

PI0
0046



PROYECTO PLANTÓN - PACAYAS

ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS DE LA MICROCUENCA PLANTÓN-PACAYAS, PACAYAS DE ALVARADO, CARTAGO

DOCUMENTO TECNICO No 1

AREA SUELO Y AGUAS

Elaborado:

Ing. Agr. Oscar Gómez Vega, Ph.D

Colaboradores:

Lic. Eddison Araya Morales

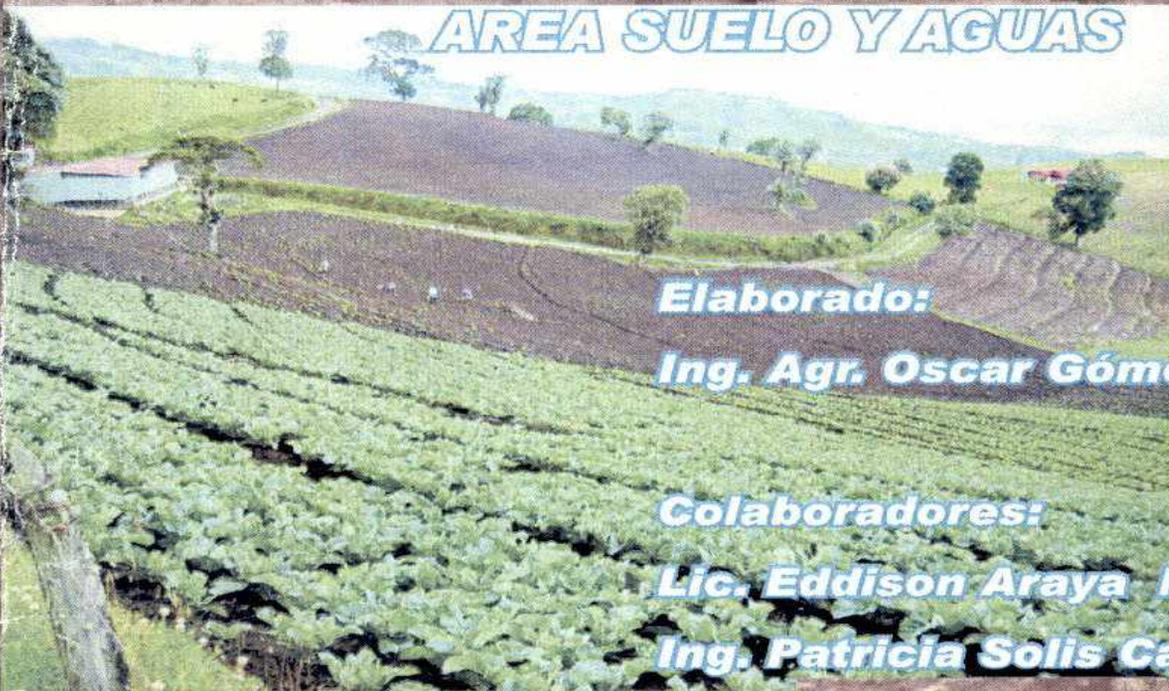
Ing. Patricia Solis Calderon

Tec. Jorge Vásquez Ramirez

Tec. Enrique Brenes Gómez

San José, Costa Rica.

Junio, 2004



INDICE

Pág.

INDICE	i
INDICE DE CUADROS	ii
COLABORADORES	v
RESUMEN	vi
1. PRESENTACIÓN	1
2. ASPECTOS GENERALES	2
2.1. Generalidades	2
2.1.1. Localización y Extensión	2
2.2. Clima	2
2.2.1. Precipitación	2
2.2.2. Temperatura	3
2.2.3. Humedad Relativa	3
2.2.4. Brillo solar	5
2.2.5. Velocidad del viento	5
2.2.6. Clasificación Ecológica	5
2.3. Fisiografía y drenaje natural	6
2.4. Geomorfología	6
2.5. Geología	6
2.6. Suelos	7
2.7. Uso Actual de las tierras	7
2.8. Población y Vías de Comunicación	7
3. METODOLOGÍA	8
3.1. Levantamiento de suelos	8
3.1.1. Generalidades	8
3.1.2. Trabajo de campo	8
3.1.2.1. Barrenada simple	8
3.1.2.2. Observación detallada	9
3.1.2.3. Apertura de calicatas	9
3.1.3. Clasificación de Suelos	10
3.1.3.1. Criterios de mapeo	10
3.1.4. Criterios de Clasificación Taxonómica	10
3.1.5. Elaboración de Mapas	11
3.2. Metodología para determinar Capacidad de Uso de las Tierras	11

	Pág.
3.2.1. Generalidades	11
3.2.2. Clases de Capacidad de Uso de las Tierras	11
3.2.3. Subclases de Capacidad de Uso de las Tierras	12
3.2.4. Unidades de Manejo	12
3.3. Métodos de Análisis Físicos y Químicos utilizados por el Laboratorio de Suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería	13
4. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS SUELOS	14
4.1. Caracterización Morfológica, Física y Química de los Suelos	14
4.2. Consociación Irazú	15
4.2.1. Características generales	15
4.2.2. Características específicas	16
4.3. Fases de la Consociación Irazú	17
4.3.1. Consociación Irazú fase ligeramente ondulada	17
4.3.2. Consociación Irazú fase moderadamente ondulada	19
4.3.3. Consociación Irazú fase ondulada	26
4.3.4. Consociación Irazú fase fuertemente ondulada	32
4.3.5. Consociación Irazú fase escarpada	42
4.3.6. Consociación Irazú fase fuertemente escarpada	48
4.4. Complejo Pacayas	49
4.4.1. Características generales	49
4.4.2. Características específicas	50
4.5. Fases Complejo Pacayas	50
4.5.1. Complejo Pacayas fase escarpada	50
4.5.2. Complejo Pacayas fase fuertemente escarpada	51

	Pág.
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones	57
6. BIBLIOGRAFÍA	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.

Promedios acumulados de algunos datos meteorológicos de la Estación Meteorológica Tierra Blanca, ubicada a 2100 msnm	4
--	---

Cuadro 2.

Promedios acumulados de algunos datos meteorológicos de la Estación Meteorológica Pacayas, ubicada a 1735 msnm	4
--	---

Cuadro 3.

Distribución de unidades de mapeo	57
-----------------------------------	----

ANEXOS

ANEXO N° 1.

Mapa de Suelos de la Microcuenca Plantón- Pacayas	63
---	----

ANEXO N° 2.

Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras de la Microcuenca Plantón - Pacayas	64
---	----

COLABORADORES

Para el levantamiento de campo, se contó con la colaboración del siguiente personal:

Geog. Eddisón Araya Morales
Ing.Agr. Patricia Solís Calderón
Sr. Jorge Vázquez Ramírez
Sr. Enrique Brenes Gómez

El estudio fue financiado por el Gobierno Español y realizado por medio del Departamento de Servicios Técnicos del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), como Ente coordinador del Proyecto.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en parte de la Cuenca Pacayas - Plantón, ubicada en el cantón de Alvarado, Provincia de Cartago, entre los 1720-2900 msnm, con un promedio de temperatura de 14.1 °C y 16.7°C (Estaciones Meteorológicas Tierra Blanca y Pacayas), con una precipitación anual de 1772.8 mm y 2227.6 (Estaciones Meteorológicas Chicué y Pacayas, respectivamente). El estudio finalizó en el mes de junio de 2004. El área intervenida fue de 561.48 has. El objetivo principal fue determinar la capacidad de uso de las tierras, además, generar elementos: para la evaluación de tierras, conservación de suelos y fertilidad de suelos en el área estudiada.

Las metodologías utilizadas fueron las recomendadas en el manual de CIAF, (1975), Soil Taxonomy USDA, (1996) y la Metodología para determinación de la Capacidad de Uso de la Tierra MAG - MIRENEM (1995). El número de observaciones fue de 20 /km².

Los resultados encontrados se presentan en el siguiente cuadro:

Clase de uso	Área	
	Has	%
Clase II	5.03	0.9
Clase III	32.35	5.76
Clase IV	171.80	30.60
Clase VI	211.16	37.61
Clase VII	77.77	13.85
Clase VIII	63.39	11.39
TOTAL	561.48	1000

En el estudio se hacen recomendaciones de uso y manejo de los suelos para cada subclase de capacidad de uso. También se dan recomendaciones generales sobre fertilización para estos suelos.

1. PRESENTACIÓN

El presente trabajo se realizó a solicitud del Proyecto **"Mejoramiento de los sistemas de producción agropecuaria con tecnologías compatibles con el ambiente- zona piloto de estudio Plantón- Pacayas- Subcuenca del Río Birris, Costa Rica"**, con la finalidad de incrementar el nivel de detalle del Estudio Edafológico de Reconocimiento para el área de Pacayas, elaborado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el año de 1999.

El área de estudio se ubica en la Zona Norte de Cartago, representa un área de 561.48 ha, el cálculo del área se hizo con el Sistema de Información Geográfica Arc View, versión 3.1.

El capítulo 2 describe las principales características de la zona de estudio entre las que destacan la información climática, geomorfológico, geológica, suelos, grado de erosión, uso actual de la tierra, entre otras. El capítulo 3 se refiere a la Metodología de trabajo de campo utilizada para la elaboración de este informe.

En el capítulo 4 se describen las unidades de mapeo, detallando las características morfológicas, físicas y químicas, así como la capacidad de uso de los suelos encontrados.

El estudio se realizó con la finalidad de responder a los siguientes objetivos:

1. Describir las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos.
2. Determinar la capacidad de uso de las tierras.
3. Generar información básica para: conservación de suelos, control de torrentes programas de fertilidad, evaluación de tierras y zonificación de cultivos.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Generalidades

2.1.1. Localización y extensión

Según la División Territorial Administrativa de la República de Costa Rica el área de estudio se ubica en la Zona Norte de la Provincia de Cartago, en los cantones de Alvarado y Oreamuno.

Geográficamente se localiza entre las coordenadas de Lambert 211.0-215.0 y 552.5 - 557.3 de la hoja cartográfica Istarú 3445 IV, escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), 1981.

El área limita al norte con la Carretera Cartago-Volcán Irazú, al sur con la carretera Cartago-Pacayas; al este con el límite de la Cuenca de la Quebrada Plantón y al oeste con el límite de la Cuenca Quebrada Pacayas. El estudio abarcó un área de 561.48 has.

La Zona de estudio dista unos 15 Km del centro de Cartago y a unos 35 Km de San José por carretera asfaltada.

2.2. Clima

Para ilustrar la información climática de la zona de estudio, se presentan los datos suministrados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), de las estaciones de Pacayas, Tierra Blanca y Chicué. A continuación se hace un desglose de algunos de los componentes del clima:

2.2.1. Precipitación

El promedio anual de precipitación es de 1772.8 mm, siendo los meses de enero y febrero los más secos con 18.6 y 35.6 mm, respectivamente. Los meses de

octubre y setiembre son los más lluviosos con 301,6 y 2,4.9 mm, respectivamente. (Datos de la Estación de Chicué).

Mientras que en la Estación de Pacayas el promedio anual de potación es de 2277.6 mm, siendo marzo el más seco con 66.2 mm y octubre el más lluvioso con 275.1 mm.

2.2.2. Temperatura

En general las temperaturas son bastante frías todo el año. La temperatura promedio es de 14.1 C; la máxima se registra en el mes de junio con 16,2 °C y la mínima en el mes de enero con 12.4 °C. (Datos de la Estación de Tierra Blanca).

En Pacayas la tempera promedio es 16.7 °C; la máxima se registra en los meses de Junio y setiembre con 17.3 ° C y la mínima en el mes de enero con 15.9 ° C. (Datos de la Estación de Pacayas).

2.2.3. Humedad relativa

Los registros de humedad relativa muestran un promedio de 81 %, con un máximo de 88% en los meses de setiembre y noviembre y un mínimo de 74% en el mes de junio. (Datos de la Estación de Tierra Blanca).

En Pacayas la humedad relativa muestra un promedio de 88 %, con un máximo de 89% en la mayoría de los meses y un mínimo de 83% en el mes de enero. (Datos de la Estación de Pacayas).

Cuadro 1. Promedios acumulados de algunos datos meteorológicos de la Estación Meteorológica Tierra Blanca, ubicada a 2100 msnm.

Mes	Precipmm 1/	Temp.°C 2/	Hum. Relat. %, 2/	B. Solar Hrs./sol, 3/	Vel. Viento Km. /Hr., 4/
Enero	35.6	12.4	81	8.3	22.5 E
Febrero	18.6	12.9	78	8.7	21.1 E
Marzo	25.4	13.3	80	8.2	18.8 E
Abril	56.9	14.4	80	6.8	18.1 E
Mayo	214.8	15.2	81	5.7	15.5 E
Junio	209.5	16.2	74	4.5	14.1 E
Julio	168.5	15.4	77	4.7	16.5 E
Agosto	214.1	14.6	85	4.6	14.0 E
Setiembre	254.9	14.4	86	4.7	11.8 E
Octubre	301.6	13.9	82	4.6	11.4 E
Noviembre	168.5	13.7	86	5.7	16.7 5
Diciembre	104.3	13.0	82	6.7	20.7 E
TOTAL	1772.8	14.1	81	6.1	17.0 E

Fuente: Instituto Metereológico Nacional, 1998.

1/ Estación de Chicué, 1975-1995, ubicada a 3090 msnm

2/ Registros de 1971-1988

3/ Registros de 1985-1990

4/ Registros de 1986-1990

Cuadro 2. Promedios acumulados de algunos datos meteorológicos de la Estación Meteorológica Pacayas, ubicada a 1735 msnm.

Mes	Precip.mm 1/	Temp.°C 2/	Hum. Relat. % 3/	B. Solar Hrs./sol, 4/
Enero	150.1	15.9	83	5.9
Febrero	86.6	16.1	89	4.6
Marzo	66.2	16.4	87	6.0
Abril	89.7	16.9	87	5.1
Mayo	190.7	17.1	89	3.2
Junio	220.1	17.3	89	3.6
Julio	222.7	17.1	89	3.8
Agosto	212.1	17.1	89	4.5
Setiembre	240.9	17.3	88	4.2
Octubre	275.1	17.0	89	3.6
Noviembre	228.0	16.5	89	3.2
Diciembre	245.4	16.2	89	5.5
TOTAL	2227.6	16.7	88	4.4

1_/ Registros de 1952 -1998

2_/ Registros de 1961 -1993

3_/ Registros de 1982 -1996

4_/ Registros de 1995 -1998

2.2.4. Brillo solar

El área de estudio tiene un promedio de 6.1 horas sol día, con un máximo de 8.7 horas sol día en el mes de febrero y un mínimo de 4.5 horas sol día en el mes de junio. (Datos de la Estación de Tierra Blanca).

En Pacayas se tiene un promedio de 4.4 horas sol día, con un máximo de 6.0 horas sol día en el mes de marzo y un mínimo de 3.2 horas sol día en el mes de noviembre. (Datos de la Estación de Pacayas).

2.2.5. Velocidad del viento

Los vientos predominantes provienen del este, con velocidades que oscilan entre 11.4 Km /h en el mes de octubre y 22.5 Km /h en el mes de enero, para un promedio anual de 17.0 Km /h. (véase cuadro 1).

2.2.6. Clasificación ecológica

Con base en el mapa de Zonas de Vida de Costa Rica, a escala 1:200.000, elaborado por el Centro Científico Tropical (CCT), el área donde se encuentra ubicada la zona de estudio pertenece a la zona de vida Bosque muy Húmedo Montano (bmh-M), que es un bioclima limitante para muchas actividades de uso del suelo debido a su baja temperatura. Tiene un rango de precipitación de 1800 a 2300 mm anuales. La biotemperatura media anual que es igual a la temperatura. El bosque natural inalterado se caracteriza por ser siempre verde de baja altura (20 - 25 m), poco denso, con dos estratos, troncos cortos, macizos y con moderada cantidad de epifitas. Las hojas son coriáceas.

La otra zona de vida identificada es el Bosque Húmedo Montano Bajo (BH-mb), el bioclima es muy favorable para el desarrollo de actividades agrícolas de uso del suelo, en especial para la horticultura.

2.3. Fisiografía y drenaje natural

La zona de estudio se encuentra en las estribaciones del volcán Irazú, la cual se caracteriza por presentar una serie de lomeríos con laderas erosionadas y coluvio erosionales, ubicadas en el flanco oeste, cuya topografía varía de ligeramente ondulada a fuertemente escarpada, con pendientes desde el 3 - 5 % hasta más de 90 %.

Las Quebradas Pacayas y Plantón se constituyen en los principales drenajes naturales. El drenaje del área de estudio es muy bueno, ya que esta es una de las principales características de los suelos derivados de cenizas volcánicas.

2.4. Geomorfología

El área estudiada se enmarca geomorfológicamente dentro la unidad conocida como formas de origen volcánico - Volcán Irazú (Madrigal y Rojas, 1980).

Esta unidad se caracteriza por una dominancia de pendientes mayores a los 30°, los contornos de las lomas son redondeados debido al grueso espesor de las cenizas volcánicas que cubren casi todo el macizo.

2.5. Geología

Según Madrigal y Rojas (1980), en el área de influencia a la zona de estudio se encuentra todo tipo de roca volcánica: brechas, lavas, tobas, aglomerados, ignimbritas ceniza y muchas corrientes de lodo y lahares. El grado de meteorización es muy variable. No obstante a lo anterior, en las partes más altas se encuentra depósitos de ceniza de las que emanó el volcán Irazú en 1963, que fue la última erupción de este volcán.

2.6. Suelos

Según Acón y Asociados (1989), los suelos predominantes en las zonas bajas son Typic Dystrandepts asociados con Typic Vitrandepts y Typic Dystropepts.

Guzmán (1999), indica que los suelos encontrados en el área de estudio son Typic Hapludands y Lithic Hapludands.

Gómez (1998 y 2002), indica que los suelos encontrados en un área cercana a la zona de estudio son Typic Hapludands y Lithic Hapludands.

2.7. Uso actual de las tierras

El reconocimiento del uso actual se hizo al momento del levantamiento de suelos, determinándose que en la actualidad gran parte del área de estudio está cubierta por pastos, papa, repollo, brócoli, coliflor, zanahoria y bosque secundario en las orillas de los ríos. La principal característica es que es una zona muy deforestada y altamente erosionada.

2.8. Población y vías de comunicación

En el área de estudio se encuentran los poblados Pacayas, San Pablo, Lourdes y en las orillas de la Cuenca están Llano Grande, San Juan de Chicué. Se cuenta con todos los servicios básicos como son: agua potable, teléfono, electricidad, escuela, banco, supermercados, etc.; muy cerca de esta zona se encuentra Cartago que tiene todos los servicios básicos incluyendo hospital.

Como se señaló anteriormente, esta zona es transitable en vehículo todo el año, a pesar de que dentro de la Cuenca existen caminos muy deteriorados, especialmente en las áreas de mayor pendiente.

3. METODOLOGÍA

3.1. Levantamiento de Suelos

3.1.1. Generalidades

El estudio de suelos se realizó a nivel semidetallado; para ello se realizaron un total de 107 observaciones y 6 calicatas. El nivel de generalización fue el subgrupo, las unidades cartográficas utilizadas fueron la consociación y el complejo.

Como material cartográfico básico se utilizó la hoja topográfica Iztarú, 3445-IV escala 1:50.000, 1981, la hoja cartográfica Pacayas escala 1:10.000, 1991 y fotografías aéreas 1:40000 del año 1997-1998. Además una imagen de satélite Pancromática del año 2000. Para el levantamiento de suelos se utilizó un mapa base, escala 1: 10.000, elaborado por el autor, donde se marcaron los puntos de muestreo, que fueron tomados con GPS III Plus marca Garmin.

3.1.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en las unidades de mapeo previamente establecidas por foto interpretación, donde se definieron los sitios de muestreo; para mayor facilidad de orientación se utilizaron caminos y cercas internas en las fincas. Las observaciones se realizaron mediante levantamiento libre, con una frecuencia promedio de 20 observaciones por km².

Para el presente estudio se realizaron los siguientes tipos de observaciones:

3.1.2.1. Barrenada simple

Son perforaciones hechas a una profundidad de 120

cm, se realizan con barreno (tipo holandés) en los sitios previamente ubicados en el terreno según el método descrito. Este tipo de observación se usa también para delimitar las unidades cartográficas.

En estas observaciones se señala la ubicación, se separan los distintos horizontes genéticos que componen el perfil del suelo y se caracterizan en cuanto a su nomenclatura genética, textura, color, presencia de estratos compactos y permeabilidad, pedregosidad, drenaje, grado de erosión; también se describen otras características importantes como pendiente y uso actual.

3.1.2.2. Observación detallada

Estas son mini calicatas que tienen una profundidad de aproximadamente 50 cm y permiten caracterizar detalladamente el estrato superficial y parte del subsuelo. Este tipo de observación se continúa posteriormente con el barreno hasta 120 cm como si fuera una barrenada simple.

3.1.2.3. Apertura de calicatas

Son fosas de aproximadamente 60 cm de ancho por 150 cm de largo y 120 cm de profundidad, las que se ubican en sitios representativos de las principales unidades cartográficas de los suelos, este tipo de estudio permite caracterizar morfológicamente el perfil del suelo por horizontes genéticos (color, textura, estructura, consistencia en húmedo y mojado, porosidad, contenido de raíces, límite y pH).

También se anotan otras características importantes como la ubicación, fisiografía, presencia y/o ausencia de piedras, uso actual, tipo de drenaje, erosión, etc. Para tal efecto se utiliza la "Guía de Descripción de Perfiles" de FAO. (1977).

De estas calicatas también se toman las muestras de suelos por horizontes genéticos para realizar los análisis físicos y químicos en el laboratorio.

3.1.3. Clasificación de Suelos

3.1.3.1. Criterios de mapeo

El mapa de suelos, mediante las unidades de mapeo, muestra la distribución geográfica de los suelos; estas unidades presentan características similares de uso y manejo de los suelos.

Una de las unidades de mapeo utilizadas es la consociación, la cual considera que al menos el 75% de los pedones en cada delineación tienen la misma unidad taxonómica según la generalización adoptada en el levantamiento de suelos.

Para fijar los límites en el campo y determinar el concepto central de la consociación, se ha considerado la relación existente entre las características: profundidad efectiva, textura superficial, textura subsuperficial, drenaje, pendiente, riesgo de inundación, pedregosidad y desarrollo genético.

También se utilizó como unidad de mapeo el Complejo de suelos, que es una unidad politáxica en el cual dos o más conjuntos, familias o series no pueden mapearse individualmente.

3.1.4. Criterios de clasificación taxonómica

Los suelos fueron clasificados taxonómicamente con base en la taxonomía USDA Keys to Soil Taxonomy (1999). Para ello se tomaron en consideración los factores edafogenéticos que participan en la formación del suelo. Los suelos fueron clasificados en órdenes,

subórdenes, grandes grupos, subgrupos y familias.

3.1.5. Elaboración de mapas

El estudio presenta un mapa de suelos y de capacidad de uso de la tierra a escala 1: 10.000. Estos mapas se elaboraron sobre la base de la hoja cartográfica de Pacayas 3445-IV-14 del IGNCR y JICA, 1991 escala 1:10.000, la hoja cartográfica de Istarú 3445-IV del IGNCR de 1981, fotografías aéreas a escala 1:40.000 y una imagen Pancromática de satélite del año 2000. Las áreas se determinaron con el sistema de información geográfica Arc-View, versión 3.1.

3.2. Metodología para determinar Capacidad de Uso de las Tierras

3.2.1. Generalidades

Para la elaboración de este capítulo se ha tomado como base la metodología propuesta por MAG-MIRENEM (1995), la cual es para cultivos de secano, ya que no contempla los cultivos bajo riego ni aspectos relacionados con tierras de vocación urbanística.

3.2.2. Clases de Capacidad de Uso de las Tierras

Según este sistema se utilizan 8 clases de Capacidad de Uso de la Tierra, bajo el siguiente desglose:

- Clase I, II, III: Tierras aptas para actividades agrícolas, pecuarias y forestales.
- Clase IV: Tierras para cultivos semiperennes y perennes.
- Clase V: Tierras para pastoreo y manejo forestal.

Clase VI:	Tierras para uso forestal y cultivos perennes.
Clase VII:	Tierras para manejo forestal.
Clase VIII:	-Tierras para protección de: cuencas hidrográficas, vida silvestre y recreación.

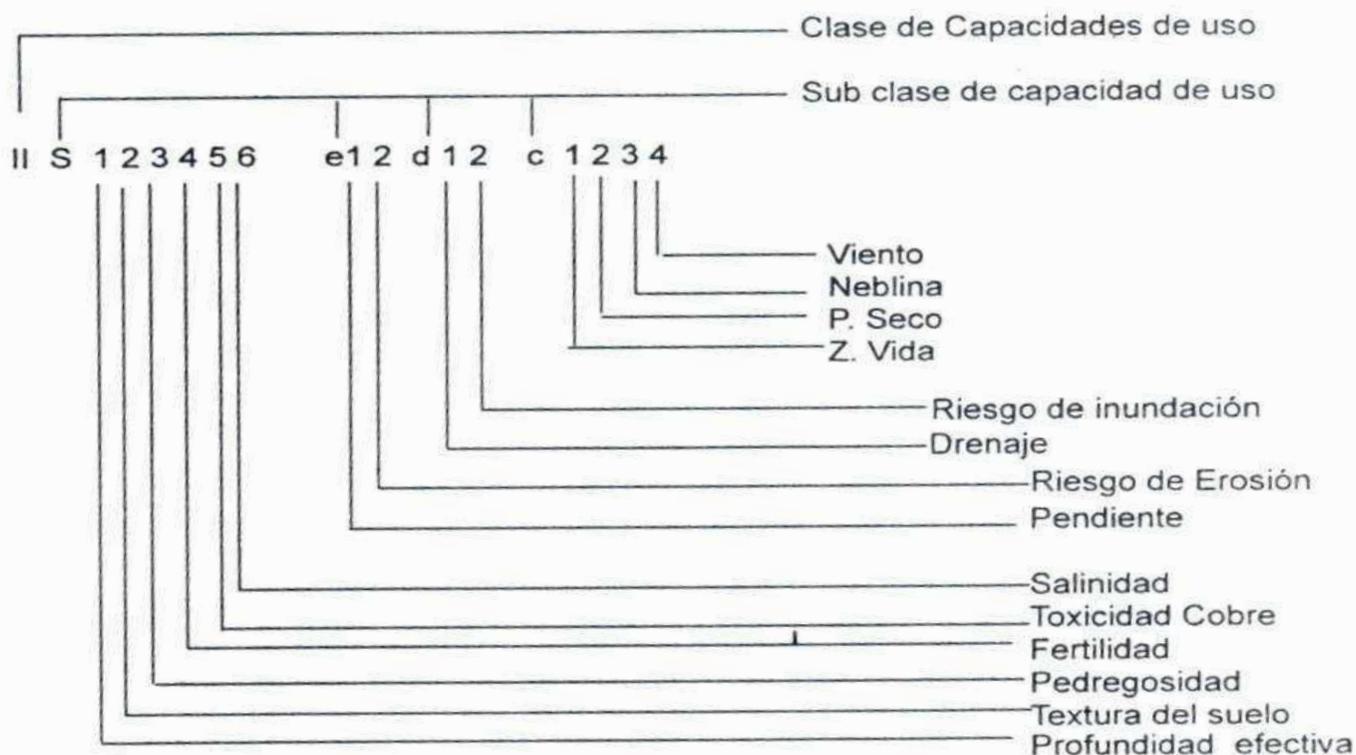
3.2.3. Subclases de Capacidad de Uso de las Tierras

Las subclases se definen por las limitaciones específicas, como se detallan a continuación:

- (s) de suelo
- (e) de erosión
- (d) de drenaje
- (c) de clima

3.2.4. Unidades de manejo

La unidad de manejo constituye una subdivisión de las subclases dentro de una misma clase que indica los factores específicos que limitan su utilización en actividades agropecuarias y forestales. Simbólicamente está compuesta por un número romano que indica la clase, una o más letras minúsculas que indican la subclase y uno o más números arábigos como subíndice que indican el factor específico, para la unidad de capacidad de uso.



Ejemplo de (Unidad de Manejo III el2s4c34)

3.3. Métodos de análisis físico y químicos utilizados por el Laboratorio de Suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería

Análisis	Método
pH en H ₂ O	Relación 1:2.5
Acidez extraíble	Cloruro de potasio 1N
P-K-Zn-Mn-Cu-Fe	Olsen modificado (NaHCO ₃ EDTA Superfloc) pH= 8.5
Ca y Mg	Cloruro de potasio 1N
CIC	Acetato de amonio, pH 7 y destilación Kjeldahl

Cationes de intercambio	Acetato de amonio y determinación en absorción atómica
Materia orgánica	Combustión húmeda (Walkley y Black)
Granulometría	Análisis mecánico de Bouyoucos con calgón (5%) e hidróxido de amonio al 10 %
Retención de humedad	Olla y membrana de presión
Densidad aparente	Volumétrica- gravimétrica
Densidad de partículas	Picnómetro
Hierro y Aluminio	Oxalato ácido
Retención de Fósforo	Blakmore, et al.

4. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS SUELOS

4.1. Caracterización morfológica, física y química de los suelos

En la zona de estudio se identificaron como unidades de mapeo: una Consociación y un Complejo. Tanto el nombre de las Consociación como el Complejo se tomaron de lugares fácilmente reconocibles en la zona.

La topografía, la pedregosidad, profundidad efectiva y el riesgo de erosión tienen una marcada influencia en la separación de fases. Consecuentemente en el área de estudio se determinaron como unidades de mapeo la Consociación: Irazú y el Complejo Pacayas.

Taxonómicamente en el ámbito de subgrupo, los

suelos encontrados se clasificaron principalmente como:

- a. Typic Hapludands
- b. Lithic Hapludands
- c. Lithic Udorthents

También se pueden encontrar en la Consociación intrusiones de suelos como Andic Dystrudepts o Vitric Hapludands; sin embargo, al no contar con análisis mineralógicos es difícil establecer si existe o no el Vitric. También es probable la existencia de suelos Melanudands, pero las tablas Munsell utilizadas no permiten establecer con certeza su presencia.

De esta forma la distribución geográfica de los suelos puede observarse en el Mapa de Suelos y en el de Capacidad de Uso de la Tierra. A continuación se describen las unidades encontradas así como sus fases.

4.2. Consociación Irazú

4.2.1. Características Generales

Estos suelos se identifican cartográficamente con el símbolo CI y se distribuyen en un área de 551.36 Has o sea el 98.19 % del área estudiada.

Los suelos encontrados en esta unidad son de origen volcánico formados de cenizas arrastradas por el viento y la lluvia de las partes más altas; el relieve del área de estudio varía de ligeramente ondulado a fuertemente escarpado, siendo la pendiente y el riesgo de erosión las principales limitaciones que ocasionaron la separación de fases y que más adelante se describirán.

La profundidad efectiva de estos suelos varía de poco profunda a muy profunda. Las texturas varían de medias a moderadamente gruesas (franco arenosas y areno francosas a francas), ocasionalmente aparecen texturas moderadamente pesadas (franco arcillosas).

La estructura es de bloques subangulares medios y finos. La consistencia varía de ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y de friables a muy friables en húmedo.

La coloración varía de negro a pardo oscuro. La permeabilidad y el drenaje interno se consideran buenos a consecuencia del tipo de textura y lo bien estructurados que están estos suelos.

La fertilidad es baja, ya que la suma de bases en la mayoría de los casos es menor de 5 meq /100 g de suelo y los porcentajes de saturación de acidez son menores al 50 %.

4.2.2. Características específicas

Estos suelos morfológicamente presentan un perfil del tipo A, B y ocasionalmente aparece un C o bien un II A y II C.

El horizonte A generalmente se divide en Ap, A₁₂ y hasta un A₁₃, A₁₄. Tiene un espesor de 30 a 120 cm, el color varía de negro a pardo, de textura franca a franco arenosa, la estructura es de bloques subangulares, ligeramente adherente y ligeramente plástico mojado y friable en húmedo.

El horizonte B tiene un espesor de 20 a 80 cm, el color es de pardo amarillento a pardo fuerte, la textura varía de franca a franco arcillosa; la estructura es de bloques subangulares finos y medios, de grado débil a moderado, ligeramente adherente y ligeramente

plástico en mojado friable en húmedo.

El horizonte C tiene un espesor de 20 a 80 cm, el color es de pardo amarillento a pardo fuerte, la textura varía de areno-francosa a franco arenosa; la estructura es grano suelto, con desarrollo débil, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y muy friable en húmedo.

El horizonte IIA tiene un espesor de 10 a 50 cm, de color negro a pardo oscuro, la textura varía de franco arenosa a franca, es ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo. La estructura es de bloques subangulares y angulares medios y finos, de grado débil y moderado.

El horizonte IIC tiene un espesor de 10 a 15 cm, de color pardo a pardo oscuro, la textura arenosa, de grano suelto, no adherente y no plástico en mojado y muy friable en húmedo.

La fertilidad es baja, ya que la suma de bases extraíbles es menor de 5 meq /100 gr. de suelo y el porcentaje de saturación de acidez es menos de 50 %. También se presentan deficiencias nutricionales y existen algunos desequilibrios en las relaciones catiónicas.

Por pendiente, la Consociación Irazú se dividió en 6 fases, las que se describen a continuación.

4.3. Fases de la Consociación Irazú

4.3.1. Consociación Irazú, fase ligeramente ondulada (3-8 %)

Estos suelos se identifican cartográficamente con el símbolo Cllo y se distribuyen en un área de 5.03 has, o sea, el 0.9 % del área total estudiada.

Morfológicamente presentan un desarrollo del perfil de tipo A, C y ocasionalmente un IIA.

El horizonte A se subdivide en A_p , A_{12} , A_{13} , A_{14} y tiene un espesor de 40 a 120 cm, de color negro a pardo oscuro, su textura varía de franco arenosa a franca, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

El horizonte C tiene un espesor de 10 a 60 cm, de color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, la textura varía de franco arenosa a franco arenosa y arenosa, la estructura es bloques subangulares medios y finos débiles y grano suelto, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y muy friable en húmedo.

El horizonte II A tiene un espesor de 10 a 80 cm, de color negro a pardo oscuro, su textura varía de franco arenosa a franca, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

Taxonómicamente los suelos se clasifican como Typic Hapludands, no se presenta perfil modal representativo. Según la capacidad de uso, se clasifican como Ile_{12} s_4 c_{34} , ya que sus principales limitantes son la pendiente, la fertilidad, la neblina y el viento.

Estos suelos se recomiendan para todos los cultivos propios de la zona, entre ellos hortalizas de altura, papa, brócoli, coliflor, repollo, flores, fresas, frutales, pastos y bosques, desde luego, se requieren prácticas de conservación de suelos tales como:

- Canales de guardia
- Canales de infiltración
- Buena preparación de suelos antes de la siembra.

- Siembra de cultivos en contorno.
- Barreras vivas
- Barreras muertas
- Cortinas rompevientos.
- Incorporación de materia orgánica
- Fertilización y enmiendas minerales
- Riego.

4.3.2. Consociación Irazú, fase moderadamente ondulada (8-15 %)

Estos suelos se identifican cartográficamente con el símbolo Clmo y se distribuyen en un área de 32.35 has, o sea, el 5.76 % del área total estudiada. Morfológicamente presentan un desarrollo del perfil de tipo A, B.

El horizonte A se subdivide en Ap y A₁₂, tiene un espesor de 70 a 80 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro, de textura franca, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

El horizonte B tiene un espesor de 40 a 50 cm, de color pardo amarillento oscuro, de textura franca, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

La fertilidad de estos suelos se puede considerar

como baja, ya que la suma de bases extraíbles es menor de 5 meq /100 gr de suelo y el porcentaje de saturación de acidez es menor de 50 %.

A continuación se presenta una descripción de los rangos encontrados en los perfiles modales. El pH es ligeramente ácido (5.5 - 6.5).

El contenido de materia orgánica se considera medio y tiene un decrecimiento irregular en el perfil, los valores de materia orgánica varían de 4.5 % a 6.8 %.

El contenido de aluminio intercambiable es ligeramente superior al normal, sus valores fluctúan entre 0.45 y 0.5 meq /100 gr de suelo. El porcentaje de saturación de aluminio varía de 9.7 a 7.8.

La capacidad de intercambio catiónico es baja, con valores de 17.6 a 24.8 meq /100 gr de suelo. La suma de cationes intercambiables fluctúa entre 4.55 y 5.29 meq /100 gr de suelo. El porcentaje de saturación de bases es bajo (21.7 - 27.2).

De los cationes de intercambio, el calcio es el que se encuentra en mayor cantidad, pero su contenido está por debajo del nivel crítico, varía entre 2.8 y 3.9 cmol (+)/L. El magnesio ocupa un segundo lugar, pero con contenidos por debajo del nivel crítico para este elemento, con valores de 0.3 y 0.6 cmol (+)/L.

De los cationes, el potasio es el más bajo, sus contenidos oscilan entre 0.1 y 0.23 cmol (+)/L, que son contenidos bajos, excepto en el horizonte superior.

El contenido de fósforo está muy por debajo del nivel crítico, cuyos valores fluctúan entre 3-6 mg /L.

De los micro elementos, el zinc y el azufre (excepto en el horizonte superior), el manganeso y el boro están muy por debajo del nivel

crítico para estos elementos.

El hierro esta ligeramente alto.

Las relaciones Ca/ Mg y Mg/K están equilibradas únicamente en el horizonte B, mientras que la relación Ca/K lo está en los horizontes Ap y A₁₂, en tanto la relación Ca+Mg/ K está desbalanceada.

La retención de fósforo varía de 88.1 a 86.9 %; el porcentaje de aluminio en oxalato ácido es 4.7 y 5.6 y el porcentaje de hierro en oxalato ácido oscila entre 0.98 y 1.08.

Entre las propiedades físicas cabe destacar:

La textura varía de franca limosa a franco limosa / franco arcillo limosa.

El porcentaje de agua disponible calculado por la diferencia entre las tensiones de agua extraída a 1/3 de Atm y 15Atm, mostró que ésta fluctúa entre 5.33 % y 10.93 %; estas cifras se consideran como bajas y medias.

La densidad aparente y la densidad de partículas son bajas. Taxonómicamente los suelos se clasifican como Typic Hapludands. El perfil modal representativo es el 6.

Según la capacidad de uso, son suelos clase III e₁₂ s₄ c₃₄ debido a que sus principales limitantes son la pendiente y el riesgo de erosión, la fertilidad, la neblina y la velocidad del viento en ciertas épocas del año. Estos suelos son aptos para todos los cultivos propios de la zona, entre ellos: papa, zanahoria, repollo, coliflor, brócoli, cucurbitáceas, sistemas agroforestales, pastos y bosques.

Para un mejor aprovechamiento de estos suelos, se

recomiendan prácticas intensivas de conservación de suelos tales como:

- Canales de guardia
- Canales de infiltración
- Acequias de ladera
- Buena preparación de suelos antes de la siembra.
- Siembra de cultivos en contorno.
- Barreras vivas
- Barreras muertas
- Cortinas rompevientos.
- Incorporación de materia orgánica
- Fertilización y enmiendas minerales
- Riego.

PERFIL 6

1. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SITIO DE LA MUESTRA

Nombre del suelo	:	Consociación Irazú fase moderadamente ondulada
Clasificación	:	Typic Hapludands
Fecha de observación	:	27-02-2004
Ubicación	:	9-91777-83-811664 Hoja Istarú
Altitud	:	1800 msnm
Forma del terreno bajo	:	a. Posición fisiográfica: lomerío b. Forma de terreno: moderadamente ondulado
Pendiente	:	15%
Uso de la tierra	:	Papa

2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SUELO

Material matriz	:	Ceniza volcánica
Nivel freático	:	No se alcanzó
Drenaje	:	Bueno
Pedregosidad y/o rocosidad	:	No
Erosión	:	Moderada
Sales y/o álcalis	:	No

3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

A _p 0-40 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, franco limosa, toxotrópico, bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado, muy friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces escasas y finas, límite plano gradual, pH 5.6.
A ₁₂ 40-70 cm	Pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo, franco limosa, tixotrópico, bloques subangulares medios y finos, débiles, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, muy friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces no, límite plano gradual, pH 5.6.
Bw1 70-120cm	Pardo amarillo muy oscuro (10 YR 4/4) en húmedo, franco limosa- franco arcillo limosa, tixotrópico, bloques subangulares medios y finos moderados, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes finos y muy finos, raíces no, pH 5.5.

ANALISIS QUIMICO

		Perfil N° 6				
Horizonte		A _p	A ₁₂	B _{w1}		
Profundidad		0-40	40-70	70-100		
pH	H ₂ O	5.6	5.6	5.5		
Capacidad de intercambio de cationes (cmol(+)/L)	M.O. %	6.8	5.3	4.5		
	N %	0.22	0.14	0.13		
	C/N	17.9	22.0	20.0		
	% Sat. Acidez	7.8	9.0	9.7		
	Ca	4.7	3.5	3.6		
	Mg	0.6	0.8	0.9		
	K	0.29	0.25	0.15		
	Acidez Intec.	0.45	0.45	0.50		
	Suma	5.29	4.55	4.65		
F E R T. A C T U A L	cmol(+)/L	% Sat. Bases	21.7	24.8	27.2	
		CIC	24.36	18.36	17.06	
		Ca	3.9	2.8	2.9	
		Mg	0.3	0.5	0.6	
	mg / L	K	0.23	0.17	0.10	
		CICE	4.88	3.92	4.10	
		Fe	53	55	56	
		P	6	3	3	
		Cu	16	18	15	
		Zn	4.1	03	0.3	
		Mn	2	2	1	
		Relación entre cationes	S	15.34	11.27	10.77
		B	0.2	0.3	0.2	
		Ca/ Mg	13.0	5.6	4.8	
	Ca/ K	17.0	16.5	29.0		
	Mg/ K	1.3	2.9	6.0		
	Ca+ Mg/ K	18.3	19.4	35.0		

ANÁLISIS FISICO

		Perfil N° 6			
Horizonte		A _p	A ₁₂	B _{w1}	
Profundidad		0-40	40-70	70-100	
GRANULO- METRIA %	Arena	34	38	18	
	Arcilla	14	12	26	
	Limo	52	50	56	
	Textura	FL	FL	FL/ FAL	
RETENCIÓN DE HUMEDAD %	1/ 3 atm	26.34	31.45	34.67	
	15 atm	20.01	22.69	23.74	
	Agua Aprov.	5.33	8.76	10.93	
	Dens. Ap. gr/ cc	0.88	0	0.9	
	Dens. Real gr/ cc	1.69	0	1.79	
	% Porosidad	48	0	50	
	% Ret. Fosforo	86.9	88.1		
	% Al en Oxalato	4.7	5.6		
	% Fe en Oxalato	0.98	1.08		

Clases de texturas:

F = Franco

A = Arcilla
A = Arena

L = Limo

Todos los micro elementos, excepto el cobre, se encuentran por debajo del nivel crítico para estos elementos. Los contenidos de hierro son altos.

Las relaciones catiónicas están equilibradas, únicamente Ca/Mg está ligeramente desequilibrada en el horizonte B.

La retención de fósforo varía de 90.4 a 92.1 %; el porcentaje de aluminio en oxalato ácido es 1.71 y 1.7 y el porcentaje de hierro en oxalato ácido oscila entre 0.73 y 0.75.

Entre las propiedades físicas cabe destacar:

La textura varía de franca a franco arenosa. El porcentaje de agua disponible calculado por la diferencia entre las tensiones de agua extraída a 1/3 de Atm y 15 Atm, mostró que ésta fluctúa entre 6.89 % y 8.75 %; estas cifras se consideran como bajas.

La densidad aparente y la densidad de partículas son bajas.

Taxonómicamente los suelos se clasifican como Typic Hapludands. El perfil modal representativo es el 1. Según la capacidad de uso, son suelos clase IV e₁₂ S₄ c34 debido a que sus principales limitantes son la pendiente y el riesgo de erosión, la fertilidad, la neblina y la velocidad del viento en ciertas épocas del año.

Estos suelos son aptos para todos los cultivos propios de la zona, entre ellos: papa, zanahoria, repollo, coliflor, brócoli, cucurbitáceas, sistemas agroforestales, pastos y bosques.

Para un mejor aprovechamiento de estos suelos, se recomiendan prácticas muy intensivas de conservación de suelos tales como:

- Canales de guardia.
- Acequias de ladera
- Incorporación de materia orgánica
- Fertilización y enmiendas minerales.
- Terrazas de banco.
- Cultivos en contorno.
- Barreras vivas y muertas
- Apartos para pastoreo
- Rotación de cultivos
- Riego

PERFIL 1

I. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SITIO DE LA MUESTRA

Nombre del suelo	:	Consociación Irazú
Clasificación	:	Typic Hapludands
Fecha de observación	:	24-02-2004
Ubicación	:	9.94352-83.84859 Hoja Istarú
Altitud	:	2900 msnm

Forma de terreno	:	a. Posición fisiográfica: lomerío b. Forma de terreno: ondulado
Pendiente	:	30%
Uso de la tierra	:	papa

2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SUELO

Material matriz	:	Ceniza volcánica
Nivel freático	:	No se alcanzó
Drenaje	:	Bueno
Pedregosidad y/o rocosidad	:	No
Erosión	:	Moderada
Sales y/o álcalis	:	No

3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

A _p 0-20 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, franco-arenoso, tixotrópico, granular débil, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces frecuentes y finas, límite plano claro, pH 6.1.
A ₁₂ 20-70 cm	Negro (10 YR 2/2) en húmedo, franco a franco arenoso, tixotrópico, bloques subangulares medios y finos, débiles y granular fino, débil, ligeramente

adherente y ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces escasas finas, límite plano claro, pH 6.2.

A₁₃ 70-120 cm

Pardo oscuro (10 YR 3/3), en húmedo, franco, tixotrópico, bloques subangulares medios y finos, débiles y granular fina débil, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes finos y muy finos, raíces escasas finas, límite claro plano, pH 6.1.

ANÁLISIS QUÍMICO

		Perfil N° 1				
Horizonte		A _p	A ₁₂	A ₁₃		
Profundidad		0-40	40-70	70-100		
pH		6.5	6.2	6.1		
H ₂ O						
Capacidad de intercambio de cationes (cmol(+)/L)	M.O. %	6.15	6.3	6.6		
	N %	0.2	0.15	0.16		
	C/ N	17.8	24.4	23.9		
	% Sat. Acidez	5.4	6.7	6.7		
	Ca	3.1	3.2	3.4		
	Mg	0.9	0.8	0.6		
	K	0.32	0.19	0.15		
	Acidez Intec.	0.25	0.3	0.3		
	Suma	4.32	4.19	4.15		
	F E R T. A C T U A L	Cmol(+)/L	% Sat. Bases	25.7	25.9	26.4
CIC			16.78	16.13	15.69	
Ca			2.1	2.6	2.5	
mg / L		Mg	0.6	0.5	0.4	
		K	0.18	0.11	0.1	
		CICE	3.13	3.51	3.3	
		Fe	103	83	81	
		P	4	3	3	
		Cu	11	6	12	
		Zn	1.1	0.9	4.3	
		Mn	2	1	1	
		Relación entre cationes	S	10.66	11.47	12.81
			B	0.2	0.1	0.3
Ca/ Mg	3.5		5.2	6.3		
Ca/ K	11.7		23.6	25.0		
Mg/ K	3.3		4.5	4.0		
Ca+ Mg/ K		15.0	28.2	29.0		

ANÁLISIS FÍSICO

Perfil N° 1				
Horizonte		A _p	A ₁₂	A ₁₃
Profundidad		0-20	20-70	70-120
GRANULO- METRIA %	Arena	52	52	48
	Arcilla	14	16	20
	Limo	34	32	32
	Textura	F/ Fa	F/ Fa	F
RETENCIÓN DE % HUMEDAD	1/ 3 atm	28.16	31.4	26.8
	15 atm	21.09	22.65	19.91
	Agua Aprov.	7.07	8.75	6.89
	Dens. Ap. gr/ cc	0.9	0.89	
	Dens. Real gr/ cc	1.85	1.79	
	% Porosidad	51	50	
	% Ret. Fosforo	92.1	90.4	
	% Al en Oxalato	1.71	1.7	
	% Fe en Oxalato	0.73	0.75	

Clases de texturas: F = Franco

A = Arcilla
a = Arena

L = Limo

4.3.4. Consociadón Irazú, fase fuertemente ondulada (30-60 %).

Los suelos de esta unidad de mapeo se identifican cartográficamente con el símbolo (Cifo) y se distribuyen en un área de 21.16 Has o sea el 37.61 % del área total estudiada. Morfológicamente se caracterizan por tener perfil compuesto principalmente por un horizonte A, B y ocasionalmente un C y un IIA.

El horizonte A se subdivide en A_p, A₁₂, A₁₃ y A₁₄ y tiene un espesor de 30 a 120 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro, su textura varía de areno-francosa a franca, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

El horizonte B tiene un espesor de 30 a 70 cm, de color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, la textura varía de franco a franco arenosa, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo, por lo general es un horizonte

compactado.

El horizonte C tiene un espesor de 20 a 80 cm, de color pardo, la textura varía de areno francosa a franco arenosa, la estructura es de grano suelto, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y muy friable en húmedo.

El horizonte II A tiene un espesor que varía de 20 a 40 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro, de textura franca, bien estructurado pero de desarrollo débil, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

La fertilidad de estos suelos se puede considerar como baja, ya que la suma de bases extraíbles es menor de 5 meq / 100 gr de suelo y el porcentaje de saturación de acidez es menor de 50 %.

A continuación se presenta una descripción de los rangos encontrados en los perfiles modales. El pH es ligeramente ácido (5.5 - 6.0). El contenido de materia orgánica se considera como de bajo a medio y tiene un decrecimiento irregular en el perfil 2 y regular en el perfil 3, los valores varían de 3.6 % a 6.6%.

El contenido de aluminio intercambiable oscila entre 0.3 y 0.4 meq /100 gr de suelo. El porcentaje de saturación de aluminio varía de 5.3 a 9.2.

La capacidad de intercambio catiónico varía de baja a media, con valores de 15.33 a 24.33 meq /100 gr de suelo. La suma de cationes intercambiables fluctúa entre 3.94 y 5.86 meq /100 gr de suelo.

El porcentaje de saturación de bases es bajo (22.6 - 32.0).

De los cationes de intercambio, el calcio es el que se encuentra en mayor cantidad, pero su contenido está

por debajo del nivel crítico, varía entre 2.7 y 3.9 cmol (+)/L. El magnesio ocupa un segundo lugar, pero con contenidos por debajo del nivel crítico para este elemento, con valores de 0.2 y 1.2 cmol (+)/L.

De los cationes, el potasio es el más bajo, sus contenidos oscilan entre 0.1 y 0.16 cmol (+)/L, que son bajos. El contenido de fósforo está muy por debajo del nivel crítico, cuyos valores fluctúan entre 3-4 mg/L. (excepto en el horizonte A_p del perfil No 2 en donde este valor es de 26mg/L.

El comportamiento del Zn es irregular en el perfil 2, este es deficitario solo en el horizonte A_{12} , mientras que en el perfil 3 es óptimo solo en el horizonte A_p . Los otros microelementos se encuentran en el nivel óptimo.

Los contenidos de hierro son altos, excepto en el horizonte B que está en el nivel óptimo.

Las relaciones catiónicas del perfil 2 están desequilibradas, excepto Mg/K en el horizonte A_{12} donde esta desbalanceada. Con relación al perfil 3 existe equilibrio en casi todas las relaciones, excepto en la relación Ca/K y Ca+Mg /K en el horizonte A_{12} , donde esta desbalanceada.

La retención de fósforo varía de 87.4 a 91.3 %; el porcentaje de aluminio en oxalato ácido es 1.75 y 5.75 y el porcentaje de hierro en oxalato ácido oscila entre 0.78 y 1.12.

Entre las propiedades físicas cabe destacar:

La textura varía de franca arenosa a franco arcillosa. El porcentaje de agua disponible calculado por la diferencia entre las tensiones de agua extraída a 1/3 de Atm y 15 Atm, mostró que ésta fluctúa entre 5.49 % y 11.87 %; estas cifras se consideran como bajas y medias.

La densidad aparente y la densidad de partículas son bajas. Taxonómicamente los suelos se clasifican como Typic Hapludands. Los perfiles modales representativos son el 2 y 3.

Según la capacidad de uso son suelos clase VI e₁₂ S₄ C₃₄ debido a que sus principales limitantes son la pendiente y el riesgo de erosión, la fertilidad, la neblina y la velocidad del viento en ciertas épocas del año. Estos suelos son aptos para todos los cultivos perennes, sistemas agroforestales y bosques.

Para un mejor aprovechamiento de estos suelos, se recomiendan prácticas intensivas de conservación de suelos tales como:

- Control de cárcavas
- Control de deslizamientos
- Terraza de huerto
- Terrazas de banco
- Terraza individual
- Canales de guardia.
- Acequias de ladera
- Incorporación de materia orgánica
- Fertilización y enmiendas minerales.
- Cultivos de cobertura.
- Cultivos de fajas.

- Cultivos en contorno.
- Barreras muertas
- Rotación de cultivos

PERFIL 2

1. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SITIO DE LA MUESTRA

Nombre del suelo	:	Consociación Irazú fase fuertemente ondulada
Clasificación	:	Typic Hapludands
Fecha de observación	:	25-02-2004
Ubicación	:	9.93568-83.82977 Hoja Istarú
Altitud	:	2300 msnm
Forma del terreno	:	a. Posición fisiográfica: lomerío b. Forma de terreno: fuertemente ondulado
Pendiente	:	50%
Uso de la tierra	:	papa

2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SUELO

Material de matriz	:	Ceniza volcánica
Nivel freático	:	No se alcanzó
Drenaje	:	Bueno
Pedregosidad y/o rocosidad	:	No
Erosión	:	Moderada
Sales y/o álcalis	:	No

3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

A _p 0-30 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, franco, bloques subangulares medios y finos, débiles, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces escasas y finas, límite plano gradual, pH 5.7.
A ₁₂ 30-80 cm	Pardo oscuro (10 YR 3/3) moteos pardo fuerte en húmedo, franco-franco arenoso, compactado, granular fina, débil, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, límite gradual plano, pH 5.5.
A ₁₃ 80-120 cm	Pardo oscuro (10 YR 4/3) moteos pardo fuerte en húmedo, franco, concreciones al parecer de hierro y manganeso, bloques subangulares, medios y finos moderados y granular fina débil,

ANÁLISIS QUIMICO

		Perfil N° 2			
Horizonte		A _p	A ₁₂	A ₁₃	
Profundidad		0-30	30-80	80-120	
pH	H ₂ O	5.7	5.5	5.5	
Capacidad de intercambio de cationes (cmol(+)/L)	M.O. %	6.4	6.6	6.1	
	N %	0.21	0.09	0.1	
	C/ N	17.7	42.5	35.38	
	% Sat. Acidez	5.9	9.2	7.5	
	Ca	4.7	3.2	4.1	
	Mg	0.6	0.6	0.6	
	K	0.21	0.14	0.18	
	Acidez Intec.	0.35	0.40	0.40	
	Suma	5.51	3.94	4.88	
F E R T. A C T U A L	Cmol(+)/L	% Sat. Bases	22.6	25.7	29.9
		CIC	24.33	15.33	16.32
		Ca	3.9	2.7	3.3
		Mg	0.3	0.3	0.2
	mg/l	K	0.15	0.1	0.12
		CICE	4.7	3.5	4.02
		Fe	101	65	34
		P	26	3	4
		Cu	5	15	12
		Zn	5.8	1.4	4.2
	Mn	3	2	1	
Relación entre cationes	S	13.94	11.77	14.11	
	B	0.1	0.2	0.2	
	Ca/ Mg	13	9.0	16.5	
	Ca/ K	26.0	27.0	27.5	
	Mg/ K	2.0	3.0	1.7	
	Ca+ Mg/ K	28.0	30.0	29.2	

ANÁLISIS FISICO

		Perfil N° 2		
Horizonte		A _p	A ₁₂	A ₁₃
Profundidad		0-30	30-80	80-120
GRANULO-METRÍA %	Arena	52	46	40
	Arcilla	18	16	22
	Limo	30	38	38
	Textura	F	F-Fa	F
RETENCIÓN DE HUMEDAD %	1/ 3 atm	27.1	21.42	27.15
	15 atm	20.87	15.93	21.04
	Agua Aprov.	6.23	5.49	6.11
	Dens. Ap. gr/ cc	0.89	0.88	0.9
	Dens. Real gr/ cc	1.89	1.87	1.68
	% Porosidad	53	53	46
	% Ret. fósforo	89.5	87.4	
	% Al en Oxalato	1.75	2.4	
	% Fe en Oxalato	0.78	0.78	

Clases de texturas:

F = Franco

A = Arcilla

L = Limo

a = Arena

PERFIL 3

1. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SITIO DE LA MUESTRA

Nombre del suelo	:	Consociación Irazú fase f fuertemente ondulada
Clasificación fuertemente ondulada	:	Typic Hapludands fase
Fecha de observación	:	25-02-2004
Ubicación	:	9.92866-83.81905 Hoja Istarú
Altitud	:	2 000 msnm
Forma del terreno	:	a. Posición fisiográfica: lomerío b. Forma de terreno : fuertemente ondulado
Pendiente	:	40%
Uso de la tierra	:	Potrero

2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SUELO

Material matriz	:	Ceniza volcánica
Nivel freático	:	No se alcanzó
Drenaje	:	Bueno
Pedregosidad y/o rocosidad	:	No
Erosión	:	Moderada
Sales y/o álcalis	:	No

3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

- A_p 0-40 cm Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, franco limoso, granular débil, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces frecuentes y finas, límite plano gradual, pH 5.6.
- A₁₂ 40-80 cm Pardo oscuro (10 YR 4/4) en húmedo, franco, bloques subangulares medios y finos, débiles y granular fino débil, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces escasas y finas, límite gradual plano, pH 6.0.
- B w₁ 80-120 cm Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo, franco arcillosa, bloques subangulares medios y finos moderados y granular fina débil, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes finos y muy finos, raíces no, límite gradual plano, pH 5.9.

ANÁLISIS QUIMICO

		Perfil N° 3				
Horizonte		A _p	A ₁₂	B _{w1}		
Profundidad		0-40	40-80	80-120		
pH	H ₂ O	5.6	6.0	5.9		
Capacidad de intercambio de cationes (cmol(+)/L)	M.O. %	6.7	4.2	3.6		
	N %	0.19	0.12	0.11		
	C/ N	20.5	20.3	19.0		
	% Sat. Acidez	5.3	6.3	6.7		
	Ca	4.2	4.4	3.4		
	Mg	1.1	1.3	1.3		
	K	0.22	0.16	0.17		
	Acidez Intec.	0.3	0.4	0.35		
	Suma	5.52	5.86	4.87		
F E R T. A C T U A L	Cmol(+)/L	% Sat. Bases	32.0	32.4	30.2	
		CIC	17.25	18.06	16.12	
		Ca	3.2	3.4	2.8	
	mg/ L	Mg	0.9	1.1	1.2	
		K	0.16	0.1	0.11	
		CICE	4.56	5.0	4.46	
		Fe	80	55	38	
		P	4	3	3	
		Cu	7	18	9	
		Zn	4.2	0.5	0.5	
		Mn	3	1	1	
		Relación entre cationes	S	13.26	9.09	11.32
			B	0.1	0.2	0.1
Ca/ Mg	3.6		3.1	2.3		
Ca/ K	20.0		34.0	25.5		
Mg/ K	5.6		11.0	10.9		
		Ca+Mg/ K	25.6	45.0	36.4	

ANÁLISIS FISICO

		Perfil N° 3			
Horizonte		A _p	A ₁₂	B _{w1}	
Profundidad		0-40	40-80	80-120	
GRANULO-METRÍA %	Arena	38	44	42	
	Arcilla	12	20	32	
	Limo	50	36	26	
	Textura	FL	F	FA	
RETENCIÓN DE HUMEDAD %	1/ 3 atm	32.09	28.04	35.62	
	15 atm	22.88	21.44	23.75	
	Agua Aprov.	9.27	6.6	11.87	
		Dens. Ap. gr/ cc	0.84	0.74	0.75
		Dens. Real gr/ cc	1.59	1.62	1.66
		% Porosidad	47	54	55
		% Ret. Fósforo	89.3	91.3	
		% Al en Oxalato	2.8	5.75	
		% Fe en Oxalato	0.79	1.12	

Clases de texturas:

F = Franco

A = Arcilla
a = Arena

L = Limo

4.3.5. Consociación Irazú, fase escarpada (60-75 %).

Estos suelos se identifican cartográficamente con el símbolo Cle y se distribuyen en un área de 75.85 has que representan el 13,51 % del área total. Morfológicamente presentan un desarrollo del perfil de tipo A, B y ocasionalmente un C y un IIA.

El horizonte A se subdivide en Ap, A₁₂, A₁₃ y tiene un espesor de 20 a 120 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro, su textura varía de franco arenosa a franca, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

El horizonte B en ocasiones se subdivide en Bw1, Bw2 y Bw3 y tiene un espesor de 50 a 100 cm, de color pardo amarillento oscuro a pardo oscuro, su textura es franca, compactado, la estructura es de bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

El horizonte C tiene un espesor de 40 cm, de color pardo oscuro, la textura es franco arenosa a franco francesa, la estructura es grano suelto, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

El horizonte IIA tiene un espesor de 50 cm, de color pardo oliva claro, la textura es franca, la estructura es de bloques subangulares medios y finos débiles, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo. La fertilidad de estos suelos varía de baja en algunos horizontes a media, ya que la suma de bases extraíbles es prácticamente menor de 5 meq/100 gr de suelo y el porcentaje de saturación de aluminio es menor a 50 %.

A continuación se presenta una descripción de los

rangos encontrados en el perfil modal. El pH varía de moderadamente ácido a ligeramente ácido (5.1 - 6.0). La materia orgánica es media y tiene un decrecimiento irregular en el perfil, los valores de materia orgánica varían de 6.9 % a 7.2 %.

El contenido de aluminio intercambiable es ligeramente alto, ya que es de 0.4 - 0.55 meq /100 gr de suelo. El porcentaje de saturación de aluminio es bajo (7.3 - 11.7). La capacidad de intercambio catiónico es baja, con valores de 15.84 a 20.13 meq /100 gr. de suelo.

La suma de cationes intercambiables fluctúa entre 4.14 a 5.52 meq /100 gr de suelo. El porcentaje de saturación de bases varía de medio a bajo (24.2 % - 34.8 %).

De los cationes de intercambio, el calcio ocupa el lugar más preponderante, pero sus contenidos indican que están por debajo del nivel crítico para este elemento (2.7 y 3.5 cmol (+)/L).

El magnesio ocupa un segundo lugar, sus valores fluctúan entre 0.2 y 0 cmol (+)/L, valores que están por debajo del nivel crítico.

A pesar de que el potasio es el más bajo de los cationes, es el único que se encuentra en el rango óptimo, exceptuando en el horizonte B, sus contenidos oscilan entre 0.1 y 0.24 cmol (+)/L.

El contenido de fósforo y Zn son altos en los horizontes superiores, posiblemente debido a las cantidades de fósforo que se le aplican a los cultivos, pero muy bajo después de los 40 cm de profundidad, muy por debajo del nivel crítico para este elemento, en tanto que el azufre se encuentra entre los 20 y 40 cm y entre los 70 y los 120 cm. En las otras profundidades es deficitario.

El manganeso y el Boro se encuentran por debajo del nivel crítico. El hierro es normal a excepción del horizonte Ap.

Las relaciones catiónicas Ca / Mg y Ca / K están equilibradas, excepto en el horizonte B, la relación Mg/K esta equilibrada en el primer y último horizonte, en los otros está desbalanceado y la relación Ca+Mg/ K esta balanceada.

La retención de fósforo varía de 88.7 a 90.2 %, el porcentaje de aluminio en oxalato ácido es 3.25 y 3.7 y el porcentaje de hierro en oxalato ácido oscila entre 0.85 y 0.94.

Entre las propiedades físicas cabe destacar:

La textura varía de franco limosa a franco arcillosa. El porcentaje de agua disponible calculado por la diferencia entre las tensiones de agua extraída a 1/3 de Atm y 15 Atm, mostró que ésta fluctúa entre 10.22 % y 16.81 %, estas cifras se consideran entre medias y altas.

La densidad aparente y la densidad de partículas son bajas.

Taxonómicamente los suelos se clasifican como Typic Hapludands. El perfil modal representativo es el 5.

Según la capacidad de uso, son suelos clase VII e₁₂ c₃₄, ya que las principales limitantes son la pendiente y el riesgo de erosión (es un hecho que los suelos ubicados en Encierrillos presentan una pérdida mayor del horizonte A con relación a otros suelos de la cuenca), la neblina y el viento.

Estos suelos deben dedicarse a manejo forestal, en caso de que haya cobertura boscosa, de lo contrario debe buscarse la regeneración natural.

Como prácticas de conservación de suelos se recomienda:

- Control de cárcavas
- Control de deslizamientos

PERFIL 5

1. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SITIO DE LA MUESTRA

Nombre del suelo	:	Consociación Irazú fase escarpada
Clasificación	:	Typic Hapludands
Fecha de observación	:	27-02-2004
Ubicación	:	9.92173-83.82076 Hoja Istarú
Altitud	:	1950 msnm
Forma del terreno	:	a. Posición fisiográfica: lomerío b. Forma de terreno : escarpado
Pendiente	:	70-75%
Uso de la tierra	:	repollo

2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SUELO

Material matriz	:	Ceniza volcánica
Nivel freático	:	No se alcanzó
Drenaje	:	Bueno

Pedregosidad
y/o rocosidad : No

Erosión : Moderada

Sales y/o álcalis : No

3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

A_p 0-20 cm Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, franco limoso, bloques subangulares medios y finos, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces abundantes finas, límite plano gradual, pH 5.1.

Bw₁ 20-40 cm Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares medios y finos, débiles y granular fino, débiles, ligeramente adherentes y ligeramente plástico en mojado, friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces escasas y finas, límite gradual plano, pH 5.1.

Bw₂ 40-70 cm Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo, franco arcilloso, bloques subangulares moderados, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, muy friable en húmedo, poros abundantes finos y muy finos, raíces no, límite gradual plano, pH 5.8.

Bw₃ 70-120 cm Pardo amarillento oscuro (10 YR 5/4) en húmedo, Franco arcilloso, bloques subangulares medios y Finos, ligeramente adherente y ligeramente

ANÁLISIS QUIMICO

		Perfil N° 5					
Horizonte		A _p	Bw ₁	Bw ₂	Bw ₃		
Profundidad		0-20	20-40	40-70	70-120		
pH	H ₂ O	5.1	5.12	5.8	6.0		
Capacidad de intercambio de cationes (cmol(+)/L)	M.O. %	7.1	6.9	7.1	7.2		
	N %	0.17	0.19	0.11	0.13		
	C / N	24.2	21.1	37.4	32.1		
	% Sat. Acidez	11.7	8.3	7.3	7.8		
	Ca	3.1	4.3	4.4	3.6		
	Mg	0.6	0.8	0.6	0.9		
	K	0.44	0.42	0.49	0.18		
	Acidez Intec.	0.55	0.50	0.4	0.4		
	Suma	4.14	5.52	5.49	4.68		
F E R T. A C T U A L	Cmol(+)/L	% Sat. Bases	26.0	34.8	27.2	24.2	
		CIC	15.91	15.84	20.13	19.32	
		Ca	2.7	3.5	3.4	2.8	
		Mg	0.4	0.5	0.2	0.6	
	mg / L	K	0.22	0.20	0.24	0.10	
		CICE	3.87	4.7	4.24	3.9	
		Fe	75	41	30	17	
		P	26	11	3	3	
		Cu	12	13	16	11	
		Zn	4.5	3.4	0.7	0.7	
		Mn	4	2	1	1	
		Relación entre cationes	S	12.81	14.16	11.44	17.21
			Bo	0.2	0.1	0.2	0.1
			Ca / Mg	6.8	7.0	17.0	4.7
Ca / MG	12.2		17.5	14.2	28.0		
Mg / K	1.8		2.5	0.8	6.0		
		Ca+Mg / K	14	20	15	34	

ANÁLISIS FISICO

		Perfil N° 5				
Horizonte		A _p	BW ₁	Bw ₂	Bw ₃	
Profundidad		0-20	20-40	40-70	70-120	
GRANULO- METRIA %	Arena	38	42	40	38	
	Arcilla	12	34	30	28	
	Limo	50	24	30	34	
	Textura	FL	FA	FA	FA	
RETENCION DE HUMEDAD %	1 / 3 atm	33.19	37.21	38.64	38.85	
	15 atm	22.97	22.66	23.92	22.04	
	Agua Aprov.	10.22	14.55	14.72	16.81	
	Dens. Ap. gr / cc	0.9	0	0.89	0.84	
	Dens. Real gr / cc	2.06	0	1.75	1.69	
	% Porosidad	56	0	49	50	
	% Ret. Fósforo	90.2	88.7			
	% Al en Oxalato	3.25	3.7			
	% Fe en Oxalato	0.85	0.94			

Clases de texturas:

F = Franco

A = Arcilla
a = Arena

L = Limo

4.3.6. Consociación Irazú, fase fuertemente escarpada

Los suelos de esta unidad de mapeo se identifican cartográficamente con el símbolo Clfe y se distribuyen en un área de 55.13 Has, que representan el 9.82 % del área total estudiada. Morfológicamente presentan un desarrollo del perfil de tipo A y B, ocasionalmente aparecen un horizonte C y un IIA.

El horizonte A se subdivide en Ap, A₁₂, A₁₃, A₁₄ tiene un espesor de 50 a 100 cm, de color negro a pardo oscuro, de textura franca a franco arenosa, la estructura es de bloques subangulares y grano suelto, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y muy friable en húmedo.

El horizonte B tiene un espesor de 20 a 70 cm, de color pardo amarillento oscuro, de textura franca, la estructura es de bloques subangulares, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado, muy friable en húmedo

El horizonte C tiene un espesor de 50 a 60 cm, el color es pardo amarillento oscuro y gris claro, la textura varía de franca arenosa a areno francesa, la estructura es de grano suelto, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

El horizonte IIA tiene un espesor de 15 a 25 cm, el color es pardo amarillento oscuro, la textura es franca, la estructura es de bloques subangulares, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y friable en húmedo.

Taxonómicamente los suelos se clasifican como Typic Hapludands, pero se encuentran inclusiones de Lithic Hapludands y Lithic Udorthents, no se presenta perfil modal representativo.

Según la capacidad de uso, estos suelos se clasifican

como VIII e₁₂ c₃₄ debido a que sus principales limitantes son la pendiente, el riesgo de erosión, la neblina y la velocidad del viento.

Estos suelos se recomiendan únicamente para bosques de protección.

4.4. Complejo Pacayas.

4.4.1. Características Generales

Estos suelos se identifican cartográficamente con el símbolo CP y se distribuyen en un área de 10.18 Has, o sea el 1.81 % del área estudiada. Los suelos encontrados en esta unidad son de origen volcánico formados de cenizas arrastradas por el viento y la lluvia de las partes más altas; el relieve varía de escarpado a fuertemente escarpado, siendo la pendiente y el riesgo de erosión las principales limitaciones que ocasionaron la separación de fases y que más adelante se describirán.

La profundidad efectiva de estos suelos es poco profunda. Las texturas son francas. La estructura es de bloques subangulares medios y finos. La consistencia varía de ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y de friables a muy friables en húmedo. La coloración varía de negro a pardo oscuro. La permeabilidad y el drenaje interno se consideran buenos a consecuencia del tipo de textura y lo bien estructurados que están estos suelos.

La fertilidad es baja, ya que la suma de bases en la mayoría de los casos es menor de 5 meq /100 gr de suelo y los porcentajes de saturación de acidez son menores al 50 %.

4.4.2. Características específicas

Estos suelos morfológicamente presentan un perfil del tipo A, C-R.

El horizonte A, tiene un espesor de 5 a 20 cm, el color varía de negro a pardo, de textura franca, la estructura es de bloques subangulares, ligeramente adherente y ligeramente plástico mojado y friable en húmedo. La fertilidad es baja, ya que la suma de bases extraíbles es menor 5 meq /100 gr de suelo y el porcentaje de saturación de acidez es menos de 50 %, también se presentan deficiencias nutricionales y existen algunos desequilibrios entre cationes divalentes y monovalentes.

Por pendiente el Complejo se dividió en 2 fases, las que se describen a continuación:

4.5. Fases Complejo Pacayas

4.5.1. Complejo Pacayas, fase escarpada y pedregosa (60-75%)

Los suelos de esta unidad de mapeo se identifican cartográficamente con el símbolo CPep y se distribuyen en un área de 1.92 Has, que representan el 0.34 % del área total estudiada. Morfológicamente presentan un desarrollo del perfil de tipo A y C-R.

El horizonte A se subdivide, tiene un espesor de 5 a 20 cm, de color negro a pardo oscuro, de textura franca, la estructura es de bloques subangulares, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y muy friable en húmedo.

Taxonómicamente los suelos se clasifican como Lithic Hapludands, pero se encuentran inclusiones de Lithic Udorthents, no se presenta perfil modal representativo.

Según la capacidad de uso, estos suelos se clasifican como VII e₁₂ s₁₃ c₃₄ debido a que sus principales limitantes son la pendiente, el riesgo de erosión, profundidad efectiva, la pedregosidad, la neblina y la velocidad del viento.

Estos suelos se recomiendan únicamente para bosques de protección y regeneración natural.

4.5.2. Complejo Pacayas, fase fuertemente escarpada y pedregosa (+75 %)

Estos suelos se identifican cartográficamente con el símbolo CPfep y se distribuyen en un área de 8.26 has, que representan el 1.47 % del total del área estudiada. Los suelos de esta fase se caracterizan por tener una secuencia de horizontes A y C.

El horizonte A tiene un espesor de 5 a 20 cm, de color negro a pardo oscuro, textura franco limosa, ligeramente adherente y ligeramente plástico en mojado y muy friable en húmedo. La fertilidad de estos suelos se puede considerar entre media y baja, ya que la suma de bases es ligeramente mayor de 5 meq / gr de suelo y el porcentaje de saturación de aluminio es menor a 50 %.

A continuación se presenta una descripción de los rangos encontrados en el perfil modal. El pH es moderadamente ácido (5.1). La materia orgánica es baja 4.1 %.

El contenido de aluminio intercambiable es normal, 0.35 meq / 100 gr de suelo. El porcentaje de saturación de aluminio es bajo (5.4 %). La capacidad de intercambio catiónico es baja, con un valor de 16.54 meq / 100 gr de suelo.

La suma de cationes intercambiables es de 6.09 meq /

100 gr de suelo, el porcentaje de saturación de bases es medio (36.8 %).

De los cationes de intercambio el calcio y el magnesio son bajos de 3 y 1 meq / 100 gr de suelo respectivamente. De los cationes, el potasio es el único con valores por encima del nivel crítico (0.66 meq / 100 gr de suelo).

El fósforo, el zinc, el manganeso, el boro y el azufre están por debajo del nivel crítico para estos elementos. Las relaciones catiónicas están desequilibradas, a excepción de la relación Ca/Mg, que está equilibrada.

Entre las propiedades físicas cabe destacar:

La textura es franco limosa. El porcentaje de agua disponible calculado por la diferencia entre las tensiones de agua extraída a 1/3 de Atm y 15 Atm es de 10.96 %, cifra considerada como de baja a media.

Taxonómicamente se clasifican como Lithic Udorthents, el perfil modal 4 es representativo de estos suelos, también se presentan Lithic Hapludands.

Según la capacidad de uso, estos suelos son clase VIII $e_{12} s_{13} c_{34}$, debido a que sus principales limitantes son la pendiente y el riesgo de erosión, profundidad efectiva, pedregosidad, neblina y velocidad del viento.

Estos suelos se recomiendan para protección de áreas forestales, para conservación de la flora y la fauna y para belleza escénica.

PERFIL 4

1. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SITIO DE LA MUESTRA

Nombre del suelo	:	Complejo Pacayas
Clasificación	:	Lithic Udorthents
Fecha de observación	:	26-02-2004
Ubicación	:	9.92819-83.83126 Hoja Istarú
Altitud	:	2200 msnm
Forma del terreno	:	a. Posición fisiográfica: cañón b. Forma de terreno : fuertemente escarpado
Pendiente:		> 100%
Uso de la tierra:		montaña

2. INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DEL SUELO

Material matriz	:	Ceniza volcánica
Nivel freático	:	No se alcanzó
Drenaje	:	Bueno
Pedregosidad y/o rocosidad	:	No
Erosión	:	Severo
Sales y/o álcalis	:	No

3. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL

A_p 0-20 cm

Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, franco limoso, subangulares medios y finos y granular débiles, ligeramente adherente, ligeramente plástico en mojado, muy friable en húmedo, poros abundantes medios y finos, raíces escasas finas, límite plano abrupto, pH 5.1.

ANÁLISIS QUÍMICO

PERFIL N° 4			
Horizonte		A _p	
Profundidad		0-20	
pH	H ₂ O	5.1	
Capacidad de intercambio de cationes (cmol(+)/L)	M.O. %	4.1	
	N %	0.14	
	C/N	17.0	
	% Sat. Acidez	5.4	
	Ca	3.9	
	Mg	1.3	
	K	0.89	
	Acidez Intec.	0.35	
	Suma	6.09	
	F E R T. A C T U A L	Cmol(+)/L	% Sat. Bases
CIC			16.54
Ca			3.0
Mg			1.0
mg/ L		K	0.66
		CICE	5.01
		Fe	74
		P	3
		Cu	14
		Zn	1.3
	Mn	4	
Relación entre cationes	S	10.94	
	B	0.3	
	Ca / Mg	3.0	
	Ca / K	4.5	
	Mg / K	1.5	
	Ca+Mg / K	6.1	

ANÁLISIS FÍSICO

PERFIL N° 4		
Horizonte		A _p
Profundidad		0-20
GRANULO- METRIA %	Arena	36
	Arcilla	14
	Limo	50
	Textura	FL
RETENCION DE HUMEDAD %	1 / 3 atm	32.85
	15 atm	21.89
	Agua Aprov.	10.96
	Dens. Ap. gr / cc	
	Dens. Real gr / cc	
	% Porosidad	
	% Ret. fósforo	
	% Al en Oxalato	
	% Fe en Oxalato	

Clases de texturas: F = Franco
L = Limo

A = Arcilla
a = Arena

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en la información edafoclimática y de agricultores de la zona, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1. Conclusiones

1. En el área estudiada se encontraron 2 unidades de mapeo, las cuales se dividieron en fases, por pendiente, las cuales se presentan de forma resumida en el cuadro 2 y en el mapa de suelos y de capacidad de uso.
2. Los suelos encontrados varían de superficiales a muy profundos, de texturas livianas a moderadamente pesadas, bien estructuradas, muy permeables, de color negro, pardo oscuro, pardo amarillento oscuro, gris claro, de fertilidad baja. Ligeramente adherentes y ligeramente plásticos en mojado y friables en húmedo.
3. Los problemas de fertilidad están asociados con las deficiencias de calcio, magnesio, fósforo, boro, zinc, manganeso y azufre, ocasionalmente. Además presentan desequilibrio en las relaciones catiónicas (véase cuadros de perfiles).
4. En el área estudiada casi no existen suelos que no presenten limitaciones por riesgo erosión, debido a las fuertes pendientes y a las altas precipitaciones facilitan la escorrentía superficial; esta conlleva al deterioro acelerado de los suelos, constituyéndose la erosión en uno de los problemas más graves para la producción agropecuaria y la sedimentación de embalses y taponamiento de carreteras.

Cuadro 3. Distribución de unidades de mapeo

UNIDAD DE MAPEO	UNIDAD TAXONOMICA	FASE	SIMBOL.	CAPACIDAD DE USO	AREA	
					HA	%
		Ligeramente Ondulado	Cilo	Ile12s4c34	5.03	0.9
Consociación Irazú	Typic Hapludands	Moderadamente ondulada	Clmo	IIIe12s4c34	32.35	5.76
		Ondulada	Clo	IVe12s4c34	171.80	30.60
		Fuertemente ondulada	Clfo	VIe12s4c34	211.16	37.61
		Escarpada	Cle	VIIe12c34	75.85	13.51
		Fuertemente escarpada	Cife	VIIIe12c34	55.13	9.82
Complejo Pacayas	Lithic Udorthens	Escarpada	CPep	VIIe12s13c34	1.92	0.34
	Lithic Hapludands	Fuertemente Escarpada	CPfep	VIIIe12s13c34	8.26	1.47
TOTAL					561.48	100.0

- Porcentualmente los suelos de vocación agrícola intensiva (clases II, III, IV) representan 182.59 has o sea el 32.5 %, 211.16 has o sea el 37.61 % son de vocación de cultivos perennes (clase VI) y 167.73 o sea el 29.87% de las tierras deben dedicarse a áreas de protección con bosque, debido a que las limitaciones inherentes (especialmente las pendientes, riesgo de erosión, pedregosidad, altas precipitaciones en ciertas épocas del año) son prácticamente incorregibles.

5.2. Recomendaciones

Con base en las conclusiones anteriores, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- Ya que las principales limitantes son la pendiente, la erosión y las texturas livianas, se recomienda orientar todos los esfuerzos a mejorar y conservar los suelos, explotándolos de acuerdo a la capacidad de uso de la tierra.
- Considerando edáficas las condiciones adversas, se

- Fertilización
- Rotación de cultivos
- Incorporación de materia orgánica
- Cobertura muerta
- Barreras vivas y muertas
- Encalado cuando se amerite

SUELOS DE CLASE IV

- Canal de guardia
- Acequias de ladera
- Terrazas de banco
- Gavetas a lo largo de la pendiente
- Cultivos en contorno
- Barreras muertas
- Barreras vivas
- Incorporación de materia orgánica
- Fertilización

SUELOS DE CLASE VI

- Canal de desviación
- Acequias de ladera
- Terrazas de huerto
- Terrazas individuales
- Barreras vivas y muertas
- Incorporación de materia orgánica
- Control de cárcavas

SUELOS DE CLASE VII Y VIII

No se recomiendan prácticas específicas de conservación de suelos, pero sí, que se exploten únicamente con bosques de protección y se dejen para regeneración natural de especies forestales nativas, para efecto agro y eco turísticos.

6. BIBLIOGRAFÍA

Acón y Asociados.1989. Mapa de Suelos de Costa Rica. Escala 1:200.000. San José, Costa Rica.

Bel Ingeniería S.A.1987. Informe final preliminar. Estudios de diseño de proyecto Piloto, San José, Costa Rica, 28 p.

Blakemore L.C., Searle P. L., Daly B. K. 1987. Method for chemical analysis of soils. New Zealand. Soil Bureau Scientific. Report 80. p. 45 46.

Bolaños, M.R., Watson, C.V.1993. Mapa ecológico de Costa Rica, según sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de Costa Rica. Holdridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

Botero, P.J. y otros.1975. Metodología para Levantamientos Edafológicos, Especificaciones y Manual de Procedimientos CIAF. Bogotá, Colombia.

FAO. 1977. Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos, Roma.

Gómez V. O.1988. Estudio de Planificación de fincas con fines agro conservacionistas de Tierra Blanca, sin publicar.

Gómez V. O. 2002. Estudio Semidetallado de Suelos de Finca Convenio, enAlvarado de Pacayas, Provincia de Cartago.

Guzmán L. P. 1999. Estudio Semidetallado de Suelos en los distritos de Pacayas y Santa Rosa. Provincia de Cartago.

Madrigal, R., Rojas Ch., E. 1980. Mapa Geomorfológico de Costa Rica. Escala 1:200.000. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria.

MAG-MIRENEM. 1995. Metodología para la determinación de la Capacidad de Uso de las Tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica (2nda. Edición).

Mejía C. L. 1986. Guías para la Clasificación de Suelos (Polipedones en la Taxonomía, USDA), CIAG, Bogotá, Colombia.

MIRENEM. 1995. Instituto Meteorológico Nacional. Catastro de las series de precipitaciones medias en Costa Rica, San José.

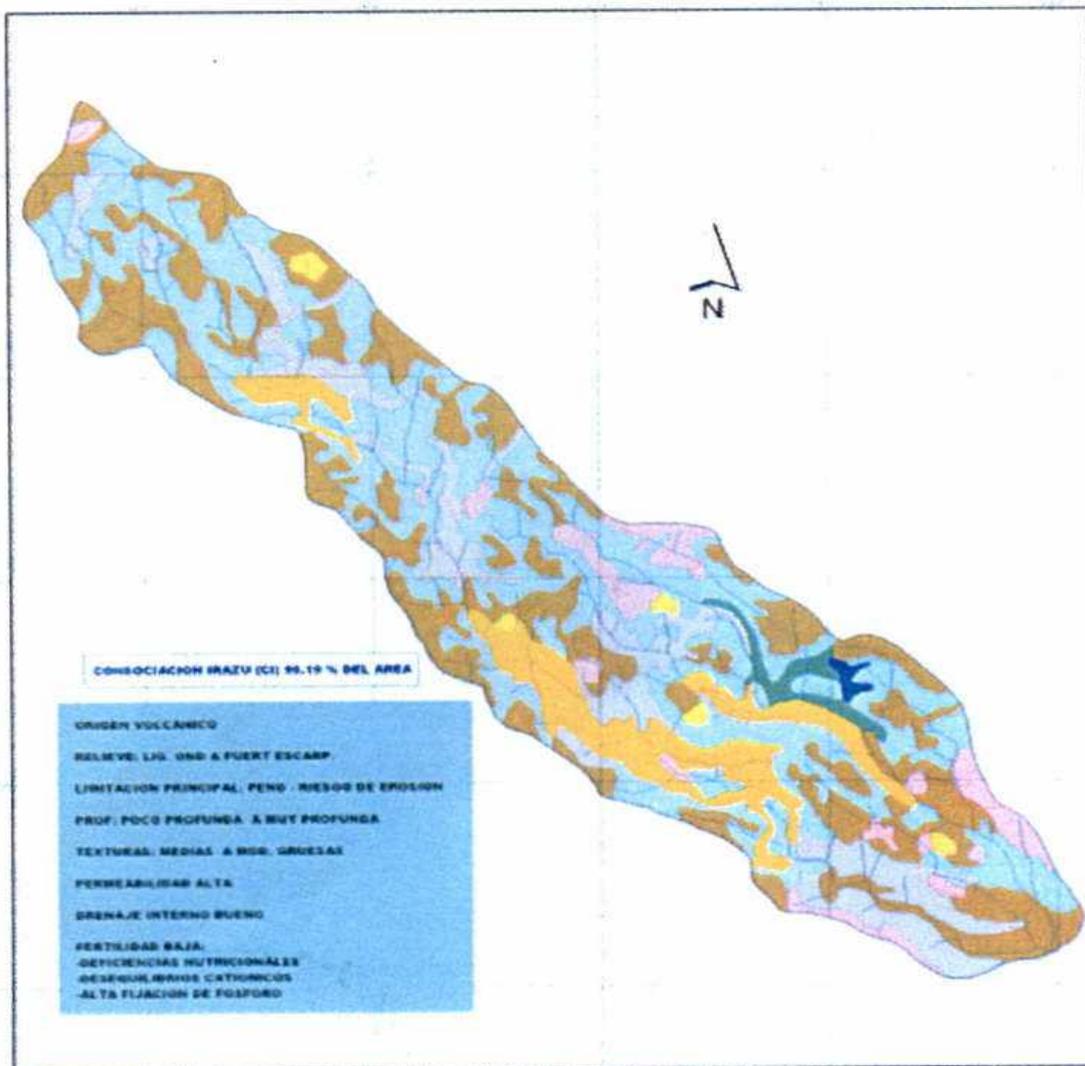
Munsell Color Company. 1988 Edition. Munsell Charts Baltimore 18 Maryland 21218.

Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy Agricultural Handbook No. 436. Soil Conservation Service, U.S.A., Washington D.C.

USDA. Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. United States Department of Agriculture and Natural Resources. Soil Conservation Service. Second Edition. 869 p

Vázquez M. A., Coward H. Schineizerv. 1980. Metodología para análisis de suelos, plantas y aguas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Unidad de Suelos. San José, Costa Rica.

PROYECTO PLANTON PACAYAS
ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS



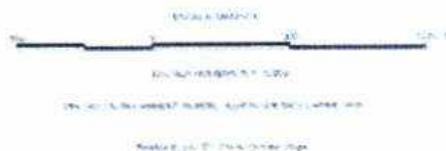
ESTADISTICAS

Clase	Ha	%
U1	79.57	0.46
U2	10.17	0.06
U3	243.25	1.42
U4	7.24	0.04
U5	24.37	0.14
U6	53.57	0.31
U7	1.33	0.01
U8	4.22	0.02
TOTAL	364.72	2.06

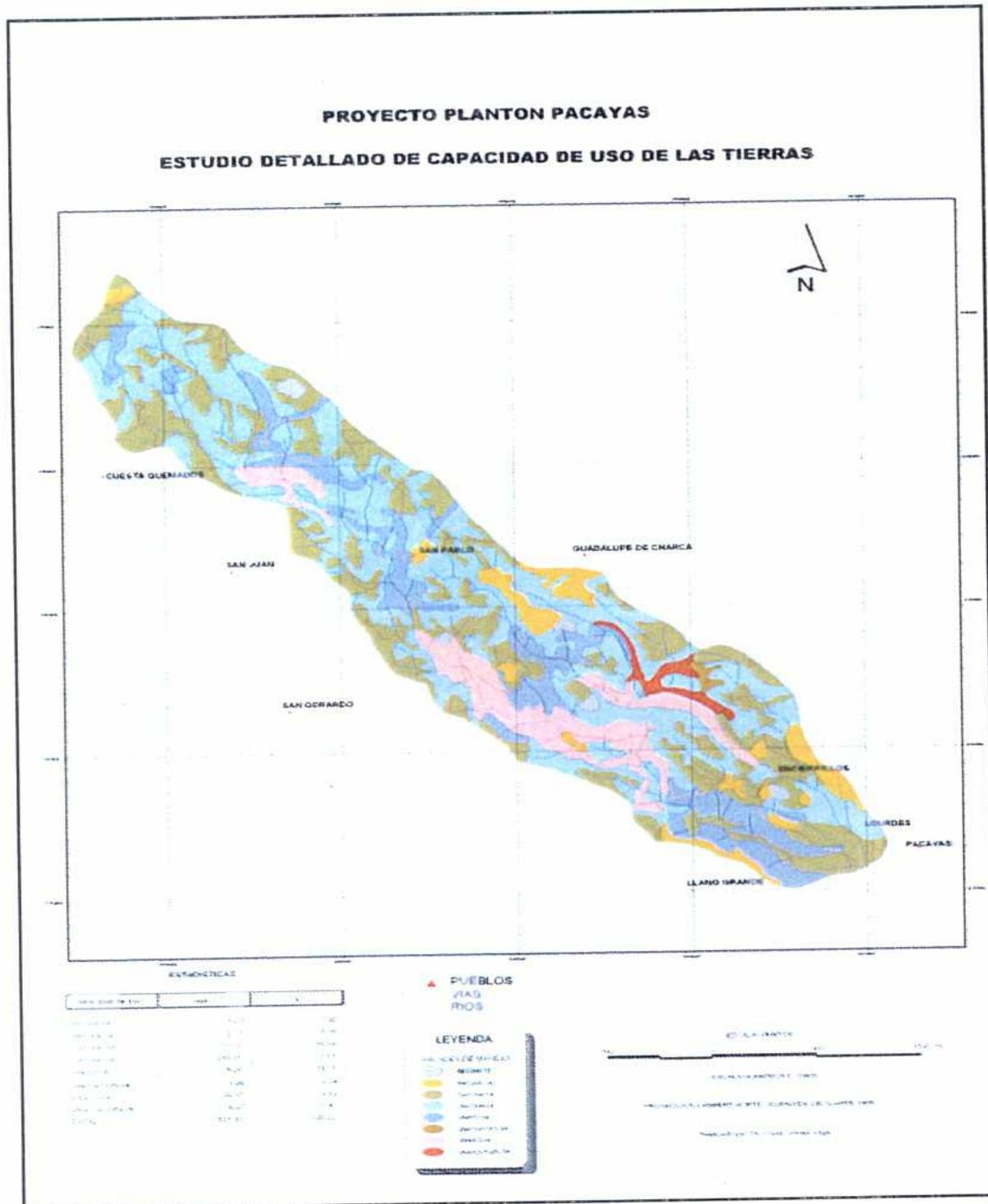
LEYENDA

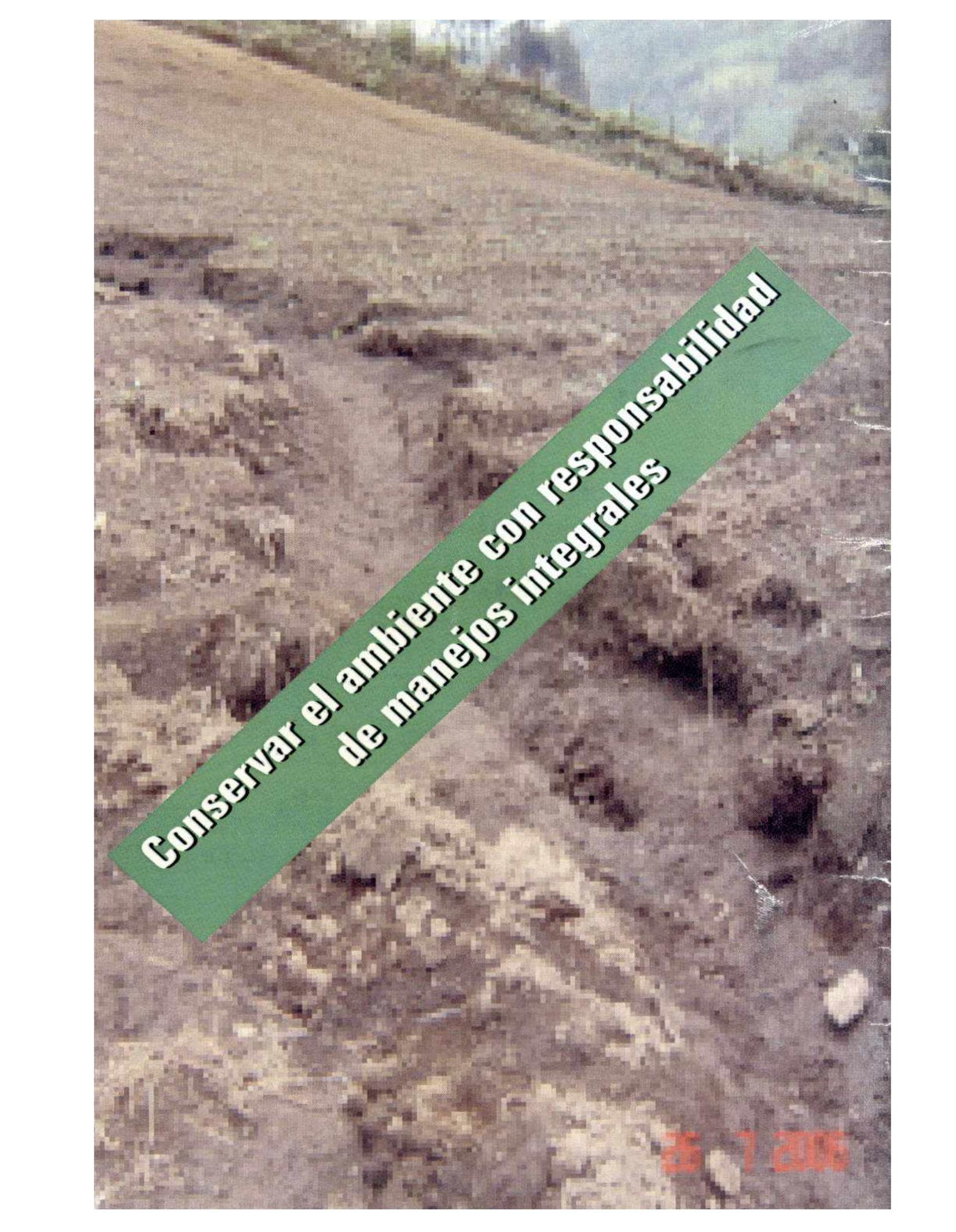
SUELOS

- U1
- U2
- U3
- U4
- U5
- U6
- U7
- U8



ANEXO No. 2



An aerial photograph of a dry, brown landscape, possibly a field or a dry riverbed, with a green diagonal banner overlaid. The banner contains the text "Conservar el ambiente con responsabilidad de manejos integrales".

**Conservar el ambiente con responsabilidad
de manejos integrales**

26 7 2006