

7

Conservación de Suelos

7.1 METODO DE INVESTIGACION

Este aspecto comprendió el estudio y análisis de la información inherente que se indica en la bibliografía. Recorridos en el terreno para obtener la información de campo como: la medición comprobatoria de las pendientes, tipos de erosión, existencia de obras de conservación de suelos y agua, visita a las quebradas, reconocimiento general de la topografía y vegetación, toma de fotografías y muestras de suelo.

Materiales:

- a) El cuadrante cartográfico escala 1:25,000, 2456 II NE, Berlín, elaborado por el Instituto Geográfico Nacional, “Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán”, Ministerio de Obras Públicas de El Salvador. Junio 1994.
- b) Hojas altimétricas escala 1:5,000, con intervalos de curvas a nivel cada cinco metros, número 46206, elaborado por el Instituto Geográfico Nacional, “Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán”. Ministerio de Obras Públicas de El Salvador.
- c) Mapa Pedológico escala 1:25,000 de las micro-cuencas en estudio, elaborado por M.A. Rico en el Componente Edafológico, en marzo de 2000.
- d) El Sistema de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso, que empleó el Programa Determinación del Uso Potencial del Suelo, que ejecutó la Dirección General de Recursos Naturales Renovables, del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador. Este sistema lo diseñó el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y fue adaptado a las condiciones de El Salvador por M.A. Rico en 1965. Los parámetros utilizados en la clasificación se indican en el apéndice siete.

- e) Para el análisis de pendientes se empleó el método de Interceptación del Círculo, descrito por T.C. Sheng en la Guía FAO Conservación 13/6, con la variante introducida por el autor del presente estudio, de agrupar las pendientes en valores modales en vez de utilizar el Gráfico de Análisis de Pendientes, indicado en la página 56 de la bibliografía. Utilizando valores modales la distinción de las pendientes predominantes es notoria y permite hacer comparaciones entre las micro-cuencas o analizar las pendientes por sectores.
- f) Para la toma de muestras de suelo para análisis químico y físico se siguió el método standard, se efectuó en terrenos representativos cultivados con cafeto. Las muestras son compuestas de cuatro a cinco perforaciones entre las calles de los surcos de cafeto, evitando el área de fertilización; en esta forma se tomó del suelo superficial 0 - 20 cm de profundidad y del subsuelo 20 - 35 ó 20 - 40 cm. Los lugares muestreados se indican en el apéndice cinco.
- g) Los análisis químicos y físicos se efectuaron en el laboratorio de Suelos de PROCAFE. Los resultados se indican en el apéndice seis.

7.2 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

Dentro del área de captación de la precipitación pluvial en las faldas de los Cerros Pelón y Las Palmas, se delimitaron las micro-cuencas de las quebradas principales, mediante la localización del cauce de éstas y el trazo de las divisorias de agua o parte aguas de cada una, en un plano altimétrico escala 1:5,000 con curvas a nivel cada cinco metros.

7.2.2 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN UTILIZADA

Se estudiaron y analizaron tres informaciones relacionadas con la capacidad de uso de las tierras, estas fueron:

- a) El sistema que empleó el Programa Determinación del Uso Potencial del Suelo en El Salvador. Ver apéndice siete.
- b) El que empleo el señor T.C. Sheng en cuencas hidrográficas de montaña en Jamaica.
- c) La propuesta de F. Perdomo Lino para facilitar la selección de medidas de conservación de suelos con sentido protector - productor.

Los dos primeros métodos de clasificación tienen como fin evitar la degradación del suelo, lograr su conservación y aprovechamiento racional; sin embargo, el primero considera más características que el segundo y tiene una mayor amplitud en su aplicación. El segundo de T.C. Sheng, esta dirigida al tratamiento conservacionista, considera menos características del suelo y su aplicación es para cuencas de montaña en regiones tropicales.

La propuesta de F. Perdomo Lino, además de tener el mismo fin, incorpora el concepto protector - productor, está relacionada con el sistema indicado en a) y esta dirigida a la selección de medidas de conservación según el cultivo que desea establecer el agricultor.

El autor del presente estudio optó en emplear el sistema que utilizó el Programa Determinación del Uso Potencial del Suelo, por que se ha empleado con anterioridad en el país, los técnicos nacionales conocen este sistema y se da continuidad al mismo evitando posibles confusiones.

El sistema clasifica las tierras en ocho clases de capacidad de uso, según las condiciones favorables o no para su aprovechamiento sostenible; éstas a la vez se agrupan de acuerdo al riesgo de daños al suelo o limitantes en su uso de la forma siguiente:

- a) Terrenos adecuados para cultivos intensivos o de aradura u otros usos:
 - Clase I, sin métodos especiales de protección.
 - Clase II, con métodos sencillos de protección.
 - Clase III, con métodos intensivos de protección.
- b) Terrenos apropiados para cultivos de aradura en forma ocasional o limitada:
 - Clase IV, con uso limitado, con métodos intensivos de protección.

Terrenos de uso limitado, inadecuados para cultivos intensivos o de aradura, pero adecuados para vegetación o cultivos permanentes:

- Clase V, sin emplear restricciones o métodos especiales de protección.
- Clase VI, con restricciones moderadas.
- Clase VII, con restricciones severas.

c) Terrenos inadecuados para uso agrícola, únicamente aptas para protección, vida silvestre, recreación o ecoturismo:

- Clase VIII, tierras escabrosas, áridas o arenosas, impropias para fines agrícolas.

Las clases pueden tener limitaciones dominantes para su uso agrícola, éstas se constituyen en subclases y son las siguientes:

Topografía o erosión, que se representa por la letra “e”.

Humedad, que se representa por la letra “h”.

Características desfavorables del suelo, representada por la letra “s”.

Adicionalmente, a cada subclase se le agrega un número que define el grado y la condición de la limitante así tenemos:

Limitante	Condición	Símbolo
Topografía y erosión “e”	Pendientes pronunciadas	0*
	Grado de erosión susceptible	1
	Susceptibilidad a la erosión	2
Humedad “h”	Exceso de humedad	0*
	Peligro de inundación	1
Características desfavorables del suelo “s”	Texturales	0*
	Profundidad efectiva	1
	Rocosidad y/o pedregosidad	2
	Salinidad o baja fertilidad aparente	3

* El número cero se omite cuando se representa en la subclase, es decir no se usa e0, solamente la letra e. Ejemplos: Una clase IIIh_{1s₂}, indica que las limitaciones dentro de la clase III, son los peligros de inundación, el exceso de piedras y/o rocas en la superficie o en el perfil del terreno.

Una clase IVes₁ significa que la limitación de la tierra de esta clase es la topografía, con pendientes pronunciadas y poca profundidad efectiva del suelo; si se clasifica como IVes significa que tiene dos limitantes, la topografía con pendiente pronunciada y la textura del suelo, o muy arcillosa o excesivamente arenosa.

7.2.3 ANÁLISIS DE PENDIENTES

La pendiente del terreno es un factor de primera importancia y determinante en la clasificación por capacidad de uso; por esta razón, como primer paso se inició el análisis por el método de Interceptación del Círculo, empleando círculos contiguos de dos centímetro de diámetro superpuestos en la hoja altimétrica escala 1:5,000, con intervalos de curvas a nivel cada cinco metros; con estos parámetros la relación proporcional entre los intervalos de curvas interceptadas y el porcentaje de pendiente es el siguiente:

Intervalos Interceptados	Porcentaje de Pendiente	Intervalos Interceptados	Porcentaje de Pendiente
0	<5	10	50
1	5	11	55
2	10	12	60
3	15	13	65
4	20	14	70
5	25	15	75
6	30	16	80
7	35	17	85
8	40	18	90
9	45		

Un examen general de las curvas a nivel de toda la superficie del área de captación indicó áreas con menor pendiente intercaladas con áreas de alta pendiente dando la impresión de escalones. La cuenta de los intervalos de pendiente interceptados por cada círculo, se inició a partir de la desembocadura de las quebradas en los alrededores de la ciudad de Berlín, hacia la cabecera de las micro-cuencas.

CUADRO 8

Valor Modal de Pendientes de las Micro-cuencas principales del Area de Captación Pluvial del Cerro Pelón y Cerro Las Palmas
Area Aproximada 252 hectáreas (357 manzanas)

% Pendiente	Veces que los círculos interceptaron intervalos con la misma pendiente	% Pendiente	Veces que los círculos interceptaron intervalos con la misma pendiente
<5	12	50	5
5	31	55	12
10	27	60	6
15	34	65	5
20	24	70	2
25	20	75	5
30	14	80	0
35	10	85	2
40	6	90	1
45	10		

El análisis de las pendientes mediante el valor modal, iniciado desde la parte baja de las micro-cuencas, indica que las pendientes varían desde menores del 5% hasta las de 90%, siendo predominantes las de 5 a 25%, en segundo término las de 30 a 45%; en menor proporción se encuentran las de 50 a 70% y mayores.

Las áreas con topografía inclinada a ligeramente ondulada (<5 a 12%) se encuentran en los alrededores de las parte Sureste de la ciudad, así como áreas onduladas y alomadas (13 a 25%) un poco alejadas pero en la parte baja de las micro-cuencas; en la parte media la topografía es quebrada (26 a 55%) y de ésta hacia la cabecera la topografía es accidentada a muy accidentada con pendientes desde 56% hasta mayores del 70%. En la cabecera de la micro-cuenca El Gallinero se encontraron pendientes de 75, 85 y 90%.

7.3 CLASES DE TIERRA

En base a los porcentajes de pendientes, a la profundidad efectiva de los suelos, las características físicas de los horizontes como textura, estructura, grosor, así como la susceptibilidad a la erosión y a otros riesgos y/o limitantes, las clases de capacidad de uso de las tierras de las tres micro-cuencas, se presenta en el cuadro 9 siguiente.

7.4 CAUSAS Y EFECTOS DE LA DEGRADACION DE LAS TIERRAS

Se inicia este tema con la premisa de que las tierras de una micro-cuenca que nunca ha sido intervenida por el hombre no se degrada, pues la naturaleza se encarga de mantener el balance apropiado para que no pierda sus cualidades. Lo anterior en ninguna forma significa que el recurso tierra no debe ser utilizado, implica que su aprovechamiento debe ser sostenible, o sea conforme a su capacidad de uso y con el concepto protector - productor; se entenderá entonces como degradación de las tierra, el proceso de pérdida continua, reversible o no, de sus características intrínsecas que le permiten sustentar la vida vegetal y animal, sostener con calidad a los recursos naturales, el medio ambiente y el bienestar del ser humano.

Al considerar las causas y efectos de la degradación de las tierras de las micro-cuencas en estudio, se detecta que el cultivo del cafeto con sombra establecido en aproximadamente el 85 por ciento del área, ha contribuido en parte a la protección de las tierras, evitando el escurrimiento superficial rápido y consecuentemente la erosión severa en tierras con pendientes pronunciadas y alta precipitación pluvial; sin embargo, estas plantaciones no ejercen la protección debida por la inexistencia de prácticas de conservación de suelo y agua en la mayoría de las fincas cafetaleras.

Si bien, el 70 por ciento de las plantaciones con cafeto se encuentran en tierras adecuadas para ello, el 30 por ciento restante se ha extendido a tierras inapropiadas por la pendiente pronunciada y poca profundidad de suelo en las clases VII y VIII, excediendo la capacidad de uso de éstas y poniendo en grave riesgo la estabilidad de las tierras de las cabeceras de las micro-cuencas; también se pone en riesgo la estabilidad de las paredes de las quebradas y principalmente, las cabeceras de las cárcavas que se produjeron por los deslizamientos de tierra durante la tormenta tropical Mitch. Esta situación es más evidente en la parte alta de la quebrada El Gallinero.

La falta de protección en los cauces de la red de drenajes naturales que fluyen a las quebradas principales, así como la inexistencia en éstas de obras y prácticas que las protejan de la erosión y socavamientos, de estructuras en el fondo del cauce que disminuyan la velocidad del caudal, son otros factores que aumentan la torrencialidad y provocan inundaciones en la ciudad.

El inapropiado diseño, disposición y construcción de los drenajes de la red de caminos y la falta de mantenimiento, es otra de las causas del incremento de los caudales de las quebradas y los aterramientos en las propiedades y viviendas de la parte baja de las micro-cuencas.

La degradación de las tierras por el uso excesivo o prolongado de plaguicidas, fertilizantes, enmiendas calcáreas u otros agroquímicos, que afecten las buenas características físicas, químicas o biológicas de las tierras, por el momento no son evidentes, pero es conveniente investigar sobre este aspecto.

Considerando el concepto sobre degradación de las tierras con relación a su capacidad de uso que se expuso al inicio de este tema, aproximadamente el 80 por ciento de las tierras del área de estudio no sufren fuerte degradación, ya que el proceso de erosión, que es la causa que más puede degradar, está medianamente contrarrestada en las tierras de clase IV, VI, algunos lugares de la VII plantados con café, así como las de clase VIII que actualmente tienen vegetación natural. Por lo tanto, el mayor problema que amenaza a la población e infraestructura de la ciudad de Berlín, es la torrencialidad de las quebradas, la ampliación del cultivo del cafeto en tierras de clase VII y VIII, así como el avance de éste hacia mayores alturas en las cabeceras de las micro-cuencas.

7.5 CONCLUSIONES

- a) De acuerdo al sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso empleado, en las micro-cuencas en estudio del Cerro Pelón y Las Palmas se encontrará que:

Las clases de tierra IV y VI son las predominantes con el 39 y 26 por ciento respectivamente. La primera tiene poco riesgo de erosión y con limitante en la profundidad efectiva sobre toba, pueden encontrarse pequeñas áreas de clase III si la toba esta a más de 70 cm de profundidad, situación que debe comprobarse en estudios detallados a nivel de finca. La clase VI tiene pendientes pronunciadas, erosión fuerte a severa al desprotegerse, tiene como limitantes la

profundidad efectiva sobre toba y en algunos lugares la presencia de piedra en la superficie. Las tierras clase IV se localizan en la parte baja de las micro-cuencas y las de clase VI en la parte media.

- b) Aproximadamente el 15 por ciento de las tierras tienen vegetación natural, el 85 por ciento está cultivado con café, siendo la única protección de estas tierras los “árboles de sombra” y los arbustos de cafeto, pues la mayoría de las plantaciones carecen de prácticas de conservación de suelo y agua.
- c) En las tierras cultivadas con café bajo sombra arbórea, los drenajes naturales conocidos como quebradas tienen en los bordes de sus cauces “árboles de sombra” de gran tamaño, lo que pone en riesgo la estabilidad de las paredes de las quebradas durante los períodos de lluvias intensas con vientos fuertes.
- d) Existen plantaciones de café que se extienden hasta las tierras de la clase VII y VIII, éstas áreas por la pendiente pronunciada y poca profundidad efectiva del suelo, tienen riesgo de sufrir deslizamientos en situaciones de alta pluviosidad similares a la tormenta tropical Mitch. Estas áreas, principalmente las que se encuentran en tierras clase VIII, se localizan en las cabeceras de las micro-cuencas.
- e) Aproximadamente, el 75 por ciento de las tierras que comprenden las micro-cuencas en estudio están utilizadas en forma apropiada, o sea, conforme a la capacidad de uso; sin embargo, es necesario insistir en efectuar prácticas de conservación de suelos y agua para disminuir al mínimo el escurrimiento superficial, la torrencialidad en los drenajes naturales durante la estación lluviosa y aumentar la recarga de los mantos acuíferos.

7.6 BIBLIOGRAFIA

- Hopf, J., 1983. Deslizamiento de la Sub-cuenca El Níspero. Documento de Campo # 19. FO: DP, ELS/78/004. FAO. El Salvador.
- Klingbil, A.A., & T.H. Montgomery, n.d., Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Manual No. 210, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Edición en Español.
- MAG - SEMA, 1994. Programa Ambiental de El Salvador, Conservación, de Suelos. Informe Final Anexo 6, Tomo I.
- Menéndez, M.E., 1998. Impacto de la desertificación en el recurso suelo. Primera jornada de concientización de la lucha contra la desertificación en El Salvador. MAG
- Perdomo Lino, F.A., 1990. El Recurso Suelo en El Salvador. Fundación Ecológica Salvadoreña. Informe. San Salvador, El Salvador.
- Rico M.A., 2000. Mapa Pedológico. Proyecto Estudio Geológico y Propuesta para la Recuperación de la Cárcava El Zompopero y Cerro Pelón.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1980). Guía para interpretar los mapas de capacidad de uso de tierras. Programa Determinación del Uso Potencial del Suelo, DGRNR, MAG. El Salvador.
- Sheng, T.C., 1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Estudio y planificación de cuencas hidrográficas. Guía FAO Conservación. 13/6. Roma.

ANEXOS



Fotografía 1. Interior del cráter del volcán de la Laguna Ciega



Fotografía 2. Actividad fumarológica en el contacto de lavas con tobas, próximo una zona de falla.



Fotografía 3. Afloramiento tipo miembro s2. La parte superior es una toba poco compacta y fisil, la inferior densa y compactada, sin fisilidad.



Fotografía 4. Toba gruesa a lapilli estratificado y sin compactar en la parte superior del afloramiento. Paleosuelo en la parte inferior.

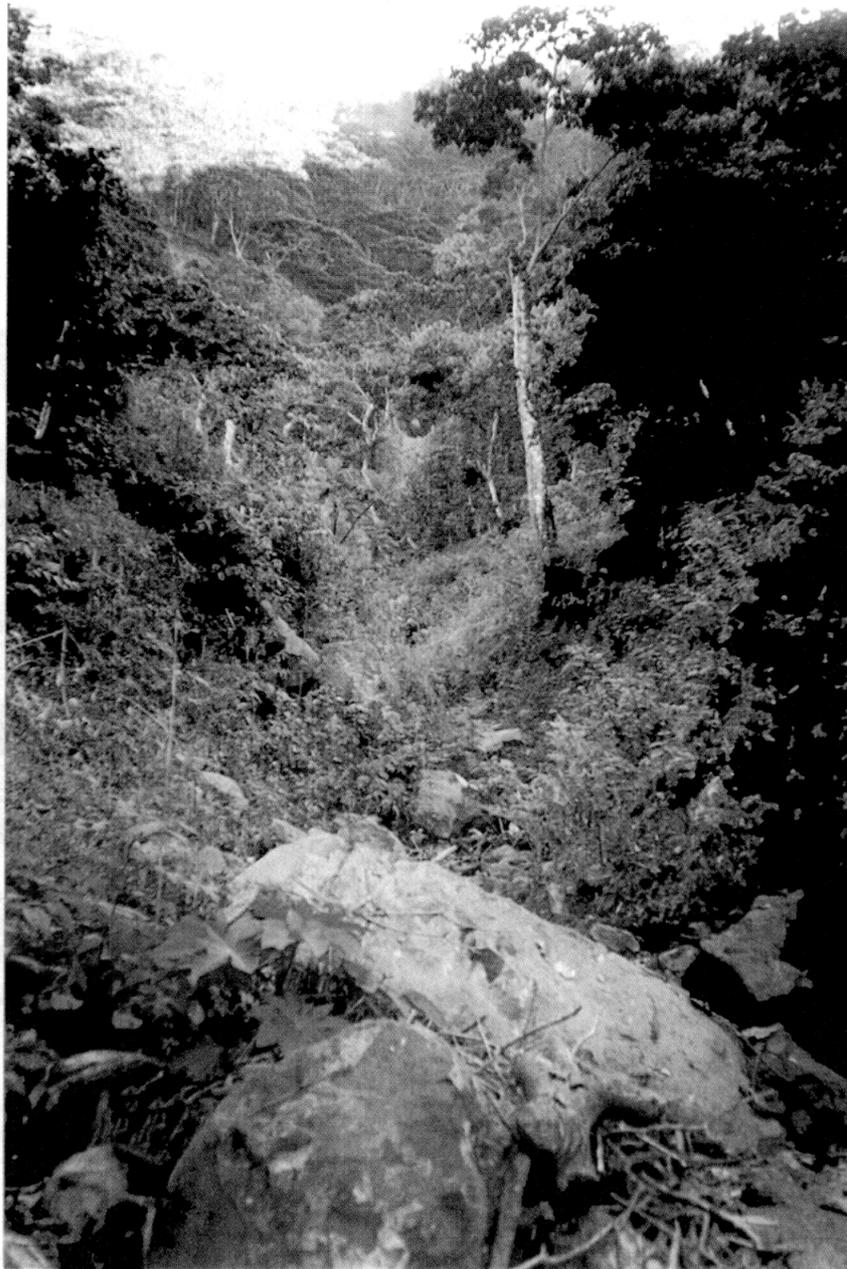


Fotografía 7. Roca con seudo estratificación, que es en realidad diaclasamiento - deformación plástica orientada, debido a una falla próxima.



Fotografía 8. Vista a la ciudad de Berlín. Inmediatamente, colinas en un Alto Estructural. Al fondo, el volcán de San Vicente.

Fotografía 9. Sector alto con fuertes pendientes. Zona de distribución



Fotografía 9. Sector alto con fuertes pendientes. Zona de deslizamiento



Fotografía 10. Vista terreno arriba en cauce abierto por deslizamiento y flujos de masa resultado del evento Mitch. Obsérvese vegetación (tabacón) recuperando y protegiendo el suelo. Se ha observado abundante material alterado por acción fumarólica.



Fotografía 12. Zona de deslizamiento durante el evento Mitch. Nótese los grandes bloques en posición inestable.



Fotografía 13. Dique de tierra en cauce destruido por avenidas



Fotografía 15. Bordo en el límite lateral de la vía rural, que evita la erosión en los terrenos inmediatos debido al escurrimiento superficial en la vía.



Fotografía 16. Berma en la vía rural. Ello controla la velocidad de escurrimiento superficial en la vía, pero no en los terrenos inmediatos.



Fotografía 17. Calle rural con piedra que reduce la erosión en la vía y la velocidad de escurrimiento superficial.



Fotografía 18. Cauce estrangulado por construcciones en los límites de Berlín



Figura 1

Lugar y fecha: Berlín, 5 de enero del 2000

Cabecera de la microcuenca de la quebrada El Gallinero, en el cerro Las Palmas, aproximadamente 2 kilómetros al Sureste de la ciudad de Berlín. Obsérvese los deslizamientos de tierra con declives muy pronunciados en el centro de la cabecera. Todas estas tierras por sus pendientes mayores de 70 y 80% son de clase VIII y deben utilizarse únicamente para protección con vegetación natural, sin embargo han sido plantadas con café.

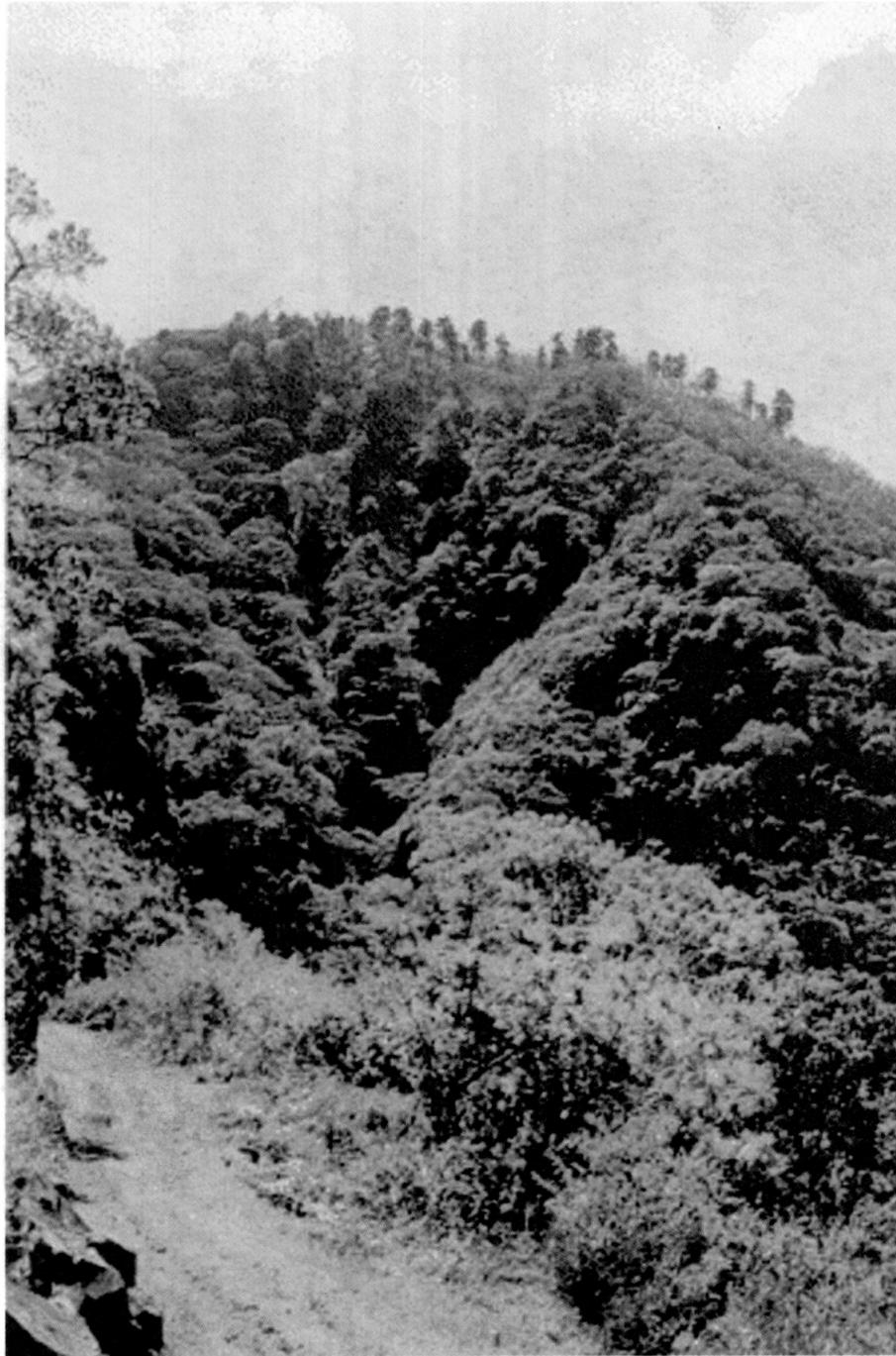


Figura 2

Lugar y fecha: Berlín, 5 de enero del 2000

La misma cabecera de la microcuenca de la quebrada El Gallinero, en el cerro Las Palmas, mostrando a la izquierda un camino de acceso a fincas, éstos carecen de desagües apropiados por lo cual el escurrimiento se concentra en forma excesiva en lugares inadecuados, provocando erosión en surcos que con el tiempo se transforman en cárcavas.



Figura 3

Lugar y fecha: Caserío San José, 16 de septiembre de 1999. Cauce de la quebrada El Trapiche justo antes de atravesar el camino de acceso al caserío San José.

Lugar y fecha: Caserío San José, 16 de septiembre de 1999. La misma quebrada después de atravesar el camino, obsérvese el badén destruido por la fuerza de la corriente.

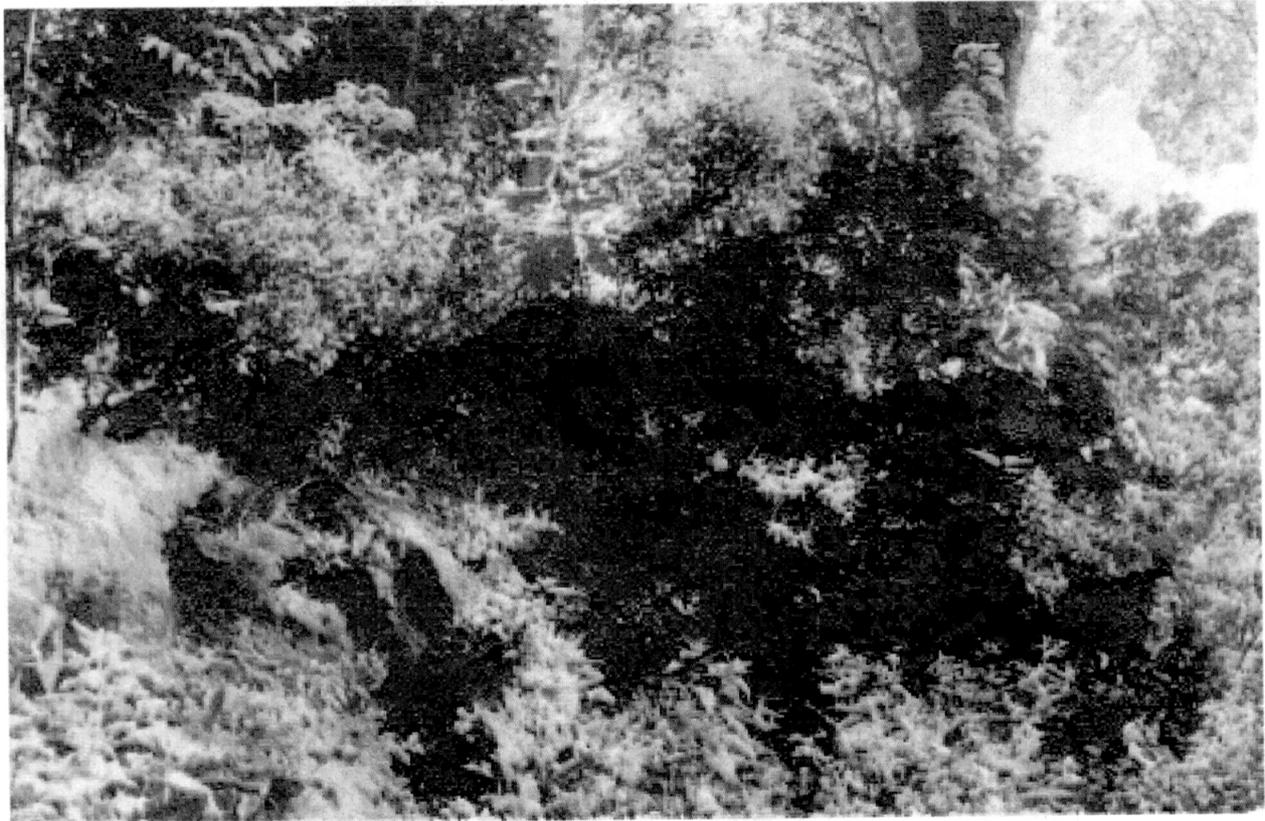


Figura 4

Lugar y fecha: Berlín, Caserío San José, 6 de enero de 2000

Interior de la quebrada El Trapiche. La fotografía muestra la pared vertical de la quebrada con rocas en la base y árboles de gran tamaño en el borde. Durante lluvias torrenciales con vientos huracanados, se da el riesgo que las raíces de los árboles en los bordes aflojen las paredes y rocas, provocando derrumbes, socavación del cauce y otros efectos negativos.

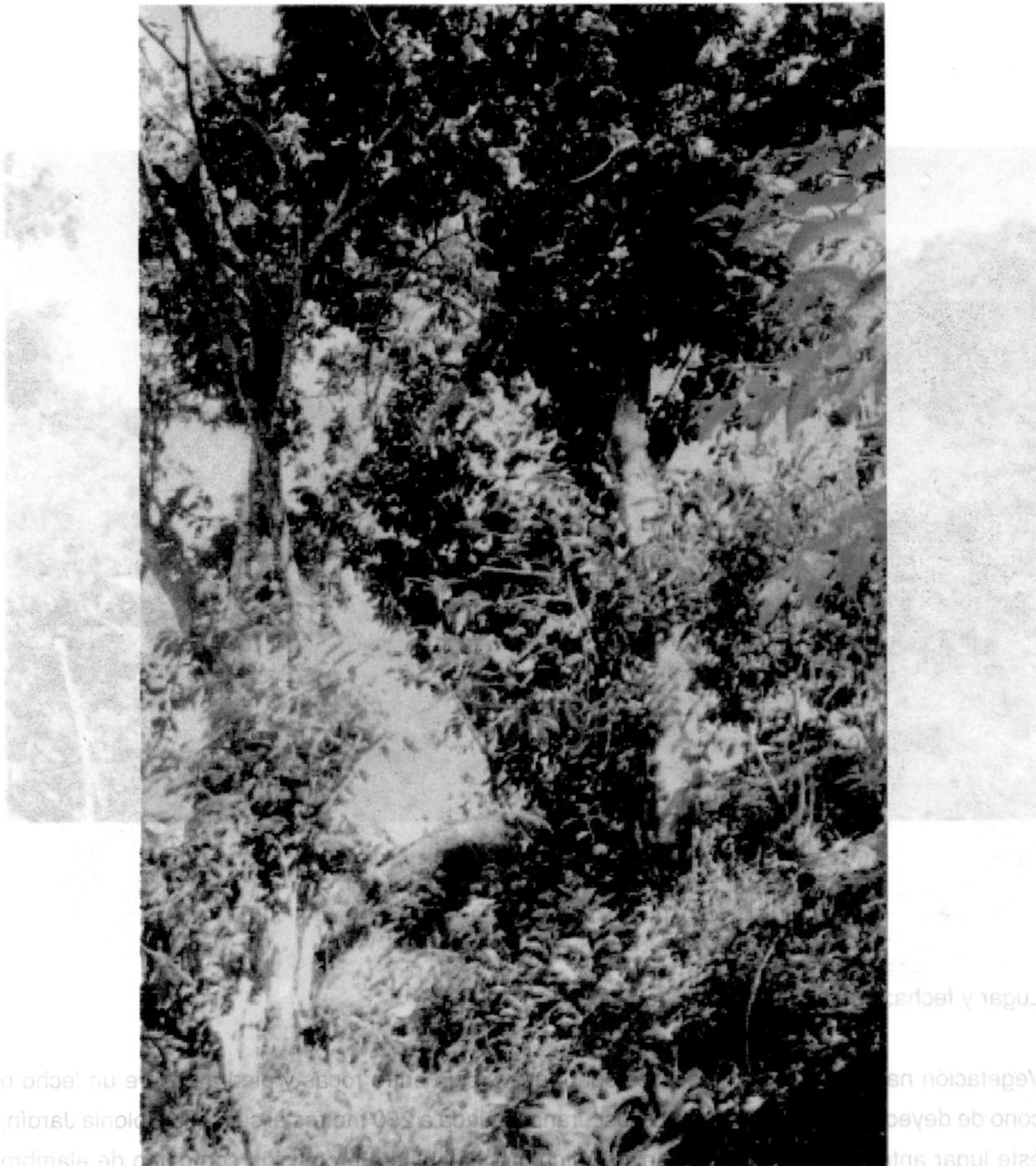


Figura 5

Lugar y fecha: Berlín, Caserío San José, 6 de enero de 2000

Interior de la quebrada El Trapiche dentro de un cafetal, mostrando árboles de gran tamaño y peso así como rocas en el borde de la pared del cauce; la fotografía se tomó desde el fondo de la quebrada

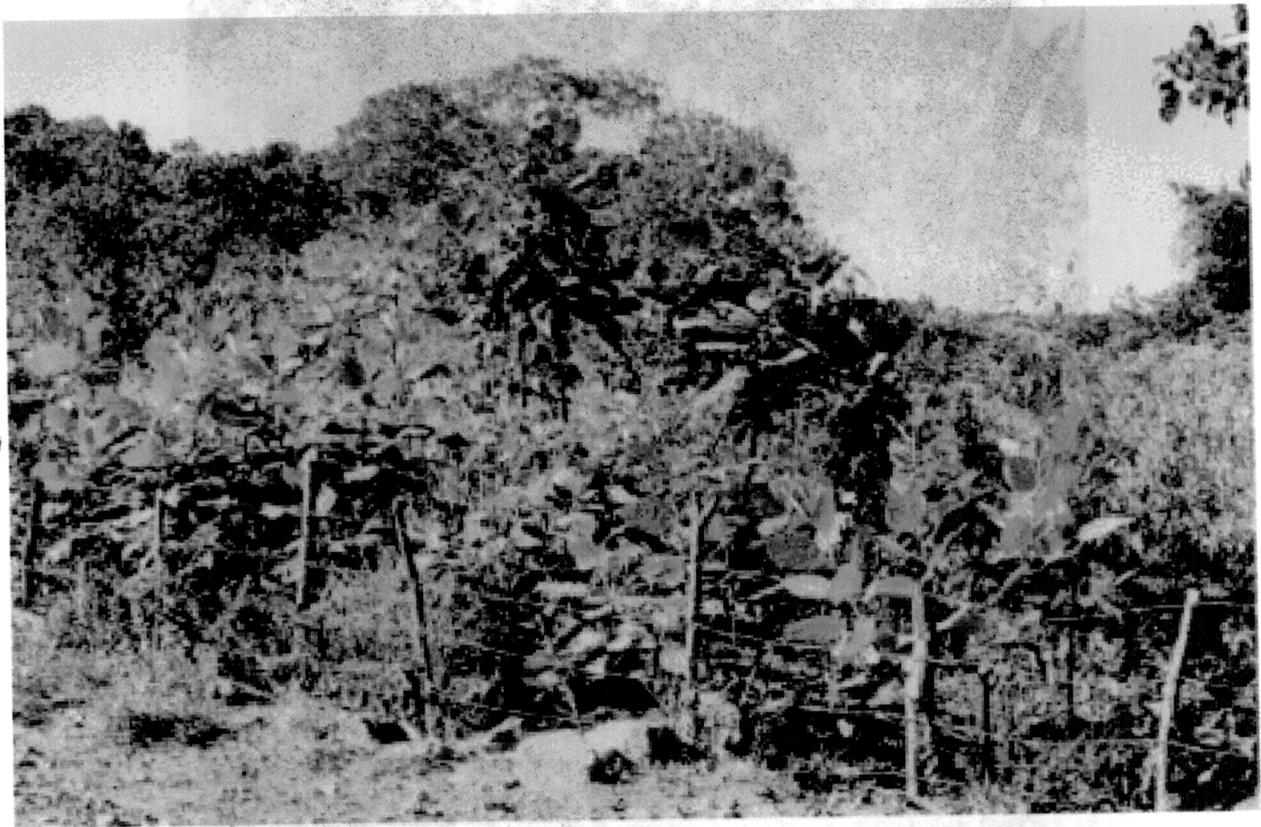


Figura 6

Lugar y fecha: Berlín, 6 de enero del 2000

Vegetación natural de ocho meses de edad, que creció entre rocas y piedras sobre un lecho o cono de deyección de la quebrada La Oscurana, situada a 250 metros al sur de la Colonia Jardín; éste lugar antes de la tormenta Tropical Mitch, fue cafetal. La protección con cerco de alambre con púas ha favorecido el rápido crecimiento de gramíneas, malezas y arbustos, lo que disminuirá el escurrimiento superficial, la erosión y aumentará la infiltración del agua lluvia.