



IICA / CReA
PROCIANDINO / REDAMACS




***Red Andina de Manejo
y Conservación de Suelos
- REDAMACS -***



Informe final

RED ANDINA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS -REDAMACS-. 1999. Informe final del proyecto. Indicadores de sostenibilidad en ecosistemas andinos, Uso y manejo conservacionista de suelos en zonas de ladera y Sistemas de información edafoclimática. Ed. por Félix J. Chirinos; Elio Pérez S. Maracay, Ven., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/ Centro Regional Andino/Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina/Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos. 114 p.





Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Centro Regional Andino
Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia
de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina

***Red Andina de Manejo
y Conservación de Suelos***
-REDAMACS-

Informe final del proyecto

- Indicadores de sostenibilidad
en ecosistemas andinos**
- Uso y manejo conservacionista
de suelos en zonas de ladera**
- Sistema de información edafoclimática**

00007416

11cA

P01

131

ISBN 980-318-119-X

**HECHO EL DEPÓSITO DE LEY
DEPÓSITO LEGAL If 2231999630858**

Equipo técnico

Antonio Sánchez - Coordinador Internacional

Bolivia

Juan Ramón Zenteno - Coordinador Nacional
Eduardo Penique

Colombia

Margarita Ramírez - Coordinadora Nacional
Hernando Méndez
Irma Baquero

Ecuador

Francisco Mite – Coordinador Nacional
Franklin Valverde
Juan Córdova

Perú

Auristela Reinoso - Coordinadora Nacional
Alex Tineo Bermúdez

Venezuela

Pedro Yáñez - Coordinador Nacional
Juan Carlos Rey
Germán Contreras

Asesores

Juan Comerma - Evaluación de Tierra
Rafael Rojas - Hidrología
Napoleón Fernández - Manejo y Conservación de Suelos

Coordinación General

Nelson Rivas Villamizar
Secretario Ejecutivo de PROCIANDINO

Presentación

IICA-CReA-PROCIANDINO-REDAMACS ha concebido la misión de promover y dar continuidad al desarrollo de la investigación, transferencia de tecnología en las áreas de manejo y conservación de suelos y aguas para mejorar la sostenibilidad de la producción en la región; intensifica las acciones contempladas en los planes de trabajo de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS) con la aprobación y ejecución de los subproyectos "Indicadores de Sostenibilidad en Ecosistemas Andinos", "Uso y Manejo Conservacionista de Suelos en Zonas de Ladera" y "Sistemas de Información Edafoclimática". La finalidad es la de obtener parámetros para medir la sostenibilidad, fundamentos en el conocimiento integral de la diversidad biofísica, económica y cultural de las áreas estudiadas, y emplearlas como herramientas para determinar los efectos de las tecnologías en la sostenibilidad de los sistemas de producción, y que a la vez permiten establecer nuevas propuestas de uso de los ecosistemas y agrosistemas para lograr un desarrollo agropecuario sostenible.

A través del subproyecto de Sistemas de Información Edafoclimática, se decidió desarrollar y adoptar un sistema de información edafoclimática, el cual permitirá el acceso y la manipulación de la información de suelos, clima y cultivo en forma integrada, sencilla y transparente.

Los resultados de las diferentes actividades propuestas permiten visualizar en forma integrada el conocimiento de la situación de sostenibilidad de los sistemas de producción, de los ecosistemas bajo estudio, y un mejor entendimiento de sus relaciones con las condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales para evaluar proyectos de conservación y recuperación de la capacidad productiva de la tierra y establecer indicadores para su monitoreo.

El esfuerzo realizado y el que a nivel técnico se pueda realizar, en el corto y mediano, para implantar los planes requeridos por los ecosistemas frágiles tendrían poco efecto si alrededor de ellos no se desarrolla una matriz de opinión y política nacional y regional que requiere el apoyo de los organismos que difieren políticas y de los entes técnicos y de financiamiento internacional.

Contenido

Indicadores de sostenibilidad en ecosistemas andinos

Resumen ejecutivo	11
Introducción	13
Objetivos	14
Estrategias para la acción	15
Resultados e impactos	16
Apreciaciones institucionales sobre los avances y resultados del proyecto	42
Consideraciones, conclusiones y recomendaciones generales	46
Anexos	
Anexo 1. Equipo técnico coordinador del proyecto	49
Anexo 2. Valor y composición de aportes al convenio 1997 - 1998	51
Anexo 3. Indicadores de sostenibilidad en ecosistemas andinos - REDAMACS	51
Anexo 4. Relaciones interinstitucionales	52
Anexo 5. Indicadores de sostenibilidad en ecosistemas andinos - REDAMACS	53

Uso y manejo conservacionista de suelos en zonas de ladera

**Evaluación de tierras de la microcuenca del río Chamachán -
Provincia de Imbabura - Ecuador** 67

Apendice 89

**Implantación de prácticas de manejo de suelos y agua en
sistemas de finca, en suelos de ladera de la sierra ecuatoriana** 100

Sistema de Información Edafoclimática

Sistema de Información Edafoclimática 109

Anexo

**Sistema de Información de Recursos Naturales
para el desarrollo de una Agricultura Sustentable
(SIRENA - Ecuador)** 111

***Indicadores de sostenibilidad
en ecosistemas andinos***

Resumen ejecutivo

El proyecto de Indicadores de Sostenibilidad para la Agricultura en Ecosistemas Frágiles Andinos, se realizó utilizando como base las subcuencas o microcuencas de la “Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos” (REDAMACS) la cual opera en el marco de PROCANDINO y que tiene a su vez, implícito el manejo y utilización de agua.

Su objetivo fundamental es el diagnóstico de los factores que afectan la sostenibilidad de los ecosistemas andinos a través de procesos de evaluación del uso de tierras y el diseño de estrategias y planes de manejo con indicadores para su caracterización, seguimiento y evaluación.

En el caso de Venezuela, el área piloto presenta mayor información básica, alta presión por el uso de agua para consumo urbano e importante deterioro por prácticas agrícolas inadecuadas. Se hace énfasis en la definición de tipos de uso de la tierra a través de la metodología de Evaluación de Tierras en función del uso de agua para consumo humano y la subordinación de los demás usos a esta condición, ambos documentos de la FAO, integrándolos en un plan de manejo, con la identificación y definición de indicadores para su seguimiento y evaluación.

Para cumplir con este objetivo se siguieron los pasos siguientes:

- Definición de los lineamientos básicos de la planificación para la microcuenca.

- Reconocimiento de los problemas actuales y potenciales relacionados con los tipos de utilización de la tierra.
- Determinación de las causas que pudieron dar origen a los problemas actuales y potenciales de la microcuenca.

Establecimiento de indicadores de sostenibilidad y clasificación de acuerdo al nivel jerárquico que afecta: **Presión, Estado, Respuesta.**

Basado en estas consideraciones y de la problemática del uso actual y alternativas promisorias, identificado en el proceso de evaluación de Tierras, se proponen indicadores para la evaluación y seguimiento de planes de manejo integral de la cuenca.

El área piloto de Colombia con información ambiental menos detallada, pero con importantes datos sobre prácticas de manejo de cultivos y conservación de suelos en agricultura de ladera; se enfatiza en indicadores para la evaluación del impacto de las prácticas de conservación utilizando el modelo **Presión - Estado - Respuesta** bajo una orientación predominantemente agrícola.

Mediante el estudio de caracterización de la subcuenca del río Salamaga, se identificaron problemas entre los factores biofísicos y socioeconómicos, los cuales están originando conflictos entre la oferta ambiental y el uso actual del que derivan los ingresos los agricultores, lo cual está causando el deterioro de los

recursos naturales. Para detener este problema y propender por la sostenibilidad de las cualidades de la tierra y producción de cultivos, es necesario diseñar programas que mediante proyectos debidamente priorizados se puedan realizar mediante acciones conjuntas con el productor; de la misma manera y de acuerdo con los resultados de las investigaciones que se han ejecutado en la zona, dar los lineamientos y recomendaciones sobre manejo de suelos de ladera para los sistemas de producción identificados.

En el área piloto de Ecuador, con moderados conocimientos en información básica, se han iniciado experiencias en validación de prácticas de manejo de cultivos y conservación de suelos en fincas de agricultores, enfatiza en indicadores para la evaluación de la implementación y/o extensión a través de planes de manejo de cultivos y control de erosión y/o degradación de los suelos.

Se implementan prácticas de manejo y conservación de suelos y agua en cuatro fincas de agricultores, lo cual hace que se esté cumpliendo con el objetivo general de implantar las prácticas de manejo de suelos y lograr su masificación hacia otras fincas de la comunidad, la microcuenca y por ende hacia toda la cuenca hidrográfica. Se conformó el grupo de agricultores al rededor del manejo de suelos y agua (GASP) los mismos que han sido y siguen siendo capacitados durante los trabajos de campo en el manejo de los recursos suelo y agua, con lo cual se está dando cumplimiento a los objetivos específicos del proyecto.

En las áreas pilotos de Perú y Bolivia, con muy escasa información básica y limítrofes agroecológicas fuertes y altos requerimientos para la subsistencia alimentaria de la población, se diseñan estrategias y métodos de evaluación y manejo de tierras con indicadores para su implantación en condiciones de limitaciones extremas.

En la microcuenca de Perú se practican sistemas agropecuarios sobre terrenos con o sin aptitud para éstos. En el proceso de Evaluación de Tierras se han identificado las unidades de tierras (TUT) con más o menos aptitud para los tipos de mayor importancia que se practican en el área. Con base en esta información y considerando los factores que como la erosión atenta contra la sostenibilidad de la producción y en consecuencia contra la estabilidad y calidad de vida de la población, se proponen mejoras a los sistemas de uso.

Los problemas priorizados en la microcuenca del río Sella de Bolivia son los siguientes:

- Baja disponibilidad de agua para riego.
- Degradación del suelo y la vegetación bajo sistemas tradicionales de usos actuales de la tierra.
- Bajos niveles de producción.
- Migración alta.
- Débil organización comunal campesina.

Bajo estas condiciones se identifican mejoras a los tipos de utilización para el logro de un manejo sostenible.

Al mismo tiempo se señalan los indicadores a ser evaluados para medir el impacto de la implantación del plan de manejo para mejorar los usos actuales.

El esfuerzo realizado y el que a nivel técnico se pueda realizar en el corto y mediano plazo para implantar los planes de manejo integral, requeridos por los ecosistemas frágiles, tendrían poco efecto si alrededor de ellos no se desarrolla una matriz de opinión, y política nacional y regional que requiere del apoyo de los organismos que difieren políticas y de los entes técnicos y de financiamiento internacional.

Introducción

La creciente proporción de áreas degradadas o en proceso de deterioro, en razón del intenso uso agropecuario en el área andina, donde a pesar de los importantes esfuerzos realizados en la generación y transferencia de tecnología para el uso y manejo de áreas con problemas de conservación, se continúa presentando un deterioro de los recursos naturales. Esta situación requiere, además de la instrumentación de planes y políticas de desarrollo basadas en el conocimiento integral de las potencialidades y limitantes de los ecosistemas, de la formulación de criterios o índices que sirvan de instrumentos para la evaluación del uso de tecnologías y que permitan el seguimiento de planes de manejo sostenible de los sistemas de producción, adaptados a los ecosistemas específicos.

En este sentido, IICA-PROCIANDINO-REDAMACS ha concebido la misión de promover y dar continuidad al desarrollo de la investigación, transferencia de tecnología en el área de manejo y conservación de suelos y aguas para mejorar la sostenibilidad de la producción en la región; intensificó las acciones contempladas en los planes de trabajo de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos (REDAMACS) con la aprobación y ejecución del proyecto "Indicadores de Sostenibilidad en Ecosistemas Andinos". La finalidad fue la de obtener parámetros para medir la sostenibilidad, fundamentos en el conocimiento integral de la diversidad biofísica, económica y cultural de las áreas estudiadas, y emplearlas como herramientas para determi-

nar los efectos de las tecnologías en la sostenibilidad de los sistemas de producción, y que a la vez permiten establecer nuevas propuestas de uso de los ecosistemas y agrosistemas para lograr un desarrollo agropecuario sostenible.

Los resultados permiten el conocimiento de la situación de sostenibilidad de los sistemas de producción, de los ecosistemas bajo estudio, y un mejor entendimiento de sus relaciones con las condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales para evaluar proyectos de conservación y recuperación de la capacidad productiva de la tierra y establecer indicadores para su monitoreo.

En respuesta a la demanda de la Comisión Directiva de IICA-PROCIANDINO, el BID aprobó el proyecto en 1996 con un financiamiento no reembolsable por \$ 150 000 con una contraparte similar por los países, según convenio con el IICA/BID ATN/SF-5214.

El plan de trabajo formulado por el equipo técnico de REDAMACS y aprobado por la Comisión Directiva se organizó en tres fases.

Fase I.- Diagnóstico de la sostenibilidad de los ecosistemas con base en la evaluación del uso actual y potencial de las áreas bajo estudio.

Fase II.- Identificación de indicadores de sostenibilidad y la priorización de áreas y sistemas de producción en los cuales se definirán

propuestas de uso, manejo alternativo y recomendaciones.

Fase III.- Desarrollo de metodologías para el seguimiento y validación de planes de manejo a través de Indicadores de Sostenibilidad.

Entre los resultados destacan: Delimitación e identificación de áreas con conflicto de uso de la tierra. Determinación de indicadores de sostenibilidad para los ecosistemas bajo es-

tudio, la formulación de propuesta de uso y manejo sostenible mediante planes integrales; la capacitación de profesionales del área andina en la definición, uso y manejo de indicadores de sostenibilidad. Conformación de equipos de trabajo en el tema del proyecto, mediante la participación de los INIA's, centros de investigación nacionales, ONG's del área andina, conjuntamente con entidades internacionales como el CIAT, CIDIAT, CATIE, IICA/ GTZ.

Objetivos

El objetivo general de este proyecto, es el desarrollo de una estrategia metodológica para la determinación de indicadores de sostenibilidad en ecosistemas específicos de la región andina.

Como objetivos específicos destacan:

- Promover estudios integrales del uso de la tierra donde además de las condiciones ambientales, se consideran los aspectos socioeconómicos y culturales del entorno, para derivar conocimientos sobre la influencia de los factores tecnológicos y socioeconómicos en la sostenibilidad de los usos.

- Profundizar conocimientos sobre los factores biofísicos, tecnológicos, socioeconómicos y culturales para medir el efecto de las tecnologías en la sostenibilidad de los sistemas de producción.
- Promover la validación, transferencia y adopción de tecnologías para el manejo conservacionista en áreas pilotos seleccionadas dentro de los ecosistemas.
- Capacitar para contribuir con la formación de profesionales sobre la identificación, uso y manejo de indicadores para la evaluación y seguimiento de planes de manejo sostenible en ecosistemas andinos.

Estrategias para la acción

En cumplimiento a los objetivos del proyecto, y dentro del enfoque estratégico, se desarrolló el plan de trabajo aprobado por la Comisión Directiva y financiado por el BID. Ejecutando acciones conjuntas de investigación cooperativa, transferencia horizontal de tecnología y capacitación, aprovechando las ventajas comparativas y competitivas de los países participantes.

El conjunto de las acciones de transferencia de tecnología y capacitación se planificaron y ejecutaron de acuerdo a las capacidades de los países, y en apoyo del equipo técnico para la asunción del liderazgo en las actividades del proyecto en cada uno de los países, destacando la participación de especialistas nacionales y el apoyo de asesores en las áreas críticas (Anexo 1).

Atendiendo los términos del Convenio y al Plan de Trabajo, se establecieron los sistemas de planificación, seguimiento y evaluación de ejecución técnica financiera e información. En este sentido, se elaboraron los informes técnicos y financieros semestrales, resumiendo los resultados y avances del proyecto; además se realizaron cinco reuniones de coordinación técnica: Venezuela, abril 1997 y mayo 1997; Ecuador, noviembre 1997; Venezuela, abril 1998 y julio 1998. Se realizaron veinte talleres y reuniones técnicas nacionales apoyadas por especialistas y consultores: dos en Bolivia, tres en Colombia, cuatro en Ecuador, tres en Perú y ocho en Venezuela.

La cooperación técnica recíproca del proyecto se desarrolló contando con la asignación de recursos adicionales por los países como contrapartes nacionales, tanto en aportes en efectivo como en bienes y servicios por un valor de US\$ 430 000. Los INIA's y otros organismos participantes movilizaron sus capacidades a través de proyectos regulares de investigación y transferencia de tecnología, como escenarios programáticos para el desarrollo de la Red. Además, en consideración a los términos del convenio IICA-BID; el IICA aportó US\$ 50 000 a través de la Secretaría Ejecutiva de PROCIANDINO; y US\$ 150 000 de fondos no reembolsables provenientes del BID. La administración la realizó el IICA-Venezuela por intermedio de las agencias de cooperación técnica y se ejecutaron por los INIA's en concordancia con el plan de trabajo. En total, los recursos usados durante la ejecución del proyecto fueron US\$ 630 000 (Anexo 2).

Con el propósito de fortalecer las capacidades nacionales y de la Subregión se adquirieron bienes y servicios, de conformidad con el convenio que rige el proyecto y de acuerdo a las necesidades de los subproyectos en los países. Los recursos para la investigación se aplicaron a la adquisición de equipos e insumos y la adecuación del ambiente para realizar las actividades técnicas previstas.

Resultados e impactos

Resumen global

El proyecto de Indicadores de Sostenibilidad para la Agricultura en Ecosistemas Frágiles Andinos, se realizó utilizando como base las subcuencas o microcuencas de la “Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos” (REDAMACS) que tiene a su vez implícito el manejo y utilización de agua.

Se establecieron planes de acciones para su implementación, con base en las características, grado de conocimiento y el avance en el manejo de los recursos naturales en cada una de las microcuencas en referencia.

En el caso de Venezuela, el área piloto presenta mayor información básica, alta presión por el uso de agua para consumo urbano e importante deterioro por prácticas agrícolas inadecuadas. Se hace énfasis en la definición de tipos de uso de la tierra mediante la metodología de Evaluación de Tierras de la FAO en función del uso de agua para consumo humano y la subordinación de los demás usos a esta condición, integrándolos en un plan de manejo, con la identificación y definición de indicadores para su seguimiento y evaluación.

El área piloto de Colombia, con información ambiental menos detallada pero con importantes datos sobre prácticas de manejo de cultivos y conservación de suelos en agricultura de ladera, se enfatiza en indicadores para la evaluación del impacto de las prácti-

cas de conservación utilizando el modelo **PRESIÓN - ESTADO - RESPUESTA** bajo una orientación predominantemente agrícola.

En el área piloto de Ecuador, con moderados conocimientos en información básica, ha iniciado experiencias en validación de prácticas de manejo de cultivos y conservación en suelos en fincas de agricultores, con énfasis en indicadores para la evaluación de la implantación y/o extensión a través de planes de manejo de cultivos y control de erosión y/o degradación de los suelos.

En las áreas piloto de Perú y Bolivia, con muy escasa información básica y limitantes agroecológicas fuertes y altos requerimientos para la subsistencia alimentaria de la población, se diseñan estrategias y métodos de evaluación y manejo de tierras con indicadores para su implantación en condiciones de limitaciones extremas.

Para mejorar la capacidad de los países, para enfrentar los retos del proyecto con la información disponible y la generación de conocimientos indispensables y de corto plazo, se realizaron 26 eventos de capacitación, coordinación y seguimiento, donde destacan, cursos, asesorías e intercambios, en éstos participaron y se beneficiaron 409 profesionales y/o funcionarios de distintas instituciones de los países, tal como se especifican en el Anexo 2. El desarrollo y adaptación de tecnologías y conocimiento a través de este conjunto de

actividades permitió avances en el diseño de planes de manejo a través del proceso de evaluación y manejo de tierras con indicadores de sostenibilidad.

Resumen de resultados por microcuencas

Indicadores de sostenibilidad en la microcuenca de río San Parote, cuenca del río Pereño, estado Táchira - Venezuela

Para el desarrollo de las actividades del proyecto «Indicadores de Sostenibilidad en Ecosistemas Andinos», en Venezuela se seleccionó la microcuenca del río San Parote, cuenca río Pereño, la cual presenta acelerados procesos degradativos de los recursos agua y suelo, con el agravante de que forma parte de la cuenca que suministra agua al acueducto regional del estado Táchira, aportando 70% del agua que consume la población de dicho estado. El objetivo de este proyecto, sustentado en la cooperación técnica recíproca, fue desarrollar una estrategia metodológica para la determinación de Indicadores de Sostenibilidad que dieran base a la evaluación y seguimiento de un plan de manejo integral de esta importante microcuenca y que a su vez sirviera de modelo para otras cuencas nacionales y de los demás países andinos, con quien se comparten experiencias bajo similar metodología.

El proceso de evaluación para la planificación del uso de la tierra

1. Objetivo

Establecer propuestas de usos agrícolas sostenibles para la cuenca río Pereño, microcuenca río San Parote que permitan la intervención racional de la microcuenca, preservando las condiciones ambientales relacionadas con la producción de agua.

2. Identificación de problemas y causas:

La metodología de Evaluación de Tierras, utilizando las directrices de la FAO, confronta y armoniza los requisitos de uso de la Tierra (RUT) con las cualidades relevantes de las unidades de Tierra (CUT) permite identificar los problemas y las principales causas que lo originan, tomando en consideración el objetivo que guía la planificación del uso.

En este caso, el objetivo central del proceso de evaluación se orienta hacia la visualización de usos actuales y potenciales que preserven la condición de producción de agua de la microcuenca, permitiendo identificar los problemas siguientes:

- Deforestación - Quemadas: avance de la frontera agrícola.
- Uso irracional del suelo: cultivos altamente degradantes.
- Alteración del ciclo hidrológico: disminución de la cantidad y calidad del agua.
- Erosión hídrica: pérdida de suelo/sedimentación.
- Contaminación de suelos y agua: necesidades económicas de los habitantes de la cuenca.
- Reducción de la vida útil de la microcuenca como productora de agua.

Basado en las consideraciones antes señaladas y en los problemas que afectan el área, se realiza un análisis de la situación actual para los Tipos de Utilización de Tierra (TUT) más relevantes, con propuestas de mejoras para hacerlos compatibles con la condición de producción de agua para consumo humano, con estimaciones de actitud para cada TUT y del área que ocupan en la microcuenca, información que se presenta en los cuadros siguientes:

TUT actuales y potenciales mejorados y evaluados en la microcuenca del río Pereño.

TUT Actual	TUT Mejorado Potencial
Café Typica bajo sombra de secoano, asociado con cambur, con bajo uso de insumos.	TUT Actual + Fertilización + Prácticas de Conservación (barreras vivas).
Papa Granola bajo riego, con alto uso de insumos (fertilizantes, biocidas, cal).	TUT Actual + Prácticas de Conservación (labranza en contomo, barreras vivas).
Ajo Criollo Morado bajo riego, con alto uso de insumos (fertilizantes, biocidas, cal).	TUT Actual + Prácticas de Conservación (labranza en contomo, barreras vivas).
Caña Panelera de secoano, con bajo uso de insumos.	TUT Actual + Fertilización y enmiendas (cal) + Prácticas de Conservación (labranza en contomo).
Ganadería bovina Semi-intensiva con pasto Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) de secoano, con bajo uso de insumos.	TUT Actual + Fertilización y Enmiendas (cal agrícola) + Suplemento Animal.

Área sumamente apta y moderadamente apta y porcentaje con respecto al área total para los TUT evaluados en microcuenca del río San Parote.

TUTs	TUT Actual	TUT Mejorado Potencial
Café Typica	0 ha (0%)	890,1 ha (8,8%)
Papa Granola	0 ha (0%)	1 485,9 ha (14,7%)
Ajo Morado	0 ha (0%)	520,3 ha (5,2%)
Caña Panelera	1 125,0 ha (11,1%)	4 501,6 ha (44,5%)
Ganadería pasto Kikuyo	1 492,2 ha (14,8%)	4 279,3 ha (42,3%)

Nota: 5 303,1 ha (52,5% del área total) de la microcuenca ocupadas por bosque no fueron incluidas en la evaluación de tierras, ya que se parte de la premisa que es la mejor condición para preservar la producción de agua y en consecuencia debe ser conservado.

3. Principales causas de la problemática del área:

- Deforestación para los cultivos limpios en zonas de alta pendientes.
- Riego inadecuado.
- Pérdida de cobertura vegetal.
- Crecimiento demográfico/ construcción de vivienda y carreteras.
- Material geológico de la zona y susceptibilidad del suelo a la erosión.
- Frecuentes quemas.
- Alto uso de agroquímicos y sin asistencia técnica.
- Prácticas de manejo inadecuados con pocas práctica de conservación.
- Falta de vigilancia en áreas protegidas (zonas de Parque Nacional) .

Establecimiento de indicadores de sostenibilidad

La definición de los indicadores de sostenibilidad está directamente relacionada con la información generada en el proceso de evaluación física y económica de la tierra para la microcuenca.

Para cumplir con este objetivo se siguieron los pasos siguientes:

- Definición de los objetivos de la planificación para la microcuenca.
- Reconocimiento de los problemas actuales y potenciales relacionados con los tipos de utilización de la tierra.

- Determinación de las causas que pudieron dar origen a los problemas actuales y potenciales de la microcuenca.
- Establecimiento de indicadores de sostenibilidad y clasificación de acuerdo al nivel jerárquico que afecta: **Presión, Estado, Respuesta.**

Basado en estas consideraciones y en la problemática del uso actual y de los usos promisorios identificados en el proceso de evaluación de Tierras, se proponen indicadores del punto de partida para la evaluación y seguimiento de planes de usos y manejo integral de la microcuenca que propenden a mejorar o revertir las condiciones no deseadas.

1. Indicadores de Presión

- Porcentaje de población del estado que demanda agua de la cuenca a través del acueducto regional del Táchira. ART 70% (700 000 hab.).
- Porcentaje de agua aportada por la microcuenca al ART = 35% (1 500 l/seg.).
- Tasa de crecimiento poblaciones a nivel de estado (2,3%).
- Tasa de crecimiento poblacional a nivel de la cuenca (3,5%).
- Porcentaje de unidades de producción del municipio en la microcuenca = 60,0%
- Porcentaje de la superficie bajo riego (7,2%).
- Porcentaje de áreas en conflicto de uso por altas pendiente (40,0%).
- Tenencia de la tierra (98% propia).
- Producción de hortalizas bajo riego en la microcuenca (163 t/año).

- Producción de café (170 t/año).
- Producción de leche (1 600 l/día).

2. Indicadores de Estado

- Porcentaje de área bajo bosque (52%).
- Porcentaje de área bajo uso pecuario (27,0%).
- Porcentaje de área bajo uso agrícola con cultivos limpios (18,0%).
- Porcentaje de área bajo uso urbano (3,0%).
- Porcentaje de unidades de producción con superficie menor a 3,5 ha (67%).
- Número de sistemas de riego (6%).
- Porcentaje de unidades de producción que utilizan prácticas de conservación (5%).
- Caudal mínimo medio de la microcuenca (1,38 m³/s).
- Tasa de erosión (42 t/año).
- Estado actual de la red vial (80% engrazonada o descubierta).
- Estado actual de la vivienda (60% de regular a mala condición).
- Porcentaje de nivel de escolaridad (28% analfabeta).
- Tasa de escolarización (45,4%).
- Distribución de la estructura familiar por edad
 - 0 a 15 años (35%)
 - 16 a 20 años (12%)
 - 21 a 30 años (19%)
 - 31 a 40 años (19%)

3. Indicadores de Respuestas

- Unidades de producción que utilizan prácticas de conservación (<5%).
- Número de organizaciones conservacionistas (ninguna).
- Existencia de programas de conservación (Programa de Educación Ambiental del MARNR).
- Número de organismos públicos que participan en la microcuenca (5).
- Pérdida de suelo por unidad de tierra y tipo de utilización de la tierra .
- Respuesta de un plan de uso y manejo integral.

Implantación de manejo a través de fincas piloto

Finalizando el proceso de evaluación de tierras por la metodología de la FAO, se procedió partiendo del catastro físico de la cuenca del río Queniquea, chequeo y selección de algunas fincas pilotos, ubicadas cartográficamente preliminar de campo y consulta con los productores de las fincas. Algunas características físicas se muestran en el Cuadro 1.

Las fincas comprenden diferentes unidades de tierra, consideradas como las más representativas del área.

Siguiendo los criterios de Mannering (1981) se establecieron los niveles de tolerancia de pérdidas de suelo en cada unidad de tierra/finca, basado en la profundidad efectiva, valores que sirven de referencia para ser comparados con las pérdidas de suelo de los diferentes TUT mejorados propuestos para hacer una estimación de las pérdidas de suelo en

Cuadro 1. Ubicación y algunas características físicas de las fincas seleccionadas

Nº Finca Propietario	Ubicación coordenadas	Código Catastral*	Unidad tierra	% pend. U.T.	% pend finca	Frof efect
1.- T. Zambrano	N 87805-87850 E 828425-828675	Q080	9	37	20	80
2.- T. Roa	N 876625-87680 E 83250-830550	Q192	9 15	37 30	15	80 80
3.- R. Moncada	N 883025-882450 E 828175-828575	Q013	20	47	35	80
4.- G. Zambrano	N 877250-878475 E 826450-827125	Q128	18	46	25	64
5.- J Guerrero	N 880725-8809125 E 827800-828225	Q026	20 9	47 37	15 40	80 80
6.- F. Sánchez	N 881050-882375 E 8248125-828050	Q017	20	47	40	80

* SIRCA Catastro físico cuenca río Queniquea.

cada finca seleccionada, se utilizó como modelo productivo la Educación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE) para las Unidades de Tierra correspondientes y cada uso actual, previo establecimiento de los valores de coeficiente de cobertura y prácticas de manejo (CP) para cada uno de esos usos potenciales de cada finca por unidades de tierra y las pérdidas para los usos actuales (manejo tradicional).

Conociendo las pérdidas de suelo estimadas por el USLE para los usos actuales, se plantean algunas mejoras en los TUT, a través de prácticas de conservación asignadas de nuevos valores de CP, obtenidos de experiencias en el país y de la literatura, lo cual permite estimar las pérdidas en los usos mejorados.

Para el proceso de validación transferencia se trabajará en las fincas de productores con

la propuestas de mejoras. En consecuencia se procederá a realizar un Inventario Físico de la Tierra (IFT) en cada finca, ya que este instrumento se constituye en la base para la planificación conservacionista del uso de la tierra y a su vez es la vía para la transferencia de tecnología de los técnicos a los productores. El inventario constará de un mapa base o croquis a nivel de finca, donde previamente se separan unidades que se consideren homogéneas, utilizando para ello criterios fisiogeográficos y características edáficos, mediante la determinación de atributos de la tierra que afectan su capacidad productiva, los cuales se representarán en un símbolo de la unidad de IFT, cuya interpretación posterior permitirá determinar la capacidad de uso de la tierra hasta nivel de subclase específica por cada unidad, usando la metodología propuesta por Comerma y Arias en 1971.

En los casos, en los cuales se disponga información específicas requerida, se clasificarán esas unidades de IFT, utilizando el criterio de vulnerabilidad a la erosión con el CP máximo que tiene las mayores previsiones o controles de la erosión.

Sobre este mapa de IFT, se planificarán las prácticas de conservación a realizar y los usos específicos, constituyéndose en el mapa de Uso Futuro y que será la base para que el

productor ejecute sus actividades, mediante la orientación y supervisión de técnicos, quienes deben manejar precisión de las técnicas y métodos de campo y de planificación e investigación participativa. Sobre estos últimos aspectos se hace énfasis en la capacitación lograda en el proyecto.

En los siguientes cuadros se hace una presentación del análisis vinculado al Plan:

Estimación de la tolerancia de pérdida de suelo/ut/finca

UT	Finca	Prof/ Efec (cm)	N.T. perm
9	1	80	10,4
9	2	80	10,4
15		80	10,4
20	3	80	10,4
18	4	64	9
9	5	80	10,4
20		80	10,4
20	6	80	10,4

Tolerancia de pérdida de suelo según profundidad efectiva de suelo (Mammering, 1981)

Prof (cm)	Tolerancia (t/ha/año)
= 25	= 4
25 - 50	4 - 8
50 - 100	8 - 12
100 - 150	12 - 16
150 - 200	16 - 20
> 200	20 - 24

Factores de cobertura (c) y prácticas (p) para diferentes cultivos bajo uso actual y mejorado

TUT	Uso actual	Uso mejorado		
	«C»	«P» Camellón	«P» BV	CP
Papa UA	0,3	0,3-0,4	----	0,12
Papa UM	0,3	0,2	0,2	0,012
Ajo UA	0,8	0,4-0,5	----	0,32
Ajo UM	0,8	0,1	0,2	0,016
Café UA	0,06	----	----	0,06
Café UM	0,04-0,05	----	0,2	0,008
Caña UA	0,03	0,2-0,3	----	0,006
Caña UM	0,03	0,1	----	0,003
Pasto UA	0,01-0,005	(*0,8)	----	0,004
Pasto UM	0,01-0,03	0,8	----	0,002

Estimación de pérdida de suelo por finca bajo uso actual (ton/ha)

No. finca	Unidad tierra	Uso actual	A max.*	CP U.A	A.U.A.**
1.- T. Zambrano	9	Caña	1 306,56	0,006	7,84
		Café	1 306,56	0,06	78,39
2.- T Roa	9	Caña	807,21	0,006	4,84
		Café	807,21	0,06	48,43
	15	Caña	277,48	0,006	1,66
		Café	277,48	0,06	16,65
3.- R. Moncada	20	Papa	3 518,38	0,12	422,21
		Ajo		0,32	1 125,88
4.- G. Zambrano	18	Papa	3 007,86	0,12	360,94
		Ajo	3 007,86	0,32	962,52
5.- J Guerrero	9	Papa	807,21	0,12	96,87
		Ajo	807,21	0,32	258,31
	20	Papa	4 495,09	0,12	539,41
		Ajo	4 495,09	0,32	1 438,43
6.- F. Sánchez	20	Pastos	4 495,09	0,004	17,98

U.A = uso actual

* A max UA = Pérdida potenciales (sin cobertura) (RKLS)

** A.U.A = Pérdida de uso actual (RKLSCP)

Estimación de pérdida de suelo por finca bajo uso mejorado* (t/ha)

No. finca Propietario	Unidad tierra	Uso	A max.*	CP U.M	A. max . U.M.
1.- T. Zambrano	9	Caña	1 306,56	0,003	3,92
		Café	1 306,56	0,008	10,45
2.- T. Roa	9	Café	807,21	0,003	2,42
		Caña	807,21	0,008	6,46
	15	Caña	277,48	0,003	0,83
		Café	277,48	0,008	2,22
3.- R. Moncada	20	Papa	1 239,03	0,012	14,86
		Ajo	1 239,03	0,016	19,82
4.- G. Zambrano	18	Papa	1 059,25	0,012	12,71
		Ajo	1 059,25	0,016	16,95
5.- J Guerrero	9	Papa	284,26	0,012	3,41
		Ajo	284,26	0,016	4,54
	20	Papa	1 582,98	0,012	18,99
		Ajo	1 582,98	0,016	25,33
6.- F. Sánchez	20	Pastos	4 495,09	0,002	9,00

U.M. = Uso mejorado

* Uso mejoras

Caña: Lab. contorno + fert. + enca.

Café: bv (25m) + fertilizante

Obs. La separación entre zanjas es de 25 m, por lo que el nuevo L para uso mejorado en papa y ajo es de 1,06

Ajo: Zanja desviación (25m) + barrera viva + labranza contorno
 Papa: Zanja desviación (25m)+barrera viva + camellón contorno
 Pasto: fert + encalado

Comparación de pérdidas de suelo entre uso actual y uso mejorado por finca/UT

No. finca	Unidad Tierra	Uso actual	Pérdida suelo t/ha	
			A. máx. U.A.	A. máx. U.M.
1.- T. Zambrano	9	Caña	7,84	3,92
		Café	78,39	10,45
2.- T. Roa	9	Caña	4,84	2,42
		Café	48,43	6,46
	15	Caña	1,66	0,83
		Café	16,65	2,22
3.- R. Moncada	20	Papa	422,21	18,88
		Ajo	1 125,88	19,82
4.- G. Zambrano	18	Papa	360,94	12,71
		Ajo	962,52	16,95
5.- J Guerrero	9	Papa	96,87	3,41
		Ajo	258,31	4,54
	20	Papa	539,41	18,99
		Ajo	1 438,43	25,33
6.- F. Sánchez	20	Pastos	17,98	8,99

Indicadores de sostenibilidad de la subcuenca del río Salamaga del municipio del Río Negro del departamento Santander - Colombia

Con los resultados de la caracterización de la subcuenca del río Salamaga, del proceso de evaluación de tierras y del experimento sobre Manejo de Suelos de Ladera mediante rotación de cultivos establecidos en franjas, cuyos resultados se anexan; se diseñaron de acuerdo con el modelo **Presión - Estado - Respuesta** algunos indicadores físicos agronómicos, económicos y sociales, los cuales se presentan a continuación:

Indicadores para problemas de degradación de la tierra

1. Erosión del suelo: erosión hídrica en tierras cultivadas

El problema de erosión del suelo en el departamento de Santander es ampliamente conocido, se estima que 80% de su extensión territorial (2 442 960 ha) está afectada por diferentes grados de erosión hídrica. Para el caso de la subcuenca del río Salamaga, es de 15% del área.

Para estudio de este problema, conocer sus cambios y para monitorear el efecto de las prácticas culturales empleados sobre la calidad de las tierras, se utilizan indicadores para el modelo **Presión - Estado - Respuesta**.

1.1. Indicadores de presión

Los indicadores de presión sobre el recurso suelo de la subcuenca están dados por la intensidad de la actividad agrícola que desarrollan los productores de la zona, para lo cual emplean o no prácticas conservacionistas; al

respecto, para la subcuenca se tiene la información e indicadores siguientes:

a.) Extensión de cultivos en áreas de ladera (pendientes hasta 70%) sin prácticas de conservación de suelo. Como resultados del estudio de caracterización se encontraron y delimitaron los cultivos siguientes:

Cacao:	6 025 ha
Café:	600 ha
Pastos naturales y mejorados:	10 848 ha
Cultivos de maíz, yuca, caña:	4 326 ha
Bosque:	857 ha (Mg).

De acuerdo con estos indicadores de presión, es de anotar que 94,2% del área está intervenida, y sólo 5,8% del área está con bosques.

1.2. Indicadores de estado e impacto

Los indicadores de estado están relacionados con los cambios en las cualidades de la tierra y con el impacto de esos cambios.

A continuación se presentan algunos Indicadores de **Estado e Impacto** para la subcuenca del río Salamaga.

a.) Áreas con signos visibles de la erosión, extensión y grado: como resultado del uso de suelos localizados en pendientes mayores de 20%, con cultivos limpios como yuca y maíz, y también por el efecto de las lluvias sobre áreas recientemente intervenidas. En la subcuenca son visibles áreas con erosión moderada (pérdidas de 25 - 75% de horizonte A) en una extensión equivalente a 15%.

Las áreas cubiertas con sistemas agroforestales como: cacao - bosques, café - bosques y caña; además de pastos densos presentan signos visibles de erosión ligera, caracterizado por la aparición de las superficie de horizontes subsuperficiales, en áreas de extensión muy pequeña y a manera de inclusiones dispersas, en una extensión aproximada de 79,5% del área.

En la subcuenca se encuentran tierras que no presentan signos visibles de erosión, las cuales se caracterizan por su relieve plano, con pendientes no mayores de 7% y en su mayoría cubierta con pastos. Estas tierras ocupan una extensión equivalente al 5,45% del área.

Síntesis: de áreas con signos visibles de erosión, grado y extensión

Sin Erosión: 5,5%
 Erosión Moderada: 15%
 Erosión Leve: 79,5%

b.) Área con riesgo de erosión: las áreas con alto riesgo de erosión para los TUT, café y yuca se obtuvieron en proceso de evaluación de tierras efectuado para la subcuenca, como se presenta a continuación:

De acuerdo con los resultados del estudio realizado para el TUT café, en la subcuenca existen 9 490 ha con riesgo moderado a la erosión, subclase 2 RE y 3 620 ha con alto riesgo a la erosión, subclase 3 RE. Esta información orienta a los planificadores en lo referente a la implementación del cultivo del café con prácticas conservacionistas o al marginamiento de algunas unidades de tierra.

En lo referente a los resultados de la evaluación de tierras para el TUT yuca, en la subcuenca existen cinco unidades de tierra con muy alto riesgo de erosión, subclase 4 RE; lo cual determina que los cultivos de yuca que se establezcan en estas tierras, con las prácticas de manejo actuales, conllevaría a la subcuenca a la pérdida de su valor productivo, transformar en niveles insostenibles de actividad agropecuaria que se pretendan adelantar.

c.) Rata de erosión: este indicador de sostenibilidad se ha cuantificado mediante parcelas de escorrentia de 10 m de largo por 0,50 m de ancho.

Los resultados de erosión de suelo que se obtuvieron en una parcela con 70% de pendien-

Riesgos de erosión de tierras de la subcuenca Salamaga.

Unidad de Tierra	Área (ha)	TUT Café subclase	TUT Yuca subclase
Portachuelo	8 700	2 RE	4 RE
San Julián	580	2 RE	4 RE
Misijuay	210	2 RE	4 RE
Aguada	3 620	3 RE	4 RE
Laguna	3 800		4 RE
Trinchera	3 800		3 RE
Total	20 711		

RE = Riesgo de erosión
 3 = Alto riesgo: Pendiente 15 - 30%

2 = Riesgo moderado: Pendiente 10 - 15%
 4 = Muy alto o no apta para los TUT: Pendiente > 30%

te, en la cual se le eliminó una cobertura de arbustos, se preparó el suelo y se sembró maíz, frijol, yuca; son los siguientes:

- Maíz: 3,7 t/ha/semestre
- Frijol: 7,0 t/ha/semestre
- Yuca: 6,1 t/ha/semestre.

d.) Pérdida de nutrimentos: los datos de pérdidas de nutrimentos se obtienen del análisis químico realizado a las muestras de suelo erodado recolectadas en las parcelas de escorrentia; al comparar estos resultados con los obtenidos de muestras *in situ* (Cuadro sobre contenido de nutrimentos en suelos erodados) se observan los altos niveles de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y potasio que contiene el suelo erodado.

Estos resultados ponen en evidencia el efecto de la erosión sobre la pérdida de nutrimentos del suelo, y por consiguiente la insostenibilidad de la productividad natural de la subcuenca bajo las condiciones actuales de manejo del recurso suelo y de su cobertura vegetal. En general se observa que las cantidades de nutrimentos son significativamente más altos que los encontrados en las condiciones naturales del suelo del que se deriva la erosión, lo que demuestra el efecto selectivo de arrastre de partículas finas, en especial limos de suelo, que son las que aportan y retienen en mayor cantidad los nutrimentos para las plantas.

A continuación se presenta una relación de contenidos de nutrimentos en suelos erodados:

Contenido de nutrimentos en suelos erodados

Cultivo	meq/100g				
	M.O. (%)	P (ppm)	Ca.	Mg	K
Yuca	4,3	55	8,3	1,56	0,24
Maíz	3,5	36	5,6	1,30	0,25
Frijol	2,5	17	1,9	0,78	0,13
Fertilidad Inicial	1,9 - 2,3	5,0 - 10	2,0 - 3,8	1,0 - 2,0	0,10 - 0,18

IE = Concentración de nutrimentos en el suelo erodado/Concentración de nutrimentos en el suelo parental.
 IE (MO%) = 2,26, este valor refleja la pérdida de materia orgánica del suelo por erosión.

El indicador más predecible de las consecuencias de la erosión sobre la productividad sostenible del suelo, es el índice de enriquecimiento IE.

1.3 Indicadores de respuesta

Como indicadores de **respuesta** de la sociedad hacia el problema actual y potencial de la erosión del suelo de la subcuenca, se identificaron los siguientes:

- a.) Fincas cultivadas con prácticas de conservación de suelos: ninguna
- b.) Número de asociaciones constituidas por fincas líderes en conservación del suelo: Ninguna
- c.) Tierras abandonadas por improductivas a causa de la erosión del suelo: ninguna
- d.) Programas o proyectos estatales en conservación de suelos: Uno en ejecución.

Al respecto, los resultados han demostrado que la erosión se reduce hasta 90% cuando los suelos de la subcuenca, con pendientes entre 40 y 70%, se manejan cultivos de cacao, cítricos, sembrados en franjas de 25 m de ancho por 60 m de largo y separados con barreras vivas, y rotación de cultivos como: yuca, maíz y frijol establecidos en franjas de 25 x 60 m, separados con barreras vivas de caña.

Planes de transferencia de tecnología conservacionista participativa: Ninguno.

2. Indicadores de pérdida de fertilidad del suelo

La pérdida de fertilidad de los suelos, seguida de la erosión, es uno de los principales problemas de la región, por el efecto negativo directo que ejerce sobre la producción de los cultivos. Entre las causas que la ocasionan se puede destacar: aumento de la población en áreas de ladera (minifundio) demanda creciente de alimentos, escasos recursos económicos para invertir en mejoras tecnológicas, y en la mayoría de las veces manejo inapropiado del suelo.

A continuación se presentan algunos indicadores útiles para evaluar sostenibilidad del suelo; los datos que se utilizan provienen del estudio de caracterización de la subcuenca y del proceso de evaluación de tierras.

2.1 Indicadores de presión

a.) Índice: $\text{área cultivada} / \text{área en bosque} = 25$. El valor de este índice es muy alto y refleja el nivel de interrelación del hombre sobre los recursos forestales del área, y la consiguiente utilización de las tierras con cultivos, en condiciones topográficas, de clima y de suelo no aptos para ello.

b.) Índice: $\text{tierra cultivada} / \text{tierra cultivable}$. Este índice está calculado con base en las áreas con cultivos permanentes, cultivos limpios semestrales y pastos.

Área con cultivos permanentes/Área cultivable = 7 482 ha/21 799 ha = 0,34

El valor de este índice es bajo y se interpreta como el alto potencial de estas tierras para establecer cultivos como cacao o especies forestales.

Área cultivada con pastos/Área cultivable = 10 848 ha/1 550ha = 6,99

Este índice señala que la actual oferta edáfica no es sostenible, ni ecológico ni económicamente, con este tipo de utilización.

Área con cultivos transitorios (maíz, frijol, yuca)/Área cultivable = 4 326 ha/1 410 ha = 3,3

De este índice se infiere que la productividad de estas tierras es insostenible a mediano plazo y en consecuencia la producción de estos cultivos declinará con el transcurso del tiempo.

Área cultivada en tierras marginales: se calcula 3 371 ha, cultivadas con maíz, frijol y yuca, y 9 200 ha con pastos naturales ralos.

2.2. Indicadores de estado e impacto

a.) Índice: $\text{producción actual} / \text{potencia de los cultivos}$

Cacao:	400 kg/ha/800 kg/ha = 0,44
Yuca:	12 t/ha/20 t/ha = 0,60
Frijol:	400 kg/ha/1 100 kg/ha = 0,36

Estos índices son bajos y se pueden interpretar desde dos puntos de vista; el primero como un indicador del estado de degradación, y segundo, que las cualidades de las tierras de la subcuenca, aunque sustentan los cultivos, no asegura una producción sostenida a lo largo del tiempo, para lo cual se deben aplicar los correctivos necesarios.

b.) Cambios en el contenido de nutrimentos. Este indicador de sostenibilidad está íntimamente asociado con el aumento o disminución de la producción de los cultivos; de acuerdo con los resultados del estudio sobre manejo de suelo de ladera, se encontró (Cuadro sobre cambios en el contenido de algunas características químicas de un suelo cultiva-

do con cacao) después de cinco años, una leve disminución del contenido de materia orgánica (1%), y una reducción significativa en los de calcio (2,79 meq) magnesio (2,5 meq) y potasio (0,16 meq) El fósforo se incrementó (4 ppm) A continuación se registran datos sobre cambios en el contenido de algunas características químicas de un suelo cultivado con cacao.

Cambios en el contenido de algunas características químicas de un suelo cultivado con cacao

Meq/100g suelo	Fertilidad Inicial	Fertilidad 5 años después
M.O%	2,9	1,9
P (ppm)	6,0	10,0
Ca.	3,49	0,7
Mg.	2,8	0,3
K	0,32	0,16

c.) Ocurrencia de deficiencia nutricionales del suelo. En la subcuenca es frecuente hallar los cultivos con sistemas de deficiencia de nitrógeno, potasio, boro; además es generalizada la acidez del suelo (pH <5,5).

Los indicadores de sostenibilidad, físicos, disponibilidad de nutrientes (DN) y toxicidad del suelo (pH) que son los que explican la aparición de los síntomas visuales de deficiencia nutricional y parcialmente la productividad de la tierra, se obtuvieron del estudio de evaluación de tierras de la subcuenca para el TUT yuca.

En los resultados que se presentan a continuación, se observa las subclases de aptitud

de tierras para las cualidades DN, TS, éstos muestran cuatro unidades de tierra moderadamente aptas por disponer de niveles medios de fósforo y potasio y reacción del suelo fuertemente ácido (pH 5,5 - 4,8) Igualmente en la subcuenca se encuentran dos unidades de tierra marginalmente aptas (Clase 3) para el TUT yuca, por los niveles bajos de fósforo (menos de 5 ppm) y potasio (< 0,2 meq/100g) así como también por la reacción del suelo extremadamente ácido (pH 4,3).

Clases y subclases de suelo por disponibilidad de nutrientes (DN) y toxicidad del suelo (TS)

Unidad de tierra	Subclase	Área/ha.
El Cairo	2 DN, TS	30
Cuesta Rica	2 DN, TS	300
Galápagos	3 DN, TS	165
El paso	2 DN, TS	30
Vega	2 DN, TS	1 050
Bambú	3 DN, TS	50
		1 625

DN: Disponibilidad de nutrientes.
TS: Toxicidad del suelo (Al).

Estos indicadores indican que en la subcuenca existen tierras con niveles de aptitud muy bajos para el TUT y que ofrecen una sostenibilidad muy frágil; igualmente identifican los nutrientes y problemas de acidez que deben mejorarse para incrementar o mantener los niveles de producción.

Estos mismos indicadores son válidos para el TUT - cacao y café.

2.3. Indicadores de respuesta

a.) Uso de métodos biológicos para el mejoramiento del suelo: no se tiene conocimiento que los productores de frijol, yuca, cacao y pasto utilicen dentro de sus prácticas agronómicas productos como: materia orgánica o inoculantes.

b.) Empleo de sistemas de rotación de cultivos y de cultivos múltiples: en la subcuenca, 90% de los agricultores no rotan los cultivos, y por lo general queman los residuos de las cosechas, eliminando así el efecto benéfico de éstos sobre el flujo de nutrimentos. En tierras cultivadas con cacao y café predominan los sistemas multiestrata.

c.) Uso de fertilizantes sintéticos: el empleo de fertilizantes como estrategia para reponer los nutrimentos que absorben los cultivos o que se pierden por erosión es nula, con excepción del que se aplica esporádicamente al cultivo de café.

d.) Abandono de fincas por la infertilidad del suelo: ninguna finca de la subcuenca, ha sido abandonada por la infertilidad de los suelos; sin embargo las condiciones de vida de los habitantes no es la óptima.

Experimento: pruebas de campo para visualizar la sostenibilidad

Manejo de suelos en minifundio de la ladera de la región andina de Santander mediante la rotación de cultivos establecidos en franja de nivel.

Resultados

Pérdidas de suelo: de acuerdo con los resultados del experimento, la erosión del suelo tiende a disminuir. En los datos que se presentan a continuación se observa que en la franja 1, sembrada inicialmente con yuca, las pérdi-

das de suelo fueron de 3,7 t/ha (1994-B) y después de sembrar la misma franja con maíz y frijol la erosión disminuyó hasta 0,013 t/ha (1997-A) bajo el mismo cultivo de yuca; la misma tendencia se observa en las franjas con idénticos cultivos. Es importante señalar que las pérdidas de suelo fueron nulas en la franja bajo bosque, y muy escasas con cítrico y cacao.

Producción de cultivos: a continuación se presentan los resultados de producción de los diferentes cultivos establecidos en franjas desde 1995-A hasta 1997-A. Al respecto es importante señalar que los cultivos, tanto transitorios como permanentes, tuvieron un desarrollo normal. La producción de los cultivos transitorios supera el promedio de la región. Es importante destacar que después de tres siembra consecutivas en una misma franja, la producción de maíz (2643 kg/ha en el año 1995-A y 2324 kg/ha en el año 1997-A) frijol (1333 kg/ha en el año 1995B y 1055 kg/ha en el año 1996B) al igual que la de yuca, tiende a permanecer constante. Estos resultados indican, parcialmente que la erosión ocasionada por el manejo del cultivo no tienen un efecto significativo sobre la productividad de estas tierras, igualmente señalan la importancia de la rotación de los cultivos, debida en parte al efecto de la descomposición de los residuos vegetales y probablemente a la recuperación de las propiedades físicas y biológicas del suelo, en un principio alteradas por el establecimiento de los primeros cultivos. Los resultados, correspondientes a 1997-B, con comportamiento bajos con relación a los semestres 95-A y 97-A, debido en gran parte al excesivo recurso de la región.

Efecto de diferentes coberturas vegetales sobre la pérdida de suelo

Pérdidas de suelos por cultivo (t/ha)

	Año						
	94 - B	95 - A	95 - B	96 - A	96 - B	97 - A	97 - B
Franja 1	Yuca 7	Maíz 0,020	Frijol 0,072	Maíz 0,0592	Frijol 0,042	Yuca 0,013	Yuca 0,360
Franja 2	Maíz 2,3	Frijol 0,065	Maíz 0,1083	Yuca	Yuca 0,234	Maíz 0,015	Frijol 0,126
Franja 3	Frijol 2,7	Yuca	Yuca 0,2352	Frijol 0,161	Maíz 0,091	Frijol 0,0420	Maíz 0,131
Franja 4	Cítrico 0,6		0,0438		0,028	0	0
Franja 5	Cacao 0,7		0,023		0	0	0
Franja 6	Bosque 0	0	0		0	0	0
Lluvias mm	520	493	388	700	378	400	424
Duración horas	40	46	39	69	43	26	29

Producción de cultivos en rotación establecidos en franjas

Franja	Producción kg/ha - Año					
	95 - A	95 - B	96 - A	96 - B	97 - A	97 - B
1	Maíz 1 800	Frijol 1 333	Maíz 2 845	Frijol 1 055	Yuca	Yuca 20 500
2	Frijol 1 200	Maíz 2 643	Yuca	Yuca 17 500	Maíz 2 224	Frijol 888
3	Yuca	Yuca 21 319	Frijol 1 000	Maíz 2 494	Frijol 777	Maíz 1 681
4	Cítricos			24,7*	14,5**	31,3***
5	Cacao 724	898	983	889	696	639

* Kilogramos en 16 árboles en 10 cosechas.

** Kilogramos en 10 árboles en 2 cosechas.

*** Kilogramos en 23 árboles en 2 cosechas.

Conclusiones

- Los cítricos, el cacao y el área con bosque protegen eficientemente al suelo de los factores erosivos.
- La rotación con cultivos de maíz - frijol - yuca - maíz con mínima labranza y en franjas disminuyen significativamente el proceso de erosión de los suelos.
- La rotación y la mínima labranza conservan la productividad de la tierra, la producción y los cultivos tiende a sostenerse.
- El modelo de siembra de cultivos permanentes, rotación de cultivos establecidos en franjas separados con barras vivas, es una alternativa importante para las zonas de minifundio.

Plan de manejo de la subcuenca

Mediante el estudio de caracterización de la subcuenca del río Salamaga, se identificaron problemas entre los factores biofísicos y socioeconómicos, los cuales están originando conflictos entre la oferta ambiental y el uso actual del que derivan los ingresos los agricultores, esto trae como consecuencia el deterioro de los recursos naturales. Para detener este problema y propender por la sostenibilidad de las cualidades de la tierra y producción de cultivos, es necesario diseñar programas que mediante proyectos debidamente priorizados se pueden realizar mediante las acciones conjuntas con el productor. De la misma manera y de acuerdo con los resultados de la investigaciones que se han ejecutado en la zona, dar los lineamientos y recomendaciones sobre manejo de suelos de ladera para los sistemas de producción identificados.

Para la microcuenca se proponen los programas siguientes:

- Educación ambiental y agrícola.
- Manejo de suelos y cobertura vegetal.

1. Programa de Educación Ambiental y Agrícola.

Se busca que los habitantes de la subcuenca se concienticen y tomen las medidas necesarias para la preservación ambiental y agrícola.

1.1. Proyecto "Capacitación a la Comunidad para la Organización, Participación Comunitaria en Gestión Ambiental".

Justificación

Se requieren de una comunidad organizada y participativa que asuma responsabilidades en el diseño, establecimiento y desarrollo de proyectos que requiere su región. El proyecto se puede realizar en dos fases:

Primera fase: el trabajo comunitario, en el cual se capacitará en procesos organizativos e identificación de líderes.

Segunda fase: se realizará un trabajo de divulgación y capacitación de líderes, maestros de escuelas y entidades oficiales de la zona.

Objetivos

Capacitar a la comunidad hacia una gestión solidaria y ambiental para una mejor participación activa en la búsqueda de soluciones a sus problemas y en la conservación de recursos naturales de la subcuenca.

Riesgos naturales e impacto

Actualmente no existen riesgos especiales; el impacto esperado es crear una inquietud y necesidad en la comunidad respecto la esencialidad y beneficios de protección de los re-

cursos naturales; para lo cual se requiere vincular a las instituciones educativas, y utilizar el liderazgo local más eficientemente.

Limitaciones y obstáculos

El principal obstáculo podría ser la participación reducida, debido a la apatía y desorganización. Una limitante puede ser la dificultad en conseguir la financiación.

Actividades

- Difundir la existencia y la necesidad del plan y el proyecto.
- Definir compromisos por parte de las instituciones gubernamentales y privadas que tienen presencia en la subcuenca.
- Coordinar con la comunidad las actividades.
- Diseño y elaboración del material didáctico.
- Elaboración del cronograma de actividades para el trabajo comunitario.

Tiempo de ejecución del proyecto

12 meses y 35 participantes

Presupuesto

\$ 38 000 000 (US 27 500)

2. Programa de manejo de suelos y de cobertura vegetal

El programa está diseñado para orientar a los productores en la utilización de técnicas de manejo suelos y cultivos, predominantes en los tres agroecosistemas identificados en la subcuenca. Se propone el establecimiento de una finca piloto con una hectárea de exten-

sión por agroecosistemas; en cada una de ellas se deben manejar los problemas identificados en el estudio de evaluación de tierras, mediante procedimientos o técnicas obtenidas en la región, las cuales deben someterse al juicio de los agricultores para que las avalen o modifiquen, si es del caso.

De acuerdo con los limitantes y potencialidad de los agroecosistemas y sistemas de producción se proponen el plan de manejo siguiente:

2.1. Agroecosistemas agroforestales en clima cálido y medio

De acuerdo con las condiciones ambientales que caracterizan al agroecosistemas ya descritos, y para las áreas de clima cálido, es conveniente utilizar las tierras con sistemas agroforestales multiestratos con cultivos permanentes, con la especie cacao como eje del sistema interactuando con frutales (aguacate y cítricos) y especies maderables.

Los planes de fomento del cultivo de café no deben contemplar el establecimiento a plena exposición, con sombrío permanente el cual se puede remplazar paulatinamente por sombrío productivo (frutales).

Las tierras de subclase 4E deben dejarse bajo cobertura natural; algunas áreas de este agroecosistema con el sistema de café, corresponden a zonas marginales por requerimientos climáticos, 4RC (clima cálido) por consiguiente estas áreas deben reconvertirse a otro sistema; que puede ser cacao.

El piso térmico medio, con el sistema agroforestal café, frutales maderables, no ofrece riesgos que conlleven a la erosión de los suelos; sin embargo, si se trata de ampliar el área sembrada en tierras con riesgos de erosión (subclases 2RE, 3RE) deben implementarse prácticas conservacionista como cultivos en curvas de nivel y sombrío permanente.

Para el manejo de problemas fitosanitarios se recomienda al empleo de tecnología de bajos insumos agrotóxicos y fomentar el empleo de biocidas y biofertilizantes.

2.2 Agroecosistemas agropecuarios

Corresponde a pequeñas extensiones cultivadas con yuca, maíz, frijol, caña y pastos, localizados en áreas de minifundio (fincas menores de 10 ha) Este agroecosistema es el que presenta los mayores áreas con diferentes grados de erosión. Debido a las características topográfica y climática, estas tierras debieran permanecer bajo sistemas agroforestales; sin embargo, ante la necesidad de asegurar alimento y mejora los ingresos, este agroecosistema continuará cultivado con especies transitorias.

El Plan de manejo diseñado es el resultado de cuatro años de investigación, el cual consiste en el establecimiento de los cultivos en franjas de 20-25 m de ancho por 60 m o más de largo, separados cada una con barreras vivas de caña (dos surcos) localizados a través de la pendiente. Los cultivos como yuca, maíz y frijol, se recomienda sembrarlos simultáneamente en franjas diferentes y rotarlos semestralmente.

Los cultivos transitorios deben ubicarse en la parte baja de la ladera y los perennes como cacao intercalado con plátano y cítricos con cobertura vegetal viva, en la parte alta.

Las prácticas de preparación de suelos deben ser mínimas, igualmente los de control de malezas y plagas.

Es importante detener el proceso de deforestación de este agroecosistema.

Recomendación: Con el fin divulgar este plan de manejo con cultivos transitorios y permanentes, es estratégicamente importante seleccionar al menos dos fincas pilotos y establecer en cada una el plan propuesto. Con el mismo grado de importancia se debe estudiar estrategias orientadas a involucrar activamente a la comunidad, desde la priorización de la problemática hasta el diseño y manejo del Plan.

2.3 Agroecosistemas pecuarios

Este agroecosistema tiene un gran potencial ganadero, sin embargo las áreas actualmente con praderas localizadas en pendientes superiores a 50% deben dedicarse a sistemas forestales, agroforestales o sistemas silvo-pastoriles

Para las explotaciones de bovinos ubicadas en tierras con pendientes menores a 50%, se recomienda un adecuado manejo de praderas, entre otras, el empleo de especies que ofrezcan buena cobertura al suelo y adaptadas a condiciones de baja fertilidad como *Brachiaria sp.* o pasto puntero; división y rotación de potreros con período de recuperación entre 45 y 60 días y evitar el sobrepastoreo.

Para suplir las necesidades nutricionales que requieren los bovinos y que no son aportadas por los pastos, es importante suministrar sales mineralizadas, al igual que un adecuado control de endoparásitos, hectoparásitos y enfermedades infecciosas

Indicadores de sostenibilidad de la microcuenca del río Sella en Bolivia

Los problemas priorizados en la microcuenca del río Sella son los siguientes:

- Baja disponibilidad de agua para riego
- Degradación del suelo y la vegetación bajo sistemas tradicionales de usos actuales de la tierra,
- Bajos niveles de producción
- Migración alta

- Débil organización comunal campesina

Bajo estas condiciones y con muy poca información básica sobre los recursos naturales y utilizando la metodología de Evaluación de Tierras, se identifican mejoras a los tipos de utilización para un manejo sostenible.

Las mejoras para los tipos de uso de la tierra (TUT) generalizados se describen en los cuadros siguientes:

Plan de mejoras propuestas para un tipo de utilización de la tierra

TUT	Mejoras propuestas	Indicadores
Alfalfa y maíz forragero-ganadería para producción de leche y queso.	Aumentar la disponibilidad de agua (Planes de Gobierno). Aumentar la eficiencia del riego.	a) Frecuencia de riego, días. b) Retención de humedad (%). c) Vol. de agua por sup. (m ³).
	Fertilización con relación a la disponibilidad de nutrimentos en el suelo.	d) Rend. forraje (t/ha). e) Rend. leche y queso l/vaca. f) Relación b/c.
	Aplicación de enmiendas: yeso y estiércol.	g) Infiltración (mm/hr). h) b,d y e.
	Aplicación racional de pesticidas.	i) Incidencia de plagas (%). j) d, e y f.
	Rotaciones.	k) e y f.
	Labranza mínima (cultivo de maíz).	l) Nivel de MO (%). m) Densidad aparente (g/cm ³).
	Labranza y siembra en contorno.	n) b, c, d, e, f, g.

Plan de mejoras propuestas para un tipo de utilización de la tierra

TUT	Mejoras propuestas	Indicadores
Maíz de seco y ganadería.	Maíz de seco	
Menor extensiva	Zanjas de infiltración y terrazas de adsorción en terrenos sin y con piedra superficial respectivamente.	a) Pérdida del suelo (t/ha) b) Espesor del horizonte A. c) Pérdida de nutrientes en los sedimentos (MO,P), comparando resultados de laboratorio.
	Siembra al fondo del surco.	d) Humedad del suelo (%) e) Rend. biomasa (kg/ha) f) Rend grano (kg/ha)
	Cosecha de agua.	g) c, d, e y f.
	Siembra directa.	h) Todos los anteriores
	Ganadería Extensiva	
	Manejo silvopastoril de las áreas de pastoreo: manejo del churqui mediante podas y manejo controlado de los pastizales.	i) Producción de biomasa (kg/ha) j) Sup. Erosionados k) Rend. de carne l) Relación B/C.

Al mismo tiempo se señalan los indicadores a ser evaluados y compararlos con los tipos de uso actual, para reflejar el impacto de las mejoras en sitios específicos de la microcuenca. La cuantificación del impacto en toda la cuenca será evaluada mediante indicadores más

generales que permitirán medir el impacto con la implementación del plan de manejo propuesto para la microcuenca. Los indicadores visualizados para medir dicho impacto se describen en los cuadros siguientes:

Principales variables e indicadores a evaluar

Variable	Presión	Estado	Respuestas
Agrícola y Pecuario.	Conflicto del uso de la tierra.	Rentabilidad por rubros.	Planes de Ordenamiento territorial.
	Tenencia de la tierra.	Rendimiento/héctarea.	Zonificación agrícola.
	Porcentaje de tierra agrícola con riego.	Número de sistemas de producción.	Inversión proyectos de riego.
	Ingreso familiar.	Porcentaje de área con potencial agrícola y pecuario.	Número de agricultores y porcentaje de áreas donde se han implementado prácticas de manejo conservacionista de suelos y la vegetación.
	Caza animal.	Porcentaje de materia orgánica P y K en el suelo en los sistemas actuales de producción.	Número de agricultores que han recibido crédito.
	Demanda de la población por los productos.	Calidad del agua para riego.	Número de instituciones que trabajan en la zona.
	Porcentaje de tierras bajo usos determinados.	Quema de los residuos de cosecha o de la vegetación natural.	

Principales variables e indicadores a evaluar

Variable	Presión	Estado	Respuestas
Biodiversidad	Avance de la frontera agrícola.	Área de pastizales y categorías de bosques.	Reforestación de áreas (en hectáreas).
	Porcentaje en tierras bajo usos determinados.	Reducción de especies arbóreas.	Superficie de pastizales y bosques manejados.
	Número de variedades mejoradas y nativas por especie.		
	Aumento de la demanda de leña.		
	Porcentaje de áreas bajo protección.		
Uso de la tierra en la unidad de producción familiar (Fincas pilotos).	Número de familias que usan gas para cocinar.		
	Tipo de actividad productiva.	Porcentaje de material orgánico en el suelo.	Número de prácticas sostenibles adaptadas en la finca.
	Compatibilidad entre el uso actual de la tierra y el uso potencial basado en la capacidad de uso.	Niveles de P>K en el suelo.	Área de la finca con prácticas de conservación de suelos.
	Prácticas de preparación de suelos.	Disponibilidad de agua. Niveles de productividad de la unidad de tierra.	Monto de crédito por año.
		Estado de la vivienda.	
		Ingreso familiar.	
		Estructura de la familia. Rentabilidad de los rubros.	
		Tipo de erosión de los diferentes rubros y unidades de tierra.	
		Profundidad del horizonte A.	
		Nivel de escolaridad.	

Principales variables e indicadores a evaluar

Variable	Presión	Estado	Respuestas
Población	Tasa de Crecimiento de la población.	Densidad de la población por área.	Porcentaje con acceso a planificación familiar.
	Tasa de emigración.	Porcentaje de escolaridad de la población.	Tasas de morbilidad y mortalidad.
	Porcentaje de hogares con sistemas de agua potable.	Distribución ocupacional/sexo de la población económicamente activa.	Número de centros de educación.
		Inversión en red vial e infraestructura.	Número de personas que participan en actividades de capacitación ambiental.
			Número de organizaciones comunales activas.
			Número de viviendas nuevas.
			Distribución de la población por sexos en las organizaciones

Indicadores de sostenibilidad en la microcuenca del río Vinchus, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - Perú

En esta microcuenca se practican sistemas agropecuarios sobre terrenos con o sin aptitud. En el proceso de Evaluación de Tierras se han identificado las unidades de tierras (UT) con más o menos aptitud para los tipos de utilización de la tierra (TUT) más importantes que se practican en el área. Con base en esta información y considerando los factores que como la erosión atenta contra la sostenibilidad de la producción y en consecuencia contra la estabilidad y calidad de vida de la población, se proponen mejoras a los sistemas de uso.

Tomando en consideración las limitaciones a veces severas condicionalmente de la agricultura alto andina, que para el caso de Vinchus es de alto riesgo por aleatoriedad del clima, puede ocasionar sequías heladas, granizos y/o excesos de agua, unido a las altas pendien-

tes y riesgos de erosión. Situación que enfrentan su pobladores a través del manejo ancestral, donde la mezcla de especies y variedades es una manera atenuar las limitaciones señaladas.

Utilizando el modelo de análisis de indicadores de sostenibilidad en su categorización de **Presión, Estado, Respuesta**, se avanza en el levantamiento de información para lograr interpretar la situación actual y las causas que la originan así como las acciones de respuestas en busca de soluciones, tanto en la población en general como del uso agrícola y pecuario y de los ecosistemas. En este sentido, se toman como guía los indicadores propuestos por Bolivia, quedando pendiente para este caso la definición de mejoras a los Tipos de Usos de la Tierra (TUT) actual en función de su pertinencia social y de su sostenibilidad.

Indicadores de sostenibilidad en la microcuenca del río Chamachan de Ecuador

Objetivo

Implantar prácticas de manejo de suelos y agua en el sistema de finca, para mejorar la productividad y promover la difusión en la comunidad, mediante:

- La organización y consolidación de grupos de agricultores alrededor del manejo de suelos y agua.
- La capacitación de los integrantes de los grupos en prácticas de manejo de suelos y aguas durante la ejecución de las actividades y tareas de campo.

Metodología

A través de charlas de capacitación sobre erosión, conservación de suelos y tecnologías de cultivos y la organización de agricultores alrededor de manejo de suelos y agua para formar un grupo de Agricultura Sostenible Participativa (GASP) unido a la caracterización de fincas y el diagnóstico participativo para el diseño de obras mecánicas, agronómicas de manejo y conservación de suelos y agua, se desarrolló un proceso de capacitación continua en este nuevo esquema de trabajo.

Logros

Se implantaron prácticas de manejo y conservación de suelos y agua en cuatro fincas de agricultores, lo cual hace que se esté cumpliendo con el objetivo general de implantar las prácticas de manejo de suelos y lograr su masificación hacia otras fincas de la comunidad, la microcuenca y por ende hacia la cuenca hidrográfica. Se conformó un grupo de agricultores alrededor del manejo de suelos y agua (GASP) los mismos que han sido y

siguen siendo capacitados durante los trabajos de campo, con lo cual se está dando cumplimiento a los objetivos específicos del proyecto.

Grupos de agricultores, tanto de la provincia de Imbabura como de otros lugares del país, así como de técnicos de diferentes instituciones y estudiantes de la facultad de agronomía de la Universidad Central de Ecuador, tuvieron la oportunidad de visitar las fincas de manejo y conservación de suelos, donde pudieron observar en forma objetiva todos los trabajos realizados y al mismo tiempo realizar sus comentarios conjuntamente con los agricultores de la zona.

Dentro del proceso de promoción, se realizaron charlas sobre aspectos de sostenibilidad y de manejo y conservación de suelos en la comunidad "Los Árboles", cuyos productores han demostrado interés en iniciar trabajos de manejo de sus fincas implementando obras de conservación de suelos, con lo cual se está viendo el efecto multiplicador hacia otros sitios de la cuenca del río Chamachán.

Se ha logrado conformar un grupo multidisciplinario dentro de la institución, el mismo que permitirá desarrollar actividades conjuntas para conseguir el desarrollo sostenible de la comunidad, así como también se ha logrado la participación de otras instituciones como es el caso del INEFAN en el trabajo de forestación de la comunidad.

Propuesta de indicadores

Siguiendo la metodología del proyecto en todo los países, se ha considerado viable utilizar para las condiciones de Ecuador, las principales variables e indicadores propuestos para Bolivia.

Apreciaciones institucionales sobre los avances y resultados del proyecto

Medida en que se lograron los objetivos

Las actividades del proyecto se ejecutaron adecuadamente y dentro de los términos establecidos en los objetivos y en el plan de trabajo aprobado en el Convenio. La dimensión de las acciones ha permitido que los resultados contribuyan a alcanzar los objetivos previstos, en términos de la introducción, adaptación, difusión y generación de herramientas de trabajo para el estudio de los factores físico-ambientales y socioeconómicos a través de la evaluación y planificación del uso de la tierra y la sistematización de la información y procesos; mediante la identificación de factores y las intensidades de sus efectos en la degradación de los suelos cultivados en laderas. En el desarrollo de capacidades para la identificación y uso de indicadores de sostenibilidad y en el intercambio de experiencias y conocimientos en el ámbito del uso y manejo sostenible de zonas de laderas a través de planes integrales.

Se consolidó el desarrollo del talento humano especializado y la difusión técnica a través de publicaciones, actividades que en conjunto contribuyen al manejo sostenible de los ecosistemas frágiles de la Subregión Andina.

El alcance de los objetivos del proyecto y el apoyo de REDAMACS favoreció una amplia participación nacional, interinstitucional e interdisciplinaria; así mismo se contó con la

contribución del CIAT, el CIDIAT y el IICA-GTZ con el soporte de su capacidad técnica. (Anexo 4).

En cumplimiento con los propósitos del proyecto se cumplieron un conjunto de acciones en microcuencas piloto de los países participantes, los cuales se nutrieron de las capacidades institucionales a través de especialistas nacionales y consultores.

Grado de ejecución de las distintas actividades programadas

De la misma manera, los avances en el desarrollo de conocimientos y tecnologías, su difusión, adopción e impacto, como resultados de la ejecución, son presentados en el Capítulo V de resultados e impacto.

Recursos del proyecto y nuevos aportes

El costo de ejecución del proyecto alcanzó US\$ 350 000 (trescientos cincuenta mil dólares) en moneda local, para las actividades de transferencia horizontal de tecnología, investigación cooperativa y publicaciones.

De acuerdo al Convenio se recibieron los aportes del BID por US\$ 150 000 (ciento cincuenta mil dólares) para su ejecución a través de los INIA participantes de IICA

PROCIANDINO, bajo la administración de la Agencia de Cooperación Técnica de IICA en Venezuela con apoyo a los países vinculados al CReA. Estos aportes se utilizaron para la movilización de profesionales de los países de acuerdo a lo programado.

Los recursos de los países en efectivo, bienes y servicios para las actividades de investigación, transferencia de tecnología, coordinación técnica y comunicaciones, alcanzaron un valor de US\$ 200 000 (doscientos mil dólares).

Los resultados alcanzados en la ejecución del proyecto derivaron en un mayor compromiso de los países, quienes canalizaron nuevos recursos en efectivo y bienes y servicios frente a las actividades emergentes; así, mismo, promovieron un mayor apoyo institucional y dieron una prioridad superior a las actividades relacionadas con el uso y manejo conservacionista en zonas de ladera.

En relación a los términos del Convenio y el respaldo de la Cooperación Internacional el CIAT, el CIDIAT y el IICA-GTZ aportó capacidad técnica.

Los INIA's y otro organismos nacionales participantes pusieron a la disposición recursos, a través de proyectos regulares e investigación y transferencias de tecnología y en el desarrollo de las actividades implícitas de la Red. Los mismos se desagregan principalmente en:

Talentos humanos. En la coordinación Técnica Nacional, Regional e Internacional, especialistas que han participado como asesores y capacitadores para la movilización del conocimiento y acceso a experiencias metodológicas de investigación y transferencia de tecnología, adicionalmente se han coordinado y ejecutado actividades de investigación cooperativa y estudios especializados.

BID asignó recursos no reembolsables para la operabilidad de la investigación coope-

rativa y las actividades de transferencia horizontal de tecnología, capacitación y publicaciones.

IICA puso a disposición su capacidad administrativa y técnica, además de su estrategia institucional para la cooperación técnica.

Aumento del grado de cooperación dentro y entre los sistemas nacionales de la subregión, como resultado de las actividades del proyecto.

La apertura institucional en la realización del Plan de Trabajo del Proyecto ha favorecido la identificación y movilización de capacidades especializadas, nacionales e internacionales, en torno a los temas del mismo. De esta forma, el equipo técnico de los países y la colaboración internacional han brindado un amplio espacio de integración, contemplando aspectos biofísicos y socioeconómicos del uso y manejo de suelos en zonas de ladera de la Subregión Andina.

El grado de integración alcanzado por los países en sus sistemas nacionales, presenta un nivel de diferenciación de acuerdo a su enfoque y políticas institucionales, frente a la innovación tecnológica y nuevas oportunidades que se generaron en este medio. La participación de 409 profesionales en 20 eventos de cooperación técnica recíproca refuerza los compromisos cumplidos. Durante el desarrollo del proyecto los INIA's, se relacionaron más ampliamente con las universidades, productores y otros entes nacionales.

Impactos logrados como resultado del proyecto en términos de difusión de conocimiento y sus aportes globales.

El análisis global de los resultados del proyecto concluye en el desarrollo y la adopción

de metodología para la identificación y utilización de indicadores de sostenibilidad para la evaluación y seguimiento de planes de manejo para ecosistemas frágiles de la Subregión Andina; estos resultados se analizan dentro de la convergencia de tres acciones fundamentales que intervinieron durante el desarrollo del proyecto en forma complementaria e interactiva:

La inversión sustantiva en el mejoramiento de la capacidad humana especializada a través de la capacitación y asesoramiento a los profesionales de los centros de investigación y otros organismos participantes vinculados al proyecto. Participaron 409 profesionales en 20 eventos.

La promoción de planes de manejo integral con sistemas sostenibles de manejo desde el punto de vista productivo, económico, social y ambiental mediante el desarrollo y adopción de tecnologías tendentes al manejo conservacionista de los suelos cultivados en laderas.

La innovación tecnológica e institucional mediante el desarrollo de metodologías sobre indicadores de sostenibilidad del uso de la tierra para mejorar las interpretaciones sobre el efecto de las tecnologías en el entorno de la producción.

Dentro de la estrategia de difusión del proyecto se editaron ocho publicaciones para movilizar el conocimiento y experiencias en la Subregión. En su conjunto, estos insumos tecnológicos representan una contribución para el desarrollo de una Agricultura Sostenible en los ecosistemas frágiles de ladera de la Subregión Andina.

En términos generales, el balance del desarrollo del proyecto indica que se ha avanzado más allá de los propósitos formulados en el Plan de trabajo aprobado, con una importante contribución en la introducción, adaptación,

difusión y generación de herramientas de trabajo que permitan el estudio de los recursos suelo y agua, la evaluación y planificación del uso de la tierra en la sistematización de la información y procesos, como marco para la definición de un manejo sostenible de ecosistemas frágiles de ladera en la Subregión Andina. Más importante aún, la inversión especializada en el recurso humano de la Subregión y la inclusión de los productores en los procesos de innovación tecnológica.

En concordancia con la urgente necesidad del uso sostenible de zonas de laderas en la Subregión Andina, es importante señalar que la utilización y actualización de la información generada en el proyecto compensará los esfuerzos de quienes contribuyeron para su construcción.

Restricciones para el desarrollo del proyecto y sugerencias para superarlas

En el desarrollo del informe se presentan aspectos que han afectado la gestión del proyecto en términos de eficiencia y eficacia, los propósitos técnicos, la administración de recursos y la ejecución financiera, principalmente. No obstante, en atención a los términos del Convenio la capacidad de relación entre las partes comprometidas ha favorecido soluciones para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, aún más allá de los contenidos en el plan de trabajo.

En forma resumida se señalan algunos elementos que se destacan por su importancia en los procesos de generación y ejecución del proyecto; para un mejor aprovechamiento de las capacidades disponibles en los países y en la cooperación internacional:

Gestión. En la ejecución de los recursos provenientes del BID, el IICA y los INIA, ade-

más de otros actual o potencialmente disponibles, no se contó con la suficiencia gestión de los programas nacionales para aprovechar la máxima capacidad de respaldo a las acciones de cooperación técnica.

Es importante consolidar una estrategia para insertar este proceso en los nuevos modelos de gestión de proyectos competitivos, enfocados estratégicamente. En este sentido IICA PROCIANDINO desarrollará iniciativas para fortalecer las capacidades nacionales.

Estrategia para la ejecución de nuevos proyectos y mejorar los resultados e impactos de la cooperación técnica recíproca.

Varios aspectos deben considerarse dentro de este marco de propuestas para los proyectos cooperativos y el mejoramiento de sus impactos:

- Orientar bajo un enfoque estratégico las problemáticas y prioridades comunes a nivel regional, para operar con una visión de Red.
- Viabilizar recursos de cofinanciación nacional e internacional.
- Armonizar las actividades del plan de trabajo con los objetivos del proyecto, diseñadas conforme a las demandas de los países y el enfoque regional.
- Incorporar en los planes Operativos Anuales de las instituciones en los países, asignando recursos humanos, y otros en la

contrapartida nacional; además de ser sometidos al proceso de seguimiento regular.

- Potenciar redes nacionales con una amplia base de participación en los países que asegure la cooparticipación y cofinanciación interinstitucional.
- Asegurar una estrategia de difusión y adopción de resultados para potenciar los impactos.

La institucionalidad nacional para las alianzas exitosas asume compromisos más allá de los esquemas tradicionales:

- Revalorizar la coordinación nacional e internacional en términos de su capacidad técnica y gerencial.
- Desarrollar mecanismos que permitan mejorar el "estatus" del Coordinador respecto a la provisión y mantenimiento de medios de comunicación e informática modernos, suficiente apoyo logístico y respaldo en las políticas institucionales.
- Fortalecer la coordinación regional para armonizar su misión en la ejecución del plan.
- Comprometer la participación de las unidades de cooperación y dirección técnica de las instituciones socias de los proyectos, en la formulación y desarrollo de los planes de trabajo.
- Promover mecanismos descentralizados para la asignación y ejecución de los recursos de los proyectos.

Consideraciones, conclusiones y recomendaciones generales

Los aspectos referidos en este capítulo conforman una revisión global de los elementos más estratégicos que han intervenido en el desarrollo del proyecto y en REDAMACS como mecanismo de integración regional. Los mismos servirán como elementos de juicio orientadores de una reflexión interinstitucional para la toma de decisiones, en la búsqueda de un marco conceptual que permita el aprovechamiento de las lecciones aprendidas en la ejecución del Proyecto. De la misma manera, se favorezcan los impactos de iniciativa futuras dirigidas búsqueda de la sostenibilidad en las zonas de ladera de la Subregión Andina.

De apreciación general

- La identificación, enfoque y formulación del proyecto se fundamentaron en la problemática presente en las zonas de ladera de la Subregión Andina. Con este propósito se analizó el entorno biofísico, socioeconómico, cultural e institucional a través del proceso de evaluación de tierras complementada con un análisis regional y nacional.
- Se concretó una estrategia de integración alrededor del proyecto mediante la concertación de las capacidades de los países de la Subregión y la cooperación internacional (CIAT, IICA, CIDIAT-GTZ) para la formulación y puesta en marcha del Plan de Trabajo con acción directa del equipo téc-

nico de la Red y la Comisión Directiva de IICA PROCIANDINO.

Se identificaron especialistas y asesores para el apoyo a los países e instituciones en las acciones de investigación, transferencia de tecnología y capacitación; capitalizando fortalezas en una Subregión con capacidades de respuesta heterogénea para afrontar las problemáticas de las zonas de ladera con innovaciones tecnológicas.

- Los países asumieron un compromiso absorbiendo las proyecciones de los costos derivados de la ejecución del proyecto, cuyo valor fue de US\$ 150 000 (ciento cincuenta mil dólares) con un aporte equivalente del BID por US\$ 150 000 (ciento cincuenta mil dólares) y una aporte del IICA PROCIANDINO de US\$ 50 000 (cincuenta mil dólares) De la misma manera la Comisión Directiva acordó incorporar dentro de la programación ordinaria nacional, las acciones que aseguren la culminación de algunas actividades y la adopción de los resultados del Proyecto a nivel técnico.

De los resultados e impactos

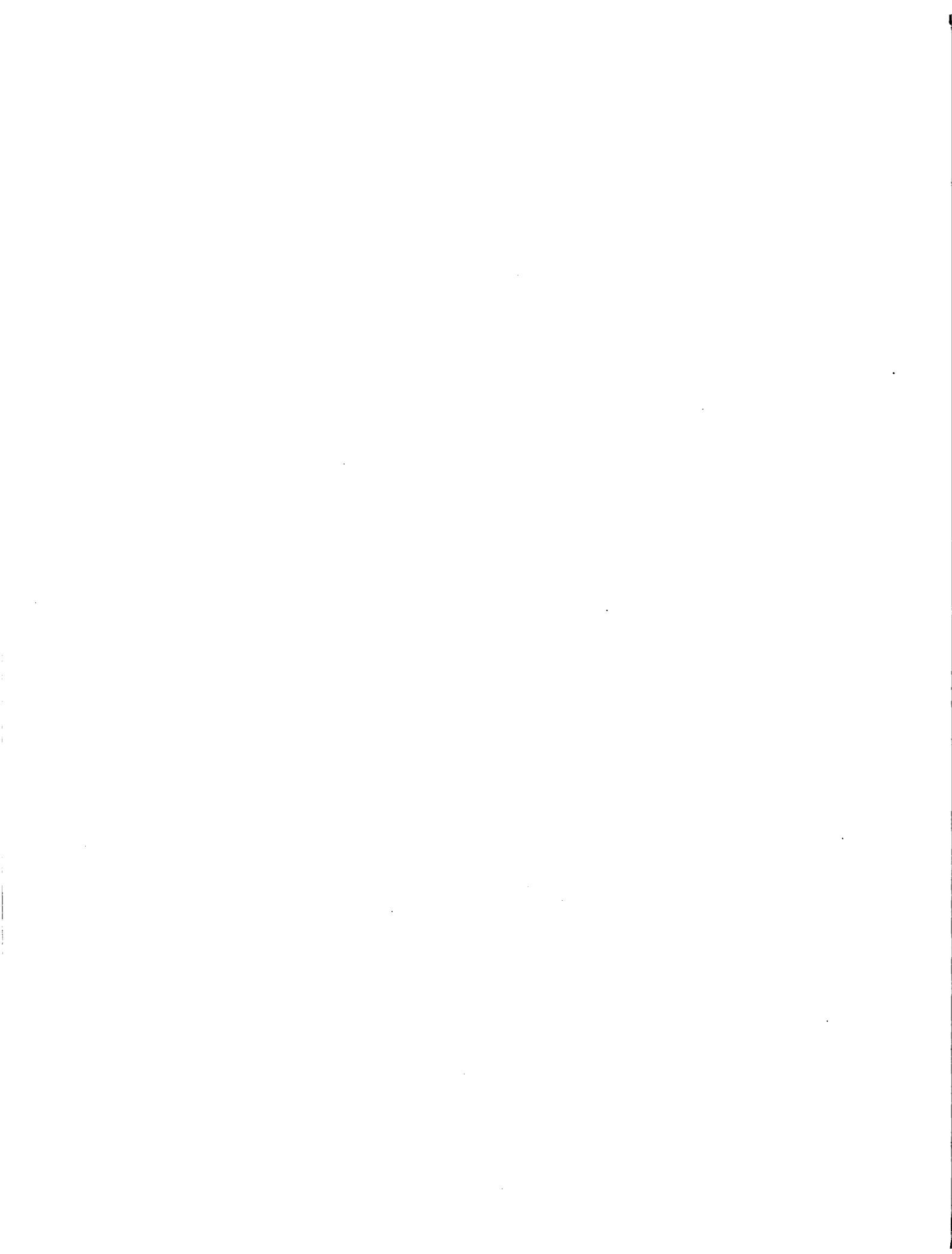
- Es evidente la contribución del proyecto de indicadores de sostenibilidad de los ecosistemas frágiles de ladera de la Subregión Andina mediante la convergencia de tres ejes importantes: a) El mejoramiento de la

capacidad humana especializada; b) La promoción sistemas sostenibles de manejo de suelos cultivados en laderas; y c) La innovación tecnológica e institucional mediante el desarrollo de metodologías para la identificación y evaluación de indicadores de sostenibilidad.

- Los eventos técnicos, los estudios específicos de cada país y los mecanismos de difusión a través de publicaciones consolidaron este proceso. Es impostergable la canalización de estos impactos y su retroalimentación en la nueva investigación y transferencia de tecnología a otras áreas con problemas similares.
- La introducción, adaptación, difusión y generación de herramientas de trabajo para estudio de factores físico-ambientales y socioeconómicos a través de la evaluación y planificación del uso de la tierra; para orientar la evaluación y definición de un manejo sostenible para los ecosistemas frágiles de ladera de la Subregión Andina.
- La identificación de los factores y las intensidades de sus efectos en la degradación

de las zonas de ladera, permitió la transferencia y difusión de tecnologías en planes integrales de manejo conservacionista, entre las cuales se encuentran las siguientes: cultivos en contorno, zanjas de desviación, terrazas individuales, barreras vivas, asociación y rotación de cultivos, cobertura del suelo y métodos eficientes de riego.

- Resaltan los aportes del proyecto en el proceso de integración tecnológica en la Subregión, movilizandocapacidades, la construcción de sinergias generadoras de experiencias y el desarrollo de modelos y prácticas transferibles entre los países.
- Consecuentemente, los resultados cuantitativos y cualitativos de este proyecto redundarán en el uso sostenible en los ecosistemas de ladera, por sus impactos positivos en la conservación de los recursos naturales, el aumento de la productividad agrícola y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades de los ecosistemas frágiles de ladera de la Subregión Andina.



Anexos

Anexo 1. Equipo técnico coordinador del proyecto

Países	Mecanismo de cooperación Técnica recíproca			
	Coordinadores nacionales	Coordinadores internacionales	Especialistas nacionales	Consultores
Bolivia	Juan R. Zenteno		Eduardo Panique	
Colombia	María M. Ramírez		Hernando Méndez Irma Baquero Elizabeth Aguilera	
Ecuador	Francisco Mite		Juan Córdova Franklin Valverde	
Perú	Aursitela Reynoso		Alex Tineo	
Venezuela	Pedro Yáñez	Antonio Sánchez	Juan C. Rey Rafael Rojas Napoleon Fernández Germán Contreras Jesús Zambrano Antonio Jiménez Rafael Useche	Juan Comerma

Equipo técnico ampliado

Bolivia

IBTA
Universidad De Tarija Eduardo Panique, Jesús Molina y Jorge Cossio.
Wilfredo Benítez

Colombia

CORPOICA: Hemando Méndez, Irma Baquero, Elizabeth Aguilera,
Fernando Villamizar, Mandius Romero y Alvaro Tamayo.

Ecuador

INIAP Franklin Valberde, Carlos Yanes, Elguin Gonzalo Plaza,
Eduardo Peralta y Vicente Novoa

Perú

INIA Victoriano Nuñez
PRONAMACHS Richard Miguel Jaimes
Universidad San Cristóbal
de Humanga Alex Tinedo Bermúdez
INRENA Félix Huranga

Venezuela

FONAIAP Rafael Pacheco, Jaime Barroso, Alfredo Maggiorani
y José Duque.
MARNR Germán Contreras, Antonio Chacin, Freddy Gutiérrez,
Jesús Sánchez y Jesús Zambrano.
UNET Rafael Useche, Juan Antolines y Carmen Acevedo.
Consultores Rafael Rojas, Antonio Jiménez y Napoleón Fernández

Participación Internacional

IICA/GTZ Laura Ramírez y Carlos Reich.
CIAT Richard Tomas, Edmundo Barrios y Edgar Amézquita.
CIADIAT Tomás Bandes y Fernando Delgado.

Consultores internacionales Juan Comerma.

Anexo 2. Valor y composición de aportes al convenio 1997 - 1998

Actividades	Aportes (US\$ Miles)		
	Países	BID	IICA
Transferencia de Tecnología y Capacitación	95,0	50,0	5,0
Comunicaciones	15,0	-----	10,0
Coordinación Técnica	125,0	-----	30,0
Investigación	195,0	100,0	5,0
Total	630,0	430,0	50,0

Anexo 3. Indicadores de sostenibilidad en ecosistemas andinos - REDAMACS

Actividades de cooperación técnica

Actividades	Eventos	Participantes
Cooperación tecnológica recíproca	12	211
Reuniones de coordinación técnica	5	75
Seminarios en problemas específicos	6	130
Intercambio de profesionales	1	6
Asesoramiento en problemas específicos	6	150
Asesoramiento de los Centros Internacionales	2	40
Asesoramiento de especialistas nacionales	3	60
Consultoría a corto plazo	1	50
Adiestramiento	2	48
Cursos cortos	2	48
En servicios		
Becas		
Total	20	409

Nelson Rivas Villamizar
Secretario Ejecutivo del IICA-PROCIANDINO
Marina de Jesús 147 y La Pradera. Quito
Ecuador

Francisco Vicente Novoa Hermosa
Subdirector General INIAP
Av. Amazonas y Eloy Alfaro, Edición MAG.
4to. Piso Quito, Ecuador.

Franklin M. Valverde
Investigador Agropecuario del INIAP
Estación Experimental Sta. Catalina. Panamericana Sur Km.14 ½. Quito,
Ecuador.

Marcelo Calvache
Especialista Suelos y Aguas IICA-
PRONADER
Av. Mariana de Jesús 147 y La Pradera Quito,
Ecuador.

Bolivia

Juan Ramiro Zenteno
Director Regional IBTA
Las Barrancas Km. 2, Tarija, Bolivia.

Eduardo Panique Quiroga
Resp. Unidad Suelos IBTA – Tarija
Las Barrancas Km. 2, Tarija, Bolivia.

Liliana Vargas
Directora de Postgrado de manejo de Cuen-
cas de la Universidad Misael Saracho
Tarija, Bolivia.

Maño Nuna
Director del Centro Ecológico de la universi-
dad Misael Saracho
Tarija, Bolivia.

Wilfredo Benítez
Titular de Suelos de la Facultad de Agrono-
mía de la Universidad Misael Saracho
Dirección: Tarija, Bolivia.

José Ruiz
Del Programa Zonigig (Zonificación con Sis-
temas de Información Geográfica del Ministe-
rio de Desarrollo)

Tarija, Bolivia
Daniel Salas
ONG VIDA VERDE en manejo Ambientalista
Tarija, Bolivia.

Perú

Julio Benavides
Director General (E) INIA
La Molina, Lima

M. Arce
Director Investigación INIA
La Molina, Lima.

C. Torres
Director de Proyecto PRONAMACHS,
Ministerio de Agricultura.
Lima, Perú.

Auristela Reynoso Zárate
Coordinadora Nacional de la REDAMACS
Av. La Universitaria s/n La Molina, Lima.

Alex Lázaro Tineo Bermúdez
Profesor Asociado, Area de Suelos
Jirón Garcilazo de la Vega No. 415, Ayacucho,
Perú.

Colombia

Douglas Pachico
Vicedirector CIAT
Cali, Colombia

María Margarita Ramírez Gómez
Coordinadora Manejo Integrado de Suelos y
Aguas. CORPOICA
14 via Mosquera, Centro de Investigaciones
Tibaitatá.
Santafé de Bogotá, Colombia.

Anexo 5. Indicadores de Sostenibilidad en Ecosistemas Andinos REDAMACS

Informe final de la consultoría

Dr. Juan Comerma

Resumen ejecutivo

Para evaluar y asesorar los avances en los procesos de Evaluación de Tierras, elaboración de un plan de Manejo Integral de cada microcuenca piloto y el Desarrollo de Indicadores de Sostenibilidad, todo como parte de REDEMACS, en cada país, se participó en reuniones técnicas con todo el equipo participante, se visitaron las diferentes microcuencas, se intercambiaron puntos de vista con los líderes de estos proyectos y con Directivos de sus Instituciones. Se participó en charlas y talleres con miembros de éstas y otras Instituciones relacionadas con el tema.

Como resultado de estas actividades se contribuyó a orientar los ajustes en la Evaluación de tierras de cada microcuenca y en apoyar los Planes de Manejo de la misma. Se contribuyó también a conceptualizar los tipos de indicadores (de alerta, de situación actual y de recreación) que se debían aplicar, tanto a nivel de microcuenca como a nivel de parcelas piloto. Dado que la mayoría de los países no finalizaron todo el proceso de evaluación de tierras ni todos los planes de manejo, no se logró establecer los indicadores con una clara y estrecha relación con esos procesos. Otro importante resultado de las acciones fue el mejoramiento de las capacidades nacionales de los participantes; sin embargo, la insuficiente integralidad disciplinaria e interinstitucional afectó la consecución de todos los objetivos

finales. Los intentos de formulación de proyectos para asignar la continuidad de éstos proyectos ante FONTAGRO no fueron exitosos.

Finalmente, se dan recomendaciones específicas de carácter organizacional para futuros proyectos similares y a mantener esfuerzos en para la continuidad nacional a este proyecto.

Información general

Consultor: Dr. Juan A. Comerma

Instituciones visitadas: INIA e IICA (Ecuador) IBTA (Bolivia) INIA - Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHS) e Instituto Nacional de Recursos Naturales (INERN) (Perú) ICA y CORPONORTE, Gobernación Norte de Santander (Colombia) FONAIAP, IICA, CIDIAT, UNET, MAC y MARNR (Venezuela).

Lugares a los que se viajó: Quito, Ibarra (reunión de REDEMACS) y Comunidad El Inca (Zona Piloto) La Paz, Tarija (Zona Piloto) Lima, Ayacucho y Río Vinchos (Zona Piloto) Bogotá, Bucaramanga y Río Salamaga (Zona Piloto), Cali y Cúcuta.

Nombre, cargo y dirección de las principales personas contactadas:

Ecuador

Marcos Infante Olan
Representante IICA
Marina de Jesús 147 y La Pradera. Quito, Ecuador.

- Considerar los avances en el diseño de indicadores de sostenibilidad para el diagnóstico y seguimiento de la ecoregión en microcuencas de los países participantes del proyecto.
- Consolidar en talleres de trabajo los progresos del desarrollo de capacidades nacionales y regionales, en término de equipos integrales de talentos humanos especializados y de la utilización de las herramientas y metodología básicas para su acción.
- Contribuir en la construcción de una estrategia conjunta, fundamentada en proyectos para las acciones futuras a nivel regional que den continuidad al manejo de las áreas pilotos (microcuencas) de los países de la Región Andina, concentrando esfuerzos y capacidades.

Acciones realizadas, resultados, conclusiones y recomendaciones

Acciones y resultados

Objetivo específico 1.

Con relación a la introducción de ajustes en la metodología para la preparación de los planes de manejo de las microcuencas, ésta se realizó en tres oportunidades.

Durante la reunión de coordinación Técnica Regional en Ibarra (17-19/11/97) y con motivo de la presentación de los avances en cada país, se hicieron las recomendaciones siguientes:

Caso Venezuela

- Establecer nuevos Tipos de Uso de la Tierra para la producción de agua, tales como el bosque natural y el bosque plantado.

- Evaluar los pastizales de kikuyo no con el esquema de FAO de la agricultura de secano, sino con la del pastizal o en todo caso mixto.
- Establecer los planes de manejo a dos niveles, uno a nivel de cuenca con Indicadores y mediciones (agua, sedimento) y otro en las unidades pilotos de producción con indicadores de sostenibilidad agrícolas, ambientales y económicos.

Caso Bolivia

- Definir las Unidades de Tierra con los mapas de pendientes disponibles y otras características del suelo ya conocidas.
- Calcular erosión, o por la ecuación de la USLE, estimando el mejor valor de R, o por clases de pendientes más otras características. Así se podrá terminar la evaluación física y pasar a la económica.

Caso Colombia

- Incluir los varios Tipos de Uso actuales y, de ser potencial el de cacao, compararlo con el actual más predominante en la zona.

Caso Ecuador

- Definir mejor las unidades de tierra, usando clases de pendiente más otras características ya conocidas del área.
- En los tipos de uso de la tierra, incluir uno mejorado con riego por aspersión, pues parece ser un factor clave en la productividad.

Caso Perú

- Proceder a la Evaluación de Tierras con la información disponible y manualmente, pues no es imprescindible tener operando los sistemas computarizados de SIRENA, ALES e IDRISI.

Durante las visitas a las microcuencas piloto, una vez analizado en más detalle la información, haber observado visualmente los problemas, discutido con el líder nacional, agricultores y otras instituciones participantes, tanto las posibles causas como las opciones de solución, se emitieron las recomendaciones siguientes:

Caso microcuenca el Inca en Ecuador

- La finalización del mapa de Unidades de Tierra debe acelerarse, inicialmente en forma manual. Disponen de un mapa topográfico al 1:25.000 el cual recomendé se usará como base para separar clases de pendientes (0-3/3-8/8-15/15-25/25-40 y + 40%) en función de: labores mecanizadas o no, riego por surco o aspersión y grado de erodabilidad. Posteriormente ver la concordancia con el mapa de suelos que hay al 1:50 000 y realizar chequeos selectivos de suelo, enfatizando profundidades del suelo y textura. Para ello se recomendó buscar la cooperación de un agrólogo de otra institución (Ej. DINAREN) ya que el INIAP no dispone de ellos.
- A los tipos de Uso ya identificados hay necesidad de agregar los de riego por aspersión y goteo, pues ello incidirá en la economía del agua, productividad y disminución de la erosión. Se recomendó incorporar a alguien del INIAP con experiencia en el tema. Posteriormente contactar vendedores comerciales de dichos equipos, en otras zonas del país para hacer demostraciones en la microcuenca y comenzar su adopción.
- Una vez que tengan los dos aspectos anteriores, proceder a la evaluación del esquema con los mejores criterios disponibles. Se ofreció asesoramiento sobre estos procedimientos, si se envían los resultados por fax.

- Con relación a las prácticas de conservación observadas, en general se consideran buenos avances, dada la adopción en la cual está aplicando (+ 10% del total). Algunas recomendaciones específicas a este respecto fueron:
 - a. Revisar las pendientes de los surcos de riego, pues en varios casos altos y pueden ser causa de erosión.
 - b. Hay varios canales en el sentido de las pendientes para drenar agua desde las laderas altas; en ellos deben instalarse interrupciones a la corriente del agua cada cierto número de metros (10-20 m) con piedras o palos para disipar la energía y la capacidad de erosión aguas abajo.
 - c. Masificar más las zanjas en contorno con el uso de pastos en la parte superior y de árboles como los vistos (árbol de tomate, limones, etc.) aguas abajo del canal.

Caso microcuenca Sella (Tarija, Bolivia)

Se le dio un recorrido integral a la microcuenca, con énfasis en los trabajos de conservación indicados con agricultores que tienen áreas de laderas sembradas con maíz y frijol, principalmente.

Principales observaciones

- Es una microcuenca muy larga con áreas planas subutilizadas o algunas con problemas de sodio, pedregosidad y áreas usadas con alfalfa para ganado lechero, y otras de pequeños agricultores con fresas, frijoles, otros. Se observó un desarrollo creciente de áreas de ladera deforestadas y sembradas de maíz y frijol muy dispersos y con mínimas prácticas de conservación y con erosión. Todo el área es bastante seca

y se ve que el riego será el factor de mayor impacto para intensificar el uso de la tierra. El área de laderas en general tiene poca cobertura vegetal y se nota una fuerte erosión geológica, observándose, en los cursos secos, la violencia del acarreo manifestado en las grandes piedras arrastradas. Pareciera que una planificación integral de la microcuenca aconsejaría darle máximo uso a las zonas planas, evitando así el uso de laderas; sin embargo, ello implicará cambios en la tenencia de la tierra y varias obras de riego. Los trabajos de conservación en muy pequeños parches en las laderas es útil para reducir la erosión y enseñar sobre estas prácticas, pero su impacto real y con cultivos marginales parece cuestionable para los productores.

- Están las unidades de tierra a punto de conformar, pues tiene un mapa de suelos, curvas de nivel y el clima es muy uniforme. Así que la combinación de los suelos y la topografía deben bastar. Se enviará una copia del sistema de clasificación de suelos por fertilidad (Buol, Sánchez y Couto) ya que es una importante preocupación de E. Panique, y ella enfatiza caracteres permanentes asociados a la fertilidad y no sólo niveles de nutrientes que es variable y es lo que tiene en mente E. Panique. Los TUT actuales ya descritos deben ser complementados con potenciales en los cuales se incluyen las prácticas pertinentes a cada caso (riego, conservación, otro).
- Se observaron prácticas de zanjas en contorno que parecen tener buenos efectos y el agricultor lo aprecia así. Sin embargo, dada la gran pedregosidad de los terrenos, se sugirió despedrar y construir muros de piedra en contorno para formar terrazas y mejorar el suelo al despedrarlo. E. Panique incorporará ambos.
- Los otros trabajos que tratan de recuperar áreas con altos niveles de sodio en zonas

planas, es una iniciativa positiva; aunque existen dudas acerca de a quién beneficiaría, pues las áreas parecen estar en manos de pocos agricultores. Si ello fuera parte de un plan de cambios en el uso de la tierra y tenencia, se le vería mayor proyección.

Microcuenca Vinchos, Ayacucho, Perú

Derivado de la visión general del área y de las discusiones efectuadas del grado de avance de este proyecto en Perú, se recomendó:

- Reducir el área de la microcuenca de 28 000 ha o sea a 10%, pero incluyendo: todo el rango de pisos climáticos, esto es 1 500 m de diferencia desde el valle plano hasta el páramo o puno; con presencia de varios usos de la tierra (pastos, maíz, tubérculos de altura) con varias prácticas de conservación ya aplicadas por el Programa Pronamachs (reforestación, zanjas en contorno, terrazas de tierra y de piedra) con varios pequeños caseríos y comunidades; buen acceso vial, con varias microcuencas que permitirían mediciones de agua y sedimento en relaciones a usos y práctica de conservación aplicadas. Este planteamiento fue acordado con los participantes peruanos y delineado en un mapa de la subcuenca.

Con relación a las Unidades de Tierra y Tipos de uso de la tierra a identificar se recomendó:

- De las unidades de tierra, principalmente Alex Tineo, ha generado una caracterización climática del área (Hoidridge, precipitación, t) un mapa de pendiente al 1:25 000, 9 calicatas y algunas observaciones de profundidad de suelo, todo lo cual lo usarán para hacer capacidades mayores de las tierras, según el Sistema Peruano de la ONERN. Para complementar rápidamente las unidades de tierra. Se sugirió complementar las clases de pendientes, relacio-

nar materia orgánica en las capas superficiales con los pisos altitudinales. La pedregosidad superficial que aparentemente está relacionada con los materiales geológicos superficiales muy visibles (rojo y grisáceo) y con las pendientes, se recomendó la escala de pedregosidad de FAO. Se sugiere buscar el apoyo de alguien con experiencia en agrología para completar la información e integrarla en unidades de suelo y de tierra al final. Posiblemente con unas dos semanas de dedicación, incluyendo una fotointerpretación de fotos áreas recientes (1993 ó 1995) pueden ser suficientes para finalizar.

- De los tipos de utilización, el INIA local tiene descritos los principales usos actuales, incluyendo el parque tecnológico que utilizan los productores. Se recomendó que con los modelos de elementos a describir que tiene la FAO y los ejemplos dados en el curso de evaluación de tierras se llenarán dichos formatos para asegurar estar completos, enfatizando que ellos deben reflejar el rango que se consigue en el área en cuanto a elementos del paquete tecnológico usado, y en lo posible relacionar esas variaciones con aspectos de la unidad de tierra correspondiente.
- Dada la situación climática del área (deficitaria en humedad en 8-9 meses en especial en los tramos medios e inferior de la microcuenca) las altas pendientes predominantes, se sugirió el análisis de tipos de utilización de la tierra que incluyeran la posibilidad de riego por aspersión o goteo, utilizando en lo posible estanques de agua locales en las partes altas, con tubería principales comunes hacia abajo y de allí tomar hacia las parcelas individuales. Ello pudiera tener importantes efectos en la productividad y rentabilidad en las tierras (aumento de rendimiento y otro ciclo durante el año) así como en concentrarse en áreas bajo riego más productivas, esto jus-

tificaría mejor la interacción de prácticas de conservación y reducirían la necesidad de tener mayores áreas bajo uso, especialmente las áreas más pendientes o marginales.

- Como un aspecto complementario se sugiere que las prácticas de conservación aplicadas (terrazas, zanjas, etc.) tengan asociados a sus taludes o bordes, usos productivos, tales como plantas medicinales, arbustos de interés (frutales, maderables, pastos para ganado, etc.) para darle mayor cobertura y arraigo al suelo, así como para sacarle provecho a esos espacios que tienen esas estructuras conservacionistas.

Microcuenca Salamaga, Colombia

Se visitó la región de Bucaramanga en compañía de Hernando Méndez y posteriormente Bogotá con María Ramírez. Se discutieron los avances, necesidades y perspectivas de finalizar este proyecto antes del inicio del siguiente. Se visitó la zona, en especial el área del centro de investigaciones, donde tienen varios ensayos de cobertura con usos actuales y potenciales de importancia (cacao, frijol, maíz y frutales).

Con relación a la definición de los elementos: unidades de tierra y tipos de utilización para realizar la Evaluación y concluir en el plan integral de esta zona, se recomendó y acordó:

- De las 23 000 ha del proyecto, tratar de concentrarse en un área más pequeña, representativa de las condiciones físico-naturales, socioeconómicas y de los usos predominantes, para poder finalizar todas las etapas de evaluación en lo que resta del año 97 y los meses iniciales del 98.
- Con relación a las unidades de tierra, se dispone de un mapa de suelos 1:100 000

con series y fases de pendiente de 1973, zonas de vida, información climática y uso actual. La sobreposición de dichos mapas, más alguna revisión adicional de campo debe ser suficiente para establecer las Unidades de Tierra. Se acordó buscar el apoyo de un agrólogo de CORPOICA.

- En cuanto a los Tipos de Uso, según Hernando Méndez, hay encuestas muy recientes sobre el uso actual en los paquetes tecnológicos empleados. Se sugiere pasar la información a formatos de Tipos de Usos de la FAO, con procesamiento manual de las encuestas o a través de un paquete de análisis multivariado.
- Se discutieron criterios para establecer los Usos Mejorados (ej. Vía prácticas de conservación) a partir de los actuales o potenciales principalmente para los cítricos y caña panelera.
- Inicialmente se planteó la casi imposibilidad de realizar las labores planteadas más el proceso de evaluación en sí, pero al final la Coordinadora de la Red ratificó que lo pueden concluir para el informe final.
- Al igual que los otros países, plantearon la solicitud de otro curso sobre Evaluación de Tierras, para el primer semestre de 1999, usando como estudio de caso su área piloto y con amplia participación de otras personas e instituciones nacionales para afianzar la red nacional.

Caso microcuenca el Pereño, Venezuela

En este caso no hubo un viaje a la microcuenca sino una reunión-taller, la cual se realizó FONAIAP, Maracay, para la "Definición del plan de Manejo de la cuenca del río Pereño" de la cual se levantó un informe.

En el taller se profundizó en las observaciones que ya habían presentado en la reunión

de Ibarra, Ecuador, esto es lo relativo a: evaluar usos para producción de agua, usar un esquema de evaluación adecuado al caso de los pastizales y adicionalmente hacer la evaluación económica, más con el criterio de ingreso familiar que con relaciones Beneficio/Costo.

Además de contribuir a presentar soluciones a esto y otros aspectos específicos de la Evaluación de Tierras de esta microcuenca, se presentó el documento "Guidelines por Land Use Planning" de la FAO (1993) el cual establece el enlace entre los resultados de la evaluación de tierras y la elaboración de un plan de uso de las tierras para la microcuenca. Ello sirvió como marco para establecer la secuencia de acciones y el cronograma para culminar el Plan de Manejo de esta microcuenca.

Posteriormente (febrero '98) se efectuaron dos reuniones con P. Yañez y J. C. Rey para discutir el tema de los usos de las tierras bajo bosque natural y los criterios para la selección de áreas y fincas pilotos en esa cuenca, previos a las conversaciones con los líderes comunitarios de esa zona, todo ello contemplado en el cronograma de acciones del proyecto.

Objetivo específico 2

Con la relación a los avances en el diseño y selección de indicadores de sostenibilidad, para el diagnóstico y seguimiento en cada una de las áreas piloto de los países, éstos fueron parciales. La razón fundamental es que se debe completar primero el proceso de evaluación de tierras, pues allí se derivan, en una gran medida, tanto los principales problemas agronómicos, ambientales y socioeconómicos como las principales opciones para su mejoramiento. Lo anterior es base fundamental para hacer el plan de manejo

integral, derivar los objetivos específicos muy claros de lo que se desea medir y monitorear y consecuentemente de los indicadores requeridos. En cuanto a la clasificación de los tipos de indicadores a usar se recomendó y adoptó en general, los que sirven de alerta (**Presión**) los que indican la situación actual (**Estado**) y los que señalan la reacción del hombre o la sociedad (**Respuesta**).

El planteamiento anterior, que ya fue realizado en los cursos anteriores sobre Evaluación de Tierras e Indicadores, les fue ratificado a cada país, tanto en forma individual a los responsables de cada microcuenca, como en las charlas presentadas en Bolivia, Perú, Ecuador y Venezuela.

Ya que en todas las microcuencas piloto se tienen tantos posibles efectos en la totalidad de la microcuenca como a nivel de parcelas, se plantearon indicadores para ambos niveles. Así, se surgieron indicadores a nivel de microcuenca, tal como: áreas cubiertas de bosque/área total volumen de agua durante estiaje/volumen anual, sedimentos, época de lluvia/sedimentos anuales, así mismo se sugirieron indicadores sobre prácticas aplicadas a nivel parcelario, tales como: escamecía parcelas con prácticas de conservación/escorrentía parcela contigua sin prácticas; rentabilidad dinámica parcela con prácticas/rentabilidad parcela contigua sin prácticas.

En la última reunión los participantes de los países, celebrada del 20 al 24/07/98, sobre los indicadores propuestos por cada país para preparar el informe final, se vio que, principalmente Colombia y Venezuela, propusieron indicadores bastante concretos, pero que al igual que los demás países deberían ligarlos aún más a los resultados de la evaluación de tierras, tanto a nivel de la cuenca como de los usos y unidades de tierra seleccionados. En ello se concentró la recomendación. En el informe técnico del segundo período de este Proyecto se observó una adopción parcial de

estas recomendaciones, Colombia con el mejor análisis seguido de Venezuela y los otros países en menor cuantía.

Objetivo específico 3

El desarrollo de las capacidades nacionales y regionales en cuanto a la utilización de las herramientas y metodologías básicas se avanzó a través de las acciones siguientes:

Las visitas y discusiones con los responsables e integrantes de los proyectos nacionales (ya mencionado en el objetivo específico 1).

Presentaciones breves a los directivos de las instituciones, enfatizando el apoyo requerido; búsqueda de alianzas con otras instituciones para complementar capacidades de acción en este y otros proyectos relacionados a futuro.

Los principales contactos en este sentido fueron:

- Ing. Centeno Durán, Director Regional del IBTA, al cual se le informó de los resultados de la reunión de Ibarra, Ecuador, y de los posibles nuevos proyectos con el Fondo Regional del BID. En este último caso se identificó preliminarmente el del río Bermejo que se comparte entre Bolivia y Argentina.
- El Ing. F. Novoa, Subdirector del INIAP de Ecuador, enfatizándole la necesidad de búsqueda de un agrólogo y de un especialista en riego para finalizar el proyecto.
- Presentaciones del REDAMAC y sus avances, en especial el caso de Venezuela que estaba más completo, a los Dres. Benavides, Manuel Arce del INIA, Dr. Torres del PRONAMACHS y Dra. Gutiérrez del INRENA, todos ellos en el Perú. De estas

conversaciones se concretó, entre la Dra. Gutiérrez y Manuel Arce, el préstamo de un agrólogo del INRENA para apoyar la finalización de la microcuenca del Vinchos. Así mismo en Ayacucho se armonizaron mejor las relaciones entre la Estación Regional del INIA y la Universidad local.

- En Colombia se intentó, a través del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, conseguir apoyo para completar la evaluación de tierras en Bucaramanga. No se logró el contacto, pero dentro de CORPOICA, María Margarita, se comprometió a asignar un especialista en suelos para darle el apoyo al Ing. Méndez.
- En Venezuela propuse ante N. Rivas y A. Sánchez la realización de un taller en el CIDIAT sobre enfoques metodológicos para el mejor conocimiento de lo que realizan otras instituciones venezolanas (como el CIDIAT, Ministerio del Ambiente y PALMAVEN) y del CIAT, antes de pasar a las presentaciones de los resultados de REDAMACS a los Ministerios de Agricultura, Ambiente y otros altos directivos, tal como está previsto en la segunda fase de esta consultoría.

Como tercera acción se realizaron talleres, durante esta fase, tanto en Bolivia como en Perú, para ampliar las capacidades nacionales, al integrar otras instituciones a la finalización de estos proyectos y a darle mejor inicio a los que se avizoran.

Así en Tarija, Bolivia, el IBTA convocó a un Taller el 22/11/97 al cual asistieron profesionales de la Universidad Misael Saracho, del Ministerio de Desarrollo en Tarija y de la ONG Ambiental Vida Verde. Luego de presentarle los esquemas metodológicos y los avances de REDAMACS, ellos se constituyeron en un grupo *ad hoc* para, conjuntamente con el IBTA, avanzar con éste y otros proyectos.

De la misma manera, y con similares objetivos, en Ayacucho, Perú, se realizó un taller, al cual asistieron 16 participantes provenientes del INIA, PRONAMACHS y el Ministerio de Agricultura local.

En Venezuela, se realizó en el CIDIAT, Mérida, entre el 2 y el 3 de marzo de 1998, el Taller "Enfoques metodológicos para el manejo y conservación de recursos naturales en cuencas hidrográficas". El objetivo central de este taller fue el de intercambiar experiencias con otros grupos que trabajan en cuencas y tratar de alcanzar unos acuerdos metodológicos comunes. Ello se realizó con personal del CIAT de Colombia, de la Universidad de los Andes, del CIDIAT y del Ministro del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables que trabaja a nivel de toda Venezuela. Resultó de lo anterior, un grupo de acuerdos tácitos sobre la necesidad de balancear mejor estos proyectos, incluyendo temas ambientales, económicos/productivos y sociales.

Objetivo específico 4

Con relación a los aspectos cooperativos futuros que den continuidad al manejo integral de las áreas pilotos de los países de la Región Andina, la primera iniciativa se tomó durante la reunión de Ibarra. Allí, luego que N. Rivas explicó las nuevas modalidades de financiamiento a través de FONTAGRO, nos concentramos en identificar posibles proyectos. La contribución principal fue apoyar enfáticamente la proposición de un proyecto para validar los planes de manejo de la microcuenca, las fincas donde se harían las investigaciones de cambio de uso y manejo, la medición de indicadores y los programas de extensión. De igual forma, lideré la coordinación de la posible participación de los países en esta propuesta. Ello quedó plasmado en el proyecto denominado: "Manejo Sostenible de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas de la Re-

gión Andina” y que es una clara continuación de los que ha adelantado REDAMACS.

La segunda acción se realizó durante la reunión celebrada en el CIAT, del 3 al 5 de febrero pasado. Allí se intentó el desarrollo de proyectos sometidos a consideración de FONTAGRO, pudieran darle continuidad a esfuerzos de PROCIANDINO, CIAT, etc.

Se formuló una propuesta de continuación del manejo integrado de cuencas, basado en el proyecto citado en el párrafo anterior, pero en discusiones en ese mismo evento con Edgardo E. Moscardi, éste señaló la baja probabilidad de ese tema. Así, se formuló otro proyecto, pero relacionado con la zonificación del cultivo de mango y mejoramiento de su productividad en Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. Al regreso a Venezuela continué asesorando a F. Ovalles del FONAIAP en la formulación. Desafortunadamente éste no fue aprobado en el proceso de selección de FONTAGRO para la cartera de 1998.

La tercera acción tuvo que ver con la formulación del perfil del Proyecto de la Cuenca Binacional del Río Táchira, entre Colombia y Venezuela. Éste ya se había identificado en la reunión de Ibarra de 1997. En Venezuela y conjuntamente con el IICA-Caracas se realizó una reunión con Freddy Rojas y el grupo de FONAIAP para establecer un borrador que, posteriormente, se llevó a una discusión con los grupos técnicos de Colombia. Allí, se realizó ese taller en Cúcuta, durante el 28 y 29 de abril de 1998 y fue sometido a consideración de la Corporación Andina de Fomento para su financiamiento parcial. Así mismo, por instrucciones de N. Rivas, se realizaron contactos con Holanda (ITC) y España (Universidad de Valencia) para un posible financiamiento de la Comunidad Económica Europea, aún no se tiene respuesta.

Por último, se participó en la organización y realización de una reunión con los viceminis-

tros de Ambiente y Agricultura de Venezuela, con el representante del IICA en este país y personal de PROCIANDINO y del FONAIAP relacionado con el proyecto de cuenca del Pereño, como un ejemplo de las acciones de PROCIANDINO. Se les presentaron los enfoques y resultados obtenidos, así como la participación de personal en estos ministerios en dicho trabajo. Además demostrar el interés en lo presentado, los viceministros concluyeron en la necesidad de organizar un taller, próximamente, para acordar estrategias y enfoques con los técnicos de las varias instituciones nacionales y con los políticos sobre el tema de las cuencas.

Conclusiones y recomendaciones

- Se mejoró notablemente la capacitación de los profesionales participantes en analizar cada zona piloto a través de la evaluación de tierras de FAO y en los criterios para diseñar indicadores de sostenibilidad.
- El esquema propuesto y adoptado de usar indicadores de presión (alerta) de estado (situación del momento) y de respuesta (acciones tomadas) parece altamente adecuados para este proyecto y fue el que se adoptó en todos los casos.
- Para el desarrollo de indicadores de sostenibilidad, es muy importante el tener finalizada la Evaluación de Tierras y el Plan de Manejo Integral de las Microcuencas y de ellos derivar los principales problemas específicos a monitorear y evaluar con los indicadores identificados.
- Los avances logrados de la Evaluación de Tierras y por ello en los Planes de Manejo de las Cuencas y Desarrollo de Indicadores de Sostenibilidad específicos fueron limitados. La principal limitante para alcanzar lo anterior, fue que la mayoría de los Insti-

tutos de Investigación Agrícolas (INIA's) participantes no poseen todas las experticias para atacar los diferentes frentes de trabajo requeridos. Desafortunadamente tampoco suplieron todas estas deficiencias, creando suficientes alianzas con otras instituciones o departamentos de la misma institución.

- Los cursos y talleres dictados en REDAMACS mejoraron muchísimo las capacidades de los participantes, pero no al grado de que autónomamente pudieran ejecutar todo lo requerido.
- Los principales especialistas, adicionales requeridos, fueron agrólogos y economistas agrícolas, con conocimiento de Evaluación de Tierras, para completar las evaluaciones y planes, y extensionistas que ayudarán a organizar la participación de los productores en establecer las áreas pilotos e indicadores.
- De los usos de la tierra identificados como más promisorios para la mayoría de los países, están los que incluyen riego por aspersión o por goteo, como principal cambio tecnológico. Ello sería factor de diversificación de cultivos hacia otros más rentables, tales como los frutales, menos superficie de tierras ocupadas y mayor viabilidad económica de las prácticas de conservación a aplicar.

Las principales recomendaciones son:

Para futuros proyectos de esta naturaleza, es recomendable darle una mayor consideración a:

- El tiempo necesario para la curva de aprendizaje de los equipos nacionales.
- La conformación de equipos más integrales intra e interinstitucionales de cada país.
- Cursos a nivel nacional para fortalecer las redes institucionales.
- Un mayor seguimiento técnico y entrega de cuentas de los acuerdos establecidos.
- Usar áreas pilotos de tamaños y disponibilidad de información más acorde con las posibilidades de su finalización.
- Una mayor participación de los clientes (productores, empresas hidráulicas, etc) en el diagnóstico, diseño e implantación.

Que PROCIANDINO le solicite a cada INIA la búsqueda de alianzas institucionales para llevar a la práctica la implantación de los indicadores propuestos tanto a nivel de microcuenca, como de las parcelas piloto, y así validar, ajustar y darle utilidad a los objetivos finales de este proyecto. Finalmente darle seguimiento y publicidad a esta recomendación, de ser adoptada.

***Uso y manejo conservacionista
de suelos en zonas de ladera***

Evaluación de tierras de la microcuenca del río Chamachán - Provincia de Imbabura - Ecuador

F. Valverde*, J. Córdova* y C. Yanez**

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

*** Técnico del Departamento de Biometría de la Estación Experimental "Santa Catalina", INIAP, Quito, Ecuador.*

En la actualidad la evaluación de tierras para fines de usos agrícolas, es cada día más utilizada y específica para describir ciertas características y cualidades del suelo, medio ambiente, aspectos sociales, culturales y los relacionados con los cultivos de importancia en cada región.

La metodología utilizada como guía, es la evaluación de tierras para la agricultura bajo riego (FAO, 1990) y agricultura de secano (FAO, 1985) las cuales se basan en la recopilación de información (edafoclimática, cultivos, otros) recorridos de campo por el área de estudio, así como análisis complementarios de suelos y aguas. Al realizar el análisis de las características y cualidades de la tierra, es posible identificar problemas ecológicos y de manejo de los recursos naturales, para proponer cambios en el uso de la tierra para mejorar las condiciones de vida de las personas, así como preservar los recursos naturales no renovables.

Considerando que en el país es muy escasa la información sobre evaluación de tierras, este estudio es un avance en la implantación

de la metodología propuesta por la FAO para ir familiarizándose y ajustándola a las condiciones nacionales; a la vez servirá para profundizar en el conocimiento de la problemática de la agricultura en la sierra ecuatoriana, la misma que se realiza en 70% de suelos de ladera con fuertes pendientes y muy frágiles a la erosión. Esto servirá para definir prácticas de manejo de suelos y aguas que permitan desarrollar una agricultura sustentable en el espacio y en tiempo.

Objetivos

General

- Determinar el mejor uso posible para cada unidad de tierra definida en la microcuenca del río Chamachán, teniendo en cuenta las características edafoclimáticas y socioeconómicas, así como la conservación de los recursos naturales.

Específicos

- Evaluar las características de la tierra de la microcuenca del río Chamachán en términos físicos, climáticos, sociales, ambientales y económicos, y su impacto en la conservación de los recursos naturales.
- Determinar los tipos de uso de la tierra (TUT) actuales de la microcuenca del río Chamachán.
- Proponer y evaluar mejoras en tipo de actualización actual de la tierra y alternativas tecnológicas que mantengan o incrementen la productividad de los suelos y cultivos, contribuyendo a la sostenibilidad de la agricultura en el tiempo.

Materiales y métodos

Luego del Seminario sobre Evaluación de Tierras, realizado en los estados Táchira y Mérida, Venezuela, surgió la idea de realizar este trabajo en la microcuenca del río Chamachán, para lo cual se ha procedido a recopilar la información existente en instituciones del sector agrícola; así como mapas de suelos, uso actual de la tierra, zonas de vida, mapas de altitud, información sobre sistemas de riego de la zona y la caracterización climática con base en las estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.

El proceso de evaluación de tierras se realizó con base en los esquemas de la FAO (1985) para riego en la parte baja y seco en la alta, se desarrollarán las actividades siguientes:

- Definición de objetivos de la evaluación (general y específicos, señalados anteriormente).
- Revisión de la información existente.

Características generales de Ecuador.

Distribución Territorial: la República de Ecuador está situada en el hemisferio Occidental, al noroeste de América del Sur. El territorio continental está ubicado entre las latitudes 01° 27' 06" N y 05° 00' 56" S y en las longitudes 75° 11' 49" W a 81° 00' 40" W. El territorio continental está atravesado por la Cordillera de los Andes que lo divide en tres regiones naturales: litoral o costa, central o sierra y amazónica; además cuenta con una región insular o Archipiélago de Galapagos que se encuentra en el océano Pacífico a 1 000 km del continente (Instituto Geográfico Militar, 1995).

Ecuador tiene una superficie de 270 670 km², con dos vertientes: la del océano Pacífico y la del río Amazonas, las cuales recogen las aguas provenientes de las lluvias a través de una concentrada red hidrográfica. La población, de acuerdo con el Censo de 1990, es de 9 648 189 habitantes. La densidad poblacional es de 35,5 hab./km².

La distribución territorial es la siguiente: 27% litoral, 25% sierra (cordillera, nodos, hoyas y valles) y 48% amazonía (Mujica, E. y Rueda S., 1996)

Uso actual del suelo

Bosques	46%
Agricultura y ganadería	30%
Áreas naturales protegidas	17%
Otras (ríos, lagos, zonas desérticas o improductivas, nieves, otras)	4%
Infraestructura urbana	3%

Problemas ambientales

- Deforestación de 90 a 100 000 ha/año, originando reducción de bosques nativos.
- Erosión del suelo, principalmente en suelos de ladera de la sierra.
- Contaminación del aire, agua y suelo.
- Pobreza y marginalidad.

Características de la zona de montaña

Geología: Reciente (volcanismo-tectónica)
Arenas, areniscas consolidadas (duripan)
Afloramientos rocosos (andesita, otros)

Fisiografía: Cordilleras disectadas, moderadamente disectadas, colinas y valles.

Pendiente:	Flancos	> 70%
	Pie de monte	40 a 70%
	Colinas	10 a 40%
	Valles	4 a 10%

Zonas de vida: Nival - Montano bajo

Precipitación: 400 a 3 000 mm

Temperatura: 0 a 22 °C

Población: 45%

Características generales de la microcuenca del río Chamachán

Para actualizar la información sobre los tipos de uso de la tierra (TUT) sistemas de cultivos, problemas de la zona y otros, se realizaron visitas en las cuales se entrevistaron a varios agricultores de las comunidades y a técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Igualmente, para evaluar la calidad del agua, se tomaron muestras en el canal principal de riego y en los secundarios.

Ubicación política y geográfica de la microcuenca: está ubicada en la provincia de Imbabura, a 0° 21' de latitud norte y 77° 57' 30" de longitud oeste, en la vertiente del Pacífico, en el Sistema Hidrográfico 02 de la cuenca del río Mira.

Superficie: la cuenca del río Mira tiene una superficie de 6 684 km². El área del río Machamán es de 58,5 km².

Zona de vida (bsMB): según Holdrige, es bosque seco Montano Bajo. Las características del clima son: precipitación 500 a 1 000 mm, relación de evapotranspiración potencial 0,70 a 1,88, humedad subhúmedo (transición a húmedo) unidades cartográfico - taxonómicas Durustoll, Haplustoll, Argiustoll, otras.

Relieve y material parental: asociación de suelos, generalmente se puede observar la presencia frecuente de una fase de profundidad (quebradas) en este subconjunto de suelos en relación con la pendiente general, vertientes y lomas muy variables de 5 a 70%

Pendiente suave de 5 a 12%, pero microrelieve con ondulación irregular, la mecanización es posible, pero no para todas las operaciones o tipo de máquinas. Hay dificultades para regar.

Pendiente regular de 12 a 25% o irregular con microrelieve de 12 a 20%, la mecanización es posible, pero sólo para algunos tipos de máquinas, existen restricciones y dificultades para regar.

Pendientes fuertes de más de 25% y menos de 50%, la mecanización de laboreo es posible (mejor con tractor a cadena) siendo imposible la mayoría de las otras operaciones de cultivo con maquinaria. Hay enormes difi-

cultades para regar y peligro de erosión y derrumbes.

Pendientes muy fuertes de 50 a 70%. La mecanización es imposible para todas las operaciones de cultivo. Hay peligros de erosión, solifluxión y derrumbes. Es mejor aconsejar la reforestación y conservación.

Altitud: la microcuenca va desde 2 000 a 3 000 msnm.

Temperatura: en la microcuenca del río Chamachán se tiene un régimen isotérmico, temperaturas promedio de 7 a 17 °C según la altitud, con fluctuaciones entre 4 a 25°C, con un promedio de 16 °C, 12 horas luz.

Ubicación de las estaciones meteorológicas

Pimampiro 0° 23' 16" latitud norte
77° 55' 48" longitud oeste
altitud 2 090 msnm

Mira FAO 0° 32' 00" latitud norte
78° 02' 00" longitud oeste
altitud 2 270 msnm

Mira 0° 33' 10" latitud norte
78° 02' 29" longitud oeste
altitud 2 410 msnm.

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios mensuales de temperatura, precipitación, evapotranspiración (ETV) y el déficit hídrico de la Estación Meteorológica de Pimampiro, la cual es la más cercana a la microcuenca (10 km) en él se observa que 10 meses del año son secos, siendo mayor la EVT que la precipitación.

Precipitación: régimen de humedad ústico y údico, las lluvias más importantes son en los meses de octubre a noviembre y de marzo a abril, con una época de sequía marcada de junio a septiembre, en la que los cultivos dependen del riego (ver figura) La precipitación promedio anual de 25 años es de 550 mm, según la Estación del cantón Pimampiro que es de tercer orden.

En la Figura se observa que la precipitación es menor a la evapotranspiración en 10 meses del año, dando como resultado un déficit hídrico que debe ser compensado con el riego. Esto corrobora la importancia del riego para la producción de cultivos en la zona baja.

Riego: a continuación se presentan algunas características de la microcuenca del río Chamachán:

- Volumen anual de escurrimiento 14,4 a 36,9 millones de m³.

Cuadro 1. Datos meteorológicos de algunas estaciones ubicadas en la cuenca del río Mira (°C y mm) Promedios de 25 años (1964-1988).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom y total
Pimampiro													
Temperatura	16,6	16,6	16,8	17,1	17,1	16,7	16,9	16,8	17,0	17,0	16,6	16,4	16,8
Precipitación	32	47	53	64	40	43	35	24	31	62	69	50	550
EVT	64	61	65	65	67	62	65	65	64	66	62	62	768
Déficit	32	14	12	1	27	19	30	41	33	4	(7)	12	225
Precipitación													
Mira FAO	10,9	37,8	138	53,4	41,8	5,3	10,2	6,5	8,5	98,1	47,6	88,3	596,2
Mira	40,4	59,7	71,1	74,5	55,9	24,9	13,7	15,7	31,7	74,1	89,4	67,8	618,9

- Módulo específico del caudal 10 a 20 l/seg./km² (caudal específico).
- Estiaje 5 a 10 l/seg.km²
- Perímetro 37 km
- Desnivel 1 700 m
- Altura media 3 100 m
- Índice de compacidad 1,36 (forma) tendencia media a crecidas e inundaciones.
- Relieve R7 (muy fuerte)
- Microcuenca con recurso hídrico totalmente utilizado.

Las aguas del río Chamachán son utilizadas para riego de la microcuenca y de las tierras aledañas. En la zona no existe agua disponible para ampliar el área de riego con base en el aumento de las nuevas fuentes de capta-

ción; por lo tanto, la única alternativa al momento, es mejorar la eficiencia del riego y las condiciones de los canales y reservorios, mediante revestimiento de concreto, para evitar la filtración. Actualmente se menciona un proyecto de riego el cual captaría el agua de otras vertientes y de reservorios naturales (lagos, lagunas, otros) los que en un futuro podrían ampliar el área de riego y el número de usuarios, incorporando de esta manera extensas áreas de tierra a la agricultura.

Según información proporcionada por la Agencia de Aguas de Ibarra, actualmente existen dos acequias sin revestimiento: la acequia la Chorrera que riega el área de Pimampiro, con un caudal de 40% y la acequia La Esperanza con 60%.

La acequia La Esperanza se encuentra ubicada entre las coordenadas 0° 18' de latitud norte y 78° 56' de longitud oeste, en el sistema hidrográfico 02 del río Mira, subcuenca 01 del río Mira y microcuenca del río Chamachán, la

captación es la margen izquierda a una cota de 2 530 msnm. Tiene un caudal de 103 l/s, éste está dividido para tres ramales: El Inca, Los Arboles y Pugarpuela; el número de usuarios es de 54 y el área de riego 203 ha. El recorrido de la acequia principal es de 5 km.

En las comunidades, el riego se realiza superficialmente por surcos. Todos los agricultores tiene reservorios sin revestimiento de 5 a 15 m³ de capacidad; están ubicados en la parte alta de la finca y son utilizados para almacenar agua en los turnos de la noche, cuando existe mayor demanda. Los turnos de riego son cada ocho días y el número de horas asignadas a cada agricultor está en función de la superficie de la finca, generalmente es de 5 h/ha. El caudal asignada a cada productor es de 8 l/s, variando según la época (seca y lluviosa).

Resultados y discusión

Descripción de los Tipos de Utilización de la Tierra (TUT)

La microcuenca se caracteriza por tener diferentes pisos altitudinales, la parte baja se inicia a los 2 000 msnm y la alta llega hasta los 3 800 msnm (páramo) esto hace que exista una gran diversidad de cultivos a lo largo de la microcuenca. Se observa que no existe patrón definido para la rotación de cultivos; ésta, en muchos casos, depende de la demanda de productos, condiciones climáticas y socioeconómicas, generando una diversidad de TUT en las diferentes zonas agroecológicas. Para este trabajo se seleccionaron dos TUT de la parte baja (2 100 a 2 600 m) los cuales tienen una duración de año y medio, y uno en la parte intermedia (2 700 a 3 100 m) con una duración de tres años; éstos son:

- Fréjol arbustivo, fréjol arbustivo y maíz (TUT 1).

- Fréjol arbustivo, arveja y cebolla (TUT 2).
- Papa, maíz-fréjoles voluble (en asociación) trigo y arveja (TUT 3).

Entre los 3 200 y 3 500 msnm, los cultivos predominantes son papa, haba y pastos; de los 3 500 a 3 800 msnm, existe vegetación natural, principalmente paja de páramo.

La descripción de los TUT se presenta en el Cuadro 2 y los cuadros 1 y 2 del Apéndice. Además se proponen algunas mejoras en el sistema de riego (riego por aspersión) para incrementar la eficiencia y reducir problemas de erosión por el arrastre; considerando que las pendientes en su mayoría oscilan entre 10 y 70% se recomienda la implantación de prácticas de conservación de suelos y aguas, con zanjas de desviación protegidas con pastos y algunos frutales como limón, granadilla, taxo, tomate de árbol y especies nativas de arbustos. Debido a la mediana y baja fertilidad de los suelos, se recomienda la fertilización con abonos minerales y orgánicos (TUT mejorado).

Definición de las unidades de tierra (TU)

Las unidades de tierra fueron definidas con base en los mapas de suelo, mapas topográficos y mapas de uso actual, escala 1:50 000. Las características de las unidades de tierra de la microcuenca se señalan en el Cuadro 3 y en la revisión de la información que se presenta en los capítulos anteriores.

Es importante considerar como premisa que unidades de tierra con pendientes superiores a 70% no son aptas para la agricultura y por consiguiente deben ser protegidas con vegetación natural para evitar la degradación del suelo; al igual que aquellas áreas que se encuentran por sobre los 3 600 msnm, en algunas zonas con pendientes entre 50 y 70% se recomienda dedicarlas a la explotación ganadera con pastos y árboles nativos de la zona.

Cuadro 2. TUT 1 Fréjol arbustivo dos ciclos y maíz bajo riego por gravedad.

Características de los cultivos	Dos a tres ciclos de fréjol arbustivo, luego se rota con maíz en relevo con labranza reducida, al llenado del grano fréjol se siembra directamente el maíz, regresando luego al fréjol.
Productos	Fréjol arbustivo selva (otros: Magola, Uribe, Cargabello, otros) Maíz Huandango local.
Orientación del mercado	Fréjol: en seco, venta en la finca para el mercado colombiano, consumo y semilla. Maíz producción en choclo para venta en la finca y consumo, en seco para semilla.
Intensidad de uso de factores	Fréjol: medianamente intensiva en capital y mano de obra. Maíz: baja intensidad en capital y mano de obra.
Conocimientos técnicos y comportamiento	Fréjol: nivel técnico aceptable (semitecnificado) y buena predisposición para aplicar nuevas tecnologías. Maíz: nivel técnico medio, bajo interés para aplicar nuevas tecnologías.
Nivel de administración de la Unidad productiva	Productor la mayoría de fincas, arrendatarios y medianería.
Tamaño y configuración de UP	2 a 5 ha. Con fréjol, lotes de 0,5 a 2,0 ha y con maíz lotes de 0,3 a 0,6 ha.
Tenencia	Propia y arrendada.
Requerimientos de infraestructura	Mejoramiento de vialidad, sistemas de riego y centros de acopio.
Prácticas de cultivo para fréjol	Preparación del suelo: con yunta o tractor(arada, rastra y cruza) Surcado con caballo. Siembra: dos épocas, febrero – marzo y septiembre – octubre, en surcos de 0,60 m y entre plantas a 0,30 m en promedio, 3 a 4 semillas por golpe, 2 qq/ha. Labores culturales: control de malezas manual con azadón a los 30 días y aporque a los 60 – 70 días. Fertilización: usan 18-46-00, 10-30-10 y 15-15-15, en general 2 sacos/ha a la siembra (1 saco = 50 kg. Algunos aplican urea y abonos foliares como Nitrofoska durante el desarrollo del cultivo. Plagas y enfermedades: 3 a 4 aplicaciones por ciclo con bomba de mochila.

./...continúa

Cuadro 2. continuación ...

	<p>Plagas: trozador, mosca blanca, barrenadores, minadores de hojas y vainas . Control con Monitor y/o Curacron 200 a 250 cc/ 200 litros de agua; Lorsba, Thiodan o Dimicron. Enfermedades: antracnosis, mancha angular, cenicilla y rhizoctonia. Control con Cocide, Mancozeb, Cuprosan, Cosan y Alto 100. Una libra por cada 200 litros de agua. Riego: por gravedad, en verano cada 8 a 15 días (8 riegos en el ciclo) existiendo déficit de agua. En invierno riego complementario de acuerdo a condiciones climáticas. Cosecha y trilla: manual Plagas y enfermedades: no controlan. Riego: por gravedad. En invierno riego complementario de acuerdo a condiciones climáticas. Cosecha y desgrane: manual.</p>
Prácticas de cultivo para maíz	<p>Preparación del suelo: con yunta o tractor(arada, rastra y cruz) Surcado con caballo. En relevo, siembra directa. Siembra: noviembre a diciembre, en surcos de 0,80 a 1,00 m y entre plantas 0,50 a 0,60 m, 3 a 4 semillas por golpe, 30 hg/ ha. Siembra directa sin preparar el suelo en el costado del surco de fréjol. Labores culturales: deshierbe y aporque manual a los 45 y 70 días, manualmente con azadón. Fertilización: ninguna, pocos usan dos sacos por hectárea 18-46-00. Plagas y enfermedades: no controlan. Riego: por gravedad. En invierno riego complementario de acuerdo a condiciones climáticas. Cosecha y desgrane: manual.</p>
Fuentes de energía	<p>Preparación del suelo para fréjol: bueyes y tractor. Preparación de suelo para maíz: bueyes y tractor y un gran número siembran directo en el costado del surco del fréjol. Cosecha y trilla fréjol: manual Cosecha y desgrane maíz: manual Movilización de la cosecha: caballos y camión.</p>
Rendimientos	<p>Fréjol: 1,5 a 2,0 t/ha Maíz: 1,5 t/ha en seco (30 qq/ha)</p>
Costos de producción	<p>Fréjol: S/. 2 200 000/ha Maíz: S/. 600 000/ha</p>
Precio del producto	<p>Fréjol: S/. 200 000/qq. Maíz: S/. 50 000/qq.</p>

Cuadro 3. Unidades de tierra de la microcuenca del río Chamachán.

UT	Identificación	Altura	Temperatura promedio °C	Profundidad	Acequias	Textura	Fertilidad	Acceso	Pendiente	Superficie hectáreas
1	Hma	2 300 - 2 700	15,6 - 13,2	Profundo > 1m	Si	Limosao con arena muy fina	Alta	Fácil	12 - 20	99
2	Cm1	2 100 - 2 600	16,8 - 13,8	Cangagua 70 cm	Si	Arenoso fino o linoso negro o pardo	Alto	Fácil	20 - 70	101
3	Cm2	2 600 - 3 000	13,8 - 11,4	Cangagua 50 cm	No	Arenoso fino o linoso negro o pardo	Media	Fácil	50 - 70	308
4	Cn	2 200 - 2 400	16,2 - 15,0	Cangagua 40 cm	Si	Arenoso fino o linoso negro o pardo	Media	Mediano	20 - 70	249
5	Cp1	2 100 - 2 400	16,8 - 15,0	Cangagua 20 cm	Si	Arenoso fino o linoso negro o pardo	Media	Difficil	12 - 70	249
6	Cp2	2 400 - 2 800	15,0 - 12,6	Cangagua 20 cm	Si	Arenoso fino o linoso negro o pardo	Media	Difficil	25 - >70	1 394
7	Ma	3 000 - 3 300	11,4 - 9,6	Profundo	Si	Arenoso-arcilloso	Alta	Difficil	20 - 50	92
8	Mg	3 000 - 3 400	11,4 - 9,0	Toba volcánica de 20 - 30 cm	No	Arcilloso	Media	Mediano	12 - >70	710
9	Mg/Mf	2 800 - 3 200	12,6 - 10,2	Toba volcánica de 30 - 45 cm	No	Arcilloso	Media	Fácil	12 - 50	345
10	Mf	3 200 - 3 400	10,2 - 9,0	Toba volcánica de 40 - 60 cm	No	Arcilloso	Media	Mediano	12 - 20	133
11	Df	3 500 - 3 800	8,4 - 6,6	Horizonte amarillo a 50 cm	No	Pseudolimoso negro	Baja	Difficil	12 - 70	405
12	Dm	3 600 - 3 800	7,8 - 6,6	> a 100 cm	No	Pseudolimoso muy negro	Baja	Difficil	20 - 50	486
13	Dp	3 400 - 3 600	9,0 - 7,8	Horizonte amarillo a 50 cm	No	Pseudolimoso negro	Baja	Difficil	50 - 70	481
14	Snr-C	3 200 - 3 600	10,2 - 7,8	< a 20 cm	No	Arenoso	Baja	Difficil	50>+ 70	325
15	7				No		Baja	Difficil	> 70	518

Selección de las cualidades de la tierra (CT) y su valoración

En el Cuadro 4 se constatan las 32 cualidades de la tierra para agricultura bajo riego; siendo seleccionadas nueve como las más relevantes para la zona en estudio y en el Cuadro 5 se seleccionan las cualidades para agricultura de secano (TUT 3) La selección se realizó de acuerdo con los criterios siguientes:

- Efecto sobre el uso de la tierra (EUT)
- Existencia de valores críticos (EVC)
- Disponibilidad de la información (DI)

Definición de criterios de valoración

En los cuadros 6 y 7 se presentan los criterios de valoración para las cualidades seleccionadas como relevantes para el estudio. Éstos corresponden a los TUT 1 y 2, los mismos fueron determinados con base a la información edafoclimática (Cuadro 2).

CT 1. Período vegetativo: es importante dentro de los sistemas de rotaciones que las comunidades realizan con los cultivos fréjol, maíz, arveja, papa, cebolla, cebada y otros. El ciclo vegetativo de los cultivos depende de las variedades y la altitud, éste es un factor que afecta directamente, así a mayor altura el ciclo se prolonga.

CT3. Temperatura: dentro de la microcuenca es una cualidad determinante y que influye en los usos de la tierra; la temperatura promedio oscila entre 7 y 17 °C en la parte más alta y la más baja respectivamente, esto influye en la presencia de varios microclimas en los que se desarrollan diferentes TUT, las variaciones mensuales son mínimas; las mayores fluctuaciones se tienen entre el día y la noche.

CT 4. Condiciones de enraizamiento: ésta cualidad está relacionada con la profundidad.

CT 6. Disponibilidad de agua: a nivel de la microcuenca no existe la posibilidad de ampliar el caudal del agua para riego, quedando como alternativas la de mejorar la condición del agua, mediante la impermeabilización del canal principal, revestimiento de reservorios usados para almacenar agua y mejorar la eficiencia en el uso del agua, mediante el riego por aspersión. En la época seca hay déficit de agua para riego, lo cual afecta el rendimiento de los cultivos. La evaluación de esta cualidad se realiza con base en la ubicación de las acequias y la textura.

Árbol 1

Acequia	Textura	Calificación
Sí	Ligera	a2
	Mediana	a1
	Pesada	a1
No		n

La calidad del agua para el riego es buena, la conductividad eléctrica (CE) carbamatos, bicarbonatos, sulfatos, sodio, cloro, etc. está a niveles aceptables, según las tablas de la FAO. El agua de riego es clasificada como suave de acuerdo a la interpretación del análisis químico realizado en el Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación de Santa Catalina, INIAP.

CT 7. Disponibilidad de nutrimentos: el análisis químico de los suelos de algunas unidades de tierra presenta deficiencias para: nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, zinc, Manganeso y boro; el calcio, magnesio, cobre y hierro son altos. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es media y la saturación de bases (% SB) es alta.

El pH del suelo es prácticamente neutro (6,2 a 6,8) En estas condiciones la disponibilidad

Cuadro 4. Selección de CT para los TUT fréjol, fréjol, maíz y fréjol, arveja, cebolla con riego.

No.	Factor clasificadorlo	EUT	EVC	DI	I
A Factores agronómicos que afectan el rendimiento					
1	Período vegetativo	I	F	O	1
2	Radiación	M	PF	No	3C
3	Temperatura	I	F	O	1
4	Condiciones de enraizamiento	I	F	O	1
5	Aireación	M	R	A	3B
6	Disponibilidad de agua	I	F	O	1
7	Fertilidad (NPK)	I	F	O	1
8	Calidad de agua	I	R	O	3B
9	Salinidad	M	R	O	3B
10	Sodicidad	M	R	O	3B
11	pH, micronutrientes y toxicidades	I	F	No	3C
12	Ataque de plaga, maleza y enfermedades	I	F	O	1
13	Inundaciones, tormentas, vientos y granizo	M	R	A	3B
B Factores que afectan al manejo					
14	Ubicación	I	PF	O	2
15	Requisitos de manejo para aplicación de agua	I	F	O	1
16	Manejo agrícola precosecha	NI	PF	A	3A
17	Cosecha y poscosecha	NI	PF	A	3A
18	Mecanización	I	F	O	1
C Factores de costo y aprovechamiento de la tierra					
19	Necesidad de deforestación	L	PF	O	3A
20	Protección contra inundaciones	M	A	A	3A
21	Drenaje	I	R	O	3A
22	Necesidad de nivelación de tierras	NA	-	-	3A
23	Aplicación de enmiendas (físicas y químicas y orgánicas)	M	R	O	3B
24	Lixiviación	NA	-	-	3A
25	Duración del período de recuperación	NA	-	-	3A
26	Obras de riego necesarias (construcción)	NA	-	-	3A
D Factores de conservación de suelos y medio ambiente					
27	Riesgo de salinidad	M	R	O	3B
28	Riesgo de aguas subterráneas y superficie	NA	-	-	3A
29	Riesgo de erosión	I	F	O	1
30	Riesgo ambiental	I	R	O	3A
F Factores sociales y económicos					
31	Actitud de los agricultores frente al riesgo	I	R	O	3B
32	Otros factores si son clasificados				

Cuadro 5. Selección de CT para TUT 3 papa (maíz - fréjol) trigo y arveja bajo secano.

No.	Factor clasificatorio	EUT	EVC	DI	I
A Requisitos del cultivo					
1	Régimen de radiación	M	R	NO	3C
2	Régimen de temperatura	I	F	O	1
3	Humedad disponible	I	F	NO	3C
4	Disponibilidad de oxígeno	M	PF	NO	3C
5	Capacidad de retención de nutrimentos	M	F	O	1
6	Nutrimentos disponibles	I	F	O	1
7	Condiciones que afectan la germinación	M	PF	NO	3C
8	Condiciones de enraizamiento	I	R	O	1
9	Humedad del aire	M	R	NO	3C
10	Condiciones de maduración	M	R	NO	3C
11	Riesgos de inundación	NI	R	NO	3C
12	Riesgos climáticos	NI	PF	A	3C
13	Exceso de sales	M	R	NO	3B
14	Toxicidad del suelo	NI	R	A	3B
15	Plagas y enfermedades	I	F	O	1
B Factores que afectan el manejo					
16	Capacidad de laboreo del suelo	I	F	O	1
17	Posibilidad de mecanización	M	R	A	3B
18	Condiciones para preparación y limpieza de la tierra	NI	R	NO	3C
19	Condiciones para almacenamiento	NI	R	A	3B
20	Condiciones que afectan el cronograma de producción	NI	R	NO	3C
21	Acceso a la unidad de producción	NI	R	A	3B
22	Tamaño de unidades de manejo	NI	R	A	1
23	Ubicación	I	F	O	1
C Factores de conservación de suelos					
24	Riesgo de erosión	I	F	O	1
25	Riesgo de degradación	M	F	NO	3C

Cuadro 6. Valoración de las cualidades.

CT	CUT	Factor de diagnóstico	Unidad de medida
1	Período vegetativo	Altura	msnm
3	Temperatura	Temperatura media	°C
4	Condiciones de enraizamiento	Profundidad del suelo	Centímetro (cm)
6	Disponibilidad de agua	Ubicación de acequias Textura	Clase Clase
7	Disponibilidad de nutrimentos	Nivel de fertilidad	Clase
12	Plagas y enfermedades	Altitud	msnm
14	Ubicación	Acceso	Clase
15	Manejo de aplicación de agua	Pendiente Profundidad del suelo	Porcentaje (%) Centímetro (cm)
18	Mecanización	Pendiente	Porcentaje (%)
29	Riesgo de erosión	Pendiente Profundidad del suelo Textura	Porcentaje (%) Centímetro (cm) Clase

Cuadro 7. Criterios de valoración utilizados para los TUT 1 y 2 bajo riego.

CT	CUT	Factor de diagnóstico	a1	a2	a3	n
1	Período vegetativo	Altura	1 600 - 2 400	2 400 - 2 600	2 600 - 2 800	> 2 800
3	Temperatura	Temperatura media	15 - 18	12 - 15	10 - 12	<10
4	Condiciones de enraizamiento	Profundidad del suelo	<20	20 - 50	>50	
6	Disponibilidad de agua	Ubicación de acequias Textura			Árbol 1	
7	Disponibilidad de nutrimentos	Nivel de fertilidad	Alto	Media	Baja	
12	Plagas y enfermedades	Altitud	>2 600	2 000 - 2 600	1 600 - 2 000	
14	Ubicación	Acceso	Fácil	Mediana	Difícil	
15	Manejo de aplicación de agua	Pendiente Profundidad del suelo			Árbol 2	
18	Mecanización	Pendiente	<15	16 - 25	26 - 40	<40
29	Riesgo de erosión	Pendiente Profundidad del suelo Textura			Árbol 3	

de nutrientes es buena. La textura de los suelos analizados es franca; capacidad de campo entre 20 y 32 cbar y el punto de marchitez entre 15 y 17 bar.

CT 12. Plagas, enfermedades y malezas: para esta cualidad se toma en consideración las plagas más limitantes para el cultivo del fréjol, éstas son: mosca blanca, trozador y con mayor incidencia en las épocas secas.

Entre las enfermedades más difundidas en la zona y que afectan el rendimiento del fréjol, se encuentran las siguientes: *Antracnosis*, *Mancha angular*, *Cenicilla* y *Rhizoctonia*. Estas enfermedades son más frecuentes en épocas lluviosas. En maíz los problemas de plagas y enfermedades son menores.

CT 14. Ubicación: Se evaluó con base en el acceso a las fincas y la disponibilidad de carreteras que facilitan el transporte de las cosechas.

CT 15. Manejo y aplicación de agua: en la microcuenca existe un déficit hídrico de 235 mm/año, distribuidos en 10 meses del año, siendo más acentuado en la parte baja y es la que tiene riego; la parte alta tiene mayor humedad ambiental y precipitaciones más frecuentes, aquí la producción agrícola es de secano.

La valoración se realizó según los factores de diagnóstico pendiente y profundidad del suelo.

Árbol 2

Pendiente(%)	Profundidad del suelo (cm)	Calificación
< 5	> 20	a1
	< 20	a2
5 - 20	> 20	a2
	< 20	a3
> 20		a3

Con base en la precipitación y evapotranspiración de la zona, se realizó la programación de riego para las épocas de siembra del cultivo del fréjol (Cuadro 8) Para esto se utilizó el programa para requerimientos de riego de Cropwat. La frecuencia de riego seleccionada es de 10 días y sin restricciones en el rendimiento.

Cuadro 8. Requerimientos de riego para el cultivo del fréjol, TUT 1 y 2, Imbabura, 1997.

Mes	Década	Fecha de siembra	
		15 de feb. NER mm/déca.	15 de mar. NER mm/déca.
febrero	2	0	
	3	0	
marzo	1	0	
	2	0	0
abril	3	0	0
	1	2,0	0
mayo	2	4,2	0
	3	7,7	0
	1	10,2	5,8
junio	2	12,6	11,5
	3	8,8	11,9
	1	0,9	11,3
julio	2		10,7
	3		8,4
	1		1,5
Total		46,4	61,2
		15 de sep. NER mm/déca.	15 de oct. NER mm/déca.
septiembre	2	0	
	3	0	
octubre	1	0	
	2	0	0
noviembre	3	0	0
	1	0,6	0
	2	2,9	0
diciembre	3	5,3	0
	1	6,6	2,6
	2	8,0	7,0
enero	3	6,9	9,9
	1	1,7	12,5
	2		14,8
febrero	3		10,3
	1		1,3
Total		32,0	58,4

NER: necesidades de riego

CT 18. Mecanización: Esta es una cualidad importante dentro de la evaluación de tierras, ya que tiene un efecto directo sobre el proceso erosivo del suelo. En la parte baja, los agricultores usan el tractor para las labores de preparación del suelo (arado y rastra) la yunta para el surcado. Las labores culturales generalmente la realizan con pala. En la parte alta, las labores de preparación del suelo la realizan con yunta y las culturales con azadón.

El uso de maquinaria está restringida por las fuertes pendientes que son características de la sierra ecuatoriana. La valoración para los criterios de aptitud del suelo para la mecanización se basa en la pendiente.

Cuadro 9. Criterios de aptitud de acuerdo a los índices de pendiente.

Grados de aptitud	Pendiente %	Aptitud para la mecanización
a1	< 15	Suelos aptos para la mecanización.
a2	16 a 25	Es posible para algunos tipos de maquinaria y con manejo racional de suelos y aguas.
a3	26 a 40	Sólo para laboreo y con fuertes restricciones.
n	> 40	Suelos no aptos para la mecanización.

En el Cuadro 3 se observa que la mayoría de las unidades de tierra de la microcuenca del río Chamachán no son aptas para la mecanización.

CT 29. Riesgo de erosión: se utilizó como factor la pendiente, la profundidad del suelo y la textura, ya que no se disponía de información sobre la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) ajustada a las condiciones del país.

Árbol 3

Pendiente (%)	Profundidad del suelo	Textura	Calificación
3 - 8	< 25	sí	a3
	25 - 50	no	a2
		sí	a2
	> 50	no	a1
8 - 30	< 25	sí	n
	25 - 50	no	a3
		sí	a3
	> 50	sí	a2
30 - 65	< 25	no	a2
	25-50		n
	> 50	sí	n
		no	a3
> 65			n

Establecimiento de niveles de rendimiento

Para obtener la aptitud de rendimiento se usó la información de los rendimientos nacionales y los obtenidos en la microcuenca: para cada UT se estimaron los rendimientos de los cultivos involucrados en los TUT (Cuadro 10) Los factores limitantes para que los cultivos no se difundan en toda la microcuenca son la altitud y la temperatura.

Valoración de las cualidades por cada UT

Se establecen los criterios para calificar la aptitud final de las unidades de tierra para cada uno de los TUT a partir de las cualidades de las unidades de tierra (CUT) seleccionadas. Las clases de aptitud final para la evaluación física fueron:

- A1 = Sumamente apto
- A2 = Moderadamente apto
- A3 = Marginalmente apto
- No = Apto

En el Cuadro 12 se hace una valoración de las cualidades de la tierra que afectan al rendimiento, costos y/o riesgo. Asimismo a conti-

nuación se agrupan las cualidades de limitación máxima, las combinadas y a las cuales posteriormente se procede a sacar promedio, considerando que todas tienen una misma importancia, éstas interaccionan sin llegar a ser limitantes, por último tenemos la cualidad que afecta los costos (CUT 14).

Selección de cualidades de limitación máxima

CUT6	Disponibilidad de agua
CUT1	Período vegetativo
CUT3	Temperatura
CUT18	Mecanización
CUT29	Erosión

Cuadro 10. Estimación de rendimientos en cada UT y para cada TUT.

TU	TUT 1		TUT 2				TUT 3			
	Fréjol arbustivo 2 ciclos t/ha	Maíz t/ha	Fréjol arbustivo t/ha	Arveja t/ha	Cebolla t/ha	Papa t/ha	Maíz t/ha	Fréjol voluble t/ha	Trigo t/ha	Arveja sacos en verde t/ha
0	4	2,5	2,0	70	80	0	0	0	0	0
0	5	2,0	2,5	80	100	0	0	0	0	0
0	5	2,0	2,5	80	100	0	0	0	0	0
0	4	1,5	2,0	70	80	0	0	0	0	0
0	5	2,0	2,5	80	100	0	0	0	0	0
6	4	1,5	2,0	70	80	5,0	40	0,5	2,0	80
7	0	1,5	0	0	0	7,5	35	0,3	1,7	80
8	0	0	0	0	0	6,0	30	0,3	1,5	100
9	0	0	0	0	0	6,0	35	0,3	2,0	80
10	0	0	0	0	0	7,5	30	0,3	1,5	80
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 11. Desarrollo de la valoración de las cualidades/UT para el TUT 1.

UT	CUT 1	CUT 3	CUT 4	CUT 6	CUT 7	CUT 12	CUT 14	CUT 15	CUT 18	CUT 29
1 Hma	a2	a2	a1	a1	a1	a2	a1	a2	a2	a2
2 Cm1	a2	a2	a1	a1	a1	a2	a1	a3	a3	a3
3 Cm2	a2	a2	a1	a1	a1	a2	a1	a2	a2	a1
4 Cn	a1	a1	a2	a1	a2	a2	a2	a3	a3	a3
5 Cp1	a1	a1	a2	a1	a2	a2	a3	a3	a2	a3
6 Cp2	a2	a2	a2	a1	a2	a2	a3	a3	a3	a3
7 Ma	n	a3	a1	a1	a1	a1	a3	a3	a3	a3
8 Mg	n	a3	a2	n	a2	a1	a2	a3	a3	a3
9 Mg/Mf	n	a3	a2	n	a2	a1	a1	a3	a3	a3
10 Mf	n	a3	a2	n	a2	a1	a2	a2	a2	n
11Df	n	n	a1	n	a3	a1	a3	a3	a3	a3
12 Dm	n	n	a1	n	a3	a1	a3	a3	a3	a3
13 Dp	n	n	a1	n	a3	a1	a3	a3	n	a3
14 Snr-C	n	n	a3	n	a3	a1	a3	a3	n	n
15 (7)*	n	n	n	n	n	a1	a3	n	n	n

* La unidad de tierra (7) tiene pendiente mayores a 70%.

Cuadro 12. Criterios de valoración física final.

CUT	Cualidad	Rendimiento	Costo	Riesgo
1	Período vegetativo	x		
3	Temperatura	x		
4	Condiciones de enraizamiento	x		
6	Disponibilidad de agua	x		
7	Disponibilidad de nutrimentos	x		
12	Plagas y enfermedades	x		
14	Ubicación		x	
15	Manejo de aplicación de agua	x		
18	Mecanización			x
29	Erosión			x

Selección de cualidades combinadas

CUT 7	Disponibilidad de nutrimentos
CUT 12	Plagas y enfermedades
CUT 15	Manejo de agua
CUT 4	Condición de enraizamiento

Selección de cualidades que afectan los costos

CUT 14	Ubicación
--------	-----------

- a1 : fácil
- a2 : moderado
- a3 : difícil

Con estos criterios se realizó la valoración para la aptitud física final para los TUT 1 y 2. En el Cuadro 13 se observa que la mayoría de los TU no son aptos para la difusión de estos TUT, principalmente por la altitud y temperatura, considerando que el fréjol arbustivo lleva sólo hasta los 2 600 msnm, en altitudes superiores los rendimientos bajan drásticamente. La altitud óptima para estas variedades de fréjol se encuentran entre 1 600 y 2 200 m.

Evaluación económica

El propósito de la evaluación económica es estimar los ingresos que producen cada uno de los TUT en cada una de las UT que en el

Cuadro 13. Calificación final de aptitud para los TUT 1 y 2.

UT	Promedio CUT 4 - 7 - 12 - 15	CUT 1	CUT 3	CUT 6	CUT 18	CUT 29	Final
1	a2	a2	a2	a1	a2	a2	A2
2	a2	a2	a2	a1	a3	a3	A3
3	a2	a2	a2	a1	a2	a1	A2
4	a2	a1	a1	a1	a3	a3	A3
5	a3	a1	a1	a1	a2	a3	A3
6	a3	a2	a2	a1	a3	a3	A3
7	a2	n	a3	a1	a3	a3	N
8	a2	n	a3	n	a3	a3	N
9	a2	n	a3	n	a3	a3	N
10	a2	n	a3	n	a2	n	N
11	a2	n	n	n	a3	a3	N
12	a2	n	n	n	a3	a3	N
13	a2	n	n	n	n	a3	N
14	a3	n	n	n	n	n	N
15	n	n	n	n	n	n	N

análisis de aptitud física sean aptas para cultivos. Para esto se determinaron los rendimientos y costos de cada cultivo, para cada TUT y para cada TU. Los resultados de los análisis económicos se presentan en el Apéndice de los cuadros 3 al 16.

Para la valoración del análisis económico se utilizaron los criterios que se detallan a continuación:

A1 :	> 1,2	Sumamente apto
A2 :	1,1 - 1,2	Moderadamente apto
A3 :	1,0 - 1,1	Marginalmente apto
A4 :	< 1,0	No apto

El análisis económico de los TUT evaluados en las diferentes unidades de tierra que puedan ser cultivadas con ciertas restricciones por riesgos de erosión, son económicamente aptas. Con las propuestas de los TUT mejorados es posible incrementar la rentabilidad y mejorar la sostenibilidad de los recursos naturales, principalmente el suelo.

La aptitud final de los TUT 1 y 2 mejorados es A1 en las unidades de tierra.

En la figuras 1, 2, 3 y 4 del Apéndice se presentarán los mapas que describen la zona de la microcuenca del río Chamachán, así como también las Unidades de Tierra, las alternati-

Cuadro 14. Calificación final de aptitud física para el TUT 3 de seco.

UT	Promedio CUT 6 - 8 - 15	CUT 2	CUT 5	CUT 16	CUT 23	CUT 24	Final
1	a1	n	a2	a1	a1	a2	N
2	a1	n	a2	a1	a1	a2	N
3	a1	n	a2	a1	a1	a2	N
4	a2	n	a2	a1	a2	a3	N
5	a2	n	a2	a1	a3	n	N
6	a2	n	a2	a1	a3	n	A2
7	a2	a2	a2	a1	a3	a3	A2
8	a2	a2	a1	a3	a2	a3	A2
9	a2	a2	a1	a3	a1	a3	A2
10	a2	a3	a1	a3	a2	a3	A2
11	a3	n	a1	a2	a3	a3	N
12	a3	n	a1	a2	a3	n	N
13	a3	n	a1	a2	a3	n	N
14	a3	n	a3	a1	a3	n	N
15	n	n	n	n	a3	n	N

vas de uso sostenible y la aptitud física y económica de las unidades de tierra para los TUT 1 y 2 de la misma microcuenca.

Problemática de la zona

Según la información recopilada, recorridos de campo y evaluación de tierras de la microcuenca, se hacen las observaciones siguientes:

- La zona media y alta no dispone de riego.
- Acelerado proceso de erosivo del suelo.
- Avance progresivo de la frontera agrícola de áreas no aptas para la agricultura debido a las fuertes pendientes.
- Deslizamientos en masa y asentamientos de tierra por las características del material parenteral y por efecto del riego en la parte baja de la microcuenca, derrumbes, taponamiento de canales de riego por sedimentos, etc.
- Disminución de la fertilidad de los suelos.

- Uso intensivo del suelo durante cada año (2 a 3 ciclos de cultivos).
- Disminución de la biodiversidad de cultivos y variedades nativas.
- Presencia de suelos degradados.
- Uso ineficiente de riego.
- No existe un ordenamiento de los cultivos y sistemas de rotación.

Propuesta de uso sostenible

Con base en la Evaluación de tierras de la microcuenca del río Chamachán, se proponen las mejoras siguientes:

- Las pendientes superiores a 70% deben permanecer protegidas con vegetación natural, al igual que las áreas que se encuentran sobre los 2 600 msnm.
- Considerando que es una zona agrícola con relieves irregulares, suelos superficiales y frágiles a la erosión, es necesario di-

Cuadro 15. Calificación de la Aptitud Final para cada una de las unidades de tierra determinadas como aptas, utilizando la aptitud física y económica.

TU	Aptitud física	Aptitud económica	Aptitud final
CUT 1	A2	A1	A2 me, re
CUT 2	A3	A1	A3 me, re
CUT 3	A2	A1	A2 pv, te
CUT 4	A3	A1	A3 me, re
CUT 5	A3	A1	A3 dn, pe, ma
CUT 6	A3	A1	A3 dn, pe, ma

fundir alternativas tecnológicas que incluyan el manejo sostenible de los recursos agua y suelo, en los cuales se involucre prácticas de conservación de suelos, tales como zanjas de desviación protegidas con pasto milín, para la parte alta y alfalfa para la baja, en la cual es posible introducir manzana, limón, aguacate y otros frutales de origen andino como tomate de árbol, granadilla, taxo, etc.

- Implantar el riego por aspersión, aprovechando la diferencia de costas, esto reducirá la erosión del suelo e incrementará la eficiencia del riego en las zonas en las cuales se dispone de escasa cantidad de agua.
- Uso de fertilizantes minerales y orgánicos con base en los requerimientos de los cultivos y de la capacidad de abastecimiento del suelo (análisis químico).
- En general estos suelos no son aptos para la mecanización, por lo tanto se debe utilizar la yunta en las labores de preparación.
- Realizar trabajos de labranza (reducida y cero) para cultivos en los que es factible, considerando que en algunos TUT se realizan hasta cuatro aradas y cuatro rastras para cada uno de los cultivos.

Indicadores identificados en la zona en estudio

Indicadores de presión

- Alta demanda de fréjol por el mercado.
- Precios atractivos para algunos productos.
- Presencia de zonas deforestadas.

Indicadores de estado

- Provocación de desastres naturales (deslizamientos).
- Aumento de la erosión de los suelos.
- Disminución de la fauna.
- Disminución de la productividad de los suelos.

Indicadores de respuesta

- Reforestación de las áreas desnudas con especies aprovechables.
- Conservación de suelos y agua.

Conclusiones

- La microcuenca se caracteriza por tener una gran diversidad de microclimas determinados por la altitud y variabilidad climática.
- Existe una gran diversidad de cultivos, principalmente de ciclo corto, que están zonificados de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada uno de ellos.
- No existe un patrón definido para la rotación de cultivos, lo cual ocasiona que exista un gran número de TUT en cada uno de los pisos altitudinales.
- El relieve de la microcuenca es muy irregular, con pendientes que van desde 5% a más de 70%, esto determina que extensas áreas no sean aptas para la agricultura.
- Los suelos presentan serios problemas de degradación por efecto de la erosión, encontrándose la cangagua (toba volcánica) en algunas TU a menos de 20 cm de pro-

fundidad. Esto indica que son suelos superficiales y de mediana a baja fertilidad.

- Según análisis de suelos, son suelos con carencia de elementos esenciales, tales como: sodio, fósforo, potasio, cinc, manganeso y boro.
- El agua de riego es de buena calidad.
- El análisis económico con base en los beneficios/costos de los TUT utilizados, es sumamente óptimo.

Bibliografía consultada

- COMERMA, J. *et. al.* 1987. Aplicación del sistema de evaluación de tierras de la FAO, 1985, en la zona de Turen, estado Portuguesa, Venezuela.
- FAO. 1990. Evaluación de tierras para la agricultura en regadío: Directivas. Servicios de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos: Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Roma, Italia.
- FAO. 1985. Evaluación de tierras para la agricultura en secano: Directivas. Servicios de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos: Boletín de Suelos No. 52. Roma, Italia.
- MUJICA, E. y RUEDA, S. 1996. El Desarrollo sostenible de Montañas en América Latina. Actas de la Segunda Consulta Inter-gubernamental sobre Desarrollo Sostenible de Montañas. Lima, Perú.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR. 1995. Atlas Universal y del Ecuador. Quito, Ecuador.

Apendice

Cuadro 1. TUT 2 Fréjol arbustivo, arveja y cebolla de bulbo bajo riego por gravedad.

Características de los cultivos	Un ciclo de fréjol arbustivo, uno de arveja y uno de cebolla.
Productos	Fréjol arbustivo selva (otros: Magola, Uribe, Cargabello, otros) Arveja variedad Lojanita y cebolla de bulbo variedad Perla.
Orientación del mercado	Fréjol: en seco, venta en la finca para el mercado colombiano, consumo y semilla. Arveja: venta en la finca en vaina verde y en seco para semilla. Cebolla: venta en el mercado regional
Intensidad de uso de factores	Fréjol, arveja y cebolla: medianamente intensiva en capital y mano de obra.
Conocimientos técnicos y comportamiento	Nivel técnico aceptable y buena predisposición para aplicar nuevas tecnologías en los tres cultivos.
Nivel de administración de la Unidad Productiva	Productor la mayoría de fincas, arrendatarios y medianería.
Tamaño y configuración de UP	2 a 5 ha. Con fréjol, lotes de 0,5 a 2,0 ha y cebolla lotes de 0,2 a 0,5 ha.
Tenencia	Propia y arrendada.
Requerimientos de infraestructura	Mejoramiento de vialidad, sistemas de riego y centros de acopio.
Prácticas de cultivo para fréjol	Preparación del suelo: con yunta o tractor (arada, rastra y cruza) Surcado con caballo. Siembra: dos épocas, febrero – marzo y septiembre – octubre, en surcos de 0,60 m y entre plantas a 0,30 m en promedio, 3 a 4 semillas por golpe, 2 qq/ha. Labores culturales: control de malezas manual con azadón a los 30 días y aporque a los 60 – 70 días. Fertilización: usan 18-46-00, 10-30-10 y 15-15-15, en general 2 sacos/ha a la siembra (1 saco = 50 kg. Algunos aplican urea y abonos foliares como Nitrofoska durante el desarrollo del cultivo. Plagas y enfermedades: 3 a 4 aplicaciones por ciclo con bomba de mochila. Plagas: trozador, mosca blanca, barrenadores, minadores de hojas y vainas. Control con Monitor y/o Curacron 200 a 250 cc/ 200 litros de agua; Thiodan o Dimicron.

/...continúa

Cuadro 1. Continuación

	<p>Enfermedades: antracnosis, mancha angular, cenicilla y rhizoctonia. Control con Cocide, Mancozeb, Cuprosan, Cosan y Alto 100. Una libra por cada 200 litros de agua. Riego: por gravedad, en verano cada 8 a 15 días (8 riegos en el ciclo) existiendo déficit de agua. En invierno riego complementario de acuerdo a condiciones climáticas. Cosecha y trilla: manual</p>
Prácticas de cultivo para arveja	<p>Preparación del suelo: con yunta o tractor(arada, rastra y cruza) Surcado con caballo. Siembra: dos épocas, en febrero – marzo y septiembre - octubre, en surcos de 0,60 a 0,70 m y entre plantas 0,20 a 0,30 m, 3 a 4 semillas por golpe, 2 qq/ha. Labores culturales, fertilización, plagas y enfermedades: similares al fréjol.</p>
Prácticas de cultivo para cebolla	<p>Preparación del suelo: con yunta o tractor(arada, rastra y cruza) Surcado con caballo. Siembra: diciembre a febrero, dos taros de libra/ha. Labores culturales. Deshierbas, dos labores manuales. Fertilización: Plagas y enfermedades: cenicilla. Riego: superficial en surcos. Cosecha: manual</p>
Fuentes de energía	<p>Preparación del suelo: bueyes y tractor. Cosecha y trilla del fréjol y cosecha de cebolla: manual. Movilización de la cosecha: caballos y camión.</p>
Rendimientos	<p>Fréjol: 1,5 a 2,0 t/ha Arveja: en verde 80 sacos/ha (70 a 80 lb/saco) en seco 30 a 40 qq/ha Cebolla: 40 sacos/ha</p>
Costos de producción	<p>Fréjol: S/. 2 200 000/ha Arveja: S/. 1 200 000/ha Cebolla: S / . 2 000 000/ha</p>
Precio del producto	<p>Fréjol: S / . 200 000/qq Arveja: en verde S/. 70 000 saco y en seco 120 000/qq Cebolla: S/. 60 000.</p>

Cuadro 2. TUT 3 Papa - maíz + Fréjol voluble - trigo - arveja de secano.

Características de los cultivos	Primer año papa, segundo año maíz y fréjol voluble en asociación y al tercer año un ciclo de cebada y luego arveja.
Productos	Papa: INIAP - Gabriela. Maíz: local Chaucho + fréjol voluble: manta negra. Trigo: Romero. Arveja: local Chilena enana.
Orientación del mercado	Todos los productos van al mercado local (Pimampiro).
Intensidad de uso de factores	Maíz - fréjol, trigo y arveja: medianamente intensiva en capital y mano de obra. Papa alto.
Conocimientos técnicos y comportamiento	Nivel técnico aceptable y buena predisposición para aplicar nuevas tecnologías en los cultivos. (requieren capacitación).
Nivel de administración de la Unidad Productiva	Productor la mayoría de fincas, arrendatarios y medianería.
Tamaño y configuración de UP	2 a 5 ha
Tenencia	Propia y arrendada.
Requerimientos de infraestructura	Riego y centros de acopio.
Prácticas de cultivo para papa	Preparación del suelo: con yunta 3 aradas, 3 rastras y surcado. Siembra: dos épocas, diciembre o mayo, en surcos de 1,20 m y entre plantas a 0,60 m en promedio, dos tubérculos por golpe. Labores culturales: deshierba al mes, ½ aporque a los dos meses y los tres meses aporque con yunta. Fertilización: usan 18-46-00, en general uno de fertilizante por uno de semilla, humus de lombriz y estiércol de ganado. Plagas y enfermedades: 4 a 8 aplicaciones por ciclo, dependiendo de las condiciones climáticas, usan bomba de mochila. Plagas: gusano blanco, trozador y pulgilla. Control con Furadán Monitor, Pillaron y Lorsban. Enfermedades: lancha y roya. Control con Patafol, Fitoraz, curzate, Daconil, Antracol y Tilt. Cosecha: manual.
Prácticas para maíz – fréjol	Preparación del suelo: con yunta, tres aradas, tres rastras y surcado. Siembra: octubre a noviembre, en surcos a 0,60 m y entre plantas 0,40 m, tres semillas y dos de fréjol por golpe. Labores culturales: deshierba, al mes y apoque a los dos meses.

./...continúa

Cuadro 6. Análisis económico para el TUT fréjol – maíz (CUT 4).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	8 000 000	1	0	8 000 000
1	16 000 000	4 200 000	0,76	12 160 000	3 192 000
2	16 000 000	4 200 000	0,59	9 440 000	2 478 000
3	16 000 000	4 200 000	0,45	7 200 000	1 890 000
4	16 000 000	4 200 000	0,35	5 600 000	1 470 000
5	16 000 000	6 200 000	0,26	4 160 000	1 610 000
6	16 000 000	4 200 000	0,20	3 200 000	840 000
7	16 000 000	4 200 000	0,16	2 580 000	672 000
8	16 000 000	4 200 000	0,12	1 920 000	504 000
9	16 000 000	4 200 000	0,09	1 440 000	378 000
10	16 000 000	4 200 000	0,07	1 120 000	294 000
				48 800 000	21 330 000
VNP					27 470 000
B/C					2,2

Cuadro 7. Análisis económico para el TUT fréjol – arveja - cebolla (CUT 1, 2 y 3).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	4 000 000	1	0	4 000 000
1	90 000 000	0	0,76	6 840 000	0
				6 840 000	4 000 000
VNP					2 840 000
B/C					1,7

Cuadro 8. Análisis económico para el TUT fréjol – arveja - cebolla (CUT 4).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	4 000 000	1	0	4 000 000
1	8 266 666	0	0,76	6 282 666	0
				4 499 200	4 000 000
VNP					2 282 666
B/C					1,5

Cuadro 3. Análisis económico para el TUT fréjol - maíz (CUT 1, 2 y 3).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	333 333	1	0	3 333 333
1	8 700 000	0	0,76	6 612 000	0
				6 612 000	3 333 333
VNP					3 278 667
B/C					1,9

Cuadro 4. Análisis económico para el TUT fréjol - maíz (CUT 4).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	333 333	1	0	3 333 333
1	5 920 000	0	0,76	4 499 200	0
				4 499 200	333 3 333
VNP					1 165 867
B/C					1,3

Cuadro 5. Análisis económico para el TUT fréjol - maíz (CUT 1, 2 y 3).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	8 000 000	1	0	8 000 000
1	16 000 000	4 000 000	0,76	12 160 000	3 040 000
2	16 000 000	4 000 000	0,59	9 440 000	2 360 000
3	16 000 000	4 000 000	0,45	7 200 000	1 800 000
4	16 000 000	4 000 000	0,35	5 600 000	1 400 000
5	16 000 000	6 000 000	0,26	4 100 000	1 560 000
6	16 000 000	4 000 000	0,20	3 200 000	800 000
7	16 000 000	4 000 000	0,16	2 580 000	640 000
8	16 000 000	4 000 000	0,12	1 920 000	480 000
9	16 000 000	4 000 000	0,09	1 400 000	360 000
10	16 000 000	4 000 000	0,07	1 200 000	280 000
				48 800 000	20 720 000
VNP					28 080 000
B/C					2,3

Cuadro 11. Análisis económico para el TUT papa, maíz, fréjol voluble, trigo y arveja (CUT 6).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	2 500 000	1	0	2 500 000
1	2 500 000	1 500 000	0,76	1 900 000	1 140 000
2	6 300 000	2 100 000	0,59	3 717 000	1 239 000
3	10 800 000	0	0,45	4 860 000	0
				10 477 000	4 879 000
VPN					5 598 000
B/C					2,1

Cuadro 12. Análisis económico para el TUT papa, maíz, fréjol voluble, trigo y arveja (CUT 7).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	2 500 000	1	0	2 500 000
1	3 750 000	1 500 000	0,76	2 850 000	1 140 000
2	5 100 000	1 500 000	0,59	3 009 000	1 239 000
3	10 550 000	0	0,45	4 747 500	0
				10 606 500	4 879 000
VPN					5 727 500
B/C					2,17

Cuadro 13. Análisis económico para el TUT papa, maíz, fréjol voluble, trigo y arveja (CUT 8).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	2 500 000	1	0	2 500 000
1	3 000 000	1 500 000	0,76	2 280 000	1 140 000
2	4 500 000	2 100 000	0,59	2 655 000	1 239 000
3	10 800 000	0	0,45	5 625 000	0
				10 560 000	4 879 000
VPN					5 681 000
B/C					2,16

Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos

Cuadro 14. Análisis económico para el TUT papa, maíz, fréjol voluble, trigo y arveja (CUT 9).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	2 500 000	1	0	2 500 000
1	3 000 000	1 500 000	0,76	2 280 000	1 140 000
2	5 100 000	2 100 000	0,59	3 009 000	1 239 000
3	10 550 000	0	0,45	4 747 500	0
				10 036 500	4 879 000
VPN					5 157 500
B/C					2,05

Cuadro 15. Análisis económico para el TUT papa, maíz, fréjol voluble, trigo y arveja (CUT 10).

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	2 500 000	1	0	2 500 000
1	2 500 000	1 500 000	0,76	1 900 000	1 140 000
2	6 300 000	2 100 000	0,59	3 717 000	1 239 000
3	10 800 000	0	0,45	4 860 000	0
				10 477 000	4 879 000
VPN					5 598 000
B/C					2,14

Cuadro 16. Análisis económico para el TUT papa, maíz, fréjol voluble, trigo y arveja par todos los CUT.

Año	Beneficio	Costo	F.S.A.	Beneficio actual	Costo actual
0	0	3 700 000	1	0	3 700 000
1	6 250 000	2 300 000	0,76	4 750 000	1 748 000
2	8 100 000	2 900 000	0,59	4 779 000	1 711 100
3	18 600 000	3 300 000	0,45	7 560 000	1 485 000
4	6 250 000	2 300 000	0,35	2 187 500	805 000
5	81 00 000	2 900 000	0,26	2 106 000	754 000
6	16 800 000	3 300 000	0,20	3 360 000	660 000
7	6 250 000	2 300 000	0,16	1 000 000	368 000
8	8 100 000	2 900 000	0,12	972 000	348 000
9	16 800 000	3 700 000	0,09	1 512 000	333 000
10	6 250 000	0	0,07	437 500	0
				28 664 000	11 912 000
VNP					16 752 000
B/C					2,4

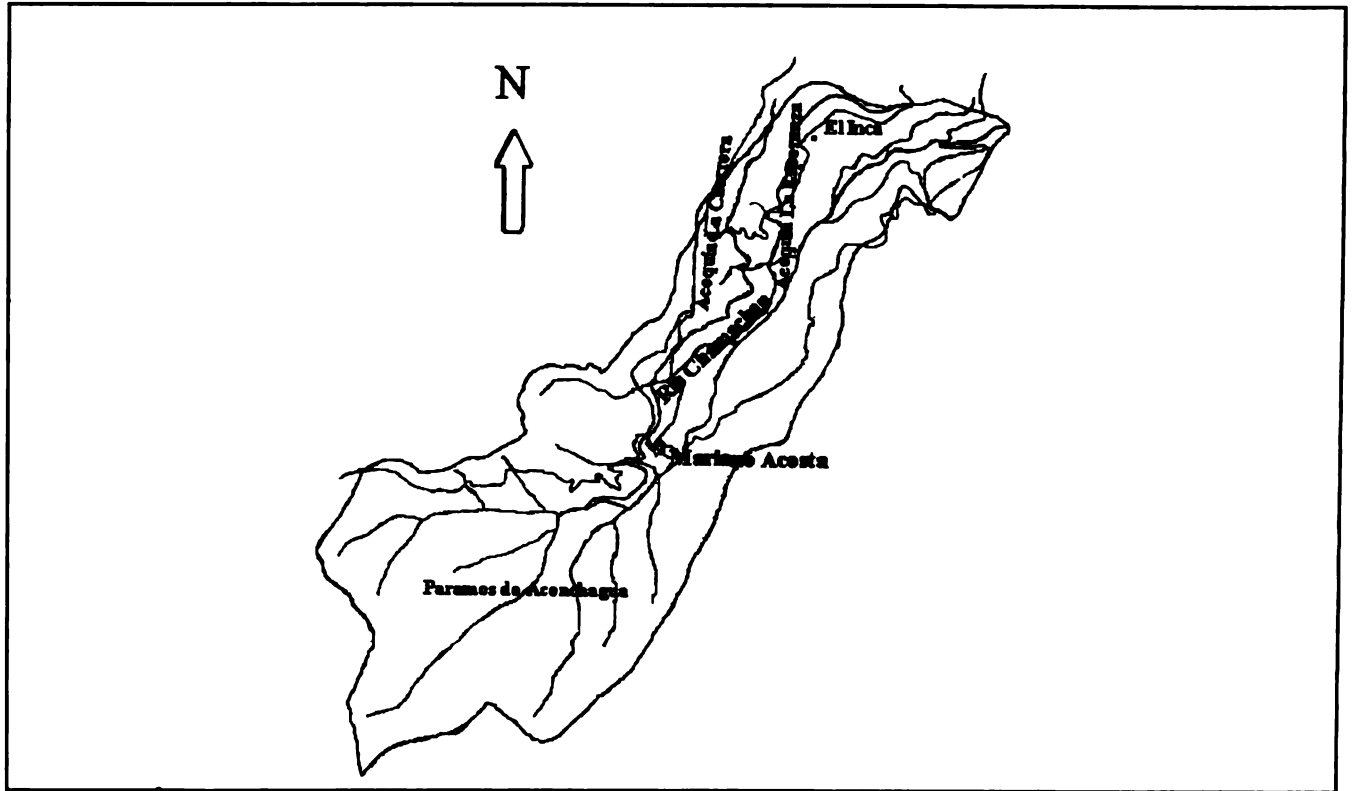


Figura 1. Mapa físico de la microcuenca del río Chamachán. Imbabura, Ecuador.

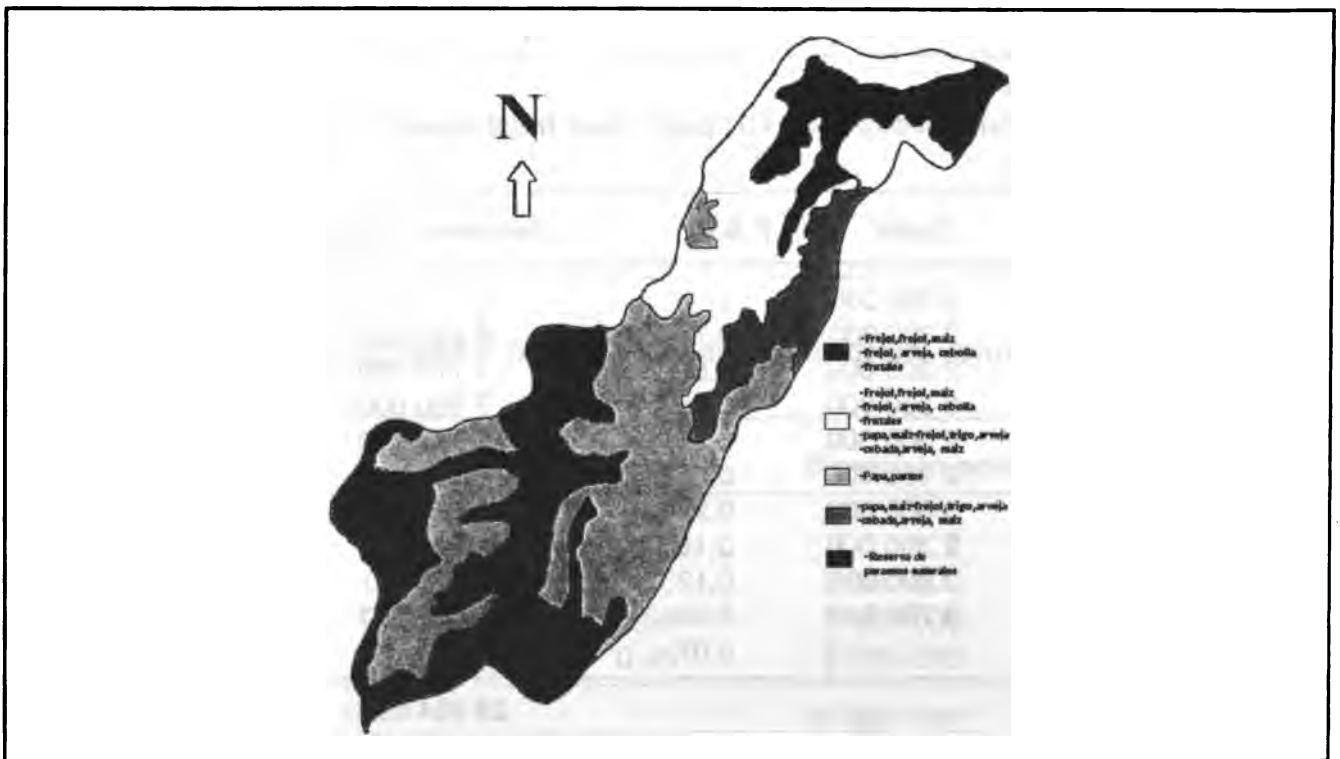


Figura 3. Alternativas de uso sostenible para la microcuenca del río Chamachán. Imbabura, Ecuador.

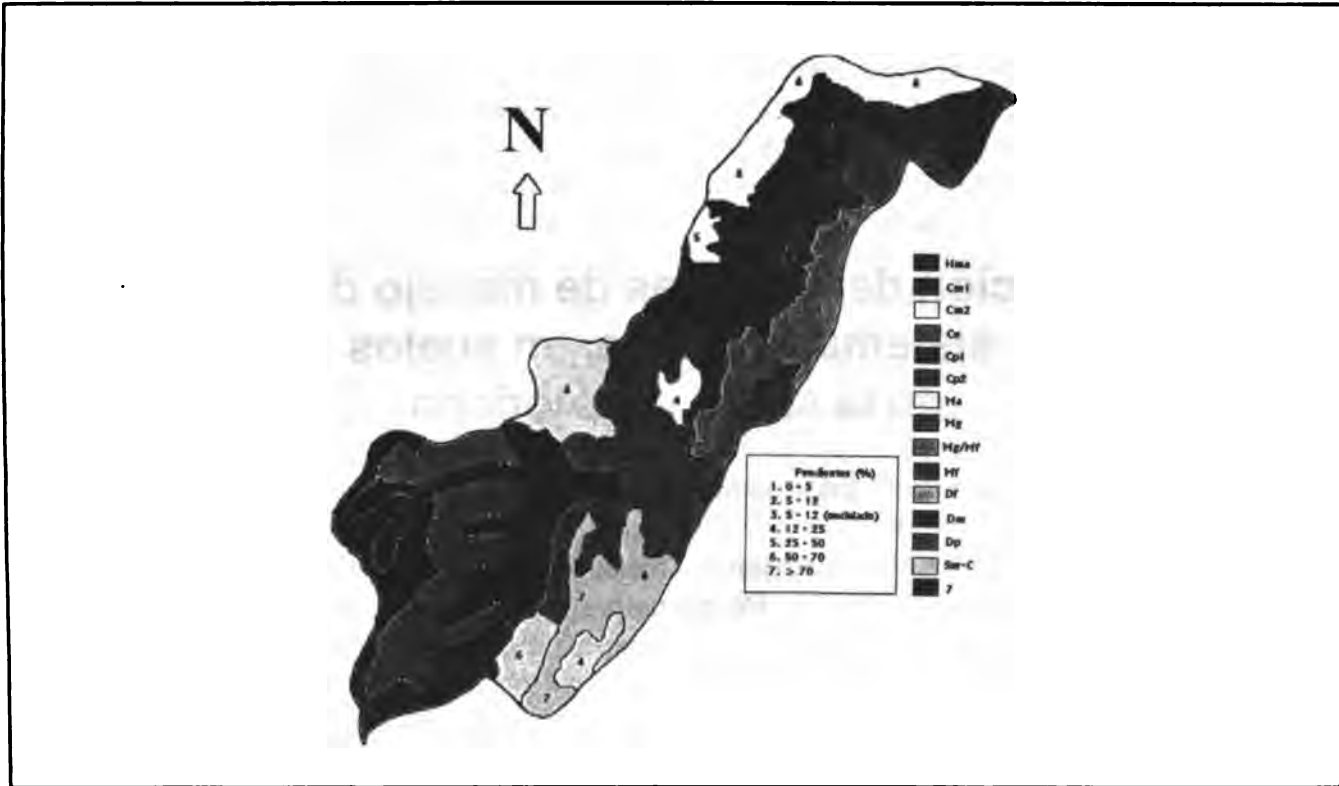


Figura 2. Unidades de Tierra de la microcuenca del río Chamachán. Imbabura, Ecuador.

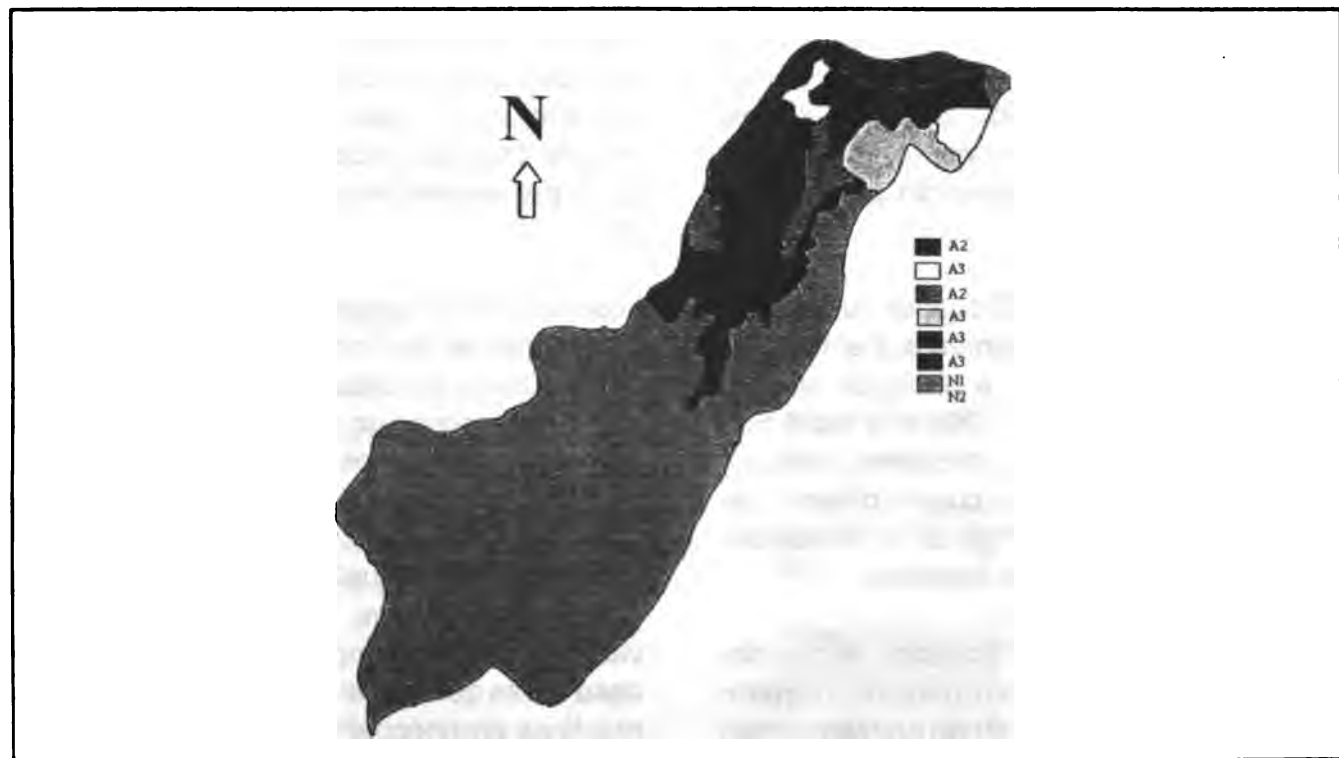


Figura 4. Actitud física y económica de las TU para los TUT de la microcuenca del río Chamachán. Imbabura, Ecuador.

Implantación de prácticas de manejo de suelos y agua en sistemas de finca, en suelos de ladera de la sierra ecuatoriana

Informe final del proyecto

Juan J. Córdova
Responsable

La erosión geológica es un fenómeno natural y, cuando no hay interferencias exteriores, existe un equilibrio entre la formación del suelo y la pérdida por erosión. Sin embargo el mal manejo y uso de los recursos naturales por el hombre debido a diferentes razones, sean éstas: culturales, sociales, económicas y/o técnicas, ha originado que el suelo sea arrastrado por el agua o el viento a una mayor velocidad del tiempo requerido para su degradación.

El territorio nacional de Ecuador cuenta con 280 000km², aproximadamente. Del total del área, 60% corresponde a la región andina, considerada desde los 1 000 m a los 4 500 msnm, conformada por cordilleras, nudos y grandes elevaciones, las cuales ofrecen características geomorfológicas y ecológicas con valles y microclimas variados.

En todas las regiones de Ecuador, es muy común la erosión acelerada o inducida, ocupando casi la mitad de su territorio aquellas áreas afectadas, con una mayor incidencia en el callejón interandino caracterizado por la topografía que va desde ondulada, media y abrupta,

por lo cual las laderas que circundan los valles en su mayor parte presentan escasa vegetación nativa, residuos de la fuerte explotación de los suelos, escasas precipitaciones, fuertes vientos; añadiéndose a esto el asentamiento desordenado de núcleos humanos, lo cual agrava aún más la devastación de la cobertura del suelo, dejando como resultado una progresiva degradación ocasionada por el proceso erosivo, tanto hídrico como eólico.

Los suelos de la provincia de Imbabura, y específicamente los localizados en la cuenca del río Chota, no escapan a esta problemática, agravándose aún más, puesto que un alto porcentaje son suelos altamente degradados con afloración de la cangagua, de pH neutro a alcalino y de bajo a medio contenido de materia orgánica; lo cual ha ocasionado degradación de los suelos, transformándolos cada vez más en suelos improductivos, encontrándose áreas que han sido abandonadas de las prácticas agropecuarias.

En vista de estos antecedentes, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agro-

pecuarias - INIAP, a través del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas, en un afán de alertar a los agricultores del área andina, se preocupa constantemente por llegar a cada uno de ellos para hacerles conocer las causas, efectos y daños de la erosión del suelo, y mediante trabajos de conservación de suelos y aguas, cursos de capacitación y los más variados métodos de difusión, recomendar algunas soluciones para el control. Es por ello que, con el apoyo del IICA, a través de PROCINDINO, dentro de la Red Andina de Manejo y Conservación de Suelos - REDAMACS- a partir de 1994, implanta trabajos de manejo y conservación de suelos en áreas de ladera, a nivel de finca, con carácter participativo en la comunidad El Inca, la cual está ubicada en la microcuenca del río Chamachán, tributario de la cuenca del río Chota, perteneciente al Cantón Pimampiro, provincia de Imbabura.

Objetivo general

- Implantar prácticas de manejo de suelos y agua en el sistema de finca, para mejorar la productividad y promover su masificación en otras fincas de la comunidad.

Objetivos Específicos

- Organizar y consolidar grupos de agricultores alrededor del manejo de suelos y agua.
- Capacitar a los integrantes de los grupos en prácticas de manejo de suelos y aguas durante la ejecución de las actividades y tareas de campo.

Metodología

El estudio se realizó en la comunidad El Inca, ubicada en la vertiente del océano Pacífico,

en el sistema hidrográfico 02 de la cuenca del río Mira, en la margen izquierda de la microcuenca del río Chamachán, Cantón Pimampiro, provincia de Imbabura, a 0° 21' de latitud norte y a 77° 57' 30" de longitud oeste, el área de la microcuenca es de 58, 5 km² y de la comunidad El Inca de 150 ha, la altitud en la zona en la zona de estudio es de 2 200 a 2 800 msnm, una temperatura de 14 a 20 °C, con promedio de 17 °C, con 12 horas de luz; un régimen de humedad ústico y údico. Las lluvias más importantes son en los meses de octubre a noviembre y de marzo a abril, con una precipitación promedio anual de 560 mm (en 25 años) promedios inferiores a los de evapotranspiración, dando como resultado un déficit hídrico que debe ser compensado con el riego durante diez meses del año.

Como resultado de la caracterización de la microcuenca, se estableció como problemática de mayor importancia en la zona, la siguiente:

- Acelerado proceso erosivo.
- Avance progresivo de la frontera agrícola.
- Deslizamientos en masa y asentamientos de la tierra debido a las características del material parenteral, el riego mal aplicado. Taponamiento de los canales de riego, etc.
- Disminución de la fertilidad de los suelos.
- Uso intensivo del suelo durante cada año (2 a 3 ciclos de cultivo)
- Disminución de la biodiversidad de cultivos.
- Presencia de suelos degradados con afloramiento de la cangagua.
- Uso poco eficiente del riego.

Con base en un diagnóstico y planificación participativos y un posterior estudio comple-

mentario de diagnóstico, se decidió realizar la implantación de prácticas de manejo de suelos y agua, tanto agronómicas como mecánicas, así como prácticas de manejo de cultivos agroforestería, tomando en cuenta las características físicas de las fincas y las condiciones socioeconómicas y culturales de los agricultores.

A través de charlas de capacitación sobre erosión, conservación de suelos y tecnologías de cultivos, se conformó el grupo de agricultores alrededor del manejo de suelos y agua denominado Grupo de Agricultura Sostenible; se caracterizó las fincas, se diseñó y construyó obras mecánicas y agronómicas de manejo y conservación de suelos y agua. Durante todo el proceso se ha venido realizando una capacitación continua en el esquema de trabajo.

Resultados

Los resultados más relevantes del diagnóstico participativo, realizado en julio de 1994, fueron los siguientes:

- Los cultivos prioritarios en la comunidad son: Fréjol arbustivo, trigo, cebada, arveja y maíz; en menor escala se siembra cebolla de bulbo, tomate, ají y zanahoria.
- El sistema de producción es agrícola con la rotación de los cultivos prioritarios, adicionalmente el subsistema pecuario está compuesto por bovinos (la mayoría utilizado como tracción animal) porcinos y especies menores.
- Se identifican dos épocas de lluviosas: la primera en los meses de octubre y noviembre, principalmente, y la segunda de marzo a abril, con menor intensidad. La época más seca se presenta de junio a septiembre, coincidente con la ocurrencia de vientos.

- Las fuentes de energía utilizadas en la comunidad son: gas para uso doméstico, electricidad para alumbrado y otros, y eventualmente leña y residuos de cosecha para la cocina.
- La totalidad de los agricultores utilizan algún fertilizante y/o pesticida; mientras que sólo 30% conoce y usa variedades mejoradas de fréjol.
- Los principales problemas presentados por los cultivos, mencionados por el grupo, fueron los patológicos y entomológicos, así como la pérdida de suelo por efecto de las fuertes lluvias.
- Los productores (68%) señalan que los rendimientos han disminuido en los últimos 5 a 10 años, debido a la degradación de la tierra y/o suelo. El tercio restante no señaló cambios en los rendimientos, puesto que el uso de nuevas variedades (semillas mejoradas) e insumos adicionales compensaron la disminución de éstos e incluso incrementaron los rendimientos.
- Se señaló la aparición e incremento de una capa endurecida (cangagua) con la consecuente pérdida de la fertilidad del suelo, esto fue señalado por 66% de los productores. 11% de las tierras de la zona han salido de la producción agrícola debido a la erosión y afloramiento de la cangagua.

Es necesario enfatizar en los aspectos que sobresalieron en el desarrollo del diagnóstico, como la heterogeneidad de los agricultores en términos de tenencia, cantidad y tipo de tierra, limitantes de mano de obra, políticas concernientes al acceso y uso de los recursos a nivel local y no local y el rol o importancia del manejo de suelo y agua en términos individuales y comunitarios.

Prácticas de manejo de suelo y agua

Los resultados del diagnóstico permitieron realizar un plan de actividades para contrarrestar la pérdida de suelo por efecto de la erosión causada por la lluvia, mayormente.

Se seleccionó, conjuntamente con el grupo, una primera finca de aproximadamente 2 ha, en la cual se realizó el levantamiento topográfico, con el cual se van a determinar los trabajos de conservación de suelos a implantarse. En consenso con el propietario de la finca se construyeron tres zanjas de desviación, totalizando 1 236 m, recubriéndose los camellones con alfalfa, *Medicago sativa*, y plantándose limoneros, *Citrus limonun*. En la parte de mayor pendiente se construyeron 200 terrazas individuales, donde se estableció un huerto de manzano, *Pirus malus*, de la variedad Ana (2 600 m²) También se realizó un plan de rotación de cultivos de las franjas entre canales de desviación.

Una práctica común en la zona, es la de quemar o botar al río los rastrojos de las cosechas, por lo tanto, aprovechando estos rastrojos, residuos y estiércol de los animales menores de la finca, se construyeron composteras y camas de lombricultura, cuyo material resultante se utilizó para mejorar las características físico-químicas del suelo, previo a la plantación del huerto de manzano.

Dentro del huerto de manzano se establecieron cultivos, con la finalidad de aprovechar el suelo, intercalándose Fréjol, girasol, *Tithonia diversifolia*, cebolla, *Allium cepa*, hortalizas y mora, *Rubus sp.* En la primera zanja de desviación, en el camellón superior, se plantaron barreras vivas con lechero, *Euphorbia laurifolia*, para proteger al huerto de manzano del viento. Por iniciativa del agricultor se han plantado, en las zanjas de desviación, cultivos de granadilla, *Passiphora ligularis*, taxo, *Passiphora edulis* y fresa, *Fragaria vesca*.

Para el manejo del semillero, tanto de zana-horia como de diversas hortalizas, se implantó un sistema rústico de riego, valiéndose de la pendiente del terreno, se dispuso un riego tipo ducha rotativa. Para todas estas implantaciones se utilizaron los materiales disponibles en la finca.

Los resultados alcanzados en la primera finca dieron lugar a que los agricultores del GASP emprendieran actividades de manejo de suelos y aguas en sus fincas; es así como se complementó la segunda finca de manejo y conservación de suelos y aguas, diseñando y construyendo cuatro zanjas de desviación, totalizando 720 m con formación de camellones, donde se plantó limoneros a lo largo de las zanjas y entre éstos se sembró Alfalfa, zuquine, *Curcubita pepo*, pasto millin, *Phalaris tuberosa*, jicama, *polgmnia sonchifolia* y mashua, *Tropaelum tuberosum*. En los linderos de la finca se transplantaron árboles de nogal, *Juglaus neotropica*, guato, *Erythrina edulis*, pino, *Pinus sp.*, y aliso, *Alnus acuminata*, provenientes de viveros propios de la finca, los mismos que fueron establecidos con los aportes del DFC (Desarrollo forestal Campesino) con la finalidad de realizar un programa de reforestación en toda la comunidad.

Igualmente, se realizó una cama de lombricultura para la obtención de humus de lombriz, y una compostera para la formación de compost, utilizando todos los residuos vegetales de las cosechas y el estiércol de los animales menores y vacunos de la finca, materiales que son utilizados por el productor, tanto para sus cultivos como para el mantenimiento de los limoneros.

En la parte de mayor pendiente del terreno, aprovechando la plantación de los árboles, se están llevando cultivos bajo un manejo agroforestal, donde se instaló cultivos de mora, taxo y granadilla, para lo cual el productor estableció los semilleros correspondientes, lo

cual le permite obtener las semillas de los frutos adquiridos en los mercados de la zona.

El trabajo en la comunidad se ha ido implantando en otras fincas del grupo, así se incorporaron dos fincas más al manejo y conservación de suelos, trazándose diez zanjas de desviación en un total de 1 380 m con su respectivo camellón, donde se plantaron 300 limoneros. Se establecieron dos semilleros de alfalfa, uno en cada finca, para transplantar entre los espacios de los limoneros. En la cuarta finca, el agricultor plantó a lo largo de las zanjas tomate de árbol, *Cyphomandra betacea*.

En una de las finca, en la parte de mayor pendiente (56%) se trazaron cinco curvas a nivel para retención de humedad a un separación de 14 m, esta área ha sido destinada a trabajos de reforestación.

Todos los trabajos realizados se hicieron en conjunto con los agricultores, en forma participativa, constituyéndose cada acción en una continua capacitación en trabajo; las labores de apertura de zanjas de desviación fueron realizadas en unos casos con maquinaria y en otros en forma manual.

Grupos de agricultores, tanto de la provincia de Imbabura como de otros lugares del país, así como de técnicos de diferentes instituciones y estudiante de agronomía, han tenido la oportunidad de visitar las cuatro fincas de manejo y conservación de suelos, donde han observado en forma objetiva todos los trabajos realizados, y al mismo tiempo han emitido comentarios en conjunto con los agricultores de la zona, quienes son los encargados de presentar los trabajos, experiencias y logros por ellos alcanzados.

Dentro del proceso de promoción, se realizaron charlas sobre aspectos de sostenibilidad y de manejo y conservación de suelos en la comunidad vecina de Los Árboles, cuyos pro-

ductores han demostrado interés en iniciar trabajos de manejo de sus fincas implantando obras de conservación de suelos, con lo cual se está viendo el efecto multiplicador hacia otros sitios de la cuenca del río Chamachán.

Se han realizado días de campo, actividades que han servido para que agricultores, técnicos, estudiantes y autoridades de diferentes instituciones, puedan realizar observaciones de cómo mejorar el suelo y el agua a nivel de finca, bajo criterio de sostenibilidad, en donde los agricultores tienen una alta participación, puesto que son ellos los encargados de presentar todas sus experiencias, emitiendo sus criterios de cómo ven sus fincas después de haber realizado los trabajos de conservación de suelos.

Conclusiones

- Se ha logrado consolidar el Grupo de Agricultura Sostenible Participativa (GASP) que cuenta con una directiva elegida democráticamente y que se reúne mensualmente para analizar la situación de las fincas de manejo de suelos y agua y proyectar actividades futuras.
- Se ha logrado conformar un grupo multidisciplinario dentro de la institución, el mismo que permitirá desarrollar actividades conjuntas para conseguir el desarrollo sostenible de la comunidad, así como también se ha logrado la participación de otras instituciones, tal es el caso del DFC, en el trabajo de forestación de la comunidad.
- Los trabajos realizados en la comunidad El Inca han permitido la implantación de tecnologías prácticas con relación a la preservación de los recursos naturales, dirigidos hacia la aplicación de una agricultura sostenible, lo cual se está realizando de una forma altamente participativa; en donde los agricultores son el ente de la propia gene-

ración de estas tecnologías, las cuales han permitido la conservación de los recursos suelo y agua, y la diversificación de las especies.

- La masificación de las tecnologías de manejo y conservación de los suelos se ve intensificada cuando aparecen los productores de otras comunidades de la microcuenca del río Chamachán, interesados en realizar trabajos de conservación de suelos. Además se están agrupando para conformar el Grupo de Agricultores Conservacionista.
- La caracterización de la cuenca hidrográfica ha involucrado a técnicos de otras instituciones, tal es el caso de la Dirección Nacional de regionalización del Ministerio

de Agricultura y Ganadería, DFC, quienes están colaborando en esta tarea.

- Existe una excelente apertura por parte de los agricultores para probar diferentes sistemas de labranza del suelo, Este proceso ha sido observado con entusiasmo en razón de los resultados encontrados con las prácticas de conservación de suelos.
- El logro de mayor significación está dado por los cambios socioeconómicos que se han dado con los agricultores propietarios de las fincas donde se establecieron las prácticas de conservación de suelos, puesto que la diversificación de cultivos ha permitido que los productores obtengan mejores ventajas económicas.

***Sistemas de información
edafoclimática***

Sistema de Información Edafoclimática

Informe final del proyecto

Carlos Yáñez, Franklin Valverde y Juan córdova
Responsables

Análisis y modificaciones del Sistema

Una vez realizada la instalación del sistema, se encontraron algunos problemas de carácter técnico que en un principio no permitieron avanzar en la introducción de la información, y luego de hacer las correcciones pertinentes se ha continuado con el ingreso de la misma.

Luego de la última visita del Dr. Steegmayer a Ecuador (julio, 97), se sugirieron otras modificaciones al sistema, en cuanto al módulo de suelo, submódulo de fertilidad y otros, con el objeto de dar mayor versatilidad al sistema, frente al cual se realizaron las modificaciones pertinentes. Éstas llegaron a Ecuador a inicios de septiembre y fueron instaladas de inmediato.

Introducción de la información

Se procedió a introducir y actualizar la información en las diferentes tablas de mantenimiento relacionadas con los códigos de la División Política de Ecuador y otras relacionadas con los módulos de suelo, fertilidad, cultivos, otros.

Al momento, se continua con el ingreso de la información del módulo cultivos de la EESC,

y de fertilidad en lo referente al análisis químico del suelo.

Conjuntamente con la Dirección Nacional de Regionalización -DINAREN- se han digitalizado mapas a escala 1 a 250 500, de la zona norte del país (provincia de Imbabura).

Relaciones interinstitucionales

Desde el inicio del proyecto se han realizado contactos interinstitucionales con el INAMHI, para lo cual se han efectuado reuniones con las autoridades de dicha Institución, habiéndose señalado la necesidad de implantar la base de datos y la forma en que ésta podría ofrecer un beneficio mutuo a las dos instituciones. Ante esta situación, en un principio hubo un manifiesto deseo de continuar con esta actividad, previo la firma de un convenio de carácter general entre las dos instituciones. Al momento, esta gestión está avanzada y se ha presentado un borrador, el cual esta en estudio de ambas instituciones. Sin embargo, ante la crisis climática, Fenómeno del Niño, que actualmente afecta al país, dicha institución no ha priorizado la continuación del proyecto. A lo anterior se suma cierto recelo en proporcionar la información en forma gratuita, aduciendo una serie de circunstan-

cias entre las cuales pueden citarse las siguientes: la protección de la información y el valor de la misma. Además está pendiente la nominación de un coordinador de acuerdo al entendimiento entre ambas partes.

Así mismo se han efectuado reuniones con el DINAREN y luego del estudio de un borrador del Convenio, se procedió a la firma del mismo, para de esta manera iniciar el intercambio de información entre las dos instituciones. Al respecto puede señalarse que existe buena disposición a proporcionar la información cuando ésta sea requerida.

En el caso del Centro de Levantamiento Integrado de Recursos Naturales por Sensores remotos -CLIRSEN- de conversaciones mantenidas con autoridades del mismo, se deduce que no existe interés en colaborar con el proyecto, por el momento, puesto que al igual que el INAMHI la información que proporcionarían es muy costosa y no estarían en posibilidades de ofrecerla gratuitamente.

Frente a esta situación, el INIAP está buscando otra alternativa para obtener la información, puesto que muy difícilmente las instituciones involucradas en el proyecto proporcionarían dicha información de manera gratuita.

Otras actividades

- Capacitación

Se participó en el curso taller "Plan de Manejo Integral para el Área Piloto de REDAMACS en la Cuenca del Río Pereño, Estado Táchira" del 18 al 20 de agosto de 1998. Venezuela y en el curso "Procesamiento Digital de Imágenes Satelitarias y sus Interacción con los Sistemas de Información Geográfica" dictado por el CLIRSEN del 17 al 28 de noviembre de 1997. Ecuador.

- Proyectos (Adjunto anexo)

Se preparó el Proyecto para el financiamiento de la COSUDE "Sistema de Información de Recursos Naturales para el Desarrollo de una Agricultura Sostenible -SIRENA- Ecuador". Aprobado en 1997. Ecuador.

- Contrataciones

Con base en el Proyecto anterior, se ha contratado una digitadora para la captura de datos para el SIRENA, desde el mes de diciembre de 1997.

Anexo

Sistema de Información de Recursos Naturales para el desarrollo de una Agricultura Sustentable (SIRENA - Ecuador)

Antecedentes

En el marco del Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina - PROCIANDINO- con el apoyo del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA- en 1995 se realizaron talleres de trabajo en Ecuador y Venezuela, en los cuales se decidió desarrollar y adoptar un sistema de información edafoclimática que permita, inicialmente el acceso y la manipulación de la información de suelos, clima y cultivo en forma integrada, transparente y sencilla. Como el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales -MARNR- de Venezuela disponía de un sistema de esta naturaleza, se suscribió un Convenio el MARNR, IICA y el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias -FONAIAP- para el uso, la producción de mejoras y la ampliación del sistema, en los países de la Región Andina.

El sistema de información edafoclimático, denominado Sistema de Información de Recursos Naturales para el Desarrollo de una Agricultura Sostenible -SIRENA- constituye un mecanismo computarizado de ambiente modular que permite capturar, almacenar, procesar y desplegar datos e información de natura-

leza geográfica (estudios de suelos, clima, cultivos, otros) desde sus fuentes originales en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, países conformantes del mandato de PROCIANDINO.

En Ecuador, después de realizada la consultoría de corto plazo (julio, 1995) sobre la situación actual de la información edafoclimática, se desprende que existe un interés de algunas instituciones (IICA, FAO, MAG, CAAM, USAID, CLIRSEN e INIAP por participar en este proyecto, señalándose además de que se dispone de la información necesaria (al momento dispersa) en cada una de estas instituciones, y que, por lo tanto es necesario crear una instancia que permita recopilar, procesar y generar información que beneficie a las instituciones participantes y a los potenciales clientes y usuarios.

Objetivos generales

- Apoyar a las instituciones usuarias del SIRENA con información para la toma de decisiones que promuevan la sustentabilidad, uso racional y resguardo de los recursos naturales y de la protección ambiental.

Objetivos específicos

- Establecer una red de usuarios de OG's y ONG's alrededor de SIRENA para garantizar su adecuado mantenimiento, el desarrollo de nuevos módulos y mejoras futuras del sistema.
- Resguardar y mantener los datos y la información sobre el recurso suelo, clima, aguas, cultivos y de modelos generados en el país.
- Facilitar la utilización oportuna de la información que ofrece el sistema en forma puntual y/o espacial a nivel de investigadores, planificadores y usuarios que estén involucrados en el desarrollo agropecuario sostenible y ambiental de nuestro país.

Justificación

El manejo acelerado de los recursos naturales ha conducido a la pérdida progresiva de los mismos, derivando un impacto socioeconómico poco alentador para los procesos productivos actuales, como también atenta al bienestar social y calidad de vida de las futuras generaciones. Por otro lado, la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales tienen una interrelación directa en la estrategia del desarrollo económico de nuestro país. En este contexto, inminente desarrollar, consolidar y analizar conocimientos, experiencias e información para conocer los componentes, mecanismos e interacciones entre el suelo, el clima, los productos y las prácticas de manejo como un aporte a los planes de fomento, asistencia técnica e investigación dentro de un enfoque de agricultura sostenible y manejo racional de los recursos naturales.

En este contexto, el sistema de información edafoclimático (SIRENA) permitirá capturar, almacenar, procesar y desplegar datos e información de naturaleza geográfica; la misma tendrá un valor agregado con relación a la información primaria, debido a la capacidad de las organizaciones generadoras de la información edafoclimática, que requiere SIRENA y que al mismo tiempo serán sus usuarios.

Estrategia del proyecto

- Participación intra e interinstitucional a nivel nacional e internacional
- Trabajo en equipos multidisciplinarios.
- Flujos de información a diferentes niveles para la toma de decisiones.
- Apertura y facilidades para el intercambio de información entre instituciones.

Algunos principios del proyecto

- Información relevante, oportuna y exacta.
- Flexible, simple y con capacidad de integrarse a otras redes.
- Computarizado, modular, versátil.

Presupuesto

El presupuesto que se detalla a continuación corresponde al primer año de ejecución del proyecto.

Distribución de gastos

Cuenta	Monto	
	Sucres	USA Dólares
Traslado, instalación y subsistencias	2 089 000	500
Combustible y lubricantes	1 000 000	250
Suministros y materiales	4 267 000	1 000
Servicios básicos	1 000 000	250
Total	8 356 000	2 000

Responsabilidades

Actividades	Fecha	Participantes	Coordinador
Contactar con posibles OG's y ONG's Participantes	7/97	INIAP, DINAREN, NAMHI, CLIRSEN	INIAP
Taller PPO para reformular el proyecto	8/97	INIAP, DINAREN, INAMHI, CLIRSEN	INIAP
Administración del Sistema - Recopilar información - Procesar información - Analizar información - Distribuir información	Permanente	INIAP, DINAREN, INAMHI, CLIRSEN, otras ON's y ONG's	INIAP
Curso Taller: manejo de SIRENA	8/97	INIAP, DINAREN, INAMHI, CLIRSEN, Otras OG's y ONG's	INIAP
Reuniones PSyE del Proyecto*	Mensual	INIAP, DINAREN, INAMHI, CLIRSEN, Otras OG's y ONG's	INIAP
Publicaciones de información generada a través del sistema	Trimestral	INIAP, DINAREN, INAMHI, CLIRSEN, Otras OG's y ONG's	INIAP
Capacitación coordinador en el exterior en sistemas de información geográficos	9/97	INIAP	INIAP

*PSyE: Programa , Seguimiento y Evaluación.

Matriz de planificación del proyecto
"Sistemas de Información de Recursos Naturales para el Desarrollo de una Agricultura Sostenible (SIRENA)"

Resumen narrativo	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
Objetivo superior			
Se ha contribuido para el uso racional y la conservación de los recursos naturales tanto en el Ecuador como a nivel de la Subregión Andina.			El Ecuador dispone de una sólida legislación de manejo de recursos naturales. La sociedad apoya las acciones de conservación de recursos naturales.
Objetivo del proyecto			
Con la información generada por el SIRENA, se está aportando a las instituciones usuarias del SIRENA en la toma de decisiones para el desarrollo y explotación racional de los recursos.	Hasta diciembre/1998, el INIAP conjuntamente con OG's y ONG's conforman la red SIRENA a nivel nacional y disponen de un banco de información que es parte de la red a nivel Subregional Andino.	Convenios con OG's y ONG's. Bases de datos establecidas. Informes del proyecto.	
Resultados			
Se dispone de un banco de información sobre: suelo, clima agua y cultivo; así como también de los modelos de interacción de recursos naturales.	Hasta diciembre/1998, el INIAP disponen de un banco de información edafoclimática del Ecuador.	Bases de datos Informes de avance.	Se mantiene apertura e intercambio de información entre las diferentes instituciones.
Se ofrece información técnica sobre las relaciones suelos-clima-cultivo-aguas, para la toma de decisiones sobre el desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables.	A partir de diciembre/1998, el INIAP distribuye información generada por el SIRENA a los diferentes clientes, usuarios y socios de la red del sistema.	Publicaciones. Informes de avance.	Existe buena demanda de información por usuarios y clientes de la red.
Se ha formado una red de usuarios de la información del SIRENA.	Hasta diciembre/1997, el INIAP ha logrado formar una red con al menos cinco usuarios de OG's y ONG's del país que proporcionan información para procesarla a través del SIRENA.	Convenios establecidos. Informes de avance.	Se mantienen políticas de trabajo interinstitucional en las OG's y ONG's.

Edición: *Félix J. Chirinos y Elio A. Pérez S.*
Montaje: *Nury Castillo*
Fotolito: *Jesús Laguna*
Impresión: *Juan Salas*

**Impreso en el Taller de Artes Gráfica del FONAIAP
Maracay, Venezuela. Marzo de 1999
Tiraje: 500 ejemplares**



