

EROSION HIDRICA EN LA CUENCA PILOTO LA SUIZA, COSTA RICA

✓
Mauricio Bermúdez Méndez

Esta publicación fue realizada con el apoyo financiero del
Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo (DDA)

CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Programa de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica
1980

BERMUDEZ, M*. Erosión hídrica en la cuenca piloto de La Suiza, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1980. 28 p. 27 ref.

SUMMARY

The principal factors that influence erosion by water in the pilot area of La Suiza de Turrialba are discussed.

The relationship between agricultural practices and soil losses, especially through laminar erosion, is emphasised.

The level of knowledge, related to erosion problems, of the farmers living in the zone is analysed by means of a survey.

Areas susceptible to erosion were determined by studying topographic and agricultural factors, aerial photographs and through field observations. Within the areas, classified on a basis of their potential susceptibility to erosion, smaller land units, determined by the predominant type of erosion, are mapped out.

Recommendations of practices that should minimize soil losses are given at both the general and specific levels.

The necessity of carrying out hydrological investigations in order to obtain valuable information about the processes of run-off and erosion is demonstrated.

RESUMEN

Se presentan los principales factores que favorecen la erosión hídrica en la cuenca piloto de La Suiza de Turrialba, Costa Rica; se enfatizan las relaciones entre las prácticas agrícolas y las pérdidas de suelo, especialmente por erosión laminar. Se analiza, mediante una encuesta, el grado de conocimiento que tienen los agricultores de la zona sobre el problema de la erosión.

Se determinan las áreas propensas a erosión, basándose en factores topográficos y agronómicos, así como en observaciones de campo y fotointerpretación. Dentro de las diferentes categorías de susceptibilidad se zonifican áreas menores, de acuerdo al tipo de erosión predominante, la topografía y el uso de la tierra. Se formulan recomendaciones, tanto a nivel general como específico, para minimizar las pérdidas de suelo. Se manifiesta la necesidad de realizar investigación hidrológica para obtener información valiosa sobre los procesos de escorrentía y erosión.

* B.S. Estudiante del Programa de Postgrado UCR-CATIE.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	1
3.	ENCUESTA A LOS AGRICULTORES.....	4
4.	LA EROSION EN LA CUENCA.....	7
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	15
6.	BIBLIOGRAFIA	18
7.	APENDICE	20

1. INTRODUCCION

El uso inadecuado de los recursos de las cuencas hidrográficas provoca fuertes desequilibrios hidrológicos. Como consecuencia de ésto, tenemos que asumir la responsabilidad de los daños ocasionados por la erosión acelerada, la baja disponibilidad de agua, la contaminación y las inundaciones (7).

Debido a los problemas de inundaciones, pérdida de suelo por erosión y fuertes derrumbes que sufren los terrenos ubicados al norte de La Suiza de Turrialba, ha surgido la inquietud y necesidad de realizar un estudio integral de esta cuenca.

Es por este motivo que el Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE asignó a los estudiantes de posgrado de la generación 1978 la realización de una serie de estudios sobre el uso de los recursos en la zona. Los temas de investigación, con sus respectivos autores y nacionalidad, fueron los siguientes:

Apolo, W. (Ecuador) Aceptabilidad y resistencia a la introducción de nuevas tecnologías de cultivo y manejo de suelos (1).

Bermúdez, M. (Costa Rica) Estudio y evaluación de obras diversas para la protección y conservación de suelos (2).

Fierros, A. (México) Estado actual y posibilidades de manejo de los bosques secundarios (9).

Marcondes, M. A. (Brasil) Estudio y evaluación de especies recomendables para la protección y conservación de recursos (16).

Ugalde, L. (Costa Rica) Descripción y evaluación de las prácticas agroforestales (26).

El presente trabajo es el resultado de un estudio realizado durante los meses de enero, febrero y marzo de 1979 sobre el problema de la erosión en la cuenca.

Posteriormente se llevaron a cabo otros proyectos mediante un convenio UNU/CATIE, en los cuales se instalaron experimentos sobre erosión, escorrentía, reforestación, agroforestería y otros (4, 10, 20).

2. CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

La cuenca de La Suiza de Turrialba se encuentra a una distancia aproximada de 10 km del CATIE y se comunica a través de la carretera principal que une la ciudad de Turrialba con Puerto Limón, tomando el desvío que conduce a los poblados de la Suiza, Platanillo, Tuis, Pacuare y Moravia de Chirripó (5). Políticamente pertenece al Distrito de La Suiza del Cantón de Turrialba, Provincia de Cartago.

El área de estudio es de 650 ha y abarca tres pequeñas cuencas en la parte norte del poblado de La Suiza que drenan las aguas de las quebradas La Danta,

La Gata y La Leona (ver Fig. 1). Estas quebradas vierten sus aguas al Río Tuis, que a su vez es un tributario del Río Reventazón, uno de los complejos hidrológicos más importantes de la Vertiente Atlántica de Costa Rica.

La topografía de la cuenca es variada y las alturas van desde los 620 m en la parte baja, en donde está el pueblo, hasta los 1200 m en la parte norte, donde está la divisoria de aguas. Internamente tiene un lomo llamado Altos de Piedra Grande que separa los brazos de la Quebrada La Leona (5). Un camino principal, que va desde La Suiza hasta Pacayitas y El Silencio, corre por la divisoria de aguas de las subcuencas de La Danta y La Leona.

El área en su mayoría está dedicada al cultivo de la caña (*Saccharum officinarum*), café (*Coffea arabica* y *C. canephora*) con sombra manejada de poró (*Erythrina poeppigiana*) y laurel (*Cordia alliodora*), y pastos (*Cynodon*, *Homolepis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Melinis*); muchos de los pastizales están abandonados e invadidos de malezas.

En los cafetales la sombra de poró y otros árboles, especialmente laurel, protegen el suelo del impacto de las lluvias. Sin embargo, el goteo tiene un alto poder erosivo. La hojarasca y los productos de la poda del poró y del café forman un mulch que, en terrenos planos, protegen el suelo. En terrenos inclinados el suelo permanece con poca protección del mulch, y el proceso de erosión laminar es mucho mayor. En los cafetales y cañaverales el uso de herbicidas puede evitar la regeneración natural del laurel y el crecimiento de plantas herbáceas que con sus raíces también mejoran la estructura del suelo, su aireación y permeabilidad.

El área en general está ubicada en las zonas de vida ecológica llamadas bosque muy húmedo premontano y bosque pluvial premontano, según el sistema de clasificación Holdridge (14, 25). La precipitación promedio anual es de 2489 mm de lluvia y la temperatura media anual es de alrededor de 22.3 grados centígrados (26). La lluvia está bien distribuida con un período relativamente menos húmedo en los primeros cuatro meses del año. La época más lluviosa ocurre al final del año, en los meses de agosto, setiembre y octubre (6).

Las características intrínsecas de los suelos determinan el grado y tipo de erosión a que son sometidos. Las características geomorfológicas de un suelo pueden determinar que sean muy propensos a los deslizamientos cuando caen fuertes aguaceros, como en el caso de la subcuenca de la Quebrada La Leona.

Dentro de la cuenca de La Suiza se pueden distinguir tres unidades geomorfológicas (17). La primera es el aluvión que domina la parte baja y plana de la cuenca, en donde está asentado el pueblo. Estos aluviones son variados en cuanto a textura y van desde arenosos hasta arcillosos. Estas son las terrazas aluviales formadas por las deposiciones de las quebradas Gata, Danta y Leona, así como por el Río Tuis. Estas áreas son susceptibles a las inundaciones, como ocurrió en el año de 1970.

La segunda unidad geomorfológica ocupa la parte media de la cuenca de La Leona y casi toda la cuenca de La Gata y La Danta. Ha sido denominada como formación Aguacate, Lahares de Chitaría y es muy semejante a la tercera unidad geológica, llamada formación Aguacate, Lahares de Pacayitas.

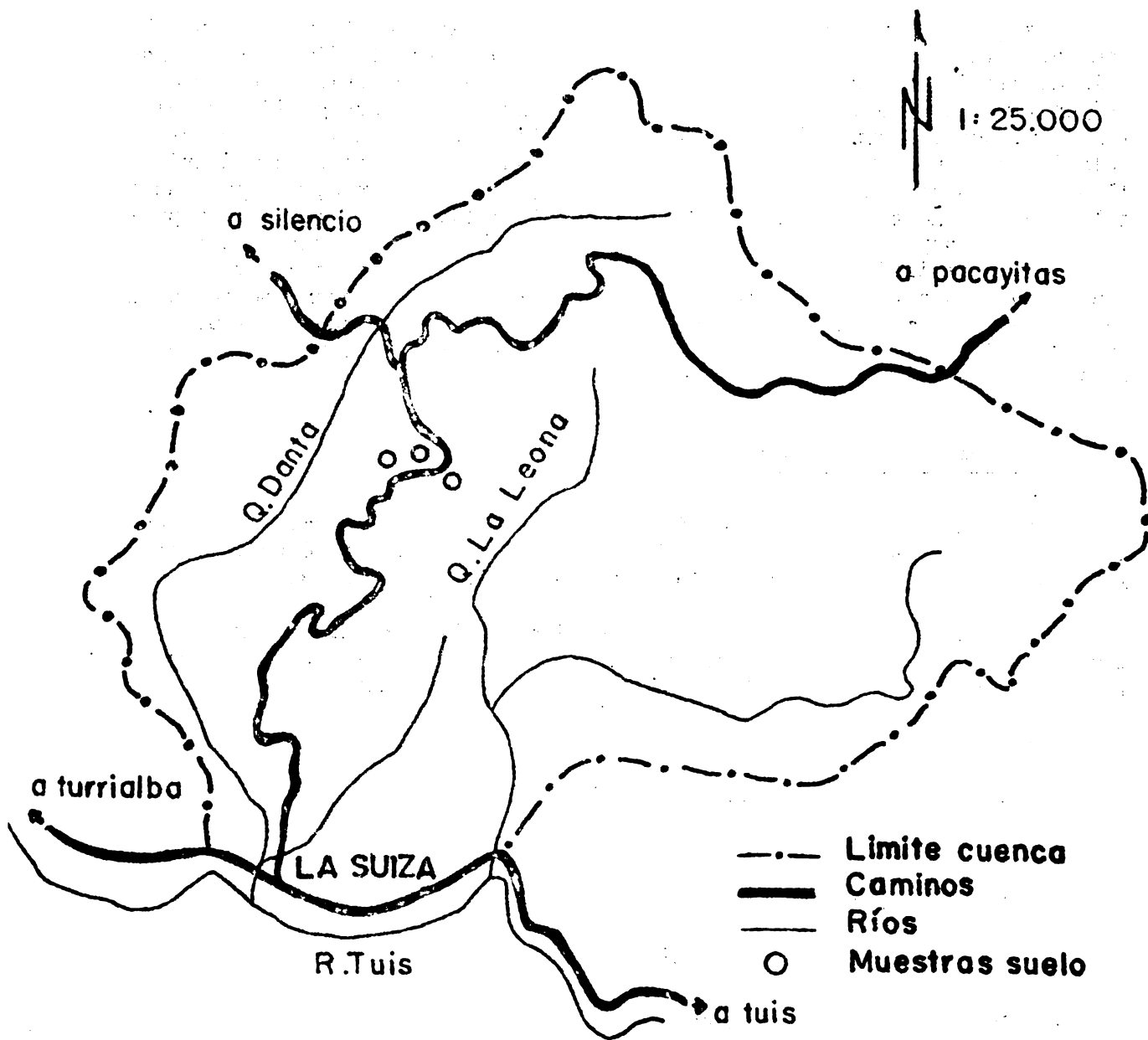


FIG. 1
AREA DE ESTUDIO

basado en Ugalde, 1979

Ambas están formadas por coladas de lava que se asentaron en valles antiguos. Tienen estratos de tobas y lahares con acumulaciones de cenizas en depósitos inestables que provocan derrumbes considerables al ser sometidos a intensas lluvias. Los suelos que dan origen son pobres en bases por la alta lixiviación, ya que son muy permeables.

Las asociaciones de suelos en la cuenca coinciden en términos generales con las unidades geológicas (17), (ver Fig. 2). El aluvión corresponde a la asociación de suelo llamada Turrialba, que se caracteriza por ser de origen fluvial, presentar una capa freática alta, alta pedregocidad y existir el riesgo de inundaciones periódicas. Tiene poca pendiente y pocas ondulaciones, con buen drenaje y buena fertilidad. La asociación Chitaría II son suelos con altas pendientes depositadas sobre lahares, muy propensos a los deslizamientos y tienen áreas internas relativamente planas, sin problemas de drenaje y con fertilidad de mediana a baja. A pesar de esto las áreas con posibilidades de cultivo son pocas. La asociación Pacayitas I son suelos con altas pendientes, donde a pesar de tener aparentemente buena fertilidad, son más importantes como áreas colectoras de aguas y reguladoras de caudales. Es allí donde nacen las quebradas Danta, Gata y Leona (17).

3. ENCUESTA A LOS AGRICULTORES

Una encuesta preliminar realizada a 29 propietarios o administradores de fincas pequeñas fue llevada a cabo por los cinco investigadores, durante los meses de enero y febrero de 1979 (ver Apéndice) (1, 2, 9, 16, 26).

En la encuesta, titulada "Investigaciones sobre prácticas agroforestales tradicionales en los trópicos húmedos: estudio de caso de la cuenca piloto La Suiza, Costa Rica", contenía los siguientes temas:

A. Aspectos generales

1. Tenencia de la tierra
2. Uso de la tierra
3. Uso de tecnología
4. Aspectos socio-económicos

B. Prácticas agroforestales

- C. La erosión y el deterioro de los suelos
- D. Manejo de las cuencas
- E. Manejo de los bosques

En el presente trabajo se tomarán en cuenta únicamente los aspectos relacionados con los temas C y D (ver Apéndice).

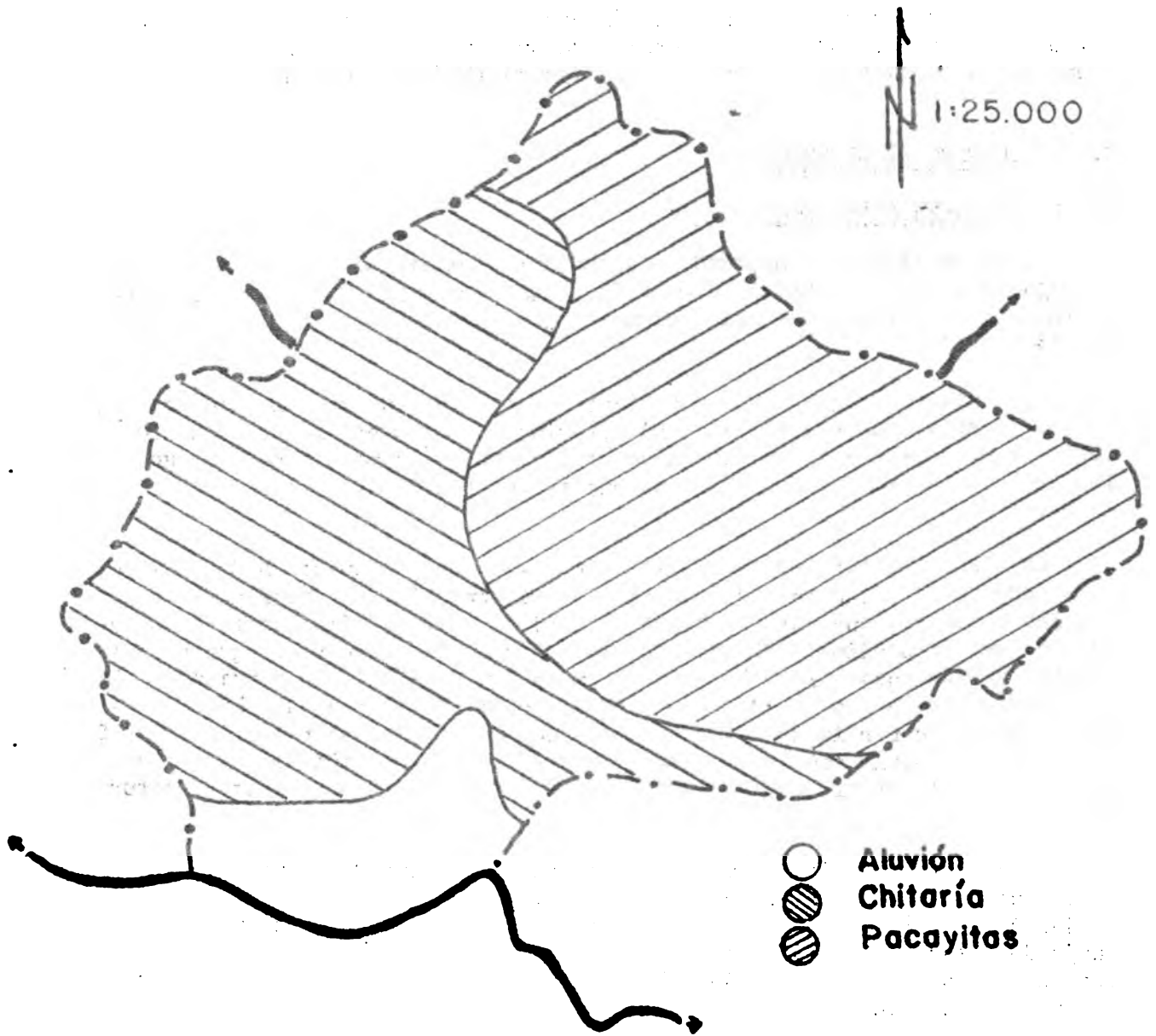


FIG.2
ASOCIACIONES DE SUELOS
basado en Monsen, 1970

La información compilada a través de la encuesta, complementada con las observaciones de campo y la interpretación de fotografías aéreas, permitió localizar las áreas erosionadas y los tipos más frecuentes de erosión. También se obtuvo información de interés respecto a los sistemas de cultivo, distribución de la tierra, nivel de tecnología, insumos, rendimientos y problemática en general.

Todos estos aspectos socio-económicos de la actividad agrícola tienen influencia sobre el proceso de pérdida de suelos. En definitiva, el problema de la erosión es un problema de tipo ecológico y económico.

3.1 RESULTADO DE LA ENCUESTA

3.1.1. Observaciones generales:

Al analizar la encuesta se aprecia que existe un alto grado de conciencia sobre los problemas de erosión y que la mayoría de los agricultores opinan que la pérdida de suelos es mayor en cafetales que en otro tipo de cultivo.

El cultivo de caña no produce tanta erosión ya que se mantiene bien cubierto el suelo durante la época más lluviosa, y al cortarla se dejan los residuos de tallos y hojas cubriendo el terreno. Además, para proteger los caminos de extracción, éstos se mantienen enzacatados y con buenos drenajes.

En algunos cafetales se realizan prácticas de conservación de suelos para reducir el poder erosivo del agua de escorrentía. Ejemplo de esto son las cajuelas, que son calicatas de casi un metro cúbico construidas cada diez metros pendiente abajo, con el propósito de detener el agua de escorrentía y sedimentar el suelo erodado en la parte alta de la pendiente. Esta práctica se ha ido abandonando porque consume mucha mano de obra en el mantenimiento y por la creencia de que afecta el buen desarrollo de las raíces. Otro ejemplo son las zanjas de desagüe, cuya función es cortar la pendiente y llevar el agua con una velocidad baja hasta los desagües naturales.

Se encontró un sistema mixto en una finca con una pendiente de 30-40%, en el cual se combinan las zanjas y las gavetas. El sistema consiste de zanjas de contorno que convergen en una cajuela ancha, de donde parte una zanja de desagüe perpendicular a la pendiente, la cual tiene cajuelas en su trayecto. A esta zanja de desagüe llegan otras zanjas de contorno, formando una red de drenaje.

En menor grado se encontraron caficultores que le dan importancia a mantener una cobertura viva en el suelo. Las prácticas antiguas de palear y chapear dejando el residuo de malezas sobre el suelo, está en proceso de cambio hacia el combate químico de malezas, principalmente por medio de mochilas. Los productos químicos más comunes son 2-4-D y Gramoxone.

3.1.2 Análisis cuantitativo de los resultados de la encuesta:

El estudio analítico de las encuestas muestra los siguientes resulta

dos, expresados en % de respuestas dadas:

El 71% considera que los suelos eran más fértiles en el pasado y un 29% considera que la fertilidad de los suelos se ha mantenido igual.

Un 59% cree que la erosión perjudica las cosechas contra un 41% que no opina así.

Un 40% opina que en los cafetales es donde hay más erosión, 30% para pastos, 15% en cultivos anuales y 15% en cañales.

El 45% de los agricultores percibe el lavado de suelos como principal proceso de erosión, mientras que un 18% se encontró que reportaban zanjas y surcos, y un 37% (!) tenía problemas con derrumbes o "bombas de aguas".

El 30% de los encuestados considera los árboles como un sistema de protección de suelos.

Un 65% realiza prácticas de control y un 35% no tiene protección de suelos en sus cultivos.

Pocos agricultores tienen cultivos en contorno, mulch y regeneración natural como práctica de control (uno en cada caso).

La mayoría (52%) practica métodos de control de erosión mediante zanjas de desviación (20%), gavetas o cajuelas (18%) y terrazas individuales (14%).

Los agricultores sugieren como posibles soluciones al problema de pérdidas de suelo las siguientes prácticas: zanjas, regeneración natural, terrazas, gavetas, cultivos en contorno, uso de abonos, reforestación, protección del suelo y evitar las quemas. Aquellas personas afectadas por derrumbes e inundaciones opinan que no hay solución posible al problema.

Un poco más de la mitad de los agricultores (54%) están interesados en plantaciones forestales como un medio de conservación de sus suelos, y un 60% está interesado en realizar obras de control y manejo; siempre y cuando no perjudiquen el cultivo y sean de bajo costo.

4. LA EROSION EN LA CUENCA

La zonificación en áreas propensas a erosión debe hacerse tomando en cuenta la erodabilidad del suelo, la erosividad de la lluvia, la pendiente, los sistemas de cultivo y las prácticas de conservación de suelos.

No contando con un análisis de suelos, y suponiendo que la lluvia en toda el área es homogéneamente erosiva, y que no se aplican prácticas de control de erosión, se tratará de establecer el grado de susceptibilidad a la erosión basándose en la pendiente del terreno, los sistemas de cultivo y en las observaciones de campo.

En el presente trabajo se planteará la relación entre la pendiente y la

erosión de la siguiente manera (ver Fig. 3):

- menos de 20%.....poco propensa
- de 20 a 60%moderadamente propensa
- más de 60% muy propensa

Las categorías por cultivos podrían ser determinadas de la siguiente forma (ver Fig. 4):

- cultivos anuales.....mucha erosión
- cultivos perennesmoderada
- bosquespoca

Se han considerado los cultivos anuales como muy propensos a erosión tomando en cuenta que durante una época del año el suelo no tiene protección y se someten a un manejo más intensivo.

Los cultivos perennes se consideran como moderadamente propensos por que cubren el suelo durante todo el año, aunque siempre existe cierto grado de erosión.

Los bosques se han considerado poco propensos porque presentan una estratificación de coberturas y un mantillo que brindan muy buena protección al suelo, además de que los coeficientes de infiltración son altos.

Para tener una idea de la capacidad de infiltración de los suelos bajo diferentes tipos de cobertura vegetal, se seleccionó una área para realizar el análisis de suelos. En total se tomaron 12 muestras de suelos superficialmente (0 a 5 cm) con anillos de acero y se determinó la densidad aparente, densidad de partículas, espacio poroso total, espacio aéreo, humedad gravimétrica y humedad volumétrica.

Los sitios escogidos fueron terrenos con cultivos de caña, café, pastos (*Homolepis* + *Cynodon*), en terreno plano y en terreno con pendiente muy alta, más de 50% (ver Fig. 1), y los resultados se anotan en el cuadro 1.

Al tomar las muestras de suelo se notó que los suelos en potreros estaban muy compactados, con poca capacidad de absorción de agua y eran pobres en materia orgánica. Aunque producen poca erosión, tienen poca capacidad de infiltración (densidad aparente alta) y el porcentaje del agua de lluvia que pasa a escorrentía directa es muy alto. Esto hace que luego de un aguacero las quebradas se recarguen de agua y exista el peligro de inundaciones. Además no se almacena agua para épocas secas, ya que hay poca recarga de los acuíferos a través de la infiltración y percolación del agua de lluvia.

En terrenos cultivados con caña se notó que los dos primeros centímetros tenían suelo suelto y fácilmente erodable; mientras que luego el suelo era más compacto y con poca capacidad de infiltración. Si estos te-

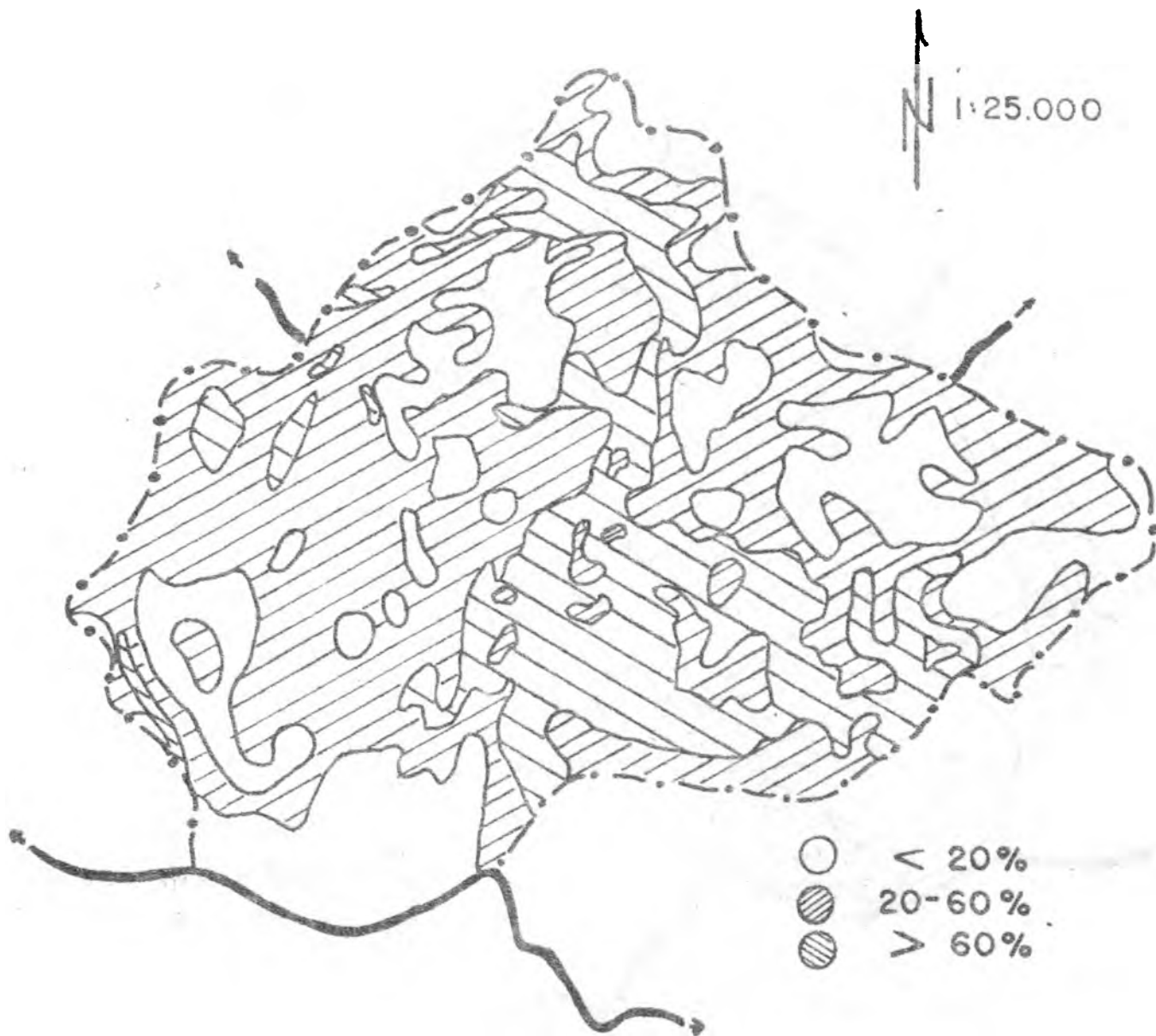


FIG. 3
PENDIENTES

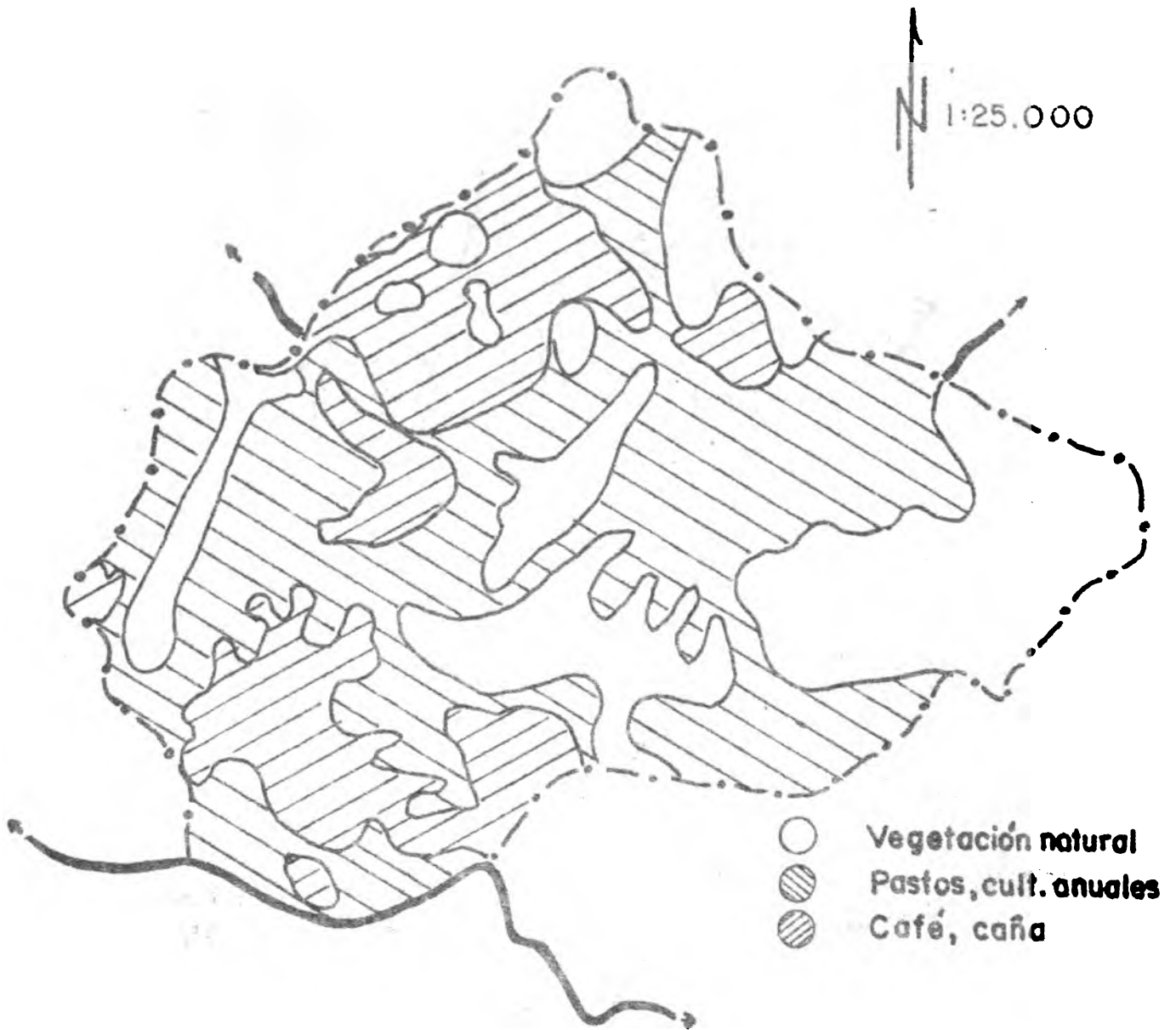


FIG.4
COBERTURA VEGETAL

Cuadro 1
Análisis físico de suelos superficiales (0-5 cm)
La Suiza de Turrialba

Suelos en	DA	EPT	EA	HV
Café -	0,66	75,0	57,93	17,03
Café \	0,65	74,6	53,88	20,72
Caña -	0,66	74,6	47,35	27,25
Caña \	0,66	74,6	47,21	27,39
Pasto -	1,04	60,0	12,28	47,72
Pasto \	1,01	61,15	22,99	38,16

DA = densidad aparente
 EA = espacio aéreo
 - terreno plano
 \ terreno inclinado

EPT = espacio poroso total
 HV = humedad volumétrica

M. Bermúdez M., 1979

rrenos no se mantienen con una cobertura de los residuos de la caña, pierden fácilmente su capa superficial. Como estos suelos con pasto y caña están en terrenos quebrados, es recomendable hacer una rotación con leguminosas (como kudzú) para mejorar la estructura, la aireación y su capacidad de infiltración.

Se observó que las muestras tomadas en cafetales presentan una textura más suelta y mayor contenido de materia orgánica. En estos suelos la capacidad de infiltración es mayor, debido probablemente al asocio con poró y al mantillo producido por las podas del poró y el cafeto.

4.1 Clasificación de áreas propensas a erosión (ver Fig. 5):

4.1.1. Áreas poco propensas:

Están constituidas por las áreas relativamente planas, con menos de 20% y aquellas zonas cubiertas de bosques. En estas áreas la escorrentía y el peligro de erosión son relativamente menores.

Las zonas planas están formadas por:

(1) -- Los terrenos aluvionales al pie de la cuenca, en donde está el pueblo La Suiza. Estos terrenos son los más fértiles y se prestan más para cultivos anuales intensivos y con prácticas de manejo adecuadas para evitar la erosión.

(2) - Las mesetas en la parte alta de la cuenca, dedicadas en su mayo

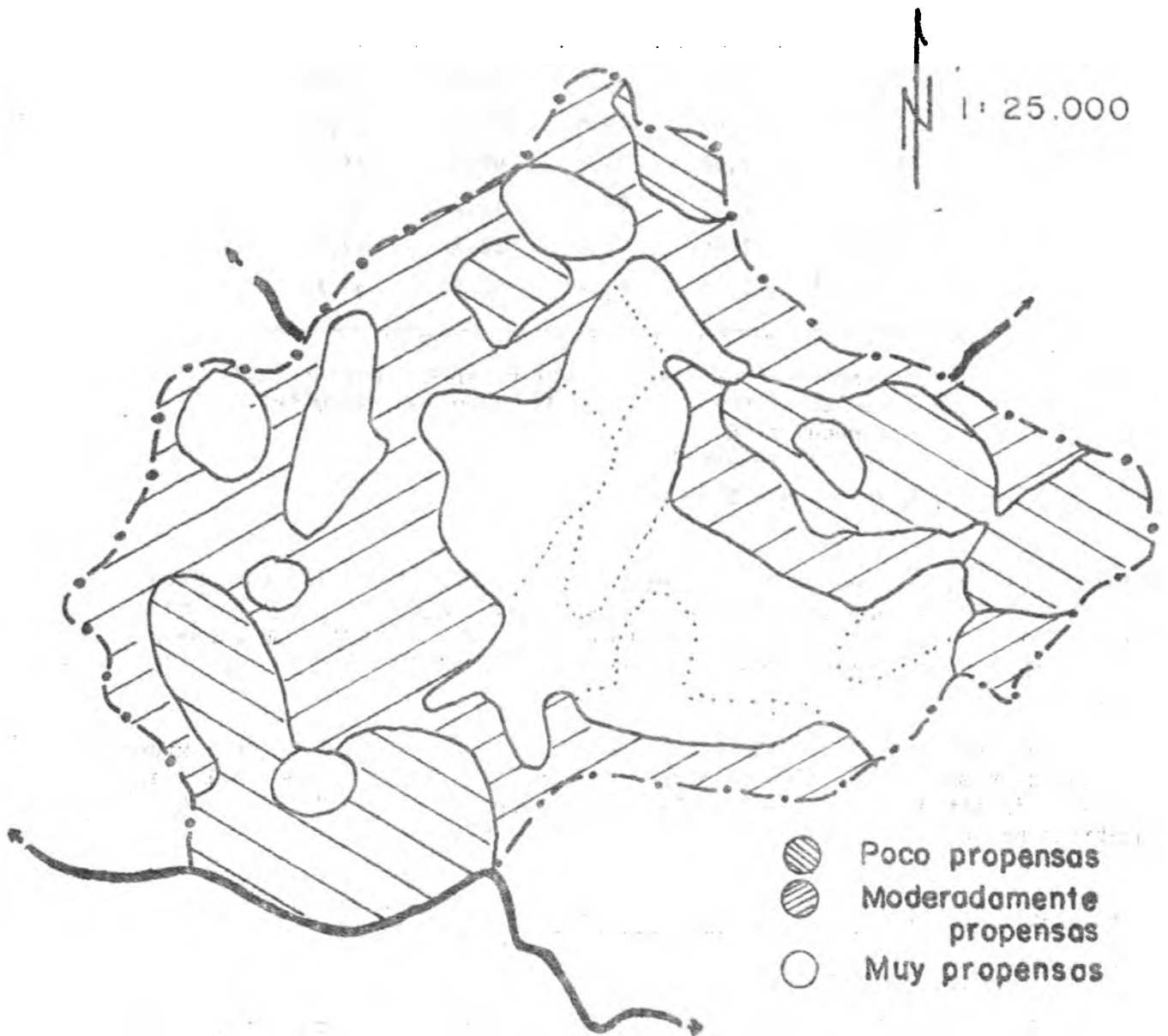


FIG.5
AREAS PROPENSAS A EROSION

ría a potreros. En algunos casos se encuentran áreas que se anegan debido a la compactación del suelo, producto del mal manejo de los pastos.

4.1.2 Áreas moderadamente propensas:

Son áreas con pendientes altas que oscilan entre 20 y 60%, y que están ocupadas en su mayoría por cañales, cafetales, potreros y charrales.

En muchas de estas áreas es notable el mantenimiento de árboles de laurel en cañales y cafetales, por ó como sombra de café, guayaba (*Psidium guajava*) en potreros, así como especies de las familias Compositae, Melastomaceae, Piperaceae, Verbenaceae, Leguminosae y otras más.

Estos árboles brindan cierta protección al suelo, especialmente el poró en cafetales por su densidad y copa frondosa.

Sin embargo, estas zonas son susceptibles a erosión, sobre todo los cañales en la época de zafra si se queman los residuos de la caña. Además los cafetales son muy propensos a erosión laminar, perdiéndose de esta manera el estrato más fértil del suelo.

4.1.3. Áreas muy propensas a la erosión:

Estas son áreas que por su naturaleza geológica, pendientes muy fuertes y uso inadecuado de la tierra, se encuentran sometidas a una fuerte erosión hídrica. Se incluyen:

- (1) Zonas de muy alta pendiente con drenaje superficial excesivo y que favorece la escorrentía, caudales rápidos y erosión fuerte. Deben mantenerse con bosques.
- (2) Zonas de muy alta pendiente y cerca de las quebradas, que a pesar de tener cobertura boscosa, son susceptibles a derrumbes y erosión severa.
- (3) Casos especiales en laderas sometidas a sobrepastoreo, que presentan el típico panorama de compactación, pendientes en forma de gradas y derrumbes de tamaños variados.
- (4) Las carreteras y caminos vecinales se han considerado como un caso especial. A pesar de que la base de lastre de los caminos es buena, los sistemas de drenaje, el trazado y los espaldones no están bien diseñados y provocan erosión en determinados tramos.
- (5) La zona localizada entre el camino que conduce a Pacayitas, cerca del desvío a El Silencio, y la Quebrada La Leona es la más crítica de la cuenca y merece un estudio especial.

El área cerca del camino, en su parte occidental, está dedicada al cultivo de la caña. Se caracteriza por pendientes de moderadas a fuertes y la presencia de numerosas nacientes de agua. También se encuentran cárcavas de gran magnitud y numerosas grietas. En época de verano (estación

seca), el terreno se agrieta y ésto permite que al inicio de la estación lluviosa el agua se infiltre rápidamente. El suelo saturado de agua adquiere mucho peso y es más propenso a deslizamientos.

En la finca de Amparo Sáenz, que es una zona colectora de aguas, hay pastos en pendientes muy altas y algo de protección, gracias a unos pocos árboles que se conservan. Aquí también se observan cárcavas y derrumbes cubiertos por el pasto. La parte central del área muestra una meseta alejada al cañón de la quebrada La Leona. Se encuentra dedicada a pastos en mal estado y con muy abundantes las zonas anegadas y cubiertas de plantas hidrófilas, (hay especies de los géneros *Fimbristylis*, *Eleocharis*, *Cyperus*, *Canna*). Aquí se encuentran desniveles en el terreno de más de un metro de alto. Algo de vegetación pionera y secundaria coloniza esta zona, en especial de las familias Solanaceae, Piperaceae, Tiliaceae, Compositae.

Toda la zona es propensa a grandes deslizamientos por su constitución geológica. Sin embargo, es casi seguro que se ha acentuado el problema por el mal uso de la tierra.

Según las prácticas agrícolas, el área se puede dividir en tres zonas:

a. Cafetales: Presentan fuertes derrumbes y deslizamientos, que necesitan prácticas de control de erosión. El rendimiento de este cafetal es paradójicamente uno de los más productivos de la zona (estimado por el mandador de la finca en 40 fan/ha/año), gracias a las aplicaciones periódicas de fertilizantes químicos y pesticidas. Este cafetal está resembrado con la variedad caturra, de mayor rendimiento por unidad de superficie. Sin embargo, el alto rendimiento se atribuye al buen manejo y al uso de insumos. Los fertilizantes son esenciales para mantener la fertilidad que se pierde por la erosión.

b. Potreros: Son pastos semi-abandonados, invadidos por malezas, que presentan zonas planas anegadas y colonizadas por plantas hidrófilas. La carga animal (estimada en 1 animal/3 ha) y la producción son bajas. Hay fuertes deslizamientos y desniveles en el terreno.

c. Cañales: Se encuentran en esta zona nacientes de agua, encharcamientos, cárcavas y derrumbes. En muchas partes se observan grietas y depósitos de material desprendido de la parte alta. Estas deposiciones son fácilmente erodadas por ser friables y presentar grietas y surcos. Aquí se observa con más claridad el efecto de los derrumbes sobre la producción. Áreas considerables no producen buena caña y se ven frecuentemente partes desnudas.

Un bloqueo de las aguas de la quebrada por un derrumbe puede traer graves consecuencias. Las avenidas de agua pueden causar graves daños a los cultivos y al pueblo de La Suiza, como sucedió en 1970.

(6) Esta es una zona de cafetales cultivados en terrenos de muy alta pendiente (más del 60%) en los cuales hay una baja densidad de cafetos, y el suelo está muy expuesto. Además, por efecto de la gravedad, hay una remoción de la hojarasca que producen las podas del cafeto y del poró, así como las hojas del laurel.



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Problemas y necesidades

En base a la información obtenida se identificaron los siguientes problemas y necesidades de la cuenca.

Uno de los principales problemas lo constituye el inapropiado uso de la tierra en algunas zonas, sobre todo en terrenos de alta pendiente. El aumento de tecnología y asistencia técnica elevaría los rendimientos por unidad de área. Podría zonificarse mejor el uso de la tierra evitando que se dediquen a actividades agrícolas, terrenos necesarios para la protección de aguas y suelos.

La erosión, sobre todo de tipo laminar, reduce los rendimientos de muchos cafetales y cañales, al perderse los suelos fértiles. Esto aumenta los costos de producción ya que se requiere el uso de fertilizantes quími-cos para suplir la falta de fertilidad. Los derrumbes de tamaños conside-rables reducen el área aprovechable para cultivos, a la vez que contaminan las aguas. Las inundaciones serán más frecuentes debido a la deforesta-ción que impide la infiltración y favorece la escorrentía superficial.

Todos estos fenómenos son directa o indirectamente producto del mal uso de la tierra, la falta de planificación agrícola, ausencia de técnicas de cultivo y falta de prácticas de manejo y conservación de suelos.

Por lo tanto, se hace imperiosa la necesidad de organizar la produc-ción agrícola y realizar obras de control de erosión e inundaciones.

5.2 Recomendaciones generales:

Como primera recomendación se sugiere solucionar los problemas de ero-sión a corto plazo mediante el uso de obras de control, que sean de bajo costo y mantenimiento, en caminos y cultivos. Seguidamente, deben implan-tarse técnicas de conservación de suelos en los sistemas de cultivo ya es-tablecidos. Preferiblemente, se recurrirá a prácticas agronómicas y cul-turales. En las áreas dedicadas a ganadería es recomendable mejorar los pastos y el sistema de pastoreo, para evitar la compactación y erosión. En los cañaverales deben mantenerse los desechos de la zafra para proteger el suelo. En los cafetales deben replantarse a mayores densidades, mejo-rar el manejo de los árboles de sombra y mantener los residuos de las podas cubriendo lo mejor posible el suelo, para reducir el poder erosivo de las lluvias y evitar la erosión laminar, sobre todo en terrenos de alta pendiente.

Deben hacerse estudios agronómicos, edáficos, hidrológicos y ecológi-cos, para conocer mejor el proceso de la erosión, y buscar las soluciones más apropiadas para nuestro medio y que garanticen la calidad de los recur-sos a largo plazo.

Además, es necesario hacer un estudio detallado de los problemas de deslizamientos e inundaciones, y establecer un programa de control mediante

las medidas que se juzguen necesarias y apropiadas. De las entrevistas realizadas se desprende que la mayor preocupación de los habitantes de la cuenca son las inundaciones, en especial las provocadas por las quebradas La Danta y La Leona y el Río Tuis. Otro aspecto importante del manejo de la cuenca que merece atención son los problemas de contaminación de aguas, sobretodo en la subcuenca de La Danta, de la cual se toma el agua potable para el pueblo.

El papel de los bosques y de la reforestación en los procesos hídricos debe analizarse cuidadosamente y coordinarse con los estudios sobre erosión e inundaciones. Además, se debe estudiar y evaluar los sistemas agrícolas y su posible modificación para un mejor rendimiento manteniendo la productividad del recurso.

Finalmente, los organismos estatales, deben tomar conciencia de los problemas y necesidades de la zona; y estar preparados a una pronta intervención, dándole participación activa a los miembros de la comunidad de La Suiza

5.3 Recomendaciones específicas:

Para cada una de las zonas se recomiendan las siguientes alternativas de manejo:

Áreas poco propensas a erosión

Zona 1: Intensificación y diversificación de las actividades agrícolas. Mejoramiento de las técnicas de cultivo y el uso de insumos para lograr una mayor producción, que aliviaría la presión sobre otras áreas.

Zona 2: Mejoramiento de la productividad mediante el uso de pastos mejorados, pastos de corte, fertilizantes, rotación de potreros, razas de ganado mejoradas, y el uso de una tecnología y manejo eficientes.

Áreas moderadamente propensas a erosión

Son zonas que necesitan prácticas de control de erosión, tanto mecánicas como agronómicas. Los cafetales pueden mejorarse utilizando fertilizantes y la variedad caturra a espaciamientos densos. Deben mejorarse los pastos y los sistemas de manejo del pastoreo para un mejor aprovechamiento de los recursos. La diversificación de la agricultura debe estimularse.

Áreas muy propensas a erosión

Zonas 1 y 2: Deben mantenerse con bosques, favorecerse la regeneración natural o reforestarse, ya que por la alta pendiente no es recomendable ningún uso agrícola en estos terrenos. Debe evitarse que grandes masas de tierra lleguen a las quebradas. Son terrenos de vocación forestal y de protección.

Zona 3: En los casos en que sea posible puede realizarse un buen manejo del pastoreo, de otra manera estos terrenos deben pasar a otra forma de uso.

Zona 4: Deben diseñarse buenos desagües, mejorarse el trazado de las pendientes y protegerse con una buena cobertura vegetal los espaldones. En algunas partes se debe recurrir a obras de ingeniería. Hay que brindarles un buen mantenimiento para mantenerlos en buen estado.

Zona 5: Para el área crítica localizada en la cabecera de la Quebrada La Leona, recomendamos:

- a) Desviación y encauzamiento hacia la Quebrada La Danta de las aguas que nacen en la parte superior al camino de Pacayitas. Esto es para evitar el recargue de los suelos por el agua de escorrentía.
- b) Conducción de las aguas que nacen en el área hacia la Quebrada La Leona, mediante zanjas de contorno y drenajes superficiales.
- c) Mantenimiento de una cobertura de gramíneas en el área para favorecer el desagüe de la escorrentía, combinado con arbustos perennes y fajas de vegetación protectora.
- d) Estabilización de cárcavas mediante diques sedimentadores y cubierta vegetal apropiada, además de zanjas de desvío y cercas protectoras.
- e) Estabilización de derrumbes mediante gaviones en la base y cubierta protectora de gramíneas y leguminosas.
- f) Control de inundaciones mediante gaviones sobre los cursos de las aguas de ambas quebradas, en especial en La Leona.

Zona 6: En estos terrenos deben cultivarse los cafetos en terrazas individuales y con una densidad muy alta, como las recomendadas por la Oficina del Café (8), mantenerse un mulch permanente, ya sea con residuos de cañales o con zacate elefante (*Pennisetum purpureum*) o bien barreras vivas de zacate limón (*Cymbopogon citratus*).

6. BIBLIOGRAFIA

1. APOLO, W. Aceptabilidad y resistencia a la introducción de nuevas tecnologías de cultivo y manejo de cultivos en la cuenca piloto La Suiza, Cantón de Turrialba. CATIE, Turrialba. 1979. 34 p. (sin publicar).
2. BERMUDEZ, M. Estudio y evaluación de obras diversas para la protección y conservación de suelos en la cuenca piloto La Suiza, Cantón de Turrialba. CATIE, Turrialba. 1979. 101 p. (sin publicar).
3. BORNEMISZA, E. Conservación de suelos en Centro América y Panamá. (Un comentario y una proposición de cambio de enfoque) Rev. Biol. Trop. 24(supl. 1):83-85. 1979.
4. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. UNU proposal. Traditional agroforestry practices in the wet tropics; the "La Suiza", Costa Rica case study. CATIE, Turrialba. 1979. 26 p.
5. COSTA RICA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Mapa Tucurrique H-3445 I. San José. 1963. Esc. 1:50.000.
6. _____ . INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. Anuario meteorológico. San José. 1972. 333 p.
7. _____ . OFICINA DE PLANIFICACION NACIONAL. Protección del medio ambiente; Ideario costarricense. San José. 1978. p. irr.
8. _____ . OFICINA DEL CAFE. Manual de recomendaciones para cultivar café. 3ra. ed. San José. 1978. 68 p.
9. FIERROS, A. Estado actual y posibilidades de manejo de los bosques secundarios en la cuenca piloto de La Suiza, Cantón de Turrialba. CATIE, Turrialba. 1979. 16 p. (sin publicar).
10. FIGUEROA, C. Diseño del manejo de una cuenca piloto en Costa Rica. Seminario de Proyecto de Tesis. Resumen. CATIE, Turrialba. 1979. 1 p.
11. GREENLAND, D. J. & LAL, R. (ed.) Soil conservation and management in the humid tropics. Wiley, Ing. 1977. 283 p.
12. HARDY, F. Edafología tropical. Herrero, México, 1970. 416 p.
13. HEWLETT, J. D. & NUTTER, W. L. An outline of forest hydrology. University of Georgia Press, Athens. 1969. 137 p.
14. HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. San José, IICA. 1979. 216 p.
15. LINSLEY, R. K., KOHLER, M. A. & PAULUS, J. H. L. Hidrología para ingenieros. MacGrow-Hill, Calif. 1977. 386 p.

16. MARCONDES, M. A. Estudio y evaluación de especies recomendables para la protección y conservación de recursos en la cuenca piloto La Suiza, Cantón de Turrialba. CATIE, Turrialba. 1979. 38 p. (sin publicar).
17. MONSEN, R. (ed.) Inventario de recursos. Area del programa de diversificación de Turrialba. IICA, Turrialba, 1970. 115 p.
18. MOJICA, I. Mejoramiento y mantenimiento de cuencas hidrográficas. CATIE, Turrialba. 1975. 30 p.
- ✓ 19. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. La erosión del suelo por el agua. FAO, Roma. 1978. 207 p.
20. ROCHA, J. A. N. Erosión de suelos de pendientes cultivadas con maíz y frijol con diferentes grados de cobertura viva dentro de una plantación forestal. Tesis Mg. Sc. UCR/CATIE, Turrialba. 1977. 182 p.
- ✓ 21. RODRIGUEZ, A. Efecto de la variación del coeficiente de escorrentía en la frecuencia de las avenidas. Naciones Unidas, Programa para el desarrollo. Proyecto Meteorológico Mundial, publ. 122. 1976. 28 p.
22. SANDNER, G. & NUHN, H. Estudio regional de la zona norte de Costa Rica. ITCO, San José. 1966. 308 p.
23. SUAREZ DE CASTRO, F. Conservación de suelos. San José, IICA. 1979. 315 p.
24. TALLER DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN AMERICA LATINA, MARZO 1979. Actas. Turrialba, CATIE. 1979. 226 p.
25. TOSI, J. (República de Costa Rica, Mapa Ecológico. Centro Científico Tropical. San José. 1969. Esc. 1:750.000 (color).
26. UGALDE, L. Descripción y evaluación de las prácticas agroforestales en la cuenca piloto de La Suiza, Cantón de Turrialba UNU/CATIE, Turrialba. 1979. 31 p.
27. WOOD, H. B. Hydrologic differences between selected forest and agricultural soils in Hawaii. Soil Sc. Soc. of America Jour. 41(1):132-135. 1977.

7. APENDICELISTA DE PROPIETARIOS* DE FINCAS Y PERSONAS ENTREVISTADAS

<u>PROPIETARIO</u>	<u>PERSONA ENTREVISTADA</u>
Luis Galván.....	Luis Galván
Antonio Zamora.....	Antonio Zamora
Clemencia Esquivel	Rolando Quesada
Irene Smith	NSE
Fredy Ramírez	Ricardo Sanabria
Juan Rojas	NSE
Irene Brenes	NSE
Gerardo Guerrero	Gerardo Guerrero
Lucian Smith	Lucian Smith
Antonio Vargas.....	Antonio Vargas
Jorge Flores	Jorge Flores
Claudio Flores	Claudio Flores
Enrique Carmona	Jorge Carmona
Amparo Sáenz	Espedito Núñez
Nicolás Leiva	Alvaro Leiva
Víctor Valverde	Víctor Valverde
Miguel Sánchez	Miguel Sánchez
Rodrigo Piedra	Rodrigo Piedra
Rafael Fonseca	NSE
Edgar Quesada	NSE
José Nuñez	José Nuñez
Fernando Paniagua	Nino Paniagua
Manuel Quirós	NSE
Rafael Obando	NSE
José L. Obando	José L. Obando
Arturo Thiele	Arturo Thiele
Otto Sileski	NSE
Oscar Thiele	Oscar Thiele
Julió Ramírez	Julio Ramírez
Froilán Jiménez	NSE
Antonio Solano	NSE
Diego Hidalgo	NSE
Edgar Esquivel	NSE
Ruperto Fuentes	Carlos Centeno
Alberto Vargas	NSE
Gilberto Cerdas	NSE
Carlos Delgado	Carlos Delgado
Eliás Sánchez	Eliás Sánchez
José Herrera	José Herrera
Rodrigo Guevara	Rodrigo Guevara
Rodrigo Guevara	Licímaco Guevara
Ismael Machado	Ismael Machado

* No se incluyen todos los propietarios de la cuenca.
NSE No se entrevistó.

CENTRO ASTRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

C A T I E

PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PROYECTO: "INVESTIGACIONES SOBRE PRACTICAS AGRO-FORESTALES TRADICIONALES
EN LOS TROPICOS HUMEDOS; ESTUDIO DE CASO EN UNA CUENCA PILOTO
LA SUIZA, COSTA RICA"

Estudio Inicial de Finca
(Questionario Confidencial)

No.:

Finca (Nombre): _____

Ubicación Finca: _____

Nombre informador: _____

Estatus informador:

Dueño

Mandador

Obrero

Nombre dueño: _____

Nombre encuestador: _____

Fecha de encuesta: _____

A. INFORMACION GENERAL

1. Tenencia de la tierra

Qué extensión de terreno posee en la finca?

- a. Título o Derecho _____ (M)
- b. Alquilado o Prestado _____
- c. Otras formas (cuáles) _____ :

2. Uso de la tierra

- a) Qué extensión de su finca tiene sembrada con los cultivos siguientes?
- b) Cuál cultivo es el más rentable?
- c) Cuál es el que requiere mayores insumos?

Cultivo	a) Extensión (M)	b) Ingresos	c) Insumos
Maíz			
Frijol			
Yuca			
Camote			
Café			
Caña de azúcar			
Pastos			
Charral			
Bosque			
Otros (cuáles)			

d) Cuántos animales tiene Ud. en su finca (en esta cuenca)?

Bueyes	<input type="text"/>	Caballos	<input type="text"/>
Ganado (leche)	<input type="text"/>	Gallinas	<input type="text"/>
Ganado (carne)	<input type="text"/>	Otros (cuáles)	<input type="text"/>
Cerdos	<input type="text"/>		<input type="text"/>

3. Uso de tecnología

Cuáles de las siguientes máquinas usa en su finca?

	Propio	Alquilada	Prestada
Tractor agrícola			
Arado (tracción animal)			
Bomba de mochila			
Vehículo			
Otras ()			

En qué cultivos usa semilla seleccionada o plantas de variedades mejoradas?

Combate plagas y enfermedades?

1	Cultivo	Plaga o enfermedad	4	Cultivo	Plaga o enfermedad
2			5		
3			6		

Usa fertilizantes?

1	Cultivo	Fertilizante Químico	Fertilizante natural (estiércol, composte)
2			
3			
4			
5			

Usa herbicidas?

1	Cultivo	Producto
2		
3		

4. Aspectos socio-económicos

Familiares para trabajos en la finca

FAMILIARES QUE AYUDAN ENTRE: (Meses)	6-12	3-6	0-3
No. hombres mayores de 14 años			
No. mujeres mayores de 14 años			
No. niños menores de 14 años			
No. niñas menores de 14 años			

Utiliza trabajadores pagados que no sean de su familia? Sí No

Precio por jornal \$ _____ Tiempo en meses _____

Sale algún miembro de la familia a trabajar fuera de la finca? Sí No

Cuántos? _____ Tiempo anual _____ (meses)

Utiliza crédito agrícola? Sí No

Quién se lo suministra? _____

Pertenece a alguna cooperativa? Sí No Y/o una asociación comunal?

Cuáles? _____ Sí No

Dónde vende normalmente sus productos? _____

5. Aspectos generales

Cree Ud. que podría mejorar su producción agrícola, ganadera y forestal?

	Sí	No	Cómo; o por qué no?
Agrícola			
Ganadera			
Forestal			

Cree Ud. que el Colegio de La Suiza podría ayudar a resolver éstos?

Sí No

Cómo, o por qué no? _____

Podría decir cómo ha cambiado la producción de los cultivos siguientes:

	Aumentado	Se ha mantenido	Se ha empeorado	Razones
Caña				
Café				

Estaría Ud. dispuesto a participar y colaborar con proyectos y estudios en la comunidad de La Suiza?

Sí No

Tiene otras propiedades fuera de La Suiza? (Cuenca en estudio)

Sí No

Qué extensión? _____ (M)

B. PRÁCTICAS ACRO-FORESTALES

¿Qué árboles se encuentran comúnmente asociados con cultivos y qué clase de cultivos?

Árbol	Cultivo	Edad o duración de esta asociación (años)	Extensión Área (M)
Laurel	Caña		
Laurel	Café		
Laurel	Pasto		
Guayabo	Pasto		
(Otros)			

Este tipo de uso de la tierra se encuentra en la finca porque:

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

1. Usted lo realizó
2. Ya estaba en la finca
3. Se ha establecido en forma natural
4. Otras razones (cuáles) _____



Los árboles sirven para:

- a) Mejoras rendimientos del cultivo
- b) Alimento para animales (p.e. forrage para ganado)
- c) Alimento humano (frutas, semillas, etc.)
- d) Para sombra
- e) Para leña
- f) Para cercos vivos
- g) Para estabilización del suelo
- h) Para conservar la fertilidad del suelo
- i) Otros (cuáles) _____
- j) _____

	Sí	No	Cuál Especie?

Tiene Ud. algunas opiniones sobre el efecto de árboles en los cultivos?

No Sí Cuáles? _____

Conoce algunos problemas o desventajas que provocan los árboles al estar asociados con cultivos?

No Sí Cuáles? _____

Conoce condiciones específicas donde la asociación de árboles con cultivos no ha funcionado?

No Sí Dónde y por qué? _____

Cómo manejan los árboles?

	NO	SI	COMO
a) podas de los árboles			
b) descubre			
c) corta de ramas bajas			
d) enraizada			
e) fertilización			
f) otras (especifique)			

Cómo aprovecha usted los árboles asociados con cultivos y ha pensado o calculado los ingresos que puede obtener a corto y largo plazo de la madera que pueda cortar?

En caso de que no exista asociación, estaría usted de acuerdo en establecer este uso de la tierra de árboles asociados con cultivos?

Sí No

En caso de que exista, estaría de acuerdo en extenderlo a otras zonas?

Sí No

Tiene en su finca cercas con

	Sí	No
a) Postes tratados		
b) Postes no tratados		
c) Cercos vivos		

Cuáles considera que son las ventajas y desventajas de cada uno de estos tipos de cercas?

Contestar para cercos vivos (V); postes tratados (T); postes no tratados (N), usando la marca correspondiente V, T, N.

Ventajas	Desventajas
alta durabilidad	Poca durabilidad _____
bajo costo	Alto costo _____
obtención de productos como: leña _____ frutas _____ flores _____	Legumbres, frutas hojas dañinas a las vacas o a otros animales _____
sombra para animales	Sombra en exceso _____
otros _____	Otros _____
_____	_____

En caso de tener cercos vivos, qué especies son las que tiene en orden de importancia?

_____, _____, _____
_____, _____, _____

C. LA EROSION Y EL DETERIORO DE LOS SUELOS

En tiempos pasados los suelos eran más fértiles?

Sí No

Cree Ud. que la erosión y el lavado de suelos está perjudicando la producción de sus cultivos?

Sí No Desde hace cuántos años? _____

En qué partes de la finca cree Ud. que hay más lavado de suelos y erosión? En la que tiene _____ (por orden de importancia).

Cultivos
Pastos
Caña
Café
Boques

En su finca hay: (por orden de importancia)

Lavado de suelos
surcos y zanjas
derrumbes
otros (especifique)

Si tiene derrumbes qué es la frecuencia? _____ por año

Qué soluciones sugiere para conservar el buen estado de los suelos en su finca?

Tiene algún tipo de protección al suelo en su finca? Sí No

Qué tipo?

Plantación de árboles
Cultivos en contorno
Cultivos de protección
Zanjas de desviación
Obras de control
Otros (cuáles)

Alguna vez hizo plantaciones de árboles? Sí No

Con qué finalidad? _____

Con qué especies trabaja? _____

Dónde obtuvieron las plantas o semillas?

Plantas

Vivero CATIE
Vivero MAG
Vivero Diversificación
otro

Semillas

CATIE
MAG
Otros

Qué (otras) especies forestales le gustaría probar en plantaciones en su finca?

Por qué estas? _____

Está usted interesado en hacer control de la erosión a través de plantaciones forestales?

Sí No

O bajo otra forma, como pequeñas obras de control y de manejo del suelo? Sí No

Especifique _____

Qué extensión de su finca está dispuesto a dedicar para plantaciones forestales?

Finalidad	Superficie aprox. (M)	% aprox. de la finca
De protección		
Comerciales		
Otro fin		

(Especifique) _____

Conoce Ud. de algunos análisis de suelos en esta zona? Sí No

Quién tiene los resultados? _____

D. MANEJO DE LAS CUENCAS

Las quebradas se secan en verano? Sí No

El caudal del agua aumenta mucho en invierno? Sí No

Hubo inundaciones en el pasado? Sí No

Qué fecha? _____

En qué años ha tenido problemas de falta de agua? _____

Cree Ud. que el tipo de cultivos, pastos o bosques que tienen las nacientes de agua afectan la cantidad de agua de las quebradas en verano e invierno?

Sí No

Cree Ud. que haciendo una reforestación en las nacientes de las quebradas se pueda regular el caudal de las aguas para que sea constante a través del año?

Sí No

En qué meses del año cree Ud. que se producen más aguas sucias en las quebradas?

E. MANEJO DEL BOSQUE

Qué productos extrae del bosque en su finca?

- a) Trozas comerciales
- b) Postes de electricidad
- c) Postes de cercas
- d) Leña para venta
- e) Leña para uso propio
- f) Otros (especifique)

Qué árboles valiosos tiene en su bosque?

Qué árboles abundan más en su bosque?

Qué área de su finca estaba cubierta por bosque cuando adquirió la propiedad?

Año	Superficie aprox. (M)	% aprox. de la finca

Cómo se explotó el bosque?

- Corta total
- Corta selectiva

Se aprovechó la madera obtenida? Sí No

Cómo se aprovechó? _____

Qué especies se aprovecharon? _____

Qué extensión de su finca cree Ud. que debería estar protegida por bosque?

_____ (M)

Por qué? _____

Estaría dispuesto a dejar que el bosque se regenerara en esa área?

Sí No

Cómo? Regeneración Natural

Plantaciones