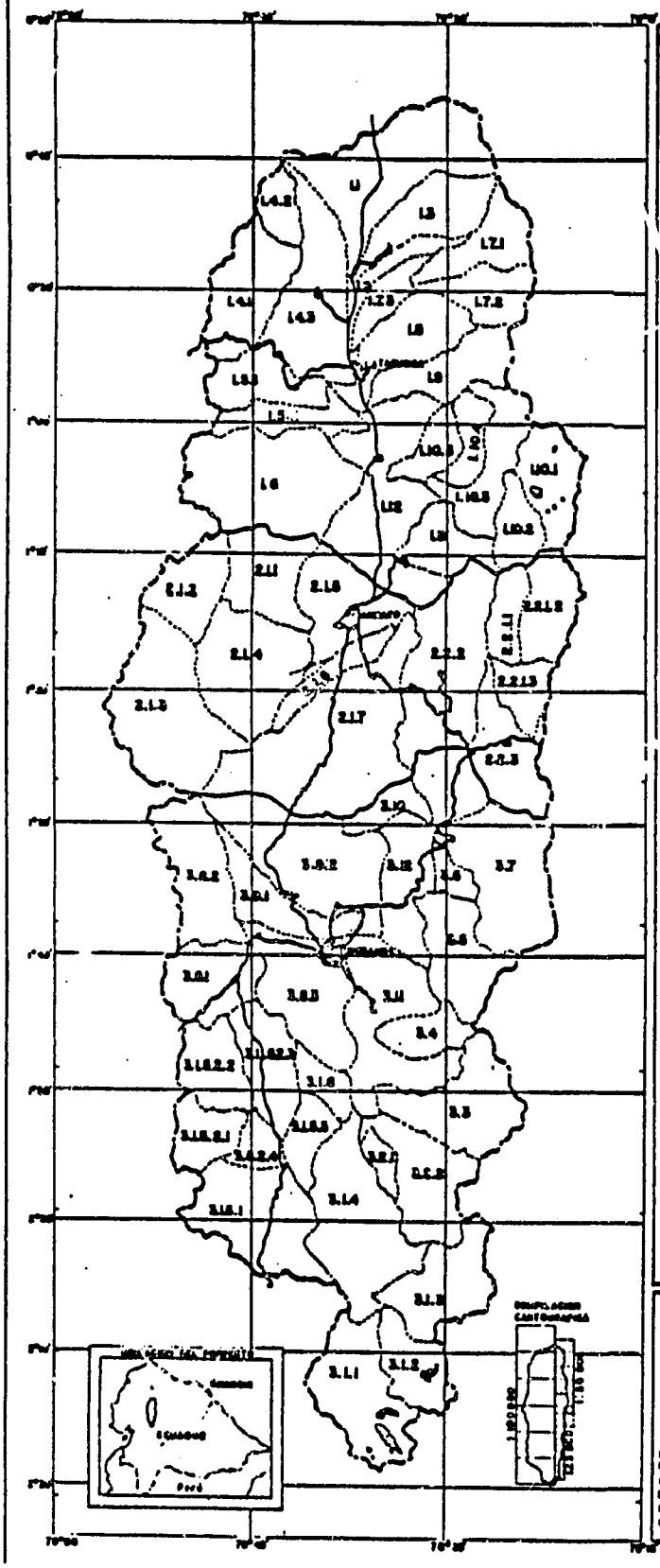



Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Río Pastaza
Gobierno del Ecuador - OEA

NOTA: Este mapa forma parte del estudio del Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Río Pastaza, realizado por la Unidad Técnica integrada por personal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), del Instituto Ecuatoriano de Electrificación, del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, otras instituciones y el Departamento Regional de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. (OEA).
El mapa base ha sido autorizado por el IGM mediante oficio Nº 8500413-IGM-DT-6-2300, del 14 de Sept. de 1.965

MAPA 2

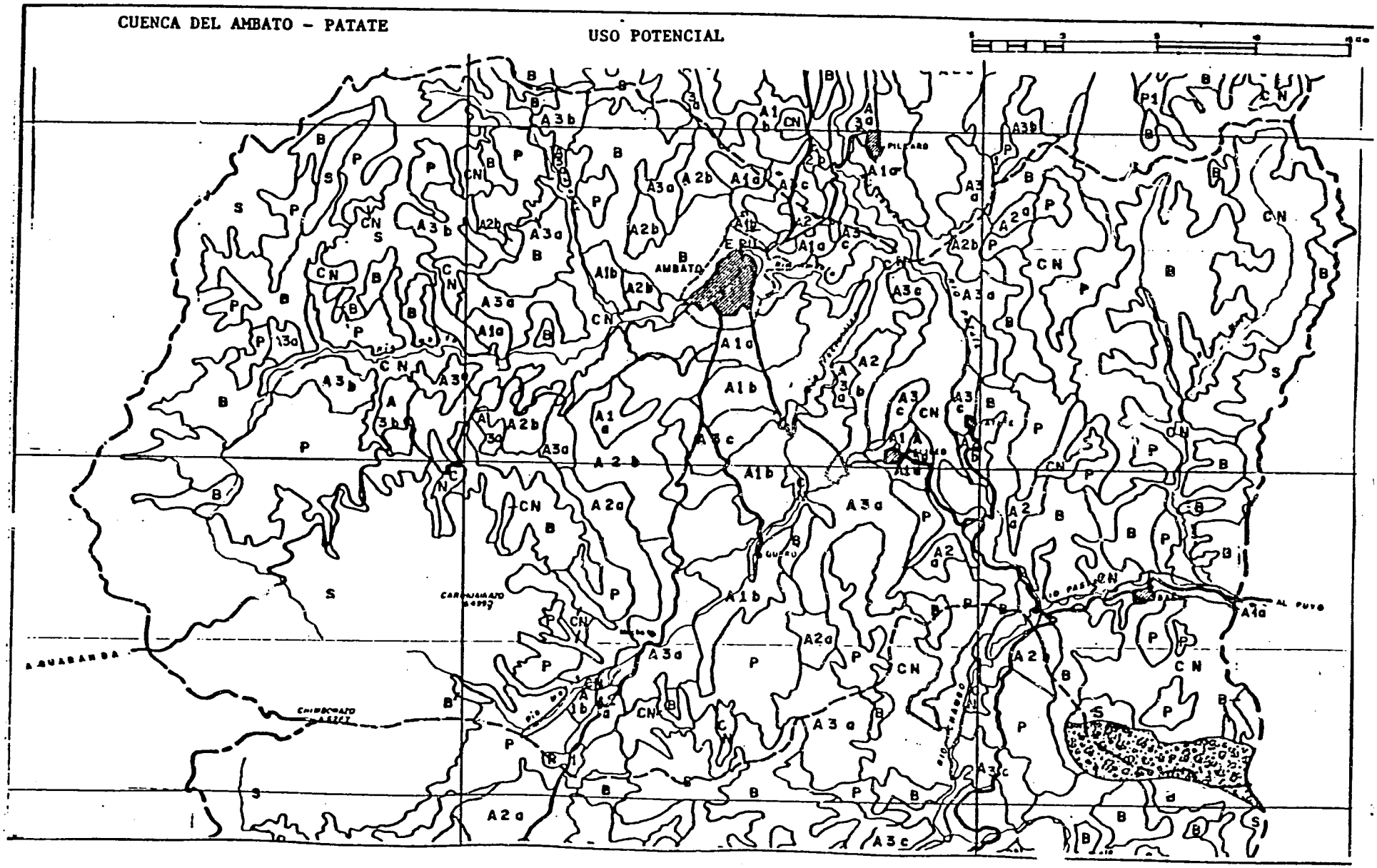
# CUENCA ALTA DEL RIO PASTAZA



REPUBLICA DEL ECUADOR
Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Rio Pastaza
SUBCUENCAS - MICROCUENCAS

CUENCA DEL AMBATO - PATATE

USO POTENCIAL



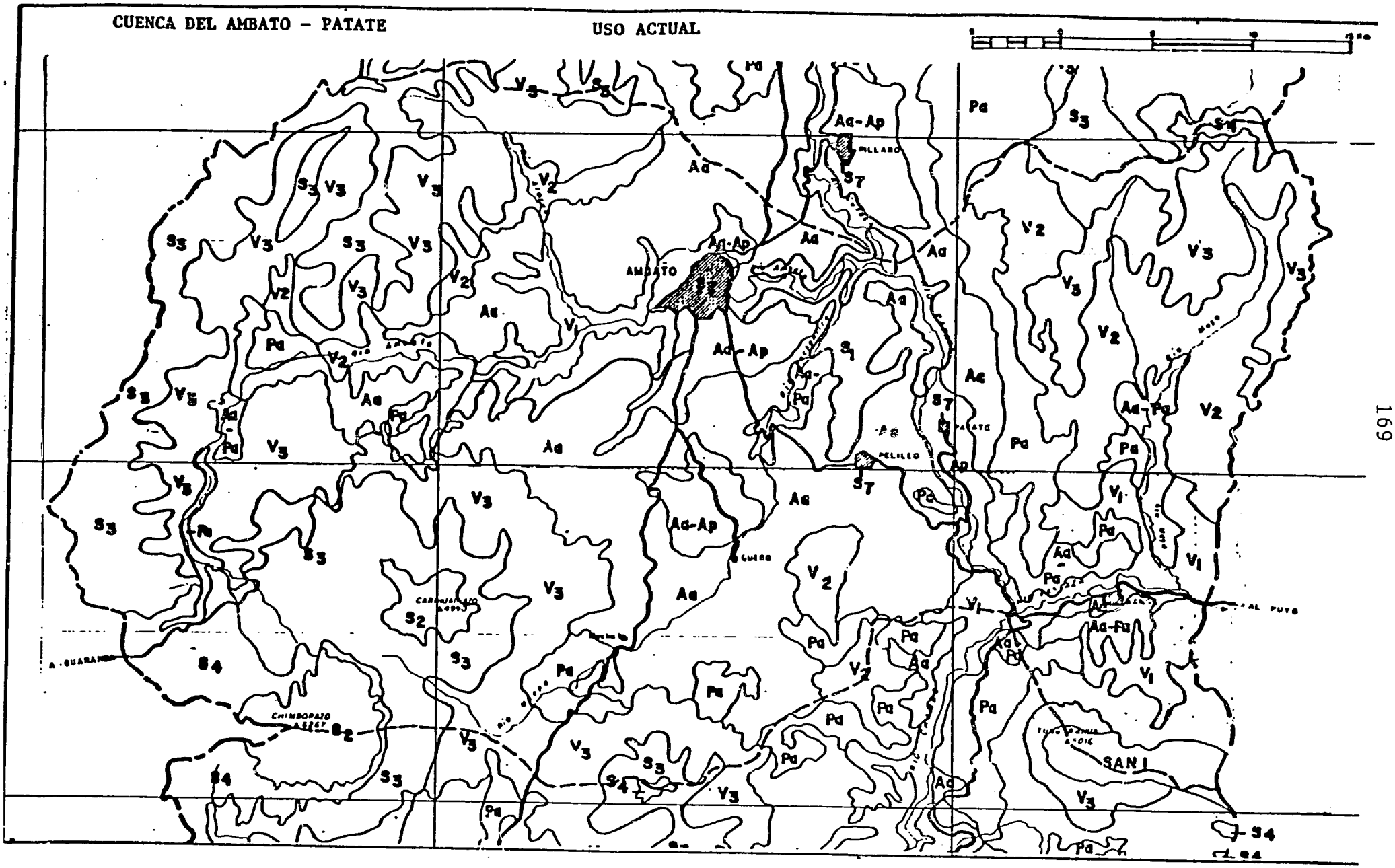
# E Y E N D A

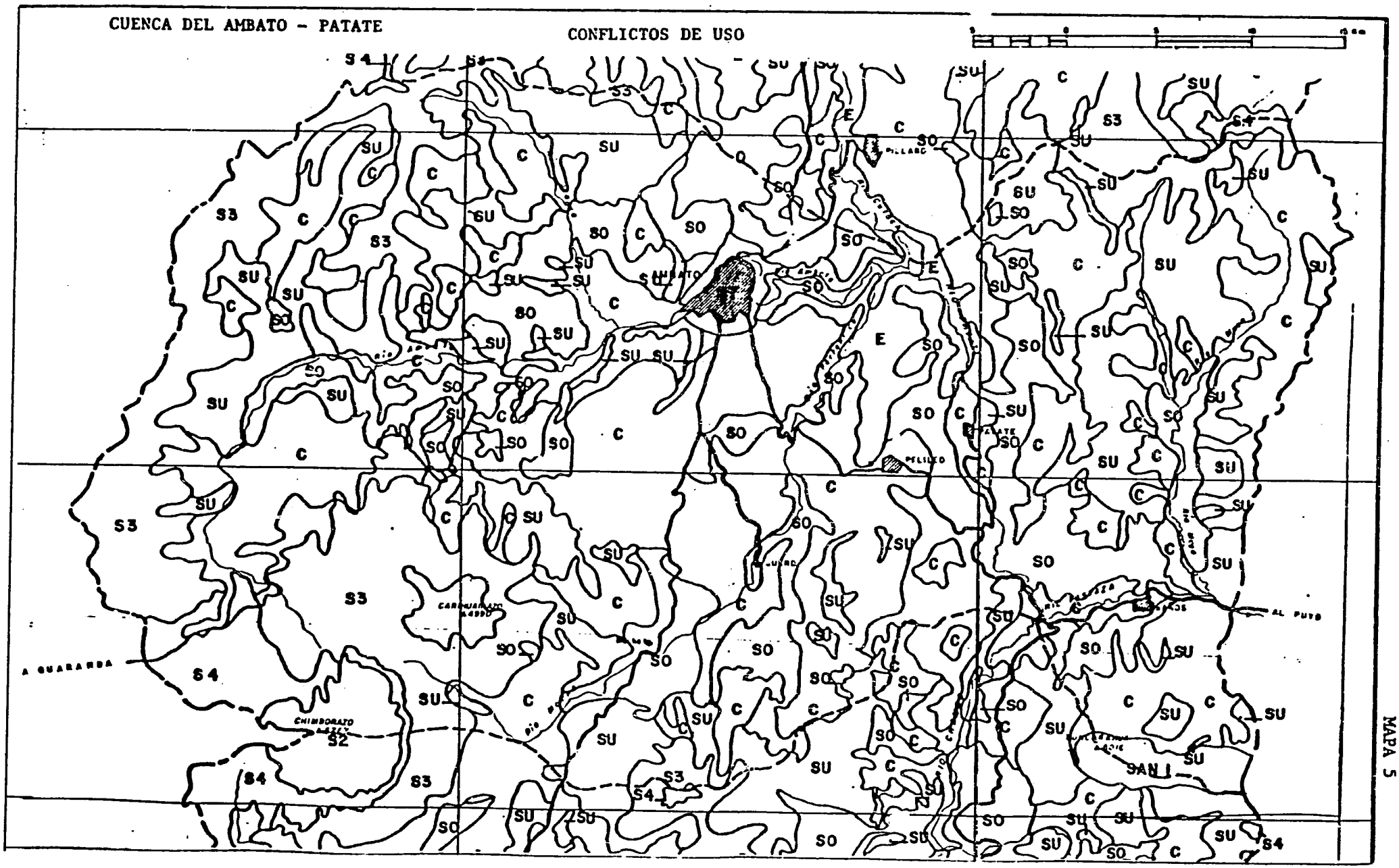
## APTITUDES DE LAS DIFERENTES TIERRAS (USO POTENCIAL)

| USO | | LIMITACIONES | | CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD | CLAVE | SUP. HAS. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AGRICULTURA | CATEGORIA: A 1<br>-Mecanización fácil<br>-Zonas regables<br>-Sistemas: agro-silvo-pastoril | Sin limitaciones | P1 -Eo<br>T 1 | Suelos profundos, de textura franco-limoso o franco-arenoso; de fácil laboreo | A 1 a | 20 134 |
| | | Con limitaciones importantes | P1-Eo/E1<br>T4-B2 | Suelos profundos. Poco profundos de textura arenosa, con micelios de carbonatos, precausiones antierosivos | A 1 b | 59 304 |
| | CATEGORIA: A2<br>- Mecanización facil<br>- Riego limitado<br>-Sistemas agro-silvo-Pastoril | Con limitaciones ligeras | P2 / P3<br>Eo -T1<br>T2 - D1 | Suelos negros profundos de textura franco a arcillosa; con arena fine discontinuidad textura en el perfil | A 2 a | 19 236 |
| | | Con limitaciones importantes | P2-Eo/E1<br>T4 - T2<br>B2 | Suelos profundos - poco profundos de textura franco a franco-arcillo, arenoso, peligro de erosión | A 2 b | 24 925 |
| | CATEGORIA: A3<br>-Mecanización restringida<br>-Dificultades para regar<br>-Explotación manual aconsejada.<br>-Sistemas agrofo-restales. | Con limitaciones ligeras | P3 - Eo<br>T1 - D1 | Suelos profundos, de textura franco-limoso, con presencia de arena fine discontinuidad textural en el perfil. | A 3 a | 38 847 |
| | | Con limitaciones importantes | P2/P3-Eo<br>T1 | Suelos profundos, (alofánicos), de textura limoso, francos, con alta retención de humedad | A 3 b | 15 915 |
| | | Con limitaciones muy importantes | P2 / P3-<br>Eo /E2<br>T4 - B2 | Suelos profundos, poco profundos de textura arenosa, franco-arcillo-arenoso, con presencia de micelios de carbonatos de calcio, cultivos perennes, obras anti-erosivos | A 3 c | 28 683 |
| PASTO | -Zonas marginales para cultivos, mantenimiento y/o mejoramiento de los pastos naturales.<br>-Sistemas silvo-pastoriles | | P3 - Tv<br>Eo/E1<br>R4 | Suelos profundos. Poco profundos, de textura variable, con presencia de piedra pómez | P | 151 395 |
| | | | P1 - P2 | Suelos muy ricos en materia orgánica bajas temperaturas, generalmente con saturación de agua gran parte del año | P 1 | 15 854 |
| BOSQUE | Bosques productivos | | P3 / P4<br>E2/E3 | Suelos poco profundos, superficiales o en condiciones climaticas marginales para los cultivos, con presencia de piedra en varios niveles | B | 150 399 |
| | Mantenimiento de la cobertura vegetal natural, protección y reproducción de especies nativas | | P5 - B3 | Suelos sin diferenciación, fuertes pendientes, erosionados, zonas marginales para otro tipo de utilización | C N | 136 463 |
| Areas Naturales | | Administración especial | | Parque nacional: Conservación, investigación educación, cultura y, recreación limitada | Parque Nacional (PN) | 26 780 |
| Sin uso agropecuario | Mantenimiento de la cobertura vegetal natural y del paisaje | | R 3<br>E P U | Areas sobre los 4000 m s n m lagos, afloramientos rocosos, nevados, centros poblados | S | 137 765 |

CUENCA DEL AMBATO - PATATE

USO ACTUAL




CUENCA DEL AMBATO - PATATE
CONFLICTOS DE USO
A GUARANDA
AL PUYO
CHIMBORAZO
SANI
S4
S3
S2
SU
SO
C
E

MAPA 5

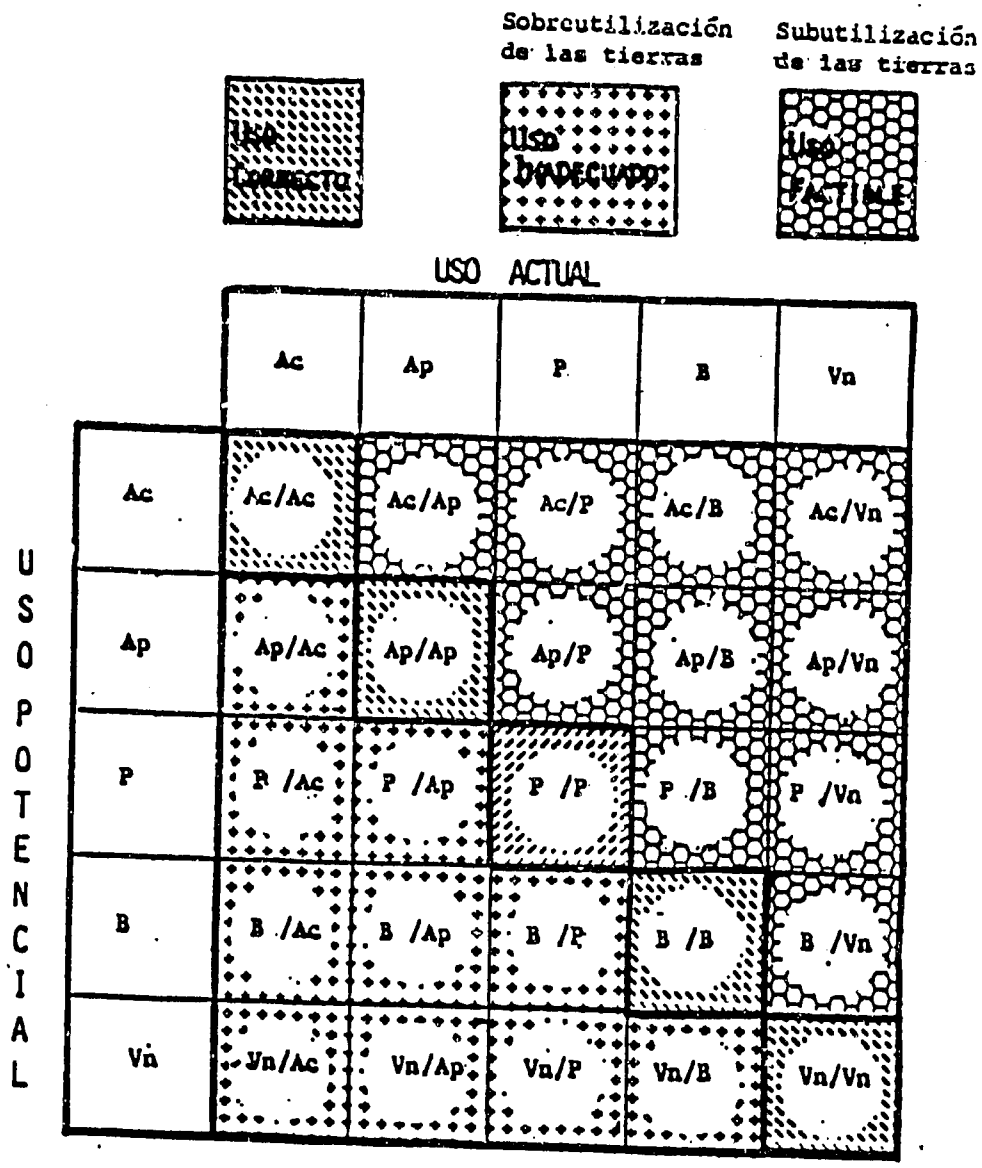
USO ACTUAL

LEYENDA

| SIMBOLOS | | CATEGORIA DE USO | SUPERFICIE ha. | % |
|---|---|---|---|---|
| A | | AGRICULTURA | | |
| Aa | | Agricultura anual | 234 357 | 28.4 |
| Ap | | Agricultura permanente (Frutales) | 13 000 | 1.6 |
| P | | PASTOS | | |
| Pa | | Pastos artificiales | 82 207 | 10.0 |
| B | | BOSQUES | | |
| BI | | Bosques Existentes | 7620 | 0.9 |
| SAN | | AREAS NATURALES | | |
| SANI | | Parques Nacionales existentes | 26 780 | 3.2 |
| V | | VEGETACION NATURAL | | |
| $V_1$ | | Bosque o vegetación natural (matorral) bajo los 3000 m.s.n.m. | 15 340 | 1.2 |
| $V_2$ | | Páramo bajo. Vegetación herbácea o matorral (3 000 - 3.600 m s n m) | 69 960 | 8.5 |
| $V_3$ | | Páramo medio. Vegetación herbácea (3 600 - 4 000 m s n m) | 202 522 | 24.5 |
| S | | SIN USO AGROPECUARIO | | |
| $S_1$ | | Areas erosionadas y en procesos avanzados de degradación | 53 060 | 6.4 |
| $S_2$ | | Nieves perpetuas | 7 320 | 0.9 |
| $S_3$ | | Páramo alto (4.000 - 4 500 m.s.n.m.) | 89 353 | 10.8 |
| $S_4$ | | Afloramientos rocosos | 13 141 | 1.6 |
| $S_5$ | | Desierto de Palmira. | 6 800 | 0.8 |
| $S_6$ | | Lagunas y otros cuerpos de agua | 1 200 | 0.1 |
| $S_7$ | | Centros poblados | 3 040 | 0.4 |
| | | | | 100 % |

CUENCA DEL AMBATO - PATATE

GRAFICO 1. Matriz de interpretación del Uso Actual frente al Uso Potencial




## CATEGORIAS DE USO

| Símbolo | Denominación |
|---|---|
| Aa ó Ac | AGRICULTURA - Cultivos anuales o de ciclo corto. |
| Ap | AGRICULTURA - Cultivos permanentes o frutales. |
| P | GANADERIA - Pastos artificiales o naturales. |
| B | FORESTACION - Bosques |
| Vn | VEGETACION NATURAL - Bosques protectores, chaparros, matorrales, etc. |

PROYECTO DE MANEJO Y CONSERVACION DE LA CUENCA ALTA DEL PASTAZA PROCAP
CLASES DE CONFLICTO DE USO

CLASES DE USO
SUPERFICIE EN HECTAREAS

| CUENCA | TOTAL | % | C | SO | E | D | SU | SANI | S2 | S3 | S4 | S6 | S7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CUENCA ALTA DEL PASTAZA | 925700 | | 306339 | 176501 | 54957 | 6272 | 147118 | 26[illegible] | 6053 | 80513 | 15613 | 1117 | 4222 |
| 1. CUENCA DEL RIO CUTUCHI | 271300 | 32.36 | 114484 | 35082 | 31973 | 0 | 53417 | 156[illegible] | 389 | 16402 | 3320 | 0 | 556 |
| 1.1 RIO CUTUCHI ALTO | 29220 | 3.54 | 6420 | 1955 | 0 | 0 | 10245 | 10200 | 150 | 0 | 260 | 0 | 0 |
| 1.2 RIO CUTUCHI MEDIO | 7360 | 0.89 | 2550 | 887 | 731 | 0 | 3180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 1.3 RIO SAQUILALA | 13430 | 1.63 | 3607 | 550 | 0 | 0 | 3639 | 55390 | 0 | 82 | 122 | 0 | 40 |
| 1.4 RIO PUMACUNCHI | 43920 | 5.32 | 21068 | 6188 | 7859 | 0 | 7121 | 0 | 40 | 1220 | 424 | 0 | 9 |
| 1.4.1 RIO NEGRO | 16440 | 1.99 | 8360 | 1909 | 3466 | 0 | 1365 | 0 | 0 | 1220 | 120 | 0 | 0 |
| 1.4.2 RIO BLANCO | 5200 | 0.63 | 2144 | 0 | 651 | 0 | 2050 | 0 | 0 | 0 | 155 | 0 | 0 |
| 1.4.3 RIO PUMACUNCHI BAJO | 22230 | 2.70 | 10564 | 4279 | 3542 | 0 | 3706 | 0 | 240 | 0 | 149 | 0 | 0 |
| 1.5 RIO ISINCHE | 18590 | 2.25 | 7501 | 1218 | 6319 | 0 | 1359 | 0 | 0 | 2193 | 0 | 0 | 0 |
| 1.5.1 RIO PATOA | 10720 | 1.30 | 4546 | 686 | 3048 | 0 | 928 | 0 | 0 | 1212 | 0 | 0 | 0 |
| 1.5.2 RIO ISINCHE | 7870 | 0.95 | 2555 | 582 | 3271 | 0 | 531 | 0 | 0 | 981 | 0 | 0 | 0 |
| 1.6 RIO MAGSICHE | 30500 | 3.69 | 15525 | 5104 | 131 | 0 | 2336 | 0 | 0 | 2934 | 330 | 0 | 0 |
| 1.7 RIO ALAQUEZ | 24630 | 2.98 | 10679 | 4559 | 2213 | 0 | 2470 | 87 | 0 | 1829 | 1793 | 0 | 0 |
| 1.7.1 RIO BARRANCAS | 10040 | 1.22 | 4720 | 1749 | 0 | 0 | 1062 | 87 | 0 | 1829 | 524 | 0 | 0 |
| 1.7.2 RIO PANSACHI | 9200 | 1.11 | 5534 | 1130 | 0 | 0 | 1337 | 0 | 0 | 0 | 1199 | 0 | 0 |
| 1.7.3 RIO ALAQUEZ BAJO | 5390 | 0.65 | 425 | 1631 | 2213 | 0 | 1071 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.8 QDA YAKAHUAYCO | 11770 | 1.43 | 5246 | 5246 | 771 | 0 | 0 | 0 | 199 | 0 | 0 | 0 | 308 |
| 1.9 RIO ILLUCHI | 12370 | 1.50 | 5332 | 1934 | 727 | 0 | 2836 | 0 | 0 | 1491 | 0 | 0 | 0 |
| 1.10 RIO YANAYACU | 42760 | 5.18 | 21357 | 3623 | 1552 | 0 | 10156 | 0 | 0 | 5581 | 491 | 0 | 0 |
| 1.10.1 RIO PISAYAMBU | 11350 | 1.37 | 7503 | 0 | 0 | 0 | 3309 | 0 | 0 | 346 | 192 | 0 | 0 |
| 1.10.2 RIO TALATA | 6320 | 0.83 | 4031 | 0 | 0 | 0 | 949 | 0 | 0 | 1541 | 299 | 0 | 0 |
| 1.10.3 RIO YANAYACU MEDIO | 13010 | 1.53 | 9403 | 1370 | 228 | 0 | 3538 | 0 | 0 | 2471 | 0 | 0 | 0 |
| 1.10.4 QDA TOMAPALA | 5780 | 0.70 | 1704 | 1519 | 222 | 0 | 1112 | 0 | 0 | 1223 | 0 | 0 | 0 |
| 1.10.5 RIO YANAYACU BAJO | 5900 | 0.70 | 2716 | 734 | 1102 | 0 | 1248 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.11 QDA COLLATE | 8700 | 1.05 | 4884 | 40 | 0 | 0 | 2711 | 0 | 0 | 951 | 0 | 0 | 114 |
| 1.12 RIO CUTUCHI BAJO | 29040 | 3.40 | 10315 | 3728 | 5930 | 0 | 4914 | 0 | 0 | 121 | 0 | 0 | 92 |
| 2. CUENCA DEL AMBATO-PATATE | 193000 | 23.37 | 78273 | 35003 | 3730 | 0 | 38966 | 1583 | 3290 | 25402 | 4670 | 0 | 2078 |
| 2.1 RIO AMBATO | 131740 | 15.95 | 52114 | 20594 | 1607 | 0 | 24273 | 0 | 3290 | 23702 | 4255 | 0 | 1905 |
| 2.1.1 RIO ALAJUA | 12960 | 1.57 | 5094 | 1556 | 0 | 0 | 4562 | 0 | 0 | 1748 | 0 | 0 | 0 |
| 2.1.2 RIO CALAMACA | 10555 | 1.28 | 2662 | 146 | 0 | 0 | 3106 | 0 | 0 | 4641 | 0 | 0 | 0 |
| 2.1.3 RIO COLORADO | 27350 | 3.32 | 4936 | 715 | 0 | 0 | 3009 | 0 | 1501 | 12944 | 4255 | 0 | 0 |
| 2.1.4 RIO AMBATO MEDIO | 21050 | 2.55 | 8518 | 5173 | 0 | 0 | 4032 | 0 | 0 | 3302 | 0 | 0 | 0 |
| 2.1.5 RIO AMBATO BAJO | 14915 | 1.81 | 6565 | 4013 | 0 | 0 | 2432 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1905 |
| 2.1.6 QDA TERREMOTO | 5360 | 0.65 | 4777 | 0 | 37 | 0 | 595 | 0 | 1789 | 151 | 0 | 0 | 0 |
| 2.1.7 RIO PACHANLICA | 39510 | 4.79 | 19762 | 8986 | 1570 | 0 | 6487 | 0 | 0 | 916 | 0 | 0 | 0 |
| 2.2 RIO PATATE | 61260 | 7.42 | 26159 | 14409 | 2123 | 0 | 14693 | 1583 | 0 | 1700 | 415 | 0 | 0 |
| 2.2.1 RIO MUYO | 22160 | 2.68 | 9687 | 2062 | 0 | 0 | 8816 | 0 | 0 | 1130 | 415 | 0 | 0 |
| 2.2.1.1 RIO ALULEO | 5760 | 0.70 | 1500 | 220 | 0 | 0 | 3200 | 0 | 0 | 840 | 0 | 0 | 0 |
| 2.2.1.2 RIO MUYO ALTO | 10240 | 1.24 | 5933 | 302 | 0 | 0 | 3250 | 0 | 0 | 340 | 415 | 0 | 0 |
| 2.2.1.3 RIO MUYO BAJO | 6160 | 0.75 | 2254 | 1540 | 0 | 0 | 2366 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.2.2 RIO PATATE | 25440 | 3.08 | 10012 | 9275 | 2123 | 0 | 3337 | 0 | 0 | 520 | 0 | 0 | 173 |
| 2.2.3 RIO PASTAZA | 13660 | 1.65 | 6450 | 3072 | 0 | 0 | 2540 | 1583 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. CUENCA DEL RIO CHAMBO | 361400 | 43.77 | 114182 | 106416 | 19254 | 6272 | 54735 | 9130 | 2374 | 38709 | 7623 | 1117 | 1588 |
| 3.1 RIO CEBADAS | 139340 | 16.88 | 41343 | 39003 | 12196 | 6272 | 20602 | 1926 | 1396 | 14831 | 129 | 1117 | 0 |
| 3.1.1 RIO OSOGOCHI | 15520 | 2.36 | 7015 | 0 | 787 | 0 | 5962 | 0 | 1396 | 3543 | 0 | 817 | 0 |
| 3.1.2 RIO ATILLO | 9600 | 1.16 | 4240 | 0 | 337 | 0 | 830 | 1926 | 0 | 1957 | 0 | 300 | 0 |
| 3.1.3 RIO YASIPAN | 15520 | 1.88 | 7910 | 0 | 0 | 0 | 5995 | 0 | 0 | 1615 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.4 RIO CEBADAS MEDIO | 27230 | 3.30 | 7190 | 4321 | 7263 | 0 | 4528 | 0 | 0 | 3359 | 129 | 0 | 0 |
| 3.1.5 RIO GUAMOTE | 62940 | 7.62 | 15146 | 30793 | 3065 | 6272 | 3237 | 0 | 0 | 4407 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.5.1 RIO CHINDU | 23000 | 2.79 | 4077 | 9634 | 301 | 6272 | 1647 | 0 | 0 | 1019 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.5.2 RIO COLUMBE | 34090 | 4.13 | 9897 | 19206 | 0 | 0 | 1530 | 0 | 0 | 3388 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.5.2.1 RIO LLULLUCHA | 7330 | 0.36 | 3033 | 1313 | 0 | 0 | 903 | 0 | 0 | 2776 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.5.2.2 RIO SASAPUD | 10130 | 1.23 | 5322 | 3751 | 0 | 0 | 607 | 0 | 0 | 500 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.5.2.3 RIO GUASHI | 11370 | 1.38 | 639 | 10619 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 112 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.5.2.4 RIO COLUMBE BAJO | 4600 | 0.56 | 898 | 3522 | 0 | 0 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.5.3 RIO GUAMOTE BAJO | 5860 | 0.71 | 1172 | 1904 | 2734 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.6 QDA COMPUENE | 4460 | 0.54 | 352 | 3474 | 654 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.2 RIO HUANHUALLA | 19160 | 2.32 | 10177 | 3431 | 0 | 0 | 1150 | 0 | 0 | 690 | 3312 | 0 | 0 |
| 3.2.1 QDA PURACUN | 2800 | 0.34 | 1207 | 1031 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 472 | 0 | 0 |
| 3.2.2 RIO HUANHUALLA | 16360 | 1.98 | 8970 | 2400 | 0 | 0 | 1550 | 0 | 0 | 690 | 2840 | 0 | 0 |
| 3.3 RIO ALAO | 18160 | 2.20 | 6653 | 602 | 0 | 0 | 5339 | 2556 | 1654 | 1316 | 0 | 0 | 0 |
| 3.4 RIO ULPAN | 6790 | 0.82 | 2992 | 0 | 0 | 0 | 2273 | 0 | 0 | 1515 | 0 | 0 | 0 |
| 3.5 RIO BLANCO | 14380 | 1.74 | 5724 | 1707 | 0 | 0 | 1137 | 1540 | 0 | 4272 | 0 | 0 | 0 |
| 3.6 RIO CALCI | 3200 | 0.39 | 523 | 2517 | 0 | 0 | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.7 RIO PUELA | 23570 | 2.85 | 9409 | 2816 | 0 | 0 | 5332 | 2013 | 0 | 4000 | 0 | 0 | 0 |
| 3.8 RIO CHIBUNGA | 49200 | 5.96 | 10969 | 13931 | 4653 | 0 | 4036 | 0 | 978 | 5267 | 2778 | 0 | 1588 |
| 3.8.1 RIO CAJABAMBA | 12680 | 1.54 | 2782 | 6430 | 72 | 0 | 1337 | 0 | 0 | 2059 | 0 | 0 | 0 |
| 3.8.2 RIO CHIMBORAZO | 16360 | 2.04 | 4615 | 2535 | 0 | 0 | 2699 | 0 | 978 | 3208 | 2778 | 0 | 0 |
| 3.8.3 RIO CHIBUNGA BAJO | 19660 | 2.38 | 3572 | 9919 | 4581 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1588 |
| 3.9 RIO GUANO | 38440 | 4.66 | 12216 | 19192 | 0 | 0 | 3309 | 1195 | 3440 | 88 | 0 | 0 | 0 |
| 3.9.1 QDA LAS ABRAS | 10640 | 1.29 | 4057 | 6315 | 0 | 0 | 0 | 0 | 268 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.9.2 RIO GUANO | 27800 | 3.37 | 8159 | 11877 | 0 | 0 | 3309 | 1195 | 3172 | 88 | 0 | 0 | 0 |
| 3.10 QDA CAGUAN | 4900 | 0.58 | 697 | 929 | 0 | 0 | 3058 | 0 | 116 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.11 RIO CHAMBO MEDIO A.J.R.G. | 22430 | 2.72 | 3319 | 5695 | 2012 | 0 | 3335 | 0 | 2563 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.12 RIO CHAMBO BAJO | 21890 | 2.66 | 4115 | 12508 | 403 | 0 | 4559 | 0 | 305 | 0 | 0 | 0 | 0 |

DEFINICIONES

C= USO CORRECTO
SO= SOBREUTILIZACION
E= AREAS EROSIONADAS
SU = SUBUTILIZACION
D = DESIERTO PALMIRA
SANI = AREAS NATURALES
S2= NIEVES PERPETUAS
S3= PARAMO ALTO
S4= ASENTAMIENTOS RUCOSAS
S6= CUERPOS DE AGUA
S7= CENTROS POBLADOS

CONFLICTOS DE USO

# LEYENDA

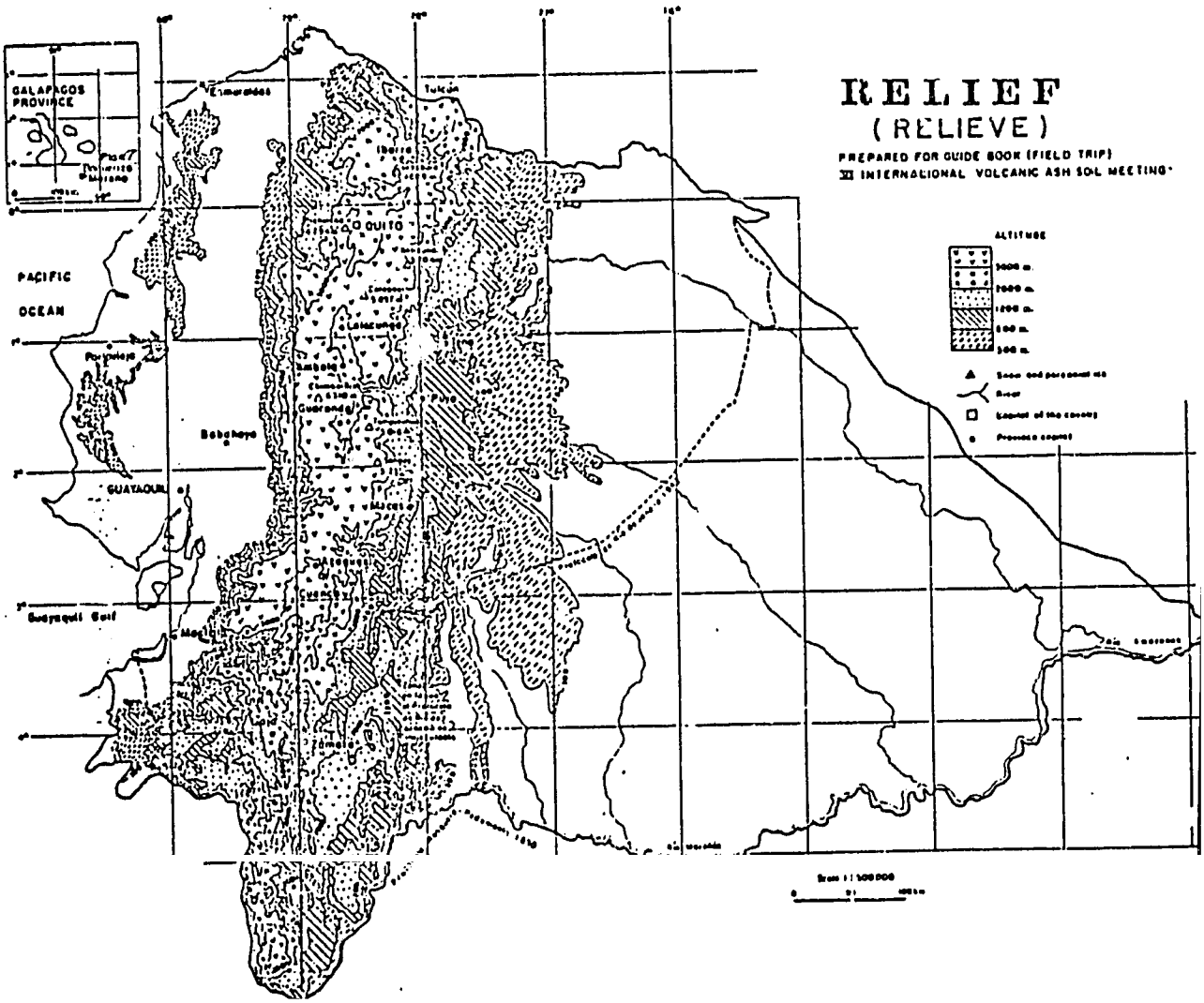
| SIMBOLOS | | CATEGORIA DE USO | SUPERFICIE ha. | % |
|---|---|---|---|---|
| | | **CON USO AGROPECUARIO** | | |
| | | **Uso correcto** | | |
| C | | Uso potencial igual al uso actual | 306 939 | 37.2 |
| | | **Uso incorrecto** | | |
| | | SOBREUTILIZACION | | |
| SO | | Uso Actual mayor que capacidad Uso Potencial | 176 501 | 21.4 |
| E | | Areas erosionadas o en procesos avanzados de degradación | 54 967 | 6.7 |
| D | | Desierto de Palmira | 6 272 | 0.8 |
| | | SUBUTILIZACION | | |
| SU | | Uso. Actual menor capacidad Uso Potencial | 147 118 | 17.8 |
| | | **SIN USO AGROPECUARIO** | | |
| SAN I | | Areas naturales con sistemas especiales de administración | 26 395 | 3.2 |
| [illegible] | | Nieves perpetuas. | 6.053 | 0.7 |
| S3 | | Páramo alto (4000-4 500 m.s n m ) | 80 513 | 9.7 |
| S4 | | Afloramientos rocosos y arenales | 15 613 | 1.9 |
| S6 | | Lagunas y otros cuerpos de agua | 1 117 | 0.1 |
| S7 | | Centros poblados | 4 222 | 0.5 |
| | | TOTAL | 825 700 | 100 |

CUENCA DEL AMBATO - PATATE

# EL IMPACTO DE LA ACCION INSTITUCIONAL EN TIERRAS FRAGILES DE LADERA EN ALGUNAS ZONAS DEL ECUADOR

AUTOR: ING. MSC. LUIS MEJIA VALLEJO
MAG, PRONAREG, ECUADOR

REPUBLICA DEL ECUADOR



## 1.0 EL PROBLEMA

En el Ecuador, las condiciones de topografía irregular predominantes determinan que gran parte de su territorio se pueda calificar como de "tierras de ladera", a las cuales debe dotárseles de un adecuado uso y manejo a fin de evitar, en cuanto sea posible, la acción destructiva de los procesos degradativos que conllevan a una pérdida muchas veces irreversible de los recursos naturales renovables, en especial del recurso suelo, y que a la vez permitan su conservación y preservación para las futuras generaciones.

Sierra, Costa y Oriente, presentan particulares características biofísicas en sus tierras de ladera que definen un mayor o menor grado de fragilidad de éstas a la degradación, sea por climas con intensas y elevadas precipitaciones o con presencia de fuertes vientos, sea por suelos de baja estabilidad o sea por el uso de inadecuados sistemas de explotación, que de una u otra manera actúan como agentes aceleradores de este proceso, ya evidente a simple vista.

## 2.0 LA SITUACION INSTITUCIONAL ANTE EL PROBLEMA

Varias son las instituciones estatales, semiestatales y privadas que se hallan relacionadas directa o indirectamente con el recurso tierra en el país; unas han sido creadas específicamente para llevar adelante las políticas de uso y manejo de la tierra mediante la planificación de las actividades agropecuarias o forestales; y otras, si bien no tienen objetivos ligados al sector del agro, en cambio, sus actividades han repercutido en el estado actual del recurso.

Diversas son las circunstancias políticas, sociales, económicas, técnicas o legales, en que estas Instituciones han debido desarrollar sus funciones específicas, sin embargo, cualesquiera que fuese la razón, es evidente el impacto que muchas de sus acciones han dejado sobre el medio natural, pues los efectos son inmediatamente observables.

Debe aclararse que el presente documento no pretende realizar una evaluación de las actividades Institucionales, simplemente se trata de presentar un enfoque de la magnitud que éstos efectos han alcanzado, mediante ejemplos actualizados y en lo posible tratando de cuantificarlos.

## 3.0 LAS INSTITUCIONES, LOS OBJETIVOS Y FUNCIONES RELACIONADOS CON EL USO Y MANEJO DE LA TIERRA.

### 3.1 EL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG)

Formulación, dirección y ejecución de las políticas sobre investigación, desarrollo agropecuario y forestal, aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables, preservación restauración de áreas naturales y vida silvestre, reforma agraria y colonización, riego y desarrollo rural.

- Dirección de Planificación, que ejecuta el inventario y evaluación de los recursos naturales renovables del país y la zonificación agrícola, ganadera y forestal a través del PRONAREG.

- Dirección Nacional Agrícola, que entre sus funciones tiene la conservación y manejo de suelos (PRONACOS) y la aplicación de la tecnología agrícola mediante las Direcciones Provinciales del MAG.

- Dirección Nacional de Desarrollo Rural, cuyas acciones se dirigen al desarrollo del medio rural, que implica la conservación de los recursos naturales renovables mediante actividades prácticas conservacionistas en las comunidades campesinas y campañas de forestación masiva.

- Dirección Nacional Forestal (DINAF), que le corresponde el mantenimiento del equilibrio ecológico a través del desarrollo del subsector forestal, áreas naturales, flora y fauna silvestres (parques nacionales).

- Programa de Mecanización Agrícola, tiene a su cargo los programas de capacitación en la utilización de maquinaria para las actividades agrícolas del sector rural.

## 3.2 EL INSTITUTO ECUATORIANO DE REFORMA AGRARIA Y COLONIZACION (IERAC)

Entidad adscrita al MAG, con jurisdicción sobre todo el territorio Nacional.

Corrección de defecto de la estructura agraria mediante una mejor distribución y utilización de la tierra. Controlar y racionalizar el proceso de ocupación de la tierra, su legalización y adjudicación en forma preferentemente individual.

Organizar y ejecutar los procesos de reforma agraria y colonización; fomentar la producción y mejorar la vida del campesino.

## 3.3 EL INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS HIDRAULICOS (INERHI)

Entidad adscrita al MAG con acción a nivel nacional. Propender al mejor aprovechamiento y protección de los recursos hídricos del país. Planificar la mejor utilización y desarrollo del agua; administración del recurso agua para el riego; colaboración con otras entidades en la protección y desarrollo de cuencas hidrográficas.

## 3.4 EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP)

Entidad adscrita al MAG. Organización de centros de investigación agropecuaria; realizar estudios de suelos como base del conocimiento para la utilización de la tierra; estudio y fomento del uso de fertilizantes adecuados.

## 3.5 EL INSTITUTO DE COLONIZACION DE LA REGION AMAZONICA (INCRAE)

Entidad adscrita al MAG con jurisdicción en la RAE. Constituir un complemento para el proceso de reforma agraria; favorecer la ampliación de la frontera agrícola promoviendo la utilización de nuevos recursos; ejecutar programas de colonización de acuerdo a las exigencias de la seguridad territorial y militar, y al propio tiempo, del desarrollo integrado; preservar el equilibrio ecológico y los ecosistemas de la RAE, estableciendo una estructura de reforestación y seguridad ecológica; coordinar todos los esfuerzos institucionales y particulares relativos a la investigación de la región Amazónica.

## 3.6 EL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA (MSP)

Planificar y ejecutar programas de preservación y mejoramiento del medio ambiente.

## 3.7 EL INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS (IEOS)

Entidad adscrita al MSP. Planificación y ejecución de obras sanitarias; realizar investigaciones relacionadas con los efectos de contaminación; vigilar y proteger las fuentes de abastecimiento del sistema de aguas, evitar su contaminación y ayudar a la protección de las cuencas hidrográficas de la región.

## 3.8 EL MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (MEM)

Investigación, planificación y ejecución de obras y proyectos destinados al aprovechamiento de los recursos naturales del país; orientar, coordinar, preservar, normar, rehabilitar y controlar las acciones y efectos de contaminación del medio ambiente, con los sectores energético y minero, mendiante la Dirección General del Medio Ambiente (DIGEMA).

## 3.9 LA DIRECCION GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE (DIGEMA)

Regular, normar el control y prevención del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y no renovables; planificar y elaborar programas tendientes a la prevención y control de la contaminación ambiental; programar y ejecutar acciones tendientes a la rehabilitación del medio ambiente afectado por la contaminación y/o el deterioro.

## 3.10 EL BANCO NACIONAL DE FOMENTO (BNF)

Apoyo y estímulo a las actividades que intervienen en la aceleración del desarrollo de la economía nacional; para ello otorga financiamiento y crédito a las actividades agrícolas, forestales, pecuarias, pesqueras, etc.

## 3.11 LA COMISION PERMANENTE PARA LA PROTECCION Y MANEJO DE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS (CONAPCHID).

Coordinar a los diferentes organismos del Estado, orientados a la mejor protección, aprovechamiento, desarrollo, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas.

Asesorar a los diferentes organismos del estado en relación a la protección, aprovechamiento, desarrollo, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas; adoptar las demás medidas tendientes a obtener una mejor protección, aprovechamiento, desarrollo, recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas; definir las políticas de manejo, conservación, protección y recuperación de los recursos naturales renovables en las cuencas hidrográficas.

## 3.12 LA CORPORACION ESTATAL PETROLERA ECUATORIANA (CEPE)

Elaborar planes y programas, proyectos y el financiamiento para las actividades de exploración y explotación hidrocarburífera; conducir las operaciones petroleras de acuerdo a las leyes y reglamentos de protección del medio ambiente y de la seguridad del país.

## 3.13 EL MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS (MOP)

Ejecutar sus obras de acuerdo a la Ley de Caminos, tomando en consideración los perjuicios o deterioro que la ejecución de un camino pueda ocasionar en los suelos por donde aquél pase, o también las consecuencias que la apertura de caminos y el tráfico posterior pueda causar en el área con el acceso del público, a veces indeseado.

## 3.14 ORGANISMOS DE COMPETENCIA REGIONAL Y SECCIONAL

### 3.14.1 LOS CONCEJOS PROVINCIALES

Orientar las aspiraciones provinciales relacionadas con el desenvolvimiento económico, promoviendo la explotación, fomento de las fuentes de producción agrícola, pecuaria, industrial y minera; colaborar con los organismos correspondientes en la explotación forestal para proteger las obras de infraestructura y la tala de bosques.

### 3.14.2 LOS MUNICIPIOS

Controlar el uso del suelo en el territorio del cantón de conformidad con las leyes sobre la materia y establecer el régimen urbanístico de la tierra.

## 3.15 LA FUNDACION ECUATORIANA PARA LA PROTECCION Y CONSERVACION DE LA NATURALEZA (FUNDACION NATURA)

Desarrollar actividades que sirvan para el estudio y los organismos vinculados con los recursos naturales renovables y el medio ambiente.

## 3.16 LA SOCIEDAD DE PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE (SOPROMA)

Denunciar contra las acciones depredadoras de los recursos naturales renovables.

De acuerdo a la información antes descrita, es evidente que el país dispone de una completa infraestructura Institucional ligada a los recursos de la tierra, ya que engloban su:

INVENTARIO
ADMINISTRACION
INVESTIGACION
PLANIFICACION
PROTECCION Y CONSERVACION
CONTROL Y DENUNCIA

# 4.0 IMPACTOS DE LA ACCION INSTITUCIONAL EN TIERRAS DE LADERA

## 4.1 EN LA REGION INTERANDINA

La Ley de Reforma Agraria aplicada por el IERAC, constituye uno de los procesos más significativos en la determinación de las formas de uso de la tierra en la región. La estructura agraria tradicional sufre importantes cambios; grandes superficies son objeto de subdivisiones a fin de proceder a la adjudicación de pequeñas propiedades a los campesinos, intensificándose la atomización de la tierra y la multiplicación del minifundio.

Si bien el proceso tiende a una justa repartición de la tierra, es observable a lo largo del callejón interandino, que en general, las tierras de ladera correspondientes a las vertientes internas de la cordillera constituyeron las áreas de mayor intervención.

La entrega de pequeñas superficies como propiedad individual inmediatamente trae como consecuencia una gran presión sobre el recurso, la tierra debe ser explotada en forma continuada e intensiva para poder atender los requerimientos de subsistencia del campesino y los miembros de su familia; se procede al cultivo de especies de escarda en áreas frágiles de ladera sin tomar las debidas medidas conservacionistas; el proceso se intensifica aun más conforme se incrementa el número de miembros familiares; surge la sobreutilización y los procesos degradativos (erosión, sedimentación) son acelerados por este sistema de explotación.

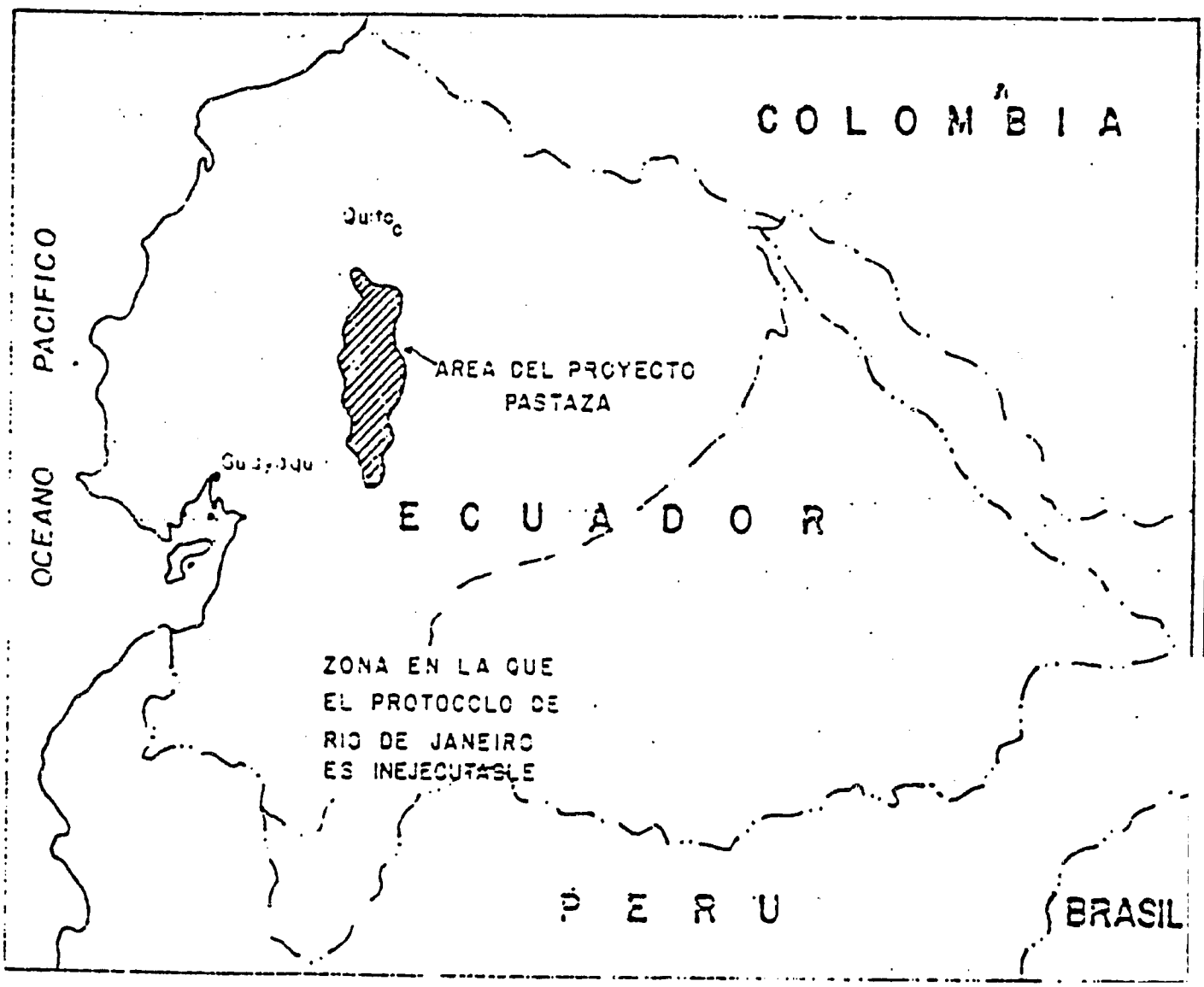



Figura 1. Ubicación del Proyecto Cuenca Alta del Río Pastaza (PROCAP).

El área de influencia correspondiente a la Cuenca Alta del Río Pastaza puede considerarse como representativa de las condiciones biofísicas de la región, por tanto, los datos obtenidos por PRONAREG/OEA en los estudios del Proyecto de Manejo y Conservación, permitirán destacar la fragilidad de la zona así como los efectos ocasionados o que están por ocasionarse, como consecuencia de llevar adelante un proceso de reforma agraria que no tomó en cuenta dichas particularidades.

La Cuenca Alta del Río Pastaza abarca las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y parte de Cañar; tiene una superficie de 825.700 has., se localiza en la parte central de la región Interandina (figura 1) y sus principales características se registran en el cuadro 1.

CUADRO 1

Características principales de la Cuenca Alta del Río Pastaza

| PENDIENTE | Clases de pendiente | Superficie (has) | % |
|---|---|---|---|
| | 0 - 12 % | 98.579 | 11.9 |
| | 12 - 25 % | 114.373 | 13.9 |
| | 25 - 50 % | 244.193 | 29.6 |
| | 50 - 70 % | 181.593 | 22.0 |
| | > 70 % | 135.058 | 16.4 |
| ESTABILIDAD | Clases de estabilidad | Superficie (has) | % |
| | Zonas estables | 65.760 | 8.0 |
| | Z. relativ. estables | 492.096 | 59.6 |
| | Z. relat. inestables | 181.282 | 22.0 |
| | Zonas inestables | 85.562 | 10.4 |
| SUELOS | Clases de suelos | Superficie (has) | % |
| Conjunto C | Erosionados (cangahua) | 91.933 | 11.1 |
| Conjunto J | Arenosos | 131.813 | 16.0 |
| Conjunto H | Francos | 141.920 | 17.2 |
| Conjunto D | Alofánicos, limosos | 342.947 | 41.5 |
| Conjunto M | Arcillosos/cangahua | 14.716 | 1.8 |
| Conjunto A | Mal drenados | 16.379 | 2.0 |
| Conjunto S | Erosionados | 1.953 | 0.2 |
| PROCESOS EROSIVOS | Clase de proceso | Superficie (has) | % |
| | Muy activo | 90.440 | 11.0 |
| | Activo | 136.034 | 16.5 |
| | Potencial | 126.077 | 15.3 |
| | Sin erosión | 473.149 | 57.3 |

Fuente: PROCAP. PRONAREG/OEA. 1986

Del Cuadro 1, se puede concluir en lo siguiente:

- Las zonas con relieves de fuertes pendientes superiores al 25%, ocupan una superficie total que representa el 81.9% del área total del proyecto.

- El 72% de la superficie total se considera de baja estabilidad.

- Las condiciones edáficas de la zona de estudio indican: Suelos suceptibles a erosión eólica (J) ocupan el 16.0% de la superficie total. Suelos suceptibles a erosión hídrica laminar (D) con 41.5%. Suelos suceptibles a erosión hídrica en cárcavas, surcos y solifluxión (M,H) el 19.0%. Suelos erosionados (S,C) el 11.3%

- Los procesos erosivos activos se identifican en un 42.8% del área total del proyecto.

A estas características deben añadirse, la presencia de precipitaciones de fuerte intensidad y corta duración, muy particulares en la Sierra o la incidencia de fuertes vientos que provenientes del O. Pacífico y LLanura Amazónica, penetran por las abras de las cordilleras Occidental y Oriental hacia el interior andino.

Sobre este medio natural el IERAC aplicó su proceso de Reforma Agraria y ejemplos más destacables de los impactos sobre el recurso suelo son detallados a continuación:

### 4.1.1 EN LAS ZONAS CON PREDOMINIO DE SUELOS DE CENIZA VOLCANICA RECIENTE Y PERMEABLE (J) (VITRANDEPTS, PSAMMENTS)

Debido a que son áreas de climas secos por la incidencia de fuertes vientos, la eliminación de la vegetación natural herbácea para la implantación de cultivos con baja capacidad de protección al suelo, activa los procesos de erosión eólica y por ende el arrastre de materiales arenosos de las partes altas y su posterior acumulación en zonas bajas, siendo observable la formación de dunas y barjanes; este fenómeno ha actuado de forma progresiva hacia el páramo, conforme va reduciéndose la fertilidad o se erosionan los estratos inferiores de las vertientes.

Areas de afectacion: Palmira, Riobamba, Quimiag, Penipe, Altar (Chimborazo); Cusubamba, Pujilí, Mulaló, Aláquez (Cotopaxi); Cevallos, Quero, Salasaca (Tungurahua) entre los principales.

### 4.1.2 EN LAS ZONAS CON PREDOMINIO DE SUELOS DE CENIZA VOLCANICA RECIENTE, FINA Y PERMEABLE (D,H) (DISTRANDEPTS, EUTRANDEPTS, HAPLUDOLLS

En estas áreas con climas húmedos o muy húmedos, los suelos dedicados a cultivos de poca cobertura, como son los de subsistencia, y sin que se hayan tomado en cuenta prácticas antierosivas, son muy propensos a la acción de las precipitaciones de fuerte intensidad, produciéndose la erosión hídrica laminar y en surcos, así como un severo obscurrimiento superficial; y dado que éstas zonas ocupan las vertientes

altas y medias de las cordilleras (3.000 msnm), el material arrastrado y sedimentado afecta seriamente las partes bajas de las cuencas.

### 4.1.3 EN LAS ZONAS CON SUELOS DESARROLLADOS SOBRE CENIZA ANTIGUA DURA Y CEMENTADA (CANGAHUA) (C,M) (ARGIUDOLLS, DURANDEPTS, DURUSTOLLS, DURIUDOLLS, ARGIUSTOLLS)

La presencia de un duripán, como es la capa de cangahua, a lo que se suman las fuertes pendientes y suelos con altos contenidos de archilla, dan lugar a una elevada concentración de agua a menos de 1 m. de profundidad provocando el deslizamiento de masas sólidas (solifluxión) y acelerándose la erosión hídrica en surcos y cárcavas.

Fenómenos de este tipo pueden ser observados en las vertientes medias y bajas de las cordilleras a lo largo de toda el área del proyecto (Guamote, Columbe, Cebadas, Colta en Chimborazo; Ambatillo, Quisapincha, Mocha. Poaló en Tungurahua; Zumbagua en Cotopaxi; entre otros).

A la acción de Reforma Agraria efectuada por el IERAC debe sumarse paralelamente la intervención del Programa de MECANIZACION del MAG, esta Dependencia ha fomentado el uso de maquinaria agrícola dentro de las comunidades campesinas en las labores agrícolas; el campesino inmediatamente ha adoptado el sistema por las facilidades que se le ofrecen, esto es, rapidez y poca mano de obra, que le permite disponer de mayor cantidad de tiempo para otras actividades.

Desgraciadamente en el país, la utilización de tractores de gran envergadura se ha generalizado, sin que se consideren las consecuencias de su uso, en especial en la región Interandina, en donde los suelos dominantes, los ANDEPTS, presentan una alta suceptibilidad al tránsito de maquinaria por la compactación que sufren y que posteriormente se manifiesta en una disminución de la porosidad, aumento de la densidad aparente, disminución de las tasas de infiltración y aumento del escurrimiento superficial. A esto debe añadirse que, por causa de la forma, tamaño y distribución del minifundio, se exigen formas de uso de maquinaria no recomendables, ya que las labores de preparación y surcado del suelo deben hacerse en dirección de la pendiente, intensificándose los procesos erosivos.

Otro de los organismos, cuya acción ha repercutido en el estado actual del suelo en la región, es el INERHI, entidad encargada de administrar el recurso agua y su dotación a los usuarios. En las tierras de ladera andinas, este servicio positivo para el sector agrícola, paradójicamente se convierte en algunos casos en un factor que acelera la erosión, debido a la existencia de canales de conducción poco funcionales que dan lugar a que el caudal de agua se desborde en varios tramos provocando la formación de pequeñas cárcavas a los costados del canal, efecto que se ve favorecido por las fuertes pendientes y es comúnmente observable en las vertientes internas de las cordilleras.

## 4.2 EN LA REGION ORIENTAL

Las zonas de ladera de esta región como son: estribaciones orientales de la Cordillera Oriental, piedemonte andino, mesas y colinas de la llanura amazónica, se caracterizan por las fuertes pendientes, el desarrollo de suelos alofánicos recientes o

arcillosos muy antiguos, la presencia de abundantes precipitaciones, temperaturas elevadas y los sustratos inestables, que las convierten en áreas de mucha fragilidad y cuyo uso exige un cuidadoso manejo para evitar un deterioro de los recursos, a veces irreversibles.

El factor de mayor importancia en la determinación de las formas de uso y aprovechamiento de la tierra en la región, sin lugar a dudas lo constituye el proceso de COLONIZACION ESPONTANEA.

Este proceso se desarrolla por diferentes motivaciones, las principales de ellas: la presión demográfica existente en la Sierra; la explotación del petróleo en la primera mitad de la decada de los 70, actividad ésta que aceleró la colonización debido a la apertura de brechas, caminos e infraestructura; posteriormente el interés por parte de las autoridades para tener presencia en las áreas de frontera inicia el programa de "fronteras vivas" tendiente al establecimiento de asentamientos humanos en estas zonas.

Todas estas actividades que incluso cuentan con el apoyo gubernamental han incidido en un proceso de colonización incongruente y desordenado; pues siendo éste motivado fundamentalmente por el deseo de ocupación de territorio, el aprovechamiento racional de los recursos naturales es de menor importancia y es una colonización que se ha esparcido en cualquier lugar donde la infraestructura vial, aun la más rudimentaria da acceso, sin considerar buenos o malos suelos.

Son varias las Instituciones relacionadas con el fenómeno, dos de ellas directamente, el IERAC y el INCRAE, y otras lo están de manera indirecta, tal el caso del Banco Nacional de Fomento, CEPE, MEM, MAG, MOP Y FFAA; pero en cualquiera de los casos su presencia ligada al factor colonización debe ser responsabilidad de los impactos sufridos por el medio natural en la región, citándose entre los principales:

- La tala de árboles y la deforestación.
- La expansión desmesurada de la ganadería.

### 4.2.1 LA DEFORESTACION Y LA TALA DE ARBOLES. CAUSAS E IMPACTOS

Inmediatamente a la posesión de la tierra, el colono espontáneo inicia la explotación de la tierra, a fines de solicitar la legalización y adjudicación de la superficie ocupada; esto implica que, de acuerdo a la ley dictada por el IERAC, un porcentaje importante de su lote (>80%) debe mostrarse trabajando y por lo tanto esa superficie debe haber sido limpiada, transformada en pastizales o cultivada, ya que no se considera como uso el manejo forestal. De esta manera se obliga al colono a un desbroce indiscriminado del bosque.

Otra causa del desbroce acelerado, lo constituye la práctica de concesión de superficies de bosque natural a compañías de explotación de madera para fines industriales. Esta actividad la ejecuta la DINAF, sin estipular en los contratos, la obligatoriedad de reforestación de las áreas taladas.

El MOP es otra Institución relacionada a los procesos de deforestación; su acción de apertura de caminos no va acompañada con medidas para controlar las masivas invasiones de colonos en las tierras frágiles por donde atraviezan, y cada vía que se abre, se transforma en una arteria peligrosa de deforestación. La apertura de las vías que actualmente se realizan en la provincia de Napo, se prevee van a acarrear la migración de un elevado número de colonos espontáneos hacia zonas vírgenes, con las consecuencias nefastas de una ocupación no orientada.

Carrillo O. en COLIBRI, indica que a 1986, estas actividades han significado el desbroce de por lo menos 1.200.000 ha solo en lo referente a las zonas donde ya se han otorgado títulos de propiedad, debiendo sumarse a ellas, las áreas en las que se han abierto vías de penetración, las extensiones que están en poder de empresas beneficiarias de concesiones forestales y agroindustriales, los campos de explotación hidrocarburífera, las superficies destinadas a los asentamientos poblacionales, etc.

Datos de la DINAF, demuestran el ritmo acelerado de ocupación y por ende el avance de la deforestación:

* a 1968 fueron ocupadas 66.155 ha,
* a 1974 se incrementan a 238.300 ha, y
* a 1976 se tienen ya 463.700 ha

Según estimaciones de la FAO, la deforestación en Ecuador asciende a 300.000 has. en el período 76-80 y a 340.000 ha en el 81-85.

Estudios efectuados por CLIRSEN en el frente de colonización de la RAE (figura 2), que abarca 5.379.930 has. y comprende gran parte de las provincias de Napo, Pastaza y Morona Santiago, indican en el período 77-85, la siguiente evolución del bosque (cuadro No. 2):

CUADRO NO. 2

Frente de Colonización de la RAE, Evolución de los bosques en período 1977 - 1985

| PROVINCIA/CARTA | 1977 has. | % | 1985 has. | % | INCREMENTO has. | INCREMENTO PORCENTUAL | INCREMENTO ANUAL (has) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NAPO: | | | | | | | |
| Lago Agrio | 599.592.20 | 93.5 | 551.713.00 | 86.0 | - 47.879.8 | - 7.9 | - 5.319.9 |
| Río Napo | 1.663.779.00 | 90.9 | 1.470.845.00 | 80.4 | -192.934.5 | -11.6 | -21.437.2 |
| PASTAZA: | | | | | | | |
| Pastaza | 1.779.135.00 | 93.4 | 1.731.733.40 | 90.9 | - 47.401.6 | - 2.7 | - 5.266.8 |
| MORONA SANTIAGO: | | | | | | | |
| Morona-Taisha | 914.915.70 | 91.1 | 829.096.50 | 82.6 | - 85.891.2 | - 9.4 | - 9.535.5 |

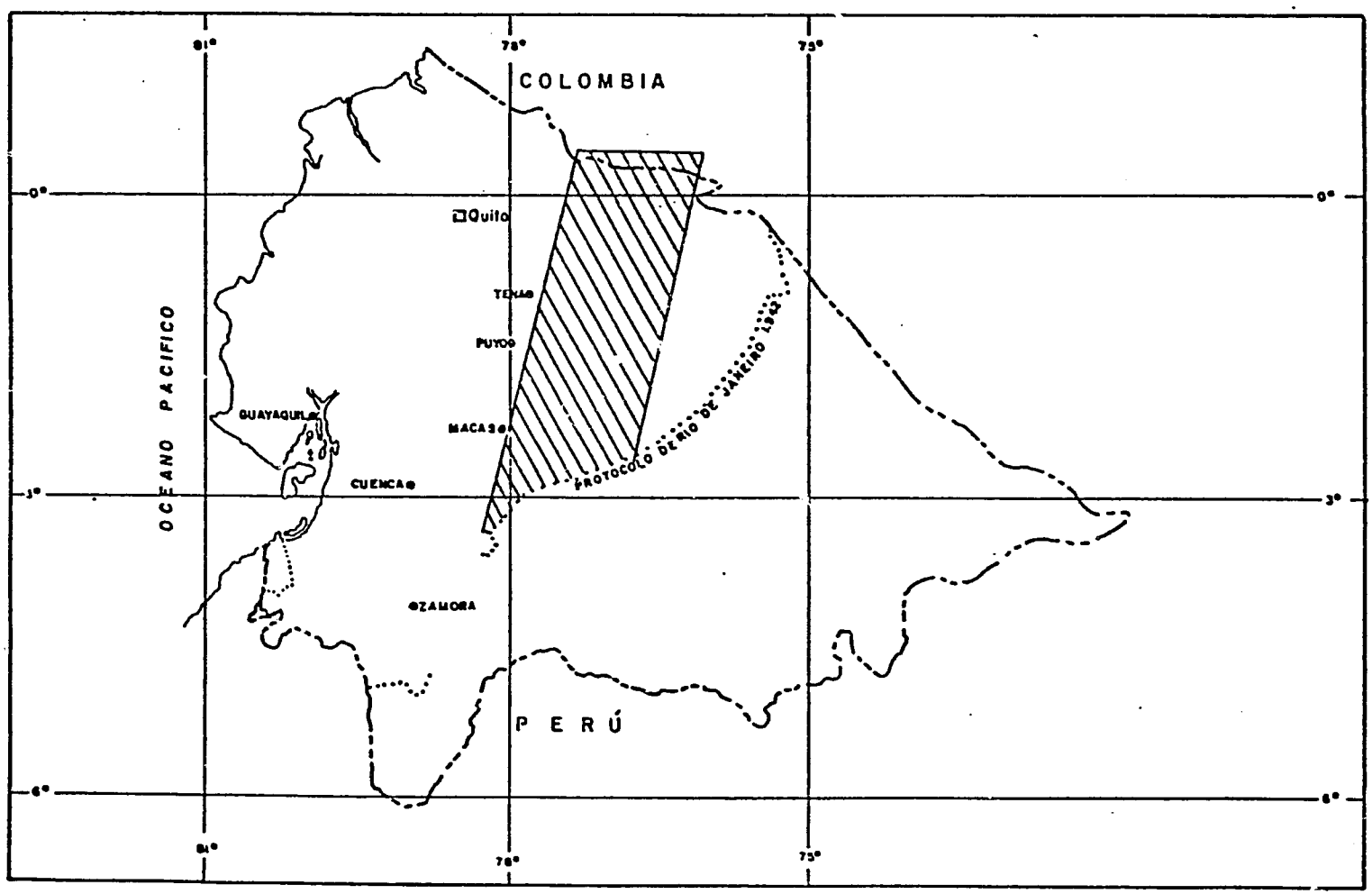



Figura 2. Ubicación del Area del Proyecto Frente de Colonización de la RAE.

Aunque poco estudiado el impacto ecológico producido por la tala de árboles en la RAE, es indudable que se provocan graves perturbaciones a un cosistema tan frágil, siendo el recurso suelo el que sufre el mayor impacto, pues se elimina su cubierta protectora, pudiéndose verificar ya las iguientes consecuencias negativas:

- En suelos derivados de ceniza volcánica reciente (DISTRANDEPTS, HIDRANDEPTS), que predominan en las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental y en la cordillera Secundaria, la presencia de altos contenidos de alofana, caracterizan suelos de estructura porosa, que facilitan los procesos de lavado, y que al ser intensivos por las elevadas precipitaciones que se registran en estas áreas (de hasta 6.000 mm.), causan una gran pobreza química de los mismos, pues inmediatamente después del desbroce, se lixivian gran cantidad de iones Ca, Mg, K y Na; éstas bases son reemplazadas por iones H (H30) en el complejo de intercambio catiónico, produciéndose la acidificación y aumentando la proporción de Al, Mn e H, que llega a niveles de toxicidad. Este proceso de acidificación a más de empobrecer al suelo, reduce la actividad de bacterias y actinomicetes y por ende la nitrificación es muy baja. Por otro lado, sin cubierta vegetal, el escurrimiento es elevado; se produce la erosión del suelo y el material sólido es arrastrado y depositado afectando a las partes bajas de la cuenca amazónica; los deslaves e interrupciones en las vías de comunicación son frecuentes y de alto costo social.

- En suelos arcillosos rojos o pardos de mesas y colinas (OXIC DISTROPEPTS), la sustitución del bosque natural por cultivos o pastos, tiende a desaparecer su fertilidad, ya que ésta se basa exclusivamente en un reciclamiento de nutrientes árbol-hojarasca-árbol, y el suelo juega un papel relativamente secundario en este ciclo, por lo que al talar el bosque, los nutrientes son rápidamente lavados a través del perfil pues se destruyen los mecanismos que aseguran su conservación y reciclaje y además se elimina la fuente portadora de material vegetal; aflora a superficie el material pobre subyacente, caracterizado por una elevada acidez y presencia de Al tóxico, constituyéndose luego en una barrera química para el desarrollo de las raíces, éstas son incapaces de penetrar al subsuelo altamente saturado con Al y muy bajo en niveles de Ca intercambiable, provocando la formación de sistemas radiculares poco profundos que a menudo dan como resultado, plantas que sufren sequías durante períodos sin lluvia, a pesar de que el subsuelo tiene suficiente agua disponible.

En la RAE se puede verificar esta situación por la reducción de las superficies de las plantaciones de cacao, ya que este es un cultivo poco tolerable a suelos ácidos.

PRONAREG/ORSTOM 10, en sus estudios realizados en el Nororiente, observan en los suelos rojos arcillosos de colinas, en donde se ha procedido al desbroce mecánico, la desaparición de los horizontes orgánicos, la erosión y el apisonamiento superficial, a lo que acompaña la formación de la colada lodosa (Cuencas del Putumayo y Curaray).

En suelos pardos, en donde se ha realizado el desmonte mecánico, se ha medido la infiltración al cabo de un mes arrojando datos de tasas de 0.5 cm/hora, mientras que con desmonte manual se tienen tasas de 10.5 cm/hora.

Oldeman R. 11, indica que durante las temporadas lluviosas, éstos suelos, desprovistos de vegetación, pierden su cohesión por la alta humedad que retienen, y de esta manera, el anclaje radicular de los árboles se vuelve menos eficiente, y basta una pequeña ráfaga de viento pra que se produzcan caídas de árboles. Esta condición explica además, la suceptibilidad de éstos suelos a los movimientos en masa por solifluxión, que provocan deslaves y derrumbes.

Estudios de Sánchez P. establecen que, dadas las lluvias torrenciales, la presencia de la cubierta boscosa no permite sino una pérdida de 1 kg. de suelo orgánico/ha/año, mientras que en la misma área deforestada, se puede perder más de 34 ton/ha/año.

- Explica que, cuando se produce la deforestación, la temperatura de la superficie del suelo aumenta y los regimenes de humedad fluctúan más por cuanto mayor radiación solar entra en contacto con la superficie del suelo, ocasionando una mayor evapotranspiración y riesgos de stress hídrico. Asímismo, la incidencia directa al suelo de altas temperaturas, representa una aceleración en la degradación de los restos vegetales de la superficie, que causa graves problemas a su fertilidad, al no permitir la acumulación de materia orgánica. El calentamiento del suelo conlleva además, la destrucción de la microflora y microfauna, no permitiendo la fijación del nitrógeno.

- La actividad hidrocarburífera afectada por CEPE, ha afectado incluso las áreas de reserva forestal y según CONADE/PNUMA (4) debido a la importancia nacional de esta actividad, la necesaria apertura de vías para estas labores, implica la inmediata incursión de colonos que realizan una acción depredadora del bosque, y el caso más palpable lo constituye la Reserva Faunística Cuyabeno, que a 1985 ha sido ya invadida en su parte occidental por más de 1.000 familias a los dos lados de la vía, comprometiendo la sobrevivencia y utilidad de la misma.

En lo futuro además, se está proyectando la explotación de pozos situados en varias partes de la reserva, lo que representaría nuevas vías de penetración y nuevas ocupaciones. Igualmente se proyectan actividades exploratorias en el Parque Yasuní.

### 4.2.2 LA EXPANSION DESMESURADA DE LA GANADERIA. CAUSAS E IMPACTOS.

La vocación pecuaria de la RAE, proclamada por la opinión pública y sostenida por los organismos oficiales, ha hecho que el MAG y el Banco Nacional de Fomento promuevan esta actividad, lo que ha determinado que los pastos se extiendan, sin consideración de la aptitud de los suelos ni de las repercusiones ecológicas, y continuando adelante con la sabanización de la región, e incluso actualmente, no sólo es el colono el que desbroza y establece pastos, sino el nativo que ha adoptado el sistema, y así se tiene que en Morona Santiago la actividad es desarrollada a gran escala por el grupo nativo shuar y la ganadería se esparce por todas partes, aún en las laderas inaccesibles, en buenos o malos suelos, constituyéndose en la causa preponderante de la deforestación en la región.

La información proporcionada por CLIRSEN en su estudio de Uso Actual Cobertura de la Tierra en el frente de Colonización, y que se recoge en los cuadr 3, 4 y 5, permite destacar la evolución de esta actividad:

CUADRO 3. CRECIMIENTO DE LA POBLACION PECUARIA BOVINA EN LA RA (Número de cabezas)

| Año | Napo | Pastaza | Morona S. |
|---|---|---|---|
| 1977 | 33.568 | 12.674 | 95.237 |
| 1986 | 112.000 | 35.000 | 305.000 |

Fuente: INIAP (encuesta PRONAREG) 1977.
IBIDEN (Colibrí, F. Natura) 1986.

CUADRO 4. ESTIMACIONES DE SUPERFICIE CON PASTOS (has.) RAE

| Año | Napo | Pastaza | Morona S. | Zamora | RAE |
|---|---|---|---|---|---|
| 1975 | 59.300 | 29.700 | 131.320 | 74.837 | 295.158 |
| 1985 | 200.000 | 75.000 | 350.000 | 120.000 | 745.000 |

Fuente: Encuesta Nacional PRONAREG. MAG.
Direcciones Provinciales

CUADRO 5

EVOLUCION DE LOS PASTOS EN EL FRENTE DE COLONIZACION

| PROVINCIA/CARTA | 1977 has | 1977 % | 1985 has | 1985 % | INCREMENTO has | INCREMENTO PORCENTUAL | INCREMENTO ANUAL HAS AÑO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NAPO: | | | | | | | |
| Lago Agrio | 24.888.7 | 3.9 | 46.433.4 | 7.2 | 21.544.7 | 86.6 | 2.393.9 |
| Río Napo | 110.831.4 | 6.1 | 253.704.0 | 13.9 | 142.872.6 | 128.9 | 15.874.7 |
| PASTAZA: | | | | | | | |
| Pastaza | 101.109.5 | 5.3 | 132.989.1 | 6.9 | 31.879.6 | 31.5 | 3.542.2 |
| MORONA SANTIAGO: | | | | | | | |
| Morona-Tarsha | 61.006.8 | 6.1 | 120.585.2 | 12.0 | 59.578.4 | 97.7 | 6.619.8 |

Fuente: CLIRSEN. Cartas de cobertura y uso de la tierra en el frente de colonización de la RAE. Esc:1/250.000.

El pastoreo de ganado juega un papel muy importante en la degradación en tierras frágiles de ladera de la Amazonía, y muchos efectos se tienen a la vista, así tenemos:

* Sobre los suelos de origen volcánico de las estribaciones de la cordillera Oriental, cordillera Secundaria y suelos pardos arcillosos del piedemonte, el tránsito y pisoteo del ganado conlleva a una baja en su tasa de infiltración, ya que la capa de ceniza superficial en el un caso y el horizonte arcillo arenoso en el otro, son muy suceptibles a la compactación (si se considera que la presión de compactación sobre el suelo ejercido por un vacuno es de 3.5 a 0.88 kg/cm2, según Toledo y Morales, 1979 en (1), lo que va reduciendo su productividad y como resultado, las gramas introducidas son reemplazadas por gramas nativas como efecto de la degradación constante de la fertilidad del suelo y ya en la degradación constante de la fertilidad del suelo y ya en 1977, el INIAP 7/ observa en Limoncocha que, pastizales antiguos se han transformado en pequeñas sabanas improductivas.

Algunas investigaciones señalan que, al cabo de los primeros 3 o 4 años, la productividad de los potreros empieza a decaer, se afecta el drenaje y se inicia una invasión de rebrotes secundarios de barbecho; si bien es cierto que los pastos retardan la tasa de descenso de fertilidad y permiten un buen grado de reciclamiento de nutrientes, el pastoreo directo es muy perjudicial, dadas las condiciones de excesiva humedad constante.

* En suelos rojos arcillos bajo pastos, PRONAREG/ORSTOM 10/ observan en áreas que han sido sometidas a una alta carga animal y exesivamente pisoteadas, los horizontes superiores del suelo se encuentran my amasados, compactados, destruída su estructura, privándoles de 02 y formando una capa impermeable

(gley), la misma que luego interrumpe el transporte de nutrientes entre la superficie y la reserva mineral de profundidad media, terminando con la fertilidad del suelo. Destaca asimismo la presencia de procesos de erosión en forma de gradas, a tal punto que se observan Areas transformadas en fangales estériles (Nororiente).

## 5.0 CONCLUSIONES

La existencia en el país de una estructura institucional muy amplia para el manejo de los recursos naturales renovables, parecería estar acorde a lo enunciado por el Plan Nacional de Desarrollo del CONADE que contempla la "necesidad de un desarrollo armónico, una adecuada ocupación y utilización del territorio en relación con las necesidades económicas y sociales y con las características y vocación de los suelos..."

- De los ejemplos concretos presentados en este trabajo se deduce que, en muchas de las veces, la presencia Institucional ha impactado negativamente soabre los recursos terrestres, en especial sobre el suelo.

- Muchos de los impactos han sido denunciados y advertidos, sin embargo procesos y acciones identificados como causales siguen vigentes.

- Varias interrogantes pueden plantearse a fines de detectar la posible falla Institucional frente a un estado avanzado de deterioro de los recursos naturales renovables:

  - problemas reglamentarios?
  - problemas presupuestarios?
  - limitaciones técnicas?
  - falta de coordinación?
  - superposición de funciones?
  - duplicación de actividades?
  - falta de independencia institucional?
  - falta de fortaleza institucional?
  - falta de recursos humanos?
  - falta de equipamiento?
  - falta de planificación?
  - falta de información?
  - falta de investigación?
  - deficiencia en el uso de información?
  - no existe una entidad de decisión?

- Es posible que casi todas las respuestas a estas interrogantes sean afirmativas, pese a lo cual, lo importante es buscar soluciones a corto y largo plazo, ya que la degradación de los recursos es acelerada y en muchas de las veces, irreversible.

## BIBLIOGRAFIA

CIAT, 1982. Amazonía. Investigación sobre agricultura y uso de tierra. Memorias. Cali, Colombia.

Clirsen. 1987. Análisis de los cambios de uso de la tierra en el frente de colonización de la RAE. Primer borrador. Quito, Ecuador.

Clirsen. Cartas de cobertura vegetal y uso de la tierra a 1977 y 1985. Esca. 1/250.000. Quito, Ecuador.

CONADE/PNUMA. 1987. Proyecto propuesta de manejo de recursos naturales en la RAE. Quito, Ecuador.

DINAF. Diagnóstico de la situación forestal. Informe borrador.

Ecuador/OEA. 1986. Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Río Pastaza (PROCAP). Aspectos legales e institucionales. Quito, Ecuador.

INIAP. 1977. Boletín Técnico NO. 23. Diciembre. Quito, Ecuador.

Fundacion Natura. 1986. Revista Colibrí. Año 1. No. 1 Quito, Ecuador.

MAG/ORSTOM. 1980. Diagnóstico socioeconómico del medio rural ecuatoriano. Documento D. Quito, Ecuador.

MAG ORSTOM. Suelos del Nororiente. Características físico-químicas y su fertilidad. Quito, Ecuador.

Oldeman, R. Potencial ecológico del Oriente. Resumen preliminar. Quito, Ecuador.

PRONAREG/ORSTOM. 1980. Problemática del manejo integral y estudio morfoedafológico de la RAE. Quito, Ecuador.

# LA EROSION EN LA SIERRA PERUANA Y EL SISTEMA DE EXTENSION DEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS

AUTOR: BARBARA D'ACHILLE
DIARIO EL COMERCIO
LIMA, PERU

Siendo el Perú un país de topografía sumamente accidentada -el 60% de su territorio es parte del macizo andino- la erosión constituye un problema que se agrava año a año, perdiéndose miles de hectáreas de suelos, tanto en la vertiente del Océano Pacífico como hacia la cuenca amazónica.

El constante aumento de la población, que ejerce una mayor presión sobre los suelos, es uno de los principales factores que desencadenan los procesos erosivos, conjuntamente con la topografía y el clima.

Costumbres tradicionales en el mantenimiento del recurso suelo se han perdido. Si bien en muchas zonas aún no se utilizan los andenes prehispánicos, en otras han sido abandonados, ya sea debido a la falta de agua, o al factor de la distancia de los centros poblados. El descuido de los andenes ha ocasionado su deterioro. Por otra parte, algunas veces su utilización o mantenimiento ya no resulta económicamente rentable.

Desde el punto de vista de la estructura social rural, tenemos que mientras antiguamente el campesino vivía en su chacra, las "reducciones" españolas a principios del siglo XVII, concentraron a la gente en pueblos, con lo cual se rompió la relación hombre-tierra, modificándose sus costumbres y modo de vida.

Desde hace veinte años, el proceso se acentuó. La migración hacia los centros urbanos, la división de las tierras, la falta de asistencia en relación a técnicas y administración agrícola, la deficiencia en el sistema de cooperativas, la poça capacidad empresarial, han resultado en maneras de uso de los suelos que son altamente deteriorantes.

La deforestación, por la tala de madera para leña, para construcción, o destinada al andamiaje en las minas, ha quitado la cobertura natural en pendientes y laderas. El sobrepastoreo contribuye a la erosión hídrica y eólica. La costumbre de plantar en surcos a favor de la pendiente, hace que los suelos se escurran más rápidamente.

La pérdida de prácticas de manejo de riego no sólamente ha provocado la caída en el rendimiento de los cultivos, sino que ha acelerado la escorrentía de los suelos. El abandono de cuidados tales como la reintegración de materia orgánica y abono, con los consecuentes cambios en la estructura física, ha tornado los suelos más vulnerables.

Las leyes de herencia resultan en que las propiedades se subdividan en minifundios cada vez más minúsculos -existen parcelas familiares de 1,000 metros cuadrados -lo cual no sólo resulta en la pauperización extrema del campesino, sino que hace imposible el uso racional del suelo. Y la necesidad de tierras ha hecho que nuevas parcelas se abran cerro arriba.

Ante esta situación, se ha hecho sumamente urgente establecer un sistema de conservación de suelos. Y por más que no ha sido posible -por la ausencia de una decisión política y de presupuestos adecuados- lograr un esfuerzo que estuviera acorde con la envergadura del problema, el Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura, ha desarrollado, en los últimos seis años y con apoyo de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados

Unidos, un plan que incluye una serie de técnicas y prácticas que están siendo utilizadas con éxito en la región andina del Perú.

Para lograr que el sistema tenga acogida, es menester que sea adoptado por el campesino e incorporado permanentemente a sus prácticas y costumbres, por lo cual el aspecto social es uno de los principales factores a tomarse en cuenta.

El Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas (PNCSA) elaboró pautas tecnológicas a ser seguidas en diversas situaciones, determinando luego una estrategia para su difusión.

Cajamarca -área piloto del PNCSA- tiene por una parte una tradición pionera en conservación de suelos proveniente de los trabajos en la universidad y con programas de reforestación. Y por otra parte, existen ejemplos del fracaso de muchos proyectos de asistencia técnica en el Perú que una vez terminadas las actividades de extensión, cuando la ayuda financiera cesa y los técnicos se retiran, los resultados quedan en la nada, debido a que no han sido aceptados con pleno convencimiento por la población.

Queda claro, en consecuencia, que una de las tareas principales de un extensionista, es comprender en primer lugar la mentalidad, necesidad y estructura social del campesino, a fin de establecer modos de comunicación.

En este caso se optó por un sistema de acercamiento por un lado, y de atracción por otro. Se eligieron miembros de las comunidades y grupos vecinales campesinos, diseñándose cursos sencillos, explicando los diversos sistemas de conservación de suelos: surcos a nivel, zanjas de infiltración, terrazas de formación lenta, control de cárcavas, elaboración de compost, utilización de nivel en "A", reforestación, rotación de potreros, etc.

Estos promotores locales luego vuelven a sus respectivos pueblos, encargándose de la asistencia directa a sus propios compañeros: los hombres y mujeres campesinos. Por otro lado, la PNCSA de Cajamarca está estructurado de manera que la jefatura central tiene una ramificación que va hacia las diferentes áreas de tratamiento, mediante los promotores zonales, que son empleados de la entidad pública.

La asistencia material para los trabajos tiene diversas modalidades, pudiendo consistir en herramientas, semillas y apoyo alimentario, o en una combinación de ellos.

El trabajo es generalmente realizado mediante las "mingas". Este es un sistema tradicional peruano que obliga a la comunidad a reunirse para hacer en conjunto ciertas labores que son de beneficio para toda la comunidad (construcción y manejo de carreteras, puentes, sistemas de riego o drenaje, colegios, postas médicas, etc.).

Ya que las técnicas de conservación de suelos funcionan mejor cuando comprenden extensiones mayores que las cubiertas por parcelas individuales, generalmente se trata de utilizar el sistema de minga. Sin embargo, también se dan casos en que un campesino puede emprender estas tareas por cuenta propia y en forma individual.

Uno de los factores básicos, lógicamente, es la constatación por parte del campesino, lo más rápida y gráficamente posible, que la conservación de suelos resulta en beneficio directo, o sea en un aumento en la producción.

Para tal fin se establece, cerca a las zonas tratadas, un área de comprobación donde no se emplea ninguna práctica nueva, salvo la acostumbrada por la comunidad. Observando el crecimiento y luego midiendo las cosechas en las respectivas áreas, generalmente se logran los resultados esperados. Tanto es así que en muchas comunidades los campesinos solicitan que no se haga parcelas testigo, aunque el PNCSA generalmente insiste en ello, pues la evidencia obtenida constituye el mejor argumento para demostrar también a otras comunidades los beneficios de la conservación de suelos.

Ya que el efecto multiplicador es uno de los principales objetivos del PNCSA, las parcelas tratadas son instaladas en las zonas más visibles, tanto para la propia comunidad, como para otras vecinas. De este modo, en muchas zonas de Cajamarca se pueden observar actualmente diversas áreas tratadas esparcidas por los cerros.

Existen otras fuerzas dentro de la estructura social campesina que son tenidas en cuenta. La mujer es una de ellas.

Hasta épocas recientes no se había destacado la importancia de la mujer campesina dentro de la generalidad de los programas de asistencia al agro. Fuera de ser una presencia fuerte, aunque muchas veces callada, en las asambleas campesinas, la mujer es quien se queda a cargo de la familia, cultivos y ganado, cuando el compañero migra a otras zonas para trabajos eventuales en cosechas, minería o construcción. Muchos hombres se ausentan durante varios meses cada año, en cuyo caso la mujer es la presencia permanente, la responsable de mantener productivos los campos, de alimentar y educar a los niños.

Una institución que se ha vuelto tradicional en el campo son los clubes de madres. Generalmente, reuniéndose una vez a la semana, dedican ese día a diversos quehaceres, que pueden ser simplemente de hilar y tejer en conjunto, mientras intercambian novedades locales; o a cultivar huertos para hortalizas destinadas a la alimentación familiar.

Actualmente, mediante los trabajos con los clubes de madres, el PNCSA ha logrado un sustancial apoyo para difundir la importancia y práctica de la conservación de suelos. Ya sea en forma directa, en sus trabajos de cuidado de hortalizas en terrazas, o en su participación en los trabajos durante las mingas; o en forma indirecta, al enseñar a sus hijos y esposos migrantes los conceptos aprendidos y adoptados por ellas, la mujer campesina constituye un invalorable elemento de cohesión para el PNCSA.

Las fiestas y celebraciones comunales son también una excelente ocasión para la difusión de prácticas de conservación. El PNCSA instituyó un sistema de aprendizaje de técnicas elementales teatrales, mediante los cuales la comunidad elabora "sociodramas". En forma de cortas representaciones escénicas, se actúa gráficamente diversos aspectos, problemas y situaciones dentro del sistema de conservación de suelos.

El sociodrama puede representar una visita del extensionista zonal o distrital, cuando se aprovecha la ocasión para criticar, en forma satírica y caricaturizada, algunas de las costumbres -buenas y malas- del representante estatal. O puede retratar el comienzo de acciones de conservación, con los diferentes prototipos de una comunidad campesina: el indolente, el incrédulo, el borracho; la madre, la esposa del marido ausente. Puede describir problemas concretos de la zona, como los tipos de erosión y sus causas. Y lógicamente, los beneficios de las prácticas de conservación.

Observando algunos de estos sociodramas, en zonas alejadas de cualquier población urbana, es de resaltar lo que la creatividad local puede concebir y lograr. Después de las lecciones básicas de los elementos del teatro, y de un asesoramiento inicial, la comunidad campesina adopta esta forma de expresión con una facilidad sorprendente y propia. Ellos mismos elaboran los argumentos, supervisando la escenificación y la actuación, lo que resulta en visiones breves de acontecimientos cotidianos y preocupaciones comunes, retratados con agudeza y humor.

Actualmente el PNCSA se encuentra en una etapa de consolidación. Habiendo sistematizado las diferentes técnicas y modalidades de extensión, se están dirigiendo los esfuerzos hacia la difusión masiva. En esta etapa, el objetivo es lograr que los trabajos emprendidos hasta ahora en las diferentes zonas en forma de parcelas de demostración, se extiendan en el resto de las terrazas, ya sea comunales o de propiedad particular. Asimismo, que las comunidades vecinas se interesen y emprendan también trabajos de conservación.

En la consciencia de que uno de los problemas fundamentales en la ausencia de prácticas de conservación es la falta de programas y experiencias universitarias relacionadas con el manejo de cuencas y formas de utilización de suelos, el PNCSA está intentando salvar la brecha mediante trabajos en cooperación con diversas universidades del país.

Otro objetivo es hacer un análisis de los costos que eroga la conservación de suelos, así como los beneficios derivados de ello. La esperanza es que mediante una demostración costos-beneficios se logre que el gobierno tome una decisión política necesaria para ampliar las acciones. Esto sólo será posible mediante un análisis económico de los costos de las prácticas versus los beneficios, a nivel nacional.

La idea consiste en que la conservación de suelos sea "autogestionaria", lo que significa que sea comprendida como un sistema no sólo necesario, sino también económico. Que el control de la erosión origine un aumento real de los ingresos provenientes de un mayor rendimiento productivo.

# PARTICIPACION DE LA MUJER EN EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y TECNOLOGIA AGROPECUARIA

AUTOR: YARA CARAFA R.
UNIFEM, BOLIVIA

## 1.0 PERSPECTIVA GLOBAL DE PLANTEARSE EL TEMA

Dado que este evento está fundamentalmente dirigido a efectuar un ejercicio de planteamiento de problemas, alternativas de solución y reflexiones técnicas sobre la difícil interrelación existente entre hombre (sociedad), medio ambiente y los recursos naturales. Nos parece importante iniciar esta exposición refiriéndonos a ciertos aspectos generales referentes a lo que supone la relación de este trinomio que-además-se constituye en el elemento medular del desarrollo socio-económico de cada país.

Todos estamos conscientes de que una naturaleza-hombre y trabajo, se hallan mutuamente condicionados y que, los recursos naturales son dinámicos, en relación, no sólo, a unos mejores conocimientos, a la expansión de la ciencia y la tecnología, sino también, en función de la evolución de las expectativas individuales y de los objetivos sociales.

También sabemos que el medio ambiente es el resultado de una interrelación dinámica y compleja entre factores de origen biológico, económico, psicosocial y cultural que forman una estructura única con cambios continuos, donde el ser humano incide en los elementos del medio ambiente, transformándolos en el proceso de la actividad productiva. Es allí, donde las estrategias de sobrevivencia, las políticas de distribución y uso de la tierra nos llevan a reflexionar sobre lo que es el "desarrollo" y sus implicancias, aunque de hecho no nos refiramos a un fenómeno claro y del que existen concepciones consensuales, por lo contrario, es un término complejo alrededor del que se presentan muchas maneras de concebirlo y definirlo.

Sin entrar en discusiones más específicas, creemos que el desarrollo no es solamente un incremento de factores, sino, un proceso de cambio en el sistema de relaciones sociales, que permita al conjunto total de la gente, tener acceso a los bienes que proporciona el medio ambiente con sus respectivos beneficios; sin embargo, cuando una habla del desarrollo y sus efectos e impactos, surge el tema de las diferencias: no todos tienen acceso a los beneficios que proporciona y-sin duda-las más postergadas son las poblaciones campesinas.

En países como Bolivia, donde las personas del área rural representan más del 50%-dedicadas a la producción agropecuaria fundamentalmente-, es necesario plantearse este tipo de pregunta: cómo en estos sectores -en gran parte segregados de los beneficios de la información, la tecnología, la educación- se puede plantear el tema de la utilización racional de recursos?. Estos actores principales de la producción -estrechamente relacionadas con las tierras, el agua, la flora y la fauna-, qué rol pueden jugar en términos de una óptima utilización de estos recursos?.

## 2.0 PROBLEMATICA DE LA MUJER RURAL

La mujer, como posiblemente ningún otro agente social, refleja en su vivir cotidiano los cambios y transformaciones del contexto del que forma parte. Esta afirmación no es simplemente una frase y menos aún una visión "feminista" de la historia. El lugar de la mujer como "pilar fundamental" de la familia y ésta como pivote de la sociedad de clase, no es invención de alguien que quiso postergar a la mujer al ámbito de lo doméstico. Nació como imperativo de una sociedad que requería dividir para acumular y gobernar.

Esta situación adquiere rasgos sobresalientes en la mujer del área rural. De ahí, que ésta y su dinámica es un camino fértil para detectar los cambios que se van operando en las comunidades a las que pertenece.

En forma de premisa, consideramos que el deterioro constante de las condiciones de vida de las comunidades y, concretamente, de aquellas que pertenecen al área andina ha generado las bases para que la mujer campesina, paulatinamente, asuma más tareas en la producción y -hasta el presente- de responsabilidad del hombre; así, éste queda en libertad para buscar nuevas estrategias de sobrevivencia fuera del lugar de origen.

Este proceso de captación de responsabilidades por parte de la mujer, obligada por las circunstancias, se apoya en la conducción y dinámicas que le son ancestrales, donde la participación de la mujer determina que la familia sea la unidad de producción y reproducción social.

El eje de estas sociedades y de la familia se apoya en una relación de complementación entre ambos sexos; relación que incorpora una distribución de roles y funciones, donde la fuerza física aparece como el principal elemento diferenciador, que permite designar las tareas que, puede o no, cumplir la mujer.

Esta situación de igualdad en la diferencia de sexos, no es rígida: es en la comparación, donde se determina las tareas de la mujer. Ella generalmente está al cuidado del ganado menor; la crianza de vacas será labor del hombre; ella siembra y cosecha junto a él, pero el preparado del terreno es prioritariamente tarea del hombre; la mujer vende y compra, pero es él, el que se hace cargo de trasladar los granos, comprar semillas, abono, herramientas, etc.

Dentro de esta misma época, se define quién, prioritariamente, debe salir en la búsqueda de nuevos ingresos, aunque esto signifique que la mujer asuma las tareas antes designadas al hombre dentro de la unidad familiar.

Sin embargo, también se hace necesario destacar que la mujer campesina en varios países y sobre todo en Bolivia se encuentre:

- Segregada de la capacitación tecnológica agropecuaria; generalmente los cursos, demostraciones, etc., etc., están dirigidos a varones porque ellos poseen mayor grado de escolaridad y mejor manejo del idioma castellano, haciendo caso omiso de que la mujer representa la mitad, o más, de la fuerza de trabajo agrícola.

- Ausente en los programas dirigidos al hombre-jefe de la familia- desconociendo el hecho de que una gran proporción de los hogares rurales- sobre todo en las áreas expulsadoras de migración- se hallan dirigidas por mujeres.

- Imposibilitada de lograr atención a las limitaciones a que está sujeta en cuanto al derecho de la propiedad, a la adquisición de tierras y a su falta de acceso al credito.

- Desvalorizada y no reconocido su rol de productora aún por los organismos estatales; un ejemplo de ello lo constituye la Asociación de Productores de Leche en Bolivia, donde todos los miembros son hombres, sin embargo, la mano femenina es la que maneja el ganado, ordeña la leche y la traslada al centro de acopio.

## 3.0 EL ENFOQUE ESPECIFICO DE TRABAJO CON LA MUJER

Este Seminario tiene la virtud de analizar una serie de aspectos técnicos relacionados con el uso de las tierras, medio ambiente, etc., pero, además, brinda la oportunidad para reflexionar acerca del gran peligro de continuar depredando las riquezas naturales. Estoy segura que, junto a los temas vinculados al medio ambiente, se necesita introducir un gran espacio de concientización y formación...la mujer puede ser un vehículo.

El trabajo con la mujer no es simple ni fácil; necesita que sea incorporada orgánicamente en los programas y proyectos, a través de un proceso que supone un manejo adecuado de una metodología participativa. En este sentido, en el presente acápite volcamos nuestra manera de abordar el tratamiento de alguno de estos síntomas, pero en el marco de una cierta estrategia más amplia y acorde con las características de dicha problemática, la que refleja, sin lugar a dudas, una problemática estructural más compleja que no admite simplificaciones mecanicistas y respuestas de recetario para su tratamiento.

La base de esta estrategia es la revalorización del rol que desarrolla la mujer campesina para incorporarla sistemáticamente en el desarrollo comunal, lo que supone según nuestro entender:

- Reconocer la "minus valoración" que significa su participación actual y buscar formas de superarla.

- Reivindicar la posición y valoración que le corresponde como factor básico en el proceso de producción.

- Tecnificarla y capacitarla adecuadamente.

- Dimensionar y proyectar el papel que desempeña.

Para ello nos debemos basar en las condiciones que generan los bienes considerados como indispensables por la comunidad, en los aspectos socio-culturales y en las formas de organización y participación que tiene, además de todo lo que constituye la lógica económica y las estrategias de sobrevivencia del sector campesino, donde los conceptos de familia y unidad comunitaria están muy ligados y son insustituíbles para entender la dinámica del proceso de desarrollo.

Se debe tratar de combinar, en todo momento, los conceptos de Organización, Participación y Desarrollo Comunal con las tecnologías, con lo que se lograrán resultados coherentes.

Recordemos que la ejecución de acciones y proyectos con la mujer merece un trabajo serio, no aislado, especializado pero no parcializado, es decir:

- Facilitar su acceso a cursos y entrenamientos.
- Tecnificar y mejorar los conocimientos adquiridos por tradición.
- Permitir su participación grupal para lograr que la planificación y evaluación se manejen por ellas mismas.
- Otorgar parte activa en las investigaciones, diagnósticos o estudios que se lleven a cabo, lo que permitirá el reconocimiento de su realidad, la ubicación de los problemas y la predisposición para enfrentarlos.

La experiencia nos ha enseñado que: la identificación y selección de tecnologías, no constituye un fin en sí mismo, sino el medio para que la propia comunidad- con el personal técnico-encuentre la solución a los problemas, determinando responsabilidades y estrechando la factibilidad de las acciones.

El desarrollo de acciones comunales deben tener un carácter integral utilizándose para ellos las tecnologías con la finalidad de:

- Buscar soluciones globales y no paliativas.
- Aprovechar los conocimientos y tradiciones de la comunidad.
- Utilizar, de la manera más adecuada, los recursos disponibles.
- Orientar la fuerza de trabajo hacia actividades productivas.

Sin temor a equívocos, podemos afirmar que las expectativas de la mujer campesina, reproducen el estrecho horizonte que la sociedad les ha impuesto.

La reiteración de recibir ayuda, a través de alimentos donados a centros y clubes de madres, contradice la necesidad de dotarse de mecanismos que efectivicen su participación productiva agropecuaria. Lo anterior señala que, cualquier proyecto dirigido a esta tarea, debe tomar en cuenta las limitaciones, necesidades y características sociales. No pueden programarse más planes "parches" sino se debe llegar al núcleo de los problemas. No pueden plantearse políticas desde una visión urbana. La sociedad campesina tiene una propia lógica donde la unidad principal es la familia.

## 4.0 EJEMPLOS PARA REFLEXIONAR

Bajo el enfoque anterior y para concluir, les invito a pensar en algún proyecto especializado e integrado que incluya a la mujer. Uno puede imaginar el papel central que ella pudiera tener, por ejemplo en la bio-conversión.

Por definición parece que la bio-conversión trata de responder al problema número uno de países como Bolivia, con una población mayoritaria dedicada a la

agricultura, pero donde el uso de la tierra es cada vez más crítico.

En nuestro altiplano, donde vive la mayor parte de la población, ya se presentan marcas irreversibles de degradación de suelos, alteración de los regímenes hídricos, desaparición de especies vegetales y animales, variación de clima, etc., etc.

Este precio de desertificación sólo puede pararlo el poblador rural (hombres y mujeres) concientizados, capacitados junto a los elementos que proporciona la tecnología para obtener, por ejemplo materia orgánica humificada y renovada.

En los valles, donde uno de los mayores problemas es el agua, conocer un manejo adecuado ayudaría a racionalizar su uso. Y el repoblamiento forestal apoyado por el abono orgánico, etc., etc., quiénes lo pueden enfrentar?; sólo los que viven y trabajan en el área rural. En algunos casos incluso más la mujer que el hombre como factor de socialización, trato y crianza de los animales y por su mayor permanencia en el trabajo agrícola.

# CONTRADICCIONES DE UNA COLONIZACION DIRIGIDA EN TIERRAS FRAGILES DEL ALTO BENI DE LA PAZ - BOLIVIA

AUTOR: ING. JUAN CARLOS QUIROGA
CUMAT, BOLIVIA

## 1.0 RESEÑA HISTORICA

Existen muchas referencias de que en algunas regiones del territorio de Bolivia, particularmente del altiplano y valles, eran zonas agrícolas en el período Pre-Incario. Durante el Incario se tiene seguridad de que eran excelentes áreas de productividad agrícola, ya que se efectuaba un control de pisos ecológicos, sistemas de riego tecnificados y con una producción y rendimiento que servían para abastecer algunos productos alimenticios a todo el Tawantinsuyo. Con el advenimiento de la Colonia, se destruyó la organización, la tecnología existente y sobre todo la producción por pisos ecológicos, ya que fue necesario recurrir la mano de obra para el trabajo en las minas, pese a ello las zonas citadas anteriormente siguieron produciendo productos destinados al consumo de las minas.

Con la aplicación de la Reforma Agraria trajo como consecuencia la división de la tierra, creándose posteriormente el minifundio, que inició directamente en que el llamado granero de Bolivia, se convertirá en un área de bajos rendimientos y mal uso de tecnología, además favorecido por una migración permanente de estas regiones hacia lo que fue llamado la ampliación de la frontera agrícola con el mito de las tierras fértiles de las áreas tropicales y sub-tropicales, creándose las diferentes formas de colonización y descuidando totalmente la tradicional zona agrícola. En los últimos años se ha intensificado la colonización de áreas subtropicales y tropicales debido a razones políticas, económicas y demográficas. Los colonizadores, generalmente pertenecen a grupos étnicos completamente extraños al ambiente y no tienen suficientes conocimientos sobre el manejo y uso de los recursos naturales de su nueva tierra, la que explotan en forma inadecuada.

El ejemplo clásico ocurre particularmente en las áreas de colonización, donde por la presión demográfica, sin cambios tecnológicos significativos, o por la intención de obtener mayor producción a corto plazo, la población se ve obligada a acortar los períodos de barbecho en sus parcelas impidiendo la recomposición de fertilidad de los suelos e incrementar las áreas de desbosque. Una secuela, muy importante de dicho sobre-aprovechamiento es la pérdida de recursos genéticos, desapareciendo muchas especies vegetales, por la pérdida de semilleros y obviamente también la desaparición de especies animales y de microorganismos que vivian en relación con la cubierta vegetal.

Con este breve enfoque se presenta un caso típico de colonización para mostrar las contradicciones de la misma y como en la mayoría de las experiencias llevadas a cabo en Bolivia de asentamientos humanos, ha sido concebida sin tomar en cuenta las innumerables limitaciones ecológicas, la fragilidad que tienen dichas áreas y sin el criterio de una explotación racional sostenida y de largo alcance, el área es la denominada Alto Beni que se describe a continuación.

Ante la problemática expuesta anteriormente, el Centro de Investigaciones y Estudio de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra "CUMAT" y la Cooperación Técnica Suiza vieron la necesidad de realizar un estudio agroecológico a nivel semidetallado de 260.000 has. que comprende el área de colonización del Alto Beni.

## 1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO SEMIDETALLADO

Los objetivos de dicho estudio fueron los siguientes:

- Investigar la realidad ecológica de las tierras en función de su aptitud para una ocupación humana sostenida, una utilización integral de los recursos y un desarrollo socio-económico armónico.

- Determinar y describir las características de las tierras con particular referencia a su potencial agropecuario y sus limitaciones.

- Comparar el uso actual con el uso potencial para determinar la sub o sobre utilización de las tierras.

- Realizar un estudio socio-económico, para relacionar la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra con la economía y la población.

- Proporcionar las bases para la elaboración de programas de desarrollo en áreas de colonización y la realización de campañas de divulgación y extensión.

El estudio fue efectuado en dos etapas: en 1985, 130.000 has. y en 1986, las 130.000 has. restantes denominándose el Estudio de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra - Proyecto Alto Beni.

## 1.2 ESTUDIO SEMIDETALLADO

### 1.2.1 UBICACION

La zona estudiada se encuentra ubicada en el Departamento de La Paz y abarca parcialmente las provincias Nor-Yungas, Sud-Yungas y una pequeña parte de la provincia Larecaja.

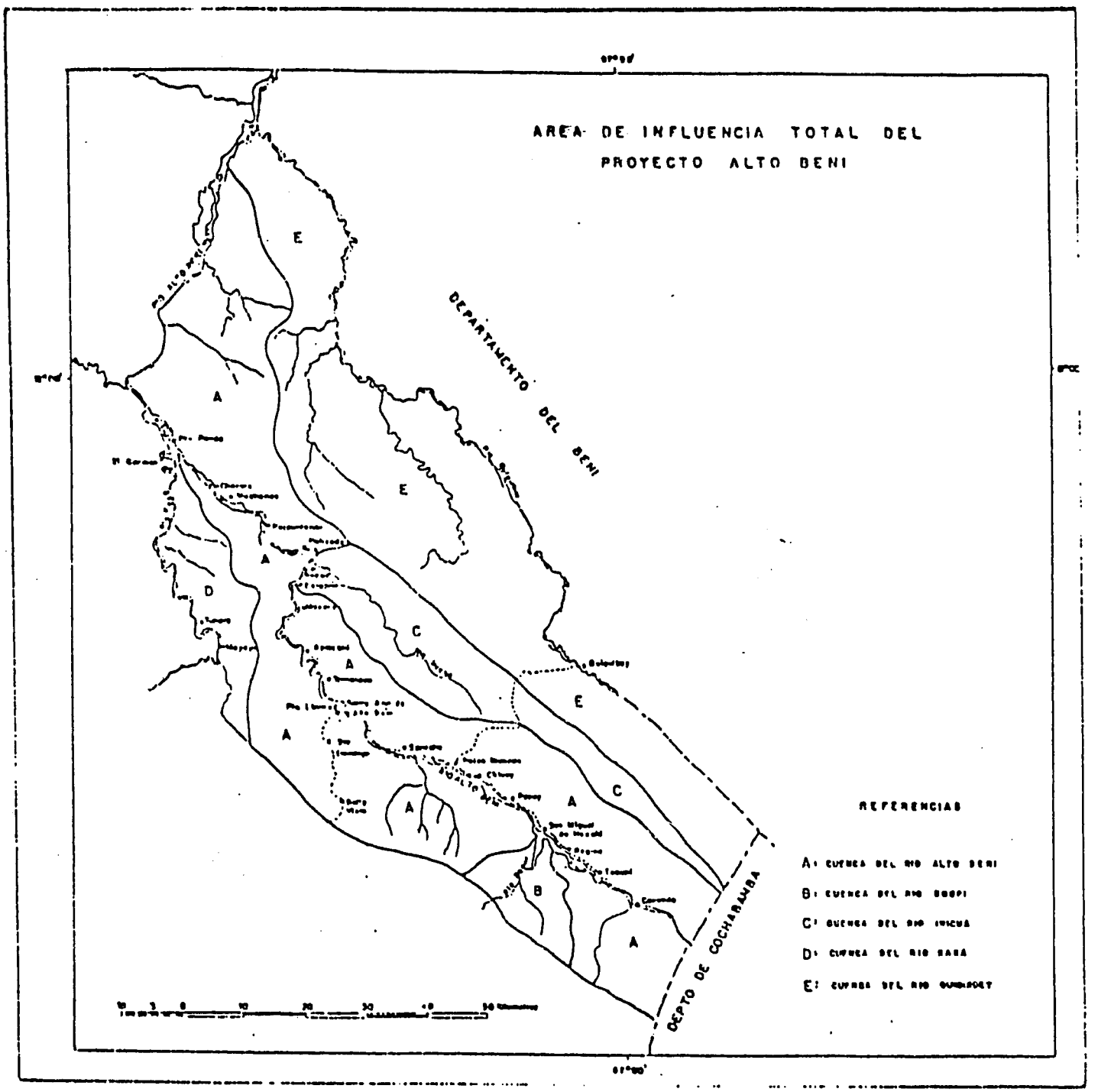
Geográficamente está localizada en los meridianos 67 grados 45 minutos de longitud oeste y los paralelos 15 grados 15 minutos y 15 grados 45 minutos de latitud sud.

Originalmente la región del proyecto de colonización dependiente del Instituto de Colonización fue dividida por razones administrativas y de infraestructura en 6 micro áreas.

La situación latitudinal y los parámetros primarios de clasificación de zona de vida de Holdridge (1982), indican que los ecosistemas del Alto Beni pertenecen a la región latitudinal subtropical.

## 1.3 SISTEMA DE CLASIFICACION DE LA CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

Se entiende por capacidad de uso mayor de la tierra, el máximo uso potencial permitido en una porción de tierra en el presente como en el futuro, para lo cual se


AREA DE INFLUENCIA TOTAL DEL
PROYECTO ALTO BENI
DEPARTAMENTO DEL BENI
DEPTO DE COCHABAMBA
REFERENCIAS
A: CUENCA DEL RIO ALTO BENI
B: CUENCA DEL RIO SUOPI
C: CUENCA DEL RIO IHICUA
D: CUENCA DEL RIO SARA
E: CUENCA DEL RIO GUANAPET

determina los parámetros ecológicos que son limitantes o no para el uso potencial definido.

La filosofía del sistema está basada en la búsqueda de objetivos económicos a corto, mediano y largo plazo, tomando en cuenta las interrelaciones del ecosistema para preservar la existencia de las futuras generaciones.

El primer nivel de clasificación de las tierras reconoce 5 categorías generales de capacidad de uso mayor de la tierra, de acuerdo a 4 principales sistemas de manejo tecnológico:

- Cultivos en limpio (A)
- Cultivos permanentes (C)
- Pastoreo (P)
- Bosques de producción (B)
- Protección (X)

Las categorías de capacidad de uso mayor de la tierra, mantienen un orden jerárquico en ese sentido, en el cual una categoría no acepta las anteriores pero si las posteriores.

Por ejemplo si una porción de tierra es calificada como bosque de producción significa que es su máximo uso potencial permitido y no reune las condiciones para ser utilizada en pastoreo o con cultivos permanentes o en limpio pero si puede ser destinada a protección.

Los principales sistemas de manejo tecnológico son:

- Avanzado Mecanizado (M)
- Avanzado Artesanal (A)
- Tradicional (T)
- Primitivo (N)

La capacidad de uso mayor de la tierra es definida de acuerdo al manejo tecnológico empleado, pudiendo subir en jerarquía de categorías de capacidad con el uso de sistemas de manejo tecnológico más avanzados si las limitaciones no son muy severas.

La capacidad de uso mayor de una porción de tierra es determinada según sus características edáficas y la zona de vida en la que se encuentra (Zona de Vida es la primera categoría de división ambiental ideada por Holdridge y es determinada según sus parámetros climáticos y/o la fisonomía de su vegetación).

La metodología empleada en el estudio se basa en el sistema de clasificación de capacidad de uso mayor de la tierra diseñada en el Centro Científico Tropical de Costa Rica y comprende tres fases: la primera de gabinete, luego campo y finalmente post-campo.

## 1.4 PRINCIPALES COMPONENTES NATURALES DE LA REGION

El estudio de los principales componentes naturales del área se realizó a través de la interpretación de fotografías aéreas, trabajo de campo y trabajo de gabinete. Se identificaron 3 zonas de vida y 13 formas terrestres locales que corresponden a unidades de serranía, colinas y de la llanura aluvial. Se levantaron las características de los suelos de dichas unidades fisiográficas a través de la observación en el terreno de 319 puntos de barrenado y 22 calicatas o perfiles representativos de suelo, así como las características fisionómicas y florísticas de la vegetación. Una síntesis de los principales componentes naturales de la región y su distribución geográfica en el mapa de capacidad de uso mayor de la tierra.

## 1.5 ASPECTOS SOCIALES

Según datos del INC, la población establecida en Alto Beni alcanza a 7.000 familias agrupadas bajo un régimen de economía familiar, cuya producción se dirige principalmente al cultivo de cacao, arroz, café, plátanos, cítricos y otros productos agrícolas, siendo poco relevante la producción ganadera.

En infraestructura vial, la carretera troncal La Paz-Trinidad presenta condiciones de transitabilidad regulares, los caminos secundarios que unen las distintas áreas de colonización, son en general precarios y no transitables en época de lluvia.

La infraestructura productiva existente está compuesta por plantas de procesamiento de cacao y arroz, de propiedad privada y de cooperativas.

La asistencia técnica a las actividades productivas de los colonizadores, oficialmente se encuentra bajo la responsabilidad de instituciones estatales como el IBTA, contando además con el apoyo de instituciones privadas y la cooperación de organismos internacionales.

A pesar de ello, los factores limitantes de la producción agrícola de la zona son la poca cantidad de áreas con vocación propiamente agrícola, la falta de asistencia técnica y crediticia oportuna, junto a las dificultades de la infraestructura caminera y de transportes que impiden la llegada de los productos agrícolas a los mercados de consumo. Las formas fundamentales de organización de la población son los sindicatos por colonias, las Centrales Agrarias que los agrupan y que a su vez están afiliadas a la Federación Agraria Especial de Colonizadores de Alto Beni.

Los indicadores estadísticos no reflejan en su verdadera magnitud la situación de la calidad de vida de los pobladores de la zona, donde el mínimo desarrollo de las fuerzas productivas hace dramática la situación en que viven, agrandando los índices nacionales de desnutrición, falta de asistencia en salud, educación, hacinamiento en su vivienda y otros.

En Alto Beni, en las áreas 1, 3 y 5 así como en las áreas 2, 4 y 6 existe una población que requiere de urgente atención principalmente en cuanto a asistencia técnica y social sostenida a largo plazo, que permita un equilibrio con el medio ambiente en que viven; son muchas las instituciones no gubernamentales que trabajan

en la zona y que cuentan con suficientes recursos económicos como para coordinar sus líneas de acción acordes con las necesidades reales de la población asentada, no sólo de aquellas consideradas de urgente atención, sino además de otras que apuntan a dar soluciones estructurales a la problemática actual de la colonización.

## 1.6 USO ACTUAL DE LA TIERRA

El mapa de uso actual de la tierra que se presenta en el estudio, muestra las características del uso de la tierra en cuanto a su tipo, distribución geográfica y extensión superficial, con el objetivo de compararlo con el mapa de clasificación de la tierra según su capacidad de uso mayor y así poder detectar las anomalías de sobre o sub-uso de la tierra.

De acuerdo a los resultados del estudio socio-económico, se deduce que la superficie promedio del lote por colono es de aproximadamente 14 has. que se distribuyen en las siguientes actividades: el área cultivada es del orden de 2.9 has. las tierras en barbecho ascienden a 3.7 has. y la superficie con bosque, en promedio alcanza a 7.4 has. Dentro de la extensión cultivada promedio por familia-colono, las plantaciones permanentes alcanzan a 1.3 has. y los cultivos no permanentes corresponden a 1.6 has.

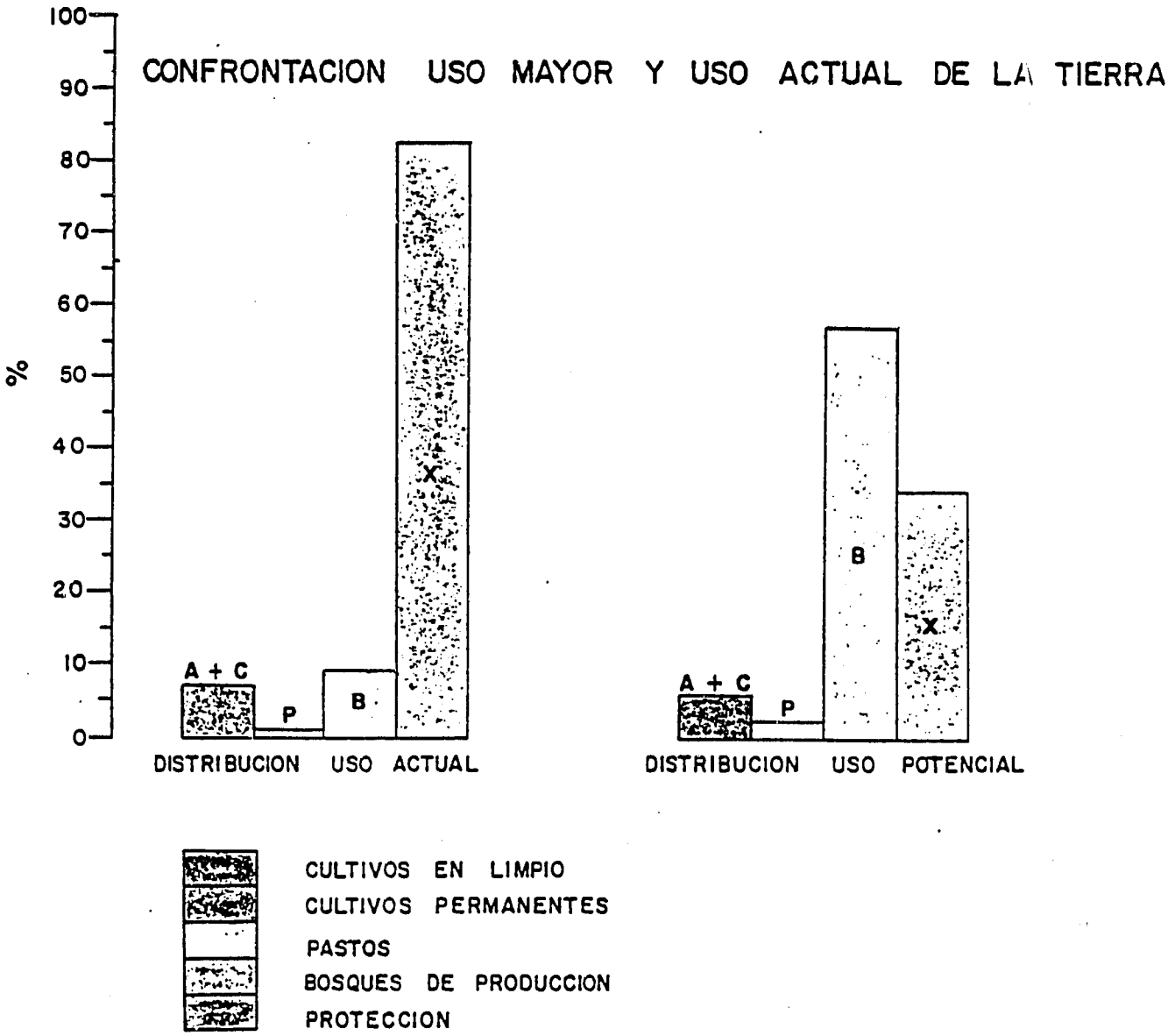
Los principales cultivos anuales son el arroz, maíz, frijol, maní, sandía, yuca y walusa, de los permanentes el cacao, cítricos, té, café y palta; y de los semipermanentes el plátano y la papaya.

CUADRO RESUMEN USO ACTUAL DE LA TIERRA

| CATEGORIA | SUPERF. HAS. | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| Cultivos en Limpio y Permanentes A+C | 18.720 | 7,2 % |
| Pastos P | 1.820 | 0,7 % |
| Bosques B | 23.400 | 9,0 % |
| Protección X | 216.060 | 83,1 % |
| TOTALES: | 260.000 | 100 % |

## 1.7 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

El estudio de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra dió como resultado que un gran proporción de superficie sirve para Bosque de producción y protección 57,3% y pequeñas superficies para cultivos en limpio cultivos permanentes 6% y pastoreo 2,1%.




Las categorías fueron definidas en función de tres alternativas de sistemas de manejo tecnológico: Avanzado Mecanizado, Avanzado Artesanal y Tradicional.

Las parcelas destinadas en un primer momento para cultivos anuales son muchas veces después plantadas con cacao lo que equilibra el uso de la tierra con la capacidad de esas áreas. Esta actividad le permite al colono asegurar en un primer momento su alimentación y cierto ingreso económico, además de poder contar con terrenos "limpios" para introducir luego el cacao que estará más de acuerdo con la capacidad de esos terrenos (arboricultura). Sin embargo, en este modelo de uso el colono literalmente "quema" el bosque y lo aprovecha sólo en mínima medida, se destruye riqueza para sembrar pobreza. Los modelos actuales de uso de la tierra son también negativos pues empujan al colono a buscar cada vez más tierras marginales para los cultivos, desde el momento en que los lotes tienen cada vez más parcelas de cacao. Existe actualmente entre colonos, la tendencia a reservar pequeñas parcelas para el pastoreo en áreas de colinas y serranías, aunque las probabilidades de éxito son inciertas puesto que en general, la capacidad de uso mayor de la tierra de dichas

áreas está por debajo del pastoreo y que los riesgos de degradación de las tierras son mayores. Los cultivos semipermanentes como el plátano, en colinas y serranías constituyen también un sobre uso de la tierra que forman parte, como el arroz, de un sistema de seguridad alimentaria y de ingreso económico adicional.

Un hecho que resalta es el potencial de tierras clasificadas para arboricultura y bosque de producción (B), los modelos actuales de extensión forestal no deben continuar ya que el aprovechamiento selectivo del bosque sólo beneficia a corto plazo a un pequeño número de madereros y perjudica el futuro del bosque que va perdiendo sus especies más valiosas. Los modelos de aprovechamiento integral del bosque sugeridos en el estudio por CUMAT, constituyen una alternativa que permitiría un aprovechamiento sostenido de este recurso.

Finalmente, las áreas de protección representan importantes porcentajes del área estudiada. Estas áreas deben ser mantenidas sin intervención para evitar los procesos erosivos, el mantenimiento del régimen hídrico y en general el equilibrio de los ecosistemas.

Por esta razón no existe la alternativa de subir de categoría de capacidad al emplear sistemas de manejo tecnológico más avanzado.

Las actividades agropecuarias (categorías A, C y P) sólamente son recomendables en las llanuras aluviales de los principales ríos del área de estudio, en tanto que el máximo uso permitido en las colinas y serranías es bosque de producción.

## CUADRO RESUMEN CAPACIDAD DE USO MAYOR DE L A TIERRA

| CATEGORIA | SUPERF.HAS. | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| Cultivos en Limpio y Permanentes A+C | 15.600 | 6% |
| Pastos P | 5.460 | 2,1 % |
| Bosques B | 448.980 | 57,3 % |
| Protección X | 89.960 | 34,6 % |
| TOTAL: | 260.000 | 100 % |

## 1.8 CONTRADICCIONES ENTRE EL USO ACTUAL Y LA CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

Del análisis de las fotografías aéreas, el trabajo y la confrontación de los mapas de uso actual y la capacidad de uso mayor de la tierra muestran un sobreuso generalizado de las tierras. Se observa un uso de la tierra en las colinas y serranías debido a los cultivos en limpio (arroz, maíz) y semi-permanentes (plátano).

## 1.9 ALTERNATIVAS PARA UN MEJOR USO DE LA TIERRA

Con el estudio semidetallado de la Capacidad de uso mayor de la tierra y su confrontación con el uso actual se determinaron todos los conflictos y se propone alternativas de forma tal de mejorar las condiciones de los pobladores, básicamente y en forma resumida se propuso:

- Cultivos en limpio, diversificar su producción introduciendo cultivos como maní, soya, variedades de frijol y hortalizas.
- Cultivos permanentes, manejo de una combinación agroforestal, por ejemplo cultivos de café con sombra de árboles maderables.
- Los sistemas silvopastoriles, es decir la combinación de pastos con especies arbóreas, serían modelos de implantación en el área para fines de pastoreo.
- Considerando que el 57,3% del área estudiada corresponde a bosques de producción la menor alternativa sería los cultivos arbóreos supeditándose a una evaluación de sus potenciales económicos mediante costos, transporte y mercado.
- Se propuso un modelo de bosque natural con fines de aprovechamiento autosostenido como modelo de colonización forestal, que permitiría a una familia de colonos obtener un aprovechamiento económico del bosque y a su vez la conservación permanente del mismo.
- Huerto familiar para el cultivo de hortalizas.
- Uso potencial de las especies forestales del área.
- Perspectivas de actividades recomendables como ser aserraderos, planta de alimento para ganado, mini-lechería, planta de extracción semi-manual de aceite bruto de motacú.

## 1.10 PRESENTACION DEL ESTUDIO EFECTUADO A LOS COLONIZADORES EN EL AREA DEL PROYECTO ALTO BENI

Una de las experiencias más importantes y como resultado final del estudio efectuado, fué su presentación a los propios colonos en diferentes reuniones para lo cual "CUMAT" diseñó una serie de publicaciones, videos, slides para explicar los alcances del estudio las contradicciones de uso encontrados y lo más importante el

reconocimiento de todos los colonos de encontrarse afectuando un mal uso de sus recursos y por otra parte el engaño sufrido por habérseles ofrecido mayores condiciones de vida.

De esta manera los pobladores del área 4 determinaron emitir una ley interna propia a ser cumplida por todos los colonoes y que CUMAT efectuara un estudio detallado colonia por colonia y en la medida de lo posible los colonos deberán cambiar su sistema de explotación por el que recomiende CUMAT, hecho sin precedentes en la historia de la colonización de Bolivia.

A continuación se transcribe tal cual la ley interna:

## 2.0 PROCLAMACION DE UNA LEY INTERNA PARA EL AREA IV ALTO BENI, LA PAZ

Los secretarios generales de las colonias y concesiones del área IV Alto Beni, Departamento de La Paz, editan la siguiente norma que debe regir en el área IV para asegurar la mejor convivencia y mejor progreso de la zona.

PRIMERA: Para proteger y mantener los caminos construidos en buen estado cada colonia se compromete a:

a. Limpiar las cunetas y los bordes del camino hasta 5 (CINCO) metros en ambos lados, por lo menos 4 (CUATRO) veces al año.

b. Donde el camino atraviesa una ladera, mantener una faja de 50 (CINCUENTA) metros en ambos lados del camino con árboles sin desmontarlo.

SEGUNDA: Para preservar los terrenos de cada colonia los colonizadores se comprometen a:

a. No desmontar laderas fuertes. El colonizador que en su terreno tenga laderas muy fuertes y pendientes será obligado por la comunidad a no desmontarlas. En caso de que lo haya hecho, se le obliga dejar crecer el monte de nuevo para evitar deslizamientos.

b. La institución CUMAT (Centro de Uso Mayor de la Tierra) elaborará un mapa de cada colonia, indicando las laderas que no se deben desmontar. Cada colonia hará cumplir este plan.

TERCERA: Cada colonia colaborará en la búsqueda de una agricultura alternativa que toma en cuenta la preservación del suelo.

CUARTA: En casos de violaciones de estas normas la colonia decide sobre las sanciones que se deba aplicar al colonizador incumplido.

**QUINTA:** En caso que un colonizador, después de TRES amonestaciones por escrito no haga caso a sus autoridades y no cumpla estas normas, pierde el derecho a su lote sin poder esperar indeminización por las plantas que haya en su lote.

**SEXTA:** La última instancia que define sobre un caso es el comité de planificación del área IV compuesto por las siguientes personas: los secretarios generales de las Centrales del Area IV, los secretarios pro-caminos de las Centrales y los Secretarios de Relación de las Centrales.

Esta ley interna se proclama para el área IV el día veinticinco de octubre de mil novecientos ochenta y seis años, en el campamento Tiachi, Alto Beni.
Firman de conformidad 50 Secretarios Generales del Area IV.

## 2.1 ESTUDIO DETALLADO

Con la finalidad de asegurar el éxito de la nueva experiencia se firmó un convenio entre COTESU-CUMAT-OSCAR (Obras Sociales de caminos de acceso-rural).

Para lo cual se definió claramanete los objetivos a conseguir con esta nueva experiencia, los mismos que se detallan a continuación:

- Estudio de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra a nivel de finca en las colonias del área 4 del Alto Beni.
- Concientización de los colonizadores de estas colonias.
- Fomentar ensayos de sistemas alternativos de agricultura aptos para la zona.
- Asistencia Técnica y seguimiento de la misma tanto teórica como práctica a los colonizadores.

## 2.2 METODOLOGIA

Para conseguir estos objetivos se tuvo que efectuar una adaptación de la metodología de semidetalle a detalle, por la cual de las 5 categorías establecidas por el sistema Tosi se diferencia 10 categorías de capacidad de uso, metodología que ha sido aprobada oficialmente para Costa Rica, lo que hizo necesario también la confección de nuevas fichas de campo, así como la elaboración de una encuesta para la obtención de datos sobre cultivos, manejo, animales domésticos, bosques y aspectos socio-económicos.

## 2.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Hasta la fecha se tiene efectuado el estudio de dos colonias llamadas 20 de Octubre y Los Andes.

## 2.4 COLONIA 20 DE OCTUBRE

Los colonizadores llegaron hace unos 12 años cuya superficie es de alrededor de 500 has., dividida en tres fajas de 29 lotes, la mayoría de los lotes tienen cerca de 20 has.

## 2.5 USO ACTUAL

Se ha observado que varios lotes no tienen bosque primario, es decir la tierra ha sido por lo menos una vez cultivada ya, si existe bosque primario es en lugares incultivables, lo que significa que no existen más tierras cultivables.

De los lotes estudiados se puede determinar una aproximación del uso actual para la colonia.

| CATEGORIA | | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| A+C | Areas Cultivadas | 25 % |
| P | Pastos | 4 % |
| D | Barbecho | 18 % |
| B | Bosque primario | 53 % |

El cultivo principal que siembran los colonizadores es el arroz para consumo humano y animal. Después de 4 años de barbecho, vuelven a cultivar arroz, pero mucha gente se ha dado cuenta que la tierra se va agotando.

Otros cultivos que se encuentran frecuentemente son: maíz, yuca, caña, zapallo, camote, maní, sandía y algunas hortalizas.

Debido al rápido agotamiento de la tierra muchos colonizadores están cambiando de cultivos anuales a cultivos permanentes y los pastos. Después de la primera cosecha de arroz o maíz ponen plantas permanentes, especialmente café y en menor grado cacao. También se encuentra frecuentemente plátano, cítricos, papaya, piña, mango, coca, ají. Entre los pastos sembrados se tiene kudzú, merkerón y Capin Gordina.

El uso de bosques se reduce en la mayoría de los lotes a la extracción de leña como fuente de energía.

Se nota una falta de planificación, cultivos y plantaciones mezclados y en su mayor parte mal cuidados. La falta de consistencia técnica es notoria, principalmente en manejo de cultivos y control de plagas.

## 2.6 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LOS LOTES DE LA COLONIA 20 DE OCTUBRE

Fue determinada en base a las variantes de 10 categorías y se ha determinado lo siguiente:

| | | |
|---|---|---|
| III | Cultivos en limpio (moderado rendimiento) | 0,8% |
| IV | Cultivos permanentes o semipermanentes | 39% |
| VII | Cultivos arbóreos | 0,2% |
| IX | Producción forestal extensiva | 18% |
| X | Protección | 12% |

Como se puede observar, sólo una pequeña porción (0,8%), es para cultivos en limpio de moderado rendimiento, que se encuentra en pequeñas áreas de poca pendiente, moderada fertilidad y sin mayores limitantes en los otros factores edáficos y climáticos.

Para cultivos permanentes o semipermanentes (39%) en laderas extendidas de pendiente hasta el 25%, tienen suelos profundos, fertilidad media y no presentan mayores limitantes de orden edáfico o climático. Lugares con pendientes de 40 a 70% o tierras de baja fertilidad con un pH menor a 5 clasificadas, fueron como áreas de producción forestal extensiva. El uso más apropiado sería una extracción forestal que va acompañada de una reforestación.

Finalmente, laderas con pendientes mayores a 70%, lugares muy pedregosos, deslizamientos y quebradas fueron clasificadas como protección; estos lugares no deben ser tocados.

La otra colonia estudiada es Colonia Los Andes, cuyos primeros colonizadores llegaron hacia unos 20 años aproximadamente, la superficie total es de 150 ha aproximadamente sub-dividida en 16 lotes con un promedio de 9,4 has. cada uno.

## 2.7 USO ACTUAL

Se encuentran algunas manchas de bosque primario sobre todo cerca de las quebradas que presenta un macrorelieve accidentado. En los cultivos en limpio se encuentran el maíz, yuca, maní, arveja, hortalizas, camote.

En cultivos permanentes el plátano, banano, papaya, piña, caña de azúcar, locoto, ají.

**Pastizales**, mejorados como el merkeron y kudzú.

**Bosques**, con pocos árboles valiosos, extracción de leña y cacería.

| CATEGORIA | PORCENTAJE |
|---|---|
| A Cultivos en limpio | 0,8 % |
| A/CN Cultivos permanentes | 5,3 % |
| C Cultivos permanentes | 7,5 % |
| C/A | 5,8 % |
| P Pastizales | 4,3 % |
| D Barbecho | 45,2 % |
| B Bosque primario | 31,1 % |

El sistema de manejo tecnológico en general es el tradicional, la producción es mayormente comercial y de subsistencia familiar.

## 2.8 CAPACIDAD DE USO MAYOR

| CATEGORIA | PORCENTAJE |
|---|---|
| II Cultivo en limpio alto rendimiento | 5 % |
| III Cultivos en limpio, moderado, rendimiento | 41 % |
| IV Cultivos permanentes o semipermantes | 26 % |
| IX Bosque producción extensiva | 4 % |
| X Protección | 24 % |

Para las categorías II y III se han determinado terrenos con micro-relieve plano, variando a ondulado suave y con pendiente entre 10 y 15%.

Las tierras de la categoría IV presentan un micro relieve ondulado suave y pendientes hasta 25%. Aceptan cultivos de café, plátano, bananos, cítricos, cacao, piña, papaya, etc.

La categoría IX corresponde a la producción forestal extensiva e incluye terrenos de pendiente hasta 70%.

## 2.9 RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha podido determinar directamente en campo con el colono la contradicción de uso que llevan a cabo y lo más importante de todo es la aceptación que tienen los colonos al cambio y al trabajo con CUMAT. De esta forma se están introduciendo huertos familiares, recomendaciones de manejo de cultivos y una serie de aspectos tecnológicos que están haciendo variar la modalidad tradicional que tienen los colonos.

## 2.10 CONCLUSION FINAL

Resultado del proceso seguido por CUMAT desde el estudio semidetallado hasta el estudio detallado, se puede asegurar que es la primera experiencia de este tipo en Bolivia en un área de colonización y más aún antigua, ya que son 20 años que han pasado. Es gente que con el tiempo ha ido adquiriendo experiencias que podría convertirlos en no muy propensos a un cambio.

Sería diferente en un área nueva con pocos colonos o en una completamente nueva donde se podría elaborar un asentamiento muy planificado.

Se demuestra de esta forma que con un instrumento técnico científico, con poco gasto de dinero y en tiempo relativamente corto, es posible lograr un éxito que puede servir de ejemplo a todo el piedemonte sudamericano.

# MANEJO DE LA CUENCA
# UNA OPCION DE DESARROLLO

AUTOR: EDUARDO FIGUEROA G.
INECEL, ECUADOR

## 1.0 INTRODUCCION

Las profundas inquietudes existentes en América Latina sobre el uso de los recursos de sus zonas altas, ha llevado a varios investigadores y planificadores a desarrollar propuestas que tratan de mejorar las condiciones de vida de sus habitantes y la conservación de los recursos naturales renovables que allí existen. En este contexto, el manejo de cuencas hidrográficas se constituye en una respuesta positiva a estos esfuerzos y se define como "la gestión que el hombre realiza a nivel de esta área para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida.1/ Esta descripción coincide con los conceptos de manejo ambiental circunscritos a una unidad lógica de planeación, en este caso una cuenca hidrográfica y muy especialmente en el nuestro, a la del río Paute.

El programa de manejo y conservación de la cuenca del río Paute, nace como esfuerzo pionero de la institución de desarrollo regional del austro ecuatoriano, el CREA y del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos, INERHI, los cuales en el año de 1978 elaboran un plan hidráulico regional que incluye a la cuenca del río Paute y recomiendan que prioritariamente se inicie un plan de manejo y recuperación de dicha cuenca, en la cual se estaba construyendo el complejo hidroeléctrico más grande del país, la presa Daniel Palacios y la central de Molino.

En 1982, paralelamente a la creación de la Comisión Nacional Permanente para Manejo de Cuencas Hidrográficas, se firma un convenio interinstitucional entre el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el INERHI y el CREA, con el objeto de realizar un estudio de protección y manejo de la cuenca y ejecutar una serie de programas pilotos en áreas críticas seleccionadas.

Producto de este convenio, en el año de 1985 se presenta el proyecto de conservación y manejo de la cuenca del río Paute, documento que sirve de sustento técnico para una solicitud de crédito de fórmula el estado ecuatoriano al Banco Interamericano de Desarrollo, en el año de 1987. Este proyecto actualizado al presente año, nos permite presentar una serie de conclusiones y experiencias que resumimos a continuación y ejemplificar como el manejo de cuencas se puede convertir en una verdadera alternativa de desarrollo para los habitantes de zonas altas en el tercer mundo.

## 2.0 LOCALIZACION Y EXTENSION

La cuenca hidrográfica del río Paute se localiza en la región Centro sur del Ecuador, forma parte del sistema Santiago-Namangoza-Amazonas. Se ubica entre los paralelos 2° 15' y 3° 15' de latitud sur, y entre los meridianos 78° 30' y 79° 20' de longitud Oeste, su extensión hasta el sitio de la presa Daniel Palacios es de 5.186 Km, Gráfico 1.

Políticamente está conformada por las provincias del Azuay (82%), Cañar (12%) y Morona Santiago (6%) y es asiento de dos capitales provinciales, Cuenca y Azogues.

Una característica especial de esta cuenca constituye su potencial hidroeléctrico aprovechable, del cual están en operación las fases A y B del proyecto Paute con una

potencia de 500 MW, en construcción la fase (con potencia de 500 MW, y en proyecto la construcción de los aprovechamientos de Mazar, Sopladora y Cardenillo, que suministrarán 1500 MW adicionales.

El clima es característico de los valles andinos con variedad de microclimas, relieve variado, existiendo áreas onduladas con pendientes de 0 a 12%, hasta abruptas de más de 70% predominando las áreas escarpadas, siendo la pendiente media del 56%. Su geología y geomorfología se relacionan con la tectónica regional y el volcanismo. En la cuenca media existen formaciones sedimentarias terciarias, la morfodinamia de esta zona es muy activa y se relaciona con las formaciones geológicas que presentan problemas de estabilidad. Los suelos se caracterizan por presentar diversidad de condiciones edafológicas, el material parental predominante es volcánico o proveniente de arcillas marinas. Las texturas predominantes son arcillosas o franco arcillosas.

En cuanto a la hidrología, el río Paute nace en la cordillera Occidental en los páramos del Cajas y Soldados, su curso alto lo constituyen los ríos Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara que se unen a la altura de la ciudad de Cuenca, en el curso medio recibe a los ríos Burgay, Jadán y Gualaceo, y en la cuenca baja a los ríos Collay, Pindilig, Mazar, Juval, Púlpito y Palmira entre los principales. El caudal medio en la estación Paute DJ Palmira es de 122 M3/S.

En cuanto a la cobertura y uso actual del suelo, el cuadro 1 presenta los valores para cuatro categorías: vegetación leñosa, vegetación herbácea, tierras cultivadas y zonas desnudas.

## 3.0 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

La población residente es de 458.223 personas según el censo de 1982, de las cuales el 45% son población urbana concentrada principalmente en las ciudades de Cuenca y Azogues, y el 55% corresponde a población rural. La densidad promedio para la población rural es de 40 hab/Km$^2$, valor que supera a la media nacional que es de 31.6 hab/Km$^2$.

En cuanto al nivel de la ocupación de la población masculina entre 15 y 59 años, el 70% se considera activa, de los cuales el 58% se dedica a la agricultura y silvicultura, de la inactiva el 86% se dedica a quehaceres domésticos y el 12% a estudiar, también es evidente que gran parte de la población femenina considerada inactiva, dedica su tiempo a faenas agrícolas. Los datos sobre migración no son muy concretos, pero existe una fuerte evidencia de migración diaria-semanal hacia los centros urbanos, para ofrecer fuerza de trabajo en la construcción y servicio. Y una migración temporal hacia la región costera para trabajar en labores agrícolas.

En lo referente a la estructura agraria, de datos tomados del censo agropecuario de 1974, y comprobados con encuestas de campo realizadas entre 1983 y 1984, analizando la superficie de la UPA, el 85% de los precios son menores de tres ha, ocupando el 19% de la superficie. Si consideramos las UPAS menores de 5 ha constituyen el 91.6 % del total y ocupan el 26% de la superficie con un promedio de 1,1 Ha/UPA. A diferencia los predios mayores de 10 ha representan el 4% de las UPAS y cubren el 67% del área. En síntesis se habla de un agudo problema de minifundio que se agrava día a día por la tendencia al fraccionamiento de los predios.

Sobre la tenencia de la tierra, el régimen predominante es el de propiedad plena que comprende el 81% de la UPAS y el 85% de la superficie.

En cuanto al uso de la tierra, la parte dedicada a montes y bosques cubre el 22%, los páramos el 21%, los pastos el 19% y los cultivos transitorios al 21.5%. En los cultivos 8 representan el 96.4 % del área, de éstos los más importantes son el maíz suave y el fréjol, que ocupan el 85% de la superficie total. En cuanto al rendimiento de todos los cultivos, son sensiblemente inferiores a los promedios nacionales así tenemos:

| Cultivo | Rendimiento (kg/ha) | |
|---|---|---|
| | Paute | Nacional |
| maíz suave | 340 | 465 |
| papas | 4.470 | 5.175 |
| frejol | 200 | 280 |
| arveja | 260 | 350 |
| maíz duro | 460 | 800 |

En la actividad pecuaria, el ganado está constituído por ganado bovino, porcino y ovino, a más de animales menores como aves y cuyes. Existen alrededor de unas 23.700 vacas en producción, con rendimiento que varía desde 2.5 l/vaca/día en los predios pequeños a 5.5 l/vaca/día en los grandes. El ganado porcino llega a 53.650 animales y el ovino a 173.700.

En cuanto a los recursos forestales, se realizó un estudio para declarar áreas de bosque y vegetación protectora, declarándose 195.161 ha con este fin, de estas, 510 ha corresponden a bosque alto, 26.450 a bosque bajo denso y 3.162 de bosque bajo ralo. Los bosques con mayor desarrollo se encuentran en la parte oriental, el piso dominante lo constituyen árboles que pueden superar los 30 mts de alto y 1.5 m de diámetro, las especies predominantes son higuerón, balsa, arrayán, coco, cedro, sisin, caimitillo, roble y laurel. El segundo piso lo forman árboles de pummaqui, yagrumo, guabos, torque, colca, que alcanzan los 12 m.

Bosques de menor desarrollo se encuentran en la parte central y occidental de la cuenca, con especies tales como: duco, ishpingo, sarar, marar, gañar, laurel, etc. A más de estos bosques naturales, existen áreas donde se han llevado ciertas actividades de reforestación, en una extensión de aproximadamente 4.000 ha y varios cientos de miles de árboles plantados aisladamente. Las principales especies utilizadas son el Eucaliptus flobulus y Pinus radiata, y en menor escala pinus patula, cupressus macrocarga y acacia dealbata.

## 4.0 NIVELES DE INGRESO Y CALIDAD DE VIDA

Con objeto de conocer sobre los niveles de ingreso y calidad de vida, se realizaron encuestas en 1.753 familias, poniéndose de manifiesto que más del 75% de las familias tienen ingresos menores que el salario mínimo vital, lo que evidencia el

bajo nivel de vida de la región. En la mayoría de casos las economías son de simple subsistencia, dedicando el 82% de sus ingresos a la alimentación, 3% a vestuario y 15% a varios, de lo que se desprende de la imposibilidad de adquirir bienes y servicios.

La tasa de mortalidad es de 9 por mil, la tasa de mortalidad infantil es alta de 68 por mil los dos valores más altos que la media nacional.

La dieta entre los habitantes es eminentemente de hidrocarbonos basada en el maíz, arroz, azúcar, frijoles, arvejas, habas, harina y patatas.

El resumen de información presentada nos permiten determinar los elementos condicionantes del estado actual, el comportamiento, tendencias y proyecciones futuros en el uso de los recursos renovables, productividad y calidad de vida en la cuenca del río Paute, y al mismo tiempo diseñar diferentes escenarios bajo la premisa de desarrollar un proyecto de manejo y conservación para la cuenca.

## 5.0 PROYECTO DE MANEJO Y CONSERVACION DE LA CUENCA DEL PAUTE

Los objetivos centrales lo constituyen el mejoramiento de la calidad de la vida de los habitantes de la cuenca y la protección de sus recursos naturales que garanticen un mejor aprovechamiento de las inversiones realizadas, en especial las de desarrollo hidroenergético.

Los condicionantes principales del programa lo constituyen la erosión existente en la cuenca, que tienen su origen en la fragilidad geológica y geomorfológica y en los fenómenos naturales relacionados con el clima, agravados por las actividades desarrolladas por el hombre. El desarrollo del sector agropecuario caracterizado por un alto consumo interno de los alimentos consechados por una gran mayoría de minifundistas, con bajísimos niveles de productividad, automatización de la oferta y alto costo de transporte. Los niveles de producción son de subsistencia con tendencia a la extinción de la mayoría de productos tradicionales, lo cual determina un nivel de vida de supervivencia en la población, presentándose el fenómeno de migración para obtener ingresos adicionales. En resumen, las condiciones de vida son precarias, no se satisfacen las necesidades básicas y el sector agropecuario no reune los requisitos suficientes para permitir el desarrollo. La intensidad de uso sobre el suelo conduce a la degradación continua del ecosistema, generando material de arrastre que transportado por las lluvias y favorecido por las fuertes pendientes, llega al cauce principal del río Paute, para luego depositarse en el embalse de Amaluza con el correspondiente asolvamiento y pérdida de volúmen útil.

## 5.1 CRITERIOS PARA LA SELECCION Y UBICACION DE PROGRAMAS

Como se ha podido observar, la problemática es sumamente complicada y compleja y su solución debería enfocar acciones en la totalidad del área, sin embargo, consideraciones de tipo económico y de priorización determinan la necesidad de intervenir por etapas o sectores productivos que propendan a la conservación y desarrollo gradual de los recursos, lo cual también permite adquirir experiencia y conocimientos en esta delicada tarea de obtener la participación de la comunidad en los programas.

Con estos antecedentes, se plantea un proyecto que tenga un alto contenido conservacionista, procurando actuar en aspectos tales como conservación de suelos, corrección torrencial y estabilización de laderas, conservación y manejo de bosques, fomento de la reforestación, todo esto con vista a proporcionar el más alto nivel posible de desarrollo rural, mejoramiento del nivel de vida de la población campesina, requisitos indispensables para atraer y comprometer la activa participación de la comunidad, único medio que posibilita el manejo y conservación de una cuenca hidrográfica. Esta concepción determina las estrategias a seguirse de conservación y desarrollo que permitan lograr:

- La conservación y mejora de la cobertura vegetal, que evita la degradación y mejora la productividad.
- El fomento forestal que permite utilizar las tierras de acuerdo a su vocación.
- La rehabilitación de tierras degradadas.
- El control de fenómenos torrenciales nocivos.
- La obtención de mayores rendimientos y producción con modelos agro-silvo-pastoriles en los pequeños productores.
- La consecución de mayor y mejor información que permita definir nuevas estrategias e incorporación de tecnología.
- La capacitación y el adiestramiento de técnicos y campesinos.

Bajo esta estrategia se han definido cuatro componentes principales del programa:

- Componente de manejo de recursos naturales con fines de producción (agroforestal y forestal).
- Componente de manejo de recursos naturales con fines de protección (corrección torrencial y control de cauces, rehabilitación de tierras degradadas, control y vigilancia de bosques y vegetación protectora)
- Componente de sedimentación y dragado.
- Componente de dirección, seguimiento y evaluación.

## 6.0 SELECCION DE AREAS DE INTERVENCION

La selección de las áreas de intervención constituyen en sí la optimización del programa, que por sus componentes tienen dos características, una de cobertura de una gran área que envuelve el control y vigilancia de las zonas declaradas como bosque y vegetación protectora, actividad que no demanda de inversiones muy altas y no tiene una repercución directa en la calidad de vida de la mayoría de los habitantes de la región, la cual será ejecutada por un grupo de guardabosques debidamente capacitados y bajo un convenio de cooperación entre el INECEL y la

Dirección Nacional Forestal (DINAF). Los otros, que cubrirán necesariamente una área menor y envuelven una activa participación de la comunidad, y que los analizaremos a continuación.

Para la optimización, se trabajaron bajo dos hipótesis fundamentalmente, la primera que la calidad de la vida tiene una relación directa con los niveles de productividad, y la segunda las tasas de pérdida de suelo existentes.

La primera hipótesis nos permite centrar nuestra atención sobre las áreas de minifundio, donde los niveles productivos son sumamente bajos y concentran a la mayoría de la población rural, el 85%. Esta primera aproximación determina que las áreas prioritarias se localicen en la cuenca media y alta donde la densidad de la población rural es sumamente alta. El nivel de información disponible no permite diferenciar las productividades entre diferentes zonas geográficas con claridad, más es evidente esta diferencia entre predios menores de 5 ha con los mayores. Estas unidades de producción se concentran en la cuenca media y con más exactitud en las subcuencas de los ríos Jadán, Burgay y Gualaceo.

En cuanto a la pérdida de suelos, no ha existido información en el Ecuador que permita aplicar las metodologías existentes, habiendo únicamente resultados de pequeñas parcelas experimentales ubicadas fuera de la cuenca del río Paute. Ante esta situación, se realizó un estudio regional que permite conocer las tasas de pérdida de suelos existentes a nivel de microcuencas, para lo cual se utilizó el modelo de la conocida ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELOS.

$$Q = R\ K\ LS\ C\ P$$, en donde

Q pérdida de suelo por unidad de área.
R factor de precipitación.
K factor de erodabilidad del suelo.
LS factor combinado de longitud-pendiente.
C factor de cobertura.
P factor de manejo.

Se realizaron estudios geomorfológicos y mapas temáticos, se calcularon los valores de K para varias estaciones meteorológicas de la cuenca. Con esta información se determinó los valores de tasa de pérdida de suelos para unidades representativas y sectores sedimentológicos, extrapolándose luego los resultados para obtener tasa de pérdida de suelos a nivel de subcuenca. El cuadro 2 resume los datos obtenidos a nivel de grandes unidades.

Con esta información y bajo el supuesto que los incrementos en productividad serían similares en cualquiera de estas áreas, se priorizaron las microcuencas que tenían las tasas de pérdida de suelos más altas y que conformaban unidades lógicas que permiten la eficiente administración del programa. Se escogieron 29 microcuencas, 12 localizadas en la subcuenca del río Burgay, 9 en Gualaceo, y 8 en el río Jadán, todas ellas presentan tasas de pérdidas de suelos superiores a 7.500 tn/Km$^2$/año. El área total seleccionada cubre 38.117 Ha. y en ellas viven 12.8961 campesinos con un promedio de UPA de 2.9 ha (Cuadro N° 6).

Resulta interesante analizar las correlaciones encontradas en la selección de las áreas escogidas. En primer lugar encontramos una relación directa entre la tasa de pérdida de suelo y la densidad de la población rural, en otras palabras con el minifundio, existe también una íntima relación entre la tasa de pérdida de suelo y la penetración agrícola del área, lo cual es lógico, ya que los factores de cobertura vegetal varían con los cultivos al igual que los coeficientes de manejo. El gráfico 2 presenta la ubicación de las áreas seleccionadas.

## 7.0 PROGRAMA DE EXTENSION RURAL AGROFORESTAL

Como se indicó con anterioridad para las áreas seleccionadas, se diseñó un programa de manejo de recursos con fines de producción, que en nuestro caso es un programa agroforestal basado en un componente intensivo de extensión rural. El sistema considera visitas periódicas, dos por mes a cada uno de los agricultores seleccionados de contacto directo. La visita la efectúa un extensionista, quien ha sido previamente capacitado y que lleva mensajes que permiten pasar de paquetes tecnológicos tradicionales, a paquetes semitecnificados, que envuelven fundamentalmente un mejor laboreo, el uso de semillas mejoradas, fertilizantes y en una última etapa, agroquímicos. La introducción del paquete se la hace gradualmente y se proporciona al agricultor los medios económicos para que adquiera los insumos a través de subsidio concedido, a cambio de la ejecución de obras mecánicas de conservación de suelos. El programa se complementa con la dotación de plántulas con especies de madera y leña que podrá usar como rompevientos y en los linderos y especies frutales nativas y exóticas que permitan la diversificación de la producción.

Los extensionistas reciben el apoyo de un grupo de especialistas que absuelven sus consultas, trasladan los resultados de la investigación y se retroalimentan de las experiencias de los extensionistas y necesidades de los agricultores. Está previsto un calendario muy rígido de 5 a 6 visitas diarias, contacto con cada agricultor cada dos semanas y reuniones bimensuales de todo el grupo de extensionistas y especialistas para analizar los resultados obtenidos y planificar la tarea de las dos siguientes semanas.

Los resultados de este sistema preven un incremento de los rendimientos de los principales cultivos a los niveles del cuadro 3, y en el cuadro 4 se presentan los análisis de costos y beneficios a obtenerse por productos. Todo este proceso va acompañado de un componente de conservación de suelos con la implementación de cultivos en curvas de nivel, y la ejecución de obras mecánicas de conservación como zanjas de desviación, muretes y terrazas, que serán financiadas por el proyecto.

## 7.1 ANALISIS DE BENEFICIOS POR CONTENSION DE SUELOS

Una de las principales medidas de la eficiencia del programa, será la efectividad con la que se logra controlar la pérdida de los suelos, para lo cual se ha cuantificado el volumen de suelos que se evita por programa, utilizando la ecuación universal de pérdida de suelos. Los resultados se presentan en el cuadro 5 en el gráfico 3, estos valores además nos han permitido calcular los beneficios que se derivarían del incremento de producción energética al evitar el ingreso de sedimentos al embalse de Amaluza.

Del cuadro 2 obtenemos que la pérdida de suelos promedio actual en la cuenca del Paute es de 3.332 $Tn/Km^2$/año, lo cual significa que anualmente se pierden 17.1 millones de toneladas (13.1 millones de metros cúbicos). En la estación de Paute D.J. Palmira se ha medido que el ingreso anual de sedimentos es de 3.5 millones de metros cúbicos, lo cual significa que únicamente el 27% de los suelos que se pierden están llegando al embalse, adicionalmente de las batimetrías realizadas desde el año de 1983, se deduce que la capacidad de atrapamiento del embalse es del 70%. Considerando que estos parámetros se mantienen y tomando la información del cuadro 5 sobre los sedimentos evitados por los diferentes programas, fácilmente podemos calcular los beneficios energéticos del proyecto.

## 8.0 BENEFICIOS AGRICOLAS Y FORESTALES

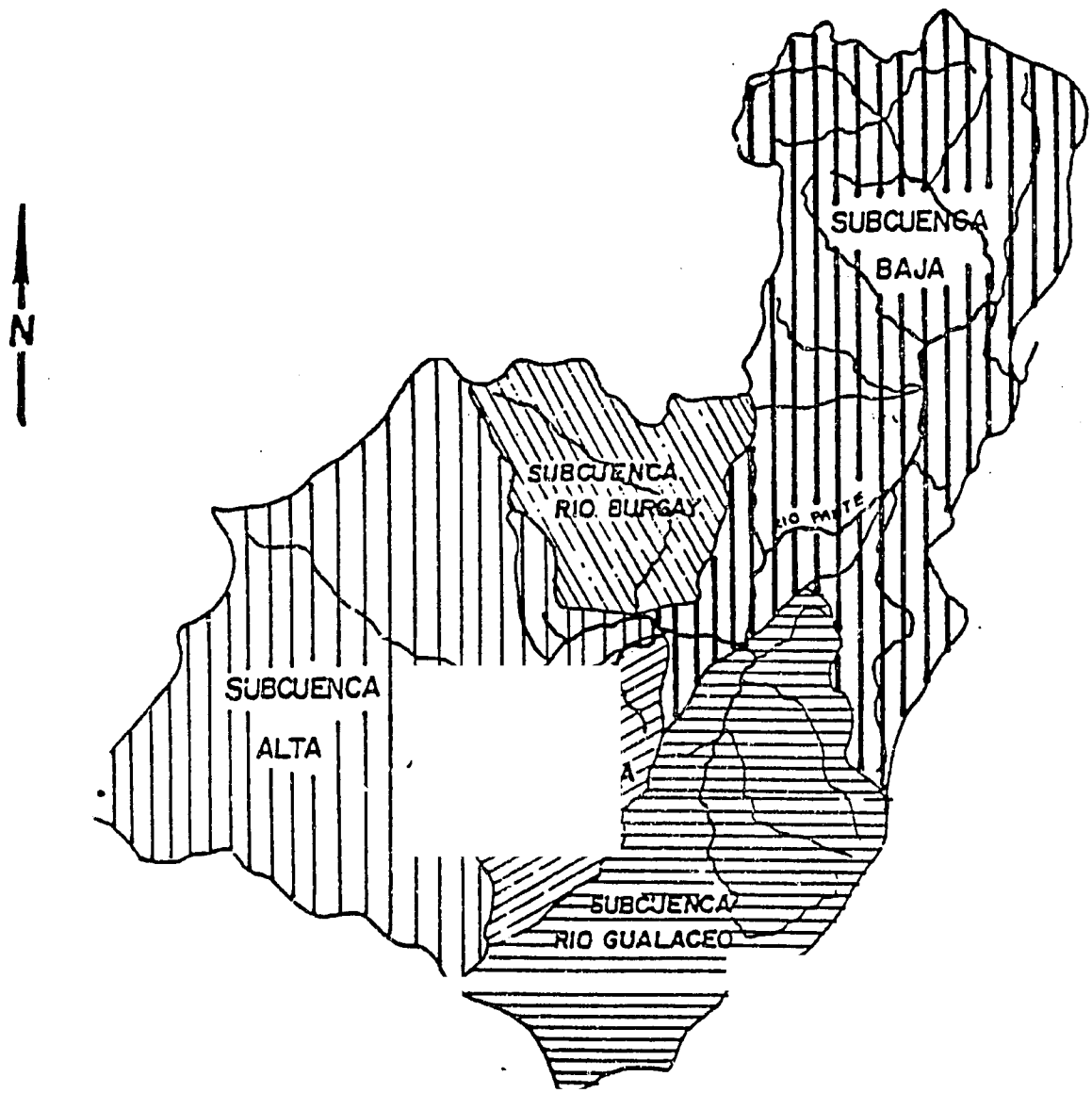
Indudablemente que además de los beneficios por contención de sedimentos, el programa agroforestal y el forestal planteado, proporcionan beneficios derivados del incremento de productividad agrícola y beneficios por la producción de frutales y madera, en el caso del Paute se han analizado los beneficios derivados del incremento de productividad de 8 productos principales, a los cuales se aplica un paquete tecnológico semitecnificado. En el cuadro 4 se presentó el resumen del análisis realizado para varios cultivos.

Los análisis económicos y financieros realizados determinan que se trata de un proyecto sumamente rentable y que contribuirá efectivamente al desarrollo de una zona deprimida económicamente, además de beneficiar las inversiones de infraestructura hidroeléctrica.

## 9.0 CONCLUSIONES

El diseño del proyecto de manejo y conservación de la cuenca del río Paute nos ha servido para definir una metodología que pone de relieve los beneficios asociados al eficiente uso de los recursos naturales renovables, pasando de metas retóricas de beneficios no cuantificables, a definir con bastante certeza los beneficios de un proyecto ambiental que se constituye de por sí en un útil mecanismo para propiciar el desarrollo en las zonas altas de los paises en vía de desarrollo.

# UBICACION GEOGRAFICA DEL PROYECTO
# CUENCA DEL RIO PAUTE



## CUADRO 1. COBERTURA VEGETAL

| Descripción | superficie Km2 | % |
|---|---|---|
| Vegetación leñosa | | |
| Bosques claros con substrato herbáceo denso | 504.2 | 9.7 |
| bosques claros con substrato herbáceo degradado | 5.0 | 0.1 |
| matorral sin erosión | 686.5 | 13.2 |
| matorral degradado | 303.5 | 5.9 |
| subtotal | 1.499.2 | 28.9 |
| Vegetación herbácea | | |
| pastizales sin erosión | 1.602.2 | 31.2 |
| pastizales con erosión | 940.2 | 18.1 |
| pastizales degradados | 58.0 | 1.1 |
| subtotal | 2.618.4 | 50.4 |
| Tierras cultivadas | | |
| cultivos | 1.066.9 | 20.6 |
| Zonas rocosas | | |
| sin cubierta vegetal | 1.5 | - |
| Total | 5.186.0 | 100.0 |

## CUADRO 2. TASAS DE EROSION - CUENCA DEL PAUTE

| | SUPERFICIE Km2 | SUPERFICIE % | EROS.LAM. Ton/Km2/Año | EROS.LAM. Ton/Año | EROS.LAM. % |
|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca alta | 1598 | 31 | 2154 | 3443110 | 20 |
| Sub. Burgay | 455 | 9 | 6808 | 3098863 | 18 |
| Sub. Jadán | 336 | 7 | 9505 | 3193414 | 19 |
| Cuenca baja | 1758 | 34 | 2274 | 3996999 | 23 |
| CUENCA TOTAL | 5138 | 100 | 3332 | 17119014 | 100 |

CUADRO 3. RENDIMIENTOS MEDIOS ESPERADOS CON PROYECTO, POR CULTIVO, POR Ha. (qq)

BENEFICIARIOS DIRECTOS

| Cultivo | Actual qq | 1 qq | 2 qq | 3 qq | 4 qq | 5 qq | % | SEMI TECNIFICADO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maíz sólo | 7 | 8,4 | 15 | 18 | 19 | 20 | 100 | 20 |
| Maíz fréjol | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 12 | 75 | 16 |
| | 2 | 3 | 6 | 7 | 8 | 9 | 82 | 11 |
| Maíz otros | 5 | 6 | 9 | 10 | 11 | 12 | 75 | 16 |
| | 1,3 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 89 | 9 |
| Trigo | 7 | 10 | 18 | 24 | 28 | 30 | 86 | 35 |
| Cebada | 5 | 9,5 | 18 | 24 | 28 | 30 | 86 | 35 |
| Arveja | 7 | 9 | 13 | 15 | 16 | 17 | 94 | 18 |
| Papa | 89 | 102 | 140 | 160 | 175 | 187 | 94 | 200 |
| Hortalizas (miles u) | 20 | 20,4 | 21,1 | 22,1 | 22,5 | 23 | 100 | 23 |
| Nuevos | - | 10 | 13 | 14 | 16 | 16 | 100 | 16 |

con relación al rendimiento potencial

CUADRO 4. COSTOS DE PRODUCCION AGRICOLA POR HECTAREA

BENEFICIARIOS DIRECTOS

| | Sin Proyecto | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **MAIZ** | | | | | | |
| M. de obra (S/.) | 7.650 | 8.100 | 9.900 | 11.250 | 11.700 | 12.150 |
| Divisas (U.S.) | - | - | 41.4 | 51. | 51.0 | 51.0 |
| M. Nac. (S/.) | 3.933 | 4.570 | 6.790 | 7.199 | 7.408 | 7.617 |
| Impuestos (S/.) | 107 | 241 | 829 | 960 | 971 | 982 |
| TOTAL (S/.) | 11.790 | 12.912 | 24.764 | 28.334 | 29.004 | 29.674 |
| Rend. (qq) | 7 | 8.4 | 15 | 18 | 19 | 20 |
| I. Neto | 936 | 2.359 | 2.506 | 4.390 | 5.538 | 6.686 |
| **MAIZ-FREJOL** | | | | | | |
| M. de obra (S/.) | 9.000 | 9.450 | 10.350 | 11.250 | 11.700 | 12.150 |
| Divisas (U.S.) | - | - | 52.9 | 62.5 | 62.5 | 62.5 |
| M. Nac. (S/.) | 5.700 | 9.167 | 9.234 | 9.453 | 9.707 | 9.729 |
| Impuestos (S/.) | 300 | 483 | 1.089 | 1.210 | 1.224 | 1.225 |
| TOTAL (S/.) | 15.000 | 19.100 | 29.930 | 32.850 | 33.569 | 34.042 |
| Rend. maíz (qq) | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 12 |
| fréjol (qq) | 2 | 3 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| I. Bruto | 16.180 | 21.543 | 35.814 | 42.999 | 48.358 | 53.721 |
| I. Neto | 1.180 | 2.443 | 5.884 | 10.145 | 14.789 | 19.679 |
| R | 6.03 | 8.03 | 13.36 | 15.36 | 18.03 | 20.03 |
| **MAIZ-OTROS** | | | | | | |
| M. de obra (S/.) | 8.100 | 8.550 | 9.000 | 10.800 | 11.250 | 11.700 |
| Divisas (U.S) | - | - | 52.9 | 62.5 | 62.5 | 62.5 |
| M. Nac. (S/.) | 4.864 | 8.533 | 10.841 | 11.524 | 11.579 | 11.634 |
| Impuestos (S/.) | 256 | 449 | 1.174 | 1.319 | 1.322 | 1.325 |
| TOTAL (S/.) | 13.220 | 17.532 | 31.173 | 34.581 | 35.089 | 35.597 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rend. maiz (qq) | 5 | 6 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Rend. otros (qq) | 1.3 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| I. Bruto | 14.407 | 19.088 | 36.812 | 42.720 | 48.628 | 54.536 |
| I. Neto | 1.187 | 1.566 | 5.639 | 8.139 | 13.539 | 18.939 |
| R | | | | | | |

TRIGO

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M. de obra (S/.) | 4.500 | 5.400 | 5.400 | 6.750 | 7.200 | 7.650 |
| Divisas (U.S.) | - | - | 41.4 | 51.0 | 51.0 | 51.0 |
| M. Nac. (S/.) | 3.781 | 5.496 | 6.177 | 9.119 | 9.403 | 9.686 |
| Impuestos (S/.) | 199 | 289 | 797 | 1.061 | 1.076 | 1.091 |
| TOTAL (S/.) | 8.480 | 11.185 | 19.619 | 25.855 | 26.604 | 27.352 |
| Rend. (qq) | 7 | 10 | 18 | 24 | 28 | 30 |
| I. Neto | 80 | 815 | 1.981 | 2.945 | 6.996 | 8.648 |

CEBADA

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M. de obra (S/.) | 1.800 | 4.500 | 6.300 | 7.200 | 7.650 | 7.650 |
| Divisas (U.S.) | - | - | 37.2 | 41.4 | 41.4 | 41.4 |
| M. Nac. (S/.) | 3.182 | 5.310 | 6.340 | 6.870 | 6.903 | 7.273 |
| Impuestos (S/.) | 168 | 279 | 802 | 833 | 835 | 855 |
| TOTAL (S/.) | 5.150 | 10.089 | 19.952 | 22.148 | 22.633 | 23.023 |
| Rend. (qq) | 5 | 9,5 | 18 | 24 | 28 | 30 |
| I. Neto | 850 | 1.311 | 1.648 | 6.652 | 10.967 | 12.977 |

ARVEJA

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M. de obra (S/.) | 13.950 | 14.400 | 14.400 | 14.400 | 14.400 | 14.400 |
| Divisas (U.S.) | - | - | 50.7 | 72.1 | 72.1 | 72.1 |
| M. Nac. (S/.) | 8.502 | 8.958 | 10.015 | 12.342 | 12.950 | 13.558 |
| Impuestos (S/.) | 448 | 472 | 1.105 | 1.472 | 1.504 | 1.536 |
| TOTAL (S/.) | 22.900 | 23.830 | 34.393 | 40.832 | 41.472 | 42.112 |
| Rend. (qq) | 7 | 9 | 13 | 15 | 16 | 17 |
| I. Neto | 5.730 | 12.980 | 18.777 | 20.518 | 23.968 | 27.418 |

PAPA

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M. de obra (S/.) | 25.200 | 25.650 | 26.100 | 26.550 | 27.000 | 27.450 |
| Divisas (U.S.) | - | - | 137.4 | 183 | 183 | 183 |
| M. Nac. (S/.) | 24.320 | 24.629 | 27.492 | 35.483 | 36.802 | 38.452 |
| Impuestos (S/.) | 1.280 | 1.296 | 3.014 | 3.955 | 4.024 | 4.111 |
| TOTAL (S/.) | 50.800 | 51.575 | 80.651 | 98.013 | 99.851 | 102.038 |
| Rend. (qq) | 89 | 102 | 140 | 160 | 175 | 187 |
| I. Neto | 38.200 | 50.425 | 59.349 | 61.987 | 75.149 | 64.962 |

HORTALIZAS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M. de obra (S/.) | 38.250 | 42.750 | 45.900 | 49.950 | 50.850 | 51.750 |
| Divisas (U.S.) | 134.4 | 158.4 | 169.7 | 181.7 | 181.7 | 181.7 |
| M. Nac. (S/.) | 32.013 | 47.913 | 47.784 | 49.762 | 49.669 | 50.336 |
| Impuestos (S/.) | 3.218 | 4.328 | 4.450 | 4.691 | 4.686 | 4.722 |
| TOTAL (S/.) | 97.001 | 122.711 | 127.832 | 136.201 | 137.003 | 133.605 |
| Ren. (miles u) | 20 | 20.4 | 21.1 | 22.1 | 22.5 | 23 |
| I. Neto | 23.000 | 81.289 | 83.168 | 84.799 | 87.997 | 91.395 |

NUEVOS

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M. de obra (S/.) | - | - | 8.100 | 9.450 | 9.900 | 10.800 |
| Divisas (U.S.) | - | - | 2.67 | 50.7 | 50.7 | 50.7 |
| M. Nac. (S/.) | - | - | 9.141 | 14.479 | 14.517 | 14.661 |
| Impuestos (S/.) | - | - | 876 | 1.341 | 1.343 | 1.350 |
| TOTAL (S/.) | - | - | 22.700 | 34.143 | 34.633 | 35.684 |
| Rend. (qq) | - | - | 10 | 13 | 15 | 16 |
| I. Neto | - | - | 17.300 | 17.857 | 25.367 | 28.316 |

## CAMBIOS DE EROSION- CUENCA DEL PAUTE

| Año | Forest.+M.S. Tns | Cumulado Tns | Bosq. Protec Tns | O. Civiles Tns | Eros Evitada por obras Tni | ΔEros bosq C/P Tns (-) | Tasa Eros C/P Tns/Km2/Año | Δ Eros. S/P Tns | Tasa Eros S/P Tns/Km2/Año | Eros Evitada M3 | Δ Eros S/P M3 | Sed. Evitad M3 | Acumulado M3 | Δ Sed S/P M3 | Acumulado M3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 72829 | 72829 | 80672 | 90100 | 243601 | 13153 | 3303 | 93825 | 3350 | 187385 | 72175 | 52468 | 52468 | 20208 | 20208 |
| 2 | 285711 | 358540 | 158585 | 123100 | 567395 | 26250 | 3258 | 184835 | 3368 | 436458 | 142181 | 122208 | 174676 | 39811 | 60019 |
| 3 | 440146 | 798686 | 233822 | 161355 | 835323 | 39293 | 3223 | 273115 | 3385 | 642556 | 210088 | 179916 | 354592 | 58825 | 118844 |
| 4 | 508659 | 1307345 | 306466 | 204098 | 1019223 | 52280 | 3203 | 358746 | 3402 | 784018 | 275859 | 219525 | 574117 | 77268 | 196112 |
| 5 | 576613 | 1883958 | 376595 | 235823 | 1189031 | 65213 | 3187 | 441809 | 3418 | 914639 | 339355 | 256099 | 830216 | 95159 | 291271 |
| 6 | 679495 | 2563453 | 444287 | 135038 | 1258820 | 78092 | 3189 | 522379 | 3434 | 968323 | 401830 | 271130 | 1101346 | 112512 | 403784 |
| 7 | 822936 | 3386389 | 509617 | 141268 | 1473840 | 90916 | 3162 | 600533 | 3449 | 1133723 | 461948 | 317442 | 1418789 | 129346 | 533129 |
| 8 | 954604 | 4340993 | 572655 | 147538 | 1674797 | 103687 | 3138 | 676342 | 3464 | 1288305 | 520265 | 360725 | 1779514 | 145674 | 678803 |
| 9 | 1058129 | 5399122 | 633473 | 153768 | 1845369 | 116404 | 3119 | 749876 | 3478 | 1419530 | 576828 | 397468 | 2176982 | 161512 | 840315 |
| 10 | 1124385 | 6523508 | 692138 | 160038 | 1976561 | 129067 | 3107 | 821205 | 3492 | 1520431 | 631606 | 425721 | 2602703 | 176875 | 1017189 |
| 11 | 1139537 | 7663045 | 748717 | 142938 | 2031191 | 141677 | 3110 | 890394 | 3505 | 1562455 | 684918 | 437487 | 3040191 | 191777 | 1208967 |
| 12 | 1142717 | 8805761 | 803273 | 119438 | 2065427 | 154234 | 3116 | 957507 | 3518 | 1588790 | 736544 | 444861 | 3485052 | 206232 | 1415199 |
| 13 | 1150068 | 9955829 | 855868 | 89938 | 2095874 | 166738 | 3123 | 1022606 | 3531 | 1612210 | 786620 | 451419 | 3936471 | 220254 | 1635452 |
| 14 | 1171130 | 11126959 | 906563 | 54168 | 2131881 | 179190 | 3128 | 1085753 | 3543 | 1639908 | 835105 | 459174 | 4395645 | 233855 | 1869307 |
| 15 | 1194772 | 12321731 | 955416 | 0 | 2150188 | 191589 | 3137 | 1147005 | 3555 | 1653991 | 882312 | 463117 | 4858763 | 247047 | 2116354 |
| 16 | 1218299 | 13540030 | 1002484 | 0 | 2220783 | 203936 | 3135 | 1206420 | 3567 | 1708295 | 928015 | 478323 | 5337085 | 259844 | 2376199 |
| 17 | 1234511 | 14774541 | 1047821 | 0 | 2282332 | 216231 | 3134 | 1264052 | 3578 | 1755640 | 972348 | 491579 | 5828664 | 272257 | 2648456 |
| 18 | 1236326 | 16010868 | 1091481 | 0 | 2327807 | 228475 | 3136 | 1319956 | 3589 | 1790621 | 1015351 | 501374 | 6330038 | 284298 | 2932754 |
| 19 | 1244311 | 17255179 | 1133515 | 0 | 2377826 | 240667 | 3137 | 1374182 | 3599 | 1829097 | 1057065 | 512147 | 6842185 | 295978 | 3228732 |
| 20 | 1237846 | 18493024 | 1173974 | 0 | 2411819 | 252807 | 3140 | 1426781 | 3610 | 1855246 | 1097524 | 519469 | 7361654 | 307307 | 3536039 |
| 21 | 1230972 | 19723996 | 1212906 | 0 | 2443877 | 264897 | 3144 | 1477803 | 3620 | 1879906 | 1138771 | 526374 | 7888028 | 318296 | 3854335 |
| 22 | 1225771 | 20949766 | 1250358 | 0 | 2476128 | 276936 | 3147 | 1527294 | 3629 | 1904714 | 1174841 | 533320 | 8421348 | 328956 | 4183290 |
| 23 | 1231998 | 22181765 | 1286376 | 0 | 2518374 | 288924 | 3148 | 1575300 | 3639 | 1937211 | 1211769 | 542419 | 8963767 | 339295 | 4522585 |
| 24 | 1240305 | 23422070 | 1321004 | 0 | 2561309 | 300862 | 3149 | 1621866 | 3648 | 1970238 | 1247589 | 551667 | 9515433 | 349325 | 4871910 |
| 25 | 1248348 | 24670418 | 1354285 | 0 | 2602633 | 312749 | 3150 | 1667034 | 3656 | 2002025 | 1282334 | 560567 | 10076000 | 359054 | 5230964 |
| 26 | 1110397 | 25780815 | 1386261 | 0 | 2496658 | 324587 | 3179 | 1710848 | 3665 | 1920506 | 1316037 | 537742 | 10613742 | 368490 | 5599454 |
| 27 | 973561 | 26754376 | 1416973 | 0 | 2390534 | 336375 | 3208 | 1753348 | 3673 | 1838872 | 1348729 | 514884 | 11128626 | 377644 | 5977098 |
| 28 | 892688 | 27647064 | 1446459 | 0 | 2339147 | 348113 | 3226 | 1794572 | 3681 | 1799344 | 1380440 | 503816 | 11632443 | 386523 | 6363622 |
| 29 | 840689 | 28487753 | 1474758 | 0 | 2315447 | 359802 | 3238 | 1834560 | 3689 | 1781113 | 1411200 | 498712 | 12131154 | 395136 | 6758758 |
| 30 | 834468 | 29322220 | 1501907 | 0 | 2336374 | 371441 | 3242 | 1873348 | 3697 | 1797211 | 1441037 | 503219 | 12634373 | 403490 | 7162248 |
| 31 | 878292 | 30200513 | 1527940 | 0 | 2408233 | 383032 | 3236 | 1910972 | 3704 | 1850948 | 1469979 | 518265 | 13152639 | 411594 | 7573842 |
| 32 | 985397 | 31185910 | 1552894 | 0 | 2538291 | 394574 | 3217 | 1947468 | 3711 | 1952532 | 1498052 | 546709 | 13699348 | 419455 | 7993297 |
| 33 | 1067205 | 32252174 | 1576801 | 0 | 2644066 | 406068 | 3203 | 1982869 | 3718 | 2033897 | 1525284 | 569491 | 14268839 | 427079 | 8420376 |
| 34 | 1158070 | 33411244 | 1599695 | 0 | 2757765 | 417513 | 3188 | 2017208 | 3725 | 2121357 | 1551608 | 593980 | 14862819 | 434476 | 8854852 |
| 35 | 1203614 | 34614858 | 1621607 | 0 | 2825221 | 428910 | 3181 | 2050516 | 3731 | 2173247 | 1577320 | 608509 | 15471328 | 441650 | 9296501 |
| 36 | 1208341 | 35823199 | 1642567 | 0 | 2850908 | 440259 | 3182 | 2082826 | 3737 | 2193006 | 1602174 | 614042 | 16085370 | 448609 | 9745110 |
| 37 | 1215571 | 37038770 | 1662606 | 0 | 2878177 | 451560 | 3183 | 2114166 | 3743 | 2213982 | 1626281 | 619915 | 16705285 | 455359 | 10200469 |
| 38 | 1213952 | 38252722 | 1681752 | 0 | 2895704 | 462814 | 3186 | 2144566 | 3749 | 2227464 | 1649666 | 623690 | 17328975 | 461906 | 10662375 |
| 39 | 1220151 | 39472873 | 1700033 | 0 | 2920185 | 474020 | 3187 | 2174054 | 3755 | 2246296 | 1672349 | 628963 | 17957938 | 468258 | 11130633 |
| 40 | 1230506 | 40703379 | 1717477 | 0 | 2947983 | 485180 | 3187 | 2202657 | 3761 | 2267679 | 1694352 | 634950 | 18592888 | 474418 | 11605052 |
| 41 | 1251450 | 41954829 | 1734110 | 0 | 2985560 | 496292 | 3185 | 2230402 | 3766 | 2296584 | 1715694 | 643044 | 19235932 | 480394 | 12085446 |
| 42 | 1271047 | 43225876 | 1749957 | 0 | 3021004 | 507358 | 3183 | 2257315 | 3771 | 2323850 | 1736396 | 650678 | 19886609 | 486191 | 12571637 |
| 43 | 1288905 | 44514781 | 1765044 | 0 | 3053949 | 518377 | 3182 | 2283420 | 3776 | 2349192 | 1756477 | 657774 | 20544383 | 491814 | 13063450 |
| 44 | 1303757 | 45818539 | 1779393 | 0 | 3083151 | 529350 | 3181 | 2308743 | 3781 | 2371654 | 1775956 | 664063 | 21208446 | 497268 | 13560718 |
| 45 | 1301712 | 47120251 | 1793029 | 0 | 3094741 | 540276 | 3184 | 2333305 | 3786 | 2380570 | 1794850 | 666550 | 21875006 | 502558 | 14063276 |
| 46 | 1302981 | 48423232 | 1805974 | 0 | 3108955 | 551157 | 3186 | 2357131 | 3791 | 2391504 | 1813178 | 669621 | 22544627 | 507690 | 14570966 |
| 47 | 1292305 | 49715536 | 1818250 | 0 | 3110555 | 561992 | 3190 | 2380242 | 3795 | 2392734 | 1830955 | 669966 | 23214593 | 512667 | 15083633 |
| 48 | 1284008 | 50999544 | 1829878 | 0 | 3113886 | 572781 | 3194 | 2402660 | 3800 | 2395297 | 1848200 | 670683 | 23885276 | 517496 | 15601129 |
| 49 | 1278294 | 52277839 | 1840860 | 0 | 3119174 | 583525 | 3197 | 2424405 | 3804 | 2399364 | 1864927 | 671822 | 24557098 | 522179 | 16123309 |
| 50 | 1284044 | 53562483 | 1851273 | 0 | 3135918 | 594224 | 3198 | 2445497 | 3808 | 2412244 | 1881152 | 675428 | 25232526 | 526723 | 16650031 |
| Tot. | 53562483 | | 61629870 | 1958663 | 117151015 | | | 77303716 | | 90116165 | 59464397 | 25232526 | | 16650031 | |
| | | | | | | | | | | | | | % tot Paute | 100% | 100% |

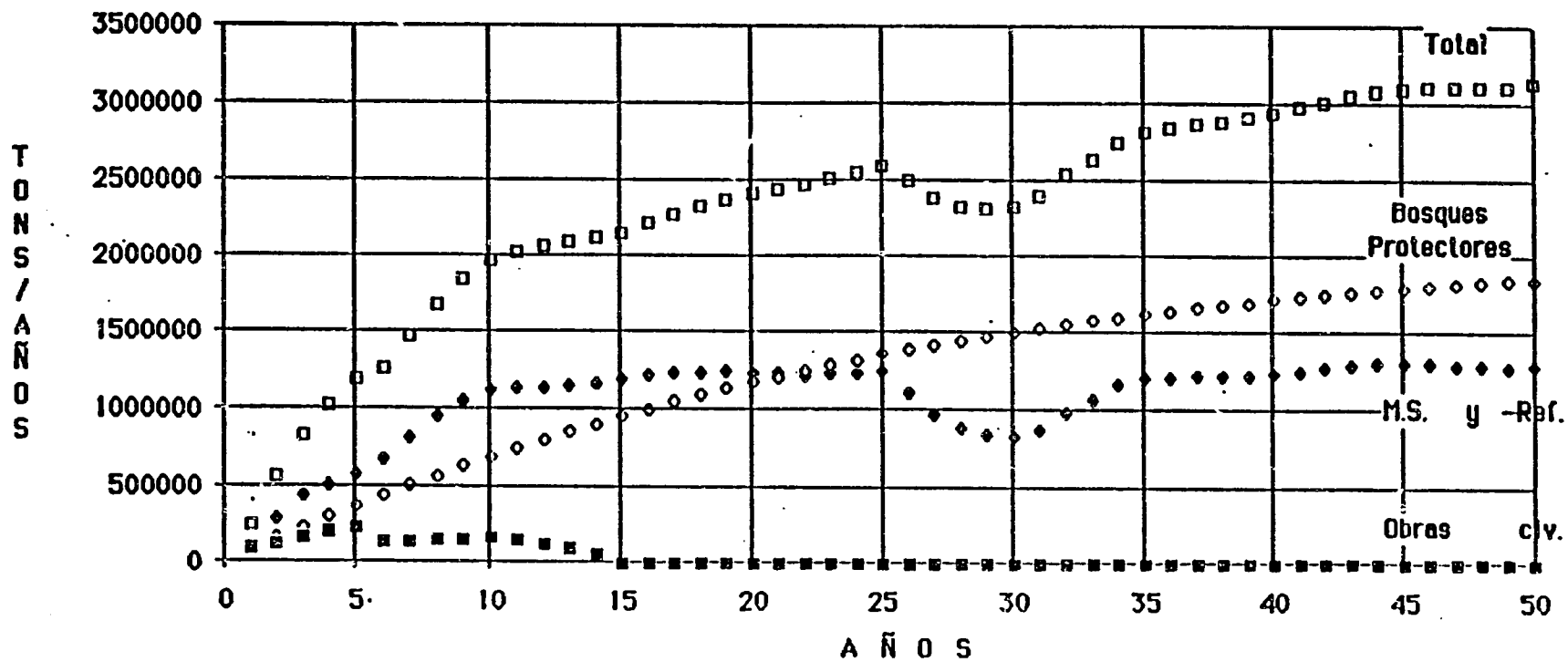
CUADRO 6.

INFORMACION SOCIOECONOMICA Y ECOLOGICA DE LAS MICROCUENCAS SELECCIONADAS PARA EL PROGRAMA

| MICROCUENCAS | HAS. AREA TOTAL | NO. DE PROPIETARIOS | ALTURA M.S.N.M. | | PRECIPITAC. MEDIA | TEMPERATURA C° |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SUBCUENCA DEL BURGAY | | | | | | |
| Q. Purca | 1.035 | 204 | 2.500 | 3.100 | 850 | 15 |
| Guapán | 2.391 | 294 | 2.600 | 3.200 | 900 | 12-14 |
| Biblián | 2.160 | 938 | 2.600 | 3.200 | 950 | 12-14 |
| San Luis | 753 | 354 | 2.600 | 2.900 | 950 | 12-14 |
| Shullín | 955 | 317 | 2.400 | 2.800 | 920 | 10-12 |
| Déleg | 880 | 339 | 3.000 | 3.600 | 920 | 8-10 |
| San Miguel | 2.050 | 606 | 2.400 | 3.000 | 850 | 10-12 |
| Cojitambo | 1.770 | 1.126 | 2.600 | 2.800 | 900 | 10-12 |
| Turupamba | 850 | 538 | 2.600 | 3.000 | 930 | 8-10 |
| Corozapal | 1.028 | 324 | 2.400 | 2.600 | 950 | 12-14 |
| Luis Cordero | 3.674 | 1.068 | 2.400 | 3.000 | 850 | 12-14 |
| Javier Loyola | 1.383 | 441 | 2.400 | 2.800 | 900 | 15 |
| | 18.929 | 6.549 | | | | |
| SUBCUENCA DEL JADAN | | | | | | |
| Zhidmad | 1.458 | 240 | 2.600 | 3.000 | 800 | 12-14 |
| Desihuancay | 2.750 | 318 | 2.600 | 3.200 | 800 | 10-12 |
| San Antonio | 4.405 | 231 | 2.800 | 3.200 | 700 | 12 |
| Santa Ana | 400 | 135 | 2.600 | 2.800 | 770 | 10-12 |
| Jadán | 1.670 | 244 | 2.600 | 3.000 | 840 | 10-12 |
| Maluay | 3.570 | 327 | 2.800 | 3.100 | 700 | 8-10 |
| Cochas | 913 | 384 | 2.600 | 3.000 | 750 | 12-14 |
| Achupilla | 1.532 | 289 | 2.600 | 3.000 | 730 | 12 |
| | 16.698 | 2.168 | | | | |
| SUBCUENCA DEL GUALACEO | | | | | | |
| Bulcay | 815 | 455 | 2.400 | 2.600 | 800 | 14 |
| Urpiyacu | 755 | 68 | 2.600 | 3.000 | 750 | 12-14 |
| Agupancay | 1.532 | 55 | 2.400 | 3.230 | 800 | 12-14 |
| Pincay | 874 | 200 | 2.400 | 2.800 | 820 | 14 |
| Río Shio | 2.289 | 755 | 2.400 | 2.800 | 800 | 12-14 |
| Zharbán | 5.500 | 1.083 | 2.400 | 2.800 | 860 | 12-14 |
| Gualaceo | 2.660 | 845 | 2.600 | 3.100 | 800 | 10-12 |
| Chordeleg | 3.710 | 560 | 2.400 | 2.600 | 825 | 10-12 |
| Ludo | 1.455 | 158 | 2.600 | 3.000 | 750 | 10-12 |
| | 19.590 | 4.179 | | | | |

GRAFICO 3

Erosión evitada por obras - Cuenca del río Paute
Proyecto UMACPA



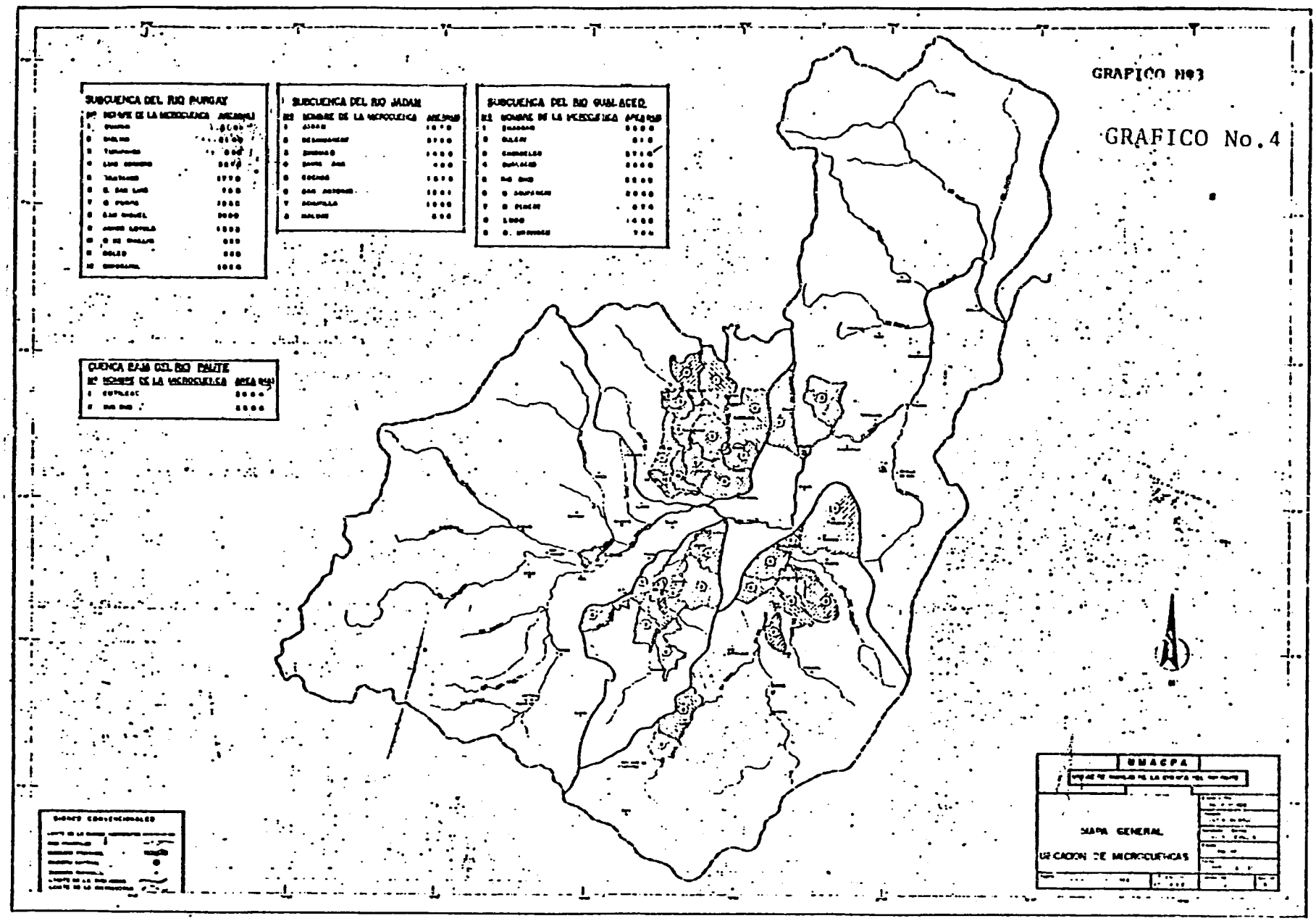


GRAFICO Nº3
GRAFICO No.4
SUBCUENCA DEL RIO PURGAY
SUBCUENCA DEL RIO JADAN
SUBCUENCA DEL RIO GUALACEO
CUENCA BAJA DEL RIO PAUTE
SIGNOS CONVENCIONALES
UMACPA
MAPA GENERAL
UBICACION DE MICROCUENCAS

# ASPECTOS DE CONSERVACION EN LA ACEQUIA DEL PUEBLO DE PIMAMPIRO (PROVINCIA DE IMBABURA, ECUADOR)

AUTOR: PATRICIA A. MOTHES, M.A.
INSTITUTO GEOFISICO
QUITO, ECUADOR

## 1.0 INTRODUCCION

El riego ha sido importante en las tierras altas del Ecuador desde la era prehispánica. Vestigios de antiguos canales quedan aún en el paisaje y documentos de archivo del período colonial nos dicen de la ubicación, adjudicación del agua y mantenimiento de los canales que fueron construidos en la era prehispánica. Un estudio de un canal en funcionamiento, de origen prehispánico, tal como la Acequia del Pueblo de Pimampiro, al noreste de Imbabura (Mapa 1) nos explica el buen éxito de la agricultura prehistórica y de principios de Colonia y nos permite comprender las opciones de manejo del agua que reducen la erosión sobre las laderas y también contribuyen a mejorar la fertilidad de suelo (Mothes, 1986).

Varios factores hacen que el canal sea particularmente eficiente. Primero, su excavación en la formación Cangagua, depósitos volcanoclásticos semilitificados (llamados con frecuencia toba), permite poca infiltración de agua y por lo tanto evita que ésta rezuma por las paredes no revestidas del canal. En segundo lugar, reservorios grandes, cavados a mano (tanques), en la zona de riego, facilitan el riego y actúan como retenedores de sedimentos y elementos nutritivos para la carga en suspensión llevada por el agua de la acequia. Los tanques también facilitan el riego retenido el agua hasta que el agricultor quiere regar. Cuando él riega, el agua que viene del reservorio es mucho más fácil de controlar en estas frágiles parcelas en ladera que son típicas del área de estudio, que el agua que viene directamente de la acequia.

Aunque la Acequia del Pueblo ha sido modificada en nuestros días para mejorar su eficiencia, esencialmente permanece como un canal rústico "tradicional", puesto que no está revestido y lo mantiene una Junta de Aguas, con sede en la Comunidad.

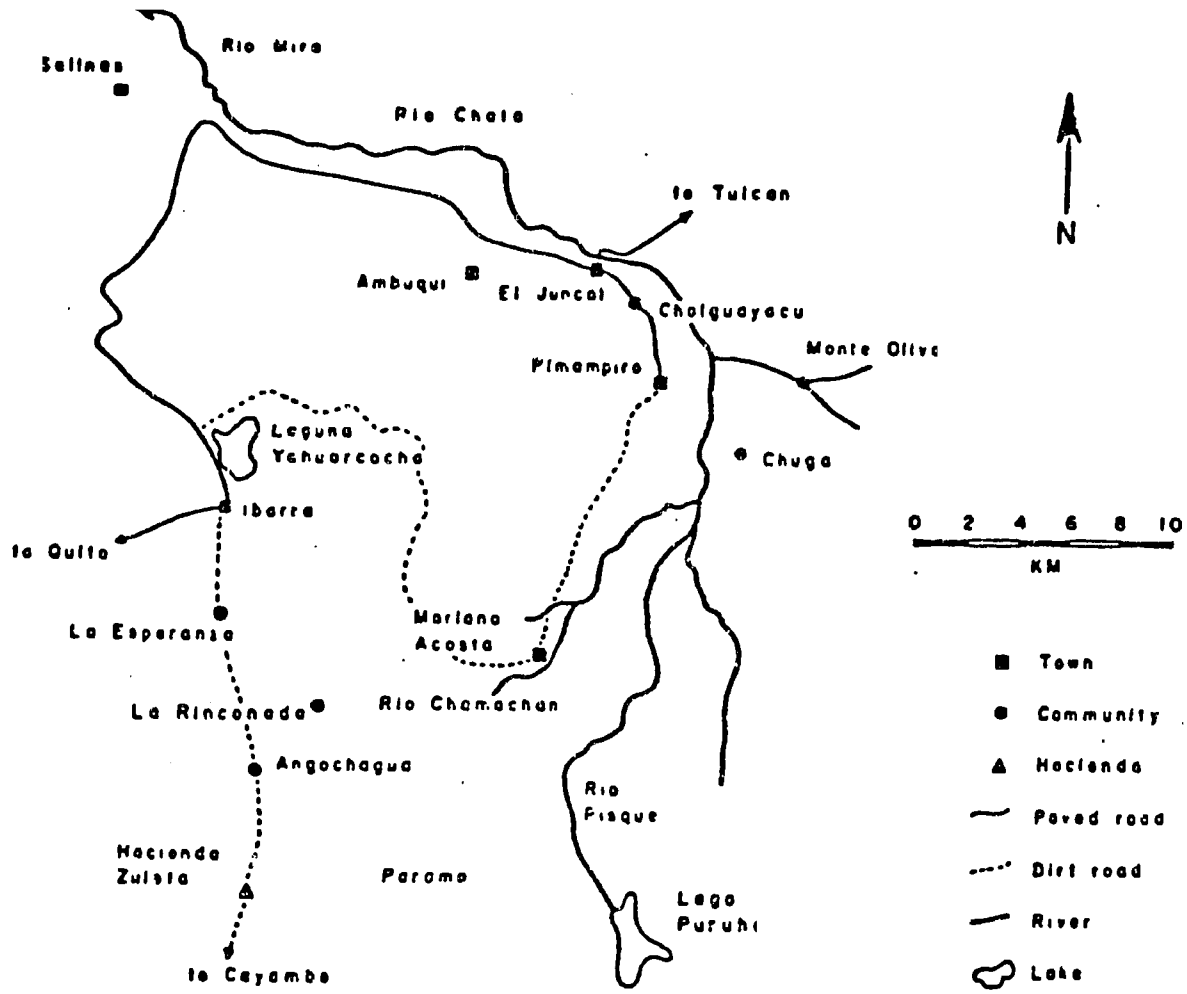
Este artículo es una descripción de la forma y el funcionamiento actuales de la Acequia del Pueblo de Pimampiro, con énfasis en los aspectos de conservación que dan realce a la eficiencia y conveniencia del manejo tradicional de recursos (Field and Chiriboga, 1984; Brownrigg, 1986). La acequia se considera como una de las más antiguas en el norte del Ecuador. Los aspectos de fertilidad y conservación de este sistema de riego no se han descrito, hasta donde conoce la autora, en otras partes de los Andes, aunque los reservorios tuvieron aparentemente cierta importancia en las terrazas de los Incas en el sur del Perú (Stanish, 1985) y actualmente reservorios revestidos con cemento se están usando en otras partes, como la región de Ambato. La autora ha estado estudiando el canal y su sistema de apoyo social desde 1985.

Este artículo discute: (1) El riego y el uso tradicional de los recursos por los agricultores del norte del Ecuador. (2) Características de la Acequia del Pueblo. (3) El área regada de Pimampiro y el uso de los reservorios que contribuyen a la conservación y a la fertilidad de suelos (4).

## 2.0 CONCLUSIONES

### 2.1 EL RIEGO Y EL USO TRADICIONAL DE LOS RECURSOS

El uso tradicional de los recursos en el noreste de los Andes ha sido objeto de estudio por algunos autores (Caillavet, 1983; Gondard, 1985; Gondard and López, 1983;




Map 1. Northeastern Imbabura, Ecuador. Showing the towns of Pimampiro, Mariano Acosta, and the Chamachan and Chota rivers.

Knapp, 1983, 1984; Knapp and Preston, 1986; Knapp and Denevan, 1985; Preston, 1985; Salomon, 1980; Ramón and López, 1981 y Ramón, 1986).

Desde el período de la preconquista hasta los primeros tiempos de la colonización española después de la conquista, la tecnología agrícola evolucionó para explotar una gama de condiciones ambientales en el norte del Ecuador: las zonas semiáridas en donde evolucionó el riego, las áreas planas con mal drenaje tales como las del lago San Pablo y en Cayambe, en donde los camellones (raised fields) eran de importancia (Knapp, 1984); y las laderas empinadas y secas en donde se construían terrazas (Gondard y López, 1983). El uso de acequias para traer agua desde el páramo o subpáramo a los lados de los valles secos fue la más difundida de las tecnologías agrícolas y también la más importante adaptación para contrarrestar el riego de la sequía. La significación y el alcance del riego tradicional en el norte del Ecuador se ha investigado sólo recientemente (véase Mothes, 1986, 1987; Knapp, 1986).

Muchos canales antiguos del norte del Ecuador están aún funcionando y el agua riega una gran gama de cultivos de ciclo corto, nativos o introducidos y plantaciones de árboles. Se puede entonces preguntar la razón por la cual estos canales están funcionando por tanto tiempo y cómo se mantienen canales tan viejos, como la Acequia del Pueblo de Pimampiro dada la situación dinámica que incluye tanto un cambio geomorfológico como económico. La Acequia es un ejemplo de una estrategia tradicional de manejo de recursos que ha sido probada por el tiempo, que trabaja con tanta seguridad, que se opera localmente y que requiere de bajas inversiones de capital, comparada con muchas innovaciones modernas (Denevan, 1980). Los resultados de este estudio tienen aplicación en el desarrollo de los sistemas modernos de riego y en el manejo adecuado del riego en laderas. Generalmente el riego en las tierras altas del norte del Ecuador se practica en el bosque montano bajo seco o en la estepa espinosa seca premontano (Cañadas, 1983). En estas dos zonas ecológicas, la precipitación anual varía entre 500 - 1000 mm por año y la evapotranspiración con frecuencia excede a la precipitación. Durante los meses lluviosos de septiembre a noviembre y marzo a mayo, el riego es más suplementario que obligatorio (Mothes, 1986:30). Por ejemplo, en el centro del valle del Chota, caen menos de 500 mm de precipitación y el clima es semiárido. Aquí se necesita el riego durante todo el año para aumentar la producción de cultivos. Como lo indica el Padre Borja (1965:249), en 1582 los indios del pueblo Chapi utilizaban aguas del río Chota para cultivar algodón y coca, empleando mano de obra de los indios de Pasto. En el cercano pueblo de Ambuquí las bocatomas de las acequias prehispánicas se cree que están relacionadas con la ubicación de las "tolas" (tumbas indígenas antiguas) (Knapp, 1986).

## 3.0 CARACTERISTICAS DE LA ACEQUIA DEL PUEBLO DE PIMAMPIRO Y SU MANTENIEMIENTO

La Acequia del Pueblo de Pimampiro tiene casi 20 km de largo y tiene una caída vertical de más de 800 m. Lleva agua desde su bocatoma (a 3040 m de altura) en el río Chamachán más arriba de Mariano Acosta a las tierras de riego que rodean Pimampiro (a 2200 m de altura) (Mapa 2). El agua es usada por unos 400 regantes para cultivar fréjol, tomate, pepino, maíz, papas, árboles frutales y otros cultivos comerciales.

Probablemente la acequia es de origen preincaico y puede identificarse con un canal usado por el pueblo Chapi, del que informa el Padre Borja en 1582 (Borja, 1965; Knapp y Preston, 1986). Borja (195:249) escribe:

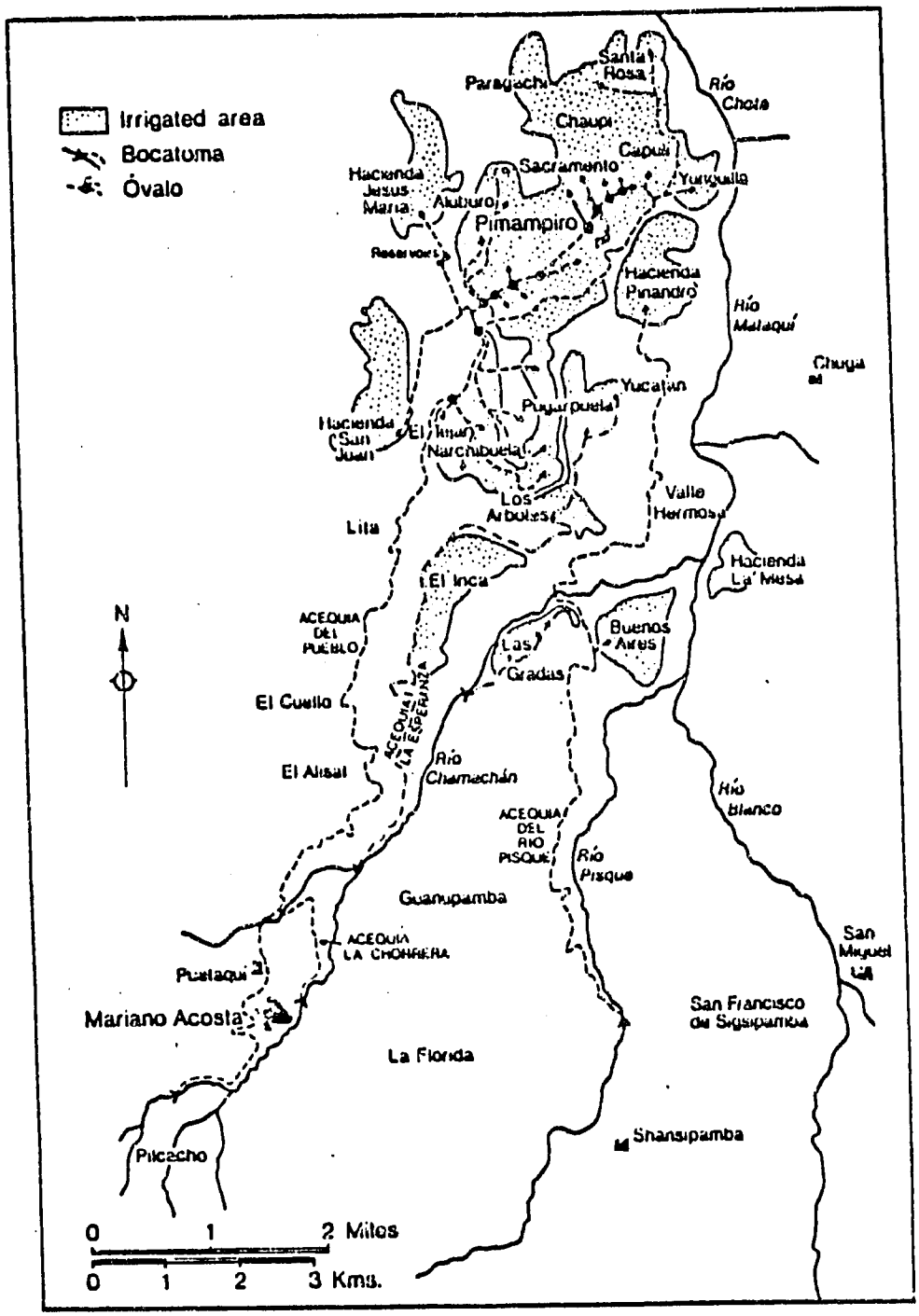
"El agua de que aquestos naturales del pueblo de Pimampiro se sirven es de una quebrada que está en la montaña de Chapi ya dicha, y tráenla por una acequia a este pueblo de más de dos leguas; y con el agua de la acequia riega las sementeras de maíz que tiene en este pueblo, que las chácaras de coca y algodón que están en el valle, riéganlas con el agua del río grande". Un pasaje escrito por otro sacerdote de Pimampiro, el Clérigo Agradecido, Pedro Urdones de Ceballos (1614:225), que estuvo en Pimampiro aproximadamente en 1596, informa de cómo usó la ayuda de los indios para reconstruir (o limpiar) un canal hasta una vara y media (menos de 1,5 m) de profundidad y una vara y media de ancho, una tarea que les tomó quince días. Estos dos informes claramente identifican un canal en la vecindad de Pimampiro, del que se valían los Chapi para la agricultura del maíz. La Acequia del Pueblo es el candidato más razonable que encaja en la descripción de Borja y del Clérigo Agradecido (Knapp and Preston, 1986). Dos meses de trabajo de campo por la autora en 1985 y las entrevistas con regantes, con los aguateros y la Junta de Aguas de Pimampiro, confirman que la Acequia es muy antigua.

## 4.0 CARACTERISTICAS DE LA ACEQUIA: EL EXTREMO SUPERIOR

En la bocatoma, el agua entra a la acequia desde el río Chamachán, un río de flujo variable entre los meses más húmedos y los secos. El caudal en la bocatoma es aproximadamente de 120 litros por segundo (INERHI, 1983) y 60 litros adicionales entran de la acequia de La Chorrera, situada al lado oriental de Mariano Acosta (Mapa 2). La descarga de la Acequia es de alrededor de 180 litros por segundo, aunque puede ser mayor o menor, dependiendo de la cantidad y de la intensidad de la precipitación y de las fluctuaciones del nivel del río.

La gradiente de la acequia a lo largo de toda su extensión no es constante ni uniforme, en algunos lugares es una pendiente moderada de 2-3%, mientras que en otras partes el agua cae en cascadas de 1 a 2 m. El poder de erosión es significativo, especialmente en las curvas y causa un desgaste de las orillas exteriores, algunas de las cuales terminan por ceder. Las dimensiones de la acequia también son muy variables, yendo desde 0,5 m hasta 1,5 m de ancho. Empezando en su extremo superior, la acequia serpentea a lo largo de las laderas, siguiendo la curva de nivel hacia adentro en las quebradas. Parcelas de tierra con papas, chochos y maíz son cultivadas en laderas de 35 a 40 grados de pendiente, tanto encima como debajo de la acequia. Los cultivos aquí no son regados.

Hasta 1915, el extremo superior de la acequia y los cerros adyacentes estaban bajo bosque. Las comunidad de Mariano Acosta, Puetaqui y Guanupamba habían sido recientemente establecidas por indios que habían migrado de Angochagua y la Rinconada al sur de Ibarra (Theisen y Costales, 1969). Esto señala la reiniciación de la agricultura en esta área por primera vez desde la reducción de los Chapi por los españoles 400 años antes.




Map 2. The Acequia del Pueblo de Pimampiro and the irrigated area.

El cultivo intensivo de plantas de ciclo corto en las laderas empinadas e inestables por encima de la acequia está causando un creciente movimiento en masa hacia abajo de la pendiente. Hay rupturas de la pared del canal debido a este movimiento en masas. Las rupturas de la pared exterior se las repara inmediatamente, a menudo construyendo trechos con cemento; los materiales para la reparación son llevados por caballos o por la gente a lo largo de un sendero paralelo al canal. De acuerdo con el presidente anterior de la Junta, Aníbal Sevilla, las rupturas de la pared del canal se reparaban anteriormente colocando un tronco ahuecado para llevar el agua, sobre la sección dañada.

Actualmente, las reparaciones principales del canal se hacen por medio de mingas, pagándose un jornal de 500 sucres (agosto de 1987). La limpia general, organizada por la Junta del lugar, se la hace en agosto o septiembre. Entonces, una mayoría de los beneficiarios participan limpiando el canal desde su bocatoma hacia abajo hasta el área de riego. La vigilancia diaria y el mantenimiento de esta acequia los hacen tres aguateros. Un aguatero vive en Mariano Acosta y varias veces por semana comprueba el nivel de agua que entra en la bocatoma, especialmente después de un fuerte aguacero. Para proteger la acequia de un desbordamiento durante las fuertes lluvias, el aguatero pone ramas y troncos frente a la bocatoma. Los otros dos aguateros revisan la acequia en el trecho entre Mariano Acosta y Pimampiro y en las áreas de riego.

Aún con las reparaciones, hay una filtración en cantidades medibles (0,5 litros por segundo) cuando las rupturas son mal remendadas. También hay pérdidas por salpicaduras en las curvas del canal. La pérdida global del agua se estima que es compensada por la adición de agua de la escorrentía de las laderas, numerosas filtraciones y chorros y agua traída de desagues cavados por los agricultores para desaguar los suelos mollicos (con alto contenido de arcilla) que forman las laderas en la zona húmeda por encima de Pimampiro.

En Mariano Acosta el agua de la acequia se usa para el lavado doméstico y para dar agua al ganado, no para riego. La comunidad no tiene derecho al uso del agua, para consternación de algunos líderes de la comunidad que tienen actualmente una disputa con los funcionarios de Pimampiro. Más abajo, y al norte de Mariano Acosta, la acequia cruza por terrenos de pastos, bajando a una gradiente de 2-3% (Mapa 2). Más allá del pueblo de Puetaquí, la acequia mantiene una ruta a lo largo de los empinados lados del cañón del río Chamachán, hasta llegar a la zona de riego. Largos túneles de hasta 150 metros de largo se usan para llevar el agua a través de zonas especialmente escarpadas. Los túneles se han excavado en la cangagua manualmente con zapapicos. Se han dejado ventanas laterales a intervalos de 10 a 15 m a lo largo de los túneles, para ayudar en la limpieza que se hace desde adentro con hombres que lanzan los sedimentos acumulados hacia afuera de las ventanas.

## 5.0 EL CANAL INFERIOR Y EL AREA DE RIEGO

A lo largo de su camino el canal atraviesa una zona húmeda, con mucha vegetación, hasta llegar a una zona que es más seca y al borde de la zona semiárida. Pimampiro recibe en promedio 520 mm de precipitación anualmente. Los suelos tienen un régimen de humedad "ustico" (Soil Taxonomy, 1976). Arenas volcánicas están presentes y la porosidad es alta. Los suelos reposan sobre cangagua y generalmente tienen menos de 50 cm de profundidad.

El agua de la acequia se divide equitativamente entre los 400 beneficiarios que viven en Pimampiro y en las dos haciendas, Santa Rosa y San Juan. Más arriba de Pimampiro, en la divisoria entre El Tejar y Aluburo, una caja de distribución principal divide por la mitad los 180 litros de acequia. Los 90 litros por segundo distribuídos para los 400 regantes intersectan cajas de distribución que son construídas en la acequia (Fig. 1). El agua sale por el hueco de la caja (óvalo), con una cantidad de 6 a 8 litros por segundo y entra en una acequia secundaria (ramal) del cual el agricultor saca agua en su turno.

Los usuarios de Pimampiro están divididos en 13 grupos de regantes que reciben su agua de 11 cajas. Cada regante obtiene su agua de un ramal que fluye por encima de su parcela. Un agricultor usa una roca o "chamba" para dirigir el agua del ramal a su parcela. El agua para cada riego está disponible dos veces cada ocho días, una vez en la noche y otra en el día. Las horas de un regante son muy variables y han sido determinadas parcialmente por la compra y venta de derechos de agua antes de 1972, época en la que estaba permitido vender derechos de agua. Ahora, en contraste, los derechos de agua no pueden venderse ni comprarse, y son inseparables de la tierra. Por ejemplo, algunas personas tienen cuatro horas por hectárea, mientras que otras tienen 12 horas, el máximo permitido por hectárea. En esta época, los tomates y el fréjol son los cultivos más importantes que se tienen en Pimampiro. Estos cultivos así como otros se venden en los mercados de Ibarra y Quito, aunque la mayor parte de la cosecha de fréjol se vende en Colombia. Antes de 1950, los cultivos principales eran trigo y caña de azúcar en las zonas más bajas y más tierra estaba controlada por las haciendas (DiVicenzo, 1984; V. Tobar, comunicación personal, 1985).

Durante los 30 años pasados, ha habido una parcelación de las grandes haciendas que ha permitido que más ciudadanos se vuelvan propietarios. Por ahora, debido a una grande y constante demanda de agua, muchos agricultores se quejan de que tienen muy poca agua para satisfacer las necesidades de sus cultivos y por lo tanto la siembra coincide con la iniciación de las lluvias de septiembre y de febrero. Las haciendas que tienen una disponibilidad mayor de agua tienden a sembrar en medio de los meses más secos de julio y agosto.

## 6.0 RESERVORIOS

El riego en Pimampiro se ve facilitado enormemente por el uso de estanques excavados en la tierra. Alrededor de 80% de los 400 regantes emplean reservorios que son excavados en terrenos más altos que las parcelas que se van a regar. Un pequeño canal lleva agua del ramal al reservorio (Fig. 1). Un reservorio típico mide de 2 a 3 m de profundidad, 7 a 9 m de largo y 4 a 5 m de ancho - lo que da un volumen total de alrededor de 65 metros cúbicos de agua. Los reservorios excavados en la cangagua, con frecuencia se dejan sin revestimiento. Este es necesario y se lo hace con cemento, total o parcialmente, cuando la cangagua muestra fracturas o el estanque se ha excavado en un horizonte permeable del suelo.

El uso de un estanque da al agricultor mayor flexibilidad en la recolección del agua y en su aplicación. Por ejemplo, un agricultor puede escoger la opción de almacenar agua en su estanque durante el turno de riego por la noche, o si sus campos ya están saturados con agua de lluvia. Luego puede regar más convenientemente en las horas del día o más tarde cuando su parcela está seca. Al

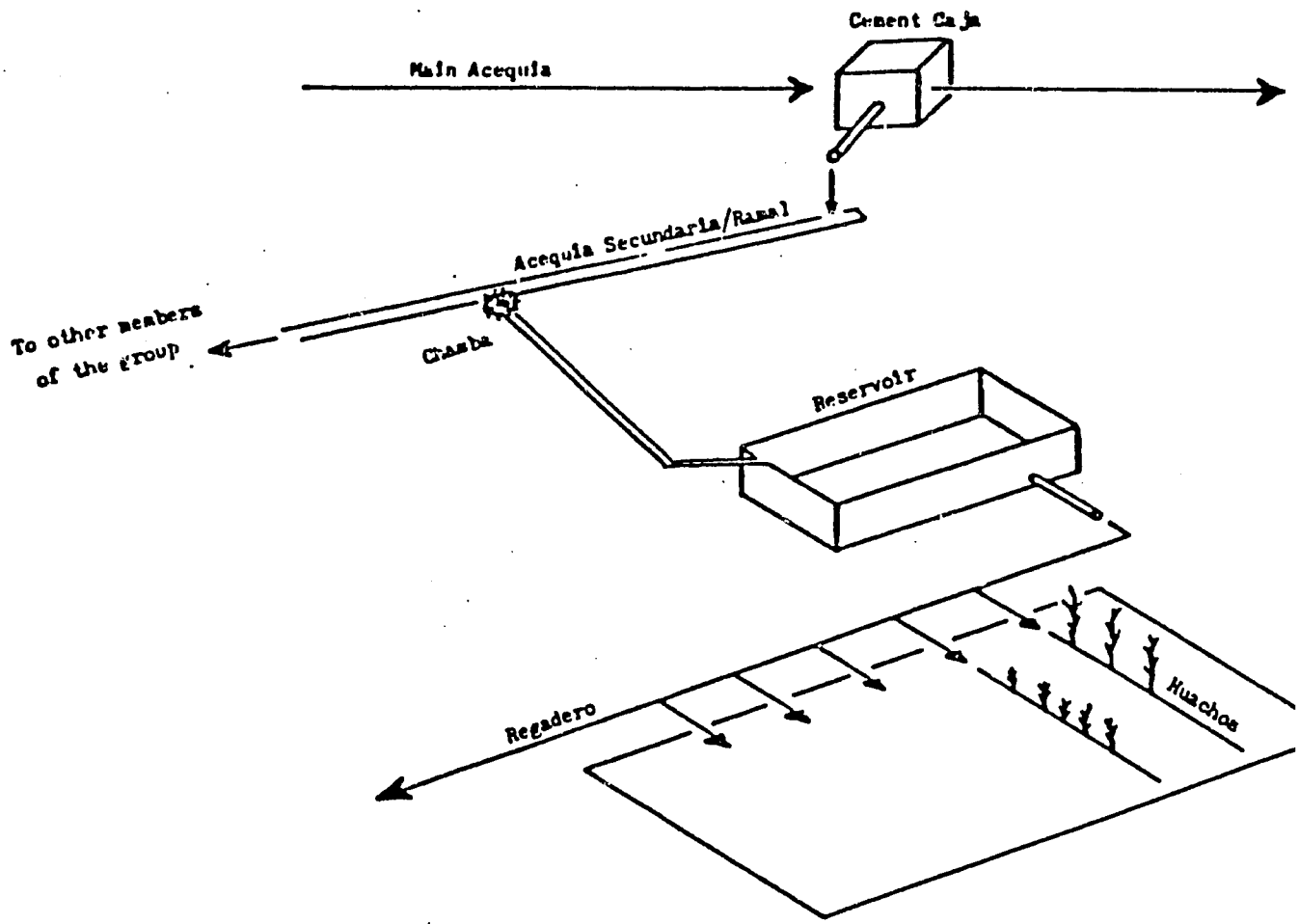



Figure 1. Physical components of the water distribution network.

almacenar el agua, puede aplicarla selectivamente a diversas secciones de su parcela y de acuerdo con las necesidades de sus plantas. Este punto final es especialmente importante cuando hay plantaciones múltiples y las plantas jóvenes requieren más agua que las plantas más maduras.

Otra ventaja mencionada con frecuencia por los agricultores en el uso de los estanques, es que el poder de erosión del agua se reduce comparando con el potencial erosivo del agua derivada directamente del ramal. La mayoría de los estanques tienen un tubo de 2 a 3 pulgadas de diámetro que sale desde el fondo del reservorio y que suministra un volumen de agua más pequeño y controlable y que tiene menos potencial erosivo sobre los surcos, la mayor parte de los cuales están situados en pendientes mayores de 15 grados. La apertura del "óvalo" del estanque es controlada por un palo retenido por una piedra. La ventaja del reservorio es especialmente evidente cuando se considera la laboriosa tarea de llevar suelo pendiente arriba o de crear nuevas superficies de siembra rompiendo la cangagua, en una labor fastidosa.

El limo en suspensión (harina de agua) en el agua de la acequia se acumula en el fondo de cada reservorio. La cantidad de carga en suspensión en la acequia varía con la intensidad y cantidad de precipitación, así como con las actividades de cultivo y las prácticas de conservación de suelos de los agricultores pendiente arriba. Los estanques se limpian una vez por año, generalmente a fines del verano, después de la cosecha de fréjol, pero antes de sembrar los nuevos cultivos en septiembre. Los depósitos acumulados llegan a estar entre 0,1 y 1,0 metros de depósitos estratificados de limo-arcilla.

Lo que se extrae en la limpieza de los estanques tiene mucho valor como una rica fuente de nutrimentos para las plantas. Los agricultores sacan los limos con palas y picos, luego los llevan en una carretilla a sus parcelas y los aplican cuidadosamente allí. Algunos agricultores indicaron que han dejado de usar fertilizantes inorgánicos sintéticos después de aplicar los sedimentos sacados de los estanques. Debido al poco gando que hay en Pimampiro y por lo tanto a la escasez de materia orgánica, la aplicación de los sedimentos de estanque ricos en materia orgánica es particularmente importante para el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Con el objeto de evaluar la concentración de nutrimentos en los limos de los estanques, la autora tomó trece muestras de suelo de la acequia, estanques y campos labrados (Mothes, 1986:195). Se hicieron análisis de nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica y minerales.

En el norte de los Andes, el fósforo es un elemento nutritivo limitante (Knapp, 1984:83). La deficiencia en fósforo es la más evidente en los suelos derivados de cenizas volcánicas y piedra pómez (Ugoloni and Zasoski, 1979:111). La retención de fósforo por estos suelos está relacionada con la cantidad de aluminio en la alofana y en los complejos de Al-humus, comunes en los suelos de cenizas volcánicas (Parfitt, 1985:16; Nanzyo, 1987: 19). En las muestras tomadas de los estanques, los niveles de fósforo son mayores que el promedio (Fig. 2) Varias muestras tienen valores de más de 60 kg por hectárea, 0 30 a 40 ppm. Un valor promedio de 11 kilogramos por hectárea de fósforo disponible se encuentra a menudo en los campos en ladera de las tierras altas del norte (Knapp, 1984:85), y la disponibilidad de fósforo de cerca de 60 kilogramos por hectárea puede potencialmente aumentar los rendimientos de maíz y papas en 2.2 veces los rendimientos que se pueden esperar de campos que contienen los valores promedio de fósforo (Knapp, 1984: 117). En Pimampiro, los rendimientos de fréjol de veinte a veinticinco por uno, cosechados de parcelas fertilizadas con lo

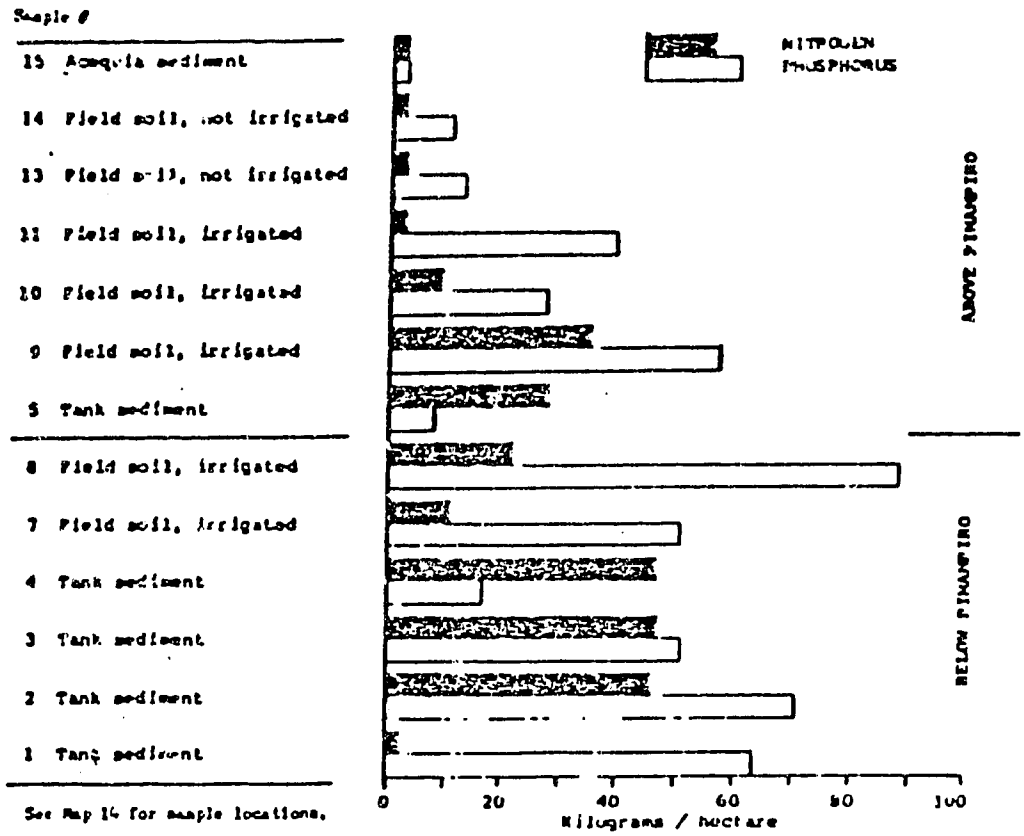



Figure 2. Values of Nitrogen and Phosphorus in Pimampiro soils.

extraído de los estanques fueron similares a los rendimientos de parcelas fertilizadas en exceso con mezclas químicas.

No se conoce con precisión la fuente de fósforo. Las muestras tomadas de algunos sitios más abajo de Pimampiro tienen generalmente valores altos de fósforo, mientras que las tomadas en sitios más arriba del pueblo tienen valores menores (Fig. 2). La correlación entre el sitio y los valores de fósforo sugiere que el nutrimiento se deriva parcialmente del agua de desecho doméstico que llega a la acequia. Adicionalmente, el fósforo de fertilizantes químicos es una fuente probable. La cangagua contribuye muy poco pues su contenido de fósforo es sólo de 3.5 a 6 ppm (Cabrera y Sánchez, 1974).

La autora no ha observado estanques en otras comunidades de regantes en el norte del Ecuador, ni los especialistas de INERHI informan sobre el uso de estanques en la región. No se sabe cuándo se usaron los estanques por primera vez en Pimampiro. Un informe de Martínez de la Vega (1956) menciona un conflicto con respecto a reservorios en la década de 1760. No es seguro si los estanques se utilizaban en tiempos prehispánicos, puesto que no hay ninguna mención en los registros históricos. Está claro que los estanques tienen muchos beneficios y en ellos confían la mayoría de los regantes para facilitar el riego. Todavía se construyen estanques y cada propietario invierte el equivalente de 200 a 300 dólares U.S. (1987) en costos de mano de obra. El uso de los estanques durante las eras prehispánicas y colonial habría contribuído significativamente al mantenimiento a largo plazo de la

fertilidad y la estabilidad del suelo, además que habría asegurado una mejora en los resultados de los cultivos.

## 7.0 BENEFICIOS DE LA CANGAGUA

La acequia se ha excavado principalmente en la Formación Cangagua, el factor primordial para que la pérdida por infiltración sea en general baja. Los ingenieros de riego estiman que una acequia cavada en cangagua tendrá una pérdida global por infiltración de alrededor de 15% del volumen del agua. Las pérdidas por infiltración de un canal no revestido excavado en un suelo limoso serán aproximadamente de 40% (J. Mancero, comunicación personal, 1985).

La eficiencia de la acequia en el transporte del agua se aumenta por la placa silicea llamada "barbasco" por los especialistas de riego del INERHI. Este revestimiento, que es probablemente una transposición del contenido de vidrio de la cangagua, se forma en las paredes y el fondo del canal, impidiendo así una filtración significativa. Los ensayos de laboratorio hechos por Caujolle-Gazet y Luzuriaga (1986:61) muestran que la densidad de la cangagua es alta y que la permeabilidad es muy baja. Los ensayos de infiltración hechos por Mothes (1986:185) en la zona de Pimampiro mostraron que la cangagua tenía las tasas de infiltración más bajas comparadas con las de otros suelos. La dureza de la cangagua y su relativa impermeabilidad está relacionada con la hidrología de los fragmentos de vidrio volcánico amorfo que constituyen de 10 a 30% de la matriz (Vera y López, 1986: 22). Aunque el origen de la mayor parte de la cangagua es de cenizas y de polvo volcánicos (piroclastos) que han sido litificados, enormes diferencias se observan en el grado de consolidación y en la composición de la matriz de la formación. Factores exógenos y endógenos son responsables de las diferencias de composición dentro de la formación Cangagua así como del grado de meteorización y diagénesis de la ceniza volcánica original para transformarse en una toba litificada e impermeable o en un suelo (Vera y López, 1986:26). El factor más crítico para una pedogénesis (transformación de la ceniza en suelo) es la disponibilidad de humedad.

La dureza y la durabiidad de la cangagua hacen posible excavar largos túneles para el transporte del agua a través de laderas especialmente empinadas. Asimismo, las caídas verticales que llevan el agua de la línea de división por encima de Pimampiro a la zona de riego muestran poca erosión. El hecho de que la acequia esté construída sobre cangagua sin duda desempeña un papel importante en su funcionamiento por largo tiempo, y por supuesto en la eficiencia de la acequia en el transporte del agua.

## 8.0 CONCLUSIONES

La Acequia del Pueblo debe valorarse dentro de su contexto ecológico y social. Ante todo es un canal establecido hace mucho tiempo, que ha trabajado con buen éxito por cientos de años. Su funcionamiento por tanto tiempo puede atribuirse a su excavación en la formación Cangagua, una ceniza volcánica litificada que es común por todos los Andes del norte, volcánicamente activos. De igual importancia es una organización social competente, en este caso una Junta de Aguas elegida en el lugar, para ejecutar la planificación y el mantenimiento de la acequia.

La Junta de Aguas y los aguateros tienen años de conocimiento acumulado acerca del funcionamiento de la acequia y de la distribución del agua. Un investigador o una persona interesada en el desarrollo deberían considerarlos como las fuentes principales de información y del pensamiento local sobre el riego.

La acequia es eficiente desde el punto de vista del capital puesto que poca inversión se hace en su mantenimiento. Primordialmente para su mantenimiento se usan la mano de obra humana y materiales del lugar. Los gastos mayores son para cemento.

La acequia es parte de un paisaje cultural dinámico. Hace ochenta años la cuenca superior del río Chamachán estaba completamente bajo bosque, como la mayor parte de la tierra con mucha pendiente por encima de la acequia. Ahora este paisaje está cultivado intensamente, cubierto por una mezcla de cultivos, parcelas, canales de desague y caminos. Los problemas de derrumbes en la acequia, aumento de sedimentos y escorrentía rápida pueden atribuirse a estos cambios en el uso de la tierra. Asímismo, los cultivos en las tierras regadas cerca de Pimampiro, se dedican ahora principalmente a los mercados comerciales urbanos y la demanda de agua ha aumentado considerablemente comparada con la de las décadas pasadas. Cultivos con demanda mayor de agua (tomates, fréjol, pimientos y arveja) han reemplazado al trigo y a la caña de azúcar. Asímismo, la continua subdivisión de la tierra fuerza a los agricultores a aceptar una adjudicación cada vez menor de agua.

Si se ve dentro del contexto de un ambiente en donde la cangagua a menudo está a un metro o menos bajo el suelo superficial, un canal como la Acequia del Pueblo es un medio eficaz y simple de llevar el agua. Finalmente un beneficio potencial de la acequia que se pasa por alto, es su contribución al manejo a largo plazo de la fertilidad, al suministrar continuamente a los estanques, sedimentos ricos en nutrimentos que más tarde pueden aplicarse a los campos como un fertilizante rico en materia orgánica.

La importancia de los reservorios es obvia, cuando uno se para en una pendiente de 15 a 20 grados y trata de imaginarse cómo regar en una ladera de esta clase durante la noche. La pérdida potencial del suelo es sustancial y una vez que el suelo se pierde no hay fuentes de fácil obtención de "nuevo" suelo, excepto si se rompe la cangagua. Aunque dan mucho trabajo al excavar, los reservorios son casi universales debido a su gran utilidad. Otras zonas del Ecuador en donde las laderas empinadas son regadas podrían beneficiarse del uso de los reservorios. Los factores que limitan su uso son la disponibilidad de un material duro, litificado, para excavar allí, una zona topográficamente elevada por encima de la zona de riego y el concepto de usar los estanques, que en este caso es la transferencia de información no técnica.

Los estanques deberían ser considerados como un factor en el mantenimiento de la utilidad a largo plazo de las laderas. En Pimampiro un programa más completo para conservar el suelo, podría incorporar barreras rompevientos entre las parcelas y el uso de terrazas en las laderas más empinadas, además del uso de los reservorios.

# MANEJO DE AGUAS DE RIEGO Y PRODUCCION AGRICOLA EN LAS TIERRAS ALTAS PERUANAS

AUTOR: ING. MSC. CARLOS NONONE MEDRANO
PLAN MERIS Y PROYECTOS II
LIMA, PERU

## 1.0 INTRODUCCION

En la Sierra peruana y en gran parte de su Costa, se han ejecutado muy pocas acciones efectivas a nivel parcelario que permita un incremento sostenido de la productividad con las cuales se pueda sustentar el logro del desarrollo agrícola.

Los esfuerzos tecnológicos se han concentrado en la ejecución total o parcial de infraestructuras para la captación y conducción del escaso recurso hídrico manejable para los fines de la ampliación de la frontera agrícola peruana. Sin embargo, muy poco ha sido el esfuerzo realizado para que el agricultor use y aplique debidamente el agua; inclusive el esquema bajo el cual se han concebido tales infraestructuras, generalmente ha ignorado la participación efectiva del campesino como usuario principal del agua.

La agricultura serrana descansa sobre muchas áreas que se ubican en laderas con pendientes relativamente altas y sobre suelos relativamente superficiales y en donde las condiciones climáticas plantean la necesidad del riego. Pero, la operación indebida de los sistemas en la mayoría de los casos involucran eficiencias pobres de riego, desperdicios de los fertilizantes que se puedan estar usando, erosión alarmante de los suelos y conducen a condiciones para la producción mucho más dañinas que aquellas cuando la naturaleza permitía el abastecimiento del riego sólo bajo precipitación o secano.

Dentro del marco antes descrito, en octubre del año 1984, bajo el auspicio conjunto de la Agencia Internacional para el Desarrollo USA-AID del Perú con el WATER MANAGEMENT SYNTHESIS II PROJECT - UTAH STATE UNIVERSITY Y CORNELL UNIVERSITY - USA se inició en el PLAN MERIS I-INAF del Ministerio de Agricultura, la ejecución de un "Plan Piloto" multidisciplinario, para el mejoramiento del manejo de los recursos agua-suelo-planta-clima y fertilidad en la Sierra del Departamento de Cajamarca, Provincia de San Marcos, donde el MERIS I había ejecutado la infraestructura principal de riego y donde se carecía de acciones concernientes al desarrollo parcelario. El Plan Piloto buscaba además la participación efectiva del agricultor y evalúa todas las condiciones socio-económicas involucradas de manera que, posteriormente, se pueda extender a otras zonas de la serranía aquellos resultados considerados confiables y positivos para los objetivos del Plan, que posteriormente se le denominó "Plan Piloto San Marcos".

## 2.0 OBJETIVOS DEL PLAN PILOTO SAN MARCOS

Existen opiniones de que si se hiciera uso de todos los conocimientos disponibles y el máximo nivel de tecnología moderna con el objetivo de alcanzar la máxima producción agrícola, sólo se podrá lograr una parte del máximo nivel potencial; por lo que para alcanzar la relativa máxima producción, se carecen de algunos conocimientos que sólo se pueden obtener a través de investigaciones específicas dentro del ámbito donde se conduce tal acción productiva.

Los objetivos específicos del Plan Piloto se pueden categorizar en dos tipos:

## 2.1 OBJETIVO A PLAZO INMEDIATO

Para maximizar la producción agrícola alcanzable sólamente con la aplicación de todos los conocimientos y tecnología moderna ya disponible, lo que se logra a través de lo que se denominan "INVESTIGACIONES EXTENSIVAS".

Estas Investigaciones Extensivas pretenden maximizar la producción mediante la actuación de dos frentes estratégicos:

- El desarrollo físico e irrigación de parcelas agrícolas que: disponen de la infraestructura principal de riego, teniendo suelos superficiales, y pendientes relativamente altas por encontrarse en laderas de cerros, siendo conducidas sin ningún apoyo técnico formal ni eficiente y que además están siendo sometidas a un remarcado proceso erosivo.

- La rehabilitación de parcelas agrícolas que disponiendo también de la infraestructura principal de riego, tenían suelos profundos con pendientes relativamente bajas y se encontraban abandonadas por problemas de empantanamiento y salinidad debido a la forma ineficiente con que, a través de los años los agricultores de las zonas altas han venido manejando los recursos de irrigación.

## 2.2 OBJETIVO A MEDIANO PLAZA

Para obtener del sitio específico, los conocimientos restantes para alcanzar la máxima producción potencial, lo cual se logra a través de lo que se le denominaron "INVESTIGACIONES INTENSIVAS O DE INTERACCION".

Un tercer objetivo del Plan Piloto que fue complementario con los anteriores, fue la capacitación teórico-práctica de los agricultores, de los ingenieros y personal técnico de la institución PLAN MERIS responsable de la ejecución de proyectos de irrigación en Sierra; capacitación cuya orientación fue hacia el mejoramiento del manejo de los recursos de producción agrícola.

## 3.0 UBICACION DEL AREA DE ACCION DEL PLAN PILOTO SAN MARCOS

El área central de operación del Plan Piloto se ubicó al nororiente de Lima, en el Valle de la Provincia de San Marcos del Departamento de Cajamarca. El Valle San Marcos se encuentra rodeado por dos cadenas de cerros que se estrechan bastante en su extremo inferior, el cual es recorrido longitudinalmente por dos ríos (Cascasén y Huayobamba), lo que estando separados aguas arriba convergen, aguas abajo en el lugar donde se estrechan las cadenas de cerros.

Dentro del ángulo de convergencia de dichos ríos, se ubica la ciudad principal de la Provincia de San Marcos.

En la parte alta de los cerros y delimitando las áreas del Valle se encuentra la infraestructura principal de riego de construcción reciente.

Las "Investigaciones Extensivas" de riego se ubican en la ladera de los cerros de la margen superior izquierda del río Huayobamba en una zona denominada la "HUAYLLA" y las "investigaciones Intensivas" se ubican en la parte denominada "HUAYOBAMBA ALTO", en esta misma zona se condujeron las investigaciones de rehabilitación de parcelas agrícolas empantanadas y salinizadas (Ver Fig. Anexa N° 1).

## 4.0 METODOLOGIA DE ACCION DEL PLAN PILOTO SAN MARCOS

Los trabajos de campo se ejecutaron directamente en las parcelas de los agricultores cooperadores y con la participación directa y permanente de los mismos. Las acciones técnicas conducidas multidisciplinariamente involucran las siguientes líneas de investigación:

- Irrigación agronómica, para la conducción de todas las actividades de ingeniería de irrigación, disponiéndose de todos los recursos necesarios para maximizar la producción y encargada de brindar la capacitación de profesionales y personal técnico.

- Extensión agrícola: para trabajar en estrecha coordinación con el componente de irrigación agronómica, con la finalidad de extender posteriormente, los resultados considerados como extrapolables a otras áreas y a otros agricultores. Su función primordial fue la de capacitar a los agricultores del ámbito del Plan Piloto.

- Agro-Economía encargada de la cuantificación de los costos involucrados en las investigaciones agronómicas, con el objetivo de optimizar la rentabilidad futura que esté al alcance de los agricultores.

- Sociología-Antropología para la evaluación de la actiud de la actitud de participación de los agricultores durante la ejecución del Plan y antes del mismo.

El método de trabajo considera las acciones multidisciplinarias que van desde el enrolamiento voluntario de los agricultores cooperadores, a las acciones de desarrollo físico parcelario de habilitación para una agricultura eficiente, luego a la construcción del sistema de riego que permita la aplicación eficiente del agua, la siembra, conducción y cosecha de los cultivos, hasta la evaluación de los resultados obtenidos. Simultáneamente se desarrollan las actividades de evaluación y diseño del sistema de drenaje, así como la ejecución periódica regular de las actividades de capacitación a profesionales y a los agricultores usuarios.

## 5.0 DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACION

### 5.1 INVESTIGACION EXTENSIVA

#### Unidad de Investigacion La Huaylla

La unidad está adyacente al lateral CI que corre paralelo al canal principal de 150 lts/s (Ver Fig. Anexa N° 2), el área total abarca 13 ha y sirve a trece parcelas de agricultores minifundistas, los suelos son arenosos con profundidades promedio de 30 cms y pendiente promedio de 12%; en algunos casos excepcionales se presentan textura franco arcillosos con profundidades hasta de 1.54 m, los métodos de cultivo son surcos en contorno y terrazas las cuales fueron remodeladas; el terreno fue preparado mediante fuertes requerimientos de despiedre, nivelación, aradura con disco, rastreo, accionado por tractores y yunta de bueyes; la nivelación se dió mediante tablones confeccionados para tales fines.

La campaña agrícola se riega partiendo de sublaterales y aplicando el agua directamente a los surcos mediante sifones construídos in situ.

Los sublaterales se diseñaron con carácter de ensayo lo más económicamente posible; por la alta pendiente topográfica se ensayaron diversos esquemas de disipación de energía; caídas entubadas, caídas verticales con pozas disipadoras y caídas en serie; en ningún caso se usa armadura de refuerzo, sólamente una delgada protección de 1 cm de mortero o piedra acomodados con la impermeabilización del mismo mortero mencionado. Todo funcionó correctamente, todos los surcos en contorno fueron construídos con pendientes de cinco por mil y un caudal máximo no erosivo de 1.2 lts/s, para longitudes máximas de 70 m, el tiempo de riego osciló con el período vegetativo, pero en todos los casos se minimizó la escorrentía, la frecuencia y oportunidad de riego se controló con irrómetros.

Los cultivos conducidos fueron papa (variedad Mariva y Revolución), cuyas semillas básicas se obtuvieron del Centro Internacional de la Papa - Huancayo; el otro cultivo conducido fue fríjol (variedad Gloriabamba, cuya semilla fue proporcionada por el CIPA-Cajamarca). Los cultivos se condujeron en surcos en contornos y terrazas tipo bancales sobre dos suelos contrastables cuyo control fitosanitario se dió oportunamente.

El nivel de fertilizantes de los suelos se dió acorde a las recomendaciones de los laboratorios; dado que los resultados de los análisis indican una alta deficiencia de Nitrógeno, en los campos de cultivo se introdujeron algunos ensayos de cuatro niveles de Nitrógeno (0, 50, 100, 150 Kg/Ha.) y en el caso del fríjol los niveles fueron: (0, 10, 20, 30 Kg/Ha), en cuatro repeticiones en cada nivel. Además en el caso del fríjol se evaluaron dichos niveles de fertilización con ensayos de inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno (RIZOBIUM).

A manera de control se escogieron dos parcelas testigos, ubicadas fuera de la unidad de investigación, a cuyos propietarios se les entregó únicamente las mismas semillas utilizadas dentro de la unidad; teniendo tales agricultores el compromiso de conducirlos con sus propias costumbres, lo cual serviría para fines comparativos de los resultados del Plan.

## 5.2 UNIDAD DE INVESTIGACION INTENSIVA HUAYOBAMBA ALTO EXPERIMENTO DE INTERACCION

Esta unidad se ubicó en la margen derecha del río Huayobamba, sobre los suelos relativamente profundos y textura franca, aquí se condujeron investigaciones rigurosas sobre una área aproximada de 0.5 ha, el objetivo fue determinar la máxima producción que se puede obtener en dos variedades de papa (Mariva y Revolución), las que fueron sometidas a tres niveles de riego y cuatro de fertilizantes (0, 50, 100,150 Kg/Ha de Nitrógeno); el ensayo se realizó con tres repeticiones; los controles fitosanitarios se dieron con la regularidad necesaria.

Las parcelas experimentales se condujeron en surcos rectos de 15 m de largo, espaciados a 80 cm; los cuales fueron regados por sifones que captaban el agua de canales revestidos con una capa delgada de mortero.

La medición del agua del canal de riego se hizo mediante vertederos CIPOLETTI y aforadores de garganta recortada; la medición del agua aplicada al surco se hizo mediante sifones y la cantidad de humedad disponible en el suelo para el cultivo se midió mediante irrómetros y con la sonda de neutrones radioactivos.

Los niveles de riego fueron definidos por rangos de stress de la humedad del suelo los que generalmente fueron controlados por la frecuencia con que se aplicaban al riego. Dado que en la zona se presentan lluvias frecuentes, la lámina a reponerse en el riego quedó definida por el balance hídrico diario que se llevó a cabo, la frecuencia de riego se controló evalúandose la evatranspiración real calculada, partiéndose de los registros climatológicos de 18 años y de las curvas Kc predeterminadas, lo que a su vez fue ajustada mediante la medición frecuente del índice de cobertura del cultivo y por el estado de desarrollo del mismo; asímismo, se determinaron las curvas características de humedad del suelo con las cuales se controlaban sus niveles de humedad almacenada en cada riego o lluvia.

## 5.3 INVESTIGACION HUAYOBAMBA BAJO REHABILITACION DE TIERRAS

Esta se ubica en la parte baja del experimento de interacción, abarcando un área afectada aproximadamente de 50 ha, a las cuales se les evaluó las causas y solución de los problemas de drenaje. Esencialmente se trata de un área que se encuentra próxima al estrechamiento de las dos cadenas de cerros que limitan al valle, que por ubicarse en su parte baja del mismo, por la baja eficiencia en la aplicación y conducción del agua en los canales de riego y por ser suelos relativamente pesados generan un ascenso progresivo de la tabla de agua hasta llegar a empantanar la zona en mención.

Lo resaltante del caso, es que en la zona no habían planteamientos formales para rehabilitación de suelos empantanados y/o salinizados; pero por tratarse de un problema que representa un nivel de afectación significativa de toda el área del departamento de Cajamarca, se planteó una especie de metodología de rehabilitación, de tal forma que se pueda buscar la aplicabilidad del método a otras áreas de dicho departamento.

## 6.0 CURSO DE CAPACITACION A PROFESIONALES, TECNICOS Y AGRICULTORES

El curso se centró sobre el "Manejo de los Recursos Agua-Suelo-Planta-Clima y Fertilidad"; se condujo con exposiciones audio-visuales, con módulos de capacitación de reciente preparación por el "INTERNATIONAL IRRIGATION CENTER" de la Universidad de UTAH - USA y se complementaron con exposiciones teóricas en aula y con demostraciones eminentemente prácticas a nivel de campo, con parcelas demostrativas. Uno de los objetivos fue lograr que cada participante tuviera un dominio absoluto del tema de capacitación por cuanto cada uno posteriormente capacitarían a cinco personas más y así de esta manera lograr tener un efecto multiplicador en el manejo de los recursos antes mencionados por parte de los agricultores. Los cursos se desarrollaron durante un año, con sesiones de dos días de duración cada una y con una frecuencia quincenal, durante el primer año, después de lo cual la frecuencia fue mensual.

## 7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien el Plan Piloto tenía en perspectiva un plazo de trabajo amplio y hasta la fecha no sólo ha terminado un año de investigación de campo, por lo que no se podrían derivar conclusiones de rigor sostenible; tal vez valdría la pena expresar los siguientes comentarios:

- Los niveles de producción alcanzados con el Plan Piloto, indican un incremento muy significativo cuando los comparamos con los obtenidos antes que se estableciera dicho Plan.

  Durante la conducción de los trabajos de campo, se minimizó y en algunos casos se anuló la erosión y escorrentía superficial. El manejo del riego permitió, no solamente, conducir cultivos exitosamente en la época seca y lluviosa, sino que permitió un mayor control y manejo de los demás recursos de la zona.

- Con las Investigaciones Extensivas se ha evidenciado que con el manejo elementa de factores productivos se puede lograr un despegue significativo de la producción de la Sierra Peruana. Con la Investigación Intensiva, en la cual los mismos factores de producción son manejados con mayor formalidad, se vislumbra el arribo a los niveles máximos de producción.

  Las Investigaciones de Interacción también parecen indicar que todavía no se ha alcanzado el potencial y que con mayores prácticas de control de agua se podría obtener algo más de la producción de la tierra; estos incrementos de productividad podrían pagar rentablemente las inversiones involucradas.

- De lo observado en las parcelas de control y que fueron conducidas sólo por los agricultores, se presentan evidencias que le otorgan ventajas significativas a las parcelas conducidas con el Plan Piloto.

- Las obras de arte utilizadas para disipar la energía hídrica y distribuir el riego han sido sencillas, baratas y funcionales; por lo que valdría la pena evaluar la factibilidad técnico-económicas de sus usos futuros en otras zonas similares.

- El sostenimiento del despegue de la producción agrícola obviamente dependerá de la preservación del suelo como fuente de dicha producción. Sin embargo, ante el dramático nivel de erosión apreciado en la Sierra Peruana, el Plan Piloto se vislumbra como una alternativa alentadora.

  Dentro de este contexto se encuadra perfectamente la rehabilitación de la significativa área de suelos agrícolas que se encuentran empantanados y/o salinizados en todo el Departamento de Cajamarca.

- Hay un gran interés y expectativas de los agricultores del ámbito para que continúen las acciones del Plan Piloto y también hay el deseo de extender estas experiencias a otras áreas de la zona.

- Los efectos futuros de la capacitación efectiva de profesionales técnicos y agricultores tendrán, de seguro, repercusiones positivas imprevisibles para el desarrollo agrícola.

- Las acciones del Plan Piloto han permitido demostrar indudablemente que la realidad peruana ha aperturado un nuevo horizonte, promisor para su necesidad clamorosa de incorporar sus áreas agrícolas a un efectivo esquema de producción nacional; para esto es necesario contar con la voluntad y decisión para volcar al campo, acciones conjuntas de grupos multidisciplinarios que viabilicen el manejo racional de los recursos; tales decisiones no implican en esencia complejidad mayor, pero las voluntades no se hacen muy visibles. Sin embargo, esto es lo que justifica la razón de ser y la existencia de todos los profesionales ligados a la productividad agrícola.

En resumen, podría recomendarse tener en cuenta que una mayor producción de alimentos es un clamor de grandes implicancias socio-económicas, no atenderlo es cerrar los ojos a la realidad.

El Plan Piloto San Marcos enfocó toda su atención a ese clamor, por lo que la compatibilidad de sus objetivos con los planes y programas de irrigación en la Sierra Peruana, y por que no decirlo también en la Costa, sería de utilidad mayor.

# ANEXOS

Se adjuntan los siguientes gráficos:

| | |
|---|---|
| Fig. 1 | Esquema de ubicación del Plan Piloto dentro del Sub-Proyecto San Marcos. |
| Fig. 2 | Esquema general de las parcelas de Investigación Extensiva en el Sector "La Huaylla". |
| Fig. 3 | Esquema de Investigación Extensiva de una de las parcelas del Sector "La Huaylla". |
| Fig. 4 | Esquema del experimento de Interacción de Huayobamba o Investigación Intensiva. |
| Fig. 5 | Curvas de rendimientos por variedad, niveles de riego y de fertilización. |
| Fig. 6 | Ayudas visuales: Transparencias y Slides. |

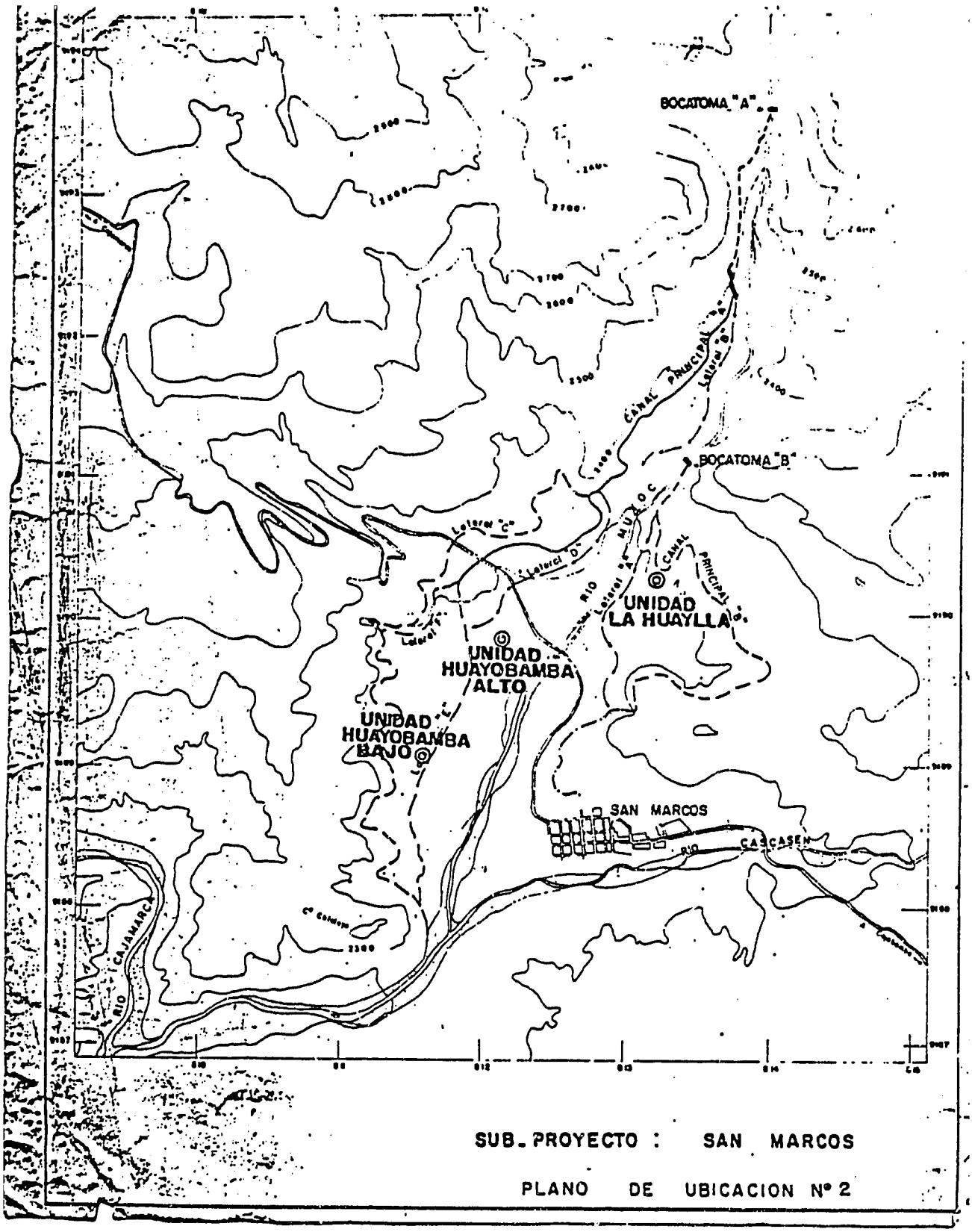



FIG. Nº 1 _ ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PLAN PILOTO DENTRO DEL SUB-PROYECTO SAN MARCOS

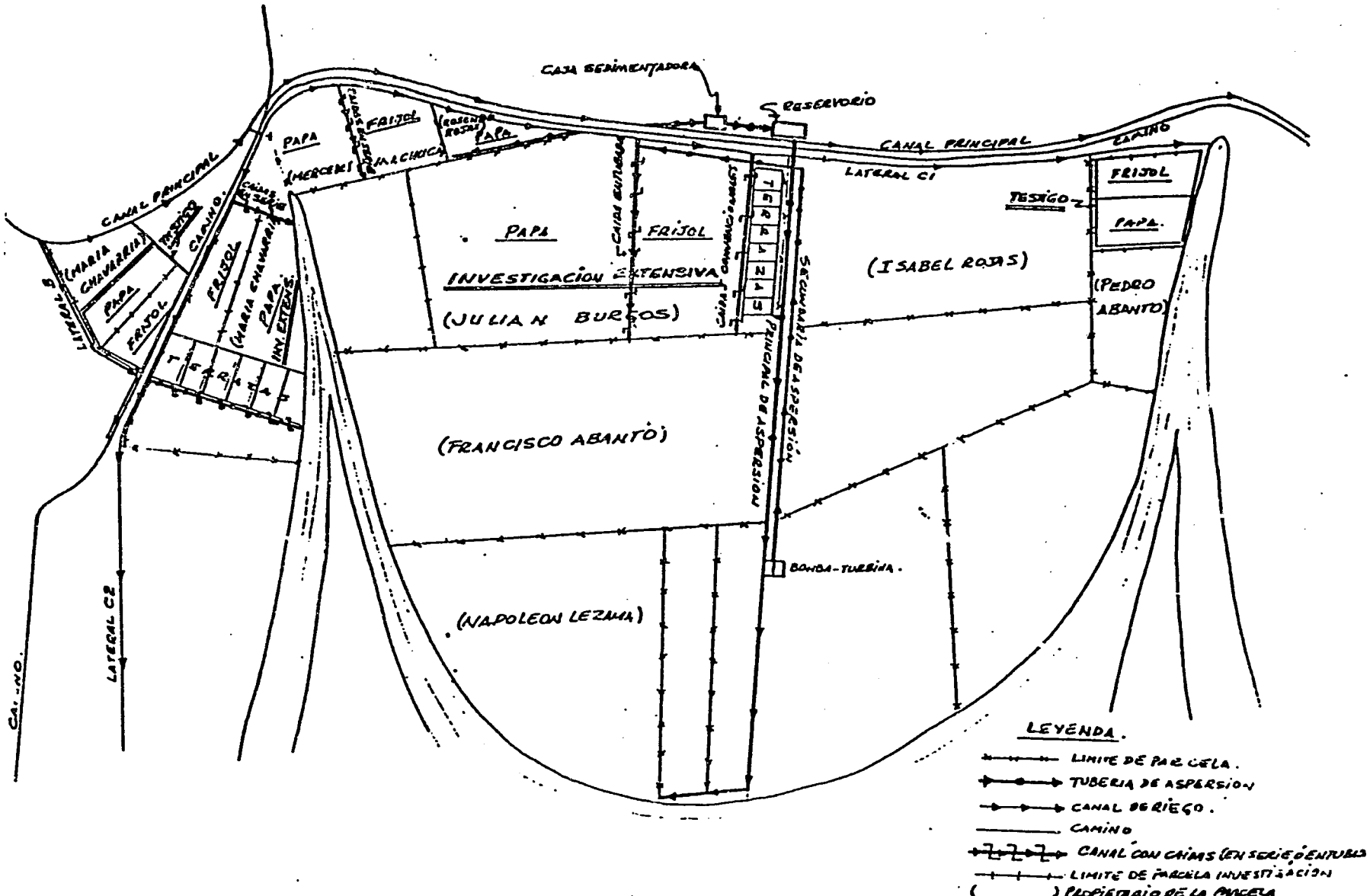



FIG N° 2.- SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO (GRVEDAD) Y EN CONSTRUCCION (ASPERSION) PARA INVESTIGACION EXTENSIVA – LA HUAYLLA.

CHH

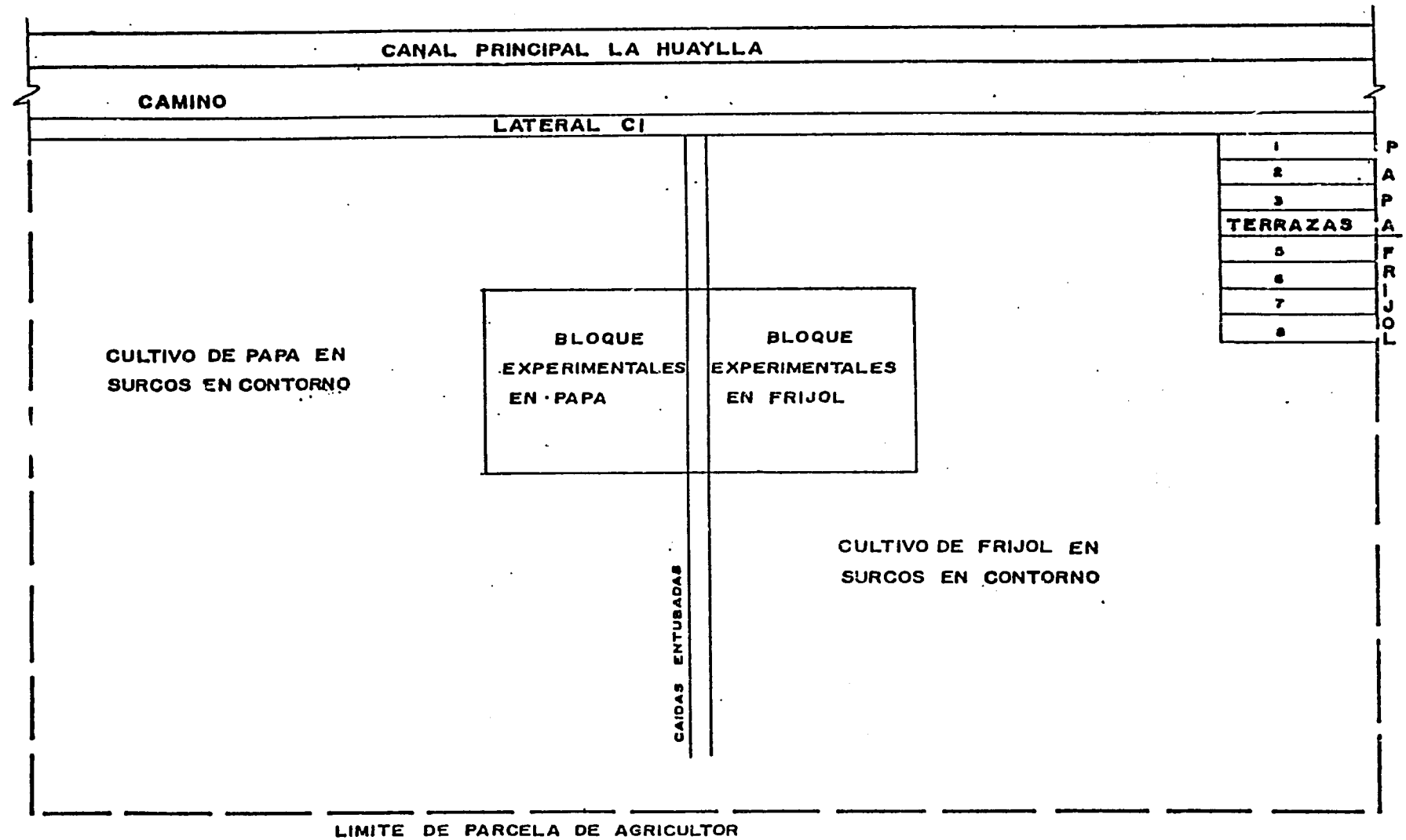



FIG. 2a.- PARCELA DE INVESTIGACION EXTENSIVA UNIDAD LA HUAYLLA

(APLICACION DE 80% DE CONOCIMIENTO DISPONIBLE)

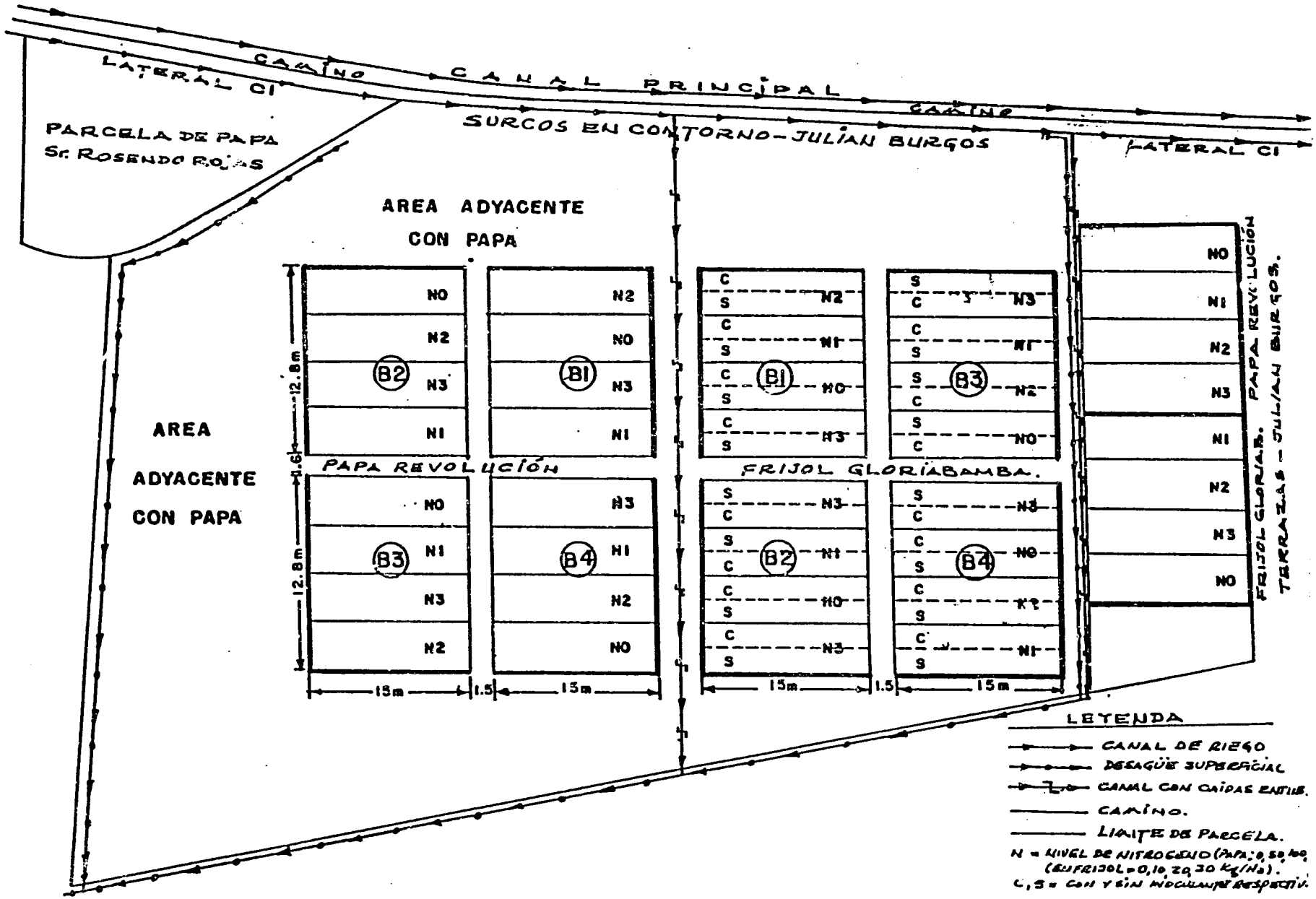



FIG. 3.- ESQUEMA EXPERIMENTAL DE INVESTIGACIÓN EXTENSIVA EN PARCELA DE JULIAN BURGOS — UNIDAD LA HUAYLLA.

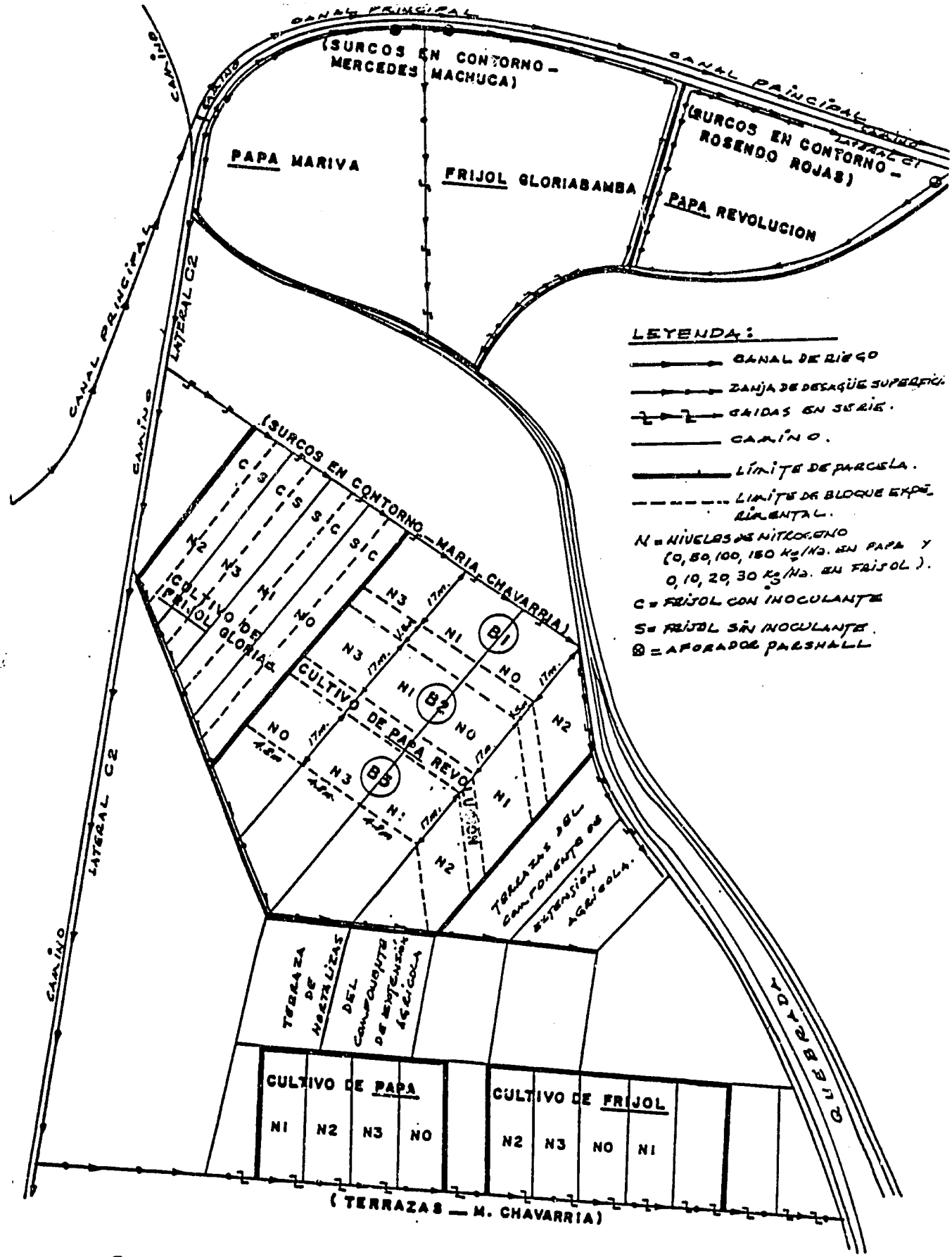
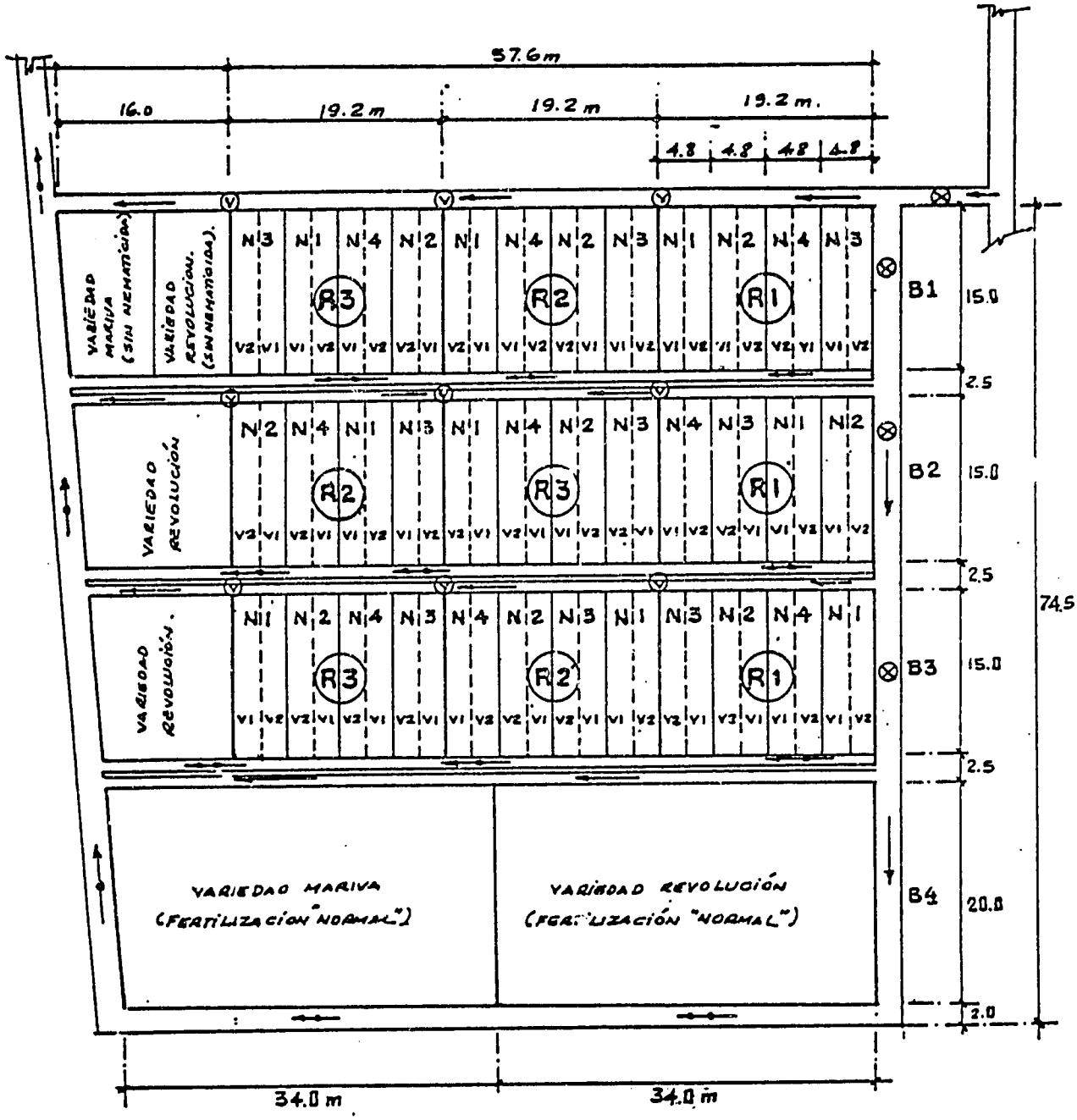



FIG. 3a.- ESQUEMA EXPERIMENTAL DE PA... AS DE LA ESTIGACION EXTER... VA-LA HUAYL...

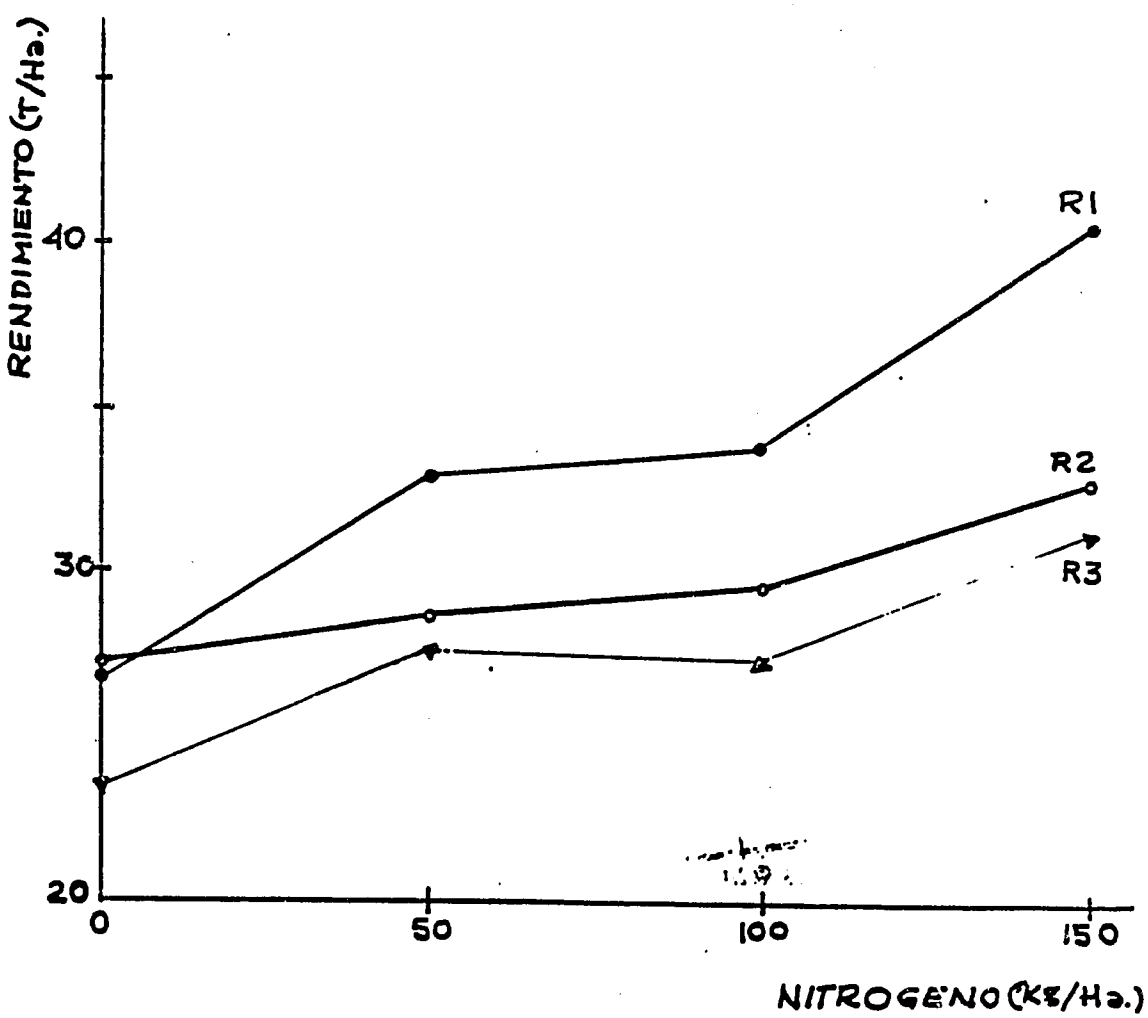



LEYENDA

V1 = VARIEDAD MARIVA
V2 = VARIEDAD REVOLUCION
⊗ = AFORADOR PALMAL
Ⓥ = VERTEDERO CIPOLETTI
⟶ CANAL DE RIEGO
⟶ CANAL DE DRENAJE SUPERFICIAL
N = NIVEL DE NITRATO DE AMONIO (0,50,100,150 Kg/Ha)
R = NIVEL DE RIEGO
B = BLOQUE REPETITIVO

FIG. 4.- ESQUEMA EXPERIMENTAL DE EXPERIMENTO DE INTERACCION - UNIDAD DE INVESTIGACIÓN HUAYOBAMBA - PARCELA STA. JULIANA CALDERÓN

FIG.5.0 REVOLUCION (Rendimiento Total)



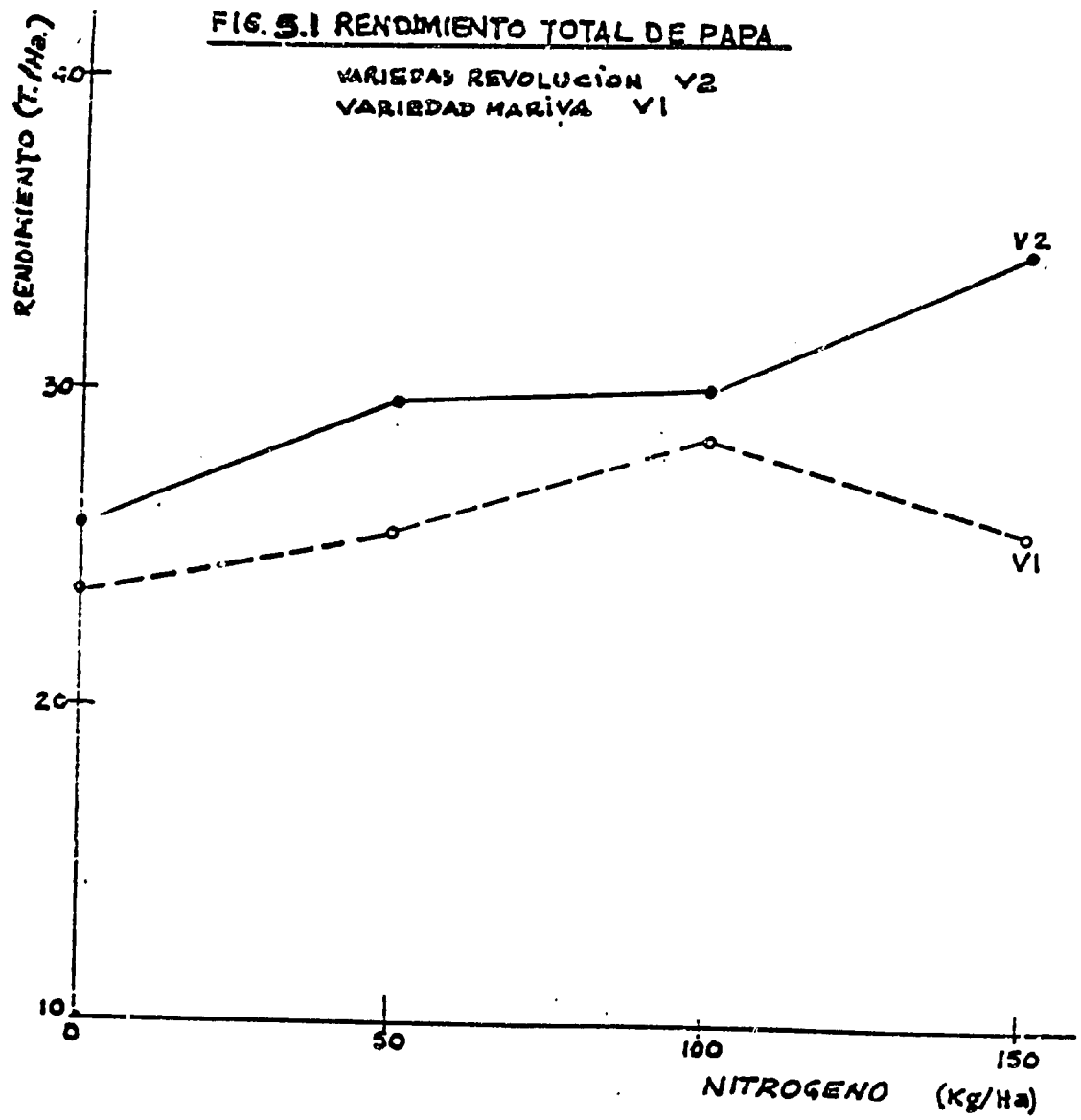
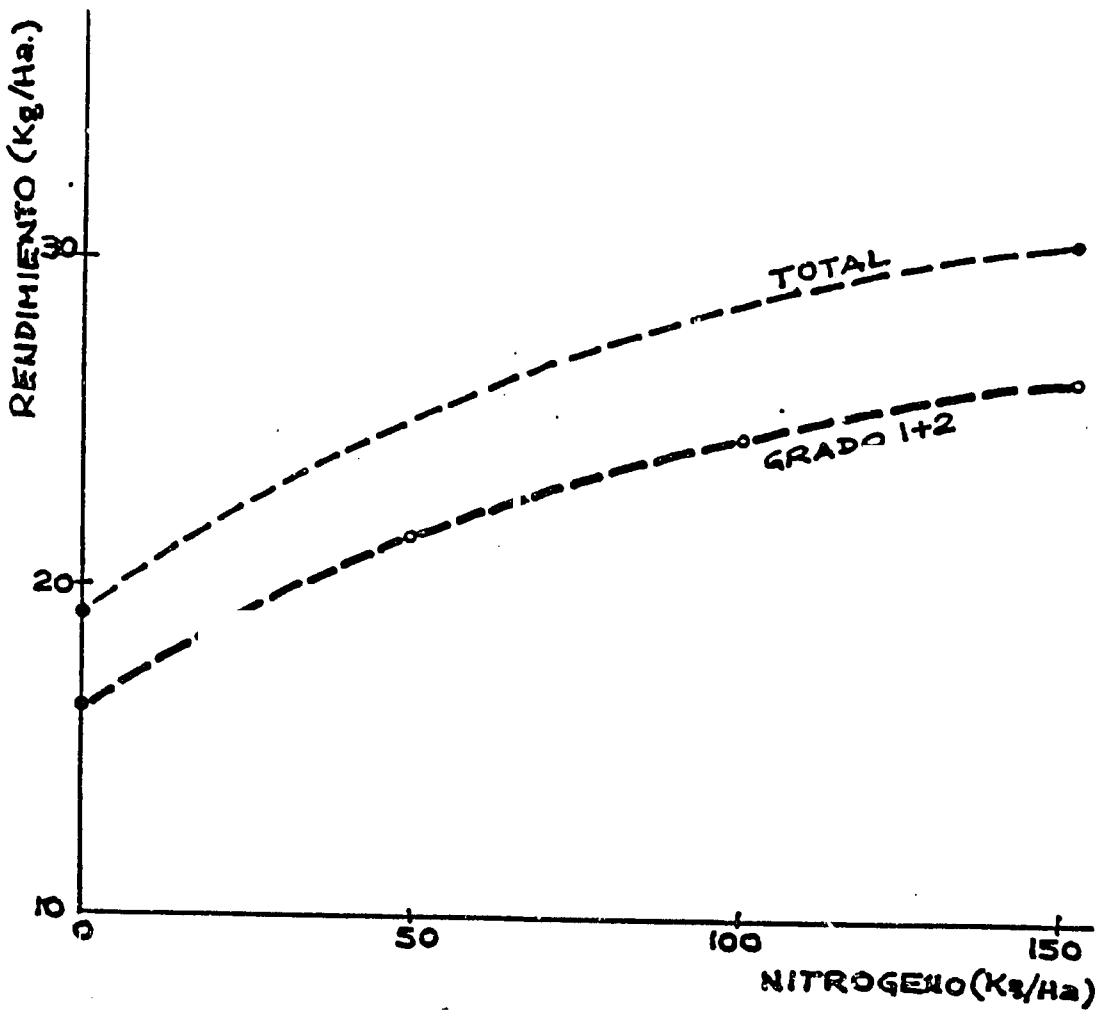


FIG. 5.1 RENDIMIENTO TOTAL DE PAPA
VARIEDAD REVOLUCION V2
VARIEDAD MARIVA V1
RENDIMIENTO (T./Ha.)
40
30
20
10
V2
V1
0
50
100
150
NITROGENO (Kg/Ha)

FIG. 5.2 PAPA – PARCELA: JULIAN BURGOS



# PROYECTO REGIONAL MAYOR SOBRE EL USO Y CONSERVACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN BOLIVIA

AUTOR: CARLOS A. FERNANDEZ JAUREGUI
CONAPHI, BOLIVIA

## 1.0 INTRODUCCION

Cinco años después del lanzamiento del PRM en México, el Comité Nacional Boliviano para el Programa Hidrológico Internacional (CONAPHI-BOLIVIA), tiene el honor de presentar a su consideración el trabajo realizado, fruto de las necesidades del área rural boliviano y el apoyo de instituciones miembros del CONAPHI-BOLIVIA, así como de UNESCO/ROSTLAC.

## 2.0 MARCO DE REFERENCIA

Considerando la extensión de nuestro territorio y la diversidad de condiciones, se estableció el "MODELO DE LA PAZ", cuyo objetivo fue establecer un área de desarrollo a base de tecnología que sea social, económica y tecnológicamente apropiada al medio, de tal manera que en forma objetiva y con la participación de la comunidad se adecue y/o se mejore la tecnología al servicio del usuario.

Dentro de este marco de referencia se conformó el PRM/Bolivia, el cual en la actualidad está integrado por diferentes instituciones y expertos sobre el desarrollo rural a nivel nacional.

En relación a la descripción del área de Bolivia, se indica los siguientes valores medios:

1. Clasificación morfoestructural (GEOBOL)

   A.1 Cordillera Occidental Volcánica
   A.2 Cordillera Central-Oriental
   B. Altiplano
   C. Sub-Andino
   D. Llanuras
   E. Escudo Brasileño
   F. Serranías Chiquitanas

2. Clasificación climatológica (KOPPEN)

   A. Climas tropicales (AF y Aw)
   B. Climas secos (BSeh', BSwh y BSwh)
   C. Climas templados (Cwb y Cwa)
   D. Climas fríos (EB y ET)

---

Nota: Resultados del Proyecto Regional Mayor se encuentran en UNESCO: Nature and Resources Magazine (Vol. XX, No. 3, July-Spt., 1984, pp. 11-18).

3. **La temperatura según isotermas** (Balance Hídrico-CONAPHI-BOLIVIA)

| | | |
|---|---|---|
| A. | Altiplano: | 8 - 10° C |
| B. | Valles: | 12 - 16° C |
| C. | Llanos: | 24 - 26° C |

4. **La precipitación según isoyetas** (Balance Hídrico-CONAPHI-BOLIVIA)

| | | |
|---|---|---|
| A. | Altiplano: | 100 - 500 mm |
| B. | Valles: | 900 - 1200 mm |
| C. | Llanos: | 1300 - 1700 mm |

5. **La Evapotranspiración** (Balance Hídrico CONAPHI-BOLIVIA)

| | | |
|---|---|---|
| A. | Altiplano: | 650 mm |
| B. | Valles: | 870 mm |
| C. | Llanos: | 1400 mm |

6. **La altura sobre el nivel del mar**

| | | |
|---|---|---|
| A. | Altiplano: | 3700 - 4000 m |
| B. | Valles: | 2000 - 3000 m |
| C. | Llanos: | menores a 1000 m |

7. **Crecimiento de la población**

| | |
|---|---|
| Población censada 1976: | 4.613.486 |
| Incremento absoluto: | 73.250 |
| Promedio exponencial: | 2,05 |

8. **Tasas de analfabetismo** (%)

Total: 36,8

9. **Población económicamente activa:**

Total: 45,7%

10. **Hogares según procedencia del suministro de agua** (%)

| | |
|---|---|
| Por cañería: | 39,3 |
| Por pozo o noria: | 24,2 |
| Río, lago, etc.: | 33,5 |
| Otros: | 3,0 |

11. **Hogares según el sistema de eliminación de agua** (%)

| | |
|---|---|
| Alcantarillado público: | 12,4 |
| Cámara séptica: | 2,0 |
| Letrina o pozo ciego: | 7,5 |
| No tienen: | 78,1 |

12. **Hogares según disponibilidad de Energía Eléctrica (%)**

| | |
|---|---|
| Tienen: | 34,3 |
| No tienen: | 65,7 |

## 3.0 PROYECTOS

Considerando el marco de referencia, se establecieron áreas piloto, para la aplicación del "Modelo de La Paz", resaltando ahora las siguientes:

- Comunidad Huaraco (La Paz)
- Comunidad San Pedro (Chuquisaca)
- Comunidad Condo (Oruro)
- Comunidad Escoma (La Paz)

De igual manera y para acelerar el proceso de transferencia de tecnología, así como su implementación, se está prestando asesoramiento a todo proyecto público o privado, departamental o nacional, que considere el medio físico, social y económico dentro del concepto de alternativa adecuada.

A continuación se describe brevemente cada uno de los proyectos, así como sus etapas y metodologías:

1. Proyecto de Riego: aplicación de riego en zonas áridas y semiáridas.

- riego por potes de arcilla y cápsulas porosas
- riego por goteros de arcilla
- riego por sondas

Para la aplicación de los métodos anteriormente indicados, se estableció la siguiente metodología:

- Construcción de un horno en el IHH (Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, Bolivia)
- Construcción de tornamesas para la fabricación de elementos en el IHH
- Construcción de un invernadero en el IHH
- Cursos de cerámica a talleres y técnicos del IHH
- Aplicación de un área piloto

2. Proyecto Aeromotores: dotación de agua para uso humano y riego. Para la aplicación del proyecto se procedió de la siguiente forma:

- Construcción de un túnel de viento
- Estudio de diferentes alabes para condiciones en Bolivia

- Construcción de prototipos de rotores
- Construcción de torre y tornamesa, prototipos (IHH)
- Construcción de bombas (IHH)
- Optimización de rendimientos de bombas
- Eliminación de "cuellos de botella"
- Construcción de prototipo aerobomba IHH-1
- Aplicación de un área piloto

3. Proyecto de descontaminación de aguas en base a la Schoenoplectus Tatora. Para la eliminación del plomo, manganeso, zinc y cobre en base a una planta típica del lago Titicaca. La metodología aplicada fue la siguiente:

   - Primera fase: estudio en laboratorio sobre el comportamiento de la totora frente a estos minerales en relación a absorción y tiempo.
   - Segunda fase: construcción en modelo hidráulico como prototipo de planta de tratamiento (IHH)
   - Tercera fase: construcción de una planta prototipo y optimización de mediciones en base a absorción atómica

4. Proyecto de utilización de productos nativos. Para la clarificación de aguas con material en suspensión y su utilización como agua para consumo humano:

   - pepas de durazno (pericia vulgaris)
   - haba seca (vicia faba)
   - penca (opuntia vulgaris)
   - tierra La Paz

   La metodología aplicada fue la siguiente:

   - Primera fase: estudio en laboratorio de aguas turbias y coloreadas
   - Segunda fase: experiencias piloto (IHH-IIS)
   - Tercera fase: metodología de aplicación y difusión del método

5. Proyecto Dosificadores de Cloro y Fluor. Para la desinfección de aguas para consumo humano

   - Utilización de materiales de desecho
   - Funcionamiento seguro y simple
   - Diseño del prototipo y su calibración (IHH-ISS)
   - Metodología de aplicación y difusión

6. Proyecto de Biodigestores. Para la dotación de energía, bioabono, y saneamiento ambiental:

- Estudios sobre biogas y la técnica
- Estudios sobre bioabono y la técnica
- Construcción de un prototipo e investigación sobre su aplicación (IHH)
- Proyecto de difusión

7. Proyecto Cocinas Lorena. Para la optimización del uso de la leña y control de erosión

- Estudios sobre la tecnología
- Construcción de prototipo (IHH)
- Proyecto de difusión

8. Proyecto Calentador Solar. Para la dotación de agua caliente para uso humano:

- Estudios sobre la tecnología
- Construcción de prototipo e investigación (IHH)
- Proyecto de aplicación en área piloto

9. Proyecto de Destilador Solar. Para la eliminación de contenidos de sal en el agua:

- Estudios sobre su tecnología
- Construcción del prototipo (IHH)
- Diseño de planta de destilación

10. Proyecto sobre control de erosión. Evitar la erosión y reforestar el área con obras simples y baratas. Metodología aplicada:

- Estudio del área
- Diseño de obras de protección
- Aplicación de medias lunas, jagueyes o atajados, pequeños vertederos secos, zanjas de coronamiento y espigones

11. Proyecto Filtros Caseros de Arcilla. Para la filtración de agua para consumo humano. En base a los antecedentes sobre arcillas se decidió fabricar filtros de arcilla utilizando la tecnología del pote de arcilla:

- Diseño de elementos
- Pruebas del rendimiento
- Diseño del prototipo (IHH)
- Aplicación del prototipo

12. Captación de agua de lluvia en techos. Para la dotación de agua en lugares donde la fuente de agua está alejada:

- Traducción del manual producido por WASH en inglés al español
- Preparación de un taller en la comunidad
- Difusión de la tecnología

13. Proyecto Inyectores de Solución de Hipoclorito. Para la desinfección de agua para consumo humano en comunidades con red de agua potable. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Construcción de un prototipo
- Estudio y mejora de su operación
- Aplicación en un área piloto

14. Proyecto filtros de arena. Para la filtración de agua para consumo humano. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Construcción del prototipo
- Investigación sobre su eficiencia
- Aplicación en un área piloto

15. Manual de difusión de tecnología en el área rural. Para la explicación y difusión de tecnologías en una comunidad campesina.

La metodología aplicada fue la siguiente:

- Recopilación de las diferentes tecnologías experimentadas
- Selección de técnicas en función de su simplicidad
- Preparación de borradores y documento final
- Aplicación en un área piloto

16. Proyecto Invernadero. Para la producción de cultivos en condiciones climáticas diferentes al medio ambiente. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Construcción de un prototipo
- Investigación de su funcionamiento con diferentes cultivos
- Mejoramiento del diseño
- Aplicación de un área piloto

17. Proyecto Control de la Erosión Cuenca Río Camacho-Tarija. Para controlar la erosión superior, media y baja de la cuenca, utilizando soluciones biológicas. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Diseño del proyecto
- Ajuste del proyecto considerando situaciones específicas
- Evaluación de las técnicas propuestas
- Aplicación y seguimiento en el área piloto

18. Introducción de prototipos en el área rural. Para el asesoramiento de otros proyectos en el área rural de Bolivia.

La metodología que se aplica es la siguiente:

- Se recibe la solicitud de asesoramiento
- Se realiza una visita al área del posible proyecto
- Se establece un alcance de trabajo
- Se implementan las técnicas apropiadas

19. Cursos de difusión sobre tecnología aplicada. Para la formación y mejoramiento de recursos humanos en el área rural. La metología aplicada es la siguiente:

- Preparar cursos de difusión por sectores
- Preparar el material de trabajo
- Realizar el curso - taller
- Evaluar resultados

20. Proyecto microturbinas. Para la generación de energía hidroeléctrica en comunidades rurales. La metodología aplicada es la siguiente:

- Diseño y construcción de una microturbina
- Pruebaa de diseño y rendimiento
- Aplicación del prototipo en el área piloto

21. Proyecto Bombas de Agua a Bajo Costo. Para la dotación de agua en lugares donde se usa agua subterránea poco profunda. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Obtener la información sobre bombas de bajo costo
- Optar por un diseño (J.P)
- Construcción del prototipo
- Investigación sobre rendimientos
- Aplicación y rendimientos en el área piloto

22. Proyectos Piloto. Para la aplicación de tecnología apropiada en diferentes condiciones y lugares del país. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Elección de áreas de proyecto
- Diseño de las técnicas en función de las necesidades
- Aplicación y seguimiento del proyecto

23. Proyectos de Asistencia Técnica y Social. Para solucionar problemas específicos en proyectos específicos del área rural. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Solicitud de asistencia
- Propuesta y alcance de la asistencia
- Aplicación en el tema correspondiente

24. Proyecto Inundaciones Lago Titicaca. Para analizar el problema creado por fenómenos meteorológicos en la cuenca. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Evaluación de la información obtenida
- Interpretación y diagnóstico del problema
- Proposición de posibles soluciones por sectores
- Aplicación y seguimiento

25. Proyecto Micro-central Hidroeléctrica Condo. Para la dotación de Energía Eléctrica Comunidad Condo (Uso Múltiple) Oruro. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Evaluación, diagnóstico y diseño del proyecto
- Búsqueda de fuentes de financiamiento
- Establecimiento de convenios de cooperación
- Ejecución de obras civiles y electromecánicas
- Construcción de micro-turbina
- Implementación y seguimiento

26. Proyecto Refrigerador Solar. Para la conservación de vacunas, productos lácteos, otros en el área rural. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Asesoramiento sobre el tema (JFP)
- Diseño y asistencia técnica (JFP)
- Construcción prototipo
- Investigación del prototipo

27. Proyecto Microcentral Hidroeléctrica Chuma. Para la dotación de Energía Eléctrica Comunidad Chuma (uso múltiple) La Paz. La metodología aplicada es la siguiente:

- Evaluación, diagnóstico y diseño del proyecto
- Búsqueda de fuentes de financiamiento
- Establecimiento del convenio de cooperación

28. Proyecto Escoma La Paz. Para solucionar el problema de calidad de agua en las comunidades del área. La metodología que se aplica es la siguiente:

- Evaluación, diagnóstico y diseño de soluciones
- Aplicación de técnicas
- Seguimiento

29. Proyecto Evaluación del potencial Hidro-energétcio en el departamento de Chuquisaca, para comunidades menores a 500 habitantes. La metodología aplicada fue la siguiente:

- Recopilación de información cartográfica e hidrometeorológica
- Determinación de las comunidades
- Establecimiento del potencial hidroenergético por sus cuencas.

30. Proyecto Plantas Medicinales en el Area de Huaraco: Para establecer el número de plantas y sus usos/ La metodología aplicada es la siguiente:

- Recopilación de la informacion
- Explicación de los comunarios
- Archivo de documentos

31. Transferencia de tecnología horizontal. Para el intercambio de información y técnicas entre países en desarrollo. La metodología aplicada es la siguiente:

- Definir los problemas a encararse
- Conversar con UNESCO/ROSTLAC
- Definir los lugares adecuados
- Enviar técnicos
- Establecer convenios o intercambio de experiencias

32. Cursos de difusión sobre tecnología apropiada. Considerando la filosofía del Modelo de La Paz, se realizó una forma de programas, cursos, seminarios sobre la difusión de la tecnología a diferentes niveles:

- Personeros del gobierno (toma de decisión)
- Técnicos sobre el área de conocimiento correspondiente
- Promotores sociales
- Comunidades

En los siguientes departamentos de Bolivia: Chuquisaca, Tarija, Cochabamba, La Paz.

Y, finalmente exposiciones públicas de las técnicas hasta ahora conocidas y desarrolladas.

33. Proyecto de Confiabilidad Crediticia. Para convertir al campesino en sujeto de crédito. Metodología que se aplica:

- Evaluación de proyectos
- Discusión con UNESCO/ROSTLAC
- Contacto con Bancos de Fomento al Desarrollo
- Intercambio de opiniones proyectos afines

34. Otros proyectos. Para la realización de los diferentes proyectos antes indicados, se tuvo que ejecutar investigaciones que necesariamente exigían los anteriores y estos son los siguientes:

- Inventario - diagnóstico de los recursos hídricos en Bolivia
- Balance Hídrico de Bolivia (9 cuencas principales)
- Inventario nivológico de Bolivia
- Mapa hidrogeológico de Bolivia
- Visita de técnicos nacionales a otros proyectos en el exterior
- Obtención de documentos relativos al tema
- Evaluación de los Recursos Hídricos de Bolivia

## RESUMEN DE PROYECTOS
## PROGRAMA REGIONAL MAYOR PRM/BOLIVIA

| | | |
|---|---|---|
| A. | Gestión de los Recursos Hídricos | 8 |
| B. | Riego y Drenaje | 11 |
| C. | Desarrollo Integrado | 9 |
| D. | Enseñanza y difusión | 15 |
| E. | Agua potable y saneamiento | 17 |
| F. | Suministro de Energía | 7 |
| G. | Transferencia Tecnología | 18 |
| | Total | 85*/54 |

Incluye los seminarios auspiciados por el PRM/Bol y misiones de transferencia tecnológica

Relación de Eficiencia: 1:24.1 (Promedio)

# MODELO LA PAZ
# UN PROYECTO DE DESARROLLO RURAL CON TECNOLOGIA APROPIADA

AUTOR: DIPL. ING. CARLOS A. FERNANDEZ JAUREGUI*

Director del Instituto de Hidráulica e Hidrología - UMSA La Paz - Bolivia. Presidente del Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional. CONAPHI-Bolivia. Catedrático, Facultad Tecnología - UMSA.

## 1.0 INTRODUCCION

En la ciudad de La Paz, República de Bolivia, se llevó a cabo el año 1981 la "Sexta Reunión de la Conferencia Permanente de Organismos Nacionales de Política Científica y Tecnología de América Latina y El Caribe", la cual fue auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). En la mencionada reunión se abordó el tema de la relación ciencia-tecnología y su aplicación en el medio rural, derivando finalmente en la "Declaración de la Paz sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo Rural", lo cual recomendó a UNESCO lo siguiente:

1. Que organice y coordine la inmediata aplicación de un método en una subregión homogénea desde el punto de vista de sus características, de modo de definir en una subregión seleccionada en un plazo mínimo, un modelo de desarrollo, que constituye una experiencia piloto.

En este contexto y en coordinación con la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y El Caribe, UNESCO, el Comité Regional para el Programa Hidrológico Internacional "ONAPHI-Bolivia, conformó un grupo de trabajo que lleve a cabo el proyecto por fase y de acuerdo al siguiente alcance general:

FASE A: Selección del área de proyecto y formulación de la estructura básica del modelo

FASE B: Diseño final del Proyecto y capacitación y preparación en el área del proyecto

FASE C: Implementación del modelo

El propósito de esta publicación es mostrar en forma resumida, como fue posible la ejecución de la FASE A del Alcance General del Proyecto en base a un programa de actividades.

## 2.0 PROPOSITO

El Proyecto en la fase A (Primera) tiene por propósito seleccionar dos áreas en el medio rural boliviano, en las cuales se pueda implementar proyectos pilotos que tengan básicamente un carácter demostrativo, de divulgación y de investigación que permitan una transferencia de tecnología fluída, eficiente y dinámica, en el sentido de que a través del rescate de las técnicas tradicionales y su constante acondicionamiento a la situación actual, su mejoramiento se pueda crear un modelo de desarrollo cuyo núcleo sea la TECNOLOGIA APROPIADA, accesible al medio y fundamentalmente inmersa en el contexto socio-cultural del campesino de la región.

## 3.0 METODOLOGIA

En el territorio boliviano se puede diferenciar en forma general tres regiones características: El Altiplano, los Valles y el Llano; cada una de ellas con sus rasgos y peculiaridades propias. La compleja problemática que plantea pues el desarrollo rural en cada una de las regiones referidas, a los sistemas de ciencia y tecnología,

"determina que no existan soluciones únicas o generales", por lo que es preciso tomar en cuenta las particulares características que se presentan en ellas. Por esta razón se convino en centrar el estudio en dos áreas que puedan ser representativas de la región a que pertenecen: El Altiplano del Departamento de La Paz y los Valles del Departamento de Chuquisaca.

Una vez así definidos los límites del estudio, se procedió a la RECOLECCION DE LA INFORMACION, para lo cual se acudió a una diversidad de entidades encargadas de los diferentes rubros en los que se vé involucrado el proyecto, cuyo detalle es el siguiente:

- Se solicitó información de diferente índole a 37 instituciones nacionales e internacionales, públicas o privadas.

- Se obtuvo información, sea ésta a través de publicaciones, informes, etc. en un número de 112 documentos.

Simultáneamente se realizaron viajes de inspección tanto al campo como a otras ciudades relacionadas con la información solicitada.

Una vez realizado el acopio de la información obtenida, se procedió a la SISTEMATIZACION Y COMPLEMENTACION DE LA INFORMACION, que fue ejecutada en la siguiente forma:

- Ubicación geográfica de la zona.
- Población
- Vivienda
- Condiciones geográficas
- Recursos Naturales
- Infraestructura
- Aspectos económicos-financieros
- Aspectos sociológicos

Llevando a cabo una codificación de toda la información en base a los factores anteriormente indicados, procurando detectar en que áreas y rubros se tenía déficit, a fin de realizar una complementación.

Una vez complementada la información, se procedió con el DIAGNOSTICO GENERAL DEL SECTOR RURAL, el cual se dividió en cuatro partes: primero los antecedentes históricos del sector en su conjunto, que pueda permitir el mejor conocimiento del medio humano al cual vá dirigido el modelo de desarrollo, segundo su ubicación dentro del contexto nacional, es decir los recursos naturales y humanos que permiten su desarrollo y el estado actual del nivel de vida de la gente del campo, tercero el análisis de la producción agrícola considerando el nivel de producción de los bienes agrícolas. Finalmente se realizó el análisis del sector rural desde el punto a vista económico, la producción agrícola dentro de la estructura económica del país y las características básicas de la economía campesina.

Habiéndose obtenido conclusiones de este tipo la estructura general de la economía corresponde a condiciones socio-económicas y culturales que la encuadra dentro de formas específaicas de producción y reproducción social: la autosubsistencia y el autoconsumo preponderantes, con un excedente productivo destinado a la

comercialización. Las unidades campesinas se encuentran mal provistas social y económicamente para hacer frente a sus necesidades básicas, niveles de vida muy precarios. Desequilibrio entre la actividad agropecuaria y las actividades productivas de tipo industrial. Desplazamientos de la población campesina en busca de mejores condiciones de vida e ingresos, otros. Esta situación plantea de inicio el problema de la integración nacional, el problema de las formas en que se efectuará la asimilación proveniente de la cultura urbana por parte de la población campesina y el problema de la reproducción de la cultura campesina como una cultura original.

El trabajo de la FORMULACION DE LA ESTRUCTURA BASICA, resultó ser uno de los aspectos más dinámicos, pues en principio se planteó un esquema teórico básico que tuvo que ser "ajustado" o "calibrado".

Reiteradamente en base a las nuevas experiencias y nueva información que se obtuvo a través del trabajo de campo. Al inicio se planteó el problema de la sociedad, dependencia y sus diferentes antecedentes. Se consideraron los postulados generales del desarrollo rural y se establecieron las características del modelo de desarrollo rural y se estableció: "El Modelo La Paz, debe atacar en primera instancia los problemas de la pobreza rural, a través de políticas adecuadas en el incremento de la producción y de la retribución de los ingresos y esta condición y objetivo, deberá ser satisfecha a través de la tecnología apropiada". "El Modelo La Paz, deberá dirigirse ante todo hacia los grupos rurales enmarcados en la economía de subsistencia". "El Modelo La Paz deberá tender hacia el logro de la máxima colaboración de la población beneficiaria en las tareas del desarrollo, a través de su motivación, su esfuerzo y su participación en la realización del Proyecto."

"El Modelo La Paz deberá orientarse hacia la consecución de un crecimiento socioeconómico rural coherente y autosostenido". Finalmente, "El Modelo La Paz será efectivo si además cumple con las condiciones de ser factible a plazos relativamente cortos". Con lo anteriormente señalado, se pudieron establecer los objetivos del proyecto Modelo La Paz, a nivel general y específico, y se clasificaron en las siguientes áreas:

A) - Recursos Naturales
- Recursos Forestales
- Recursos Hídricos
- Recursos Energéticos

B) - Producción agrícola y alimentación

C) - Saneamiento ambiental y servicios

Posteriormente se procedió con el dimensionamiento y alcance del modelo, y proponiendo una metodología que incluye lo siguiente:

- Líneas de acción del proyecto
- Financiamiento del proyecto

Puesto que la identificación de los problemas científicos y tecnológicos, en el medio rural, deben pasar ineludiblemente por la consideración del contexto social en que ellos se presentan, tales como las características culturales, sanidad ambiental, educación, equipamiento comunitario, etc." Se procedió con la ejecución de la SELECCION PRELIMINAR DE AREAS, la cual se ejecutó de la siguiente manera:

Debido a las limitaciones propias de este tipo de estudios, se vió por conveniente realizar una primera selección de áreas en base a la información y criterios indicados anteriormente y de modo que se acomoden a la estructura básica establecida.

## 3.1 ZONA ALTIPLANICA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

El Departamento de La Paz, tiene 18 provincias que varían en su altitud desde los 254 metros sobre el nivel hasta los 3.959 metros sobre el nivel del mar. Habiéndose definido de antemano la aplicación del Modelo La Paz en la zona altiplánica, se preseleccionaron todas las provincias, cuya altura sobre el nivel del mar sea mayor a los 3.700 metros sobre el nivel del mar; habiéndose preseleccionado 9 provincias; una vez realizada esta preselección se hizo un análisis de la información que se muestra en el cuadro No. 1, en el que se toman en cuenta varios factores y a través de la misma se pudieron determinar ciertos valores que más tarde se constituyeron en parte de los criterios de selección que se muestran a continuación:

- Crecimiento de la población por provincias.
- Tasas de analfabetismo por provincia.
- Idioma hablado por provincias.
- Condición de actividad.
- Características de la vivienda.
- Procedencia del Suministro de agua
  - Por cañería.
  - Por pozo, noria o aljibe.
  - Por río, lago, vertiente o acequia.
  - Otras procedencias.
- Sistema de eliminación de aguas
  - Por alcantarillado público.
  - Por cámara séptica.
  - Por letrina o pozo ciego.
  - No tienen.
- Disponibilidad de energía eléctrica.
  - Tienen energía.
  - No tienen energía.

Para cada uno de los ocho parámetros, se estableció el valor central y valores extremos y se procedió con la segunda etapa de la preselección de áreas, habiéndose establecido lo siguiente:

1. Crecimiento de la población: Se estableció que se elegirán como áreas aptas para la ejecución del modelo, todas aquellas áreas en las que el índice de crecimiento de la población se encuentre por encima del valor central (x = 0.96). Prevalecerá esta opinión en las etapas de preselección tomando en cuenta que la actual situación de la multiplicación de problemas y limitaciones causantes del

estado de subdesarrollo existente, se vé acelerada en proporción directa al incremento de la población, por lo cual se considera como área preferente aquella cuya dinámica de crecimiento sea mayor.

Con un análisis en detalle de cada parámetro similar al anterior se estableció lo siguiente:

2. Tasa de analfabetismo.

Se eligen áreas en las que el índice de analfabetismo sea inferior el valor central (x = 50,33).

3. Idioma hablado.

Se eligen las provincias donde se hablen castellano - aymara - quechua.

4. Condición de actividad.

Se eligen las áreas donde el valor del PEA (población económicamente activa) sea superior al valor central (x = 46.11).

5. Habitantes por vivienda.

Se eligen las áreas donde el índice de habitantes por vivienda - sea superior al valor central (x = 4,06)

6. Procedencia del suministro de agua.
   6.1 Por cañería.
   No se considera por su distorsión.
   6.2 Por pozo, noria o aljibe.
   Se eligen las áreas cuyos valores sean superiores al valor central (x = 65,3)
   6.3 Por río, lago, vertiente o acequia.
   Se eligen las áreas cuyos valores sean mayores al valor central (x = 25,9)

7. Sistema de eliminación de aguas.
   7.1 Por alcantarrillado público.
   Se eligenlas áreas cuyo valor sea inferior al valor central (x = 1,00)
   7.2 Por cámara séptica.
   Se eligen aquellos cuyo valor sea inferior al valor central (x = 0,12)
   7.3 Por letrina o pozo ciego.
   Se eligen aquellas cuyo valor sea inferior al valor central (x = 1,7)

8. Disponibilidad de Energía.
   Todas las áreas cuyo valor sea inferior al valor central (x = 4,4)

De esta forma fue posible preseleccionar las provincias que cumplían lo indicado y así se obtuvo el cuadro resúmen No. 2 de donde se establece que la provincia Aroma es el área preseleccionada.

Un procedimiento similar se aplica para la preselección de áreas en el departamento de Chuquisac, a pero iniciando la preselección con todas las provincias

cuya altura sobre el nivel del mar varían entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m., ver cuadro No. 3 y No. 4, donde se establece que la provincia Azurduy es el área preseleccionada.

Este trabajo derivó en una selección final de los lugares posibles - de implementación, a través del TRABAJO DE CAMPO EN COMUNIDADES, donde se obtuvieron las referencias de organización, producción, problemas comunales, inquietudes, etc., de esta forma se realizó la visita a varias comunidades en las áreas ya preseleccionadas y donde el equipo tuvo que aplicar otro tipo de criterios para evaluar temas muy delicados como ser: interés, buenas predisposiciones, excepticismo, accesibilidad, agresividad, experiencias negativas, etc., habiendo dado lugar después de varios km de recorrido y discusiones a seleccionar las siguientes comunidades para la ejecución del proyecto:

A) Huaraco (Provincia Aroma, Departamento de La Paz)

B) San Pedro (Provincia Azurduy, Departamento Chuquisaca)

Considerando los siguientes antecedentes:

- Formulación básica del modelo.
- Selección preliminar de áreas.
- Trabajo de campo en las comunidades.

De este modo y una vez seleccionadas las áreas, se propuso un perfil de proyecto en el marco del "Desarrollo rural a través del Modelo - La Paz", el cual se lo realizó bajo el título de EJECUCION DEL PERFIL DEL PROYECTO y en esta etapa se circunscribía los requerimientos de un modelo de desarrollo en medio rural en cada una de las áreas con su información específica considerando los tres rubros más importantes en la contextura del modelo: Recursos Naturales, educación, y salud con la siguiente estructura:

Recursos Naturales:

Geomorfología
Fisiografía
Topografía
Geología
Hidrología
Ecología

Sector Agropecuario:

Tenencia de la tierra
Ganadería

Características socio-económicas:

Población
Infraestructura económica

Identificación de técnicas apropiadas:

Sector: Recursos Naturales
Sector: Producción Agropecuaria
Sector: Servicios

Líneas de acción:

Finalmente se elaboró un listado de tecnología que se aplicará en cada una de las áreas del proyecto, cuyo trabajo de investigación se está encarando, cuyo listado es el siguiente:

D1: Dosificación de cloro y fluor ara el consumo en poblaciones rurales.
D2: Utilización de productos nativos en la clarificación de agua de consumo.
D3: Utilización de Schoenoplectus Tatora (totora) como agente descontaminante de aguas.
D4: Riego en base a potes de arcilla.
D5: Atajados o jagueyes.
D6: Letrina tipo Vietnam.
D7: Utilización de energía solar en la zona rural.
D8: Batea solar.
D9: Calentador de panel.
D10: Calefacción de ambientes.
D11: Invernaderos solares.
D12: Aplicaciones de aeromotores en el área rural.
D13: Aplicación de la Biomasa.
D14: Microcentrales Hidroeléctricas.
D15: Pequeñas presas de madera y tierra.
D16: Bombas manuales para agua subterránea.
D17: Extracción manual de agua de pozos.
D18: Filtro de aguas turbias.
D19: Sistemas de captación de agua de lluvia en techos.
D20: Implementos agrícolas y yugos mejorados para tracción animal en la agricultura.
D21: Cocinas a leña de rendimiento mejorado.

En el Modelo La Paz participaron seis personas, habiendo conformado un grupo multidisciplinario y con la cooperación de diferentes instituciones nacionales e internacionales.

El documento de trabajo ha sido preparado en dos tomos y con 442 páginas y anexos.

En la actualidad se está iniciando la segunda fase que corresponde al diseño final y la capacitación y preparación en el área del proyecto.

# ESTUDIO DE POLITICAS DE MANEJO DE SUELOS Y AGUA EN TIERRAS AGRICOLAS EN LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO PASTAZA

FUNDACION CIENCIA
ECUADOR

## 1.0 ANTECEDENTES

El Instituto de Estrategias Agropecuarias (IDEA), creado por la Fundación Ciencia, con la finalidad de realizar estudios y promover la participación más efectiva del sector privado en la definición de políticas y estrategias que beneficien directamente al sector agropecuario, ha creído importante, el llevar a cabo un estudio que analice no solo el aspecto técnico y científico sobre la ordenación de la Cuenca Hidrográfica del Río Pastaza y el problema de erosión y deterioro de los recursos naturales renovables, sino también, analizar y correlacionar dichos factores con la situación de carácter político e institucional que enmarcan al problema general.

El estudio, recopila toda la información generada y procesada por las instituciones, tanto del sector público como privado, que desarrollan actividades en relación con la administración y conservación de los recursos naturales renovables e influyen directa e indirectamente en el normal desarrollo del sector agropecuario.

La Cuenca Hidrográfica del Río Pastaza, ubicada en el centro de la Región Interandina y Amazónica, constituye un espacio geográfico representativo, en donde confluyen un sinnúmero de factores de índole biofísico, social, económico, cultural y hasta religioso, que inciden positivamente en el rápido deterioro de los recursos naturales y consecuentemente en el desequilibrio ecológico de la región.

A esto se suman, los esfuerzos que realizan instituciones del sector público para establecer un proyecto de manejo y conservación de la Cuenca Alta del Pastaza, que merece el apoyo del sector privado para su ejecución.

## 2.0 OBJETIVOS

El estudio pretende conocer el estado de degradación, los problemas y las posibles soluciones que conlleven a un manejo adecuado de la Cuenca del Río Pastaza, siendo los objetivos principales los siguientes:

- Recopilar y analizar la información existente sobre los grados de erosión,que afectan las actividades agrícolas y obras de infraestructura, que inciden en la baja producción agrícola y el efecto en las partes bajas de la Cuenca Hidrográfica.

- Identificar los sistemas y prácticas de manejo y conservación del suelo y agua, evaluar los incentivos económicos y legales que promueven e impiden la conservación de los suelos, así como ver el grado de participación de los campesinos ubicados en tierras frágiles, en relación con los proyectos de conservación que ejecutan los DRI, CARE, MAG, Plan Bosque y otras instituciones de desarrollo público y privado.

- Realizar un análisis legal e institucional de aquellos organismos del sector público y privado que efectúan trabajos de manejo y conservación de suelos y aguas en la Cuenca del Río Pastaza, con el fin de determinar el grado de complementariedad o duplicación de esfuerzos y sugerir alternativas de coordinación institucional.

## 3.0 METODOLOGIA

Una primera etapa del Estudio sobre Políticas de Manejo de Suelos y Agua en Tierras Agrícolas de la Cuenca del Río Pastaza, consistió en determinar las diversas instituciones involucradas en la Cuenca y la recopilación de información existente.

Se aplicó un cuestionario de preguntas para los diferentes temas contemplados, los cuales se complementaron con el estudio de diferentes documentos existentes.

Las entrevistas directas a los responsables de los diversos organismos de las Provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo y en Quito, agilitó la recopilación de información, a la vez que permitió conocer las actividades que desarrollan en relación con los recursos naturales.

El análisis y síntesis de información y la observación directa en el campo de los diferentes problemas del manejo y conservación de suelos, permiten tener una visión real de la situación y proponen alternativas de políticas y estrategias en la Cuenca del Pastaza.

Adicionalmente, se elaboró cartografía temática y se presentan diversas fotografías, para una mejor comprensión de la temática estudiada.

## 3.1 DEGRADACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

- Entre las causas principales de erosión o degradación de los suelos, esta la intervención del hombre, quien ha manejado mal los recursos por encima de su capacidad productiva.

- Existen causas naturales endógenas y exógenas que sumadas a los perjuicios causados por el hombre, aceleran el proceso erosivo en la Cuenca del Pastaza, como la precipitación y el viento y factores condicionantes como pendientes, formaciones superficiales y cobertura vegetal.

- La caracterización de los diferentes tipos, formas e intensidad de erosión, junto con la comparación del uso actual y la vocación natural de las tierras, permitió determinar los conflictos de uso.

- Existe sobreutilización del suelo en gran parte del área estudiada, sobreutilización que causa y acelera la degradación del ambiente, por lo que es necesario un ordenamiento en el manejo de la Cuenca.

- Los aspectos que se resaltan en el presente estudio, se refieren a la utilización racional y técnica de los recursos naturales renovables en función de la potencialidad de los mismos y el mejoramiento de los diferentes sistemas de expiotación, con miras no sólo al manejo y conservación eficiente de los recursos, sino también con la finalidad de obtener una buena rentabilidad que permita mejorar las condiciones de vida de los campesinos.

- El proceso de deterioro de los recursos en la región, incide gravemente en el desarrollo agrícola, social, económico y a la infraestructura existente, ya que, la inversión y los esfuerzos que se realizan por obtener una buena rentabilidad se ven disminuídos en sus posibilidades por esta situación.

- En el campo agrícola, se observa como cada día, la frontera agrícola se amplía como consecuencia de la presión que ejerce el hombre sobre la tierra y a la contínua pérdida de la capacidad productiva de innumerables zonas, que hoy en día, se han convertido en verdaderos eriales o arenales que no producen ni siquiera para la autosubsistencia de los campesinos.

- En cuanto a las obras de infraestructura, tales como: canales de riego, caminos y represas, éstas sufren el impacto del proceso erosivo, ya que como producto de la sedimentación de los canales de riego se obstruye los mismos, paralizando por algún tiempo el servicio de dotación de agua de riego.

- En general, se puede manifestar que el impacto que causa el deterioro de los recursos puede muchas veces llegar a ser irreversible y de consecuencias negativas futuras, ya que en vez de producir más para satisfacer las necesidades alimenticias de una población cada día mayor, se deterioran los recursos y por lo tanto se produce menos de las necesidades.

- El análisis de la problemática de la erosión y sus consecuencias conllevan a la necesidad de priorizar unidades geográficas más pequeñas, que por sus condiciones de índole biofísico, social y económico, necesitan de acciones y programas inmediatos de uso, manejo y conservación racional de los recursos naturales renovables.

- Para priorizar estas unidades geográficas, se adoptó una metodología que basada en el análisis de diferentes parámetros, se asignó un valor de acuerdo con la importancia o gravedad de los mismos, estableciéndose así que, las Subcuencas del Río Pumancuchi en la Provincia de Cotopaxi; Subcuenca del Río Ambato en la Provincia de Tungurahua y Subcuenca del Río Guamote-Cebadas Medio, son las de atención prioritaria para racionalizar el uso, manejo, conservación y recuperación de los recursos de dichas Subcuencas que presentan serios problemas para el normal desarrollo de la Cuenca Hidrográfica del Pastaza.

## 3.2 SISTEMAS O PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS

- Como resultado de este trabajo se concluyó en que el proyecto más importante y significativo, desde el punto de vista conservacionista, son los que vienen realizando CARE y el Ministerio de Agricultura y Ganadería en las Provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo.

- **PROVINCIA DE COTOPAXI:** En esta Provincia se vienen ejcutando trabajos de conservación de suelos en comunidades campesinas y en predios particulares. Las comunidades campesinas en las cuales se viene interviniendo son las siguientes: Yatapungo, Licto, Cruspungo, áreas circundantes a la ciudad de Latacunga; Tiopapamba que abarca las

comunidades de Yahuartoa, Caleta, Pacta Arico, Pasacucho, Calicanto (Comunidad Tigua), Centro Cívico (Comunidad La Cocha); Comunidad Quinticusig, Comunidad San Juan, Comunidad Canjaló. En cuanto a predios particulares, tenemos, Hacienda Monjas (800 ha.), Hacienda Barrancos (400 ha.) y Hacienda Santa Rosa (200 ha.).

- **PROVINCIA DE TUNGURAHUA:** En esta Provincia, se viene trabajando con comunidades campesinas, las cuales tienen tierras comunales, en donde con la participación campesina se ha logrado establecer zonas demostrativas de conservación de suelos, que sirven para promocionar no solo a los campesinos de la Provincia sino de la región. Las comunidades más importantes son: Calhuachico, Calhuagrande, Llantantoma, Angahuana, Calitahua, Angamarquillo y Ambatillo. Además, de estas comunidades existen trabajos de conservación de suelos en otros lugares de la Provincia como Santa Rosa, Casihama, Izamba y Píllaro.

- **PROVINCIA DE CHIMBORAZO:** En esta Provincia, se viene trabajando en comunidades campesinas que pertenecen a las Parroquias de Flores, Guantal, Barquista, Shugubug, Llanjitopamba y Rayapamba. Además, en zonas como: Miraflores, San Rafael, Atullag, Colonche y los predios de las Asociación Indígena Evangélica de Majipamba.

- En las provincias anotadas, se realizan trabajos de conservación de suelos integrados, que consisten en la adopción de prácticas mecánicas, culturales y agronómicas, las mismas que están dando resultados positivos, porque se ha detenido el proceso erosivo en un 60 y un 80%, en beneficio directo del aumento de producción así por ejemplo, en zonas donde se producía el 6x1 en papas, con la implantación del sistema o prácticas de conservación de suelos se llegó a producir entre el 15 y el 18x1.

- La adopción de técnicas conservacionistas ha influenciado directamente en la migración campesina, ya que ha detenido en un pequeño porcentaje, debido a que estos trabajos necesitan de mayor participación y utilización de mano de obra, que hace que el campesino dedique mayor tiempo al trabajo en su propiedad la cual está produciendo en mayor proporción.

## 3.3 ASPECTOS LEGALES, INSTITUCIONALES Y PROGRAMATICOS

### INSTITUCIONES PUBLICAS

- **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA:** Analizando el aspecto legal que responsabiliza a esta Institución del manejo y conservación de los recursos naturales renovables, encontramos dos leyes que se refieren a este campo, la una denominada Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario y la otra Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre.

- La Direcciones o Instituciones adscritas al MAG responsables del cumplimiento de las Leyes son: Dirección Nacional Forestal, Dirección Nacional Agrícola, Dirección de Planificacion, Dirección Nacional de Desarrollo Rural, Dirección Provincial Agropecuaria de Tungurahua, INERHI e INIAP.

- **MINISTERIO DE BIENESTAR SOCIAL:** Esta Institución incursiona dentro del campo del uso, manejo y conservación de los recursos naturales renovables, a partir del 6 de enero de 1986, en que se firma el Decreto Ejecutivo No. 1461 mediante el cual la Secretaría de Desarrollo Rural Integral (SEDRI) pasa a formar parte del Ministerio de Bienestar Social, a través de la creación de la Subsecretaría de Desarrollo Rural, que es la responsable del manejo y ejecución de los Proyectos de Desarrollo Rural Integral.

- La Subsecretaría de Desarrollo Rural, realiza trabajos de manejo y conservación de los recursos naturales en las áreas de los Proyectos de Desarrollo Rural Integral Tanicuchí-Toacazo-Pastocalle; Salcedo, Tungurahua, Quimíag-Penipe y Guamote, que se encuentran dentro de la Cuenca Hidrográfica del Río Pastaza.

- **DIRECCION GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE (DIGEMA):** Es una Dirección creada el 18 de febrero de 1986, mediante Acuerdo Ministerial No. 824, dentro de la estructura orgánica funcional del Ministerio de Energía y Minas. Y tiene como funciones principales la fijación de políticas sobre el medio ambiente en general.

- **INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION INECEL):** Es un Organismo adscrito al Ministerio de Energía y Minas, creado en 1973, con el propósito de inventariar los recursos energéticos nacionales con fines de producción de energía eléctrica. Dentro del campo legal no le asignan responsabilidad directa sobre el manejo de cuencas hidrográficas, pero si le dan potestad para influenciar indirectamente ante los organismos competentes para que manejen y cuiden los recursos de agua que sirven para generar energía hidroeléctrica.

- Dentro de la estructura orgánica de INECEL se creó la Unidad de Manejo de Cuencas Hidrográficas, que se encarga de coordinar, estudiar y ejecutar trabajos en algunas cuencas que son de importancia para dicha Institución.

- **MINISTERIO DE INDUSTRIAS, COMERCIO Y PESCA:** Este organismo se responsabiliza del cumplimiento de la Ley de Pesaca y Desarrollo Pesquero, cuya aplicación le corresponde a la Subsecretaría de Recursos Pesqueros. Dentro del Orgánico Funcional, existe la Dirección General de Pesca que tiene oficinas en cada una de las capitales de Provincia.

- **CONSEJOS PROVINCIALES:** La Ley de Régimen Provincial determina que los Consejos Provinciales deben colaborar con los organismos especializados en lo referente a la explotación forestal y pesquera, con el fin de proteger las obras que se construyan e impedir la despoblación ictiológica y la tala de bosques.

- **CONCEJOS CANTONALES:** La Ley de Régimen Municipal señala en el Artículo 24, la obligación de controlar el uso del suelo en el territorio del canton, de conformidad con las leyes que sobre la materia existen y establecer el régimen urbanístico de la tierra.

- Así mismo, la Ley de Régimen Municipoal, exime del plago de impuestos a las inversiones que se hagan en obras que tengan la finalidad de conservar o incrementar la productividad de las tierras protegiendo a estas de la erosión, inundaciones y de otros desastres.

INSTITUCIONES PRIVADAS

- **CENTRAL ECUATORIANA DE SERVICIOS AGRICOLAS (CESA):** Fundada el 19 de Mayo, con el objeto de llevar a cabo un Proyecto Piloto de Reforma Agraria en los predios de la iglesia, en donde entregaron un total de 15.500 ha beneficiando a 1.600 familias.

- A partir de dichas acciones, CESA ha venido ejecutando una serie de Proyectos de Desarrollo Rural con financiamiento de fundaciones e instituciones privadas del exterior y últimamente actividades dentro del campo del manejo y conservación de los recursos naturales renovables en las Provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar.

- **COOPERATIVA AMERICANA DE RECURSOS AL EXTERIOR (CARE):** Creada mediante Convenio Internacional publicado en el Registro Oficial No. 65 de enero de 1962, entre el Gobierno del Ecuador y CARE, mediante el cual esta Organización se compromete a coordinar sus esfuerzos, en los Programas que ejecuta el Gobierno del Ecuador y sus diferentes entidades, facilitando asistencia y otros beneficios a personas y organizaciones legalmente constituídas en el Ecuador.

- CARE es una organización privada internacional financiada por entidades cívicas, religiosas, cooperativas de asistencia y de trabajadores de los pueblos de los Estados Unidos, Canadá, Alemania y Francia. En este contexto CARE ejecuta proyectos en las Provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo en lo concerniente al manejo y conservación de los recursos naturales renovables.

- **FUNDACION NATURA:**Fue creada en 1978 por un grupo de ciudadanos ecuatorianos preocupados por la situación del medio ambiente en el país. Las principales estrategias que guían el trabajo de la Fundación, son: la educación ambiental, el apoyo a la investigación científica, la provisión de asistencia técnica y la elaboración periódica de diagnósticos de la situación del medio ambiente en el país.

- **CENTRO DE ESTUDIOS Y ACCION SOCIAL (CEAS):** Es una institución creada en la ciudad de Riobamba, bajo inspiración católica y depende de la Curia de Chimborazo. El objetivo principal, es asistir a través de algunos proyectos de desarrollo rural a zonas marginales de campesinos pobres, con capacitación y asistencia técnica dentro del campo agropecuario y realizar actividades de conservación de suelos.

- **EMPRESA DE DESARROLLO FORESTAL (ENDEFOR):** Es una compañía de Economía Mixta, constituída mediante escritura pública otorgada el 29 de octubre de 1980 e inscrita en el Registro Mercantil el 4 de diciemabre de 1980 y cuyo capital es preferentemente público. El objetivo primordial, es

llevar a cabo acciones inherentes a la Forestación especialmente de especies de rápido crecimiento para pulpa, madera aserrada y tableros.

- De la información analizada y procesada, se puede concluir que, la mayoría de acciones inherentes al manejo y conservación de los recursos naturales renovables que cumplen, tanto las Instituciones Públicas como Privadas son puntuales, lo cual hace que el problema soabre la degradación de los recursos no se enmarque en forma global.

- Existen programas y proyectos que se encuentran debidamente planificados, tales como:

  - El Plan Bosque que lo ejecuta el MAG.

  - El Proyecto de Manejo del Uso de la Tierra en Comunidades Rurales, que ejecuta conjuntamente MAG y CARE.

  - Proyecto de Manejo de la Cuenca Alta del Pastaza, que ejecutan: MAG, OEA, INERHI e INECEL.

  - Proyecto de Conservación de Suelos y Riego Parcelario, dentro del Proyecto DRI Quimiag-Penipe y que lo ejecutará la Subsecretaría de Desarrollo Rural, CARE, AID, e INERHI.

  - Proyecto de Multiplicación de Especies Nativas, que lleva a cabo CESA.

- En el ámbito legal, no existe una Ley Específica que norme el manejo y conservación de los recursos naturales renovables o se encargue de la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas, por lo que en el estudio se presente una propuesta institucional dentro del Orgánico Funcional del MAG, que se responsabilice de estas acciones.

- La propuesta, se refiere a la creación de una Dirección Nacional de Manejo y Conservación de Suelos, que dependa directamente de las Subsecretarías de la Sierra, Costa y Amazonía. Esta Dirección estará compuesta por una Dirección Nacional de Operaciones, una División de Estudios e Investigaciones, una División de Manejo y Conservación de Suelos, una División de Fertilizantes y los Distritos Provinciales de Conservación.

## 3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- En el campo legal, existen un sinnúmero de leyes individuales que norman el uso y administración de recursos naturales renovables (suelo, agua y bosque), no existiendo por lo tanto una Ley Específica que se refiera al manejo y administración de los recursos naturales renovables o de las cuencas hidrográficas, por lo que se hace indispensable una codificación de normas y procedimientos.

- A pesar de que los Planes de Desarrollo contemplan políticas dedicadas al manejo y conservación de los recursos naturales renovables, se carece de un Programa Integral, existen proyectos unilaterales nacidos no de una planificación nacional, sinó de la iniciativa de determinadas instituciones, que incluso carecen de competencia legal.

- En el campo institucional, existen organismos responsables de la administración de los recursos agua y bosque, no así del recurso suelo, cuya responsabilidad ha sido asignada al Ministerio de Agricultura y Ganadería a través de la Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario, quien en vez de fortalecer y legalizar el anterior Programa de Conservación de Suelos, le minimizó a un simple Departamento de Suelos de la Dirección Nacional Agrícola.

- En el campo programático, no se cumple con los objetivos propuestos en los proyectos de manejo y conservación de los recursos naturales o de cuencas hidrográficas, a pesar de ser consideradas como prioritarios por el Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE).

- A nivel de la Cuenca del Río Pastaza, se ha llevado a cabo un trabajo importante en relación con el inventario de recursos naturales renovables y socioeconómicos, no así, en el campo de la investigación y administración de los recursos suelo, agua y bosque, por lo que se enfrentan problemas serios de degradación de los recursos.

- La Coordinación Institucional pra el manejo y conservación de los suelos, agua y bosque y en general para el manejo de la cuenca, no funciona en forma integral, sino aislada y puntual.

- Se hacen esfuerzos aislados en el campo de la investigación y de la experimentación, en búsqueda de sistemas de producción y conservación de suelos.

- Los sistemas investigados y experimentados han dado resultado positivos y se ha logrado disminuir el proceso erosivo y aumentar los niveles de producción, principalmente entre los pequeños y grandes agricultores en donde se han implementado.

- Las investigaciones realizadas para cuantificar la pérdida de suelo por hectárea, determinar índices bastante altos (400 TM/Ha./año) haciendo que el problema de erosión y degradación de los suelos sea bastante serio para el normal desarrollo del campo agrícola.

- A pesar de existir incentivos para la realización de obras de conservación de suelos, no se aprovechan para los fines previstos, lo que demuestra, la poca importancia of el desconocimiento que tienen los agricultores de los beneficios del uso de técnicas conservacionistas.

- El trabajo comunitario ha dado buenos resultados en la implementación de trabajos de conservación de suelos, con experiencias positivas las Provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, sin embargo, de ser aislados y puntuales.

- En el Proyecto de Conservación de Suelos MAG-CARE, el crédito no ha sido un buen incentivo, su demanda es baja y se supone que el éxito del programa se debe al trabajo de motivación, concientización y capacitación, que constituyen un ejemplo para su ampliación a otras regiones.

- A nivel de Cuenca del Río Pastaza, los únicos Proyectos de conservación de suelos que se han ejecutado bajo una planificación y organización son el Proyecto de Conservación de Suelos (MAG-CARE) y el Proyecto de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas (COMSA), que lo venía ejecutando el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y que fue suspendido por falta de financiamiento.

- No existe un plan de capacitación a nivel de técnicos, así como, una metodología de extensión, dedicada al manejo y conservación de suelos.

- Se han definido tres subcuencas prioritarias, una en cada provincia (Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo), en las cuales se deben establecer proyectos concretos de manejo y conservación de dichas áreas.

## RECOMENDACIONES

- Crear una ley, que unifique, el manejo, administración y conservación de los recursos naturales renovables con fines agropecuarios y forestales, tomando como base la propuesta institucional que se sugiere en el presente estudio.

- Crear una estructura institucional dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, que se dedique y responsabilidad del manejo, administrativo y conservación de los recursos naturales, incluído el manejo de las cuencas hidrográficas.

- Definir mecanismos de seguimiento y evaluación, de los proyectos declarados prioritarios o contemplados en el Plan Nacional de Desarrollo, dentro del campo de conservación de los recursos naturales renovables o de cuencas hidrográficas, para controlar el cumplimiento de los mismos.

- Establecer políticas nacionales de investigación, para buscar los sistemas de conservación y explotación de los suelos más adecuados a las diferentes zonas ecológicas del país. Además, establecer la educación ambiental, tendiente a dar un uso racional a los recursos naturales renovables.

- Obtener recursos económicos necesarios para cumplir con un programa nacional de manejo y conservación de los recursos naturales renovables y de cuencas hidrográficas declaradas prioritarias, en base del establecimiento de una Ley.

- Establecer una política de fomento forestal de rápido crecimiento para el abastecimiento energético doméstico, alternando con especies y vegetación protectora permanente, así como, el restablecimiento de especies naturales en vías de extinción.

- Exigir que la institución encargada de la administración del agua y de la infraestructura de riego, considere en todo proyecto el establecimiento de sistemas de riego adecuados a las diferentes condiciones topográficas edáficas, climáticas y socioeconómicas del país, además de crédito orientado a la conservación.

- Codificar las leyes inherentes a la administración de los recursos naturales renovables y al manejo de cuencas hidrográficas.

- Definir los límites hasta los cuales debe alcanzar la explotación agrícola, con la finalidad de evitar la destrucción de los páramos y el avance rápido de la erosión hídrica y eólica.

- Solicitar a los Concejos Cantonales la definición de políticas, que tiendan hacia el crecimiento vertical y no horizontal de las ciudades, ya que siguen ocupando suelos óptimos para agricultura, en expansión urbana.

- Aunar esfuerzos para la creación y fortalecimiento de una comisión interinstitucional con decisión política y dependiente de la Presidencia de la República, para que coordine todas las actividades inherentes a la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas que realizan las diferentes instituciones nacionales o regionales.

# LOGROS Y PROBLEMAS DE LA CONSERVACION DE SUELOS EN EL ECUADOR

AUTORES: JOSE ESPINOSA y
FAUSTO MALDONADO
INIAP - AID
QUITO, ECUADOR

## 1.0 INTRODUCCION

La erosión del suelo es quizá al momento la más grave amenaza que enfrenta la agricultura de la Sierra ecuatoriana. El diagnóstico de la situación del medio ambiente en el Ecuador llevado a cabo por Fundación Ciencia con el auspicio de AID en 1981, determinó que era la erosión el agente que mayor deterioro causa al medio ambiente. Si bien el problema ya fue evidente a inicios de la década de 1940 y voces de alerta se hicieron presentes (Acosta Solís 1952), la poca presión sobre la tierra minimizaba el problema. El incremento de población aumentó marcadamente la presión sobre la tierra, y suelos de pendientes muy inclinadas debieron ingresar a uso agrícola, permitiendo de este modo un acelerado proceso de degradación que toma cuerpo a finales de la década de 1960. La magnitud del fenómeno despertó inquietudes a nivel particular y gubernamental y en la década de 1970 se iniciaron actividades de búsqueda de mecanismos que combatieran la erosión. Institucionalmente fue INIAP que en su estación de Santa Catalina y en algunos otros sitios, inició la investigación en la erosión y ciertos trabajos demostrativos.

## 2.0 PASOS PREVIOS Y PRIMERAS EXPERIENCIAS

La magnitud del problema erosivo en la sierra ecuatoriana incentivó a los técnicos del Departamento de Suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo (SECS) a iniciar labores preliminares, que servirían de fundamento a un posible plan ampliado de control de erosión. Se consiguió limitanto financiamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Rural Marginal (FODERUMA) que técnicos de la mencionadas instituciones diseñaron e implementaron un plan modesto de conservación de suelos con la comunidad indígena de Hospital Gatazo en la provincia del Chimborazo. Este programa dio no sólamente inicio a las primeras tentativas serias de conservación de suelos en el país, sino que también puso en uso el entrenamiento en control de erosión, que profesionales ecuatorianos habían adquirido con el servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos.

Las experiencias obtenidas en este proyecto piloto fueron valiosas y demostraron la efectividad de medidas de control de erosión. Al mismo tiempo, permitieron observar de cerca el efecto de fenómenos sociales en el desarrollo general del proyecto. Sobresalió así el hecho de que el control de erosión por sí solo no tenía suficiente importancia dentro del esquema de producción de los campesinos, como para que fuese aceptado y utilizado en primera instancia.

Por otro lado, se observó también que los campesinos solicitaron una ampliación del proyecto cuando la conservación de suelos demostró sus bondades respecto a retención en el sitio del suelo, agua, semilla y fertilizantes. Incentivos como semillas de variedades mejoradas y fertilizantes fueron utilizados como medio de introducción de las técnicas de conservación de suelos. El éxito del programa atrajo a campesinos de otras comunidades a observar el sitio y en el día de campo que se programó cerca de la cosecha, se aprovechó la oportunidad para introducir en una gran audiencia, los conceptos básicos del control de la erosión.

Después de terminar el financiamiento, que cubrió un ciclo de cultivos, se esperaba que como un mínimo, la comunidad campesina mantuviese las obras de conservación de suelos ya presentes en el campo o que estas fueran aún expandidas.

El tiempo demostró lo contrario, puesto que si bien las obras construidas permanecieron algún tiempo, la falta de mantenimiento y del uso de insumos apropiados, hizo que desapareciera el sistema en pocos años.

## 3.0 EL PROYECTO DE CONSERVACION Y MANEJO DE SUELOS Y AGUAS

La experiencia obtenida estimuló la búsqueda de financiamiento para un proyecto de alcance nacional que permita encarar en forma amplia el fenómeno erosivo. El proyecto encontró apoyo financiero en AID y arrancó en 1981 con el nombre de Proyecto de Conservación y Manejo de Suelos y Aguas (COMSA).

Los objetivos del proyecto fueron:

- Desarrollar tecnología apropiada para conservar y manejar los recursos suelos y agua. Esta tecnología deberá ser compatible con los sistemas de producción que utilizan los campesinos.

- Enseñar a los campesinos métodos de conservación y manejo de suelos y aguas que reduzcan la erosión, mejoren la utilización del agua e incrementen la producción.

- Entrenar técnicos ecuatorianos en metodologías de investigación, extensión y educación necesarios en el descubrimiento de un programa nacional de conservación y manejo de suelos y aguas.

- Desarrollar conciencia nacional concerniente a la importancia del uso racional del suelo y su conservación.

- Articular acciones entre instituciones de investigación, extensión y educación agrícolas, de modo que una estrecha colaboración y coordinación se pueda desarrollar en el trabajo futuro de conservación y manejo de suelos y aguas.

El éxito del proyecto COMSA fue variable. La acogida de la idea de conservación de suelos fue notable, pero de igual manera una serie de problemas de diversa índole aparecieron, entorpeciendo ciertos aspectos del programa general. El impacto global del proyecto puede observarse en mejor forma, si se analiza los logros y problemas obtenidos en cada uno de los objetivos planteados por el proyecto. Este análisis se elabora a continuación.

## 4.0 TECNOLOGIAS APROPIADAS DE CONSERVACION DE SUELOS PARA CAMPESINOS

El proyecto COMSA fue diseñado exclusivamente para trabajar con campesinos o pequeños agricultores. Este tipo de orientación tenía su fundamento en la política agraria del gobierno de esa época, que había puesto mucho énfasis en desarrollo rural campesino. El énfasis hacia los pequeños agricultores en el trabajo de conservación de suelos creó en cierta forma y en ciertos círculos, el falso concepto de que la erosión es exclusiva de los predios de los pequeños agricultores. Esto es por supuesto falso, y el problema erosivo es igual en propiedades de extensiones grandes.

Si bien la idea de trabajar en control de erosión, sólamente con campesinos pobres, tenía razonable fundamento, existía en el medio un completo desconocimiento de las reacciones del campesino hacia las técnicas de conservación, y el trabajo diario con los campesinos demostró que había mucho que aprender.

Partiendo de la experiencia obtenida en Hospital Gatazo, se obtuvo la atención de los campesinos, con incentivos que generalmente consistían en insumos de producción como fertilizantes, pesticidas y semillas mejoradas. En ciertos casos, fue necesario incluir alimentos dentro de los incentivos. En ninguna de las varias subáreas donde se iniciaron trabajos, tuvo acogida la idea de recibir sólamente asistencia técnica para control de erosión. Era obvio que dentro del esquema socio-económico de las comunidades campesinas el asegurar producción para subsistir, era más importante que tratar de disponer o trabajar el suelo de forma conservacionista. En muchos casos, obras de conservación de suelos interfieren con la distribución del uso del pequeño lote del agricultor, quien siembra pedazos de diversos cultivos como para asegurarse de que si algunos fallan, quede algo para alimentarse. Además la forma de las parcelas que se extienden a lo largo de una pendiente, impide realizar obras continuas de conservación (un ejemplo, son las zanjas de desviación de agua hacia un desague natural).

Este esquema socio-económico dejaba como única puerta de entrada para la conservación de suelos, el uso de incentivos. Desgraciadamente, en muchos lugares esto se desvirtuó, encontrándose sitios en los cuales el proyecto era requerido sólamente para reparto de insumos. Por cierto, hubo muchas comunidades en las que el beneficio de la conservación de suelos era evidente y por tanto se aceptaba la tecnología sin reparos.

Es necesario indicar que cuando se inició el proyecto, la mayoría de la tecnología disponible trabajaba en áreas relativamente grandes. Los principales factores que contribuyen al acelerado proceso erosivo en la sierra ecuatoriana, son la longitud e inclinación de la pendiente. El cortar la pendiente mediante zanjas de desviación colocadas a distancia variable, dependiendo de los cambios es el grado de inclinación de la pendiente, controla un 60-80% de la pérdida de suelo por erosión hídrica. El control complementario se logra fácilmente con otras prácticas como cultivos a través de la pendiente, cobertura vegetal, etc. Este tipo de tecnología funciona en predios agrícolas grandes que pertenecen a un solo propietario o en lotes comunales de agrupaciones indígenas.

La efectividad de este tipo de tecnología se ve seriamente afectada cuando se trata de implementarla en sectores en los cuales un gran número de propietarios comparten áreas localizadas en pendiente largas e inclinadas, como es el caso de extensas zonas de la serranía ecuatoriana. Es muy difícil cortar la pendiente con zanjas de desviación, cuando ésta tiene que atravesar predios de varios propietarios. Es necesario utilizar una buena dosis de persuación y paciencia para lograr que todos los propietarios "afectados" acepten que la zanja cruce su propiedad. Es común encontrar sitios con áreas de 50 propietarios, si sólamente uno de los campesinos niega su colaboración, todo el trabajo se paraliza.

Por otro lado, se encontró que un factor determinante en el rechazo del uso en zanjas de desviación por los campesinos, es el hecho de que para la mayoría de agricultores, una zanja delimita linderos de propiedad. En esta forma, se construyen

zanjas alrededor del lote y un buen número de estas zanjas delimitantes corren a favor de la pendiente favoreciendo erosión pendiente abajo. La apertura de zanjas de desviación divide los lotes en dos sectores de dimensión variable y esto desata el temor de pérdida de posesión, de parte o todo el lote. La única forma posible de obviar el problema, fue pactando con los campesinos, de modo que ellos pudieran retirar la zanja de desviación en el momento que ellos consideraran conveniente; todo esto a cambio de los incentivos ya antes mencionados. Un caso de estos, es la comunidad San José de Rubios, donde se desarrolló un buen esfuerzo del proyecto con razonable éxito. Al momento y después de dos años de haberse retirado el proyecto, todavía existen y funcionan las zanjas de desviación.

El uso y aceptación de otras técnicas de conservación de suelos también encontró resistencia, causada de igual manera por factores socio-económicos. Un ejemplo, es la preparación del suelo en curvas de nivel, es decir más o menos perpendiculares a la pendiente. Esta técnica se dificulta al extremo en laderas muy inclinadas y requiere de tiempo y habilidad. Es relativamente fácil ir a través de la pendiente usando bueyes en la preparación del terreno, pero el uso de animales ha desaparecido casi completamente en la serranía. Es difícil mantener una pareja de animales sólamente para labores de preparación del suelo en un lote de restringida extensión y es más económico alquilar un tractor que prepara el suelo en corto tiempo, especialmente considerando el bajo precio del combustible, pese a la subida reciente.

En sitios de escarpada pendiente, la única forma posible de preparar el suelo es arándolo de arriba hacia abajo de la pendiente, dejando los surcos susceptibles a intensa erosión. En casos en los cuales la pendiente permite el trabajo del tractor perpendicular a la pendiente, esto no se hace por ahorro de tiempo y en consecuencia dinero, y además porque la demanda de tractor es alta en época de siembra y el tractorista desea servir a la mayor cantidad de clientes posible. La construcción de zanjas de desviación obliga en cierta forma al trabajo perpendicular a la pendiente y esta es otra de las razones para que exista resistencia a su uso. El cuadro 1 detalla las obras de conservación de suelos diseñadas y ejecutadas por el proyecto COMSA durante el período 1981-1985.

El diseño de nueva tecnología de conservación para uso en lotes de pequeños agricultores se hace necesario. Los principios fundamentales son los mismos, pero en ciertos casos todavía será necesario cortar la pendiente con zanjas de desviación, y la cooperación de los campesinos será indispensable. Posiblemente tendrá más futuro el manejo conservacionista del pequeño lote como una unidad. El proyecto COMSA no logró llegar a refinar la tecnología a este punto, pero técnicos de otras instituciones han logrado y en casos especiales, iniciar un trabajo pionero en esta naturaleza. Un ejemplo es el uso de pequeñas terrazas asociados con riego ubicados en Quero, provincia de Tungurahua. Sin embargo, queda aún por conocerse el costo, que a la larga puede significar este esfuerzo (energía animal o humana), en relación con la superficie beneficiada por la conservación. De igual manera, está todavía por diseñarse tecnología que logre contener erosión en lotes pequeños, en los cuales no es posible construir terrazas. La tecnología básica es la misma y sólamente inventiva y un proyecto agresivo tal vez lo lograría; sin embargo, hay que tener en cuenta que los trabajos de conservación ocupan espacio que se quita a la producción y aunque el terreno "conservado" produzca mejor, el aumento debe, a los ojos del agricultor, ser siquiera proporcional a la pérdida de tierra.

CUADRO 1. OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS DISEÑADAS Y EJECUTADAS POR EL PROYECTO COMSA. 1981-1985

| Prácticas conservacionistas | Has | Ubicación | |
|---|---|---|---|
| | | Provincia | Comunidad |
| **1981** | | | |
| Zanjas de desviación, caminos de agua y bordes de campo, reforestación en curvas de nivel, cultivos en contorno. | 5 | Imbabura | Esperanza |
| | 2 | Imbabura | CESA |
| | 2 | Chimborazo | Amulá |
| | 6 | Cotopaxi | Rubios |
| | 10 | Manabí | Santa Ana |
| | 610 | Pichincha | E.E.S.C. y Pichilingue. |
| **1982** | | | |
| Canales de desviación, cultivos en contorno, bordes de campo, rotación de cultivos, caminos de agua, cultivos en fajas, forestación. | 50 | Imbabura | La Florida |
| | 10 | Imbabura | Quinchuquí |
| | 30 | Imbabura | Remonta |
| | 100 | Cotopaxi | Pachosala |
| | 10 | Cotopaxi | Canchagua |
| | 30 | Cotopaxi | Saquisilí |
| | 30 | Cotopaxi | Rubios |
| | 30 | Cotopaxi | Agua Masa |
| | 30 | Cotopaxi | Unión |
| | 12 | Cotopaxi | C. Alta |
| | 10 | Cotopaxi | Palama |
| | 3 | Chimborazo | Colta |
| | 3 | Chimborazo | Col.A.P.G. |
| | 40 | Chimborazo | Chivatos |
| | 10 | Chimborazo | El Tablón |
| | 3 | Chimborazo | La Merced |
| | 4 | Azuay | CREA |
| | 3 | Azuay | El Valle |
| **1983** | | | |
| Canales de desviación, bordes de campo, cultivos en contorno. | 8 | Tungur. | Pilachín |
| | 10 | Tungur. | Ovinchuquí |
| | 10 | Azuay | Paute |
| | 12 | Chimborazo | Llucud |
| **1984** | | | |
| Se trazó 10.4 km de canales de desviación (47 canales), 17 gaviones con palos acomodados (137 m lineales). Además cultivos en fajas y rotación de cultivos. | 90 | Cotopaxi | Rubios |

CUADRO 1. Continuación.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 1985 | | |
| Se trazó 12 km de canales de desviación. Rotación de cultivos en 50 has. | 100 | Cotopaxi | Rubios |
| Canales de desviación, rotación de cultivos. Gaviones de empalizada. 21 | 30 | Cotopaxi | C. Alta |
| Desviaciones, caminos de agua bordes de campo, gaviones de empalizada. | 80 | Cotopaxi | San Luis |
| 3.310 m de canales de desviación, fajas con cultivo, bordes de campo, seis gaviones de empalizada, un gavión de sacos llenos con tierra. | 30 | Cotopaxi | M. Grande |

## 5.0 INSTRUCCION DE CAMPESINOS EN TECNICAS DE CONSERVACION DE SUELOS

El proyecto inició sus acciones con reuniones con campesinos, en las cuales se trató de introducir el concepto de control de erosión. Fueron estas reuniones que demostraron que existía entre los campesinos, percepción de que el suelo se estaba perdiendo y que principalmente la fertilidad del suelo, agente principal en la producción de aceptables rendimientos de los cultivos, está constantemente decayendo. Al mismo tiempo y como ya se dijo antes, el control de la erosión tiene un bajo valor dentro de un sistema que obliga a producir algo para subsistir en zonas de intensa presión sobre la tierra.

Dentro de este esquema, el interés de aprender técnicas de conservación de suelos se ve opacado grandemente frente a otras inquietudes como consecución de mejores variedades, crédito, riego, fertilizantes, etc. En el manejo de estos insumos, el agriculor se siente bastante competente y conoce donde encontrar asistencia en caso de necesitarla. Las técnicas conservacionistas son completamente nuevas para las últimas generaciones de campesinos y en su forma más simple son demasiado complejas para la mayoría de ellos. Además las fuentes usuales de información como los extensionistas y los vendedores de insumos, tampoco conocen de estas técnicas. Esto hace que no haya predisposición de aprender nueva tecnología y en la mayoría de los casos, el proyecto debió diseñar y construir por su cuenta las obras de conservación. Esto último es completamente cierto cuando se trata de construir zanjas de desviación.

En la ejecución de las prácticas conservacionistas siempre el proyecto contó con el apoyo del trabajo comunal de los campesinos. Se esperaba que esta forma de trabajo sería el complemento a las charlas y sesiones teóricas y de esta forma el campesino quedaría entrenado y motivado para continuar usando prácticas conservacionistas. En el mejor de los casos, las comunidades no han destruido las obras conservacionistas construidas por el proyecto, pero ninguna ha emprendido en nuevas obras por iniciativa propia, o han dado siempre el debido mantenimiento a las ya realizadas.

El factor más positivo del objetivo de entrenar campesinos en conservación de suelos es el hecho que, con pocas excepciones, las comunidades desarrollan la conciencia del proceso erosivo y la bondad de la conservación de suelos y en esta forma un nuevo programa ampliado de conservación tendría fácil acceso. La generación joven de campesinos, con mejor educación, estaría en capacidad de ensayar con éxito iniciativas propias de conservación.

## 6.0 ENTRENAMIENTO DE EXTENSIONISTAS EN CONSERVACION DE SUELOS

El objetivo de mayor éxito del proyecto COMSA fue sin duda el entrenamiento ofrecido a un amplio número de extensionistas de instituciones gubernamentales y privadas. Con esto, el proyecto buscaba formar el elemento humano necesario para que un programa nacional de conservación de suelos pueda iniciarse.

Paralelamente al inicio de las labores del proyecto COMSA se creó, dentro del Ministerio de Agricultura, el Programa Nacional de Conservación de Suelos (PRONACOS), que sería el ente encargado de promover, difundir y ejecutar la conservación de suelos en el país. Se aprovechó la coyuntura y COMSA y PRONACOS iniciaron acciones conjuntas. El primer paso fue el de entrenar al personal de PRONACOS, para que en esta forma pudieran trabajar conjuntamente con el personal de COMSA en las áreas escogidas. Lamentablemente PRONACOS nunca recibió todo el apoyo necesario y careció de fuentes de financiamiento y suficiente personal técnico. Más aún, en los últimos tres años, PRONACOS ha sido reducido completamente y sus acciones, debido a extremas limitaciones, no han llegado a cumplir las aspiraciones que promovieron su fundación.

Por otro lado, el proyecto entrenó en diferentes cursos y seminarios llevados a cabo en todo el país a un amplio número de técnicos (Cuadro 3). Se esperaba que un buen número de este personal entrenado podría iniciar un enérgico proyecto nacional, en el cual muchas instituciones debían participar mediante convenios. El proyecto también entrenó su propio personal y personal de PRONACOS en el servicio de conservación de suelos en Estados Unidos, aspirando que estos técnicos lideraran trabajos en diferentes áreas del país.

Mientras el proyecto estuvo en ejecución, una parte de los técnicos entrenados colaboró en las áreas de influencia de su institución, pero pocas iniciativas independientes se desarrollaron. Después de la terminación del proyecto y con la poca posibilidad de desarrollar y continuar la acción de PRONACOS, la conservación de suelos prácticamente desapareció con excepción de proyectos puntuales, como los de Tungurahua, que fueron iniciados y continuados por personal que trabaja en la división correspondiente del MAG con el apoyo de CARE.

La actitud de los técnicos entrenados ha sido siempre positiva y el programa siempre despertó gran entusiasmo, pero la experiencia del proyecto demuestra que la conservación de suelos en Ecuador, necesita de un ente catalizador que coordine y más aún inicie un proyecto de proporción que pueda utilizar todo el personal entrenado que existe al momento en el país.

CUADRO 2. ENTRENAMIENTO OFRECIDO POR EL PROYECTO COMSA A PEQUENOS AGRICULTORES. 1981-1986.

| Participantes | Provincia | Comunidad | Duración | Tipo Entrenamiento |
|---|---|---|---|---|
| | | 1981 | | |
| 36 | Imbabura | Florida | 1-2 días | Realización de prácticas utilizando parcelas demostrativas. |
| 40 | Cotopaxi | Chanchaló | 1-2 días | |
| 43 | Cotopaxi | Rubios | 1-2 días | |
| 30 | Cotopaxi | Chambapan. | 1-2 días | |
| 30 | Tungur. | S.Antonio | 1-2 días | |
| 40 | Chimbor. | Amulá | 1-2 días | |
| 50 | Chimbor. | Colta | 1-2 días | |
| 40 | Chimbor. | Cus.Alto | 1-2 días | |
| 40 | Imbabura | Florida | 1-2 días | Demostraciones prácticas y observación de trabajos en la E.E.S.C. |
| 37 | Cotopaxi | Chanchaló | 1-2 días | |
| 40 | Cotopaxi | Rubios | 1-2 días | |
| 38 | Tungur. | S.Antonio | 1-2 días | |
| | | 1982 | | |
| 1500 | Diversas Provinc. | Distintas Comunid. | 1 día | Capacitación en días de campo (15). |
| 500 | Imbabura<br>Cotopaxi<br>Chimbor.<br>Azuay<br>Manabí | Ibarra<br>Salcedo<br>Alausí | | Realización de prácticas utilizando parcelas demostrativas. |
| 845 | Diversas Provinc. | Distintas Comunid. | 1-2 días | Demostraciones prácticas y obsercción de trabajos en la E.E.S.C. 25 días de visita. |
| | | 1983 | | |
| 50 | Cotopaxi | Toacazo.<br>Tanicuchi<br>Pastocalle | 1 día | Capacitación en día de campo. |
| 110 | Chimbor. | Quimiag<br>Penipe<br>Guamote | 2 días | Capacitación en día de campo. |
| 70 | Chimbor.<br>Cotopaxi | Colta<br>Chambo<br>Saquisilí | 1 día | Demostración práctica y observación de trabajos en la E.E.S.C. |

CUADRO 2. Continuación.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1984 | | |
| 100 | Cotopaxi | Rubios | 1-2 días | Realización de prácticas utilizando parcelas demostrativas. |
| 100 | Cotopaxi | C.Alta | 1-2 días | |
| | | 1985 | | |
| 100 | Cotopaxi | Diversas Comunid. | 1-2 días | Capacitación en días de campo. |
| 100 | Cotopaxi | Rubios C.Alta | | Transferencia de tecnología. |
| 40 | Cotopaxi | C.Alta M.Grande | 1 día | Demostración práctica y observación de trabajos en la E.E.S.C. |
| 39 | Cotopaxi | M.Grande | 5 días | Curso de conservación. |
| 50 | Cotopaxi | M.Grande | 1 día | Capacitación en día de campo. |
| | | 1986 | | |
| 16 | Imbabura | 16 líderes campesinos. | 5 días | Curso de conservación. |

## 6.0 DESARROLLO DE CONCIENCIA NACIONAL CONCERNIENTE A CONSERVACION DE SUELOS

El problema de erosión es tan acentuado en Ecuador, que es indudable que existía inquietud sobre el problema antes que el proyecto iniciara actividades. Esto era particularmente cierto en los círculos de gente relacionada con la agricultura. Por otro lado, también es cierto que no existía una percepción clara de cómo atacar el problema y de qué acciones concretas podrían efectuarse en el campo, tanto en macro como en micro escala. Las primeras acciones de conservación de suelos, después de aquellas hechas en la década de 1940 por el Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura (PUNTO IV), se iniciaron en el Departamento de Suelos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, por técnicos que se habían entrenado con el servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos. Si bien había mucho por aprender en lo referente a la adaptación de esta tecnología en nuestro medio, fueron estas obras conservacionistas las que probaron la bondad del sistema y sirvieron como primeras áreas demostrativas. El inicio del proyecto y el trabajo divulgativo de PRONACOS, permitieron demostrar ampliamente la factibilidad de la conservación de suelos entre la gente relacionada de una u otra forma con agricultura. La conciencia conservacionista se incentivó y con suerte persiste latente y será fácil reactivarla.

CUADRO 3. ENTRENAMIENTO OFRECIDO POR EL PROYECTO COMSA A PROFESIONALES Y ESTUDIANTES AGROPECUARIOS.

| Participantes | Nivel Académ. | Provincia | Institución | Duración | Tipo Adies. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1981 | | |
| 36 | I.Agr. y Agr. | L.Ríos | 8 Instituc. | 1 semana | Curso |
| 12 | Agró. | Diferentes Provinc. | Diversas Instituc. | 2 semanas | Curso |
| | | | 1982 | | |
| 90 | I.Agr. y Agr. | Diferentes Provinc. | Diversas Instituc. | 2-3 sem. | 3 curso |
| | | | 1983 | | |
| 35 | I.Agr. y Agr. | Diferentes Provinc. | Diversas Instituc. | 11 días | Curso |
| 33 | I.Agr. y Agr. | Azuay | Diversas Instituc. | 11 días | Curso |
| | | Chimbor. El Oro | ESPOCH U.Mach. | | Confer. y demostraciones prácticas. |
| 30 | Estud. | Pichin. | Universidad Central del Ecuador | | Conferencias y demostraciones prácticas. |
| 157 | Estud. | Diferentes Provinc. | Diversas Instituc. Superior. | | Conferencias y observación de trabajos en la E.E.S.C. |
| 50 | Dife. nivel academico. | Pichin. | Cámara de Agricultura | | Conferencias sobre conservación de suelos. |

CUADRO 3. Continucación.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1984 | | | |
| 20 | I.Agr. Agr. y estud. | Diferentes Provinc. | Diversas Instituc. | | Capacitación en conservación. |
| | | 1985 | | | |
| 40 | I.Agr. | Tungur. | Ambato | 1 semana | Curso |

El desarrollar conciencia en medios alejados a la agricultura fue más difícil y en muchos casos imposible. Un proyecto de conservación de suelos requiere fuerte inversión económica y sus resultados no son visibles inmediatamente y tampoco su progreso puede acrecentar estadísticas. Estos dos últimos factores son los que no han permitido mantener una entidad como PRONACOS con el vigor y robustez necesarias. Al contrario, en los últimos se han reducido sus posibilidades de actuación.

## 7.0 COORDINACION DE ACTIVIDADES CON OTRAS INSTITUCIONES

El proyecto, desde sus inicios, buscó el coordinar acciones con instituciones del sector gubernamental privado. Esto tenía por objeto, en primera instancia, el encontrar apoyo logístico para desarrollar tantas áreas pilotos de conservación de suelos como fuese posible, pero fundamentalmente buscaba el que acciones independientes, dentro de cada institución, pudiesen iniciarse como un medio de expandir la conservación de suelos. Se buscaba también generar tecnología que fuese cambiando y acomodándose al campo de acción de cada institución, para que al cabo de cierto tiempo se pudiese contar con un sistema de acciones que permita hacer conservación de suelos a gran escala y con todas las modificaciones que la tecnología requiera en campos específicos de acción.

Se encontró una amplia respuesta de las instituciones para comprometerse en trabajo cooperativo. En muchos casos, esta iniciativa provino de técnicos que incentivaron a los dirigentes de las instituciones a iniciar trabajos conservacionistas. El proyecto COMSA sobreestimó su capacidad de trabajo y firmó demasiados convenios, muchos de los cuales no se pudieron cumplir completamente. La única fase de cada convenio que se cumplió con todas las instituciones, fue el entrenamiento de su personal en conservación de suelos. Como ya se ha analizado, este esfuerzo no tuvo la continuidad deseada y después que COMSA y PRONACOS redujeron sus acciones, contados proyectos se han iniciado independientemente.

El esfuerzo de coordinar las acciones institucionales no estuvo excento de problemas de competencia y rivalidad entre organismos. Cuando el proyecto COMSA estuvo en su pico más alto de producción, se notó el deseo de algunas instituciones que deseaban captar el liderazgo de conservación de suelos en el trabajo futuro para cuando COMSA terminase. Desgraciadamente, ninguna institución demostró suficiente

interés como para continuar haciendo conservación de suelos, cuando las fuentes de financiamiento se agotaron. Además, en los años recientes, la conservación de suelos no ha sido una prioridad en el desarrollo.

## 8.0 CONCLUSIONES

Las acciones desplegadas por el proyecto COMSA demostraron la factibilidad de que un agresivo programa de conservación de suelos, puede controlar el alarmante proceso erosivo del país. Indudablemente mucho hay que aprender y modificar. La experiencia de cinco años de trabajo servirá de base para futuros proyectos, teniendo en cuenta que uno de los logros indudables fue el de haber entrenado un buen número de profesionales en conservación de suelos.

Del análisis de lo expuesto en el trabajo presentado, se pueden proponer algunas recomendaciones para el futuro. No necesariamente en el orden en que se presenten, creemos que sería útil:

- Crear o impulsar un organismo que estimule, coordine y ponga en práctica (con demostraciones) la conservación de suelos en el Ecuador. Esto podría hacerse con la estructura que ya existió en PRONACOS o con alguna modificación (mayor autonomía y mayores recursos, por ejemplo).

- Es necesario promover el reconocimiento del recurso suelo como de los más fundamentales en la producción. De esta manera, su conservación sería uno de los pilares para el buen manejo y para aumentar la producción. Con este razonamiento, se comprenderá cuán necesario es la inclusión de la conservación entre las actividades más importantes en los programas de extensión agrícola. Más aún, es este país, la extensión agrícola debe girar alrededor de conservación de suelos.

- Las soluciones técnicas son en muchos casos relativamente sencillas, pero la aceptación de la conservación por los "beneficiarios" toma tiempo. Los planes de trabajo en conservación deben ser a plazo relativamente largo y deben contar con un financiamiento confiable (no necesariamente paternalista) y con esquema de extensión que abarque diversas técnicas de manejo de recursos (por ejemplo, vale la pena recordar que la conservación de suelos favorece la retención del agua) y de utilización apropiada de insumos.

- Tanto el proyecto COMSA como PRONACOS permitieron la formación de técnicos en conservación de suelos. Ya antes, INIAP había formado otro grupo de profesionales en ese campo. Sería útil conocer qué y cuánto han hecho esos técnicos, dónde trabajan ahora y tratar de coordinar sus actividades para que compartan sus experiencias.

- Si bien se pudo lograr la coordinación entre varias entidades que tienen cierto interés en la conservación, nacionales o regionales, no es lo mismo con ciertos organismos cuyas entidades aparentemente no tienen relación con la conservación (aunque en realidad deberían tenerla), como el programa de mecanización agrícola del MAG, el Instituto de Reforma Agraria (adjudicación de tierras), el Banco Nacional de Fomento en la concesión de créditos, etc., que deberían integrarse en los esfuerzos de conservación de suelos.

## BIBLIOGRAFIA

Acosta Solís, M. 1952. Por la Conservación de las Tierras Andinas. Editorial Ecuador. Quito, Ecuador.

Espinosa, J. 1980. El Recurso Suelo en el Ecuador. En L. Carrera de la Torre (Ed). Diagnóstico de la Situación del Medio Ambiente en el Ecuador. Fundación Natura. Quito, Ecuador.

INIAP. 1981. Informe Anual de Actividades del Departamento de Suelos. Quito, Ecuador.

INIAP. 1983. Informe Anual de Actividades del Departamento de Suelos. Quito, Ecuador.

INIAP. 1984. Informe Anual de Actividades del Departamento de Suelos. Quito, Ecuador.

INIAP. 1985. Informe Anual de Actividades del Departamento de Suelos. Quito, Ecuador.

Solano de la Sala, J. et. al. 1985. Manual de Conservación de Suelos y Aguas. Quito, Ecuador.

# LA CONSERVACION DE SUELOS EN AREAS HORTICOLAS DE UNA CUENCA ALTA DE LA REGION CENTRAL DE VENEZUELA

AUTOR: NAPOLEON FERNANDEZ DE LA PAZ
UNIVERSIDAD CENTRAL
CARACAS, VENEZUELA

## 1.0 INTRODUCCION

En Venezuela, las cuencas altas y en especial las de la Región Central, están siendo sometidas constantemente a una alta presión de uso, lo que ha traído como consecuencia problemas asociados con la inadecuada utilización de los recursos naturales. Sin embargo, la gravedad de los mismos depende en gran medida de la densidad de población en las vertientes, del nivel tecnológico desde el punto de vista conservacionista, de las limitaciones del medio físico-natural y de la intensidad de aprovechamiento tanto de recursos hídricos y suelos, como del resto de los recursos. De allí que de no tomarse medidas que minimicen el efecto negativo que ello genera, se reduciría en poco tiempo el potencial productivo de esas áreas, además del deterioro ambiental que se podría ocasionar.

La presión demográfica existente, además de corresponderse con el actual patrón de ordenamiento del territorio, producto de las fuerzas geográficas e históricas que le dieron origen, se ha visto favorecida por la presencia de condiciones climáticas agradables, así como la ubicación altitudinal favorable para el desarrollo de rubros altamente rentables, la cercanía a grandes centros poblados, el mejoramiento de la viabilidad, además de la existencia de agricultores con una prolongada tradición agrícola.

Esta situación se ha venido agravando en los últimos años debido a la incesante demanda de productos agrícolas en el país, lo que ha hecho crecer la frontera agrícola, no escapando a este fenómeno las áreas montañosas que conforman las cuencas altas, en donde se ha dejado sentir los efectos de la presión urbanística ocurridas en zonas de vocación agrícola, lo cual ha inducido al agricultor a realizar su actividad en áreas de excesivas limitaciones de pendiente, suelos poco profundos, con cultivos poco protectores y el agravante de deficientes prácticas de conservación en la mayoría de los casos.

La situación descrita ha conducido a un deterioro progresivo de dichas áreas, manifestándose en el proceso erosivo acelerado, al mantenerse una producción típica de una horticultura intensiva, basada cada vez más en un alto requerimiento de insumos, especialmente de fertilizantes químicos y orgánicos.

En consideración a lo antes expuesto, resulta la necesidad de empleo de prácticas de conservación de suelos y aguas bien ubicadas, eficientemente seleccionadas, diseñadas y evaluadas, razones que motivaron el presente trabajo y con lo el que se pretende los siguientes objetivos:

- Evaluar la eficiencia de algunas prácticas de conservación de suelos y aguas.
- Cuantificar la erosión hídrica en área sometidas a una horticultura intensiva.
- Determinar algunos parámetros de la USLE desarrollada por Wischmeier y Smith (19860).
- Hacer recomendaciones de carácter práctico a los agricultores del área de influencia, en lo referente a la utilización de prácticas de conservación.

## 2.0 CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA:

### 2.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO-NATURAL

El área en referencia está ubicada en la región centro norte costera de Venezuela, abarcando parte del Departamento Federal, Aragua y Miranda y cubriendo un área aproximada de 316 km$^2$.

- Se caracteriza por presentar una topografía muy variable y accidentada, en especial de la zona montañosa, lo cual oscila entre un 15 y un 60% o más, cubriendo una faja altitudinal que va desde los 500 hasta los 2.400 m.s.n.m. Dos paisajes son representativos del área: el **valle** rellenado por sedimientos aluviales y el de **montaña** representado por la serranía del litoral central de la cordillera de la costa, formado por rocas metamórficas, siendo las formaciones geológicas de mayor interés Las Brisas, Las Mercedes, Peña Mora y Afloramientos Graníticos.

- La hidrografía está representada por 3 cuencas: río Aragua y la cabecera del río Tuy hacia el sur y la cuenca del Petaquire al norte.

- El clima presenta una gran variabilidad debido a su gran extensión, las diferencias altitudinales y efecto de barreras orográficas. Sin embargo, se presentan dos situaciones bien contrastantes; una muy húmeda al norte, donde más del 80% de la precipitación se distribuye entre mayo y noviembre, con temperatura media anual de 14,5 ° C, en donde las alturas alcanzan los 2.400 m.s.n.m., y dos zonas muy secas al sur, alcanzado temperaturas hasta de 25 ° C en las partes más bajas. En términos generales, se puede decir que la zona no presenta problemas con relación a la humedad, con excepciones en la cuenca del Petaquire y otras áreas más bajas, siendo el total de evaporación promedio para toda el área de 1.048 mm y la humedad relativa de 81.4%, Jaimes (1985).

- En relación a los suelos del paisaje montañoso son de origen coluvio-aluviales y residuales, siendo muy variables. Predominan las clases VIIe y VIIIe, existiendo algunos sectores con asociaciones de tierras de clases VIe + VIIe y IVe y VIIe, Strebin (1974).

- La vegetación se caracteriza por bosque definidos húmedo montano bajo (Holdrige) en las partes más elevadas y en las laderas del sur se corresponde con bosque seco montano bajo con transiciones premontano y en las laderas montañosas entre los 500-1.500 m.s.n.m. se definen como bosque seco, premontado y tropical seco.

### 2.2 USO ACTUAL Y PROBLEMAS DE MANEJO

- Esta amplia zona ha sido designada como una zona agrícola marginal especializada, por tener altas restricciones de pendientes de difícil acceso, pero con condiciones climáticas y de altitud apropiadas para el cultivo de rubros altamente rentables como el café, frutales de clima frío, hortalizas,

flores y otros cultivos de subsistencia, así como su cercanía a los principales centros de consumo y a la existencia de agricultores con una gran mística de trabajo, muchos de ellos de ascendencia europea.

- El cultivo del durazno es uno de los más generalizados, existiendo alrededor de 1.200 ha localizado predominantemente en zonas montañosas con elevaciones entre los 1.400 y 1.600 m.s.n.m., de pendientes muy accidentadas, variando entre un 5 y 60%, con predominio de los rangos mayores, en suelos erodables y clasificados como clase VIe y VIIe.

  El constante uso de herbicidas deja el suelo expuesto a los agentes erosivos, aunado al hecho de la desfoliación del cultivo, las fuertes pendientes y a la ausencia de prácticas como coberturas y barreras vivas hacen el problema aún más grave.

- El cultivo del café está reducido a áreas localizadas, un poco más bajas que el durazno, en suelos más o menos similares, bajo sombra en algunos casos y en otros a plena exposición, con un nivel de manejo muy variable. El tamaño de las explotaciones varía por lo general entre 10 y 40 ha, realizándose las prácticas culturales de rutina, obteniendo una producción promedio relativamente baja, no alcanzando los 10 qq/ha. No se realizan prácticas de conservación, pero allí los problemas son menores por un cultivo protector.

- Las fresas se cultivan en los alrededores de algunos centros poblados como la Colonia Tovar, el Jarillo y El Cedral, entre los 500 y los 1.800 m.s.n.m.; pendientes entre 5-50%, en suelos moderadamente erodables, clasificados como clases IVe y VIIe. Se realiza en parcelas muy pequeñas, abarcando unas 100 ha con una producción aproximada de 3.5 x $10^6$ kgs. En la mayoría de los casos se usan surcos y platabandas como prácticas de conservación, sin embargo, resultan muy deficientes por no seguir las curvas de nivel, pero este efecto es contrarrestado por el uso de mulch o coberturas muertas, lo que evita además de la pudrición del fruto, la erosión del suelo.

- Las hortalizas son cultivadas también en áreas cercanas a los centros poblados, en pequeñas parcelas, realizándose un uso muy intensivo del suelo en base a siembras diversificadas, siendo las más comunes de la zona: zanahoria, remolacha, rabanito, lechuga, repollo, coliflor, acelga, etc. Esta actividad se localiza en el mismo piso altitudinal que la fresa, y la topografía y suelos son también similares. Algunas prácticas de conservación son realizadas, tales como surcos, camellones y platabandas, con la misma deficiencia ya señalada, pero con el agravante de que no se utiliza el mulch. En la actualidad, el MAG tiene censadas unas 40 ha de hortalizas, lo que reporta una producción alrededor de los 400.000 kg/año, cuya producción es mantenida con un alto uso de insumos, especialmente de abono orgánico, utilizando el estiércol de aves mezclado con cáscaras de arroz, además de la fertilización química. Un problema adicional es la contaminación de las fuentes de aguas que debe estar ocurriendo por el excesivo uso de biocidas.

- La floricultura es otra actividad que se realiza en la zona, y su área de expansión se corresponde al de las hortalizas y fresas, pero más localizada, ocupando superficies más variables, con problemas similares, sin embargo,

debido a su alta rentabilidad, en algunos casos se ha construido estructuras de naturaleza permanente, pero que hoy en día resultan muy costosas.

Resumiento en lo que respecta al uso actual de la tierra, se pude concluir, que las condiciones predisponentes para que se manifiesten procesos erosivos en forma continua, se debe principalmente al efecto combinado del clima, suelo, altas pendientes y usos intensivos, con cultivos poco protectores, en ausencia de prácticas de conservación, o cuando presentes, muy deficientes.

En consecuencia, atendiendo la problemática planteada, en la Estación Experimental Bajo Seco, de la U.C.V., ubicada en la cuenca del río Petaquire, se ha venido realizando un conjunto de prácticas de conservación de suelos y aguas, tales como: surcos, camellones y platabandas en contorno; terrazas de banco e individuales, zanjas antierosivas y barreras vivas, utilizadas estas dos últimas para seccionar el terreno en fajas; estabilización de taludes y reforestaciones con fines de protección, habiéndose observado inicialmente su funcionamiento cualitativo, pero es a partir de 1984 cuando se inicia la evaluación cuantitativa de algunas de ellas a través de parcelas de erosión, a fin de obtener resultados que confirmen la efectividad de tales prácticas, y que pudiesen ser acogidas favorablemente por los agricultores de la zona.

## 3.0 REVISION DE LITERATURA

La prácticas de conservación de suelos y aguas persiguen fundamentalmente disminuir los riesgos de dañar el suelo, especialmente cuando este es sometido a una agricultura intensiva. Este hecho ha sido comprobado por numerosos investigadores, entre los que cabe citar a Lal (1983), el cual trabajando con suelos altamente susceptibles a la erosión hídrica en Nigeria, sostiene que las prácticas apropiadas de manejo de suelos ejercen un control efectivo de la erosión, pudiéndose obtener un gran número de cosechas de cultivos en forma consecutiva sin necesitar períodos de descanso. Hudson (1941) citado por Rodríguez (2985) señala la importancia que tiene el uso y manejo de la tierra en la conservación del suelo, al impedir la erosion por disminución del impacto de la gota, reducción de la escorrentía superficial, mejoramiento de la estructura de los suelos, incrementando la materia orgánica y los nutrimentos, lográndose todo esto con la utilización de prácticas edáficas, de soporte agronómico y prácticas mecánicas. Numerosos trabajos han demostrado los efectos positivos de los residuos en superficie en reducir la erosión y la escorrentía superficial, siendo su efecto mayor en la medida que estos aumentan. Entre estos se puede mencionar los de Meyer et al (1970), Lal (1975), Pla (1978) y Rodríguez (1985), entre otros.

Las barreras vivas constituyen otra práctica de gran efectividad en la conservación de suelos, como lo demuestran las experiencias referidas por Suárez de Castro (1980), en cafetales y Hernández (1983) en cultivos anuales.

Las prácticas mecánicas cumplen bien su función en la medida que sean ubicadas y diseñadas cuidadosamente. Ruiz y Gudiño (1980) trabajando con 5 tipos de terraza en México, señalan que en la medida que el tiempo pase y se consoliden las mismas, se reducen significativamente las pérdidas.

En la evaluación de la eficiencia de la mayoría de las prácticas de conservación han sido utilizadas las parcelas de erosión, con gran diversidad de tamaños y dispositivos captadores como los descritos en los trabajos de Lal (1975), Roose (1977), Lizado (1980), Páez y col. (1981) y Useche (1986), entre otros.

## 4.0 MATERIALES Y METODOS

Las prácticas fueron evaluadas en 9 parcelas de erosión, tal como se describen en el Cuadro 1, determinándose las pérdidas de suelo y agua en cada caso.

CUADRO 1. DESCRIPCION DE LAS PARCELAS Y PRACTICAS UTILIZADAS.

| *Parcela No.* | *P R A C T I C A* | *D E S C R I P C I O N* |
|---|---|---|
| *(1-9) ** | *Platabanda* | *Platabandas de 80 cms de ancho separadas cada 20 cms.* |
| *(2-3)* | *Platabanda* | *Igual a (1-9)* |
| *(4-5)* | *Platabanda y barrera viva* | *Platabandas + barreras vivas de vetiver cada 10 mts. (2 barreras).* |
| *(6-7)* | *Platabanda y Residuos* | *Platabandas y Residuos (4.5 Tn/ha).* |
| *(8)* | *Suelo Desnudo* | *Suelo sin vegetación, ligeramente labrado en sentido de la pendiente.* |

** Parcelas de 10 m de longitud y 21.5% de pendiente. El resto de parcelas de 20 m de longitud y 16.5% de pendiente.*

- Se hizo la evaluación durante 2 años consecutivos con remolacha y zanahoria durante el primer año e invirtiéndose esa secuencia durante el segundo año, como se aprecia en la Fig. 1. El manejo de los cultivos correspondió al usual en la zona.

- La erosividad de la lluvia o factor "R" se determinó utilizando la metodología de Weischmeier (1959), para eventos iguales o mayores a 10 mm.

- La erodabilidad del suelo o factor "K" se obtuvo en condiciones de campo, utilizando la USLE, y las pérdidas de suelo en la parcela desnuda. La expresión es la siguiente:

$A$ = RKLS, donde

$A$ = Pérdida máxima (Tn/ha)

$LS$ = Factor Long-pendiente

$$LS = \left(\frac{L}{22.1}\right)^m \times \left(0.065 + 0.045S + 0.0065S^2\right)$$

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos muestran claramente la efectividad de las prácticas y la variación de su eficiencia. En la Fig. 1 se muestra el valor de R acumulado para cada año de ensayo, así como la respectiva pérdida de suelo según la práctica empleada, observándose la tendencia de aumentos de pérdidas de suelo en la medida que se incrementa la curva R, ocurriendo esto en todas las prácticas, con excepción en la combinación platabandas + barreras vivas (4-5), que por ser tan eficiente, las pérdidas de suelo no son tan sensibles a los incrementos de R, a tal punto que para 1985, al duplicarse el valor de R, se duplican las pérdidas de suelo en la mayoría de los tratamientos, menos donde está la barrera viva, que por su mejor desarrollo y la formación de un pequeño bancal tiende a maximizar su eficiencia, reduciendo considerablemente las pérdidas, tal como se ve en el Cuadro 2.

| Parcela No. | PRACTICA | PERDIDAS DE SUELO (Tn/ha) | | | EFICIENICA RELATIVA (CP) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1984 | 1985 | PROMEDIO | |
| (1-9) * | Platabanda | 21.30 | 45.30 | 33.30 | 0.36 |
| (2-3) | Platabanda | 10.39 | 19.32 | 14.81 | 0.20 |
| (4-5) | Plat. + BV | 0.39 | 0.58 | 0.76 | 0.008 |
| (6-7) | Plat. + R | 3.18 | 17.02 | 10.10 | 0.11 |
| (8) | S. Desnudo | 56.17 | 126.21 | 91.48 | 1.00 |

* Parcelas de 10 m long. y 21.5% de pendiente. El resto de 20 m y 16.5% de pendiente.

La eficiencia relativa de cada práctica es referida a la combinación del cultivo más a la práctica (CP), siendo mayor la eficiencia en la medida que ese valor sea más bajo, como es el caso de la plabanda + barrera viva, cuyo valor es de 0.008, lo cual equivale decir que las pérdidas de suelo se redujeron a un 0.8%, en comparación al suelo desnudo considerado como el 100%. En las Figs. 3 y 4 se observa claramente lo expuesto.

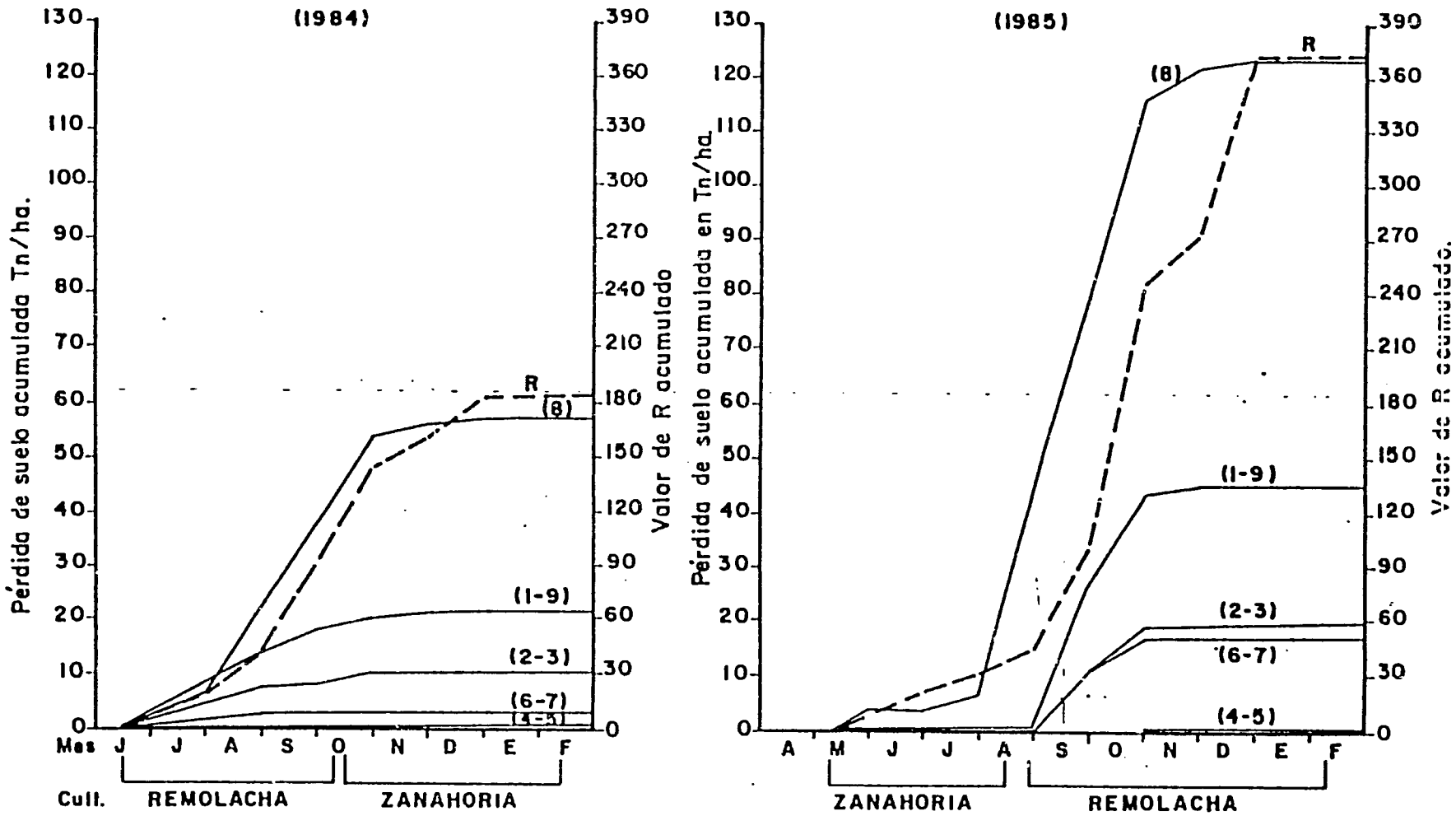



Fig. 1 Pérdida de suelo acumulada (Tn/ha) para cada período en: (1-9) Platabandas en parcelas de 10 m. y 21.5% de pend.; (2-3) Platabandas en parcelas de 20 m. y 16.5% de pend.; (4-5) Platabandas + Barreras vivas; (6-7) Platabandas + Residuos; (8) Suelo desnudo y "R" acumulado.

En el Cuadro 2 también se observa que el gradiente de pendiente tiene mayor efecto en las pérdidas de suelo, como lo reflejan las parcelas (1-9), que las duplica en comparación con las parcelas (2-3).

En lo que respecta a la escorrentía superficial, representada en la Fig. 2, se observa la misma tendencia que en las pérdidas de suelo, notándose una gran diferencia entre la escorrentía en el suelo desnudo y los tratamientos asociados al cultivo, en especial con el uso de la barrera viva. En el Cuadro 3 se presentan los resultados en relación con la escorrentía y en las Figs. 5 y 6 se ve la efectividad de las prácticas asociadas al cultivo.

CUADRO 3. ESCORRENTIA SUPERFICIAL, EFICIENCIA RELATIVA DE LAS PRACTICAS Y PORCENTAJE DE ESCORRENTIA.

| Parcela No. | PRACTICA | (Escorrentia Superficial (mm) | | | EFIC. (%) | ESCORR. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1984 | 1985 | PROMEDIO | | |
| (1-9) | Platabanda | 83.4 | 291.1 | 187.2 | 46.2 | 30.3 |
| (2-3) | Platabanda | 65.6 | 134.3 | 99.9 | 24.7 | 16.1 |
| (4-5) | Plat. + BV | 12.5 | 16.2 | 14.3 | 3.5 | 2.3 |
| (6-7) | Plat. + R. | 23.7 | 131.6 | 77.6 | 19.7 | 12.5 |
| (8) | S. Desnudo | 367.6 | 442.4 | 405.0 | 100.0 | 65.3 |
| Precipitación (mm) | | 581.5 | 658.4 | 620.0 | | |

## 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La erosividad de las lluvias (R) durante el período bajo cultivo fue de 350 unidades, cifra que es 1.3 veces mayor que el valor promedio para el área.

- La erodabilidad del suelo (K) fue de 0.13, considerada como medianamente erodable.

- Todas las prácticas redujeron las pérdidas de suelo, pero la más eficiente de todas fue la platabanda + barrera viva, con pérdidas de suelo y agua de sólo 0.8 y 2.3% respectivamente. Le siguen en eficiencia la platabanda + residuos y por último la platabanda sola.

- Con estos resultados quedó comprobado que las platabandas por sí solas no son muy efectivas, por lo que se recomienda acompañarlas de otras prácticas, siendo el efecto del gradiente de pendiente en platabandas solas muy determinante en el proceso de erosión y escorrentía.

- El uso de la barrera viva es necesario generalizarlo y continuar con este tipo de evaluaciones y que incluyen otras prácticas.

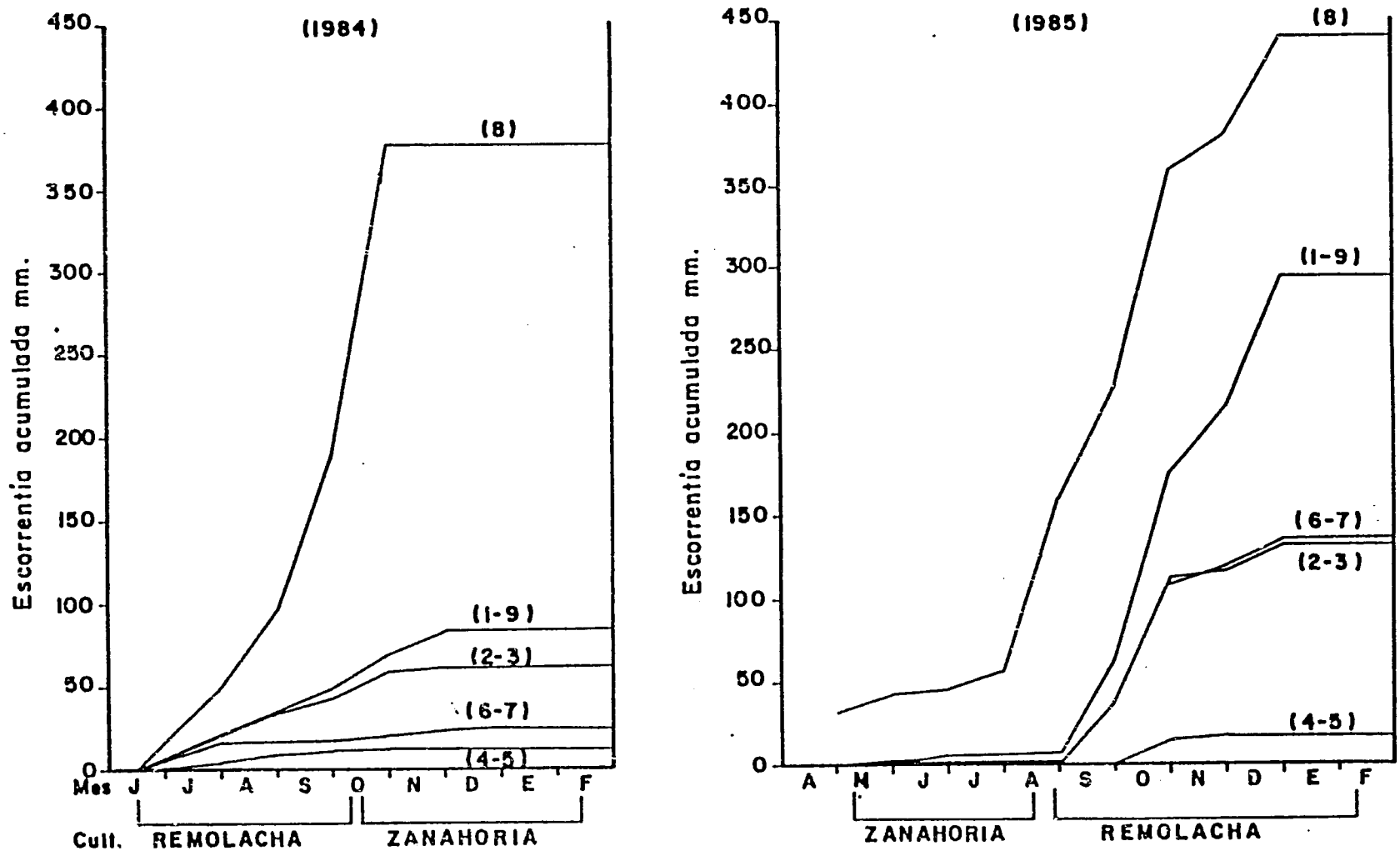



Fig. 2 Escorrentía acumulada en mm para cada período en: (1-9) Platabandas en parcelas de 10 m. y 21.5% pend.; (2-3) Platabandas en parcelas de 20 m. y 16.5% de pend.; (4-5) Platabandas + Barreras vivas; (6-7) Platabandas + Residuos y (8) Suelo desnudo.

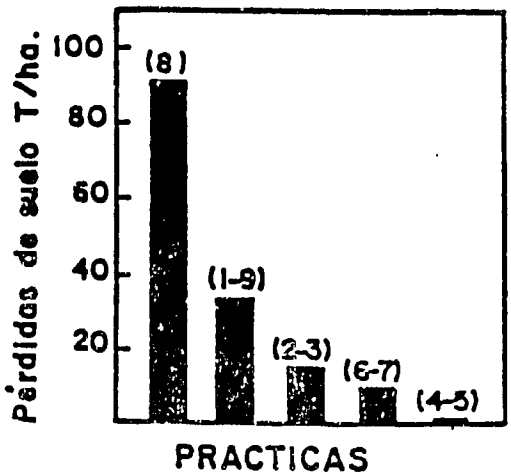



Fig. 3
Pérdidas de suelo en cultivos hortícolas bajo diferentes prácticas.

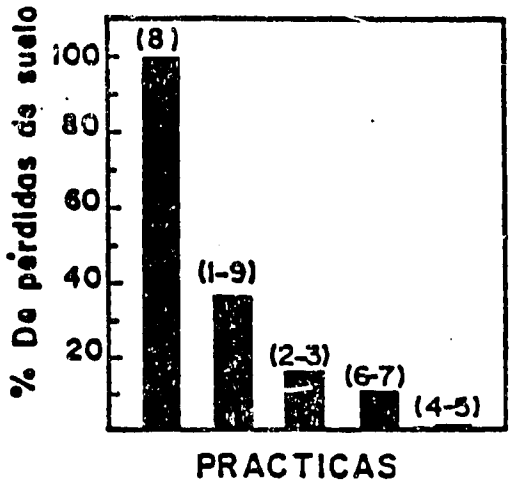



Fig. 4
Eficiencia relativa de las prácticas asociadas al cultivo.

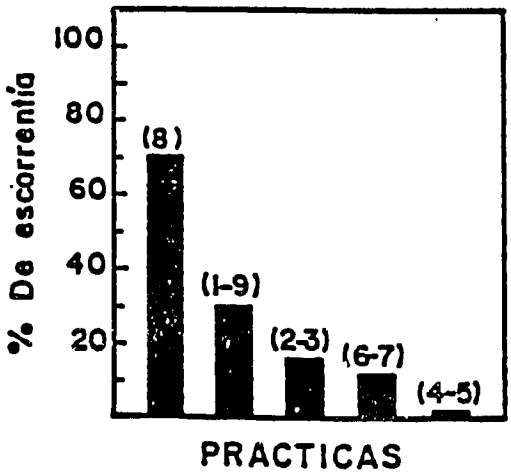



Fig. 5
Porcentaje de escorrentía en cultivos hortícolas bajo diferentes prácticas.

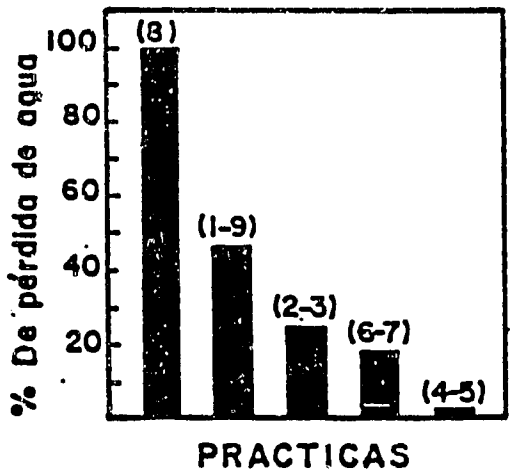



Fig. 6
Eficiencia relativa de las prácticas asociadas al cultivo.

(8).- Suelo desnudo.
(1-9).- Platabanda (Parc. 10 m. y 21,5 % de pend.)
(2-3).- Platabanda (Parc. 20 m. y 16,5 % de pend.)
(6-7).- Platabanda + Residuos.
(4-5).- Platabanda + Barrera viva.

## BIBLIOGRAFIA

Hernandez, R. 1983. Contribución al ajuste de la Ecuación Universal de Pérdida de suelo en Tierras Agrícolas de Venezuela. Parte B. IUTY. 111 p.

Jaimes, C. 1983. Análisis de las relaciones geomorfológicas en las cuencas altas de los ríos Aragua y Petaquire. Serranía del Litoral Central, Cordillera de la Costa. Tesis M.S. Facultad de Agronomía, U.C.V., Maracay.

Lal, R. 1975. Soil Erosion Problems on an Alfisol in Western Nigeria and Their Control. III A Monograph N° 1. October. 160 pp.

Lal, R. 1983. Erosion Caused Productivity Decline in Soils of Humid Tropics. Soil Taxonomy News (5): 4-5, 18.

Lizaso, J. 1980. Erosión laminar bajo diferentes coberturas y pendientes en un Palehumult de las Cuencas Altas del Programa Guanare-Masparro. Tesis M.S. CIDIAT. Mérida. Venezuela. 142 p.

Meyer, L.D.; W.H. Wischmeier y G. Foster. 1970. Mulch Rates Required for Erosion Control on Steep Slope. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 928-931.

Paez, M.L.; J. Lizaso y O. Rodriguez. 1981. Evaluación preliminar de la erosión hídrica en Venezuela. Ponencia II Congreso Venezolano de Conservación. U.C.V., Agronomía, Maracay. 23 p.

Pla, I. 1978. Dinámica de las propiedades físicas y su relación con problemas de manejo y conservación de suelos agrícolas de Venezuela. Trabajo de Ascenso. U.C.V., Agronomía. 220 p. y anexos.

Rodriguez, P. O. 1985. Efectos de la labranza y de los residuos en superficie sobre el proceso de erosión hídrica y pérdidas de agua por escorrentía en tres suelos agrícolas de venezuela. Tesis M.S. U.C.V., Agronomía. 90 p.

Rose, E. 1977. Erosion et ruisellement en Afrique de L'Ouest, Trovane et Documents de l'Orton N° 78. París. pp. 16-18.

Ruiz, F.J. y M.A. Gudiño. 1980. Evaluación de cinco tipos de terrazas en suelos de ladera de la Cuenca del Río Texcoco. Agriciencia N° 41. Chapingo. México, pp. 129-144.

Strebin, S. 1979. Capacidad de uso de las tierras del Estado Aragua. Caracas. Ministerio de Obras Públicas.

Suarez de C. 1980. Conservación de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Costa Rica. Editorial IICA. 315 p.

Useche R.; J. Mendez y P. Yanez. 1986. Evaluación preliminar del factor "C" en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo bajo diferentes prácticas de manejo en el cultivo del cafeto. IV Congreso Venezolano de Conservación. Maracaibo. 11 p.

Wischmeier, W.H. 1959. A Rainfal Erosion Index for a Universal Soil-loss Equation. Soil Sci. Scc. Amer. Proc. 23 (2): 246-249.

Wischmeier, W.H. y D.D. Smith. 1960. A Universal Soil-loss estimation equation to guide conservation from planing. Trans. 7th International Cong. of Soil Sci. 1: 418-425.

# LOS ESTUDIOS MAG-ORSTOM UN PASO HACIA LA CONSERVACION DE LOS SUELOS EN LA SIERRA ECUATORIANA

AUTORES: G. DE NONI,
M. VIENNOT, y
G. TRUJILLO
MAG-ORSTOM, ECUADOR

## 1.0 DESCRIPCION DEL PROYECTO MAG-ORSTOM

En 1981, cuando se concluyó el inventario general de los recursos naturales renovables del Ecuador dentro del Convenio de Cooperación entre el Ministerio Ecuatoriano de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Francés para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), se pudo apreciar más la realidad del impacto de la erosión en el Ecuador, que constituye el mayor problema ambiental que afecta al recurso suelo y que de manera particular se localiza en la Sierra, donde por sus condiciones geomorfológicas, climáticas, históricas y sociológicas, grandes áreas son o han sido sometidas a intensos fenómenos erosivos.

Los trabajos se desarrollaron gradualmente, hasta llegar hoy a la definición de recomendaciones de uso a través de principios probados para un manejo racional del recurso suelo:

- El primer paso constituyó la publicación de un mapa a 1/1 000 000 que identificó y ubicó los principales procesos erosivos. El mapa hizo resaltar la omnipresencia de la erosión en el país (erosión hídrica sobre todo con pequeñas áreas sometidas a una erosión eólica por lo menos una parte del año):

  - Erosión potencial en la Amazonía por su tupida vegetación, + una erosión cada vez más actual en la Costa por su clima contrastado y el impacto del hombre, + y por fin una erosión actual, en la Sierra, tanto por su extensión como por su amplitud con fuertes huellas antiguas que siguen desarrollándose con las nuevas condiciones de cultivo.

- El segundo paso se realizó en base a este mapa. Ampliando la escala (1/50 000) se hicieron estudios más detallados en áreas pilotos. Se destacó, por un lado, una estrecha relación entre las manifestaciones erosivas y por otro lado los pendientes, las intensidades pluviométricas excepcionales y el tipo de uso agrícola.

- En el último y actual paso, el cual se inició hace dos años, se propuso estudiar los factores determinantes causantes de la erosión. Para el efecto, se elaboró una estrategia de conservación de los suelos, a partir de estudios puntuales, en parcelas demostrativas instaladas en el mismo medio campesino, donde se puede a la vez probar y luego recomendar prácticas sencillas al alcance del campesino.

## 2.0 ESTADO DE LA SITUACION AL INICIO DEL PROYECTO, LOS PROTAGONISTAS

### 2.1 UNA AGRESIVIDAD EROSIVA POCO COMUN EN EL MUNDO

A partir de diciembre de 1981 hasta junio de 1984, se realizó una primera serie de estudios cuantitativos sobre parcelas de 50 $m^2$, instalada en zonas críticas de la Sierra, en la provincia de Pichincha (donde está ubicada Quito, la capital del país), para evaluar la importancia de la erosión y sus variaciones de intensidad, en función

de diversos tratamientos y estados de superficie de los suelos. En el caso de las parcelas cultivadas, no se introdujo ninguna labor conservacionista y se mantuvo las prácticas agrícolas tradicionales del lugar.

Para el período considerado, los resultados fueron los siguientes:

- En la región de Alangasí, se instaló 2 parcelas en condiciones de escurrimiento concentrado en un suelo negro limo-arcilloso desarrollado sobre una ceniza volcánica endurecida llamada localmente "cangahua". El suelo es un vertic Argiustoll o un vertic Haplustoll, fase erosionada.

Una parcela con 26% de pendiente soportó diversos tratamientos (maíz, barbecho y pasto) y dió como resultado el equivalente de 62 toneladas de tierra seca perdida por hectárea y por año (t/ha/año).

La otra correspondió a parte de una vertiente erosionada con cobertura vegetal muy discontinua, de 28% de pendiente, donde se perdió 314 t/ha/año de tierra.

- En la región de Ilaló, se construyeron también 2 parcelas sobre un suelo areno-limoso a arenoso de 60 a 80 cm de espesor, de textura fina, sometido a una erosión por escurrimiento concentrado. El suelo es un Durustoll muy erosionado (cangahua, formación endurecida derivada de cenizas volcánicas).

La primera de 33% de pendiente, fue trabajada y cultivada sistemáticamente con maíz y se erosionó fuertemente: 631 t/ha/año.

La segunda fue localizada sobre una área de cangahua sin trabajar (en estado natural). Se perdieron 71 t/ha/año de tierra.

Por fin, se ubicó una parcela en la zona de Calacalí, a poca distancia de la línea ecuatorial. Siempre en condiciones de escurrimiento concentrado. Se escogió un tipo de suelo característico del lugar, formado por una arena volcánica heterogénea con presencia de numerosas piedras pomez, cartografiado como lithic mollic Vitrandepts y Ultipsaments y sembrado durante todo el experimento con maíz. A pesar de que la zona es erosionada, los pesos totales de tierra perdida fueron muy débiles durante mucho tiempo (alrededor de 4t/ha/año). Sin embargo, un solo evento erosivo de magnitud generado por una intensidad piuviométrica de 70 mm/h, durante 30 minutos dio lugar a la pérdida de 119t/ha (594 Kg en la parcela de 50 $m^2$). En total, de diciembre de 1981 a junio 1984, la erosión fue de 123 t/ha/año.

En realidad, la erosión tuvo sobre estas parcelas una agresividad notable. Por ejemplo, si comparamos los datos obtenidos con las clases de pérdidas de suelos elaboradas por la FAO en su "metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos", estos se ubican en las categorías superiores.

Tomando en cuenta estos datos, se calcula que un campesino durante su vida puede ver desaparecer un espesor de cerca de 1 m de suelo.

## 2.2. UN PAIS MONTAÑOSO CON SEVERAS HUELLAS EROSIVAS

Un estudio cartográfico realizado por el Programa Nacional de Conservación de Suelos (PRONACOS), el de Regionalización Agraria (PRONAREG) del MAG y ORSTOM sobre los principales procesos erosivos (mapa a escala 1/1 000 000 de todo el país) demuestra que globalmente el 50% de la superficie del territorio está afectado por la erosión. Se puede descomponer este porcentaje general de la manera siguiente: más o menos 15% de las tierras degradadas se encuentran en el callejón interandino y sobre las vertientes que lo bordean; el 35% restante son susceptibles y se ubican donde se extienden los límites de la frontera agrícola, en particular sobre las altas tierras y flancos exteriores de la cordillera de los Andes y localmente en las regiones vecinas de la Costa y del Oriente.

Esto, resalta en su globalidad la situación erosiva muy avanzada de la región andina, desde el callejón central hasta los flancos exteriores, bajo la forma predominante de procesos de escurrimiento concentrado a muy concentrado.

A pesar de que, en condiciones naturales, la Sierra parece gozar de un equilibrio morfodinámico bastante estable, éste se hizo cada vez más precario, en particular, desde la mitad del siglo, a causa de un masivo proceso de colonización agrícola que se operó en detrimento de las formaciones vegetales, por parte de un pequeño campesinado (minifundista), de tal manera que la erosión hídrica por escurrimiento constituye hoy, uno de los componentes de los paisajes agrícolas de la región andina:

- En la zona baja de la Sierra formada por una sucesión de hoyas de hundimiento cuya altura es inferior a 3000-3200 m, la erosión ha sido muy activa. Los paisajes se caracterizan por suelos de poco espesor hasta su ausencia. Significativo es el ejemplo de la cangahua, la cual, en estado natural, es una formación endurecida, de muy baja fertilidad y está ocupando ya más del 20% de la superficie de la zona, profundamente entallada por una red de quebradas y cañones.

- Encima de esta zona se extienden las amplias vertientes de la cordillera de los Andes con una densa población humana. Las manifestaciones de la erosión son activas y generalizadas, sin embargo, las zonas donde los suelos ya han desaparecido totalmente son bien visibles.

- Por fin, a partir de los 3800 m comienzan las altas tierras donde la erosión es discreta, aunque sus huellas sean vivas y relacionadas con las actividades agrícolas, principalmente la ganadería ovina.

## 2.3 UNA DEBIL ADECUACION DEL HOMBRE A UN MEDIO DIFICIL Y UN ALTO CRECIMIENTO POBLACIONAL

El hombre se adaptó mal a su medio a causa, por una parte, de difíciles condiciones naturales debidas en particular a la topografía montañosa y a los factores climáticos, y por otra parte, a una historia social muy agitada que afectó contundentemente al pequeño campesinado.

En todos los medios montañosos, las pendientes son fuertes y a pesar de ello, el hombre tuvo que dominarlas para su provecho. Si las normas usuales para un uso correcto del suelo indican que no se debe pasar del 10% de pendiente en cultivos motomecanizados y del 20% en cultivos manuales; aquí las labores de arado se practican hasta el 60% con maquinaria y los cultivos tradicionales se realizan normalmente entre 40 y 70%, a veces hasta el 100% !!

El clima está caracterizado, a la vez por medias moderadas y por algunos eventos pluviométricos excepcionales. En la parte baja, los totales pluviométricos anuales son débiles a medianos (de 500 a 1300 mm) y controlados por una temporada lluviosa; en las vertientes y las altas tierras, son un poco más fuertes (1000 a 2000 mm) sin verdadera temporada seca. Sin embargo, la erosión se debe a la agresividad climática, es decir a la intensidad de las lluvias. Esta generalmente no pasa de 40mm/h, aunque, unas veces al año, se observan valores fuertes (hasta 90mm/h) que son responsables de una intensa erosión.

Arraigado en un medio natural delicado y con una historia social que tuvo que soportar sin influir en ella, el campesino no logró nunca adecuarse correctamente a estas nuevas condiciones. A continuación, se puede mencionar los principales acontecimientos:

- La conquista y luego la colonización española provocaron un abandono del conjunto del sistema ancestral de uso de las tierras suficientemente productivo y conservador y la introducción de nuevos cultivos con sus tecnologías y de la ganadería, mientras que se desplomaban las estructuras sociales. En forma progresiva, se dieron relaciones particulares para la explotación de la tierra agrupada en haciendas, las cuales aprovecharon una importante mano de obra servil dentro del sistema del "huasipungo".

- La Sierra es desde el inicio del siglo una región donde el crecimiento poblacional es intenso, a pesar de presentar restringidas posibilidades de extensión de la frontera agrícola. Desde la época colonial hasta 1825, los censos indican que la población serrana pasa de 250 000 a 400 000 habitantes, luego a 760 000 habitantes en 1886, a 1 610 000 habitantes en 1933 y a 3 800 000 habitantes en 1982.

- Este formidable "boom" demográfico que entre 1950 y 1960, provoca la cuadruplicación de la población global y un aumento muy significativo de la presión del hombre sobre el medio, obliga al gobierno de ese entonces (Junta Militar) a expedir, en 1964, la Ley de Reforma Agraria de 1964, que tuvo como principal consecuencia, la redistribución de la tierra a costa de las haciendas, donde los terratenientes se desprendieron sobre todo de sus peores y más alejadas tierras, en las partes altas y escarpadas, en condiciones morfoclimáticas poco aprovechables. Ante estas medidas, se produjo una migración, lo que consecuentemente aumentó aún más la presión del hombre sobre los suelos frágiles de altura. Generalmente, el antiguo uso ganadero extensivo algo conservacionista, da paso a un uso de cultivos alimenticios de auto-consumo que inicia una erosión notable.

- Es preciso señalar, en ciertas regiones, una sobreexplotación momentánea debido a la obligación que tuvieron los nuevos propietarios de pagar las tierras entregadas y de comprar material para su cultivo.

## 2.4. EL SENTIDO CONSERVACIONISTA

De parte de las autoridades, existe ahora una real preocupación para mantener una productividad sostenida mientras se conserve el capital de producción del suelo.

Es notable observar la casi ausencia de métodos de conservación de parte de los agricultores. Más que los hacendados, quienes ocupan buenas tierras sobre la planicie y tienen algún conocimiento y medios para conservar sus suelos, son los finqueros y sobre todo los minifundistas, asentados en las zonas frágiles, que tienen problemas más agudos de erosión.

Estos campesinos prefieren culpar al año excepcionalmente lluvioso, a la fatalidad . . . para justificar los estragos pasados y actuales que afectan a sus suelos. Ignoran que su forma estática de manejar los suelos y su ausencia de adaptación a nuevos métodos culturales tienen un papel fundamental en la agravación de los procesos de degradación. Como lo hemos señalado, la introducción del tractor es catastrófica. En forma general, no existe un sentido preferencial para las labores de labranza afectuadas manualmente con el "azadón". La labranza por tracción animal se hace paralelamente a las curvas de nivel, más para economizar la fuerza de trabajo de los animales que para conservar los suelos. La labranza motomecánica se practica en este mismo sentido hasta pendientes que no sobrepasan el 15 - 20%, más allá y hasta el 60% de pendiente la labranza se hace en su sentido, de arriba a abajo. De este modo, en este medio muy susceptible a la erosión, la labranza según las curvas de nivel, no es suficiente.

El paisaje rural tradicional de tipo "bocage" se está transformando progresivamente; los numerosos y variados linderos de propiedades, formados por bloques de "cangagua", chambas, hileras de ágaves, bandas encespadas y taludes de antiguas terrazas, están por desaparecer. Es igual para las zanjas profundas que separan una comuna indígena con otra o con una propiedad privada. A pesar de no ser su papel, todos estos linderos frenaban eficazmente la erosión, su abandono significa una reactivación de la dinámica erosiva.

En casi toda la Sierra, los diversos tipos de límites están en curso de abandono para permitir el paso de los tractores, agrupando los terrenos y creando un nuevo paisaje rural "abierto". Es así como en Pimampiro (provincia de Imbabura), los antiguos taludes precolombinos de piedra apilada son sistemáticamente derribados, en Punín (provincia de Chimborazo) se destruyen o no se mantienen los taludes de "cangagua" de 2, 3 m de alto, los cuales fragmentaban la vertiente en pequeñas zonas de menor pendiente.

Lastimosamente, se observan más prácticas agrícolas erosivas que conservacionistas. Una de las raras consiste en zanjas, rayas o surcos de desviación que tienen por rol de recolectar y evacuar el escurrimiento supeficial. A pesar de existir, no son sistemáticamente eficientes por no tener un trazado preferencial en contra del sentido de la vertiente y presentar pendientes frecuentemente demasiado fuertes (20 a 25%). Además, es una práctica que se olvida por dejar el paso a los tractores.

En fin, se destaca nuevamente la inadaptación del hombre a su medio, convirtiéndose en uno de los factores de erosión de primer orden.

## 3.0 LAS REALIZACIONES

Esta investigación preliminar basada en una aproximación de los fenómenos por la cartografía, condujo a una etapa de intervención concreta en el campo, primero de índole experimental y después de aplicación práctica.

Se tuvo que desarrollar estudios en estaciones experimentales conformadas por parcelas testigo de escurrimiento y parcelas experimentales instaladas en condiciones reales del campesino y en su medio.

Cada estación está equipada por dos tipos de parcela de 100 $m^2$ de superficie:

- En la una se aplica el protocolo de Wischmeier,
- En la otra se practican los cultivos y labores tradicionales.

Además de eso, según los lugares, se instalaron una o dos parcelas experimentales y demostrativas de 1000$m^2$, donde se prueban técnicas sencillas de conservación. Al mismo tiempo que se contruyeron las parcelas, se realizó una encuesta socio-económica de campo para determinar en la zona de influencia de las estaciones, las condiciones actuales de la agricultura: los cultivos y sus prácticas culturales, el calendario agrícola; se puso énfasis particular en la búsqueda de métodos "criollos" de conservación.

Las parcelas testigo se cultivan en base a los datos proporcionados por las encuestas. En las parcelas experimentales también se trató de mantener el tipo de cultivo y la mayoría de las prácticas culturales tradicionales introduciendo una que otra práctica juzgada a priori eficiente y al alcance del campesino.

Las estaciones funcionan desde septiembre de 1986 y para la implementación de las prácticas, se partió tomando en consideración la casi ausencia de métodos de conservación en el campo y además la experiencia obtenida en las parcelas de 50 $m^2$. Para el efecto, se escogió el sistema de las micro-paredes permeables (banda encespada y pequeños muros) que constituyen un buen freno mecánico a la erosión. Además, este tipo de construcción permite el paso del agua y las partículas finas, evitando los peligros de una acumulación lodosa detrás de las obras; también requiere poco trabajo de mantenimiento de parte de los campesinos. Los materiales utilizados para la construcción de las micro-paredes permeables, han sido seleccionados en función de los que emplean los campesinos para delimitar sus propiedades: muros de chambas de tierra, bloques de cangagua, simplemente bandas encespadas con un pasto o un cultivo de ciclo diferente (quinua por ejemplo).

Estas estaciones constituyen a la vez un campo experimental muy importante (por permitir una fructuosa comparación de los resultados obtenidos entre las parcelas testigo y las parcelas experimentales). Además, se ajustan al objetivo de la metodología, al constituir un centro de demostración muy cercano del campesino quien podría fácilmente repetirlo en su campo, como se ha podido observar en el transcurso de este primer año.

Los estudios en estación permiten una comparación entre una situación testigo tradicional y una situación experimental mejorada, lo que no es posible hacer a nivel de cuenca vertiente, debido a que la heterogeneidad es demasiado importante y a la casi ausencia de datos sobre erosión en el medio andino. Sin embargo, los resultados que se adquieran de manera puntual en las estaciones, podrán transferirse a una escala mayor.

Cierto es que la implementación de una estación es costosa y exige un seguimiento continuo con personal a tiempo completo, pero hay que tomar en cuenta también la escasez de datos básicos. De allí la importancia de las estaciones, al no poder contar con una red nacional de parcelas, como sería lo ideal. En vista de esto, se tuvo que orientar los futuros estudios para la utilización de un simulador de lluvia, el que permitirá acelerar la adquisición de datos sobre los causantes del escurrimiento, paso obligado hacia la conservación de los suelos.

En base a un reconocimiento preliminar de campo, se ha instalado 4 estaciones experimentales y demostrativas para el estudio de la erosión, donde se ha implementado algunos métodos simples de conservación de suelos.

Tres estaciones se ubican en la provincia de Pichincha, sobre pendientes que van de 20 a 40% y alturas comprendidas entre 2600 m y 3300 m y la cuarta se localiza en la provincia de Chimborazo a 3400 m de altura sobre una pendiente de 18%.

Cada estación está compuesta por 2 parcelas-testigo: la una de tipo "Wischmeier" y la otra sobre la cual se implementó los cultivos y las labores agrícolas tradicionalmente practicadas en la zona de estudio; y de una o dos, según los casos, parcelas experimentales donde, sin cambiar el cultivo y haciendo variar un poco las prácticas, se introdujeron métodos de conservación simples. Las parcelas-testigo tienen 100 $m^2$ de superficie, en cambio, las parcelas experimentales son 10 veces más grandes para poder acercarse a las condiciones de campo. Todas con tanques de tol situados al pie de las parcelas, que permiten recoger los productos de la erosión y consecuentemente establecer un balance comparativo entre los pesos de tierra recolectados en las parcelas-testigo y en las parcelas experimentales. Por otro lado, a medida que se obtienen datos de la experimentación, las estaciones devienen un sitio de reunión con técnicos y campesinos, donde se transfiere los conocimientos adquiridos.

## 4.0 RESULTADOS

Parece evidente que el impacto sobre el suelo de las gotas de lluvia, en función de su velocidad de caída y de su cantidad, es determinante para iniciar la erosión, pero no es posible intervenir, artificialmente, sobre estos parámetros naturales. En cambio, es posible actuar sobre el estado de la superficie del suelo (cobertura vegetal, prácticas agrícolas y su calendario) para frenar el papel destructor de las precipitaciones.

Los datos obtenidos sobre las parcelas de 50 $m^2$, incluso en un contexto de fuertes pendientes, han demostrado claramente que una intervención humana, aún simple, puede dar buenos resultados.

Para poder profundizar este análisis, desde el año anterior, se viene utilizando este paso metodológico "experimental-demostrativo" lo que permite, por una parte, continuar el estudio de los mecanismos erosivos iniciados con las parcelas de 50 $m^2$, y por otra parte, aportar una dimensión nueva y fundamental a nuestras investigaciones, por la experimentación concreta de métodos de conservación de los suelos en el campo y por la organización de días de vulgarización con los campesinos.

El papel de los bloques de "cangahua", chambas de tierra con hierba y bandas encespadas, parece desde ya satisfactorio. Hasta la fecha, las parcelas-testigo se erosionan siempre más que las parcelas experimentales, como lo demuestran los resultados preliminares (de octubre 1986 a febrero 1987), que a continuación se transcriben:

- En la provincia de Pichincha:

- Estación de Tumbaco, una sóla parcela experimental en maíz con 3 bandas encespadas de 1 metro de ancho y espaciadas cada 12 metros.

PESOS SECOS EN t/ha/año

| PARCELA EXP. | PARCELA TESTIGO | PARCELA "W" |
|---|---|---|
| 0.7 | 1.9 | 9.05 |

- Estación de Cangahua, dos parcelas experimentales: la primera con maíz y 3 muros en bloques de cangahua (0,4 a 0,5 m de alto) y con un espacio igual al de las bandas de hierba, y la otra con un surcado cerrado similar al que se utiliza en condiciones de riego y también con maíz.

PESOS SECOS EN t/ha/año

| PARCELA EXP. 1 | PARCELA EXP. 2 | P. TEST. | PARCELA "W" |
|---|---|---|---|
| 0.12 | 0.17 | 0.58 | 3.18 |

- Estación de Mojanda, 2 parcelas experimentales: la una con cebada y 3 muros con chambas (0,4 a 0,5 m de alto) y la otra, también con cebada, cuya superficie está dividida por 3 lomos grandes sembrados con quinua.

PESOS SECOS EN t/ha/año

| P. EXP. 1 | P. EXP. 2 | P.TEST. | P. "W" |
|---|---|---|---|
| 0.08 | 0.1 | 0.38 | 0.77 |

En la provincia de Chimborazo:

Estación de Riobamba, una sóla parcela experimental con papas y 2 bandas encespadas de 1 metro de ancho.

PESOS SECOS EN t/ha/año

| PARCELA EXP. | PARCELA TESTIGO | PARCELA "W" |
|---|---|---|
| 0.22 | 0.88 | 2.13 |

En el cuadro dado a continuación, se resume los resultados obtenidos desde septiembre 1986 hasta mayo 1987 en las cuatro estaciones instaladas en las zonas bajas y altas de la Sierra. Se notará que los pesos de tierra perdida son mínimos en las parcelas experimentales.

Pérdidas de tierra seca t/ha/año

| Estación | Pendiente | Cultivos | Parcela tradic. | Parcela Wischm. | Parcela Experimental |
|---|---|---|---|---|---|
| TUMBACO | 20% | maíz | 1.9 | 9.1 | 0.7 banda encespada |
| CANGAHUA | 20% | maíz | 0.6 | 3.2 | 0.1 muro de cangahua |
| MOJANDA | 40% | cebada | 0.4 | 0.8 | 0.1 muro de chamba o<br>0.1 camellón con quinua |
| RIOBAMBA | 20% | papas | 0.9 | 2.1 | 0.2 banda encespada |

## 5.0 CONCLUSIONES - PROYECCIONES

Desde hace unos 10 años, los responsables del agro-ecuatoriano tomaron conciencia de la importancia de luchar contra la erosión, para garantizar un potencial agrícola satisfactorio a las futuras generaciones. Sin embargo, queda todavía un largo camino por recorrer, si se considera por una parte que la conservación de los suelos en montaña es una ciencia aún mal conocida y por otra parte, las acciones deben dirigirse en el Ecuador en prioridad, hacia un pequeño campesinado bastante aislado y numeroso, porque fue marginalizado desde la época colonial de las principales corrientes de modernización agrícola. El atraso socio-agronónomico de las

comunas indígenas agrícolas es notable, y constituye un verdadero reto emprender la lucha contra la erosión, si se considera que sobrepasa los límites de las simples relaciones del hombre con su medio.

Se necesita, en primer lugar, establecer relaciones estables de confianza entre los técnicos en agronomía y los campesinos, que deben orientarse de manera conjunta hacia una defensa de los suelos contra la erosión y un aumento progresivo de los rendimientos. Parece que un modelo sustentado en la intensificación de los rendimientos sobre pequeñas superficies mientras se preserve el suelo, podría constituir una buena base de reflexión. Frente a la complejidad de la montaña ecuatoriana y la magnitud del problema: inadaptación actual notoria del hombre a su medio y fuerte agresividad de la erosión, la investigación aplicada constituye un paso metodológico preliminar indispensable para iniciar el reto.

Además, en un primer paso, la experimentación debe orientarse hacia métodos simples de conservación, es decir, fácilmente accesibles y comprensibles por los campesinos. Los primeros datos conseguidos desde octubre 86 sobre las 4 estaciones experimentales y demostrativas ya son prometedores.

La experimentación y la demostración se limitan ahora estrictamente a la reducción de las pérdidas de tierra. Sin embargo, estamos conscientes de que todo esto no será suficiente si no está involucrado en un sistema global de mejoramiento de la productividad agrícola que integraría a la conservación, un conjunto de actividades como el riego, la fertilización, etc., adaptando todo este conjunto a las condiciones de suelo, topografía, a la agresividad climática, al medio humano y otras.

## BIBLIOGRAFIA

Almeida G., De Noni G., Nouvelot J.F., Trujillo G., Winckell A.: Los Principales procesos erosivos en Ecuador, PRONAREG-PRONACOS-ORSTOM, Quito, 1984, 31 p. con un mapa del país a escala 1/1000.000.

Aspiazu P., de Castro M.A., De Noni G., Regalado J.F.: Erosión eólica al norte de la hoya de Quito, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 6, Quito, 1986, p. 69-78.

Caujolle-Gazet A., Luzuriaga C.: Estudio de un tipo de"cangahua" en Ecuador: posibilidades de mejoramiento mediante el cultivo, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 6, Quito, 1986, p. 59-67.

Colmet Daage F., Arévalo A., Bernard J., Pallud A., Velásquez H: Mapa de erosión actual y erosión potencial en la Sierra ecuatoriana, MAG-ORSTOM, Quito, 1979, 80 hojas.

Custode E., Viennot M.: Contribución de los estudios morfopedológicos para la conservación del suelo y su fertilidad en el Oriente ecuatoriano, PRONACOS-UNESCO, Quito, 1983, 7 p.

Custode E., Viennot M.: El riesgo de erosión en la región amazónica, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 6, Quito, 1986, p. 79-88.

De Noni G.: Análisis cualitativo de tres procesos de erosión en la Sierra volcánica del Ecuador, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 2, Quito, 1982, 16 p.

De Noni G., Nouvelot J.F.: Los principales procesos erosivos en Ecuador, PRONACOS-UNESCO, Quito, 1983, 11 p.

De Noni G., Nouvelot J.F., Trujillo G.: Erosión y conservación de la Sierra volcánica ecuatoriana: el ejemplo de las parcelas de Alangasí, Boletín Extraordinario de la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Quito, 1984, 20 p.

De Noni G.: Estudio de la erosión y las prácticas de conservación del suelo en Ecuador bajo la implementación de una red de proyectos pilotos, UNESCO, Montevideo (Uruguay), 1984, 5 p.

De Noni G., Del Pozo G., Nouvelot J.F.: Diagnóstico de los procesos erosivos, sus causas y riesgos en base al uso de la información del inventario de recursos naturales renovables: un ejemplo en la Sierra ecuatoriana, Boletín Extraordinario de la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Quito, 1984, 11 p.

De Noni G., Viennot M.: Estudio de algunos procesos de erosión en la Sierra volcánica del Ecuador (3200 m-4800m), II Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Cali (Colombia), 1985.

De Noni G.: Breve visión histórica de la erosión en el Ecuador, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 6, Quito, 1986, p. 15-23.

De Noni G., Nouvelot J.F., Trujillo G.: Estudio cuantitativo de la erosión con fines de protección de los suelos: las parcelas de ALANGASI e Ilaló, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 6, Quito, 1986, p. 35-47.

De Noni G., Trujillo G.: Degradación del suelo en el Ecuador: principales causas y algunas reflexiones sobre la conservación de este recurso, Coloquio "Ecuador 86", Quito, 1986, 12 p.

De Noni G., Trujillo G.: La erosión actual y potencial en Ecuador: localización, manifestaciones y causas, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 6, 1986, Quito, p. 5-14.

De Noni G., Trujillo G., Viennot M.: L'erosion et la conservation des sols en Equateur, Cah. ORSTOM, ser. pedol., vol. XXII, N° 2, 1986, p. 235-245.

Gregoire I., Trujillo G.: Estudio de la erosión en una comunidad indígena de la Sierra ecuatoriana: manifestaciones, causas y métodos de conservación del suelo, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N°, Quito, 1986, p. 49-57.

Pourrut P.: Papel de las precipitaciones en la degradación de los suelos: impacto de las lluvias excepcionales del periodo 1882-83, CEDIG-ORSTOM, Documentos de investigación N° 6, Quito, 1986, p. 79-88.

# EJECUCION DEL PROYECTO MANEJO DE RECURSOS NATURALES EN HONDURAS

AUTOR: CARLOS RIVAS
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES
HONDURAS

## 1.0 INTRODUCCION

Honduras, como el resto de los países latinoamericanos, afronta un creciente deterioro en su sector recursos naturales, agudizado por las características topográficas y el régimen de precipitación. La extensión territorial del país es de 112,088 kilómetros cuadrados, a los cuales el 75 por ciento tiene pendientes mayores al 25 por ciento.

La tasa anual de pérdida en los bosques latifoliados en 1981 se estimó en 80.000 hectáreas y, aunque los índices son menores en bosque de coníferas, no dejan de ser alarmantes.

Entre las principales causas del acelerado proceso de pérdida de los recursos naturales, podemos enunciar la agricultura de subsistencia (migratoria), la ganadería extensiva, el aprovechamiento irracional de los bosques productivos y la falta de un sistema justo de distribución de la tierra. Las consecuencias de esta situación se manifiestan en:

- Acelerado proceso de erosión de los suelos y sedimentación de los lechos de los ríos.
- Incremento en la incidencia y magnitud de inundaciones en la época de lluvia.
- Pérdida de la calidad y cantidad de agua.
- Empobrecimiento de los agricultores localizados en las áreas de ladera.

Otro factor limitante para detener el deterioro era el Servicio de Extensión Agrícola Nacional, el cual brinda su apoyo al productor ubicado en áreas con pendientes menores al 15%, parcelas generalmente mayores a 5 hectáreas y cuya producción está destinada a la comercialización. La asistencia técnica hacia este tipo de productor es sectorizada (pecuaria, forestal, agronómica), por lo cual en forma velada se excluye el pequeño productor de ladera con un sistema productivo integral.

Aunado a lo anterior, el sistema de planificación es orientado hacia el cumplimiento de obras físicas, lo que vuelve el servicio estático limitado a los recursos e insumos de producción y relegando al campesino a ser un usuario de tecnología y no el sujeto primario de asistencia técnica a través de la capacitación. Los objetivos de transferir tecnología y su adopción por el campesino se vuelven secundarios y, en consecuencia, se torna muy importante la aplicación de un paquete tecnológico para incrementar la producción.

La anterior estrategia de extensión se vuelve muy débil al pretender utilizarla como sistema para apoyar el desarrollo del pequeño campesino ubicado en tierras de ladera,[1] debido a sus patrones culturales, sistema de producción e incapacidad de correr riesgos económicos.

---

[1] Terrenos con 15% de pendiente o mayor.

## 2.0 PROYECTO MANEJO DE RECURSOS NATURALES

Con los antecedentes expuestos, en el mes de Julio de 1980 se firmó un convenio de préstamo/donación entre el Gobierno de los Estados Unidos de América y el Gobierno de la República de Honduras, para dar inicio a una actividad que planteará soluciones a la problemática anteriormente mencionada y que además aplicará dichas soluciones manejando la Cuenca del Río Choluteca. El Proyecto Planteado y Denominado **Manejo de Recursos Naturales (PMRN)**, tiene como objetivos generales los siguientes:

- Mejorar la información básica sobre recursos naturales.
- Generar políticas apropiadas apoyadas en un marco legal adecuado para la aplicación y ejecución de programas orientados al aprovechamiento racional y sostenido de los recursos naturales renovables.
- Desarrollar un programa de manejo de la Cuenca del Río Choluteca, con énfasis en agricultura de ladera, manejo de bosques y la conservación del recurso agua.

Para lograr estos objetivos, se subdividió el proyecto en tres componentes que serían ejecutados por diferentes agencias gubernamentales, cada una responsable al alcanzar uno de los objetivos planteados y estableciendo la coordinación necesaria entre las mismas. La situación establecía una necesidad fuerte de coordinación, debido a la diferencia de objetivos de cada institución.

Durante 1981 se disolvió la Comisión de Política Agrícola (CPA), organismo que tenía como función coordinar las acciones de ejecución delegadas a las diferentes instituciones y establecer la política del proyecto en sus diferentes componentes. Con esta situación el PMRN se desintegró.

En la actualidad, la ejecución se lleva a cabo en forma independiente, con alguna colaboración entre componentes, pero sin ninguna unidad de control y seguimiento responsable del PMRN en su totalidad.

A la Secretaría de Recursos Naturales le fue delegada la responsabilidad de ejecutar el componente Manejo de la Cuenca del Río Chuluteca, que ahora es conocida como el PMNR y la experiencia aquí planteada es generada bajo este componente.

Dos años después de firmado el convenio, se iniciaron las actividades campo, planteadas en el acuerdo original bajo la orientación y metodología existente en el país, lo que dió como resultado un impacto limitado de las actividades ejecutadas. El objetivo perseguido en el momento consistía en cumplir unas metas basadas sólamente en obras físicas, en las que el campesino participaba como ejecutor, sin tener el beneficio de ser capacitado. El esfuerzo del personal de campo se orientaba a que el agricultor hiciera obras para el cumplimiento de las metas planteadas en los programas de trabajo, subestimando al campesino y ponderando la importancia del logro físico como la solución al problema de deterioro.

Durante 1983, se programó una evaluación interna, con el propósito de identificar qué causaba los problemas que estaban surgiendo en el proceso de ejecución. Entre los principales, podemos enunciar el abandono o la no utilización de las obras de conservación de suelo, resistencia a la reforestación y sobre todo, la desintegración de los grupos organizados; por otra parte, la tendencia era un crecimiento continuo de las actividades, sin la posibilidad de un decrecimiento paulatino de las inversiones, debido a que los técnicos estaban cumpliendo las metas de sus planes sin transferir los conocimientos necesarios al sector rural, que vive en contacto y del aprovechamiento de los recursos naturales.

Los objetivos de la evaluación fueron, analizar la metodología de extensión utilizada e identificar las técnicas que mejor adaptaban a la realidad social que se estaba tratando de modificar. Las principales conclusiones de la evaluación fueron:

- El sistema de planificación centralizado basado en metas (cambios físicos) no reflejaba la problemática que el campesino afrontaba, sino que más bien, la percepción de los técnicos sobre el problema, forzando de esa manera la programación de actividades a la eliminación física de las situaciones sin considerar las causas de su origen, por lo que las mismas se tornaban recurrentes.

- La asistencia técnica sectorizada no respondía a las necesidades del sector social tipificado como beneficiario del proyecto.

- La metodología de extensión adoptada no era congruente con la población, meta seleccionada para trabajar con el PMRN. El sistema de crédito, insumos, ...etc. está claramente diseñado para desarrollar campesinos con un sistema productivo definido, basado en la comercialización que no era el caso de los beneficiarios del PMNR.

- Todo el esfuerzo del equipo de campo estaba orientado en la obtención de metas físicas (área bajo conservación de suelo, área reforestada,...etc.) para cumplir con los requisitos del convenio y los planes de trabajo.

- El personal técnico seleccionado en su gran mayoría, no conocía la tecnología de producción en ladera ni los sitemas productivos del pequeño campesino.

- Los incentivos son un instrumento adverso si no están acompañados de un proceso adecuado de capacitación.

- Las metas deben ser la consecuencia de un proceso de planificación de las agencias de campo hacia la oficina central; todas las técnicas difundidas requieren de un tiempo prudencial para su adopción y demostración ante el campesino.

La conclusión más importante de todo el proceso de evaluación, fue la aceptación y reconocimiento del equipo técnico que el **campesino debería ser el centro de la actividad, no sus recursos productivos (agua, suelo, bosque).** Los resultados de la evaluación interna fueron contundentes para definir una nueva orientación del PMRN, así como para definir un modelo institucional funcional para el tipo de beneficiario.

## 3.0 ORIENTACION DEL PROYECTO

Durante el período de reorientación, se recabó la información necesaria para identificar la población meta, definiéndose como área de trabajo 3.064 kilómetros cuadrados en las subcuencas Cabeceras Sampile y Guasaule de la cuenca del Río Choluteca. Es relevante presentar la Tabla 1, con el propósito de hacer notar el impacto del Servicio de Extensión Nacional en los diferentes tipos de productores, así como la distribución de la tierra, principal recurso d. producción.

CUADRO 1. DISTRIBUCION DE LA TIERRA Y USO DE TECNOLOGIA

| Tamaño de Finca ha | Area Total ha (%) | Total en el País # | Fincas Utilizan Tecnología # ( % ) | Sistema Tradi- cional # ( % ) |
|---|---|---|---|---|
| Subsist. > 5 | 238688 (9) | 124747 (64) | 11907 (9.5) | 112 840 (90.5) |
| Semi-Comercial 6 -20 | 468983 (18) | 47478 (24) | 8753 (18.4) | 38725 (81.6) |
| Comercial 21 - 50 | 461464 (17) | 15164 (8) | 4814 (31.8) | 10350 (68.3) |
| < 50 | 1485949 (56) | 7908 (4) | 4284 (54.2) | 3624 (45.8) |
| TOTAL | 2655095 | 195297 | 29663 (15.2) | 165634 (84.8) |

USAID 1978

El rango de acción para seleccionar beneficiarios en el PMR estaba comprendido entre campesinos poseedores de un área no mayor de 50 hectáreas, por lo que existe la responsabilidad de atender el 96% de la población rural. Para restringir el grupo de trabajo, se definió como sector prioritario un grupo de subsistencia con áreas menores de 5 ha y que abarcaba el 64% de los agricultores. Como segunda prioridad, se definió el grupo de productores que contaba con 6 a 20 ha, que corresponde al 24% de la población rural.

Para lograr llegar hasta la población meta identificada, se hizo necesario plantear un nuevo enfoque del proyecto, basado en los siguientes puntos:

## 3.1 ENFOCAR AL HOMBRE Y SU SISTEMA DE PRODUCCION

Los programas y proyectos normales están enfocados a resolver una situación dada en un tiempo estipulado, mediante la ejecución de actividades traducidas en logros físicos y económicamente rentables. Tomando estos parámetros, el diseño de proyectos para manejar recursos naturales, son orientados a resolver el deterioro en un tiempo definido (generalmente corto, 5 años), midiendo los logros en obras físicas (estructuras de conservación, número de árboles, áreas tratadas,...etc.), involucrando al campesino únicamente como el ejecutor de la labor de las inversiones realizadas, las cuales, si el campesino no está adecuadamente capacitado, se perderán.

En la realidad, la única forma de conservar los recursos naturales mediante un aprovechamiento sostenido, es capacitando y transfiriendo tecnología al sector social que se beneficia de los mismos. Esta orientación genera un enfoque al hombre y su medio de vida, por lo que los factores tiempo y metas físicas quedan seriamente condicionados por la capacidad de adopción y las tradiciones de aprovechamiento del sector social predominante.

El enfoque social involucra un fuerte compromiso en el diseño del proyecto a la flexibilidad, tanto en logros físicos como en tiempo de ejecución. Esta flexibilidad es indispensable para poder formar los equipos de trabajo, establecer el proceso de capacitación adecuado pra los diferentes niveles y así garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados, mediante un proceso de transferencia y adopción de tecnología acorde a la realidad social de la zona.

La ventaja comparativa que presenta un enfoque al hombre, es que la institución ejecutadora podrá paulatinamente liberar áreas tratadas, reduciendo costos de operación y dependencia gubernamental.

## 3.2 ADOPCION DE UN METODO DE LIMITACION DE TECNOLOGIA

El sistema productivo del campesino es lo más importante, inducir en el mismo algunos cambios que no lo alteren radicalmente y que no requieran mayor inversión, pero que produzcan resultados inmediatos, es la clave del éxito inicial. Básico para lograr lo anterior, es identificar los principales factores que limitan la producción en el sistema utilizado por el campesino, además de la dimensión y número de cambios tecnológicos que se pretende inducir.

Muchos cambios tecnológicos en un ciclo de producción, generan la sensación en el campesino de entrar en un proceso desconocido, en el cual su seguridad alimentaria depende del técnico. En cambio, con la inclusión en su sistema de producción de uno, dos o tres cambios como máximo, durante el primer ciclo bajo asistencia, él conoce que los beneficios se deben a la técnica incorporada y al mismo tiempo tiene capacidad de adoptarlos para su próximo ciclo de cultivo. Lo más importante de un cambio de esta naturaleza (lento, consciente y de bajo costo), es la actitud positiva que el mismo genera en el campesino para aceptar nuevas técnicas e incorporarlas a su sistema, además de despertar en él su deseo de comunicar el descubrimiento a sus congéneres, con lo que se inicia el proceso de divulgación de la tecnología en las comunidades.

## 3.3 MANEJO DE INCENTIVOS

La utilización de incentivos es una forma adecuada de estimular al pequeño campesino, pero su utilización debe ser acompañada de un fuerte proceso de capacitación y concientización, para evitar que el beneficiario interprete la ayuda como una obligación gubernamental, cuyo resultado es el **paternalismo.**

El incentivo debe ser utilizado como un complemento para facilitar una labor indispensable de realizar y que la misma está fuera del alcance y capacidades del campesino. Utilizando en otra forma el incentivo o subsidio, se convierte en un pago por la labor realizada. Si no existe un balance adecuado entre el incentivo proporcionado y la actividad estimulada, también el campesino puede realizar el trabajo teniendo como interés principal el subsidio mismo y no la actividad, lo que va en contra del proceso de transferencia y adopción de tecnología.

## 3.4 CAPACITACION DEL PERSONAL TECNICO EN METODOLOGIAS DE EXTENSION

Durante muchos años en el país se ha brindado capacitación institucional que adolece de una orientación adecuada en contenido y en su ubicación en el tiempo. La capacitación debe estar orientada a proveer los instrumentos necesarios para fortalecer el proceso de transferencia de tecnología de los técnicos de campo, más que a fortalecer su base académica; en otras palabras, se debe tratar de desarrollar habilidades y destrezas en el personal técnico para que su labor sea más efectiva.

La época de impartir los cursos es un elemento muy importante a considerar, es necesario iniciar las campañas de capacitación hacia los técnicos como máximo un mes antes del inicio de las mismas actividades por los campesinos. Así los técnicos estarán estimulados a la aplicación de los conocimientos obtenidos en las mismas actividades que el campesino realizará.

## 3.5 PLANIFICACION DE ACTIVIDADES DESCENTRALIZADA

La tendencia de los proyectos es centralizar la planificación, con el propósito de obtener definiciones precisas del **cuánto, qué y dónde** se llevarán a cabo las acciones, despreciando en la mayoría de los casos el **cómo** se ejecutarán las actividades.

## 4.0 ORGANIZACION GENERAL DEL PMRN

Generar la organización de una institución que respondiera a la mayoría del sector rural, enmarcado en características totalmente diferentes a la tradicionales atendidas, requería de una revisión profunda del sistema de extensión vigente y readaptarlo a la nueva orientación y población meta. Entre las principales características a modificar surgieron:

- Orientar la asistencia técnica hacia el pequeño campesino que realiza agricultura de subsistencia.
- Diversificar la asistencia técnica, transformándola en integral para el manejo de recursos naturales (Agua, Suelo, Bosque).
- Conformar equipos multidiciplinarios a nivel de las agencias de extensión e incorporar el concepto de tecnología apropiada para agricultores de ladera.
- Descentralizar la planificación de actividades y definir programas de trabajo concretos con un sistema de control, seguimiento y evaluación apropiado.

Con estos conceptos, se diseñó el modelo institucional que al ser implementado se estructuró de la manera que a continuación se describe brevemente.

## 4.1 UNIDAD DE PLANIFICACION Y ASISTENCIA TECNICA

Esta unidad está integrada por especialistas nacionales e internacionales con formación y experiencia en las principales actividades que el proyecto debe ejecutar. La responsabilidad principal de la unidad consiste en monitorear la calidad de las actividades en ejecución. Producir los materiales técnicos adaptados a la realidad de las áreas de trabajo y brindar asistencia y apoyo técnico al personal de campo ubicado en las diferentes agencias de extensión.

Durante el proceso de monitoreo, que es realizado a lo largo de todo el año, se detectan y recopilan las experiencias positivas y negativas en las diferentes agencias de extensión, y ésta es la información básica que sirve para dar las pautas en la elaboración de estrategias de ejecución del proyecto. Una de las principales características de este sistema es su constante actualización, por lo que anualmente se revisan y modifican si se hace necesarias las estrategias y la metodología de

## 4.2 UNIDAD DE EJECUCION

Denominada también **Dirección de Campo**, es la unidad responsable de realizar las actividades en tiempo y cantidad basados en la planificación anual, la cual para un mejor control, es subdivida en programaciones y evaluaciones mensuales de las actividades.

La unidad está compuesta por supervisores de área, los cuales son responsables de un grupo de agencias de extensión, las que deben contar con un equipo base de trabajo integrado por profesionales en agricultura, forestal y promoción social como mínimo. El equipo base con el apoyo de la unidad de asistencia técnica, realiza un diagnóstico de la zona a iniciar actividades con el propósito de definir el énfasis de la asistencia técnica necesaria y su real dimensión.

Una buena medida de la importancia de la dirección de campo es su tamaño, el cual debe representar el 80% del personal técnico de la organización general y el 20% restante lo forman el equipo de administración y el cuerpo de especialistas.

RESUMEN DE LOGROS DEL PMRN 1982 - 1985

| | |
|---|---|
| Participantes | 3 541 ** |
| Conservación de Suelos (m) | 697 053 |
| Ganadería en Ladra | |
| Siembra de Pasto (ha) | 268 |
| Manejo de Pasto (ha) | 884 |
| Reforestación | |
| Agroforestería (m) | [illegible] 180 |
| Plantaciones (#) | 1 050 |
| Economía del Hogar | |
| Siembra de Frutales | 29 438 |
| Huertos Familiares | 312 |
| Estufas Mejoradas | 252 |

** 78% Masculinos, 22% Femeninos

## 5.0 CONCLUSIONES DE NUESTRA EXPERIENCIA

1. Los proyectos o programas de manejo de recursos naturales deben tener un fuerte margen de flexibilidad, para poder ser orientados permanentemente al sector social que mayor deterioro está generando.

2. El centro de la planificación para la ejecución de actividades debe ser el **HOMBRE** y no sus recursos.

3. Es indispensable iniciar todas las actividades en pequeño, el principio debe aplicarse a todos los niveles poniendo al inicio mucho más énfasis en la ejecución de actividades que en la planificación.

4. Descentralizar la planificación a través de los mecanismos adecuados para el control, seguimiento y evaluación de actividades.

5. El período de vida de un proyecto debe estar basado en las características de la población meta a incorporar, más que en la cantidad del área a rehabilitar.

6. Adoptar el método de evaluaciones internas, como el mejor mecanismo de reorientación permanente de la institución, para que la misma sea congruente con los objetivos perseguidos; y como instrumento para medir los cambios en el sector social meta más que la cantidad de obra física realizada.

# BIBLIOGRAFIA


Bunch R. 1982. Two Ears of Corn A Guide to People-Centered Agricultural Improvement. World Neighbors. Oklahoma. 250 p.

Campanella et al. 1982. Honduras Perfil Ambiental Del Pais. Un Estudio de Campo. USAID. Tegucigalpa, Honduras. 120 p.

Dulin P. 1987. Planning, Monitoring and Evaluating Natural Resources Management Activities by Field Extension Agencies in Honduras. International Conference and Workshop. Land Resources Evaluation for National Planning in the Tropics. Chetumal, Mexico. Jan 25-31.

Lewandosky A. and Dulin P. 1986. Un Marco de Desarrollo Apropiado para las Pequenas Fincas de Ladera. Proyecto Manejo de Recursos Naturales 1982 - 1985. Tegucigalpa, Honduras.

Murray G. F. 1981. Mountain Peasants of Honduras: Guidelines for the Reordering of Small Holding Adaptation to the Pine Forest. USAID. Tegucigalpa, Honduras.

Proyecto Manejo de Recursos Naturales. 1984. Primera Evaluacion Interna Anual del PMRN. Secretaria de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras.

Proyecto Manejo de Recursos Naturales. 1984. Informe para el Proyecto Titulación de Tierras en la Cuenca del Río Choluteca. Secretaria de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras.

Rivas C. 1985. Manejo de La Cuenca del Rio Choluteca. Seminario de Conservacion de Tierras de Ladera. Santo Domingo, Republica Dominicana. Diciembre 5 - 8.

Secretaria de Recursos Naturales. 1984. Plan de Manejo de las Cuencas de los Rios Choluteca Sampile/ Guasaule. 252 p.

# LA CERO LABRANZA EN SIEMBRAS Y TRIGO Y SU INFLUENCIA EN EL MEDIO EDAFICO EN SUELOS EROSIONADOS DE LA CORDILLERA DE LA COSTA DE CHILE CENTRAL

AUTOR: CARLOS CROVETTO
SOCIEDAD DE CONSERVACION DE SUELOS
CHILE

## 1.0 INTRODUCCION

La Cero Labranza (C.L.) es una nueva práctica agronómica de manejo de suelo que permite sembrar sin arar, rastrear o cultivar, efectuándose la siembra sobre los rastrojos precedentes. Se ha desarrollado esta práctica, considerando que es un sistema de manejo de suelos capaz de evitar la erosión hídrica, clásico problema ya endémico en la mayoría de los suelos agrícolas de la cordillera de la costa y andina.

Se introdujo en un suelo granítico de la cordillera de la costa de Chile Central, como una forma agronómica de producir trigo sin deteriorar la estructura del suelo y sus parámetros productivos.

## 2.0 ANTECEDENTES EXPERIMENTALES

Desde hace casi dos siglos los suelos observados fueron sometidos a un agudo proceso erosivo, debido a las siembras de trigo y fuertes lluvias invernales (780 mm). Las siembras experimentales se efectuaron sobre suelos erosionados sin mayor manejo conservacionista tradicionales del área y sobre praderas de 15 años.

En la siembra tradicional los equipos usados fueron arado de punta a tracción animal y rastra de discos. Los rastrojos de trigo fueron dejados en todas las experiencias hasta tres tm/ha. El exceso de rastrojo fue removido por ganado Hereford. Los rastrojos fueron tratados directamente en el terreno con melaza y urea en dosis de 100 l y 5 kg respectivamente, disuelto en 100 l de agua por tm de paja tratada. Se diseñó un carro estanque con dos aspersores de ángulo parcial. ubicados en la parte posterior sobre una barra retráctil que los separó a 8 m. La presión se logró con una bomba acoplada a la toma de fuerza del tractor. Previamente, la paja fue picada y desparramada con una cortadora rotativa horizontal. Los rastrojos de maíz fueron picados con chopper modificada y no fue necesario extraer parcialmente la caña, ni agregar la mezcla de estanque ya señalada.

Se usó una sembradora abonadora C.L. Semeato (Brasil). En ambas situaciones experimentales se usaron aplicadores de fertilizantes y herbicidas post siembra. La cosecha se efectuó por medio de trilladora combinada.

En siembras de trigo sobre rastrojo de maíz no se usaron herbicidas de presiembra.

Se establecieron parcelas experimentales de 1 ha.

La semilla de trigo fue desinfectada con Vitavax T (Carboxin + Thiram) en dosis de 150g/100 kg de semilla.

En todas las parcelas experimentales se usaron variedades de trigo precoz, sembrados en otoño: Onda y Millaleu INIA. Las dosis para ambas variedades fueron 160 kg/ha para las siembras tradicionales y 175 kg/ha para C.L. Las siembras se efectuaron a las seis semanas de iniciadas las lluvias de otoño.

Dos sucesiones de cultivo fueron consideradas durante el período experimental de cinco años:

1. Siembra de trigo sobre rastrojo de trigo.

2. Siembra de trigo sobre rastrojo de maíz.

## 1. TRIGO SOBRE TRIGO

CUADRO 1. HERBICIDAS USADOS EN EL CONTROL DE MALEZAS EN TRIGO SOBRE TRIGO EN SIEMBRAS TRADICIONALES Y CERO LABRANZA

| Nombre Comercial | Nombre Técnico | Epoca Aplicación | Dosis p-c/ha | Observa-ciones |
|---|---|---|---|---|
| Tradicional ** | | | | |
| Iloxan (Hoechst) | Diclofop Metil | Malezas 2-4 hjs. | 2.00 l | - |
| Banvel D (Bayer) | Dicamba | Macolla | 0.25 l } | m/e |
| M.C.P.A. 750 (Dow) | M.C.P.A. 750 | Macolla | 1.00 l } | m/e |
| Cero Labranza | | | | |
| Roundup (Monsanto) | Glifosato | Pre-siembra | 2.00 l } * | m/e |
| 2-4-D 480 (DOw) | 2-4-D | Pre-siembra | 1.50 l } * | m/e |

p-c = Producto comercial ** También fueron usados post emergente en C.L

m/e = Mezcla estanque

* Se aplicó 2 - 3 semanas previo a la siembra con equipos (C.D.A.) de gota controlada.

** También fueron usados post emergente en C.

Los herbicidas pre siembra fueron aplicados después de 30 días de la primera lluvia de otoño. Esto mejoró el control de malezas en emergencia.

Se aplicaron en C.L. 46 unidades/año de fósforo con la sembradora en forma de fosfato de amonio durante los tres primeros períodos. En siembras tradicionales las cantidades se mantuvieron hasta el final del ensayo. Posteriormente se aplicó urea en las dosis descritas en el cuadro 2.

CUADRO 2. FERTILIZACION EMPLEADA EN SIEMBRA DE TRIGO SOBRE RASTROJO DE TRIGO

| Año Siembra | Cultivo | Tratamiento Tradicional | | Tratamiento Cero Labranza | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N Kg/ha | P Kg/ha | N Kg/ha | P Kg/ha |
| 1982 | Trigo | 180 | 46 | 180 | 46 |
| 1983 | Trigo | 215 | 46 | 215 | 46 |
| 1984 | Trigo | 220 | 46 | 220 | 46 |
| 1985 | Trigo | 240 | 46 | 240 | - |
| 1986 | Trigo | 240 | 46 | 240 | - |

## 2. TRIGO SOBRE RASTROJO DE MAIZ

CUADRO 3. HERBICIDAS USADOS EN EL CONTROL DE MALEZAS EN TRIGO SOBRE MAIZ EN SIEMBRAS TRADICIONALES Y CERO LABRANZA

| Nombre Comercial | Nombre Técnico | Epoca Aplicación | Dosis p-c/ha | Observa-ciones |
|---|---|---|---|---|
| Tradicional y Cero Labranza | | | | |
| M.C.P.A. 750 (Dow) | M.C.P.A. 750 | Macolla | 1.00 l | m/e |
| Banvel D (Bayer) | Dicamba | Macolla | 0.25 l | m/e |

p-c = Producto comercial

m/e = Mezcla estanque

No fue necesario aplicar herbicidas pre siembra. Las malezas post siembra fueron fácilmente controladas con los herbicidas ya descritos en el Cuadro 3.

CUADRO 4. FERTILIZACION EMPLEADA EN SIEMBRA DE TRIGO SOBRE RASTROJO DE MAIZ

| Año Siembra | Cultivo | Tratamiento Tradicional | | Tratamiento Cero Labranza | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | N Kg/ha | P Kg/ha | N Kg/ha | P Kg/ha |
| 1982 | Trigo | 180 | 46 | 180 | 46 |
| 1983 | Maíz | 260 | 92 | 260 | 92 |
| 1984 | Trigo | 220 | 46 | 220 | 46 |
| 1985 | Maíz | 320 | 92 | 320 | 92 |
| 1986 | Trigo | 240 | 46 | 240 | - |

Sólo se aplicó urea como fertilizante post emergente en dos dosis de 45 unidades cada una. A partir de 1986 no se aplicó fósforo en las siembras de trigo, Cuadro 4.

## 3.0 RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó una menor densidad de plantas en C.L. comparativamente con siembra tradicional, esto debido a que en suelos arcillosos la sembradora tiende a dejar el surco abierto.

No se detectaron problemas sanitarios en las parcelas sometidas a C.L., comparativamente con las de uso tradicional.

Tanto en siembra tradicional como en C.L. se observó un mejoramiento gradual de los rendimientos de trigo. La aplicación de urea con la sembradora fue importante en el vigor inicial de las plantas.

La caída de los rendimientos observada en el último año, se debió probablemente a siembra tardía por otoño lluvioso y a la tendidura provocada por viento y lluvia durante el llenado de grano.

La rotación de cultivos favorece el control de malezas y mejora los rendimientos. Se observó un regular funcionamiento de los herbicidas residuales en C.L., en siembras de trigo y maíz. Se atribuyó esta menor efectividad a la retención física que ejerce el rastrojo, lo que impide el contacto con el suelo y las semillas de malezas. Quizás este sea un problema de vital importancia en el manejo de los herbicidas llamados residuales, por cuanto el control de malezas en C.L. tiene la mayor significación en el manejo agronómico de los cultivos.

Las lluvias estimulan la generación de aleloquímicos que inhiben la germinación de malezas y aún de la semilla y planta de trigo. Esta intolerancia a excesos de rastrojos se debe probablemente a efectos alelopáticos (PUTNAM, 1983). Por esta razón, las siembras se efectuaron a las seis semanas de originadas las primeras lluvias de otoño (ELLIOT et al, 1978).

La paja de trigo presenta problemas alelopáticos si los rastrojos exceden 3 ton/ha. Las siembras se efectuaron extrayendo los excesos con ganado Hereford. Las siembras se iniciaron a las cinco semanas de originada la primera lluvia de otoño (20 mm) (ELLIOT et al, 1978).

La fitotoxicidad producida por la paja de trigo es mayor durante los procesos iniciales de su descomposición. Después de cuatro semanas de exposición de la paja a la lluvia, se ha encontrado la mayor actividad fitotóxica sobre trigo en germinación, con efecto residual de hasta 8 semanas (GUENZI, 1967).

McCalla identificó el agente de descomposición del rastrojo: la Patulina. Esta puede afectar el desarrollo de las plantas en cualquier estado de crecimiento (McCalla, 1963).

En Australia, Kimber observó que los rendimientos de trigo eran más bajos cuando el otoño era seco y cuando las primeras lluvias coincidían con la siembra sobre rastrojo de trigo (KIMBER, 1967). Esto es concordante con los resultado de Guenzi (op. cit) y McCalla (op.cit).

Kimber (op. cit) estudió la producción de toxinas en varios rastrojos de cereales y leguminosas, determinando que los extractos eran más fitotóxicos en estado verde que en residuos maduros o secos.

No se observó efecto alelopático en las siembras experimentales, lo que indicr que un correcto manejo del rastrojo parece ayudar a una buena sementera C.L. (CROVETTO, 1983).

Es fácil confundir el efecto de aleloquímicos en siembras de trigo, con deficiencia de nitrógeno, especialmente en los primeros 60 días de desarrollo. La deficiencia de nitrógeno que ocasionan los rastrojos, es uno de los aspectos más importantes en el manejo de la C.L. Generalmente ocurre si no se rectifica el desbalance en la relación C/N. En las siembras experimentales se agregaron 20 kg de N (urea) por tm de rastrojo presente Este N se ha agregado en los cinco años que dura el ensayo y aparentemente se requerirá por un período aún más largo. La dosis ya señalada es independiente a la que requiere el cultivo. Se usó preferentemente N en forma amoniacal (Fig. 1 b).

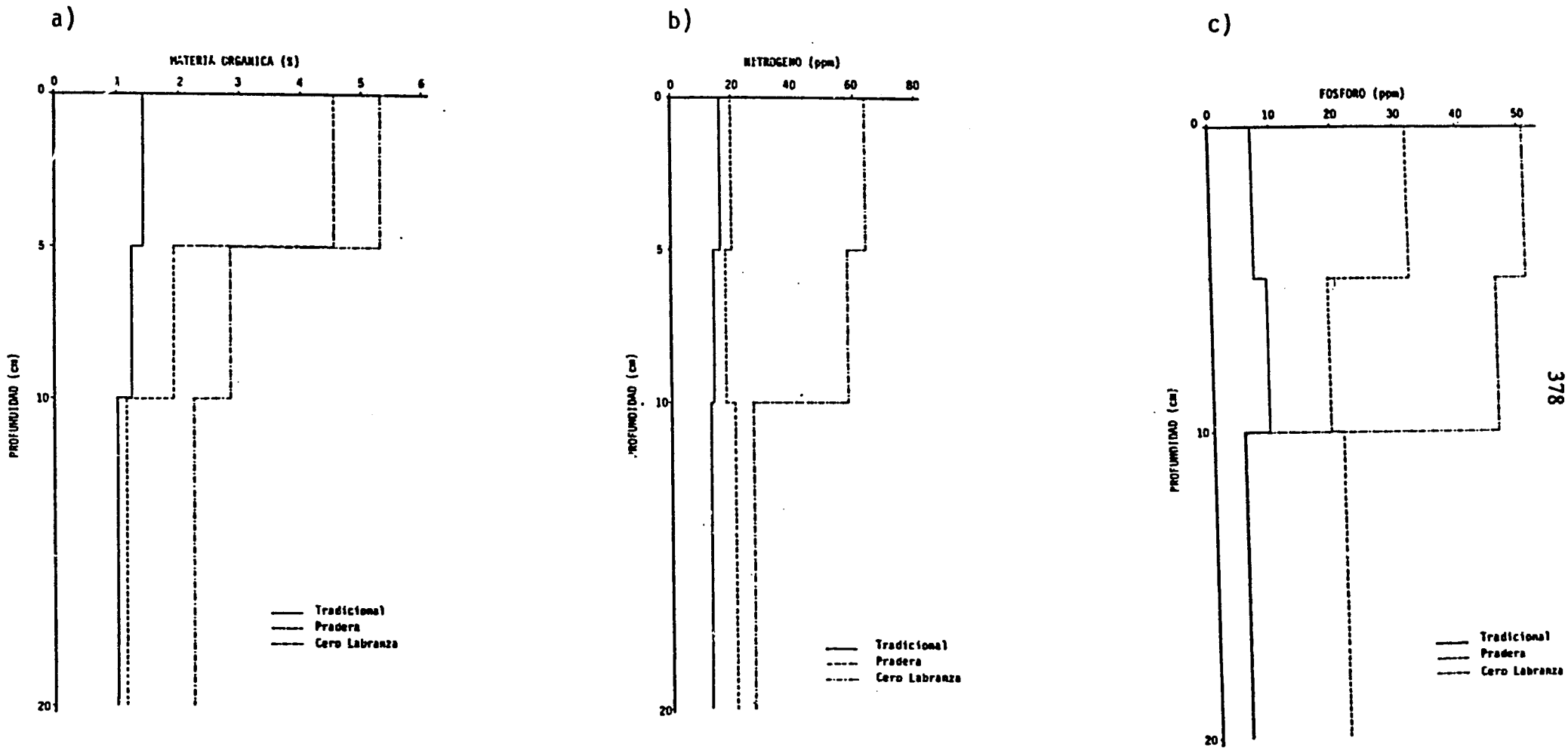
La aplicación de los fertilizantes en otoño-invierno con la sembradora en bandas junto con la semilla, no evidenció daño en la germinación, aún en dosis de 200 kg urea/ha. Se estima adecuada la fertilización en bandas, promueve un mejor desarrollo radicular y evita la inmovilización de nitrógeno por parte del rastrojo supeficial.

Se detecta frecuentemente en siembras de trigo en sucesión una enfermedad radicular llamada "mal del pie", causada por el hongo Gaeumannomyces graminis var. tritici (Ggt). Este hongo daña la raíz de las plantas y la base de los tallos (APABLAZA), 1985). Por este motivo, los agricultores practican la rotación con avena, raps, leguminosas, praderas, etc.

El hongo del mal del pie es endémico en la mayoría de los suelos agrícolas de Chile y generalmente se le encuentra en plantas gramíneas, las cuales le sirven de hospedero. En suelos vírgenes o de reciente cultivo este patógeno se encuentra sólo latente y no produce daño a las gramíneas existentes. Sin embargo, el uso constante del arado y rastras, disemina las esporas del hongo y a la vez, disminuye la resistencia microbiológica natural del suelo.

En las parcelas bajo cultivo, la infestación por Ggt dañó durante todo el período experimental un promedio de 18% de las plantas, mostrando espigas blancas erectas y grano "chupado", lo que evidenció madurez forzada por muerte prematura de la planta. El porcentaje para los dos primeros años fue de 22%, disminuyendo al final del período a 14% (Cuadros 7 y 8).

Fig. 1


a)
MATERIA ORGANICA (%)
0
1
2
3
4
5
6
PROFUNDIDAD (cm)
0
5
10
20
Tradicional
Pradera
Cero Labranza
b)
NITROGENO (ppm)
0
20
40
60
80
PROFUNDIDAD (cm)
0
5
10
20
Tradicional
Pradera
Cero Labranza
c)
FOSFORO (ppm)
0
10
20
30
40
50
PROFUNDIDAD (cm)
0
10
20
Tradicional
Pradera
Cero Labranza

En los cinco años que tiene el ensayo sobre trigo C.L., no se ha detectado la presencia del mal del pie más allá de un 2% de plantas dañadas, lo que indicaría que la C.L. está restituyendo el natural ordenamiento biológico y ecológico del suelo. La nueva población bacteriana genera microorganismos que tienen capacidad bacteriófaga, bacteriolítica o bacteriostática, la que compite directamente con el patógeno (DEMOLON, 1965).

Se observó que las siembras hechas a fin de otoño fueron menos sensibles al ataque de Ggt, como también la aplicación de nitrógeno amoniacal (urea), y la rotación de trigo-maíz ayudaron a su control (BOCKUS, 1983).

Simultáneamente, la C.L. junto con estimular la proliferación de agentes biológicos que actúan en el saneamiento del suelo, se ha podido detectar una activación de la micorriza Vesículo Arbuscular (M.V.A.) endotrófica, lo que demuestra una mayor población comparativa, lo que es concordante con un aumento en el fósforo soluble o disponible (BORIE, 1981). Este microorganismo simbionte es capaz de promover una mejor nutrición vegetal, ya que las raíces del hospedero se ven aumentadas en su eficacia por lograr más humedad y nutrientes, debido a la presencia de hifas extra corpóreas. Por otro lado, las hifas pueden lograr formas de fósforo no solubles, debido a su capacidad de generar ácidos orgánicos y enzimas capaces de desdoblar fósforo no disponible regularmente para las plantas. El aumento en la población de M.V.A. es similar al del fósforo disponible (Fig. 1 a) y Cuadro 5).

CUADRO 5. ANALISIS DE MICORRIZA VESICULO ARBUSCULAR (MVA)

| Manejo | Profundidad | Nº Esporas x 100 g suelo | Micelio | Infección raíces % |
|---|---|---|---|---|
| Cero Labranza | 0 - 20 | 216 | *** | 27 |
| Pradera | 0 - 20 | 75 | ** | 13 |
| Convencional (arado) | 0 - 20 | 56 | * | 19 |

*** Abundante ** Regular * Escaso

Debido a este fenómeno de notables proporciones, a partir de 1984, no se usa fósforo en siembras de trigo, hecho que se ratifica por el contenido de P disponible en suelos bajo C.L.

En rotación de trigo-maíz C.L. se usa desde 1985, en el cultivo del maíz, Hiperfosfato como fuente de P (32% P205).

Este fosfato tricálcico de uso poco común en Chile en los últimos 20 años, tiene notables ventajas en la acción de la M.V.A. Sieverding menciona el efecto beneficioso en la gran mayoría de los cultivos, comparativamente con los fosfatos monocálcicos solubles al agua, los cuales además de ser fijados por los suelos con alto contenidos de Al y Fe, inhiben la acción beneficiosa de este simbionte (SIEVERDING, 1984).

Durante el período experimental se observó que los rastrojos bien manejados evitan los procesos erosivos del suelo, aumenta la capacidad de infiltración y retención de agua lluvia, ésto unido a un aumento de los niveles de materia orgánica, mejora la cantidad y distribución de los poros del suelo. La descomposición de los rastrojos estimulan la formación de ácidos orgánicos como el cítrico, málico, tartárico, etc. El ácido cítrico al combinarse con el amonio existente en el suelo, forma citrato de amonio, compuesto activo en la liberación de fósforo. Este hecho es especialmente válido en suelos alofánicos, con alto contenido de Al.

La capacidad de retención de bases de un suelo, es un fenómeno físico-quimico importante en nutrición vegetal. Los suelos bajo experimentación tienen baja capacidad de intercambio de cationes (5-15 meq/100 g). Sin embargo, después de 15 años de praderas y 5 de C.L. la C.I.C., ha subido de 11 meq/100 g a 18 meq/100 g, incidiendo igualmente en una mayor saturación de bases. En suelos fríos y de alta pluviometría invernal, el aumento de la C.I.C. es importante en el aprovechamiento del amonio ($NH_4^+$), el cual es retenido por la fracción coloidal del suelo hasta que la planta la pueda utilizar o se transforme en nitrato. Este fenómeno es importante cuando el crecimiento vegetativo de la planta es bajo y los fertilizantes nítricos quedan susceptibles a lixiviación (Cuadro 6).

CUADRO 6. CARACTERIZACION QUIMICA POR TRATAMIENTO

| Prof. (cm) | M.O.(%) | pH | N | P | K | meq/100 g | | | | | S.B. (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ppm | | | C.I.C. | Ca | Mg | Na | K | |
| Tradicional (trigo) 5 años | | | | | | | | | | | |
| 0 - 5 | 1.42 | 6.14 | 16 | 7 | 185 | 11 | 4.75 | 2.02 | 0.25 | 0.49 | 68.27 |
| 5 - 10 | 1.24 | 6.03 | 14 | 9 | 185 | 11 | 5.50 | 2.14 | 0.27 | 0.47 | 76.18 |
| 10 - 20 | 1.00 | 5.86 | 13 | 5 | 168 | 11 | 4.88 | 2.02 | 0.29 | 0.45 | 69.45 |
| Pradera (15 años) | | | | | | | | | | | |
| 0 - 5 | 4.56 | 6.13 | 20 | 32 | 237 | 16 | 9.13 | 2.59 | 0.30 | 0.56 | 78.63 |
| 5 - 10 | 1.92 | 6.32 | 18 | 19 | 244 | 10 | 5.50 | 2.06 | 0.28 | 0.52 | 83.60 |
| 10 - 20 | 1.14 | 6.40 | 21 | 15 | 255 | 10 | 4.88 | 1.93 | 0.22 | 0.56 | 75.90 |
| Cero Labranza (trigo) 5 años | | | | | | | | | | | |
| 0 - 5 | 5.32 | 5.77 | 64 | 51 | 325 | 18 | 12.00 | 2.43 | 0.32 | 0.83 | 86.56 |
| 5 - 10 | 2.84 | 5.96 | 58 | 46 | 280 | 13 | 7.00 | 1.67 | 0.25 | 0.61 | 73.31 |
| 10 - 20 | 2.24 | 5.87 | 27 | 5 | 232 | 13 | 7.00 | 2.06 | 0.25 | 0.47 | 75.23 |

En las parcelas experimentales se cuantificó la población de lombrices Allolobophora sp. y se pudo constatar para C.L. una población 36 veces superior, respecto del cultivo tradicional. Este notable aumento ha sido de gran beneficio para el suelo, en sus aspectos físicos, químicos y biológicos. Las lombrices son importantes en el mejoramiento de la porosidad del suelo, estructura y la capacidad de absorción de agua, elevan los niveles nutritivos y enriquecen la microbiología del suelo, especialmente en los canales y laberintos que dejan a su paso. El aumento en los rendimientos de trigo puede deberse también a la mayor actividad de lombrices, a las que se les atribuye especial importancia en los procesos edáficos (PHILLIPS et al, 1976).

El aumento de la materia orgánica (Fig. 1 a), especialmente en los primeros cinco cm de suelo, ha sido de vital importancia en la proliferación de lombrices y éstas a su vez, cooperan eficientemente en la digestión de rastrojos. Ambos procesos son activadores de la pedogénesis y contribuyen a aumentar la fertilidad del suelo (Cuadro 9).

CUADRO 7. RENDIMIENTOS EN SIEMBRAS DE TRIGO SOBRE RASTROJO DE TRIGO**

| Año | Tradicional tm/ha | Cero Labranza tm/ha |
|---|---|---|
| 1982 | 2.6 | 2.5 |
| 1983 | 2.5 | 3.2 |
| 1984 | 3.0 | 3.8 |
| 1985 | 4.8 | 5.6 |
| 1986 * | 3.7 | 4.3 |

* Siembra tardía por otoño lluvioso.

** Los rastrojos de trigo al momento de la siembra no excedieron de 3 tm/ha.

CUADRO 8

RENDIMIENTOS EN SIEMBRAS DE TRIGO SOBRE RASTROJO DE MAIZ **

| Año | Tradicional tm/ha | Cero Labranza tm/ha |
|---|---|---|
| 1982 | 2.4 | 2.8 |
| 1984 | 3.2 | 4.0 |
| 1986 * | 3.9 | 4.5 |

* Siembra tardía por otoño lluvioso.

** Los rastrojos finales de maíz al momento de la siembra fueron superiores a 6 tm/ha.

CUADRO 9. POBLACION DE LOMBRIZ DE TIERRA EN SUELOS BAJO CULTIVO TRADICIONAL, PRADERA Y CERO LABRANZA

| Profundidad cm | Tradicional | Pradera | Cero Labranza |
|---|---|---|---|
| | unidades por $m^2$ | | |
| 0 - 5 | 1 | 28 | 67 |
| 5 - 10 | 2 | 12 | 40 |
| 10 - 15 | 0 | 1 | 1 |

## 4.0 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos, se concluye que la Cero Labranza ofrece las siguientes ventajas comparativas.

1. Disminución de la erosión hídrica y mejoramiento de las cualidades físicas del suelo.

2. Permite el uso de suelos que por condiciones topográficas de pendiente y susceptibilidad a la erosión, no podrían ser utilizados con los sistemas tradicionales.

3. Mayor cantidad de nutrientes disponibles, especialmente fósforo.

4. Aumento de la población de Micorriza Vesículo Arbuscular, importante en la disponibilidad de fósforo, azufre, cobre y zinc.

5. Control efectivo del mal del pie (Gaeumannomyces graminis var. tritici).

6. La rotación de cultivos ofrece ventajas comparativas respecto de cultivos sucesivos.

7. El aumento de los niveles de materia orgánica, potencializa todos los niveles bióticos y ecológicos del suelo, con lo que se logra un mejor ordenamiento biológico y de sanidad vegetal.

8. Mejora la capacidad de intercambio de bases.

9. Estimula la proliferación de lombrices en el suelo, hecho que mejora las cualidades físicas, químicas y biológicas del mismo y por ende, la nutrición vegetal.

10. Aumenta rendimiento de cereales y mejora la fertilidad del suelo.

## BIBLIOGRAFIA

Apablaza, G.E. 1985 Enfermedades tradicionales de trigo y su control. In: Proc. Seminario de trigo. Pont. Univ. Católica de Chile, Dept. Ciencias Vegetales, Santiago pp 9.1 - 9.16.

Bockus, W.W. 1983. Effects of Fall Infection by Gaeumannomyces Graminisvar. Tritici and Triadimenol Seed Treatment on Severity of Take-All in - Winter Wheat. Phytoipathology 73:540-543.

Borie, F. & Barea, J.M. 1981 Ciclo del Fósforo: II Papel de los microorganismos y su repercusión en nutrición vegetal. Anales de Edafología y Agrobiología, 40 (11-12) : 2365-2381.

Crovetto, C. 1983 Importancia de los residuos de cosecha en la producción agrícola. Próxima Década 2 (14): 13-15.

Demolon, A. 1965 Dinámica del Suelo. 5ª ed. Omega, Barcelona. pp 419-436.

Elliot, L.F. : McCalla, T.M. & Waiss, A. 1978 Phytotoxicity Associated with Residue Management. In: Crop Residue Management Systems. ASA Special Publication. Nr31 pp 131-146.

Guenzi, W.D.: McCalla, T.M. & Norstadt, F.A. 1967 Presence and Persistence of the Phytotoxic Substances in Wheat, Oat, Corn and Sorghum Residues. Agron. J. 59: 163-165.

Kimber, R.W.L. 1967. Phtotoxicity from Plant Residues I. The Influence on Rotted Wheat Straw on Seeding Growth. Austr. J. Agric. Res. 18:361-374.

Lal, R. S/F No-Tillage Farming in the Tropics. In: No-Tillage Research: Research Reports and Reviews. Phillips, R.E.; Thomas, G.W. and Blevins, R.L., Editors. pp 103-157.

McCalla, T.M.: Guenzi, W.D. & Norstadt, F.A. 1963 Microbial Studies of Phytotoxic Substances in the Stubble Mulch System. Z. Allg. Mikrobiol. 3: 202-210.

Putman, A.R. 1983 Allelopathic Chemicals. In: Special Reports C & EN, April 4. pp 34-45.

Sieverding, E.; Sanchez, M. & Bravo, N. 1984 Investigaciones sobre micorrizas en Colombia. In: Memorias del primer curso nacional sobre micorrizas, Univ. Nacional de Colombia, Palmira. pp 15-38.

# PROYECTO DE REFORESTACION ZUMBAHUA

AUTORES: ROCIO ALARCON y
RUTH E. RUIZ
FUNDACION NATURA
ECUADOR

## 1.0 INTRODUCCION

La Fundación Natura es una organización no gubernamental sin fines de lucro. Fue creada en 1978 por un grupo de ecuatorianos preocupados por la situación del medio ambiente del país.

Los objetivos centrales de la Fundación son:

- Propender a un manejo adecuado de los recursos naturales del país, de manera que la planificación garantice un uso sostenido y equitativo de los mismos.

- Velar por la conservación de los ecosistemas naturales en beneficio del equilibrio entre la utilización y la preservación de los recursos.

- Luchar por la prevención y control de la contaminación ambiental en el Ecuador a través de proyectos encaminados a esos fines.

Entre las estrategias que guían el trabajo de la Fundación están: educación ambiental, apoyo a la investigación científica, difusión de la misma, elaboración de diagnósticos de la situación de medio ambiente y propuesta a tratamientos de los problemas.

La Fundación Natura tiene su sede en Quito y mantiene oficinas regionales en ciudades del país para la atención de asuntos locales.

La Fundación Natura está financiada por donaciones nacionales para cubrir los costos administrativos y los proyectos reciben aporte de numerosas organizaciones conservacionistas de todo el mundo, como la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), el "Fondo Mundial para la Naturaleza" (WWF), "Mc Arthur" y de otras instituciones.

La Fundación Interamericana (FIA) ha apoyado muchos proyectos de la Fundación, entre ellos el "Proyecto de Reforestación Zumbahua".

## 2.0 PROYECTO DE REFORESTACION ZUMBAHUA

El Proyecto Zumbahua se inició por los años 70, como parte de la acción evangelizadora de comunidades religiosas de Salesianos y Madres Lauritas, apoyado más adelante con el trabajo de la organización de voluntarios italianos "Matto Grosso".

En 1982 se firmó un convenio tripartito entre el Grupo Eclesial, Fundación Natura y FIA, para dar impulso al proyecto y con el fin de cumplir los siguientes objetivos:

- Detener la erosión de las tierras cultivables

- Contribuir a la recuperación de los suelos

- Promover la participación popular y la acción tradicional comunitaria para confrontar los problemas de la erosión

- Demostrar que la forestación comunal puede contribuir a solucionar ciertos problemas ambientales y económicos

- Ofrecer alternativas o fuentes complementarias de combustible, madera e ingresos a la comunidad de la zona, a largo plazo

- Despertar conciencia sobre el correcto manejo del suelo y uso de los recursos naturales.

En resumen, estos objetivos convierten a la forestación en el eje de una acción recuperadora de suelos, educativa y concientizadora; con énfasis en la capacitación de la comunidad para tratar de resolver la grave problemática regional causada por el deterioro ecológico de la zona.

El Proyecto se ha desarrollado en la zona central del Callejón Interandino hacia el Occidente de la provincia del Cotopaxi e incluye seis comunidades: Zumbahua, Pujilí, Guangaje, Simiatug, Angamarca y Chugchilán, ubicadas entre los 2.800 y 4.500 m sobre el nivel del mar, con un núcleo poblacional de 3.000 familias (20.000 personas), con localización en la zona más alta, más poblada y más pobre de la serranía ecuatoriana. Su ubicación geográfica hace que el clima de la zona sea uno de los más severos de la serranía (según Javier Herrán, Salesiano iniciador del proyecto), con vientos y heladas que se alternan a lo largo de todo el año, lo que dificulta la supervivencia en esta zona y agrava el proceso erosivo.

La formación de grandes haciendas en las tierras bajas ha provocado el desplazamiento de los campesinos hacia las tierras altas inapropiadas para cultivos.

Las comunidades de estas zonas de páramo realizan cultivos con bajos rendimientos en pendientes de hasta el 60%, no permiten el descanso de los suelos de un año a otro, utilizan prácticas inadecuadas, con tractores y otras maquinarias y cada año se extiende la frontera agrícola hacia zonas de chaparro y pajonal. La erosión es acelerada por el sobrepastoreo de camélidos y ovejas afectadas por enfermedades y de bajo rendimiento.

## 3.0 DESARROLLO Y RESULTADOS

Desde 1974, la Pastoral Eclesiástica en el área había proporcionado plantas de Eucaliptus a las comunidades en una proporción de 30.000 plantas por año.

A partir de 1982, año en que se firmó el convenio con la FIA, este número ascendió a un aproximado de 500.000 plantas por año; entre especies exóticas como Eucalipto y Pino en mayor porcentaje y en menor porcentaje especies nativas como Arrayán, Aliso, Quishar, etc.

En el siguiente cuadro se presenta el número de árboles sembrados en las seis zonas principales del proyecto desde el inicio (1982) hasta mayo de 1986.

| Subareas | Total Hasta Mayo 86 | |
|---|---|---|
| Pujilí | 643.000 | |
| Zumbahua | 773.912 | |
| Chugchilán | 118.000 | |
| Guangaje | 24.000 | |
| Simiatug | 54.000 | |
| Angamarca | 77.000 | |
| TOTAL: | 1,694.912 | (árboles en pie) |

El número de árboles sembrados desde el inicio del proyecto (1982) hasta enero de 1987 es de 1'708.722 sembrados y en pie, en aproximadamente 600 ha. de terreno que cubre las comunidades campesinas mencionadas. Estos árboles están distribuidos en bosques comunales, particulares, cercas vivas y cortinas de viento.

Con la siembra de los árboles no se ha llegado a niveles óptimos en el cumplimiento de los objetivos planteados por el proyecto. Sin embargo, en algunas zonas como Pujilí y Chugchilán se aprecia una mejor contención de los suelos, por poseer mejores condiciones geográficas y climáticas.

En las comunas de Pujilí, Zumbahua y Chugchilán el número de árboles sembrados es significativo dentro de la comunidad.

Lo hecho hasta ahora asegura la defensa de tierras frente a la constante ampliación de la frontera agrícola, y recuperación de suelo a base de forestación de laderas, creación de cercas vivas y cortinas de viento. Durante el desarrollo del proyecto se sembraron con preferencia plantas exóticas (pino y eucalipto) porque en los viveros del país es fácil adquirir las mencionadas especies, lo que no sucede con las especies nativas.

Además, en general ha habido muy poca aceptación de los participantes a estas plantas, por considerarlas poco rentables; por otro lado no hay información suficiente respecto a las condiciones ecológicas de la zona que permitan implementar bosques de árboles nativos.

Tomando en cuenta las condiciones ecológicas actuales de la zona, sería muy difícil, si no imposible, forestar con especies nativas, porque para tener éxito sería necesario recrear las asociaciones bióticas originales.

Las plantas nativas tienden a ser muy susceptibles a cambios de clima y enfermedades cuando se encuentran separadas de su ecosistema natural. El logro alcanzado por el Proyecto Zumbahua es muy importante por el Grado de Concientización, organización y participación por parte de la población.

Antes de la iniciación del proyecto, el campesino de esta área no conservaba la memoria de la presencia de bosques; gracias a años de motivación intensa se logró incorporar la conciencia de la importancia del árbol dentro de la comunidad.

Si bien es cierto que para llegar al cumplimiento de este objetivo fue necesario confrontar varios obstáculos iniciales (temor a perder las tierras, destrucción de las plantaciones, falta de cuidado de las plantas comunitarias, etc.)

Una vez logrado el objetivo de motivar y concientizar a la población, mediante varios recursos: asambleas comunales, comisiones de radio, altoparlantes en caminos, boletines impresos, afiches, audiovisuales, siembras demostrativas, etc., se logró una amplia participación de la comunidad particularmente de las mujeres y los niños en el desarrollo del proyecto.

Para una última etapa del Proyecto, en este año, se continuarán las labores de reforestación y se iniciará el establecimiento de una "escuela de capacitación" para los campesinos en la que se incluye un vivero.

Nuestra aspiración es que esta experiencia arroje como resultados planificación, seguimiento y evaluación campesina de programas de forestación, esperamos que con esta práctica se abra caminos para el apoyo a las tareas de preservación y manejo ambiental en beneficio de esas comunidades.

# AVANCES DE LA CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS EN EL PERU

AUTOR: FRANCISCO ESPINOZA GAMARRA
AID, PERU

## 1.0 INTRODUCCION

El Perú, con una superficie total de 128,251,560 ha. posee 49,801,152 ha. de tierras no aptas para fines agropecuarios ni forestales (38.7%), 58,523,287 has. (45.6%) de tierras consideradas marginales para la agricultura, 16,646,625 has. (13%) aptas para vegetación permanente, y sólo 3,550,196 ha. (2,7%) de tierras aptas para la agricultura intensiva. De esta cifra 77,000 ha. se encuentran bajo cultivo en la costa, 1,800,000 ha. en la Sierra y 590,000 ha. aproximadamente en la selva.

Relacionando los datos antes mencionados y la población del país según el censo de 1981, se tiene una relación de 0.17 ha. de tierra de cultivo/habitante, la que se encuentra entre las más bajas del mundo.

La pérdida por EROSION DE SUELO en el país es bastante grande y va reduciendo las áreas de cultivo, se ha estimado una pérdida erosiva de alrededor de 1,500 $TM/Km^2$/año por año, siendo 30 $TM/Km^2$ año el límite tolerable recomendado por la FAO.

Esta dramática situación nos obliga a todos los peruanos a aplicar medidas urgentes que controlen la erosión de los suelos.

Desde hace varios años existía en el Perú la inquietud de ejercer planes de conservación de suelos y aguas, pero formalmente recién en 1981, se comenzó un programa conservacionista bajo el Convenio AID-Ministerio de Agricultura. En virtud a este Convenio, se crea el Departamento Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas, que se lleva a cabo entre los años de 1982 a 1986, bajo una donación de la AID de $1'575,000 dólares con la respectiva contrapartida nacional.

Para el presente año, el Gobierno Peruano asignó del Tesoro Público la suma de $750,000.00 y para 1988 de acuerdo al Plan de Mediano Plazo 1986-90 se ha establecido un requerimiento de $2,500.000.00.

El Programa Nacional tiene implementado ONCE Residencias ubicadas en nueve departamentos, como sigue:

| DEPARTAMENTO | RESIDENCIA |
|---|---|
| Cajamarca | Cajamarca y Cajabamba |
| La Libertad | Huamachuco |
| Ancash | Huaraz |
| Lima | San Mateo |
| Pasco | Pasco |
| Junín | Huancayo y Tarma |
| Apurimac | Abancay |
| Puno | Puno |

A través de estas residencias se efectúa las metas previstas. A nivel Central en Lima cuenta con personal técnico y administrativo para apoyar, asesorar y evaluar las acciones programadas para cada Residencia.

El Programa Nacional es considerado como un proyecto piloto a fin de adquirir experiencias de cómo se trabajará en el futuro en forma sostenida e ir diseñando una organización que se encargue de desarrollar la conservación de suelos en forma permanente a nivel nacional.

En los dos últimos años se ha dado gran importancia a la participación directa de los agricultores en dos formas, a través de comités conservacionistas locales dirigidos por un Presidente que puede ser una autoridad local, y de agricultores progresistas contratados para que promuevan la ejecución de las prácticas conservacionistas a varios comités.

## 2.0 LAS PRACTICAS CONSERVACIONISTAS EN ZONAS DE PASTOS ALTO-ANDINO

### 2.1 SU UBICACION

La Cordillera de los Andes que atraviesa el Perú de sur a norte, en los flancos de esta inmensa cordillera entre los 3,500 y 5,000 m.s.n.m. se encuentran los pastos naturales y también son nacientes de las cuencas de los ríos que bajan hacia el Pacífico o al Amazonas.

Generalmente las comunidades campesinas, los anexos, caserío, pequeñas "estancias" personales o familiares tienen en la parte alta pastos naturales y en la parte baja de la misma, terrenos agrícolas cuya explotación se complementa.

En la zona de pastos, el problema es grave, ya que el manejo y el sobre-pastoreo hacen que cada vez se disminuya las áreas de pastoreo, creando de esta manera la baja producción de pastos nativos.

Por ello, dentro de la ejecución del Plan de Manejo de las Cuencas altas, está el manejo y protección de los pastos naturales y forestales, en un área aproximada de 24 millones de has., ya que que estos protegen el suelo contrarrestando la fuerza de las gotas de lluvia y el movimiento del agua que escurre.

La lluvia es estacional, y se presenta durante unos 6 a 7 meses del año, el régimen de lluvias es semi-húmedo principalmente y hay lugares con régimen semi-árido. La precipitación anual varía entre 250 a 1,000 mm; habiendo años más lluviosos y también de sequía, principalmente en la parte sur y norte del país.

### 2.2 SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO NACIONAL

En el Perú existen algo más de 15 millones de has. de pastos naturales capaces de albergar a cientos de miles de cabezas de ganado para carne, leche, lana, cueros y como ya hemos referido esto existe a partir de los 3,500 m.s.n.m. que mediante un adecuado manejo se puede optimizar su producción, por lo tanto la conservación de esta zona ecológica es de importancia nacional y tienen una gran influencia para el desarrollo socio-económico de sus habitantes, que en su mayoría son integrantes de Comunidades Campesinas, caseríos, anexos o Empresas Asociativas.

## 3.0 LA PROMOCION Y ORGANIZACION PARA LA EJECUCION DE PRACTICAS CONVERSACIONISTAS

Partiendo de la premisa de que el agricultor debe ser el primer conservacionista, entonces la promoción intensiva debe ir a ellos, tratando de obtener siempre el factor multiplicador; pero para lograr esto también es necesario promocionar e interesar a los funcionarios, profesionales, técnicos de alto nivel y sobre todo que en la Dirección del Programa se cree "el liderazgo" de la necesidad de llevar a cabo actividades conservacionistas, porque la experiencia nos dice que si los responsables del programa creemos firmemente que trabajamos en un buen proyecto, de gran utilidad para el país y sobre todo para los que viven en las zonas difíciles alto-andinas, se irá creando la mística en los ejecutores del programa, esto asegura a su vez la permanencia y éxito ante muchas adversidades.

La promoción se ha hecho fundamentalmente con trabajos desarrollados in "situ" y a todo nivel desde cursos en pequeños anexos, caseríos, grupos campesinos, comunidades campesinas, complementando esta capacitación con reuniones locales, visitas de campo, intercambio de experiencias con agricultores de diferentes lugares y evaluaciones permanentes. Parte de toda acción de capacitación era el desarrollo de trabajos prácticos de campo; todo ello se encuadraba dentro de la filosofía de que el Estado sólo debe ser promotor, ya que los recursos económicos necesarios para conservar o tratar los suelos del país, serían demasiado elevados.

Si se ha dicho que los pastos alto-andinos en su mayoría están en manos de comunidades campesinas, en la mayoría de ellos está todavía latente la organización comunal, que es la responsable del manejo de sus recursos naturales, en tal sentido la conservación de los pastos naturales debe estar involucrado dentro de sus normas comunales, a fin de preservar tan valioso recurso y hacerlo así más viable y efectivo su cumplimiento.

El Programa Nacional de Conservación de Suelos ha desarrollado las siguiente prácticas conservacionistas:

- Zanjas de infiltración
- Surcos en contorno
- Semilleros in situ y
- Terrazas de absorción;
- Andenes
- Diques para el Control de Cárcavas

El Programa está realizando trabajos de conservación de suelos en áreas de pastos a través de la construcción de zanjas de infiltración, cuyo costo es bajo y constituye uno de los medios efectivos para incrementar el aprovechamiento del escaso recurso hídrico en estas zonas.

Las zanjas de infiltración tienen como finalidad proteger a la infraestructura de terrazas, andenes y surcos que se encuentran en áreas a niveles inferiores, al captar

el agua de las precipitaciones fluviales, al mismo tiempo mejorar los pastos en base a la mayor humedad posible.

Los semilleros in "situ" de pastos son áreas de pastizales en los cuales no se permite el pastoreo por uno, dos o más años, dependiendo del tiempo que demora en regenerarse la vegetación, sobre todo de aquellas especies que supuestamente habían desaparecido del todo, esto permitirá que se produzca una resiembra natural, hasta lograr una cobertura total del suelo.

Las otras prácticas se utilizaron para áreas con cultivos agrícolas fundamentalmente, habiéndose logrado resultados sumamente expectantes y que se presentan en el cuadro adjunto.

## 4.0 MEJORAMIENTO DE PASTOS NATURALES EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE SAN JOSE DE QUERO

La Comunidad Campesina de San José de Quero se encuentra a 4,000 m.s.n.m. en la Sierra Central del Perú, Departamento de Junín, Provincia de Concepción, Sub-Cuenca del Alto Cunas Tiene una superficie de 600 has. y una población de 500 jefes de familia.

A fines de 1985 se comenzó a apoyar a la Comunidad San José de Quero en el mejoramiento de pastos, a fin de aumentar la capacidad de sostenimiento para la ganadería con que cuenta (1500 ovinos y 80 vacunos).

Las canchas de pastoreo en estas comunidades generalmente se usan indiscriminadamente, salvo en sectores dedicados a la granja, cooperativa, o empresa comunal.

Para llevar a cabo el rpoyecto de mejoramiento de pastos, previamente la Comunidad a través de su directiva, convocó a una asamblea para fijar las áreas de trabajo y reservar el pastoreo por 2 años. Las áreas fueron:

Sector Alachuco 1 Ha.
Sector Hualari 1 Ha.

Estos pastizales se encuentran entre los 4,050 a 4,100 m.s.n.m. y el área testigo constituyó el resto del área con pastos en cada uno de los sectores.

El proyecto se inició cuando tenía 0.25 unidades ovino por ha/año. Al realizar la evaluación en julio de 1987, se tuvo que la capacidad se aumentó a 1 unidad por ha/año, o sea, se incrementó la capacidad de sostenimiento en 3 veces aproximadamente.

Las áreas reservadas fueron tratadas con zanjas de infiltración, constituyendo a su vez dichas áreas verdaderos semilleros in situ.

En el siguiente cuadro se presenta los resultados obtenidos en la evaluación:

**Rendimiento de forraje verde**

| Sectores | Area tratada (Kg/Ha) | Area Testigo (Kg/Ha) | Incremento % |
|---|---|---|---|
| "Alachuco" | 6,000 | 500 | 1,200 |
| "Huallari" | 5,000 | 400 | 1,250 |

Para aprovechar la veda de pastoreo en los sectores mencionados, se complementó con plantaciones de árboles nativos: coles y quinuales que presentaron las siguientes características al momento de la evaluación:

| Sectores | Tratamientos | Especies | Alturas de Plantas cm. | Años heladas % | Procedimiento % |
|---|---|---|---|---|---|
| Alachuco | con zanjas | Quinual | 79-90 | 0 | 90 |
| | sin zanjas | Quinual | 20-25 | 50 | 10 |
| Alachuco | con zanjas | Kcollis | 75-86 | 0 | 90 |
| | sin zanjas | Kcollis | 11-28 | 50 | 10 |
| Huallari | con zanjas | Quinual | 25-47 | 5 | 40 |
| | sin zanjas | Quinual | 5-8 | 50 | 5 |
| Huallari | con zanjas | Kcollis | 60-52 | 0 | 80 |
| | sin zanjas | Kcollis | 22-27 | 40 | 5 |

Los árboles servirán para manejo de los animales, proteger de las corrientes de viento y modificador del ambiente, constituyendo un complejo silvo-pastoral. Este mismo tipo de proyecto se está desarrollando en las comunidades campesinas de Yanacancha, Ninanya, Unidad de Producción Laive ubicada en el sector Tuicuchina, SAIS Cahuide Ltda. N° 6.

Similares trabajos se vienen desarrollando en otras zonas alto andinas del Perú, sobresaliendo las cuencas del río Rímac y Lurín.

## 5.0 INTEGRACION AL DESARROLLO RURAL

Al poner en actividad las prácticas conservacionistas para preservar y mejorar los pastos naturales alto-andinos, se está dando las primeras acciones de Desarrollo Rural, ya que el poblador de esta zona al tener mejores pasturas para producir más carne, más lana de oveja, llamas y alpacas, así como leche en ganado vacuno, esto lo incentivará a mejorar su hato para obtener una mayor producción.

Se aperturará todo un proceso de desarrollo desde las acciones conservacionistas interesando a toda la familia, e incluso buscando personal adicional para complementar las labores pecuarias. Se genera una secuencia lógica de necesidades,

que buscarán canales de solución a través de las instituciones gubernamentales o entidades privadas, propendiendo la coordinación de las mismas que con diferentes especialidades prestan su apoyo al agro en general.

Se crea la necesidad de formar núcleos organizados como: granjas familiares, asociaciones de criaderos, cooperativas, comités de producción de los pequeños ganaderos y por otra parte las comunidades campesinas, las que dentro de su organización, cuentan con: granjas comunales, empresas comunales, o divisiones de actividades propias de ella.

En el continuo avance de desarrollo también se hace necesario la investigación en sus diferentes aspectos, una de ellas por ejemplo, la investigación genética para mejorar la raza ovina, como el ganado ovino "Junín", producto de años de investigación genética en la Sierra Central del Perú.

Se plantea problemas de comercialización, pequeña agro-industria y artesanía de productos que no sólo son de autoconsumo, sino con excedentes para los mercados de consumo.

Finalmente el suelo, el agua y el hombre comenzarán a generar una serie de actividades que se van complementando desde los pisos ecológicos más altos donde nacen las cuencas y sub-cuencas hasta llegar a las vertientes. Por cuanto al Desarrollo Rural, se propone mejorar las condiciones sociales, ecoñomicas y culturales del hombre como meta final.

CUADRO 1. RENDIMIENTOS PROMEDIOS OBTENIDOS EN LA SIERRA EN CULTIVOS EFECIUADOS EN TERRAZAS DE ABSORCION - COSECHA 1984

| PRODUCTO | | RENDIMIENTO | | | | NO DE CASOS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AREA TESTIGO | AREA TRATADA | INCREMENTO | | |
| | | Kg/ha | Kg/ha | Kg/ha | % | |
| PAPA | Fert. | 12,206 | 17,436 | 5,230 | 43 | 71 |
| | No Fert. | 4,581 | 11,091 | 6,550 | 142 | 41 |
| MAIZ | Fert. | 1,807 | 2,982 | 1,175 | 65 | 18 |
| | No Fert. | 432 | 490 | 58 | 13 | 2 |
| TRIGO | Fert. | 2,442 | 3,603 | 1,161 | 48 | 8 |
| | No Fert. | 723 | 1,113 | 390 | 54 | 25 |
| CEBADA GRANO | Fert. | 1,333 | 1,910 | 577 | 43 | 56 |
| | No Fert. | 740 | 993 | 253 | 34 | 97 |
| ALFALFA | Fert. | 5,675 | 11,563 | 5,888 | 104 | 8 |
| | No Fert. | 567 | 6,345 | 5,778 | 1019 | 2 |
| REPOLLO | Fert. | 26,087 | 37,013 | 10,926 | 42 | 3 |
| | No Fert. | 7,100 | 8,870 | 1,770 | 25 | 1 |
| RABANITO | Fert. | 9,890 | 18,700 | 8,810 | 89 | 15 |
| | No Fert. | 3,471 | 10,404 | 6,938 | 200 | 14 |
| MANZANO | Fert. | 13,500 | 14,700 | 1,200 | 9 | 1 |
| | No Fert. | 1,500 | 1,666 | 166 | 11 | 1 |
| AVENA FORRAJE | Fert. | 11,000 | 15,150 | 4,150 | 38 | 2 |
| | No Fert. | 5,625 | 7,675 | 2,050 | 36 | 4 |
| OCA | No Fert. | 5,433 | 9,300 | 3,867 | 71 | 3 |
| OLLUCO | Fert. | 10,850 | 12,683 | 1,833 | 17 | 4 |
| | No Fert. | 2,700 | 5,000 | 2,300 | 85 | 1 |
| MASHUA | No Fert. | 5,400 | 7,043 | 1,643 | 30 | 3 |
| CENTENO | No Fert. | 7,400 | 13,700 | 6,300 | 85 | 2 |
| CAÑIHUA | No Fert. | 558 | 948 | 390 | 70 | 5 |
| MACA | Fert. | 9,000 | 19,300 | 10,300 | 114 | 2 |
| TARHUI | No Fert. | 1,200 | 1,600 | 400 | 33 | 2 |
| QUINUA | No Fert. | 8,500 | 11,550 | 3,050 | 36 | 2 |

# LA CRIA DE LA ALPACA EN DOS AMBIENTES DEL ESTE DE LA PROVINCIA DE CAÑAR, ECUADOR

AUTOR: STUART WHITE
HACIENDA LA LIBERTAD
AZOGUES, ECUADOR

## 1.0 AGRADECIMIENTOS

Tengo la inmensa satisfacción de agradecer la gran contribución hecha por muchas personas en la introducción al Ecuador del grupo de alpacas, al que me referiré en este artículo. En Ing. Germán López y el Dr. Eduardo Figueroa, en ese entonces Jefe de la Unidad para el Manejo de la Cuenca del Río Paute (UMACPA), fueron los primeros entusiastas con la idea de traer alpacas al área de Cuenca, y ellos proporcionaron los primeros contactos importantes, con funcionarios de la Corporación Nacional Forestal (CONAP) de Chile. El Licenciado Hernán Torres y el Ing. Rolando Rodríguez, de CONAP, se comprometieron por completo y desinteresadamente, con mucha paciencia, a velar para que el Ecuador tenga acceso a las alpacas de Chile. El Licenciado Eduardo Núñez, también de CONAP, el Ing. Carlos Morales y el Dr. Camilo Urbina, de Lama Export, Africa, realizaron el difícil trabajo de asegurar y exportar el grupo de alpacas, que ahora están en el Ecuador.

En Chile, mucha gente hizo importantes contribuciones; entre ellos se cuentan Javier Salinas, Rosalindo Palma, Alejandro Santoro, Danilo Vergara, Juan Gutiérrez y Arturo Gómez. El Ing. Rodrigo Dávila, a la sazón Director Provincial del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en Cuenca, obtuvo el transporte, crítico, de Chile a Cuenca. En La Libertad, los empleados comprendieron la significación de esta nueva especie; muchas alpacas deben su bienestar, y algunas sus vidas, a Alejandro Puli y Manuel Sanango. Finalmente, Lynn Hischkind ha ayudado decisivamente en todas las etapas del proyecto.

## 2.0 INTRODUCCION

En octubre de 1985, se trajo un grupo de 60 alpacas desde el altiplano del norte de Chile a la hacienda La Libertad, al este de la provincia de Cañar. Los objetivos a corto plazo de esto fueron: (1) establecer la viabilidad de la cría de la alpaca en la Sierra Húmeda del Ecuador, (2) determinar los parámetros de producción (costos, capacidad de carga, tasa de reproducción, producción de lana) y (3) sintetizar esta información y divulgarla a entidades del gobierno y a personas que quisieran importar alpacas y criarlas en el Ecuador. Los objetivos a largo plazo fueron (1) proporcionar una especie animal que pudiera mejorar el ingreso de los agricultores de la Sierra, y (2) contribuir al mismo tiempo a proteger los suelos frágiles de las laderas y de altura. Aunque se puede considerar una cuestión no aclarada, parece probable que la alpaca estuvo presente en el Ecuador de la época preincaica y sobrevivió en número reducido, hasta a fines del siglo pasado. Excavaciones arqueológicas recientes en el sur del Ecuador, han dejado al descubierto grandes cantidades de huesos de camélidos, tanto de alpaca como de llama, y los más antiguos han sido datados tentativamente como de más de 1000 años de edad. Referencias de las alpacas en el Ecuador incaico pueden encontrarse en la Crónicas Españolas. La alpaca se ha mencionado hasta en 1871, en número cada vez más reducido, en la zona de Guaranda. La extinción de la alpaca en el Ecuador, estuvo claramente en función de factores naturales (en especial una epidemia de sarna a fines del período Inca y a principios de la Colonia), combinados con factores humanos. Estos últimos fueron de gran importancia, puesto que se ha registrado que con la conquista española, se consumieron indiscrimidamente las alpacas para usar su carne, se las mató para minar la base económica de los nativos y su medio natural fue ocupado por ovejas y otros animales introducidos. La despoblación nativa y la desintegración cultural finalmente eliminaron la principal razón para la cría de alpacas.

Si las alpacas estuvieron en el Ecuador, es probable que puedan sobrevivir si se las reintroduce. Esto sería oportuno, puesto que hay en el Ecuador, un evidente deterioro del suelo en las laderas y en el páramo, con las prácticas agrícolas tradicionales y los animales domésticos. Nos pareció que la alpaca era una especie que podría contribuir a corregir esta situación, porque es liviana (60 a 70 kg), de cascos suaves (a diferencia de las ovejas y los bovinos) y consume una gama amplia de distintos forrajes. Aún más, la lana de alpaca es de un valor tres a cuatro veces mayor que la de oveja y por lo tanto la cría de la alpaca parecía que podía competir con los usos actuales de la tierra. Siempre que se pudiera transformar la cobertura de pastos para hacerla de uso primordial y extenderla a expensas de los cultivos limpios, se haría un mejoramiento del manejo del suelo, y el agricultor podría tener un ingreso mejorado.

Sin embargo, debe insistirse en que el objetivo del proyecto descrito aquí, no era medir la degradación del suelo o medir los efectos positivos de la cría de la alpaca sobre el suelo. Más bien, ha sido establecer la viabilidad de la cría - física y económica - y compararla con otros usos de la tierra.

## 3.0 ALGO SOBRE LA LAMA PACOS

La población de alpaca andina está concentrada en el sur del Perú, especialmente alrededor del Lago Titicaca. El altiplano de Bolivia y Chile también mantiene alpacas. De un total de 3.5 millones de animales, 87% se encuentran en el Perú, 11% en Bolivia, y 2% en Chile. Estas áreas son marginales para otros usos agrícolas, ya porque sufren de heladas, ya de sequía o por diferentes problemas asociados con la altura.

Una alpaca hembra en el altiplano generalmente queda preñada a los dos años de edad y da su primera cría a los tres años. Con buena nutrición y manejo, la gestación de 11.3 meses, teóricamente, permite que una cría nazca cada año, puesto que el período de celo aparece generalmente una o dos semanas después de cada nacimiento. En la práctica, la tasa de natalidad es de cerca de 60% en las hembras adultas y la mortalidad de las crías, es de 30 a 40%. El período de vida económicamente útil se considera que es aproximadamente 8 años.

Los machos son un componente numéricamente menor del rebaño de alpacas. Generalmente se mantienen de tres a cinco machos por cien hembras. La esquila, tanto de los machos como de las hembras, se hace cada cada o dos años y la producción anual de lana varía de dos a cuatro libras. La nutrición y la genética en particular determinan estas cifras. La capacidad de carga en el altiplano da un promedio de 0.5 a 1.25 alpacas por hectárea, pero puede ser considerablemente más baja en la puna más seca y algo más alta en hondonadas muy húmedas (bofedales). Los productores venden la lana a 1 a 2 dólares US por libra (los valores se dan en dólares US para facilitar la transformación a otras monedas), y es la principal fuente de ingresos de los pastores de alpacas, que tienen poco o ningún acceso de las tierras de cultivo.

Otros productos que se derivan de la alpaca son su carne, el cuero y el estiércol, que se usa como combustible. Es evidente que sin este recurso animal, junto con la llama, vastas áreas de la puna de los Andes centrales serían económicamente improductivas.

## 4.0 EL AREA DEL PROYECTO EN EL ORIENTE DE CAÑAR: DOS AMBIENTES

En el oriente de Cañar, en las cercanías de La Libertad, hay dos ambientes radicalmente diferentes, pero los dos marginales. Uno es el de las laderas en el lado oriental de la Cordillera Real, alguna vez completamente reforestada, pero que ahora está dominada por pastizales y cultivos. Las pendientes generalmente son de 45% a 85%, interrumpidas por áreas más pequeñas y planas, que son el resultado de procesos naturales de las laderas y de la ingeniería precolombina. La precipitación excede los 1000 mm por año en promedio, pero varía enormemente de un año a otro. La tierra bajo cultivo llega hasta los 3200 m. Los suelos tienen profundidad variable (20 - 60 cm), son moderamente ácidos y generalmente tienen poco fósforo, pero niveles adecuados de nitrógeno y potasio. El bosque montano alto ofrece un dosel abierto, pero el suelo está siempre cubierto de vegetación.

Aproximadamente a 3200 m el bosque termina y el páramo nativo continúa hasta altitudes mayores de 4500 m. Las pendientes de la zona de páramo son de una gran gama mayor que las de la zona más baja, y van desde menos de 20% en lomas amplias entre algunas hondonadas, hasta más de 85% en laderas que llevan a los arroyos o riachuelos. Los suelos son profundos (a menudo tienen más de 50 cm), pero son ácidos (pH 4.5 - 5.5) y generalmente pobres en fósforo y nitrógeno disponibles. La precipitación a 3600 m probablemente excede la de menores alturas, pero disminuye a mayores alturas y conforme va hacia el oeste, a la cuenca intermontañosa del centro de Cañar. La precipitación es con mucha frecuencia persistente pero moderada, aunque también hay lluvias torrenciales. La vegetación consiste primordialmente en hierbas amacolladas, entre las cuales están entremezcladas una gran variedad de otras plantas herbáceas. La cobertura del suelo es completa, pero después de la quema (a intervalos de 2 a 6 años), la labranza, el exceso de pastoreo o los deslizamientos de tierra, la recuperación de la vegetación se demora por meses o por años. En donde el suelo queda expuesto, la flora normal nunca se recupera. Aparte de la vegetación de hierbas amacolladas del páramo, hay pequeñas áreas de pantanos en donde el agua se filtra del suelo y predomina una vegetación permanentemente verde y enmarañada.

## 5.0 USO HUMANO DE LA LADERA ORIENTAL

La ocupación primordial del lado oriental de Cañar es la agricultura de subsistencia. El exceso de producción de los cultivos se vende, aunque la mayor parte de ingresos se obtiene de las áreas con hierba, es decir, por la venta de animales, especialmente ganado bovino, y de la leche o queso. De este modo, el paisaje es una mezcla de cultivos y pastos. Maíz, fréjol, arveja, trigo, papas y habas, se rotan entre sí y con pastos. Toda la tierra es arada finalmente con yuntas de bueyes, o a mano con azadones, allí en donde la pendiente es demasiado empinada para que los bueyes puedan mantener el equilibrio. La fuerza de gravedad es un factor muy importante en la preparación del suelo para la siembra, puesto que sólamente el desalojar un terrón es suficiente para hacerlo que se mueva mucho más pendiente abajo. Sigue a esto la erosión laminar principalmente, pero también la formación de cárcavas y los deslizamientos de tierra. Aunque el suelo de la superficie no es uniforme bajo el bosque, después de cinco a diez años de cultivarlo, hay un patrón claro de pérdida del suelo de la superficie en las lomas y en las laderas y acumulación en las áreas más planas y detrás de la vegetación estable.

Un campo de maíz en crecimiento refleja muy precisamente, en sus variaciones de color, esta acentuada distribución irregular. La pérdida del suelo es reconocida como un problema, pero no se la atiende. Esto se debe en gran parte a que no hay en el lugar modelos para control de la erosión (o para la intensificación de la agricultura en general). La única solución que se ve para la erosión, sería no sembrar en esos suelos. También es verdad que existen suelos más "nuevos" - bajo lo que queda de bosque primario - y de ahí que estos se encuentren bajo una gran presión. Los agricultores conocen también las demandas agotadoras que los diversos cultivos hacen del suelo, y conforme el suelo se agota, se mueven hacia abajo en la secuencia. El maíz es el uso más exigente y más formal, los pastos los que menos exigen. Los mejores suelos se reservan para los cultivos de subsistencia, tales como maíz y papas y los suelos más pobres para la producción comercial, y con frecuencia tienen pastos.

Los pastos, a más de ser el uso final de un suelo agotado, también ocupan tierra que anteriormente fue de cultivo. En un momento dado, un pequeño agricultor puede tener la mitad de su parcela con pasto, y la otra mitad con cultivos y mator ales. El kikuyo, rye grass, otros pastos cultivados y el trébol, son invasores espontáneos de los sitios de cultivos y generalmente proporcionarán una cobertura completa del suelo en un año de la siembra del cultivo al que reemplazan. La mayor parte del pastoreo es de ganado bovino, y los animales se atan a una estaca con una cuerda, se los cambia de sitio y se les da de beber una o dos veces por día. Aunque este sistema es eficiente, dado que el ganado no pisotea tanto la hierba como cuando se lo deja vagar libremente, se presta para el exceso de pastoreo, porque los animales continuarán a comer la hierba hasta la tierra si no se los cambia con la frecuencia adecuada y porque cuando se los ata a una estaca en una ladera empinada, sin ninguna otra parte a donde ir, el terrón se rompe y las raíces se alteran. Con el daño a las raíces y el agotamiento de sus reservas, la recuperación de los pastos después del pastoreo por el ganado es lenta.

Los aportes de mano de obra en este sistema son altos, porque los animales deben ser cambiados de lugar y llevados a los abrevaderos, un trabajo que lo hacen todos los miembros de la familia, pero especialmente los niños. El costo mayor de este sistema, es la muerte de animales que quedan estrangulados con sus cuerdas o que se caen enredados en ellas o que al tirar de la cuerda y la estaca, caen rodando por la ladera. La carga en los pastos varía mucho, pero en promedio es de 1.2 bovinos adultos por hectárea. El ganado ovino ocupa un papel secundario en la economía del lugar. Una familia tendrá de cuatro a seis ovejas, atándolas como a los vacunos. Sin embargo, estas no tienden a morir enredadas en sus cuerdas con tanta frecuencia como los vacunos y su peso menor causa menos erosión. La lana es la materia prima para el hilado y tejido doméstico y su carne significa una fuente ocasional de proteína. A veces se vende la lana a precios bastante bajos (0,20 a 0,40 dólares por libra), o sea la cambia por comida. También se venden animales vivos, aunque esto es más raro.

## 6.0 USO HUMANO DEL PARAMO

Hasta hace poco, los pastizales naturales de gran altura del oriente de Cañar estaban apenas habitados, y se usaban exclusivamente para el pastoreo extensivo de ganado vacuno y ovino. La reforma agraria y las crecientes densidades de población

en los valles aledaños, han sido responsables de que una área mayor se dedique a cultivos (papas, ocas, habas, ajo y cebollas), quedando algunas de estas tierras de cultivo con pastos mejorados (rye grass y trébol). Otras áreas se están ahora reforestando, la mayor parte con Pinus y Cupressus. Pero la gran mayoría del páramo todavía está sujeta sólo a pastoreo excesivo, especialmente de ganado vacuno. La vegetación natural no es nutritiva ni agradable, si se la compara con los pastos mejorados a menores alturas, y su crecimiento es lento. De este modo, la capacidad de carga es sólo de 0.25 a 0.15 bovinos adultos por hectárea. Esta situación es atenuada temporalmente, quemando las hierbas maduras (paja de páramo), que en los meses siguientes producen un brote de retoños agradables y relativamente nutritivos. La paja de páramo es tolerante al fuego y tiende a restaurar su dominancia; sin embargo, el pastoreo persistente e intenso después de la quema, agota las reservas de energía de la planta y permite que se desarraigue.

En estas circunstancias, la paja será reemplazada por otras hierbas de poco crecimiento, muchas de ellas menos agradables que el rebrote de la paja. De este modo, la capacidad de carga sube rápidamente pocos meses después de la quema y baja asímismo rápidamente cuando los brotes tiernos son consumidos, y luego se recupera lentamente, conforme crece la planta. Normalmente la naturaleza periódica y en mosaico de la quema permite que la vegetación natural se restaure en tres a cinco años, si se deja sin disturbio. Sin embargo, en alturas mayores, y en lugar con pastoreo intenso continuo o con quemas frecuentes, la vegetación original puede no recuperarse y la cobertura del suelo deja de ser completa.

El suelo se erosiona más fácilmente después de la quema, pero en general en menor grado en el páramo hasta los 4000 m. Esto se debe en parte a que la cantidad de raíces en los 5 cm superiores, tiende a mantener el suelo en su lugar. Asímismo, las tensiones sobre el suelo después de la quema son mínimas, en donde las pendientes son suaves, en donde la quema no ha sido intensa y en donde la presión del pastoreo es moderada. Sin embargo, hay un aumento en la formación de cárcavas y en los derrumbes después de la quema, en los cursos de agua, y cerca de ellos, debido al mayor caudal y velocidad del agua de escurrimiento. En alturas mayores de 4000 m, el suelo es cada vez más frágil y está amenazado tanto por la quema como por el pastoreo excesivo.

Los criadores de ganado vacuno rara vez reconocen la erosión del suelo después de la quema. La erosión en surcos está limitada a ciertos lugares y no tiene significación económica inmediata; además, los suelos son profundos bajo los 4000 m y no muestran rápidamente su erosión, ni la reflejan en alteraciones de la vegetación.

Las áreas agrícolas representan menos de 2% de páramo en Cañar. Generalmente, son sitios más bajos o más protegidos y algunas están cerca de asentamientos de población o de caminos. La producción es limitada por la acidez del suelo y su proporción de bases generalmente mala.

Las heladas pueden aparecer en cualquier mes del año, aunque son más frecuentes desde junio hasta noviembre. La labranza se hace con bueyes y con tractores, siendo estos últimos utilizados especialmente por las cooperativas. La producción tiende a ser más comercial que en las comunidades en la ladera oriental. La erosión es generalizada y a veces grave después de arar, debido a las fuertes pendientes, a la destrucción de la capa de las raíces, la precipitación abundante y a veces intensa; sin embargo, con una recuperación lenta de la cobertura vegetal del

suelo (porque este debe generarse a partir de semillas y no de raíces o rizomas). Tierras que antes fueron de cultivo, a veces se siembran con pastos y en ellas el ganado vacuno o lanar se cría relativamente bien, pero el trébol y el rye grass son difíciles de mantener sin una buena fertilización. A menudo, los pastos mejorados llegan a ser reemplazados por hierba menos agradables. La preocupación por la erosión es mínima, debido a que todavía existen extensas áreas de páramo no arado.

## 7.0 EL MANEJO DE LA ALPACA Y SUS COSTOS EN LAS LADERAS EMPINADAS CON PASTO

Durante los primeros once meses, las alpacas se mantuvieron en laderas empinadas con pastos artificiales de La Libertad. Se trataba de determinar si eran viables en una vegetación tan radicalmente diferente de la que tenían en Chile, de donde vinieron. Si fuera así, entonces es tal vez en ambientes similares del Ecuador, las alpacas podrían reemplazar, por lo menos en parte, el ganado vacuno, que está dañando el suelo en las laderas y el ganado ovino ya no sería económicamente rentable.

Las alpacas se rotaron entre pastizales de kikuyo y de trébol (con mezclas de rye grass y otros pastos), con una carga de siete por hectárea en la estación seca y de diez en la estación lluviosa. Los animales habían sido desparasitados en Chile, se los desparasitaba rutinariamente luego de cada 16 semanas. Se analizaron 142 muestras fecales durante este período, un promedio de dos por alpaca (Cuadro 1). Se las hacía pastar durante el día sin supervisión constante y se las llevaba a un gran corral cerca de la casa en la noche para protegerlas de los animales de rapiña.

Durante la época de los nacimientos, se supervisaba los animales mucho más de cerca. Todos los machos se mantenían con las hembras, con el intento de diversificar la base genética de la generación siguiente. Todas las hembras que tuvieron crías volvieron a estar preñadas, 70% en el primer mes, 15% en el segundo y 15% después de este.

Sal mineralizada estuvo disponible a discreción, además de un producto comercial (Sanogan) consistente en una mezcla de melazas, urea, minerales y Fenotiazina. A veces se añadían a la sal medicamentos profilácticos.

El principal problema de salud durante este período fue la coccidiosis, una enfermedad causada por Eimeria spp y que se caracteriza por una diarrea, a menudo con sangre. Eimeria es un protozoario endémico y está presente virtualmente en todos los animales domésticos de la zona, pero generalmente sin causar la enfermedad. Sin embargo, cuando la carga aumenta, o cuando la respuesta inmunitaria del animal está comprometida, se declara la enfermedad clínica. La recuperación es con frecuencia espontánea, pero puede acelerarse con medicamentos. Pronto se hizo claro que la carga de Eimeria entre las alpacas estaba aumentando, porque se las llevaba al mismo corral todas las noches. Esta área estaba con kikuyo, que con el tiempo se volvió muy contaminado con oocitos infecciosos, que eran ingeridos conforme las alpacas seguían comiendo durante la noche y temprano en la mañana. La solución era rotar las áreas de descanso. La luz directa del sol y la desecación son letales para los oocitos de Eimeria y así durante el descanso, estas áreas se contaminaban.

El segundo problema de salud fue la sarna, causada por Sarcoptes spp. Si la alpaca no ha sido esquilada recientemente, la efectividad de los baños de aspersión es limitada por la densa lana del animal. Los baños de inmersión pueden ser más eficaces, pero también ser peligrosos para la alpaca si el tiempo es frío y húmedo. Tanto eficaces como seguras, fueron las inyecciones con Ivomec, una nueva droga antiparasitaria, que elimina la sarna por medio del contacto del ácaro con la sangre del animal huésped. Además, los sitios de baños de polvo de las alpacas (creados espontáneamente por ellas) fueron tratados periódicamente con Cumaphos (Asuntol).

Un tercer problema es el parasitismo gastrointestinal, pero este se lo controlaba con desparasitaciones rutinarias, principalmente con antihelmínticos de benzimidazol, así como con Ivomec.

Un caso de tetania de la hierba, después de que las alpacas llegaron por primera vez a La Libertad, y tres casos posteriores de meteorismo, pueden atribuirse a la lozanía de la hierba de pastoreo.

Tres crías de alpaca fueron abandonadas por sus padres (debido a que era una primípara en un caso, y que inadvertidamente se las separó de sus madres, en los otros), pero se las pudo criar con buen éxito, usando un biberón. La leche de alpaca tiene el doble de proteínas que las de vaca, por lo que hubo que hacer ciertos ajustes en la fórmula que se preparó.

Algunas alpacas mostraron un crecimiento excesivo de los dientes incisivos, lo que obligó a que se los limara; otras tenían excesivo crecimiento de los cascos y entonces se los cortó un poco una o dos veces durante los once meses.

Durante este período, de las crías concebidas en Chile, el rebaño aumentó en 33%. Las únicas muertes fueron de una hembra adulta con meteorismo y de dos crías recién nacidas, por cuestiones relacionadas con la gestación y el nacimiento. La mortalidad de los adultos fue entonces de 1.7% y de las crías 8.7%. Todas las alpacas traídas de Chile aumentaron significativamente de peso. No se podía calcular la producción de lana por año, porque no se conocía con precisión la edad del animal y la fecha de la última esquila y porque no se pudo esquilar en la Libertad debido al comienzo de un año lluvioso a fines de 1986, cuando debía comenzar la esquila. Un número reducido de animales a los que se les cortó la lana, con un crecimiento de más de dos años, ha dado un promedio de 11.5 libras por adulto.

Para los primeros once meses, el costo total, incluyendo los medicamentos y suplementos, la leche en polvo para las crías y mano de obra ocasional alquilada, fue de 656 dólares, o sea $ 9,80 por equivalente de alpaca (o sea una cría de menos de un año = 0.3 de alpaca adulta y 0.7 de alpaca si tiene menos de dos años). A un promedio de 8.5 alpacas por hectárea, esto significa un costo de $ 83.30 por hectárea.

Con un manejo ordinario, de la forma que se hace con las ovejas en el lugar, los gastos de mano de obra, de leche en polvo para las crías huérfanas y de medicamentos apropiados, se ahorrarían y el costo por alpaca bajaría a $ 4.90 y por hectárea a $ 41.65. Esta es una medida más razonable del costo real que la mayoría de productores pagaría, y se usará para comparaciones con los costos de la producción local de ganado vacuno y ovino.

Si se supone una producción de lana de cinco libras por alpaca y por año (lo que es muy razonable en vista de la excelente nutrición que pueden tener en el Ecuador si se compara con lo común en el Altiplano) y 10% de esto se sustrae después de la limpieza y selección, se producirá un total de 38 lbs por hectárea y por año, con un valor de $ 152 (a $ 4 la libra). Además, si se supone una tasa de selección de 12%, quedarán disponibles 20 kg de carne por hectárea, con un valor de $ 20 para el productor, lo que da un total de $ 173 de ingreso bruto por hectárea, por año.

La venta de crías es un ingreso adicional, y quizás uno importante, pero como no existe aún el mercado en el Ecuador, no se puede estimar este valor. El ingreso neto sería entonces de $ 131, más cerca de cinco crías por hectárea.

Esto es más ventajoso que la cría de ovejas, en donde el ingreso neto por hectárea va de $ 25 a $ 35, usando las razas locales de ovejas y cuidados rutinarios de salud. No aventaja en cambio a la cría del ganado vacuno, en donde una operación combinada de carne y queso producirá a un ganadero local alrededor de $ 154 por hectárea y por año (véase el Cuadro 2).

Basándose sólo en aspectos económicos, si las alpacas estuvieran disponibles para comprarlas a precios razonables, parece probable que tiendan a desplazar a las ovejas. Su cría cuesta más o menos lo mismo (en peso vivo), pero son considerablemente más lucrativas. Las alpacas no desplazarán al ganado vacuno, excepto en áreas de laderas especialmente empinadas, en donde las pérdidas por caídas son altas, las vacas producen poca leche, o debido a las grandes distancias, la leche o el queso no pueden venderse. Tampoco parece probable que las alpacas desplacen a los cultivos de subsistencia, excepto en donde bordea la producción comercial. Aunque el exceso de producción intencional de los alimentos de subsistencia para el mercado persistirá (esta es la única póliza de seguro del agricultor), algunos cultivos comerciales, cuyos precios son bajos o especialmente inestables, podrían ser reemplazados por hierba destinada a la cría de alpacas. Por ejemplo, las arvejas, corren riegos al crecer y a veces su precio baja bruscamente al tiempo de la cosecha. Este cambio al pasto ya se ha dado y el ganado vacuno está ocupando estos nuevos pastizales.

## 8.0 MANEJO DE LA ALPACA Y COSTOS EN EL PARAMO

Por los siguientes doce meses, hasta la fecha, el grupo de alpacas ha estado pastando en el páramo, entre 3300 y 3680 m. Se ha tratado de determinar su viabilidad en el páramo húmedo ecuatoriano, y de establecer los parámetros y el costo de producción. Si las alpacas son tanto viables como adecuadamente lucrativas, hasta cierto podrían reemplazar la cría de ganado vacuno, que requiere una frecuente quema de la paja y da como resultado la exposición del suelo a la erosión y la degradación de la cobertura vegetal. Asímismo, en las zonas en donde el asentamiento humano es más denso, las alpacas con pastos mejorados, podrían reemplazar la producción comercial de ciertos cultivos, que incluyen la labranza y tasas de erosión gravemente aumentadas.

Aunque este experimento de cría todavía está en ejecución, se puede sacar ciertas conclusiones. Primero, las alpacas consumen una gama mucho mayor de hierbas y otras plantas herbáceas que el ganado vacuno, lo que tal vez permite que tengan una base nutritiva más amplia, y también una mayor capacidad de carga por

unidad de peso vivo. Puesto que la paja del páramo no es la única fuente de alimentos, no se la debe quemar con tanta frecuencia como con el ganado bovino. Segundo, la erosión directa del suelo causada por los vacunos cuando atraviesan una ladera, es eliminada cuando estos se reemplazan con alpacas. Tercero, la lluvia y el frío no son por sí mismos impedimentos para la producción.

No obstante, los nacimientos y la esquila deben programarse para los meses más secos. Cuarto, con la vegetación del páramo y con suplementos minerales se puede mantener un peso adecuado del cuerpo, la fertilidad permanece alta y las gestaciones son normales. El crecimiento de las crías parece ser menor, probablemente debido a que hay una menor producción de leche de las madres y a un menor contenido de proteínas en el forraje.

El llevar las alpacas al páramo requirió el suministro de una infraestructura que no había existido y el pago del cuidado a tiempo completo, a una y a veces dos personas. Los arreglos físicos para las alpacas incluyeron: (1) cercado de una área (de 300 hectáreas) para separarlas de los vacunos, (2) cercado de una área para separar los machos de las hembras, (3) la construcción de un cobertizo abierto, más tres corrales para tener allí las alpacas por las noches y para curarlas; cada uno de estos se construyó en un sitio diferente para permitir la rotación de las áreas de pastoreo, (4) la construcción de casas para los pastores en los diferentes sitios, (5) tapado de los huecos que son comunes a lo largo del curso de corrientes subterráneas y que son trampas mortales para ganado vacuno, ovejas y probablemente también para las alpacas y (6) la corta de los "aguarongos" (probablemente Puya spp.) cuyas hojas espinosas atrapan la lana de la alpaca cuando el animal pasa cerca. El plan original del manejo de la salud fue proporcionar a las alpacas un régimen algo intensificado de desparasitaciones (Cuadro 3) y un suplemento mineral más vigoroso con respecto a su primer año en alturas menores.

De la experiencia anterior con vacunos en el páramo, era evidente que los suplementos minerales, especialmente de fósforo y calcio eran esenciales y que las cargas de parásitos eran menos toleradas, debido en parte a la nutrición más marginal. Así pues, las desparasitaciones debían realizarse cada doce semanas y se aumentó la concentración de minerales suplementarios. Puesto que el tremátodo Fasciola hepática estaba presente en la zona, las desparasitaciones de rutina debían incluir un componente específico contra esta plaga. En contraste con el primer año, un número reducido de machos (5) debieron dejarse todo el tiempo con las hembras, limitando de este modo los genes si no el tiempo apropiado para los nacimientos del año siguiente. Las alpacas tenían que vigilarse constantemente durante el día y había que llevarlas de noche al corral, protegidas de animales de rapiña por el pastor y el perro.

Sin embargo, dos meses después de llegar al páramo, un brote de enfermedad causado por Fasciola hepática alteró el régimen de manejo de la salud del plan original. Aunque el área en la cual se encerraban las alpacas había estado sin animales domésticos por nueve meses y medio antes de su llegada, había cantidades significativas de metarcercarías (agentes infecciosos de la Fasciola hepática), todavía enquistadas en la hierba de las áreas pantanosas, en donde se encuentran los caracoles acuáticos (huéspedes intermedios de la Fasciola). La gravedad del brote fue exacerbada por la presencia de la bacteria Clostriduium novyii que invade el tejido necrótico dejado por la duela en su camino cuando migra a través del hígado. La enfermedad resultante, "enfermedad negra", causa una toxemia que lleva rápidamente

a la muerte. Esta enfermedad es incurable, pero se puede prevenir con la vacuna apropiada.

En los análisis fecales que se hicieron antes del brote, sólo se determinó una muestra con huevos de Fasciola. Este es porque es en el estadio de predifusión, cuando las duelas inmaduras se mueven por el hígado en su camino hasta los conductos biliares, que causa un daño al hígado y se crean las condiciones para la activación de Cl. novyii. Eliminar las duelas jóvenes es más difícil que eliminar las viejas: el control requiere desparasitaciones repetidas conforme las duelas maduran en el hígado, más la vacunación contra Cl. nyvii. También es necesario el tratamiento de los pantanos con sulfato de cobre o algún otro producto para matar moluscos, puesto que sin su caracol huésped, los huevos de F. hepática depositados con las heces no pueden completar su ciclo de vida.

La desparasitación de F. hepática se hizo cada dos, luego cuatro y luego seis semanas y se aplicó sulfato de cobre a los pantanos al principio cada dos meses y luego cada tres. Se puso en marcha este programa de control y finalmente tuvo buen éxito, pero no obstante, no se pudo evitar graves pérdidas. En los cinco meses siguientes, ocho adultos y una cría murieron, sea por la fasciola, o por la "peste negra": también se pueden atribuir a la fasciola, cinco abortos. Posteriormente, otra alpaca adulta murió por fascioliasis y también su cría y un adulto murió envenenado por el tóxico contra los caracoles. De este modo, una mortalidad de 10 adultos, o 12.5 de la población, llevada al páramo, puede atribuirse sólo a P. hepática. La muerte de las dos crías (de un total de 6 en 26 nacimientos) representa 7.6% de mortalidad debida al mismo parásito.

No puede exagerarse la gravedad de F. hepática para la alpaca. Estos animales, tal como las ovejas (y a diferencia del ganado vacuno) no desarrollan una inmunidad efectiva a este parásito. Asímismo como las ovejas, están sujetas a la infección por Cl. novyii. Está claro que mantener un pastizal libre de animales domésticos no lo libera pronto de las metacercarias infecciosas. En parte, esto se debe a que las metacercarias son resistentes a los elementos y se ha informado que sobreviven hasta un año en la hierba. En el caso de La Libertad, con todo, parece que la fauna salvaje actuó como reservorio de la infección y mantuvo altos los niveles de metacercarias, a pesar de la ausencia de portadores domésticos. Los conejos, cuyes silvestres y los venados están presentes en los páramos del este de Cañar y comúnmente son portadores de la fasciola, en las áreas en que este parásito es endémico. Se ha emprendido un estudio de las heces de estos animales, para determinar el grado en que inciden en la carga de fasciola en las alpacas. Es posible el control de las poblaciones de los caracoles, pero su total eliminación es imposible, en la práctica. Un sólo caracol puede producir 100.000 hijos en pocos meses; de esta manera, si no se logra eliminar todos los caracoles de una población, esta se recupera rápidamente. Asímismo, los pantanos están generalmente interconectados y permiten migraciones entre sí. Una dificultad adicional, también en estudio, es la posibilidad de que no sólo los caracoles, sino que ciertas babosas pueden actuar como huéspedes intermedios de la Fasciola hepática. Por lo menos cuatro especies de babosas se encuentran en los pantanos de los páramos del este de Cañar. La practica de drenar los pantanos o de cercarlos para evitar a los animales que pastan es efectiva, pero sería de un costo prohibitivo. La cría de la alpaca en el páramo ha presentado otras dificultades, aunque estas son de consecuencias menores, y se las puede controlar.

(1) De los parásitos internos encontrados en las muestras tomadas para análisis de heces (Cuadro 1), la duela lanceta, Dicrocelium dendriticum fue quizá la de mayor daño potencial, pero el tratamiento con Albenzole fue eficaz. También es efectivo el Thiabendazole en tasas de altas dosis (200 - 300 mg/kg). En constraste, las drogas usadas para tratar la Fasciola hepática son ineficaces, cuando se trata de eliminar D. dendriticum. El ciclo de esta requiere dos huéspedes intermedios (un caracol terrestre y una hormiga) y es de duración más larga que la F. hepática. Asímismo, el parásito no se mueve extensivamente en el parénquima del hígado, antes de establecerse en los conductos biliares. De esta manera, es propagado menos fácilmente en el ambiente y menos patógeno en el huésped que F. hepática.

(2) Otros parásitos internos pueden mantenerse fácilmente bajo control con desparasitaciones de rutina y no parecen causar pérdida significativa del estado físico ni han causado muertes.

(3) Eimeria sp. desapareció como enfermedad clínica en el páramo, tal vez porque el pastoreo es extensivo y las condiciones ambientales para la supervivencia de los oocitos más severas.

(4) La sarna estuvo presente pero se la controló efectivamente con Ivomec (repetido a intervalos de 18 semanas) y por aplicaciones de Asuntol con vaselina a la nariz y las orejas de las crías infectadas.

(5) El zorro, Dusicyon culpaeus se llevó una cría de dos semanas. En muchas ocasiones realizó ataques sin ningún éxito al rebaño, especialmente en la noche. Durante el mismo período, siete ovejas, en otra parte de La Libertad, fueron muertas por el zorro. Parece entonces que aunque es imperativo proteger los animales de este predador, la alpaca es más capaz de defenderse por sí misma del zorro que las ovejas. El puma, Felis concolor está presente en la zona, pero todavía no ha causado muertes.

(6) Una alpaca se ahogó en un pantano y una cayó dentro de un hueco y murió. Estos peligros del medio pueden evitarse con un pastoreo adecuado, y desaguando secciones peligrosas de los pantanos y tapando los huecos con "chambas". No obstante, se debe decir que la alpaca es considerablemente más ágil que el ganado vacuno y las ovejas, con respecto a estos peligros.

(7) Una alpaca murió días después de la esquila, cuando fuertes lluvias provocaron un resfriado. La práctica común ha sido dejar tres a cuatro centímetros de lana en la alpaca, pero esta es una protección insuficiente en el páramo en la estación de lluvias. Las esquilas de rutina deben restringirse a la estación seca.

(8) De 26 nacimientos en el páramo, tres muertes de crías ocurrieron por diferentes razones: una desconocida, una debido a torsión intestinal y otra por fallas respiratorias después del nacimiento.

De este modo, en el segundo año en el páramo, la mortalidad no producida por Fasciola, fue de 4% en los adultos y 15% en las crías, alrededor del doble de lo que pasó en los once primeros meses sobre las laderas con pastizales, siendo todavía una pérdida razonable. Con respecto a octubre de 1985, el rebaño ha crecido hasta ahora casi en 50%. El estado actual de salud de las alpacas, después de la recuperación del

brote de fascioliasis, es bastante bueno. El peso es normal en la mayoría de los animales, el crecimiento de las crías es aceptable, la mortalidad por causas diferentes de la fascioliasis es baja y casi todas las hembras que dieron a luz en el páramo, nuevamente están preñadas. No hay duda que si el páramo estuviera libre de la fascioliasis, sería un ambiente excelente para la cría de la alpaca. Pero también está claro que los riesgos y los costos de criar alpacas en un ambiente con Fasciola son prohibitivamente altos. El costo total del control de Fasciola por equivalente de alpaca adulta, incluyendo la mano de obra, fue de US$ 24.58 en doce meses. Treinta y dos por ciento de esto fue exclusivamente para los antiparasitarios específicos contra Fasciola hepática, veinticinco por ciento al tratamiento auxiliar de los animales enfermos, dieciseis por ciento a los tóxicos para moluscos y para su aplicación y veintisiete por ciento para la vacuna contra Cl. Novyii.

Los costos de la infraestructura inicial (galpón, corral, casas, corta del aguarongo y llenado de huecos) fueron también altos, aunque estos pueden ser amortizados. El costo total de estas inversiones fue de $ 22.85 por equivalente de alpaca adulta, o de $ 4.57 por adulto por año, si se amortiza en cinco años. Los egresos por mano de obra de rutina (que eran innecesarios en gran parte en las laderas con pasto de más abajo, porque las operaciones de la finca estaban centradas allí y la atención a la alpaca por sus propietarios podía ser combinada con otras tareas), llegó a un monto de $ 16.22 por equivalente de alpaca adulta. A esto se añade el cuidado de rutina para la salud y la nutrición, más los medicamentos profilácticos, a $ 7.11 por equivalente de alpaca adulta. De este modo, el costo total por equivalente de alpaca adulta fue de $ 52.48. En comparación, el costo real en el año anterior, utilizando la infraestructura existente, y sin egresos por mano de obra o control de Fasciola, fue de $ 9.80 por equivalente de alpaca adulta.

De lo anterior, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

(1) En las zonas del páramo en donde la F. hepática es endémica, la cría de la alpaca es posible, pero prohibitivamente costosa. Sólo el costo del control de este parásito excedía el ingreso teórico por lana y carne.

(2) Si se van a mantener las alpacas en un páramo que no ha sido usado previamente, o se ha usado sólo para producción extensiva de ganado vacuno, se debe hacer una gran inversión para la infraestructura básica. Sin embargo, este gasto es razonable, si se lo amortiza en cinco o diez años.

(3) Los costos de mano de obra serán altos en las áreas remotas, allí en donde los peligros ambientales (rapaces, huecos, pantanos) son grandes, y en donde la atención a la alpaca no puede ser combinado con otras actividades productivas. Asimismo, los costos de mano de obra serán bajos allí en donde el asentamiento humano ya existe, basado en la agricultura de subsistencia o en la cría de ovejas. También es posible, que por esta razón, la cría de la alpaca, en donde abre camino o es recientemente introducida en áreas remotas, atraerá otras actividades, y será la punta de lanza de un proceso de intensificación.

(4) Suponiendo que haya un ambiente libre de fasciola y que el pastoreo lo hace la familia del propietario, el costo total de producción para la alpaca en el páramo, se limitará al cuidado básico de la salud, alrededor de $ 6.11 por equivalente de alpaca adulta, más el costo amortizado de la infraestructura, alrededor de $ 2 por equivalente de alpaca adulta, más el costo amortizado de la infraestructura, alrededor

de $ 2 por equivalente de alpaca adulta. Con 1.8 alpacas por año y a $ 4 por libra el valor de la lana para el productor, una hectárea producirá $ 32.4 en lana. También producirá aproximadamenre cinco kilos de carne, de las selecciones que se hacen, que valen $ 5, más una cría de valor indeterminado. Si se sustrae el costo básico de mantener 1.8 alpacas ($14.60) del ingreso bruto ($ 37.40) se obtiene el ingreso neto por hectárea de $ 22.80, más el valor de la cría. Esto es superior al ingreso neto de la cría de vacas y terneros (cerca de $ 17 por hectárea) y también excede al que se deriva de la oveja criolla (alrededor de $ 6 por hectárea y por año. Es entonces probable que si las alpacas estuvieran disponibles a precios razonables, parcialmente desplazarían a la cría del ganado vacuno y ovino en el páramo, especialmente en donde los asentamientos humanos son más desarrollados. Sin embargo, no páramo. Además del pastoreo extensivo del ganado vacuno y ciertas parcelas con agricultura, los usos de la tierra incluyen la forestación, la conservación de las cuencas y los parques. Grandes áreas están subutilizadas o sin uso. Si la mitad de toda esta área ahora con pajonal se dedicara a la producción de la alpaca, podría mantener más de dos millones de animales, que producirían más de ocho millones de libras de lana comerciable por año.

Esta población de alpacas podría proporcionar medios de vida para una población humana potencialmente grande: hasta diez mil familias, si los rebaños son en promedio de doscientos animales. Al tener un recurso animal apropiado para el páramo, y lucrativo, se podría abrir un nuevo campo, ayudando a reducir la presión sobre las ciudades y sobre los bosques húmedos del Oriente. Aunque el páramo está ahora en el centro de la República, actualmente es marginal desde el punto de vista económico y social. Con el recurso animal apropiado, podría cambiar esta situación.

## 9.0 ELEMENTOS DE UN PLAN NACIONAL PARA LA INTRODUCCION DE LA ALPACA

Aunque ahora hay la seguridad de que la alpaca podría prosperar en el Ecuador y aunque contribuiría tanto para el ingreso del agricultor como a su bienestar a largo plazo por medio de la conservación del suelo, estos beneficios no se realizarán sin la ejecución de un plan para (1) importar cantidades significativas de alpacas de alta calidad, (2) acomodar la población introducida a su nuevo ambiente y manipulación, y (3) asegurar adecuados estímulos a largo plazo a los productores. Lo que sigue son recomendaciones derivadas tanto del mantenimiento, como de la adquisición de alpacas, que pueden ser de utilidad a los planificadores del gobierno como a personas interesadas.

(1) Areas de recepción. La superficie de la Sierra, tanto en las laderas como en el páramo, potencialmente disponible para la cría de la alpaca, es bastante grande, pero dentro de este universo, deberían seleccionarse áreas más pequeñas, especialmente propicias, en donde se establecerían inicialmente las alpacas importadas, y desde las cuales se distribuirían en los meses y años que sigan. Con este propósito, se debería hacer un estudio, dándose prioridad a los sitios que (i) están libres de F. hepática y Dicrocelium dendriticum, determinados por medio de análisis fecales de las poblaciones existentes de animales domésticos y salvajes, (ii) tener precipitación anual adecuada (más de 700 mm) pero no excesiva (más de 1200 mm), (iii) tener una economía rural dentro de la cual pueda integrarse la alpaca, sin alteración y con claro beneficio económico para los habitantes, (iv) estar ya integrados en la red de información y cuidados veterinarios, proporcionados por los

servicios de extensión del gobierno. Los objetivos de esta familia en la finca. Por ejemplo, generalmente la lana hilada tendrá un precio doble del de la lana en bruto. La industria textil comercial del Ecuador podría beneficiarse también con la lana de alpaca y en último término, proporcionar un estímulo para que aumente su producción.

También hay la clara ventaja de que la lana de alpaca sería una contribución a la economía de exportación del Ecuador. Grandes áreas del Ecuador están representadas por los dos ambientes del este de Cañar que se han descrito aquí. Las laderas con pastizales en rotación con cultivos, mantenidas por pequeños agricultores, dominan las dos cordilleras. Las numerosas familias campesinas que ahora tienen un pequeño rebaño de ovejas, podrían reemplazar algunas o todas con alpacas y producir cantidades significativas de lana de alpaca. (En el Perú, por ejemplo, que exporta la gran mayoría de la lana de alpaca del mundo, 80% de su producción total la hacen pequeños productores). Si sólo la mitad de la población ovina de la Sierra fuera reemplazada por 750.000 alpacas, la producción comerciable de lana excedería los 3.000.000 de libras por año, lo que es casi la mitad de la cantidad total de lana de alpaca que actualmente exporta el Perú.

También el páramo ecuatoriano podría hacer una contribución potencialmente enorme a la producción de lana de alpaca. Del área total de la Sierra, 2.629,720, o sea 56% es se desplazarán, la producción comercial de cultivos, en donde el ingreso neto excede los $ 100 por hectárea y por año.

## 10.0 OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Todas las evidencias sugieren que la alpaca tiene un papel en la economía agrícola moderna de la Sierra. Su cría en la mayoría de condiciones no es diferente, ni más difícil, que la de las ovejas; es suficientemente provechosa para competir con otros suelos de laderas empinadas y a gran altura, en contraste con lo que sucede con el ganado vacuno.

La alpaca tiene la ventaja de que puede ser integrada fácilmente en la economía actual de la finca. Sus similitudes con la oveja, permitirán que sustituya a dicha especie sin romper el complejo sistema agropastoral actualmente en práctica: como las ovejas, las alpacas pueden mantenerse atadas en los pastizales a menores alturas y en el páramo pueden mantenerse en rebaños libres. La lana de alpaca podría entrar en la industria textil familiar actual, en reemplazo de la lana de oveja, asímismo, sin alterar las prácticas actuales, pero no obstante, aumentando significativamente el valor de los bienes producidos. Podría venderse la lana de alpaca en bruto, pero la lana hilada o tejida permitiría obtener un ingreso mucho mayor a la economía, al asegurar el buen éxito inicial de la cría de la alpaca, limitar los costos de producción y llevar a un máximo los beneficios, y colocar las alpacas directamente al cuidado del productor privado, mientras que las instituciones públicas presten la asistencia técnica y actúen como el nexo entre proyectos separados de cría de alpaca.

(2) Areas de distribución posterior. La población introducida se multiplicaría y será dispersada de sus sitios originales. La dispersión debe ser una función de los mismos factores que determinaron la selección inicial del sitio, pero también función de la distribución final proyectada de la población de alpacas del Ecuador. Para esto debe hacerse una proyección de las áreas de tierra disponibles y de los nichos de

economía agrícola, incluyendo las aspiraciones de población de alpacas que se tenga dentro de un período dado, de la tenencia de la tierra y su evolución, necesidades sociales, y áreas que requieren medidas más urgentes de protección de los suelos.

(3) Manejo genético. Desde el momento inicial de la importación, debe darse atención a la constitución genética del rebaño fundador. Sólo deben importarse los mejores individuos y deben provenir del mayor número de diferentes rebaños en el país de origen. Una vez en el Ecuador, las prácticas de mejoramiento genético deben ser estrictas, de modo que sólo se preserven los mejores genes, mientras que se permite que el banco de genes permanezca tan grande como sea posible. Debe planificarse la importación posterior de nuevas reservas genéticas. Esto puede incluir semen congelado para inseminación artificial. En las áreas en donde se encuentran llamas, debe tenerse el cuidado de que no haya cruzamientos con ellas. Este requerimiento debe tener el propósito doble de proteger la población fundadora de alpacas de cualquier mezcla y de evitar que la población sobreviente de llamas del Ecuador, de tal vez sólo unos pocos miles de animales, sea puesta en peligro por usarla para producir el huarizo, de beneficio económico mayor.

(4) Financiamiento. La alpaca está definida legalmente en el Ecuador como una especie en peligro de extinción y de este modo, aunque doméstica, se considera junto con la fauna silvestre, bajo la jurisdicción de la Dirección Nacional Forestal. Esta oficina ha sido responsable de un programa exitoso de producción de llamas y también ha retrocruzado huarizos para producir alpacas fenotípicas. También ha sido la pionera en la planificación de la introducción y la cría de las alpacas en el Ecuador,pero no han tenido los recursos financieros para llevar a cabo estos planes. La importación de alpacas será una empresa costosa y lleva consigo riesgos financieros significativos, especialmente a la escala requerida para repoblar el Ecuador dentro de un período razonablemente corto. Puesto que es difícil justificar el uso de fondos públicos en un proyecto que inicialmente debe ser considerado como experimental, y puesto que se supone que la alpaca, como otros animales domésticos, debe estar en manos de productores privados, se deduce que las importaciones debe hacerlas el sector privado.

El interés legítimo del gobierno en ver que este recurso potencialmente valioso sea compartido por los propietarios de tierra más pequeños y pobres, debe ser comparado con los obstáculos muy reales que el gobierno enfrenta al financiar y organizar adecuadamente una importación en gran escala, y que lo ha inhibido, hasta ahora, de actuar.

Hay tres países que son las posibles fuentes de alpacas para el Ecuador: Chile, Bolivia y el Perú. El primero de estos permite la exportación de alpacas fértiles, y como resultado de la demanda de numerosos países, pero especialmente de los Estados Unidos y Nueva Zelanda, los precios de la adquisición, alimentación, transporte, cumplimiento de los requisitos de salud, impuestos y gravámenes del gobierno y las tarifas del agente de exportación, se han elevado drásticamente en los últimos años. A esto se añade un sentimiento público creciente en Chile de que las exportaciones deben ser restringidas y una reticencia de parte de algunos productores de alpaca de desprenderse de sus animales a cualquier precio. Es así que las alpacas pueden estar disponibles en Chile por algún tiempo y pueden ser una fuente para algunos proyectos ecuatorianos bien financiados, pero no es probable que sean el mayor contribuyente para una futura población en el Ecuador.

Tanto Bolivia como el Perú consideran la alpaca (y también la llama) como un patrimonio nacional y prohiben la exportación de individuos fértiles. Sin embargo y tal vez por medio de acuerdos diplomáticos, se pueden hacer excepciones. Con respecto a esto, ofertas informales se han preferido en el pasado. Entonces las alpacas podrían adquirirse a un precio más modesto que en Chile, en mayores cantidades y con una constitución genética más amplia. En esto, el gobierno nacional tiene un papel muy importante que desempeñar como un intercesor de sus ciudadanos interesados. Un precio bajo para la compra es esencial en la repoblación en el Ecuador: el capital será limitado y debe usarse para adquirir el mayor número posible de individuos aptos. Aun más, el precio de compra, debe recuperarse con la producción posterior de lana y la venta de crías. Si el precio inicial es demasiado alto, la lana y las crías no llegarán a devolver la inversión en un tiempo razonable y se obstaculizará el estímulio para la adquisición de las alpacas.

Lo que Bolivia y Perú requerirán probablemente es la seguridad de que las alpacas exportadas al Ecuador sean bien cuidada, se utilicen en interés nacional y que no salgan del Ecuador a otros países. Estas seguridades pueden darse por medio de la legislación y la selección de grupos o personas receptores, dentro de una estrategia nacional para la recopilación del Ecuador con alpacas.

La compra se haría por medio de personas u organismos privados (Cámaras de la Producción, Centros Agrícolas, cooperativas agrícolas) y asumirían el cuidado y los costos de las alpacas en sus empresas. El papel del gobierno sería el de facilitar las adquisiciones de preferencia las que contribuyen al plan nacional.

(5) El Plan posterior del Gobierno. Además de ayudar a la adquisición, el gobierno podría encargarse de algunas otras responsabilidades: (i) establecer sus propios rebaños, para usarlos en la generación de información sobre el manejo y la producción de alpaca en una variedad de ambientes de la Sierra, sobre las ventajas ecológicas de la alpaca sobre otros usos de la tierra y como una fuente de genes mejorados para la población de alpaca del público; (ii) establecer una biblioteca de información sobre la alpaca, empezando con la vasta literatura sobre la alpaca que existe en Bolivia y en el Perú. Los datos generados por los proyectos de alpaca en el Ecuador, deben ser recogidos asiduamente por los agentes de extensión, y llevados a una biblioteca central. Se debería hacer un esfuerzo, entre los criadores de alpaca y los agentes de extensión para coordinar su toma de informaciones, de modo que sea útil y de fácil comprensión para otros. Deberán registrarse datos sobre la salud, los pastizales y las prácticas de reproducción, la mortalidad, la natalidad y la producción de lana y carne, de acuerdo con medidas previamente acordadas. No se debe obstaculizar la recuperación de la información de este sistema; (iii) proporcionar crédito, por ejemplo, por medio del Banco Nacional de Fomento, para la compra y el manejo de la alpaca; y solicitar y canalizar préstamos internacionales en la adquisición de alpacas, especialmente por comunas, cooperativas y asociaciones de productores de alpaca; (iv) establecer mecanismos para la comercialización directa de la lana por parte de los productores, sea a los artesanos, a la industria textil nacional, o a los exportadores. Es esencial que la cadena de intermediarios que absorbe mucho del valor final de exportación de la lana de alpaca en el Perú y Bolivia, se evite en el Ecuador. Este país podría disfrutar de ciertas ventajas con respecto a los precios de la lana de alpaca: las distancias de las fincas a los centros comerciales es menor que en muchas partes del Perú y de Bolivia y probablemente permitirá una lana de mayor calidad, no dañada por la sequedad y la fuerte luz del sol; no existe un sistema de mercado cerrado de la lana de alpaca, y por lo tanto,

los esfuerzos del gobierno para ayudar en la comercialización más directamente, encontrarán poca resistencia.

Cálculos más cuidadosos de los costos de la cría de la alpaca en el Ecuador, mostrarán el precio mínimo que la lana debe tener para que sea atractivo para los productores, y para que pueda competir con otros usos de la tierra. El gobierno debe estar preparado para garantizar este precio, como lo hace actualmente con algunos cultivos. Es importante que el interés en la alpaca se base no en la especulación, sea de los animales o de la lana, que provea estímulos para los productores y sea competitivo en el mercado internacional con la lana producida en el Perú, Bolivia y Chile.

(6) Participación Pública. Hasta ahora, los planes para repoblar el Ecuador con alpacas se han llevado a cabo por un grupo relativamente pequeño de entusiastas, la mayoría dentro de instituciones del gobierno, pero prácticamente sin la preocupación pública, sobre su trabajo. Como resultado de esto, su esfuerzo ha recibido poco apoyo financiero o de otra clase y sus metas no se han logrado. Sin embargo, hay un gran fondo potencial de apoyo y recursos entre personas y asociaciones privadas, y estos deberían ser estimulados para participar en futuras planificaciones y adquisiciones de alpaca. Las entidades de desarrollo regional, a menudo con fondos semiautónomos, también deben entrar en la lista y se les debe dar papeles concretos e integrados dentro del plan nacional. También es probable que como resultado de una discusión pública, llegue a quedar en claro, para todos los que estén comprometidos con esto, que la alpaca es un recurso valioso en extremo, un recurso que en verdad el Ecuador requiere y que no se debería desperdiciar ni tiempo ni esfuerzos en asegurar su población fundadora.

CUADRO 1. ANALISIS FECALES - PORCENTAJES DE CADA PARASITO EN LA MUESTRA TOTAL

| | Pasturas en laderas escarpadas 3000 m (N=142) | Páramo 3500 m (N=231) |
|---|---|---|
| Eimeria spp. (++ o más altos) | 34,5 % | 8,7% |
| Trichostrongylus spp. | 22,5 | 7,4 |
| Ascaris spp. | 13,4 | 23.4 |
| Fasciola heática | 2,1 | 4.8 |
| Cooperia sp. | 1,4 | 0 |
| Dicrocelium dentricitum | 0,7 | 24.2 |
| Bunostomum spp. | 0,7 | 1.7 |
| Nematodirus spp. | 0,7 | 0 |
| Moniezia expansa | 0.7 | 16.0 |
| Stongylides spp. | 0,7 | 0,4 |
| Trichuris spp. | 0 | 7.4 |
| Haemonchus spp. | 0 | 2.2 |

* Análisis efectuados por el Centro de Investigaciones Tecnológicas de Reconversión de Azuay, Cañar y Morona Santiago (CREA).

CUADRO 2. COSTOS DE PRODUCCION PROYECTADOS E INGRESOS PARA LOS PASTORES EN DOS AMBIENTES*

| Ubicación | Capacidad de carga | Costos de salud y nutrición /Ha/Año[1] | Ingreso Bruto Ha/año | Ingreso Neto Ha/año |
|---|---|---|---|---|
| 3000 m | 8,5/Ha, | $ 42,00 | $ 173,00 | $131 más crias |
| 3500 m | 1,8/Ha | $ 14,60 | $ 37,40 | $ 22.80 más crias |
| 3000 m | 10/Ha | $ 35,00 | $ 65,00 | $ 30.00 |
| 3500 m | 2,2/Ha | $ 9,00 | $ 14.90 | $ 5.90 |
| 3000 m | 1,5/Ha | $ 36,00 | $ 190,00 | $154,00 |
| 3500m | 0,2/Ha | $ 6.00 | $ 23,00 | $ 17.00 |

1 Se excluyen los costos de mano de obra, ya que estos son asumidos por los miembros de la familia. Otros costos que no se incluyen son: tierra, interés, inversiones de capital (excepto $2/alpaca/año, ver texto), impuestos y pérdidas.

* Esta tabla se aplica a las condiciones locales al este en la Provincia de Cañar. Estas condiciones incluyen laderas escarpadas, flata de irrigación, ovejas y ganado criollo, y precios locales pagados al productor para carne, lana y queso.

CUADRO 3. ELEMENTOS DE RUTINA EN EL MANEJO DE LA SALUD DE LA ALPACA

| | 3000 m | 3500 m |
|---|---|---|
| Desparasitación con altihelmínticos de amplio espectro (Albenzol, Thiabendazole, Levamisol, Panacur, Ivomec) | 3 veces/año | 4 veces/año |
| Desparasitación contra la F. hepática (Trodax, Flukiver, Ranide, Bilevon-R) | 0-3 veces/año rutinariamente en áreas endémicas | 0-4 veces/año rutinariamente en áreas endémic |
| Control de caracoles con sulfato de cobre | 2-4 veces/año, para tierras húmedas, a razón de 6 Kg/ha. | 3-5 veces/año, para tierras húm a razón de 6 Kg/ |
| Vacunación "Triple" (Cl. chuvoei, Cl septum, Pasteurella multocida) | Una vez/año | Una vez/año |
| Vacunación contra C. novyii | Dos veces durante el 1er. año, luego una vez al año. | Dos veces durant el 1er. año, lue una vez al año. |
| Vacunación contra Brucelosis | En áreas endémicas | En áreas endémic |
| Baño de aspersión ( o inmersión) contra la sarna (Asuntol, [Neguvon con precaución]) | Después de cada esquila, en climas secos | Después de cada esquila, en clim secos. |
| Tratamiento contra la sarna (Ivomec) | 1-2 veces/año cuando sea necesario | 1-3 veces/año, cuando sea neces |
| Sal mineralizada | Sin restricción, mínimo 5 % P y 10 % Ca | Sin restricción mínimo 8 % P y 16 % Ca |
| Afilar dientes, cortar uñas | 1-2 veces/año cuando sea necesario | 1-2 veces/año cuando sea necesario |

# MANEJO DE PASTIZALES NATIVOS EN EL ALTIPLANO E INFLUENCIA EN LA EROSION

AUTOR: JORGE MACHICADO SARAVIA
CAMARA NACIONAL AGROPECUARIA
BOLIVIA

## 1.0 INTRODUCCION

Instituciones bolivianas estatales y privadas involucradas en el desarrollo de la producción ovina y camélida están interesadas en la investigación real de las praderas nativas de la zona andina y sub-andina de nuestro territorio, se está trabajando con la finalidad de obtener mayor información en la defensa y mantenimiento de las praderas, principalmente las que están ubicadas sobre los 3.500 m de altura sobre el nivel del mar.

Mencionando también la importancia de las praderas en relación a la producción pecuaria, indicaremos que contribuyen en otros aspectos como: protección del suelo, mejorar la retención de agua, protección de la fauna silvestre, atenúa la evaporización, estabiliza áreas de producción, etc.

A pesar de estos antecedentes, muy poca importancia se le ha dado a este recurso en Bolivia, por no contar con una clasificación, evaluación, manejo y recuperación de las praderas. Por otra parte, sin embargo, el hombre boliviano tiene la oportunidad de manejar apropiadamente estos recursos de manera que le sean de utilidad permanente.

Las referencias son escasez acerca del uso de la tierra en épocas preincaicas, al referirse al Tahuantinsuyo, lo que es en la actualidad parte del territorio boliviano, sin embargo, la aptitud ecológica de tierras de praderas de las zonas altas favoreció el desarrollo de herbívoros, principalmente camélidos. Inicialmente, sociedades humanas de cazadores, evolucionaron a pastoriles con la domesticación de la llama y la alpaca.

Igualmente, la existencia de severas reglas sobre el manejo de animales silvestres, domésticos y las decisiones de pastoreo, eran tomadas por los Amautas (sabios especialistas encargados de este trabajo).

Finalmente, otro factor positivo que apoya lo mencionado, es el sistema de tenencia de la tierra, que permita el ordenamiento del pastoreo en base a amplios territorios de praderas de propiedades comunitarias.

Con referencia al periodo colonial, marca un cambio fundamental en el uso de la tierra, ya que indujo al abandono del estricto sistema tradicional del manejo, con la introducción de nuevos cultivos, nuevos animales (angulados de pezuñas duras y cortantes) y tecnologías, consiguiendo la ampliación de las tierras de cultivo y la indiscriminada explotación de los recursos naturales de las tierras altas, tales como: sobrecarga inicial, posterior pastoreo y destrucción de los recursos forestales y arbustales destinados a la minería y construcción. Como resultado de esto, la vegetación y el medio ambiente, fueron severamente afectados.

Seibert (1983), resume este proceso señalando que el hombre por milenios ha estado modificando la cobertura vegetal y el paisaje de las tierras altas a través de varias formas de utilización, desarrollando al mismo tiempo, tecnologías agrícolas y estructuras sociales adaptadas a la ecología del área. Sin embargo, últimamente, cambios en la estructura social, favorece el uso de la tierra sobre bases individuales, resultando en la aplicación de tecnologías no apropiadas y utilización de las tierras cada vez más marginales, ocasionando la destrucción de la vegetación y presencia de erosión en todas sus formas, abarcando hasta un 30% del territorio del país, con

mayor porcentaje en las tierras altas, (Terrazas 1980), poniendo en riesgo amplias áreas circundantes.

La causa primaria para el incremento anormal de la erosión de los suelos en las tierras altas de Bolivia, además de la tala para leña y la quema, es el sobrepastoreo (Ellemberg 1981).

Por esta razón, se considera que cualquier acción que se tome para mejorar la condición de la pradera, será altamente beneficiosa para el control de la erosión.

Whitaker Wennergren (1976) atribuyen el pastoreo común en libre competencia, la degradación de la pradera altiplánica; por otra parte, Le Baron et al (1979) admite la degradación, pero al contrario de los autores arriba mencionados, lo atribuye a una serie de factores asociados a aspectos tradicionales, culturales y agronómicos.

En el altiplano boliviano, en la estación experimental de Patacamaya, el año 1961, se iniciaron ensayos de recuperación de praderas, aplicando tratamientos de rastra subsolado y fertilizado. Después de cuatro años de evaluación, no se detectó respuesta positiva significactiva de recuperación (Braun 1964). Posteriormente, Cardozo y Riera (1972), determinaron que la receptibilidad de la pradera nativa del altiplano central sería de 0.5 oveja/ha/año. En 1973, con el apoyo de la Universidad de Utah State-USA, se continúan los estudios de la pradera, organizaron un herbario especializado para el que se recolectaron, herborizaron e identificaron 126 especies de pastos, hierbas y arbustos, de los cuales 42 se destacan como forrajeras. Este trabajo continúa y periódicamente son publicados los resultados (Lara y Alzérreca 1976-1982).

La productividad de la pradera en áreas protegidas, se medieron rendimientos muy superiores a los reportados de praderas similares bajo pastoreo (Alzérreca 1982). Estos trabajos llevaron a la conclusión, de que muchos tipos de praderas de las tierras altas de Bolivia estarían produciendo por debajo de su potencial natural, situación que se atribuye al deficiente manejo que se hace de ellas.

Finalmente, el año 1975 en la misma estación experimental, se estableció un nuevo ensayo de recuperación en una pradera degradada que la utilizada en el primer ensayo. Las evaluaciones fueron descontinuas hasta el año 1984, una vez analizados los datos permitieron establecer la factibilidad técnica de la recuperación de praderas tipo sholar-pajonal.

Esta recuperación es lenta, con descanso y puede ser reducido con prácticas de fertilización, movimientos de suelos y entresiembras. El tratamiento más exitoso resulta el del riego y lameo, aprovechando aguas de escurrimiento, que de otra manera se desperdician. Se midieron incrementos del 26% en años con precipitaciones sobre el promedio y de 143% con precipitaciones bajo promedio (350 mm). Se concluye también que el grado de recuperación es directamente dependiente de la precipitación anual y del grado de degradación de las praderas.

Se pueden también incrementar estas praderas con la aplicación de abono orgánico, el descanso y la remosión del suelo a través de surcos y huecos. Esta apertura de huecos en suelos compactados de textura areno-arcilloso-limoso de la pradera quemada y pastoreada, es una práctica favorable para la recuperación de ésta.

Los forrajes que se cultivan tanto en el altiplano como en el resto del país, son introducidos aportando materia seca alrededor del 2% para la ganadería. De esta manera, el 98% restante se mantiene con forraje obtenido de las praderas nativas, por lo que se puede afirmar que la producción nacional de carne roja es principalmente dependiente de los forrajes naturales.

En cuanto al mejoramiento de las praderas, muy poco se puede señalar para las tierras altas, su evolución ha sido muy lenta, cercos perimetrales, quemas dirigidas, rotación estacional y evaluación del valor nutritivo en algunas praderas serían en términos generales las mejoras que se apliquen. Algunas más a nivel de empresas ganaderas y otras, se encuentran en períodos de investigación.

## 2.0 PROGRAMA DESARROLLADO EN LA PROPIEDAD DE COMANCHE

En un área de 10 km$^2$, se han realizado trabajos de cría de ovinos, camélidos (alpacas), vacunos criollos desde principios de siglo.

## 3.0 UBICACION GEOGRAFICA

Geográficamente pertenece al Cantón Comanche de la Provincia Pacajes del Departamento de La Paz. Está situada a una altitud de 4.050 mts. sobre el nivel del mar, clima frío, con dos estaciones muy bien marcadas: estación de lluvias (noviembre a abril) y la de estiaje (mayo a octubre).

En la época de lluvias tiene precipitaciones diurnas en un 70% y nocturnas en un 30%, precipitaciones tormentosas con mucha descarga eléctrica y rocío matinal.

En la época del estiaje, en algunos meses del año se presentan nevadas ocasionales que pueden alcanzar hasta los 5 cm. de espesor, cubriendo tanto la región plana como las serranías circundantes.

La precipitación promedio es de 300 mm. por año. -medidos en una estación pluviométrica en Comanche-, a cargo del Servicio de Metereología.

Las temperaturas son las siguientes: media anual 10°; media más fría -10°; media más alta 20°. Los vientos comienzan normalmente a hrs. 14:00, hasta hrs. 18:00, son debido al calentamiento matinal que empuja las corrientes de aire más pesado en dirección norte y sur. Es característico la formación de grandes remolinos, con varios kms de altura.

En las primeras horas de la mañana, es normal que sople una brisa suave, proveniendo de la cordillera hacia el altiplano, en las últimas horas de la tarde en sentido contrario.

## 4.0 CARACTERISTICAS DEL SUELO

En esta región, se observan dos tipos de suelos: los que corresponden a la planicie y los de las serranías.

El suelo de la planicie geológicamente corresponde a gravas, arenas y arcillas de antiguos lechos pluviales. Un perfil característico de este tipo de suelos muestran:

De 0.0 a 1.0 - Meseta de gravas y arena
De 1.0 a 1.30 - Meseta de arena y arcilla
De 1.30 m. en adelante - arcilla y muy poca área.

En algunas partes se puede encontrar de 0.05 a 0.15 de suelo orgánico (humos), provenientes de las descomposiciones de pastos (yareta y thola).

En las serranías, el suelo corresponde a una degradación y material colubial proveniente del interperismo de areniscas y lutitas sedimentarios y dioritas cuarzosas (roca de canteras).

En ciertos lugares se puede observar la napa freática a dos metros de profundidad del nivel del suelo.

Existen vertientes con caudales de hasta dos litros por segundo, que salen de las fracturas de las rocas citadas anteriormente. Se ha excavado pozos que llegan hasta los 5 y 10 metros de profundidad, destinados al consumo doméstico.

Atraviesa la región del Río Catarí, de naturaleza intermitente. En época de lluvias puede alcanzar un caudal máximo de 3 metros cúbicos por segundo, quedando seco entre julio y septiembre.

Con la finalidad de mejorar las praderas en Comanche, nos propusimos llevar a cabo programas que nos puedan dar resultados prácticos en obtener principalmente mayores rendimientos de pasturas, así como también cuál sería el mejor sistema para el manejo, mantenimiento de los mismos.

Al no contar con alambrados, cercos perimetrales entre propiedades, se está manteniendo sistemas que puedan proteger los terrenos del ganado vecinal y para un mejor control se ha dividido la propiedad en seis sectores destinados a áreas de pastoreo, donde se efectúa un rol mediante rotación permanente en cada sector, evitando de esta manera mayor pisoteo, control forrajero, lo que nos permite mantener por más tiempo los campos en óptimas condiciones.

Las praderas están constituídas principalmente por géneros estipa y festuca predominantes en el área. Estipa-Icho, Festuca Dolichophylla, Festuca Ortophylla, los mismos que se han incrementado en varios tipos de praderas hasta el punto de llegar a ser dominantes. El valor forrajero de estas especies para el consumo del ganado va de regular a pobre, motivo por el cual la capacidad de carga ha disminuído. Se ha presentado casos extremos en áreas en donde el pasto anual Beutelona, ha invadido extensamente llegando a ser especie dominante.

Once especies de Poa, Calamogrostis y Bromus, fueron recolectados, presentando buenas características forrajeras. Especies palatables de Poa, Bromus y Festuca fueron localizadas entre rocas y arbustos (Alzérreca 1985).

Con algún cuidado y mejoramiento de manejo, estas especies palatables se incrementarán más, evidenciándose en un área protegida por años en la localidad de Tiahuanacu.

Como se observan en los slides expuestos, se notan formaciones de praderas constituídas principalmente por chilliguares, pajonales, matorrales, tholares y bofedales.

Los vertientes existentes son conducidas por medio de canales aprovechando la pendiente, distribuyéndose alrededor de 250 Ha. de praderas aumentando su capacidad de carga a 1.50 Ha/año.

La producción ganadera, especialmente ovinos, llamas y alpacas, depende de la producción forrajera en las praderas nativas.

Considerando este aspecto, es que en Comanche se está trabajando en forma permanente, aplicando métodos y sistemas que han sido investigados por profesionales especializados e instituciones privadas, quienes están contribuyendo en la solución de los problemas, con la finalidad de proteger la producción forrajera de las praderas nativas, implantando métodos que han sido experimentados en diversas áreas del altiplano boliviano para mejorar y mantener el poder vegetativo y nutriente.

No existe mucha información del pasado sobre prácticas que se hayan desarrollado con la finalidad de mejorar el uso de laderas y suelos en altura, sin embargo, el trabajo de campo fue transmitido por generaciones.

En la época de la Colonia y del Incario, por efectos de leyes rígidas que se imponían en ese tiempo, la influencia fue negativa en el manejo de las tierras y los recursos naturales. Posteriormente como resultado del progreso, se han creado mayores problemas con respecto al uso y mantenimiento de las praderas.

En Bolivia, por causa del minifundio como consecuencia de la Reforma Agraria (1952), la falta de conciencia de estos problemas y la estructura de distribución de la tierra, dificulta la aplicación de los resultados (Román 1985).

Pese a la baja producción y rendimiento de las praderas en el altiplano, existe actualmente interés y expectativa para mejorarlas con la finalidad de aumentar los índices de producción forrajera.

Se viene observando que el campesino boliviano desea mejorar sus condiciones de productividad, solicitando préstamos bancarios que le permitan solucionar los problemas del manejo de tierras.

Es necesario contar con el apoyo de instituciones del Estado, privadas y organizaciones internacionales que contribuyan a resolver esta problemática.

Es oportuno, antes de finalizar, referirme al valor que significa contar con recursos de agua, vertientes, pozos, embalses, etc., habiendo obtenido mejor desarrollo forrajero, un 50% más que las praderas a secano.

Por lo expuesto, sin duda queda mucho por hacer en el campo de la investigación para resolver problemas básicos de evaluación, manejo y recuperación de las praderas.

De no afrontar el problema de los terrenos pendientes, estamos postergando por más tiempo alcanzar respuestas y definiciones sobre este tema considerado de mucha importancia para los países donde tenemos suelos en alturas.

Ciertas desventajas del medio ambiente como: clima, tipo de suelo, poca disponibilidad de pastos, pueden ser superadas por la aplicación de técnicas adecuadas. Asímismo, la baja productividad de la ganadería criolla con sistemas de produccción erráticos, baja inversión de capitales, poca absorción de créditos agrarios, problemática de la tenencia de suelos y su uso y baja extensión y capacitación tecnológica de este rubro, constituyen también factores que inciden negativamente en el actual nivel productivo de la ganadería en Bolivia y que para ser superados se requiere de un conocimiento más a fondo de toda esta problemática; desde la producción, comercialización e industrialización de los productos.

## BIBLIOGRAFIA

Lara, R. y Alzerreca, H. 1976. Forrajeras Nativas del Altiplano. Ministerio de Agricultura. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Boletín Experimental # 57. La Paz, Bolivia.

Alzerreca, A.H. 1975. Evaluación de la Pradera Nativa en el Altiplano Central de Bolivia. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas, Chochabamba-Bolivia, 81 p.

Cardozo, A. y Riera, S. 1972. Investigación realizada en la Alimentación de Ovinos en Bolivia. Pags. 78-80. En Primera Reunión Nacional de Investigadores en Ganadería. La Paz-Bolivia.

Braun, O. 1964. Forrajes del Altiplano Boliviano. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola Interamericano. Boletín Experimental # 30. La Paz-Bolivia. 19 p.

Seibert, P. 1983. Human Impact on Landscape and Vegetation in the Central High Andes. En Mans Impacts on Vegetation. W. Junk Publishers. Netherlands. 19:261276.

Terrazas, H.W. 1980. La Supervivencia de los Bolivianos. Ministerio de Agricultura. La Paz-Bolivia. 25 p.

Ellenberg, H. 1981. Mapa Simplificado de las Ecoregiones de Bolivia. En desarrollar sin destruir. Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 55 p.

Whitaker, D.M.; Wennergren, E.B. 1976. Pastizales de Propiedad Común y Efectos Externos: Mala Asignación de Recursos en la Agricultura Boliviana. Consortion for International Development-CID. Informe Técnico 001/76. La Paz-Bolivia. 38 p.

Le Baron, A.; Bond, L.K.; Aitken, P. and Michaelsen, L. 1979. An Explanation of the Bolivian Highlands Grazin Erosion Syndrome. Journal of Range Management. Vol. 32 # 3. 201-208 pp.

# USOS ALTERNATIVOS DE LOS PARAMOS ECUATORIANOS: LOS CASOS DE COTOPAXI, SINCHOLAGUA Y ANTISANA

AUTOR: JUAN BLACK-MALDONADO
FUNDACION CHARLES DARWIN
ECUADOR

## 1.0 INTRODUCCION

Son graves los problemas ambientales en el Ecuador; la erosión ha sido señalada como el primero entre nueve, que junto a la deforestación, desertificación, deterioro de las cuencas hidrográficas y la deficiencia en el control de la explotación de fauna y flora (Fundación Natura, 1981), muestran con cifras la tragedia nacional con respecto del mal manejo de los recursos naturales en el país; tragedia originada en la ocupación de la tierra por conquistadores que desconocían el ambiente, y agravada luego con los vicios de la planificación agraria, con la mala distribución de la tierra, con los errores de la reforma agraria y las prácticas agrícolas equivocadas, se ha reforzado en el desconocimiento de las relaciones suelo, agua, aire, flora, fauna y producción, en el quemimportismo o la ignorancia y en la desorganización del agro, a lo que debe sumarse el crecimiento acelerado de la población, todo junto para convertir al Ecuador en país sin futuro.

Los declives internos y externos de las tierras andinas están en las peores condiciones; frágiles por su edad geológica reciente, la naturaleza volcánica de los Andes y la pendiente, son vulnerables a la pérdida del suelo una vez que se ha quitado la cubierta vegetal. La Sierra es el área de mayor población rural en el Ecuador; en sus campos se aplican las peores prácticas agrícolas y es el asiento de campesinos con poca o ya perdida tradición en el manejo de estos ecosistemas. Las mejores tierras bajas están ocupadas y en las laderas la frontera agrícola sigue ascendiendo: primero desapareció el bosque, le siguió el chaparro: ahora, está desapareciendo el pajonal.

Los páramos no protegidos son tierra de pastoreo de terratenientes o de pobres; en él encuentran sustento barato para los mamíferos extraños (vacas, caballos y ovejas), mientras los nativos auquénidos han desaparecido de la mayor parte del pajonal.

Algunas soluciones ya se han intentado para defender el ambiente y para procurar mejores prácticas agrícolas que eviten la pérdida del suelo y ofrezcan mayores rendimientos en productos a los usuarios, pero es necesario afrontar el problema con soluciones integrales adecuadas.

Este trabajo pretende mostrar tres ejemplos positivos en el manejo de las tierras andinas: uno, el de Cotopaxi, que prueba cómo la protección total de un área elimina los problemas de deterioro y cómo el aparentemente bajo o limitado rendimiento económico se transforma en altísima oferta de servicios; otro es Sincholagua, en lo que corresponde a Carmen-Pullurima, que presenta un buen ejemplo de organización campesina y es a la vez un viraje de la visión totalmente extractiva a la de conservación; finalmente, el caso de Antisana, que ofrece posibilidades para aplicar los conceptos de uso múltiple.

## 2.0 EL COTOPAXI

Establecido como parque nacional el 11 de agosto de 1975 con los páramos sobre los 3200 metros alrededor del nevado y el cerro Rumiñahui, en tierras de propiedad privada dedicadas al pastoreo de bovinos y caballos, tiene como objetivo la protección de 360 $km^2$ con sus componentes atmósfera, suelo, agua, flora, fauna y el paisaje

natural, para ofrecer las posibilidades de recreación y turismo controlado a los visitantes de un sistema natural restaurado. La base técnica que sirvió para la declaratoria fue un plan de manejo presentado como tésis de grado por tres estudiantes de la Universidad Central (Guzmán, Lovato y Vizcarra, 1969).

Parte de lo que fueron hace algunos años sembríos de piretro, más otras áreas al occidente y suroeste del Cotopaxi, son actualmente bosques de pinos; este sector ha sido declarado como área de recreación y funciona como una unidad administrativa independiente del parque nacional, bajo el nombre de El Boliche, con el objetivo fundamental de ofrecer recreación a la población de Quito, Latacunga, Ambato y las poblaciones menores cercanas.

Como todos los páramos, los de Cotopaxi y Rumiñahui están afectados por la reducción de la presión de oxígeno y dióxido de carbono, la baja presión absoluta de vapor y alta radiación; su topografía es accidentada, los suelos mal desarrollados y con disponibilidad marginal de algunos nutrientes; soporta bajas temperaturas con variaciones pronunciadas en el día y frecuentes e intensas heladas a lo largo del año (Winterhalder and Thomas, 1978), lo que ha permitido el desarrollo de la típica flora paramera, que seguramente en la actualidad es diferente en su estructura a la que presentaría antes del arribo de los ovinos, bovinos y caballos al continente. De todas maneras, corresponden su vegetación y fauna nativas a las provincias bióticas Páramo y Altoandina (Cabrera y Willink, 1973), las que han servido desde la conquista para el pastoreo de rebaños de ovejas, de vacunos y grandes yeguarizos; igual antes y ahora para obtener carbón y leña, así como para la caza de conejos, venados, osos, bandurrias, patos y hasta cóndores o gavilanes.

Los nuevos conceptos sobre conservación, protección de la naturaleza, uso adecuado de los recursos naturales y educación ambiental se concretaron a nivel oficial con la Estrategia Preliminar para la Conservación de Areas Silvestres Sobresalientes del Ecuador (Putney, 1979), la publicación de los Planes de Manejo para las distintas áreas protegidas del país y la propia Ley Forestal (1981). Todos los instrumentos legales, administrativos y de manejo apuntan a la conservación de los recursos naturales renovables acorde con los intereses sociales, económicos y culturales del país; a preservar los recursos sobresalientes de flora y fauna silvestres o paisajes, tanto como las reliquias históricas y arqueológicas; a la perpetuación de muestras naturales representativas de comunidades bióticas, regiones fisiogeográficas, unidades biogeográficas, sistemas acuáticos, recursos genéticos y especies silvestres en peligro de extinción; a la conservación y fomento de la vida silvestre para su utilización racional en beneficio de la población, y a proporcionar oportunidades de investigación, educación y recreación.

Para 1987, Cotopaxi y El Boliche cumplen a cabalidad con los objetivos nacionales, así como los de la estrategia mundial para la conservación (UICN, 1980), que pretenden la utilización de la bioesfera por el ser humano al mayor y sostenido beneficio para hoy, manteniendo su potencialidad productiva para el futuro. En este sentido, la utilización particular que beneficia a individuos o familias, sin la preocupación por el futuro y sin mejoras, ha sido cambiada por la protección de los recursos vivos, el suelo y el agua para ponerlos al servicio de todos de manera permanente.

Tanto el parque nacional como el área de recreación ofrecen caminos para transporte vehicular, sitios para campamento y cabañas; cuentan con centros de

interpretación, profesionales universitarios y técnicos, personal de guardería y de servicios varios; además, El Boliche ofrece posibilidades para ver venados en criaderos silvestres, aparte del programa de reintroducción de llamas. Durante 1985, Cotopaxi recibió la visita de 47.000 personas y El Boliche de 34.869, mientras en 1986 visitaron ambas áreas unas 3.500 personas por mes. Desde finales de 1985, se cobra por ingreso S/ 30 a cada persona, valor que subiría a S/ 100 a finales de 1987. Ambas áreas reciben la mayor cantidad de visitantes por año entre todas las áreas protegidas y la tendencia es creciente por el valor que la población está dando a la naturaleza y paisajes ecuatorianos; para 1988, la proyección de Apolo y Ojeda (1982) es de 90.000 visitantes, con un considerable componente extranjero. Para citar un solo caso, en septiembre de 1986 visitaron el parque y el área de recreación 3764 personas, de ellas 1452 fueron extranjeros (Ruth Quezada, información personal, 1987).

## 3.0 EL CARMEN-PULLURIMA

La antigua hacienda, ubicada en Píntag, Pichincha, a partir de los 3300 metros sobre las vertientes norte y nororiental del Sincholagua, fue propiedad de religiosos, a quienes la revolución liberal despojó en beneficio de lo que se llamó más tarde la Asistencia Social. Durante un tiempo, el estado administró la hacienda y más tarde fue dada en arrendamiento a diferentes interesados. A partir de 1973, después de seis años de la creación del Ministerio de Salud, la administración pasa a la Jefatura Provincial de Salud. Desde el tiempo de los religiosos hasta 1964, año en que entre en vigencia la Ley de Reforma Agraria en el país, los peones de hacienda (huasipungeros) fueron parte del inventario de la misma; sólo a partir de este año, se convierten en trabajadores libres. Antes de 1964, no vale la pena mencionar el jornal, mientras que como peones libres ganaban S/ 12 al día (unos US 0.06 al valor actual), en tanto que durante la administración de la Jefatura de Salud, percibieron S/ 20 diarios (US$ 0,10).

En 1964, por iniciativa del profesor de la escuela de la hacienda, el señor Eulogio Aguirre (información personal, 1987), se conforma una precooperativa, la que tras largos y tediosos trámites, dificultades burocráticas, calificaciones y recalificaciones, apoyos y oposiciones internas y externas, se convierte en 1975 en la Asociación de Trabajadores Agrícolas Virgen del Carmen. En 1975, se entregaron lotes a los ex-huasipungeros (una hectárea de mala tierra a cada uno de los siete), mientras que en 1979 se compran 160 hectáreas en lotes individuales; finalmente, en 1980, 200 has. pasan a manos de la asociación (a razón de S/ 5.000 la hectárea), junto con el usufructo de 1.769 has. de páramo.

Gracias a la iniciativa del profesor Aguirre, el apoyo del párroco Carlos Altamirano y en particular al trabajo permanente de Galo Ushiña, uno de los jóvenes pioneros de la acción, pero con el convencimiento posterior de todos, la asociación se mantiene con 26 socios, trabajando con el sistema comunal en el área comprada y el páramo. Entre los cambios notables se cuentan la construcción de un local adecuado para la escuela, la casa comunal, el centro poblado, (hecho bastante singular, pues lo usual ha sido que cada parcelero haga su casa en el terreno adjudicado o comprado), el sistema de agua potable y energía solar. Recientemente, por pedido de la Asociación Virgen del Carmen y de la Federación de Organizaciones Campesinas de Píntag (FOCAP), la Unidad de Desarrollo Rural Integral (UDRI) del Consejo Provincial de Pichincha, entregó a los campesinos un diagnóstico y cuatro volúmenes,

conteniendo un plan para el manejo de las tierras de la FOCAP, en los que se consideran los sectores forestal, agrícola, pecuario y de desarrollo social.

La antigua hacienda El Carmen-Pullurima produce ahora unos 800 litros de leche por día, 500 provenientes del área comunal y 300 de las parcelas, produce unos 56 quintales de cebada por hectárea (del área comunal) en 110 has. de siembra, unos 30 quintales de trigo por hectárea en la superficie destinada para ello, más papa y habas, utilizando el 100% del área cultivable con maquinaria (Consejo Provincial de Pichincha, 1987; G. Ushiña, comunicación personal, 1987). Los campesinos poseen unas 750 reses entre el bajío y el páramo, y de momento la Asociación se halla proponiendo la compra (a la hacienda vecina de Pinantura) de unas 2.500 has. por el valor de 20'000.000 de sucres (US$100.000). Si calculamos la producción de unos 6.200 quintales de cebada, al valor de S/ 1.800 el quintal de la variedad cervecera, hablamos del ingreso bruto de 11'160.000 sucres (US$ 55.800), cifra que antes jamás fue imaginada por los campesinos, y menos alcanzada por quienes administraron entonces la hacienda; aunque los precios han cambiado, la producción actual es al menos tres veces mayor, mientras la productividad en el caso de la cebada es mayor al promedio provincial, y en el trigo es la mayor para la zona y el país según la UDRI. (Consejo Provincial de Pichincha, 1987).

Aparte de la organización misma de la comunidad y de los servicios a los que han accedido, incluyendo energía eléctrica, los socios han erradicado del área la costumbre de las quemas, han motivado la reforestación con especies nativas en las laderas (la formación de bosques productores según su pedido para el plan elaborado por UDRI) y la protección de los chaparros, así como de conejos y venados para beneficio de la comunidad; pero, por sobre todo, existe la motivación para seguir unidos y trabajar juntos en la tierra comunal. Los socios son totalmente democráticos, discuten en las reuniones y eligen cada año su directiva. Su meta es "labrar la tierra para ellos y sus descendientes, evitando engrosar la masa de marginados en las ciudades".

## 4.0 ANTISANA

Las tierras bajas y páramos del Antisana se hallan en la esquina suroriental de la provincia de Pichincha y en los linderos de ésta con la oriental del Napo, sobre los 3200 metros de altitud; es una vasta región que se extiende al norte hasta el flujo de lava de Potrerillos y el río Papallacta, al noroccidente está limitado por la colada de la lava de Antisanilla, al oriente y sureste por los inicios de la cordillera de los Guacamayos, al sur por el río Antisana y al occidente por los páramos del Sincholagua y la cuenca Isco-Guapal (Black, 1982; de Vries et al., 1983; Solís y Black, 1985).

El recurso flora se caracteriza por un manto de vegetación rastrera, en las son características Werneria, Geranium, Hypochoeris, Ranunculos, Gentiana, Gentianella, Lupinus, Pernettya, Sterocaulon; el pajonal con gramíneas Festuca, Calamagrostis, Deyeuxia, Stipa, Bromus; campos de plantas en almohadón de Azorella, Plantago y Distichia; los chaparrales de Chuqiraga, Baccharis y Loricaria; jatales principalmente de Baccharis, Valeriana y Loricaria: carrizales de Chusquea, Swalenoclea y Neurolepis; bosquetes de Gynoxis, Osteomeles, Budleia, Oreopanax, Miconia y bosques de pantzas (Polylepis).

La avifauna es típica para las provincias páramo y altoandina (Chapman, 1926), con abundantes representantes de la gaviota serrana (Larus serranus), curiquingues (Phalcoboenus carunculatus), ligles (Vanellus resplendens), chunquis (Cinclodes excelsior y C. fuscus), azulejos (Phrygilus unicolor), cantabonitos (Anthus bogotensis), zumbadores (Gallinago nobilis), golondrinas (Notiochelidon murina), y vencejos (Streptoprocne zonaris); los comunes como el buitre o cóndor (Vultur gryphus), gavilán de espalda colorada (Buteo poecilochrous), lechuzas (Asio flammeus), cuscungos (Tyto alba y Bubo virginianus), palomas tierreras (Metriopelia melanoptera), comemoscas (Muscisaxicola alpina), y colibríes (Oreotrochilus estella).

Entre los mamíferos son abundantes los ratones Thomasomys y los conejos Sylvilagus, comunes los zorrillos (Conepatus rex), el lobo (Dusycion culpaeus) y* el chucuri (Mustela). Entre los mamíferos grandes el venado (Odocoileus virginianus) fue visto en cualquier lado, mientras que el oso de anteojos (Tremarctos ornatus) y la danta (Tapirus pinchaque) se encontraron únicamente al sureste y oriente del nevado. De Mazama, Puma y Pudú se vieron sólo huellas y excrementos. Todos los mamíferos parameros, según Hershkovitz (1958), llegaron de los bosques circundantes o de las quebradas y valles. La fauna de invertebrados fue numerosa y variada, particularmente de lepidópteros, coleópteros y dípteros. Fuera de los animales nativos, Antisana es hábitat de ovejas, caballos y vacunos en los pastos, y la trucha en las lagunas y riachuelos.

El recurso agua del páramos del Antisana es abundante: de los cerros San Joaquín y Tulpas y del propio nevado, nacen las aguas de las cuencas del Quijos y Antisana, mientras que los ríos Isco-Guapal se nutren de las aguas del Predicador, Chacana y Sincholagua. En ambos casos, los mocales y los ciénegos aportan grandemente como reservorios y reguladores de las fuentes.

Del nevado Antisana salen varios flujos de lava, algunos no más antiguos que 250 años (Hall, 1977): huagrahialina, Sarahuasi, Media Luna, Maucha-Machay; a los que se suman Potrerillos, Cuscungo y la gran reventazón de Antisanilla en los alrededores.

El tema Antisana fue presentado como "caso de estudio" en el Coloquio Ecuador 86 y el documento está por salir en las memorias del evento. Sin embargo, quiero recalcar sobre las características de manejo como área de uso múltiple, adaptadas de Deshler (1974) para el caso que nos ocupa:

- Se incluyen actividades simultáneas. Estarían garantizadas la utilización del suelo, agua, forraje, leña, fauna o piedras, y las actividades de recreación, investigación, educación ambiental, todo de manera planificada.

- Aunque no produjera retornos monetarios inmediatos, los valores sociales tomarían mayor consideración, particularmente si benefician a una población rural marginal. Un plan que arranque de las opciones actuales y establezca el equilibrio entre usos y usuarios, sí daría beneficios económicos prontamente, en particular provenientes de entradas y patentes en la actividad turístico-recreativa.

---

* Murciélagos Myotis; raros el ratón trompudo (Cryptotis)

- No requiere de una superficie determinada. En Antisana el área es grande, lo que permite una zonificación práctica.

- Ofrece flexibilidad. Un plan de manejo bajo esta categoría puede adaptarse a nuevas situaciones fácilmente.

- No requiere de la participación de un grupo poblacional determinado, pero exige la participación interdisplinaria.

- Un plan bajo esta categoría puede definir con claridad desde un comienzo las pérdidas irreversibles y ayuda a la toma de decisiones que mejor convengan al manejo integrado.

- Permite un mejor conocimiento de la tierra y sus recursos y la participación de profesionales y técnicos de distintas ramas.

- Permite la participación del público en la planificación y toma de decisiones.

- El administrador puede aceptar mejor su responsabilidad y lograr mayor interés, porque puede participar en el terreno en variadas actividades y estar en contacto con distintas personas y disciplinas.

Aparte de lo anotado, quiero señalar unos cuantos datos actuales y los relacionados con el beneficio de proteger el área, más los valores que recibirían las personas que participarían en el proyecto.

Tenencia actual de la tierra, en manos particulares; manejo, bajo cierta tradición pero sin un plan; preocupación por vender la tierra y los rebaños para evitar molestias futuras; un proyecto para obtener agua potable para Quito en marcha; cosecha de la renta del páramo en cabezas de ganado, ovejas y lana, sin más inversión que el cuidado aparente del territorio y las manadas de ovejas.

Ingreso no permitido por el camino carrosable, a no ser por pedido especial y previo al pago de S/ 3.000 por vehículo (con el ingreso anual calculado de 700 vehículos) y de US$ 15.00 por extranjero; la entrada a pie o a caballo está de hecho abierta a cazadores, pescadores, excursionistas y cuatreros por todo el extenso lindero de la propiedad.

Pongo a consideración ciertos hechos que comparan la situación actual con la de hace siete años, cuando el área de páramo estuvo protegida indirectamente por la presencia de un grupo de investigadores. La manada de ovejas, que aumentó de 9.000 cabezas a 15.600, bajó a unas 6.000; el robo y las enfermedades por descuido es notorio. La población de conejos era tan grande que permitía obtener a repuntadores (vaqueros) y ovejeros (pastoreo) un ingreso dos y tres veces superior al salario que percibían; hasta hace unos ocho meses, cuando la población de conejos bajó por la sobre caza y la quema del pajonal, la pareja de conejos capturados con perros se vendió en el mercado de Píntag a S/ 250 (US$ 1.25) y cada familia residente en el páramo vendía un promedio de 30 pares a la semana.

La trucha, pez introducido en las aguas de la laguna Micacocha hace unos 40 años y que habita ahora todos los riachuelos del sector, es elemento de captura para

pescadores deportivos y en particular para varias familias que pescan alrededor de 100 libras por semana para la venta a S/ 350 (US$ 1.75) cada libra en los salones de comida de Quito, más un valor idéntico por igual peso de los huevos.

La propuesta de uso múltiple tiene como objetivos primarios (Black, en prensa, 1987):

- Manejar el área bajo criterios de conservación.
- Permitir el usufructo directo de peones y empleados actuales, a más de otras personas calificadas.
- Permitir el ingreso controlado de los visitantes con vehículo, a caballo y a pie.
- Ordenar la caza y la pesca.
- Fomentar y mantener la tradición del rodeo criollo como práctica cultural del habitante de la serranía, manteniendo una población de vacunos adecuada.
- Dividir el área en sectores que permitan el uso tradicional mejorado o readecuado, el turismo y la recreación, la caza y pesca, educación e investigación.
- Establecer un sistema de manejo en el que intervengan el Estado protegiendo el área, el actual propietario manteniendo la tenencia, los peones, empleados y otros individuos en participación directa de los beneficios por su trabajo, la integración de otras personas en la actividad turística-recreativa, de caza y pesca, bajo un plan de manejo que considere la conservación de los recursos y la garantía de futuro para todos los usuarios, incluyendo a los quiteños que recibirían su agua potable de la cuenca protegida. Si los propietarios se negasen se pediría la expropiación del predio.
- Organizar a los campesinos, con participación activa de la mujer.
- Mejorar el manejo del ganado en la parte baja.
- Volver a los cultivos tradicionales de altura: quinoa, papas, mellocos, ocas, mashuas y chochos.
- Garantizar el abastecimiento de agua y leña.
- Reducir la carga de ovejas y reemplazarla poco a poco con llamas, alpacas y vicuñas.
- Racionalizar la pesca de la trucha y la caza del conejo.
- Permitir la recuperación de la población de venados para mejorarla más tarde.

- Aprovechar el área para impartir educación ambiental de manera formal y no formal.

- Establecer una estación de investigaciones de altura para continuar los estudios ecológicos y etológicos que proporcionen el conocimiento para mejorar el manejo de esta y otras áreas.

- Ofrecer un lugar de recreación para la población de los Chillos y Quito, así como una opción a la visita turística extranjera, en una combinación de apreciación del paisaje, montañismo, caza, pesca, caminata, flora y fauna paramera.

- Constituir un plan piloto de manejo de recursos altoandinos para mejorar el aprovechamiento de estas "tierras altas, frías e inhabitadas", tan mal aprovechadas y menos apreciadas hasta el día de hoy.

## BIBLIOGRAFIA

Black, Juan (1982). Los Páramos del Antisana. Revista Geográfica 17, páginas 25-52; Instituto Geográfico Militar, Quito-Ecuador.

Black, Juan (1983). Alternativas de Manejo de Areas Altoandinas: Una Propuesta para Antisana, Ecuador. Memorias del Simposio sobre Conservación y Manejo de Fauna Silvestre Neotropical, IX Congreso Latinoamericano de Zoología, Arequipa, Perú (9-15 de octubre), páginas 63-68.

Cabrera, Angel L. y Willink, Abraham (1973). Bigeografía de América Latina. Serie de Biología, monografía N° 13; Programa Regional de Desarrollo de Asuntos Científicos, Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, Washington, D.C.

Consejo Provincial de Pichincha (1987). FOCAP, Proyecto Píntag, Desarrollo Rural; 5 tomos. Quito.

Chapman, Frank M. (1926). Distribution of Bird-Life in Ecuador. Bulletin American Museum of Natural History N° 55.

Deshler, William O. (1974). Uso Múltiple de los Recursos Naturales Renovables. Documento Técnico de Trabajo N° 1 (Proyecto FAO-RLAT/TF-199); Santiago, Chile.

De Vries, Tjitte, Black, Juan, SOLIS, Cecilia y Hernandez, Cecilia (1983). Historia Natural del Curiquinque. Ediciones de la Universidad Católica, Quito.

Ecuador (1981). Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre. Registro Oficial N° 64, Quito, Lunes 24 de agosto.

Ecuador (1983). Plan de Manejo para el Parque Nacional Cotopaxi. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional Forestal, Departamento de Administración de Areas Naturales y Vida Silvestre. Quito.

Fundacion Natura (1981). Diagnóstico de la Situación del Medio Ambiente en el Ecuador; 2 tomos. Quito.

Guzman, F., Lovato A. y Vizcarra, T. (1969). Planificación de un parque nacional en la zona adyacente al volcán Cotopaxi. Tesis para Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Quito.

Hall, Minard L. (1977). El Volcanismo en el Ecuador. Biblioteca Ecuador XI, IPGH, Quito.

Hershkovitz, Philip (1958). A Geographical Classification of Neotropical Mammals. Fieldiana Zoologica N° 36; páginas 583-620.

Putney, Allen D. (1976). Estrategia preliminar para la conservación de Areas Silvestres Sobresalientes del Ecuador. Departamento de Administración de Areas Naturales y Vida Silvestre, Quito.

Solis, Cecilia y Black, Juan (1985). Anidación de Buteo poecilochrous en Antisana, Ecuador. Revista Geográfica 21, páginas 133-142. Instituto Geográfico Militar, Quito.

UICN (1980). Estrategia Mundial para la Conservación. UICN, PNUMA, WWF; Gland, Suiza.

Winterhalder, B. and Thomas, R. (1978). Geoecology of southern highlands of Perú: A Human Adaptation Perspective. University of Colorado, occ. paper N° 27.

# ANALISIS DE CASOS DE REFORESTACION EN LOS VALLES INTERANDINOS DE COCHABAMBA, BOLIVIA

AUTOR: DELFIN GOITIA
FORAGRO
COCHABAMBA, BOLIVIA

## 1.0 INTRODUCCION

Cuando se habla de tierras frágiles en Bolivia, se pueden considerar el total de las áreas utilizadas en actividades agropecuarias (2.9 millones de hectáreas) del país, por estar sometidas en general a un manejo inadecuado donde los suelos han soportado por siglos el uso permanente con aplicación de tecnologías primitivas y tradicionales.

Pero, para una mayor comprensión consideraremos lo que se ha denominado el "Corredor Central de Desarrollo", propuesto por Thurston, 1983 (4) y estudiado por Quiroga, 1984 (3) como la zona de dominancia de tierras frágiles, que comprende dentro el territorio una franja que cruza de NW a Sur, cubriendo cinco departamentos con 34 provincias, con altitudes que van desde los 300 msnm hasta los 3000 m.s.n.m., abarcando mayormente los valles interandinos y parte de la llanura oriental.

El área del corredor comprende 187.036 $km^2$ (18.7 millones de hectáreas) que corresponde a un 17% del territorio del país; cuenta con una población de 2.285.709 hab. que representa el 49% de la población total (censo, 1976). La densidad poblacional del área alcanza a 12.2 hab/$km^2$, comparado con 4.2 hab./$km^2$ de densidad del país, lo que demuestra que esta zona tiene una alta presión sobre territorios de tierras frágiles, muy especialmente en los Yungas de La Paz y Chaparé de Cochabamba.

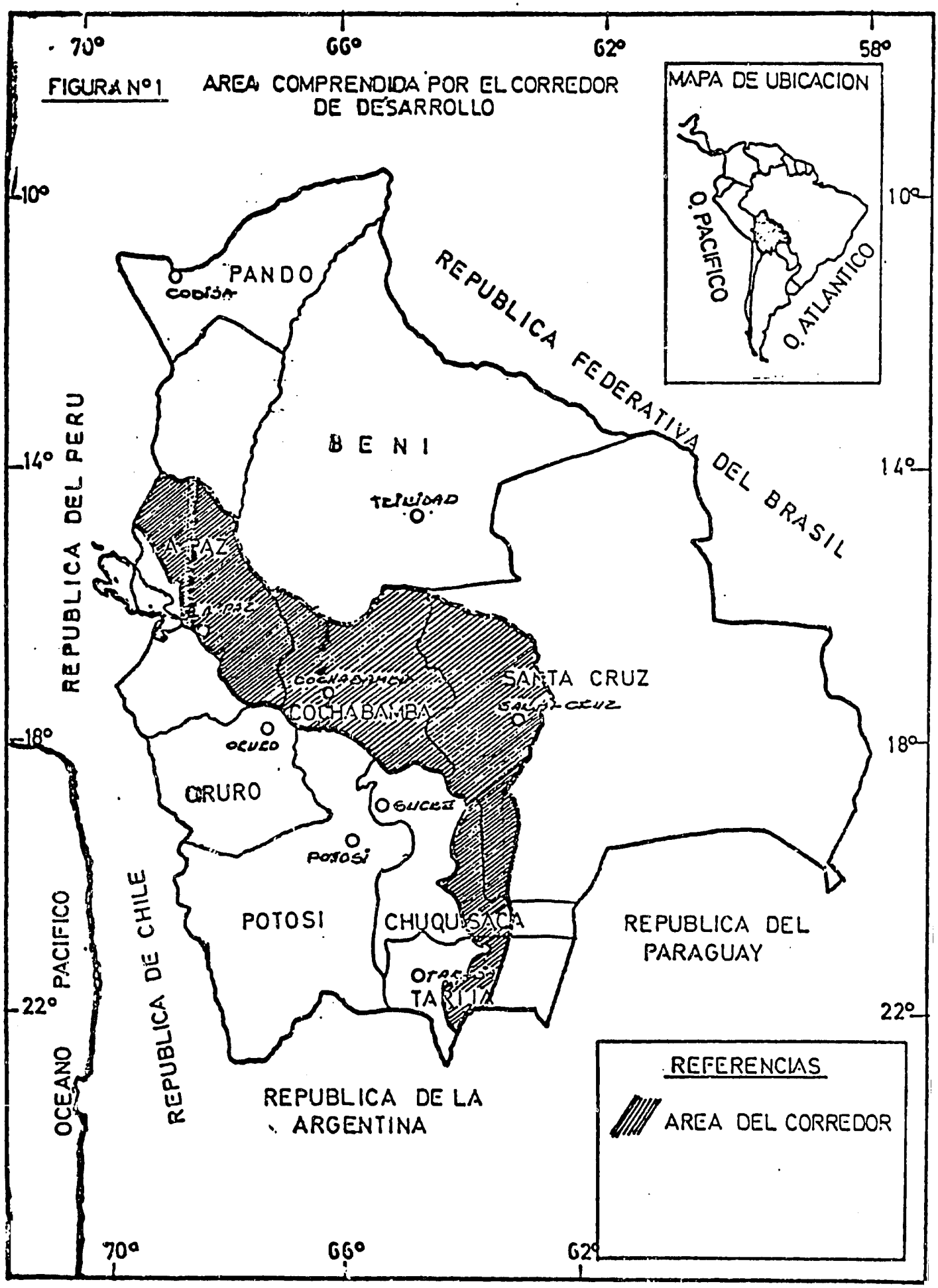
De acuerdo a la clasificación geográfica desde el punto de vista altitudinal y latitudinal, dentro el Corredor se encuentran las regiones subtropical y templada y en función de las variaciones fisiográficas se observan los valles bajos y en menor proporción los valles altos.

Existe una clara diferenciación entre las regiones subtropical y la templada dentro del país en general, debido al cambio en la fisonomía de la vegetación como en la composición de las especies, este límite se encuentra muy próximo al paralelo 17° sur.

Analizando cada una de las regiones geográficas, dentro el Corredor de Desarrollo, tenemos que en la subtropical, las tierras de valle, conocidas también como Yungas y Faja Subandina, tienen una variada ecología, con predominio de climas muy húmedos hasta pluviales, combinados con suelos de fuerte relieve sometidos a procesos de remoción y erosionables. La faja se extiende desde la frontera con el Perú hasta las proximidades de la ciudad de Santa Cruz. Desafortunadamente, estas áreas están próximas y accesibles a los centros de alta población y con una activa colonización expontánea como dirigida.

Sin embargo, la experiencia está demostrando que los cultivos tradicionales y la ganadería producen sólamente por pocos años en forma económica, debido a su fragilidad. Excepto de áreas muy limitadas los suelos son de alta pendiente y demasiado erosionables.

Por otra parte, las tierras de valles en la región templada, se encuentran en las vertientes orientales de los Andes en el sector sur central del país, donde se encuentran formaciones húmedas y secas. Donde los complejos problemas de manejo resultan de los factores siguientes: a) exceso de humedad en gran parte del área; b)


70°
66°
62°
58°
FIGURA Nº 1
AREA COMPRENDIDA POR EL CORREDOR DE DESARROLLO
MAPA DE UBICACION
O. PACIFICO
O. ATLANTICO
10°
14°
18°
22°
PANDO
CODIJA
REPUBLICA FEDERATIVA DEL BRASIL
BENI
TRINIDAD
LA PAZ
LA PAZ
COCHABAMBA
COCHABAMBA
SANTA CRUZ
SANTA CRUZ
ORURO
ORURO
SUCRE
POTOSI
POTOSI
CHUQUISACA
TARIJA
REPUBLICA DEL PERU
REPUBLICA DE CHILE
REPUBLICA DEL PARAGUAY
REPUBLICA DE LA ARGENTINA
OCEANO PACIFICO
REFERENCIAS
AREA DEL CORREDOR

aridez en algunos sectores y c) topografía abrupta y relieve pronunciado en casi la generalidad del área. Se pueden encontrar pocas superficies planas o de pendiente moderada.

Durante los meses de lluvia intensa y por efecto de las mismas, la mayor parte de los suelos son físicamente inestables, los procesos de remoción en masa alcanzan mayores proporciones, presencia de derrumbes y los deslizamientos son frecuentes en esta formación. Además, cuando estos suelos son despojados de su vegetación natural y se los cultiva o sobrepastorea, los procesos erosivos se aceleran, consiguientemente haciendo de los suelos esqueléticos y superficiales.

La deforestación, además de provocar la erosión acelerada, causa el acarreo de material de sedimentación hacia los torrentes y lechos de río.

Las tierras altas en las regiones subtropical y templada (2500-4000 m.s.n.m.) presentan paisajes diversos, entre los que se puede indicar a los valles interandinos, planicies y algunas depresiones. Se nota también la presencia de valles profundos alrededor de los cuales se encuentra asentada la mayor parte de la actividad agropecuaria.

En esta zona dentro el Cinturón de Desarrollo, la gravedad del problema erosivo es variable y depende fundamentalmente de los factores clima, topografía, suelo y la actividad humana, esta última también está dirigida a la explotación de la escasa vegetación leñosa existente en las laderas de los valles interandinos más secos; no menos importante es la acción destructiva del pastoreo del ganado caprino en detrimento de la regeneración natural de las especies forestales nativas.

La actividad de la reforestación dentro del área del Cinturón del Desarrollo, ha sido la más importante comparación con el resto del país, muchas localidades de los departamentos de La Paz y Cochabamba, tienen plantaciones forestales desde hace más de 50 años, especialmente con Eucalyptus globulus, plantaciones con fines comerciales y protección (Quime, Sorata, Choqueyapu, Valles de Cochabamba); ninguna de estas plantaciones son significativas en cuanto a superficie, muy pocas han alcanzado a 200 hectáreas hasta 1984; año de comienzo de una nueva etapa de programas de reforestación planificados.

No deseamos justificar, que la reforestación es la única actividad y la más importante en la conservación de los otros recursos naturales renovables; pero si, como se trata de una zona específica con tierras de laderas inclinadas que son muy vulnerables en cuanto a su estabilidad para mantener una producción sostenida, como el caso de las tierras frágiles, no cabe duda que hay que pensar seriamente en el manejo de la cobertura vegetal existente o a establecerse por medio de las técnicas silvícolas como la regeneración natural y la reforestación.

Al respecto, existe un gran empeño en el país desde hace más de medio siglo, queriendo encontrar las rutas más prácticas y coherentes para llevar adelante los programas de repoblación forestal; pero, durante este tiempo lo realizado en muchos de los casos, ha conducido a errores que en materia forestal se tarde mucho en corregirlos.

En estos últimos años se ha iniciado con la planificación de los proyectos de repoblación forestal, encuadrados a los objetivos de la actual situación socio-

económica de la población rural y las necesidades del país y realizar acciones que conduzcan a la ejecución de la política que establece la Ley General Forestal.

El caso que nos ocupa es analizar los programas y proyectos de reforestación ejecutados en el pasado y actualmente en el valle de Cochabamba para ver los problemas que han incidido en el éxito o fracaso de estos.

## 2.0 ESTUDIO DE CASOS DE REFORESTACION, EN LOS PROYECTOS EJECUTADOS EN COCHABAMBA

Se analizan tres proyectos de reforestación ejecutados por tres instituciones públicas con diferentes estatus legales: la Universidad Mayor de San Simón, una institución técnica y administrativamente autónoma; el Centro de Desarrollo Forestal, institución de gobierno que pertenece al Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios y la Corporación de Desarrollo de Cochabamba, entidad pública descentralizada, con autonomía de gestión administrativa, técnica y financiera.

## 2.1 PROYECTO DE REFORESTACION "LA TAMBORADA" DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON

### 2.1.1 ANTECEDENTES

La Universidad, por medio de una ley de octubre de 1947, consiguió la transferencia y consolidación a su favor, del Fundo "La Tamborada", propiedad del Ministerio de Agricultura, para ser utilizado con fines de enseñanza agropecuaria y forestal.

En la parte alta de la propiedad, cuyas tierras eran de vocación forestal, esta institución inició su programa de reforestación, con un objetivo muy claro y definido en función de la política declarada por el entonces Rector de la Universidad A. Urquidi, 1947, que textualmente dice:

> "Una de nuestras preocupaciones fundamentales es la de incrementar los recursos económicos de la Universidad, sin gravar en lo posible el erario público ni a los contribuyentes, y si más bien interviniendo en el proceso productivo mediante esfuerzo propio"; un deseo muy bien intencionado de esta autoridad, para darle independencia económica a la primera Casa Superior de Estudios, apoyado en un proyecto ambicioso de reforestación, no sólamente en la zona "La Tamborera", sino en varias otras áreas.

Lamentablemente, este propósito no se pudo cumplir, debido a un desconocimiento total de los aspectos forestales, por parte de la comunidad universitaria, a pesar de la bondad del proyecto, demostrado en los primeros años y luego abandonado.

### 2.1.2 EJECUCION DEL TRABAJO

Se inició el trabajo en 1947, previa la organización del Departamento Forestal dependiente del Rectorado y la Facultad de Agronomía, que fue la Unidad Ejecutora de los proyectos forestales de la Universidad.

El área destinada a la reforestación, se eligió en la parte más accidentada y con pendientes mayores al 30%, con una cobertura de especies xerófiticas nativas (Prosopis sp., Acacia spp., Aspidosperma sp., Schinus sp. y otros). Se ubica el área dentro de la zona de vida Estepa Espinosa Montano Bajo Subtropical, con una bio° 17.7 y precipitación de 473 mm. EP 1043 mm, con suelos degradados, considerada como zona semiárida.

Desde 1947 a 1962 se reforestaron 150 ha., con especies mayormente de eucaliptos y con predominio de E. globulus con fines comerciales. Dentro de su programa de enseñanza e investigación se ensayaron trece especies de eucaliptos procedentes del Brasil siete especies de coníferas y tres especies de Acacias. Con los fines de estudios de la autosilvicultura de especies forestales nativas, se ensayaron once de estas. Inicialmente, las plantaciones se realizaron bajo riego utilizando un sistema de bombeo con un alto costo, para suelos en sitios II y III.

De este modo, el proyecto continuó con la atención técnica debida hasta 1962, después de este año fue abandonado y sometido a una explotación sin planes de manejo y sometiendo a cortas perjudiciales que degradaron el bosque.

### 2.1.3 RESULTADOS

Plantación de 150 hectáreas en suelos degradados y con una capa de hartpan superficial, a un costo de US$450 hectárea. Ensayos de aclimatación dieron como resultado, que las especies mejor acondicionados fueron: E. camaldulensis, E. tereticornis, E. saligna, E. sideroxylun, E. citriodora y entre las coníferas, Pinus radiata y P. sylvestris. Las de mejor crecimiento entre las especies nativas fueron: Tara spinosa, Tipuana tipu y Acacia visco.

Una experiencia muy significativa para áreas semiáridas, es la reforestación por medio de siembra directa de las especies nativas xerofiticas.

## 2.2 PROYECTO DE REFORESTACION DEL "PARQUE TUNARI" DEL CENTRO DE DESARROLLO FORESTAL. MACA.

### 2.2.1 ANTECEDENTES

El Parque Nacional Tunari fue creado por ley de noviembre de 1963. Hasta 1967 apenas se organizó bajo la responsabilidad de un Comité Impulsor, que luego se convirtió en un "Comité Técnico del Parque Nacional Tunari", dependiendo en lo administrativo de la Municipalidad de Cochabamba. Posteriormente, hacia 1972, las obras del Parque Tunari pasaron a depender del Ministerio de Agricultura, y hoy del Centro de Desarrollo Forestal. MACA.

El área del Parque alcanza una superficie de 5.000 ha. con altitudes que varían desde 2700 m.s.n.m. hasta 4000 m.s.n.m., con pendientes desde 40 a 60%, suelos degradados y cobertura vegetal formada por especies nativas, incluyendo en la parte alta a Polylepis sp. y Budleia sp., se encuentran zonas de vida, varias comenzando en la parte baja con Estepa Espinosa Montano Bajo, luego Bosque Seco Montano Bajo y Bosque Húmedo y Muy Húmedo del Montano Subtropical. Precipitaciones desde 450 mm. hasta más de 1000 mm.

El objetivo principal del Proyecto, es de protección y recreación. El primero, debido a los problemas torrenciales que sufre la ciudad de Cochabamba, torrentes que se originan en las laderas empinadas de la cordillera y presumiendo que la cobertura boscosa, puede servir como protector de áreas susceptibles de erosión y segundo, por la proximidad a la ciudad (3 kms), cumplirá la función urbana.

### 2.2.2 EJECUCION DEL TRABAJO

Las actividades de reforestación propiamente dicha, se iniciaron en 1969, con apoyo de la Misión Técnica Forestal Alemana, y posteriormente, de la Misión Técnica Suiza.

Se han plantado mayormente E. globulus, luego E. Sideroxylun, E. tereticornis, E. camaldulensis, con bastante éxito. Algunas especies de Pinus radiata, P. montezumac, P. maritima, lo mismo que Acacia melanoxylun y A. mollisima, se han adaptado muy bien.

El uso de especies nativas arbustivas como Spartium junceum y Dodonea viscosa, para el mejoramiento de áreas degradadas, resultó exitoso. Especies nativas de las partes altas como Budleia y Polylepis, han sido plantados a nivel experimental.

Con la cooperación del Proyecto Cordeco/Cotesu en 1986, se han iniciado los primeros tratamientos silviculturales en los rodales más antiguos de eucaliptos y pinos en el Parque, prácticamente se está sometiendo a planes de manejo adecuados en base a los resultados obtenidos.

### 2.2.3 RESULTADOS

Hasta 1986 se han reforestado 400 ha, con una inversión de US$800.000 y un costo promedio de US$2000/hectárea, se considera una inversión muy alta para los objetivos que cumple.

Los resultados de los tratamientos de raleo realizados en rodales de eucaliptos a una altitud de 3.370 msnm y en un suelo con pendiente de 21°, a una edad de 16 años, un volumen comercial de 173.8 $m^3$/ha. y un incremento promedio anual de 15.6 $m^3$/ha/año.

En otro sitio de calidad inferior, otro rodal de eucaliptus globulus con 16 años, un volumen de 78,2 $m^3$/ha y un incremento promedio anual de 15.2 $m^3$/ha/año.

Cálculos económicos de un primer raleo de un rodal de eucalipto de 16 años, reduciendo de 1309 árboles/ha a 869 arb/ha la utilidad fue de US$450.6/ha.

## 2.3 PROYECTO DE REPOBLAMIENTO FORESTAL CORDECO/COTESU DE LA CORPORACION DE DESARROLLO DE COCHABAMBA

### 2.3.1 ANTECEDENTES

CORDECO, a partir de 1978, inició un programa de repoblamiento forestal en cinco núcleos en toda la región semiárida de Cochabamba, núcleos que fueron seleccionados en base a los siguientes criterios:

- o Participación de las comunidades organizadas en Comités Forestales Comunales, con inquietudes de llevar adelante plantaciones forestales.
- o Aprovechar la infraestructura ya existente, como los viveros anteriores, viviendas rurales, caminos forestales, y
- o Aprovechamiento de las áreas de propiedad comunal, de superficies más o menos considerables, en donde se pueden establecer masas boscosas que puedan influir en el medio ecológico y socio-económico de la región.

El financiamiento para este primer período fue la contribución de alimentos del Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN) y del PL-480 Título III de USAID/B. CORDECO, en ese período, crea la Unidad Forestal, que luego en 1983 se convierte en División Forestal con la asistencia técnica de COTESU creando el Proyecto de Repoblamiento Forestal CORDECO/COTESU muy robustecido tanto técnicamente como económicamente.

La ejecución de este Convenio se inicia el 1° de abril de 1984. Los objetivos muy bien delineados de este proyecto se resumen en lo siguiente:

- o Capacitar al personal forestal a nivel de técnicos y obreros.
- o Concientizar a la población rural y urbana sobre aspectos medio ambientales, ecológicos y en especial forestales.
- o Generar fuentes de trabajo en el sector rural, diversificando la economía.
- o Establecer una cubierta vegetal (forestal) que proteja el suelo de la erosión y del escurrimiento del agua.
- o Promover el uso racional del suelo a través de una zonificación silvo-pastoril.
- o Implementar un programa de investigación para la aclimatación de las especies forestales y pastos.
- o Promover la coordinación interinstitucional entre las que realizan actividades forestales.

El Proyecto tiene su influencia sobre un área de 236.400 hectáreas, cubriendo todas las provincias del centro y sur de Cochabamba.

El establecimiento de bosques, tanto bosques comunales como los bosques individuales, está en función de la inquietud de los pobladores rurales, así los primeros se establecen en aquellas comunidades que poseen terrenos comunales sin ningún uso agrícola. La propiedad del bosque a establecer pertenece a la comunidad; el Proyecto aporta las especies forestales, otorga la asistencia técnica y el manejo posterior del bosque. Al cabo del primer corte, el Proyecto recibe el 50% de este corte, y el saldo es de propiedad de la comunidad. El ingreso de los próximos cortes son exclusivamente de la comunidad.

En el caso de los bosques individuales, se establecen en las parcelas particulares de los campesinos dentro del área del Proyecto. En este sistema el agricultor compra al proyecto las plantas, el Proyecto le otorga asistencia técnica, tanto para la plantación como para el manejo posterior del bosque.

Todos los ingresos generados tanto por el establecimiento de los bosques comunales como por los individuales, permitirán en el futuro, reforzar en parte los costos operacionales del Programa de Repoblamiento Forestal.

La importancia de las actividades de repoblación forestal, como factor condicionante del clima y del medio ambiente justifican la necesidad de establecer un PLAN FORESTAL REGIONAL, que oriente las actividades de este sector en el departamento de Cochabamba.

Considerando las estrechas correlaciones existentes entre la agricultura, el bosque, la industria forestal y la población, especialmente la rural, el Proyecto indica contar con un enfoque global de la problemática forestal departamental para contribuir a estabilizar el medio ambiente.

Se debe encontrar la participación y coordinación institucional de las diferentes organizaciones, instituciones y empresas del sector, posibilitando también la participación de cooperación extranjera que ayude al sector forestal.

Se debe buscar la participación institucional concertada entre las instituciones ejecutoras de apoyo, y con la estrecha participación de las comunidades campesinas, con el fin de asegurar el éxito del programa.

### 2.3.2 EJECUCION DEL PROYECTO

Para su ejecución, el Proyecto está organizado de tal forma que cumpla con facilidad los objetivos trazados, está formado por un Directorio, el Jefe de División y su Asesor Forestal de COTESU, cuatro Unidades Técnicas: Producción, Promoción y Capacitación; Infraestructura Caminera; Investigación y una Administrativa. Dependen del Proyecto varias instituciones que tienen convenios para ejecución de la reforestación en otras zonas de la región: Desarrollo social-económico; Proyecto Agrícola KunanMink'a, Centro de Comunicación y Desarrollo Andino.

Para las necesidades de producción de plantas funcional ocho viveros forestales con una capacidad de producción de 2.5 millones de plántulas anual.

Mantiene una red de caminos forestales que sirven para el transporte del material para los programas de reforestación.

### 2.3.3 RESULTADOS

En su primera fase este proyecto 1978-1983 plantó 1500 ha y la segunda fase 1300 ha (1984-1986), con la participación directa de 4500 familias campesinas, distribuidas en 71 comunidades rurales, al final del período participaron en total 5300 familias, organizadas en 106 Comités Forestales, se produjo 2.7 millones de plantulas.

Los resultados de la investigación durante el período fueron: establecimiento de parcelas de aclimatación en seis localidades, utilizando seis especies de pinos y siete de eucaliptos.

Otro trabajo de investigación fue de la evaluación de las plantaciones forestales establecidas en los años anteriores en 26 localidades; los resultados de estas evaluaciones dan cifras de prendimiento que varían desde 34% a 98% de supervivencia. Además, se han dictado once cursos de capacitación a diferentes niveles para obreros, técnicos y población rural.

## 3.0 CONCLUSIONES

Después de analizar los tres proyectos de reforestación, y buscar ciertos parámetros de evaluación como los: institucionales, económicos, organizativos, capacitación y concientización, que permitan medir los obstáculos que han permitido fracasos y las causas que han favorecido algunos éxitos.

En el Primer Proyecto de Reforestación de la Universidad Mayor de "San Simón", si bien el objetivo principal fue el económico, no dejó de ser importante el objetivo de la capacitación y la investigación como corresponde a una institución de educación superior.

Probablemente las fallas fueron las de capacitación del personal técnico ejecutor, al extremo que el error en la selección de sitios adecuados para la reforestación en función de la máxima producción, casi la superficie total del área corresponde a un sitio III y muy poco al sitio II; este hecho produjo incrementos mínimos en cuanto a volúmenes de madera en la masa forestal.

El otro aspecto fue el de la concientización a nivel de familia universitaria al extremo que hubo influencia distorsionada de los profesionales agrónomos, acostumbrados a los ciclos muy cortos de los cultivos agrícolas, ellos no entendieron en su cabalidad un programa forestal de tal magnitud, al extremo que abandonaron el programa justamente en lo que el bosque necesitaba un Plan de Manejo, de modo que permita a la masa forestal orientar hacia el rendimiento sostenido y permanente.

Pareciera que los técnicos encargados del Proyecto habían entendido que su misión había terminado con establecer el bosque, y desconocieron completamente la

fase más importante, que es el manejo del recurso.

Por otra parte, este mismo bosque fue afectado fuertemente en la década del setenta por la plaga del Taladro de la corteza (Phoracantha semipunctada) que afectó el 50% de los rodales de eucalipto.

En el segundo caso, el Proyecto del Parque Nacional Tunari, los factores negativos más relevantes son los institucionales, debido a la frondosa burocracia de las instituciones de gobierno, el factor económico, la falta de presupuesto adecuado y oportuno para la ejecución de los trabajos de reforestación, y por otro lado, la concientización a nivel de la Comunidad, que perjudica año tras año en la provocación de los incendios forestales intencionados.

El costo de reforestación por hectárea es demasiado alto si comparamos a nivel de otras regiones del continente, probablemente se deba a personal supernumerario o la falta de organización.

Tratándose de un bosque con fines de protección y recreación, habrá que manejarlo en función de estos objetivos.

Finalmente, el Proyecto de Repoblamiento CORDECO/COTESU es el mejor organizado y sus objetivos contemplan una secuencia lógica en el desarrollo de programas forestales, tales como la capacitación, concientización de la masa campesina, utilización de mano de obra rural y finalmente la meta de conseguir elevar el nivel de vida rural y el mejoramiento del medio ambiente.

Los resultados obtenidos de este proyecto son feacientes, al nivel de que en pocos años la superficie cubierta con reforestación se aproxima al total del país reforestado desde hace cincuenta años.

En definitiva, los mayores logros en programas forestales se consigue con instituciones no directamente dependientes del gobierno, más bien aquellas que tienen cierta autonomía de gestión técnico-administrativa.

## BIBLIOGRAFIA

FAO, 1983. Desarrollo Forestal de Bolivia. Resultados y Recomendaciones del Proyecto. Inf. Téc. Terminal FO: SF/BOL/80/009. Roma.

Proyecto de Repoblacion CORDECO/COTESU, 1986. Hacia un Desarrollo Forestal Comunal. Informe de la Primera Fase. Cochabamba. 1986.

Quiroga, J.C. 1984. Recursos Naturales en el Corredor Central de Desarrollo. USAID/B. La Paz.

Thurston, R.V. 1982. Propuesta para un Manejo Intensivo de Tierras Frágiles de la Parte Oriental de Los Andes. USAID/B. La Paz.

# IMPLEMENTACION Y PLANEAMIENTO DE LOS PROYECTOS DE RECURSOS NATURALES RELACIONADOS CON EL DESARROLLO SOSTENIDO EN AREAS CON PENDIENTES MUY INCLINADAS

AUTORES: JUAN RAMON BAEZ y
CARLOS BONILLA

## 1.0 INTRODUCCION

Venimos de un municipio de la República Dominicana llamado San José de Ocoa, que tiene 854.5 $km^2$ de extensión territorial, casi todo montañoso, con 70 mil habitantes, la mayoría de estos en la zona rural.

Nosotros presidimos el Comité de Desarrollo de Cuenca del Río Ocoa, que sirve de apoyo al Proyecto Manejo de Recursos Naturales (MARENA), y que se ejecuta con el financiamiento de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID) (US$10.5 millones, más una donación de US$0.5 millón), y con una contrapartida del Gobierno Dominicano (RDS10.2 millones).

El proyecto tiene varios componentes, algunos de ellos de alcance nacional. Nosotros sólamente nos vamos a referir a la cuenca del río Ocoa, puesto que nuestro comité no ha tenido ni tiene responsabilidad en las áreas que se salen del ámbito local.

## 2.0 PARTICIPACION COMUNITARIA. CASOS

La participación comunitaria de esta región en los Proyectos de Recursos Naturales, hay que verla en tres casos distintos: 1) cuando el proyecto es exclusivamente oficial; 2) cuando es de una organización privada sin fines de lucro; y 3) cuando se combinan los dos sectores.

(Existe un cuarto caso al que no vamos a referirnos, y es aquel ejecutado por una entidad privada con fines lucrativos. En nuestro país hay algunas experiencias aisladas, de las que no tenemos suficiente información. En Ocoa hay actualmente un experimento que se está iniciando. Nos gustaría conocer lo que con relación a este caso conocen los representantes de los otros países hermanos que participan en este taller).

### 2.1 PRIMER CASO

Cuando el proyecto es realizado sólamente por el sector oficial, es decir, por el Gobierno, la participación comunitaria es sumamente débil, por no decir nula. La gente no se siente motivada a ofrecer ayuda al Estado, aún en aquellos casos que el proyecto derive evidentes beneficios para la comunidad. Este tipo de proyectos generalmente no da buenos resultados. A veces son verdaderos fracasos. Sería bueno destacar aquí la labor que contra los mismos realizan los partidos opositores al Gobierno y/o las organizaciones que les son afines.

### 2.2 SEGUNDO CASO

Si el proyecto está bajo la responsabilidad de una entidad privada sin fines de lucro, la comunidad responde con espontaneidad y colabora en la medida que aprecia el grado de sinceridad y seriedad de ella. Por lo regular, proyectos así no encuentran una oposición fuerte en los partidos políticos, y si la asumen, es de manera discreta. La excepción se da en algunos grupos políticos muy radicales.

## 2.3 EL TERCER CASO

El tercer caso se da cuando la responsabilidad del proyecto se reparte entre el Gobierno y la organización privada, como es el caso de MARENA, a nivel de la cuenca del río Ocoa. Creemos, basados en lo que hemos visto aquí, que el grado de participación de la comunidad en proyectos como éste depende de la aceptación que la organización privada tenga en el seno de la sociedad.

## 3.0 INICIO DE MARENA

El convenio entre el Gobierno Dominicano y la AID empezó prácticamente en febrero de 1983, y a la Asociación para el Desarrollo de San José de Ocoa, Inc. (Junta), que representaba y representa aún la comunidad ocoeña en la cuenca del río Ocoa, se le asignó un papel muy débil, muy pálido. Su poder de decisión era nulo. Todo lo decidía el sector oficial, representado por la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA). Pero más que por la SEA, por algunos políticos de la cúspide y de la base, lo que trajo como resultado una marcada deficiencia en las operaciones del proyecto. Peor todavía: los recursos materiales y económicos se desviaban a otros fines. Así aparecieron empleados (en algunos casos botellas) en diferentes Departamentos de la Administración Pública, pagados por MARENA; vehículos en manos hasta de particulares, comprados por MARENA; nóminas de trabajadores nominales, abultadas con activistas políticos pagadas con fondos de MARENA. En fin, el proyecto estaba a merced del capricho de personas con poder político, con ansias de aprovechar los recursos de MARENA para su partido o para su lucro personal. Los propósitos del proyecto no contaban para nada.

## 4.0 CONSTITUCION DEL CEDECO

En estas circunstancias, la ADSJO se lanza a una campaña de denuncias sobre las irregularidades que ya eran más que evidentes en dicho Proyecto. Después de una larga jornada de lucha, enfrentamientos y finalmente de acuerdos, y con el nombramiento como titular de la SEA del Agr. Domingo Marte, se nombra el Comité de Desarrollo de Cuenca Ocoa (CEDECO).

El CEDECO estuvo y está constituído por cuatro miembros del sector privado (ADSJO, que lo preside, la Iglesia, los Empresarios y los Campesinos), cinco del sector público (SEA, Banco Agrícola, Dirección General de Foresta, Dirección General de Caminos Vecinales, y el Encargado de la Oficina de Manejo de Cuenca), más 4 técnicos independientes capacitados en Recursos Naturales que se designaron últimamente.

## 5.0 NUEVA ETAPA DEL MARENA

El 3 de enero de 1985 fue la fecha en que el CEDECO empezó a funcionar, y a partir de ahí, el panorama cambió radicalmente. Aparecieron vehículos, combustible, materiales de trabajo, es decir, el proyecto a nivel de Ocoa, prácticamente se inició.

Mientras era Secretario de la SEA el Agr. Marte no hubo problemas. Al contrario, todo iba más o menos bien. Debemos decir que la participación comunitaria no era todavía suficientemente fuerte. No se había aceptado el proyecto como algo que venía a resolver problemas vitales de la región. El desprestigio del proyecto había llegado a tal grado, que era difícil variar el concepto de las gentes. Pero todo fue mejorando, por lo menos en lo que concierne a las operaciones normales de un proyecto de esta naturaleza.

## 6.0 RETROCESO DEL MARENA

Algunos meses después, se produce la renuncia del Secretario Marte y esto constituyó un retroceso para el proyecto. El método de ahogamiento fue más sutil esta vez. El personal estaba ahí, los vehículos estaban ahí, pero los recursos que debían llegar desde la SEA no aparecían y cuando aparecían era a cuenta gotas. Resultado? Una paralización del proyecto, huelga de los técnicos, huelga de los obreros. El cambio de Gobierno en agosto de 1986 nos encuentra con todos estos problemas y 6 ó 7 meses de inactividad.

Tenemos que destacar aquí que para evitar un colapso total en el proyecto y en momentos de desesperación, teníamos que recurrir a la Misión de la AID en nuestro país, para lograr que las autoridades de la SEA cumplieran con sus compromisos con el proyecto. Debemos decir que siempre encontramos en la AID el apoyo que buscábamos y que en todos los casos salíamos estimulados, para continuar una lucha desigual; desigual porque en lo único que éramos superiores a la SEA era en la motivación de rescatar unos ríos, unos bosques y unos suelos en peligro de muerte. Y quizás estábamos como realmente lo estamos ahora, tan decididos a trabajar en tal sentido, porque años atrás habíamos visto una especie de paraíso, con árboles frondosos, frutales silvestres, ríos y riachuelos que alegraban el espíritu, y en cambio, hoy estamos viendo un panorama que nos sobrecoge de dolor y de tristeza: ríos convertidos en arroyos, cauces que son un recuerdo de arroyos que fueron, montañas que exhiben sus vientres de roca, campos que se ahogan en el silencio, y en medio de todo, hombres, mujeres y niños, cuyo principal alimento es la esperanza, que es lo último que desaparece en el ser humano cuando está decidido a no caer vencido por la impotencia y el desamparo.

## 7.0 RENACER DE MARENA

Con la ascensión al poder de las nuevas autoridades del país, renace el Proyecto MARENA. Se fortalece el personal técnico, aparecen vehículos que estaban en manos de quienes no debían estar, los fondos son depositados donde debían haber estado siempre, renace el entusiasmo, se intensifica la Educación Ambiental y con esa intensificación toma impulso la participación de la comunidad en las labores del proyecto. Pero hay algo nuevo que se introdujo en MARENA que le ha dado mayor cohesión y eficiencia a los trabajos. Nos referimos a la elaboración del Marco Lógico para el año 1987, instrumento que puede servir de modelo, no sólamente para este proyecto, sino para cualquiera que esta naturaleza que se vaya a ejecutar o se esté ejecutando dentro o fuera de las circunstancias que envuelven o han envuelto a MARENA.

## 8.0 CONCLUSION

Tenemos la esperanza de que los cambios a alto nivel de la SEA que se realizaron hace apenas unas semanas, no produzcan un nuevo retroceso en MARENA. Decimos esto porque la experiencia nos dice que las sustituciones a ese nivel casi siempre han sido negativas para el proyecto, y quisiéramos que ese largo proceso de ajustes y reajustes no llegue a un grado de traumatización tal, que haga perder la fe de las organizaciones de servicio voluntario de nuestra región en los Gobiernos, porque pensamos que el mejor ejemplo que podríamos dar a nuestros pueblos, es el de la integración de los sectores privado y público, orientada a la solución de sus más acusiantes y sentidos problemas.

Quisiéramos oir de los amigos y hermanos que comparten con nosotros este taller, sus experiencias y sus conocimientos adquiridos en proyectos como el mencionado por nosotros y que con ellos podamos arribar a conclusiones que nos fortalezcan mutuamente en la fe y en el ideal de conservar lo que nos queda de esa gran riqueza que Dios puso en las manos del hombre y de la mujer para que la usaran racionalmente y para su bien, pero que, sin embargo, la han maltratado, pisoteado, despreciado; y sólo ahora, cuando apenas nos queda una pequeña porción de ella, cuando apenas vislumbramos el gran peligro que nos espera, es cuando estamos buscando la solidaridad y el respaldo de otros países, con los que estamos hermandados por la desgracia, pero también por el amor, extraordinaria virtud del ser humano que es capaz de hacernos volcar todas nuestras energías, todas nuestras fuerzas, todos nuestros recursos, en favor de nuestros semejantes, sin importar el color, sin importar la raza, sin importar la ideología, sin importar la distancia, ni el tiempo, ni la magnitud de los problemas.

Caminemos por ahí, amigos de América y del mundo!. La suerte está echada! Adelante! Recordemos que el MAÑANA tiene una sóla respuesta y esa respuesta es HOY!

# ANEXO A: PROGRAMA

# Programa

**Domingo, Septiembre 13, 1987: Hotel Quito, Quito**

14:00 - 18:00 hs **Registración, y Entrega de Materiales**

18:30 - 19:30 hs **Recepción**

19:30 hs **Banquete y Bienvenida al Taller**

**Lunes, Septiembre 14, 1987: Hostería Rumipamba, Salcedo**

08:00 hs Salida del Hotel Quito, por bus, y vinje a Salcedo.
Escala intermedia: Centro Agrícola Santa Rosa
Locutor: José Espinosa, MOA, Ecuador

12:00 hs Asignación de los participantes a los grupos de trabajo.

12:30 - 14:00 hs Almuerzo

14:00 hs **Sesión Plenaria:** Relaciones Entre La Sustentabilidad, La Fragilidad, y el Desarrollo.

14:00 - 14:30 hs Variables Determinantes en la Identificación de Areas Críticas en Tierras de Ladera. Jorje Faustino, CATIE, Turrialba, Costa Rica

14:30 - 15:00 hs Estimaciones de la Erosión Anual en la Cuenca del Río Ambato, Ecuador. Carol Harden, Facultad de Geografía, Universidad de Tennessee, Knoxville, USA

15:00 - 15:30 hs Erosión y Sedimentación en el Manejo de Cuencas, la Conservación de Suelos, y la Detención de Derumbes en el Peru. Carlos LLerena, UNA, La Molina, Perú

15:30 - 16:00 hs Los Beneficios Fuera de la Finca de la Conservación de Suelos en la Cuenca del Río Nizao, República Dominicana. Alberto Veloz, Asociación de Bancos de Desarrollo, Santo Domingo, República Dominicana

16:00 - 16:20 hs Té

16:20 - 16:50 hs Aplicaciones Recientes de la Tecnología de Sensores Remotos a Programas para Tierras Frágiles. William Brooner y James Durana, EARTHSAT Corporation, Bethesda, Maryland

16:50 - 18:30 hs Grupos de Trabajo

20:00 hs Cena

**Martes, Septiembre 15, 1987: Hostería Rumipamba, Salcedo**

Dia de Campo: Visitas a proyectos de desarrollo, donde se aplican técnicas sustentables en la producción de las cosechas anuales y permanentes, las pastizales, y la ganadería sobre tierras altas en ladera (El almuerzo se brinda en el local de uno de los proyectos)

Locutores:
Alfredo Cruz : CARE
Pedro Carillo: INERI - Banco Mundial, Proyecto de Desarrollo Integrado Tungurahua

**Miercoles, Septiembre 16, 1987: Hostería Rumipamba, Salcedo**

08:00 hs **Sesión Plenaria:** Factores Sociales e Institucionales en el Desarrollo Sustentable

08:00 - 08:30 hs Percepciones Socio-Económicas y Medio-Ambientales de los Campesinos de la Sierra Ecuatoriana. Christoph Stadel, Universidad de Brandon, Manitoba, Canada

08:30 - 09:00 hs Conflictos de Uso de las Tierras el la Cuenca Alta del Río Pastaza. Wilson Vivero, MAG, Quito, Ecuador

09:00 - 09:30 hs El Rol Institucional en el Uso del Suelo en el Norte y Centro de la Sierra Ecuatoriana. Luis Mejía, MAG - PRONAREG, Quito, Ecuador

09:30 - 10:00 hs La Erosión en la Sierra Peruana y el Sistema de Extensión del Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas. Barbara de Achille, Diario El Comercio, Lima, Peru

10:00 - 10:15 hs Café

10:15 - 10:45 hs Participación de la Mujer en el Manejo de Recursos Naturales y Tecnología Agropecuaria. Yara Carafa, Fondo de Desarrollo de las Naciones Unidas para la Mujer [UNIFEM], La Paz, Bolivia

10:45 - 12:15 hs Grupos de Trabajo

12:30 - 14:00 hs Almuerzo

14:00 hs **Sesión Plenaria:** Tecnologías Aptas y no Aptas en la Explotación Humana de Laderas: Experiencias

14:00 hs **Parte 1.** Manejo Sustentable de Aguas, Riegos, y Cuencas

14:00 - 14:30 hs Contradicción de Una Colonización Dirigida en Tierras Frágiles del Alto Beni de La Paz. Juan Carlos Quiroga, CUMAT, La Paz, Bolivia

14:30 - 15:00 hs Manejo de Cuencas: Una Opción de Desarrollo. Eduardo Figueroa, Instituto Nacional de Electrificación, Unidad de Manejo de Cuencas, Quito, Ecuador

166

15:00 - 15:30 hs Aspectos de Conservación de la Acequia del Pueblo de Pimampiro, Ecuador. Patricia Mothes, Instituto Geofísico, Escuela Polytécnica Nacional, Quito, Ecuador

15:30 - 16:00 hs Manejo de Aguas de Riego y Producción Agrícola en las Tierras Altas Peruanas. Carlos Nonone, Plan Meris y Proyecto II: Sintesis del Manejo de Aguas, Peru

16:00 - 16:30 hs Técnicas Económicas para la Conservación y Gestión del Agua en América Latina. Carlos Fernández, Instituto de Hidráulica e Hidrología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia

16:30 - 16:45 hs Té

16:45 - 18:15 hs Grupos de Trabajo

20:00 hs Cena

**Jueves, Septiembre 17, 1987: Hostería Rumimpamba, Salcedo**

07:45 hs **Sesión Plenaria:** Tecnologías [continuación]

07:45 hs **Parte 2.** Estudios de Caso [continuación]

07:45 - 08:10 hs Exitos y Fallas en la Conservación de Suelos en el Ecuador. José Espinosa y Fausto Maldonado, INIAP y USAID, Quito, Ecuador

08:10 - 08:35 hs La Conservación de Suelos en Areas Horticólas de Una Cuenca Alta de la Región Central de Venezuela. Napoleón Fernandez, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay

08:35 - 09:00 hs Erosión en las Altas Tierras del Ecuador, y Conservación con Métodos Sencillos: Una Esperanza Para el Futuro. G. Trujillo DNA - ORSTOM, MAG, Quito

09:00 - 09:25 hs La Ejecución del Proyecto Manejo de Recursos Naturales en Honduras. Carlos Rivas, Ministerio de Recursos Naturales, Tegucigalpa

09:25 - 09:40 hs Café

09:40 - 10:05 hs Conservación de Suelos en el Munifundio Ecuatoriano. Alfredo Cruz y John Mosher, CARE, Quito

10:05 - 10:30 hs La Cero Labranza en Siembras de Trigo y Su Influencia en el Medio Edáfico en Suelos Erosionados de la Cordillera de La Costa de Chile Central. Carlos Croveto, Agricultor y Presidente, Sociedad de Conservación de Suelos de Chile, Concepción

10:30 - 10:55 hs Experiencias de la Fundación Natu el Proyecto de Reforestación de Tumbahua. Ruth Elena Ruíz, Fund Natura, Quito, Ecuador

10:55 - 12:25 hs Grupos de Trabajo

12:30 - 14:00 hs Almuerzo

14:00 hs **Sesión Plenaria:** Tecnologías [continuación]

14:00 hs **Parte 3.** Ganadería, Pastizales, Bosc y Manejo Sustentable Sobre 3000 m

14:00 - 14:30 hs Avances de la Conservación de Sue Aguas en el Perú, y Las Prácticas Conservacionistas en Zonas de Past Altoandinos. Francisco Espinoza, U Lima, Peru

14:30 - 15:00 hs Manejo de Alpacas en Cajas, Ecua Stuart White, Cuencas, Ecuador

15:00 - 15:30 hs Usos Sostenidos para Tierras en Al Jorje Machicado, Propietario del Criadero de Ovinos 'Comanche' y Presidente, Cámara Nacional Agropecuaria, La Paz, Bolivia.

15:30 - 16:00 hs Usos Alternativos de los Páramos Ecuatorianos: Los Casos de Cotopa Sincholagua, y Antisana. Juan Blac Fundación Charles Darwin, Quito, Ecuador

16:00 - 16:30 hs Programas y Proyectos Forestales Ejecutados en el Pasado y en la Actualidad, con Posibles Solucione el Manejo y Uso Racional de Esto Recursos en el Futuro. Delfin Goi FORAGRO, Cochabamba, Bolivia

16:30 hs Té

16:45 - 17:15 hs Manejo de Los Ecosistemas Agropecuarios Andinos en Los Ar del Perú. Mario E. Tapia, INIPA,

17:15 - 18:30 hs Grupos de Trabajo

20:00 hs Cena

**Viernes, Septiembre 18, 1987: Hostería Rumimpamb Salcedo**

08:00 - 09:30 hs Grupos de Trabajo: Formular y f las recomendaciones

09:30 - 10:00 hs Café

10:00 - 11:45 hs **Sesión Plenaria:** Presentación de recomendaciones de los grupos d trabajo

11:45 - 12:00 hs Clausura

12:30 - 14:00 hs Almuerzo

14:30 hs Salida a Quito

467

# ANEXO B: NOMBRE Y DIRECCION DE PARTICIPANTES

# NOMBRE Y DIRECCION DE PARTICIPANTES

## BOLIVIA

Juan Carlos **Quiroga**
CUMAT (Centro de Investigaciones
de la Capacidad de Uso de la Tierra)
Avenida Busch #1897
Cas. 20235
La Paz, Bolivia

Delfin **Goitia**
FORAGRO
Casilla 1187
Cochabamba, Bolivia

Carlos **Fernandez Jauregui**
IHH (Instituto de Hidraulica e Hidrologia)
Universidad Mayor de San Andrés
Casilla 699
La Paz, Bolivia.

Jorge **Machicado**
Cámara Nacional Agropecuaria
20 de Octubre
esq. Landaita
Casilla 1620
La Paz, Bolivia

Yara **Carafa**
UNIFEM (Fondo Naciones Unidas
para la Mujer)
Casilla 1500
La Paz, Bolivia

David **Hess**
USAID/LA PAZ
Department of State
Washington, D.C. 20523
Casilla 673
La Paz, Bolivia

## CANADA

Christoph **Stadel**
Department of Geography
Brandon University
Brandon, Manitoba
Canada R7A6A9

## CHILE

Carlos **Crovetto**
Av. Pedro De Valdivia 1839
Depto. 42
Concepcion, Chile

## COSTA RICA

Jorge **Faustino**
Manejo de Cuencas
CATIE
Turrialba, Costa Rica

## DOMINICAN REPUBLIC

Juan Ramon **Baez**
Asociacion Desarrollo de San Jose
de Ocoa, Inc.
Calle Duarte, Esquina Andres Pimentel
San Jose de Ocoa
Republica Dominicana

Carlos **Bonilla**
Oficina Proyecto Marei
San Jose de Ocoa
Republica Dominicana

Alberto **Veloz**
A.B.D. Apt.509
Ed.Galerias Com.
27 de Febrero, 54
Santo Domingo, Dominican Republic

## ECUADOR

John **Mosher**
CARE
Yanez Pinzon 237
Apdo postal 2097
Quito, Ecuador

Wilson **Vivero S.**
Ministerio de Agricultura y Ganaderia
Departamento de Suelos
Avenida Eloy Alfaro y Amazonas
Quito, Ecuador

469

German Trujillo
DNA - ORSTOM, I
Apdo 6596, CCI
Quito, Ecuador

Eduardo Figueroa G
INECEL
Casilla 565-A.
Quito, Ecuador

Luis E. Mejia V.,
PRONAREG/MAG Of.505, 5to Piso
Depto. Agroecologia
Av. Amazonas y Alfaro
Quito, Ecuador

Patricia Mothes
Instituto Geofisico
Escuela Politecnica Nacional
Casilla 2759
Quito, Ecuador

Juan Black M.
Fundacion Darwin
Colón 535 y 6 de Diciembre
Casilla 3891
Quito, Ecuador

Stuart White
Apartado 1157
Cuenca, Ecuador

Jose Espinosa
INIAP-Suelos
Casilla 340
Quito, Ecuador

John O'Donnell, F. Maldonado,
Fernando Ortiz,
USAID/QUITO
Ave Colombia 1573
Quito, Ecuador

Bruce Kernan
USAID/Ecuador
APO MIAMI 34039

Rocio Alarcon
Fundacion Natura
6 de Diciembre 5043 y El Comercio
Quito, Ecuador

Quentin West, Neptali Bonifaz, Jorge Soria
Fundacion Ciencia
Calle Bossano 617 y Coronel Guerrero
Quito, Ecuador

Charles Rhoades
Cuerpo De Paz - MAG/CARE
Casilla 754
Ambato, Tungurahua
Ecuador

Oswaldo Guevara Guevara
Subsecretaria de Desarrollo Rural
Robles y Paez (of.)
av. 10 de Agosto 83-18, Urbanizacion La
Quito, Ecuador

Tomas Guerrero P.
Cuerpo de Paz
Casilla 635-A
Quito, Ecuador

Sharon, Dana Le Blanc
Cuerpo De Paz
Casilla 278
Riobamba, Ecuador

Andres A. Palacios P.
CLIRSEN
Instituto Geografico Militar
Pazmino S/N y Siensaguer
Quito, Ecuador

Augusto Gonzalez A.
CLIRSEN
La Isla #403
Quito, Ecuador

Ramiro Escobar Cardenas
Proyecto VALDIVIA-FAO
Samuel Fritz 150 y Joaquin Sumaita
Quito, Ecuador

Marc Viennot
ORSTOM AP 6596 CCI
PRONAREG/MAG

Augustin Lalama Hernas
Proyecto DRI Tungurahua
Avenida 12 de Noviembre
Ambato, Ecuador

470

Alfredo **Cruz**,
Ministerio de Agricultura y Ganaderia
Departamento de Suelos
Centro Comercial Bloque #2
Casilla 177
Ambato, Ecuador

Pedro **Carillo**
Ministerio de Agricultura y Ganaderia
Departamento de Suelos
Centro Comercial Bloque #2
Casilla 177
Ambato, Ecuador

Jorge Raul **Tayupanta** Jacome
Ingeniero Agrónomo
Departamento de Suelos y Fertilizantes
INIAP
Quito, Ecuador

GUATEMALA

Mario **Aragon**
Office of Rural Development
USAID/Guatemala
APO Miami 34024

HONDURAS

Peter **Hearne**
USAID/Honduras
Office of Rural Development
Tegucigalpa, Honduras

Mario **Nunez**
Proyecto de Manejo de Recursos Naturales
Apartado Postal 186-C
Tegucigalpa DC Honduras C.A.

PERU

Carlos **Llerena**
Facultad de Ciencias Forestales
UNA, La Molina
Apdo 456
Lima 100, Peru

Barbara **D'Achille**
28 de Julio 299-A
Barranco -Lima 4,
Peru

USA

Carol **Harden**
Dept. of Geography
University of Tennessee
Knoxville, Tennessee USA

Bill **Brooner**
EarthSat Corp.
7222 47th St.
Chevy Chase, Maryland USA 20815

Douglas **Southgate**
Department of Agricultural Economics
Ohio State University
Columbus, Ohio USA 43210

Joshua **Dickinson**
TR&D
4010 Newberry Rd.
Gainesville, Florida USA 32607

Hugh S. **Plunkett**
AID S&T/RD/RRD
Room 620 SA-18
Department of State
Washington, D.C. USA 20523

Robert **Mowbray**
AID LAC/DR/RD
Room 2242 NS
Department of State
Washington, D.C. USA 20523

Howard **Clark**, Francisco **Espinosa**,
Ray **Waldron**
USAID/LIMA
Department of State
Washington, D,C. USA 20523

Roberto **Castro**
S&T/AG
403B SA-18
Department of State
Washington, D.C. USA 20523

471

Carlos **Rivas**
1500 W. Plum Apt. 11-B
Fort Collins, Colorado USA 80521

Michael **Hanrahan**, Danielle **Wahab**
DAI/DESFIL
624 Ninth Street N.W.
Sixth Floor
Washington, D.C. USA 20001

Kathryn **Hunter**
Forestry Support Program
USDA Forest Service
P.O. Box 96090
Washington, D.C. USA 20090

Michael **Sands**
Rodale International
222 Main Street
Emmaus, Pennsylvania USA 18049

VENEZUELA

Juan **Comerma**
CENIAP, MAC
Dept. de Suelos
Apto. 4653
Maracay 2101
Venezuela

Napoleon **Fernandez**
Facultad de Agronomia
UCV - Maracay
Venezuela

# ANEXO C: NOMBRE Y AFILIACION DE PARTICIPANTES

CHART: SUSS WORKSHOPS ATTENDEES

| Person | Country[*] | Discipline | Institution[**] | Past Project[CF] |
|---|---|---|---|---|
| 1. C. Stadel | Canada [Ecuador] | Geography | University [EEC] | Campesino perceptions of Environmental Stress |
| 2. B. Brooner | USA [Bolivia, Jamaica] | Geography | Private [USAID] | Remote Sensing; Land use, potential |
| 3. M. Hanrahan | USA | A. Economics | Private [SCA] | Economic value of soil, runoff, sediment [cf] |
| 4. J. Dickinson | USA | Geography | Private | Environmental Profiles; land use; costal zones [cf] |
| 5. C. Harden | USA [Ecuador] | Geography | University [U.N.] | Rates of Soil Loss; R-factor |
| 6. C. Rivas | Honduras | WMS | Public [USAID] | Natural Resources Management-Watersheds |
| 7. D. Southgate | USA [Ecuador; D.R.] | A. Economics | University [Fulbright] | Institutional factors in N.R. Development; Off-Site erosion effects |
| 8. M. Sands | USA | Agronomy | Private [Rodale] | Low-intensity, low-input agriculture |
| 9. R. Castro | USA | A. Economics | USAID | Farming Systems [cf] |
| 10. K. Hunter | USA | Forestry | USAID | Forest Sector Support[cf] |
| 11. R. Mowbray | USA [Jamaica] | Forestry | USAID | Hillside Agriculture [cf] |
| 12. S. Plunkett | USA | Anthropology | USAID | Development Strategies for Fragile Lands; Water Management [cf] |
| 13. Juan Black | Ecuador | Biology | Private [Darwin Foundation] | Multiple Use Development on Very High Areas |

CF This person worked for a centrally funded, USAID project.
** Institution Sponsoring the project or research.
* Country where project or applied research experience took place.

Chart -- Continued

| Person | Country[*] | Discipline | Institution[**] | Past Project[CF] |
|---|---|---|---|---|
| 14. J. Mosher | USA [Ecuador] | | Private [CARE] | Soil Conservation on Steep Ecuadorian Minifundia |
| 15. W. Vivero | Ecuador | Agronomy | Public [EEC] | Land use conflict in Watershed Management |
| 16. G. Trujillo | Ecuador | Soils | Public [EEC] | Soil Conservation |
| 17. E. Figueroa | Ecuador | WMS-Engineering | Public [IDB] | Watershed Management-Hydro Project Management |
| 18. L. Mejia | Ecuador | Soils | Public [EEC] | Institutional conflict in watershed management |
| 19. P. Mothes | USA [Ecuador] | Geography | University [Esc. Poly.] | On-Farm Water Management |
| 20. S. White | Ecuador | Livestock | Private | Alpaca Rearing |
| 21. J. Espinosa | Ecuador | Soils | Public [INIAP] | Soil conservation on high minifundia |
| 22. R. Alarcon | Ecuador | Biology | Private [Fund. Natura] | Reforestation, tourism, multiple use in national parks in fragile areas |
| 23. M. Viennot | France [Ecuador] | Agronomy | Public [EEC] | Soil conservation |
| 24. P. Carillo | Ecuador | Agronomy | Public [FAO] | Soil conservation on steep munifundia |
| 25. A. Cruz | Educator | Ecuador | Public [CARE] | Soil conservation on Steep Munifundia |
| 26. F. Maldonado | Ecuador | Soils | Public [USAID] | Steeplands, costal zones, soil conservation [CF] |
| 27. B. Kernan | USA [Ecuador] | Forestry | USAID | Agroforestry on humid lowlands |
| 28. F. Ortiz | Ecuador [Costa Rica] | Biology | IRC [CATIE] | Watershed Management |
| 29. Y. Carafa | Bolivia | Sociology | Public [UNIFEM] | Women in Development |
| 30. D. Goitia | Bolivia | Forestry | University | Forestry and Reforestation |

| Person | Country[*] | Discipline | Institution[**] | Past Project[CF] |
|---|---|---|---|---|
| 31. J. Quiroga | Bolivia | Geography | Private | Colonization directed by Land Use Planning |
| 32. C. Fernandez-J. | Bolivia | Hydrology | University [UNESCO] | Low cost techniques for water conservation and management |
| 33. J. Machicado | Bolivia | Livestock | Private | Native pasture management for sheep, alpaca, and cattle above 4000msnm |
| 34. D. Hess | USA [Bolivia] | Anthropology | USAID | Sustainable development for high valleys |
| 35. N. Fernandez | Venezuela | WMS | University | Soil Conservation on steeply sloped, high-intensity vegetable production areas |
| 36. J. Comerma | Venezuela | Soils | Public | Productivity effects of soil conservation practices [cf] |
| 37. B. d'Achille | Peru | Journalism | Private [Newspaper] | Soil erosion and the extension services of the National Soil and Water Conservation Service |
| 38. C. Llerena | Peru | WMS-Forestry | University | Erosion-arresting potential of traditional highland and piedmont conservation practices |
| 39. C. Wonone | Peru | Agronomy | Public [INAF-WMS II] | Productivity effects of soil and water management practices in the Peruvian highlands [cf] |
| 40. R. Waldron | USA [Peru] | A. Economics | USAID | Development of very humid Piedmont lowlands |
| 41. H. Clark | USAID [Andean Region] | Biology | USAID | Environmental impacts of development Projects |
| 42. F. Espinoza | Peru | Accountant | USAID | Soil conservation; productivity effects of practices (terracing); pastures in very high zones |
| 43. C. Crovetto | Chile | Farmer | [Chilean SCS] | Land reclamation, zero tillage, productivity effects of practices |
| 44. J. Faustino | Costa Rica [CATIE] | WMS | IRC [CATIE] | Methodology for the targeting of high erosion hazzard areas |
| 45. A. Veloz | Dominican Republic | A. Economics | Private [USAID] | Off-site effects of degredation (dam siltation from unprotected watershed) |

Chart -- Continued

| Person | Country[*] | Discipline | Institution[**] | Past Project[CF] |
|---|---|---|---|---|
| 46. C. Bonilla | Dominican Republic | Agronomy | Private [USAID-MARENA] | Natural resources management |
| 47. R. Baez | Dominican Republic | Agronomy | Private [USAID-MARENA] | Natural resources management |
| 48. M. Aragon | Guatemala | Agronomy | USAID | Highland agricultural development: soil conservation, small scale irrigation, terraces |
| 49. P. Hearne | Honduras | | USAID | Hillside Agriculture-Natural Resources Management |
| 50. A. Gonzalez | Ecuador | Agronomist | Public [I.G.M.] | Land use capability mapping |
| 51. L. Alvarez | Honduras | Soils | Public [USAID] | Natural resources management-watersheds |
| 52. T. Guerrero | Ecuador | Agronomy | Public [Peace Corps] | Agriculture, livestock, forestry, and resources programs for PC/E |
| 53. J. Soria | Ecuador | Agronomy | IRC [CATIE] | Rural Development Administration |