

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES

CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA EN DOS  
CUENCAS DE COSTA RICA

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
DEL PROGRAMA CONJUNTO UCR — CATIE PARA OPTAR AL GRADO DE

Magister Scientiae

JOSE IMAÑA ENCINAS

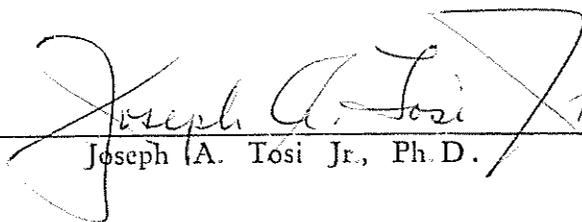
Turrialba, Costa Rica

1977

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR — CATIE, como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

JURADO :



---

Joseph A. Tosi Jr., Ph.D.

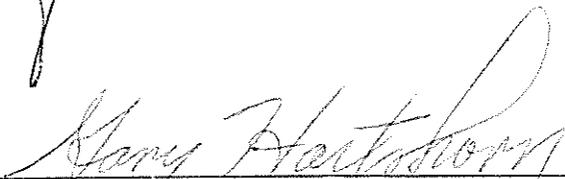
Consejero



---

Gerardo Budowski, Ph.D.

Comité



---

Gary Hartshorn, Ph. D.

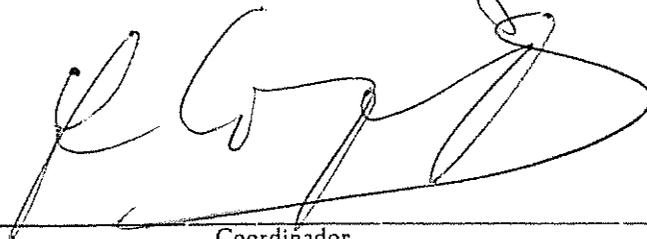
Comité



---

Frank Zadroga, Mag. For.

Comité



---

Coordinador

Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica.

DEDICATORIA

A mis Padres

A mi Esposa

A mis Hermanos

A mi Hijo

A.:L.:G.:D.:G.:A.:U.:

S.:F.:U.:

## AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar sus sinceros agradecimientos:

Al Dr. Joseph A. Tosi Jr., Consejero Principal, por haberle brindado desinteresadamente su constante orientación, estímulo y ayuda durante la realización del presente trabajo.

A los miembros del Comité: Dr. Gerardo Budowski, por su valiosa cooperación, comentarios y atinadas sugerencias en la redacción del presente documento; Dr. Gary Hartshorn e Ing. Frank Zadroga por la colaboración recibida.

Al Programa Conjunto UCR-CATIE, Gobierno de la República Federal de Alemania, Zona Andina del IICA que le dieron oportunidad de realizar estudios de posgrado, y al personal técnico y administrativo del CATIE que le brindaron colaboración en una u otra forma durante su estadía en Turrialba.

A los Ingenieros Alfredo Alvarado, Luis Poveda que le brindaron muy gentilmente ayuda en la interpretación de algunas observaciones de campo.

A la Lic. Maria José Galrao por la revisión de las referencias bibliográficas; asimismo hace extensivo su agradecimiento al Ing. Humberto Jimenez Saa.

## BIOGRAFIA

José Imaña Encinas nació en La Paz - Bolivia el 28 de mayo de 1944.

Realizó estudios primarios y secundarios en el Colegio Alemán Mariscal Braun de la ciudad de La Paz, Bolivia, cursó estudios preuniversitarios en la Universidad Julius Maximilian de Würzburg, Alemania desde octubre 1964 a octubre 1965.

Ingresó en octubre 1965 a la Universidad Georg August de Göttingen, Alemania, facultad de ciencias forestales, donde obtuvo el grado académico de DIPLOM FORSTWIRT (Ingeniero Forestal) en octubre de 1970. Además, realizó estudios de adies tramiento en Silvicultura en la Eidgenossische Technische Hochschule (Escuela Politécnica) en Zürich, Suiza y en la Universidad Leopold Ludwig de Munich, Alemania.

Trabajó en el Servicio Forestal de Bolivia desde marzo 1971 a marzo de 1973. Fue profesor titular de Silvicultura y Manejo de Cuencas Hidrográficas, desde abril 1973 a julio 1974, en la Universidad Boliviana Juan Misael Saracho. En agosto de 1974 fue designado Subdirector General del Centro de Desarrollo Forestal de Bolivia, cumpliendo estas funciones hasta febrero de 1975.

En marzo de 1975 ingresó como estudiante graduado al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en Turrialba, Costa Rica. Defendió con éxito su examen de grado el 21 de febrero de 1977.

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
1.1    Justificación.....	1
1.2    Objetivos.....	5
1.3    Conceptos básicos.....	5
1.3.1    Sistema de zonas de vida.....	6
1.3.2    Capacidad de uso mayor de la tierra	6
1.3.3    Uso potencial de la tierra.....	8
2. REVISION DE LITERATURA.....	9
2.1    Importancia de la clasificación del	
uso de la tierra.....	9
2.2    Sistemas de clasificación del uso	
de la tierra.....	12
2.3    Clasificación de uso de la tierra	
en Costa Rica.....	18
2.4    Clasificación de la capacidad de	
uso mayor de la tierra.....	24
3. MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1    Descripción general de las áreas de	
estudio.....	28
3.1.1    Selección de las áreas de estudio..	28
3.1.2    Localización.....	28
3.1.3    División terriotrial administrativa	28
3.1.4    Infraestructura.....	30
3.1.5    Población.....	33
3.1.6    Tenencia de la tierra.....	33
3.1.7    Geología.....	34
3.1.7.1    Cuenca hidrográfica del río Tabar-	
cia.....	34
3.1.7.1.1    Formación Térraba.....	36
3.1.7.1.2    Formación Aguacate.....	36
3.1.7.1.3    Aluvión.....	38
3.1.7.1.4    Fallas.....	38
3.1.7.2    Cuenca hidrográfica del río Chiz...	38
3.1.7.2.1    Formación Lava Vieja.....	40
3.1.7.2.2    Formaciones Aglomerado y Aluvión...	40
3.1.8    Ecología.....	41
3.1.8.1    Bosque húmedo tropical transición a	
premontano.....	41
3.1.8.2    Bosque muy húmedo premontano.....	43
3.1.8.3    Bosque muy húmedo montano bajo.....	45
3.1.8.4    Bosque pluvial premontano.....	47
3.1.8.5    Bosque pluvial montano bajo.....	47
3.1.8.6    Identificación de las especies ve-	
getales.....	49

3.2	Materiales empleados.....	49
3.2.1	Instrumentos.....	49
3.3	Métodos.....	49
3.3.1	Mapa base.....	51
3.3.2	Estudio agrológico.....	56
3.3.2.1	Análisis de gabinete.....	56
3.3.2.2	Muestreo edafológico.....	57
3.3.2.3	Tabulación de la información.....	58
3.4	Sistema de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra....	59
3.4.1	Categorías de la capacidad de uso mayor de la tierra.....	59
3.4.1.1	Cultivo en limpio.....	59
3.4.1.2	Cultivo permanente.....	60
3.4.1.3	Pastos.....	60
3.4.1.4	Bosques de producción.....	60
3.4.1.5	Protección.....	61
3.4.2	Parámetros de determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra	62
3.4.2.1	Factores climáticos.....	62
3.4.2.2	Factores topográficos.....	63
3.4.2.2.1	Pendiente.....	63
3.4.2.2.2	Microrelieve.....	64
3.4.2.3	Factores edáficos.....	65
3.4.2.3.1	Profundidad mínima.....	65
3.4.2.3.2	Textura.....	66
3.4.2.3.3	Pedregosidad y rocosidad.....	66
3.4.2.3.4	Drenaje interno total.....	67
3.4.2.3.5	Fertilidad inherente.....	70
3.4.2.3.6	Grado de erosión sufrida.....	73
3.4.2.3.7	Peligro de anegamiento o inundación fluvial.....	75
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	77
4.1	Análisis topográfico.....	77
4.1.1	Pendiente.....	77
4.1.2	Microrelieve.....	80
4.2	Análisis edáfico.....	80
4.2.1	Análisis de laboratorio.....	80
4.2.2	Clasificación de suelos.....	84
4.2.3	Profundidad mínima.....	91
4.2.4	Textura.....	91
4.2.5	Pedregosidad y rocosidad.....	94
4.2.6	Drenaje interno y peligro de anegamiento.....	94
4.2.7	Fertilidad inherente.....	94
4.2.8	Grado de erosión sufrida.....	95
4.3	Manejo tecnológico.....	98
4.4	Capacidad de uso mayor de la tierra	98
4.5	Uso actual de la tierra	109
4.6	Relación uso actual - capacidad de uso mayor de la tierra	113

	Página
5. CONCLUSIONES.....	118
6. RECOMENDACIONES.....	120
7. RESUMEN.....	123
7a Summary.....	125
8. LITERATURA CITADA.....	127
ANEXOS	132

## LISTA DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Datos meteorológicos registrados en estaciones meteorológicas en el área de influencia de las cuencas hidrográficas en estudio.....	46
2	Zonas de vida comprendidas en las áreas de estudio.....	48
3	Clases de pendiente por su gradiente...	64
4	Clases de microrelieve.....	65
5	Clases de pedregosidad o rocosidad.....	68
6	Clases de drenaje interno.....	69
7	Escala de puntaje para cálculo del valor potencial.....	71
8	Puntaje del valor potencial.....	72
9	Grados de erosión sufrida.....	74
10	Clases de peligro de anegamiento o inundación fluvial	76
11	Resultado del análisis químico de los suelos, cuenca hidrográfica río Tabarcia.....	81
12	Resultado del análisis químico de los suelos, cuenca hidrográfica río Chiz...	82
13	Clasificación taxonómica de suelos.....	90
14	Resultado del análisis físico de suelos, cuenca hidrográfica río Tabarcia.....	92
15	Resultado del análisis físico de suelos, cuenca hidrográfica río Chiz.....	93
16	Cálculo del valor potencial de la fertilidad inherente, cuenca hidrográfica río Tabarcia.....	96

Cuadro 17.	Cálculo del valor potencial de la fertilidad inherente, cuenca hidrográfica río Chiz.....	97
18	Características de los cuelos de acuerdo a la clave de clasificación pedológica, cuenca hidrográfica río Tabarcia	99
19	Características de los suelos de acuerdo a la clave de clasificación pedológica, cuenca hidrográfica río Chiz.....	100
20	Rango de las clases de los factores determinantes por agrupación de suelos...	102
21	Categorías de la capacidad de uso mayor de la tierra.....	103
22	Determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra, cuenca hidrográfica río Tabarcia.....	104
23	Determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra, cuenca hidrográfica río Chiz.....	105
24	Relación uso actual - capacidad de uso mayor de la tierra.....	116

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo por L. R. Holdridge.....	7
2. Mapa general de Costa Rica.....	29
3. Corte transversal SO-NE y perfil geológico cuenca hidrográfica río Tabarcia...	37
4. Corte transversal NO-SE y perfil geológico cuenca hidrográfica río Chiz.....	37
5. Hoja topográfica cuenca hidrográfica río Tabarcia.....	52
6. Hoja topográfica cuenca hidrográfica río Chiz.....	53

## LISTA DE MAPAS

	Página
Mapa N°1. División territorial e infraestructura cuena hidrográfica río Tabarcia.....	31
2. División territorial e infraestructura cuena hidrográfica río Chiz.....	32
3. Mapa geológico cuena hidrográfica río Tabarcia.....	38
4. Mapa geológico cuena hidrográfica río Chiz.....	39
5. Mapa ecológico cuena hidrográfica río Tabarcia.....	42
6. Mapa ecológico cuena hidrográfica río Chiz.....	44
7. Mapa base cuena hidrográfica río Tabar cía.....	54
8. Mapa base cuena hidrográfica río Chiz.	55
9. Mapa de pendiente cuena hidrográfica río Tabarcia.....	78
10. Mapa de pendiente cuena hidrográfica río Chiz.....	79
11. Mapa de suelos cuena hidrográfica río Tabarcia.....	85
12. Mapa de suelos cuena hidrográfica río Chiz.....	86
13. Capacidad de uso mayor de la tierra, cuena hidrográfica río Tabarcia.....	106
14. Capacidad de uso mayor de la tierra, cuena hidrográfica río Chiz.....	107
15. Uso actual de la tierra cuena hidro- gráfica río Tabarcia.....	111
16. Uso actual de la tierra cuena hidro- gráfica río Chiz.....	112

Mapa N°17.	Mapa de relación capacidad de uso mayor - uso actual de la tierra cuenca hidrográfica río Tabarcia.....	114
18.	Mapa de relación capacidad de uso mayor - uso actual de la tierra cuenca hidrográfica río Chiz.....	115

## LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Valores promedio anual de precipitación en milímetros.....	133
2. Valores promedio anual de temperatura en grados centígrados.....	133
3. Vegetación natural de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia.....	134
4. Vegetación natural de la cuenca hidrográfica del río Chiz.....	138
5. Localización puntos del muestreo de suelos cuenca hidrográfica río Tabarcia	142
6. Localización puntos del muestreo de suelos cuenca hidrográfica río Chiz....	143

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Justificación

En los países en desarrollo, especialmente en América Latina, los esfuerzos se encaminan a planificar aquellos recursos que se necesitan expresamente para satisfacer las necesidades básicas de la población en materia de alimentos, vivienda, sanidad y enseñanza. Estas necesidades se deben definir para cada región independiente y realísticamente para evitar los efectos indeseables que resultan de copiar un modelo de desarrollo de los países industrializados.

Se debe reconocer que en muchas áreas del trópico americano el desconocimiento del medio ambiente es común, tal vez porque algunos países cuentan con grandes extensiones de terreno que aún no están poblados y éstos son considerados empíricamente poseedores de gran potencialidad para su desarrollo agrícola. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, la población latinoamericana está cobrando conciencia paulata de los recursos naturales y la producción de alimentos, fibra y maderas se condicionan mutuamente y se mantienen en un delicado equilibrio ecológico.

Para 1976 la población humana en América Latina fue de aproximadamente 300 millones. Para muchos observadores esta cifra parece ser reducida si se considera la superficie total. En tanto que toda la tierra no es de alta calidad, la presión de la población sobre los recursos tierra,

agua y bosques ya es considerable y esto ha conducido en gran parte a la migración hacia los grandes centros urbanos, así como hacia zonas selváticas hechas accesibles por nuevas carreteras. Actualmente, la presión demográfica rural es notable en algunas regiones en especial en las alturas de algunos países andinos y en países pequeños como El Salvador, Haití, Jamaica y algunas islas menores del Caribe.

América del Sur con una población de casi 200 millones de habitantes ocupa aproximadamente un sexto de su superficie total en cultivos y pastos. Extender estas áreas para dar paso a una población rural mayor podría significar la destrucción de los bosques en aquellos países que aún disponen de grandes extensiones selváticas. Para otros como El Salvador, Cuba y en general, todas las islas del Caribe, se busca aumentar la productividad de las tierras, incluso las que no reúnen condiciones agrológicas para una producción sostenida.

Como regla general las áreas rurales en América Latina han sido dedicadas a la producción agropecuaria bajo sistemas que raras veces pueden calificarse de planificados. Tal es el caso, por ejemplo de la ganadería extensiva en las vertientes del Pacífico y de la caña de azúcar, en las del Atlántico, en Costa Rica. Estudios de diferente índole han demostrado que los usos de la tierra en muchas de estas áreas, cuyo conocimiento fue y aún es imperfecto, no pueden considerarse estables.

Al asignar tierras en sus diversos aprovechamientos se debe considerar cautelosamente los reconocimientos ecológicos, topográficos, edafológicos y socioeconómicos con la finalidad de lograr que cada parcela de tierra se destine al aprovechamiento para el que mejor se presta en un futuro previsible y sin menguar su productividad. De tal modo la planificación del uso de la tierra debe estar cimentado en fundamentos científicos en la que la aplicación de los principios y las relaciones ecológicas den soluciones racionales y eficientes al problema hombre-uso de la tierra en espacio y tiempo.

Una de las principales finalidades en la planificación del uso de la tierra es la óptima distribución y manejo de los recursos suelo - agua - vegetación, a fin de proveer el mayor impulso al desarrollo permanente o sostenible de una área determinada, a corto y a largo plazo. Para que esta planificación sea realística se requiere de la clasificación de la capacidad de uso de la tierra, de tal modo que se asegure el rendimiento continuo de la productividad de la tierra. Al proteger valores físicos, como el abastecimiento de agua de calidad, la conservación de los suelos y de la vegetación natural en áreas críticas, se contribuirá eficientemente a las necesidades del bienestar humano.

La planificación de la producción agrícola, pecuaria y forestal, debe constituir entonces un requerimiento básico de los programas de desarrollo de cualquier país. Para

obtener resultados satisfactorios, será imprescindible un planeamiento cuidadoso, previa la zonificación del área y la disponibilidad del mejor uso de la tierra para los fines que se persigue.

El planeamiento regional para plantaciones forestales, por ejemplo, consiste en formar rodales con una finalidad específica. En este sentido serán necesarias grandes inversiones de dinero para ejecutar un programa de repoblación forestal en escala regional y más aún en escala nacional. Para que estas plantaciones puedan alcanzar los fines previstos de manera eficaz y el dinero invertido pueda tener los mejores resultados, será necesario realizar una selección de las áreas a ser reforestadas en base a la vocación de uso mayor de la tierra\*.

Asimismo, para efectuar un manejo racional de las cuencas hidrográficas, se requiere la ordenación cuidadosa de las tierras por su capacidad de uso si se pretende mantener un caudal permanente de agua de alta calidad. En forma similar para los programas de asentamientos humanos y los programas de reforma agraria, será imperiosa la necesidad de determinar previamente la capacidad de uso de la tierra en las áreas a ser afectadas.

---

\*La definición de este término se encontrará en el párrafo 1.3.2

## 1.2 Objetivos

Los objetivos del presente trabajo son:

1. Presentar una metodología de selección de áreas en base al sistema de clasificación de las tierras según <sup>Tosi</sup> la capacidad de uso mayor o utilización óptima permisible.
2. Determinar la capacidad de uso mayor de la tierra en las cuencas hidrográficas del río Tabarcia y río Chiz en Costa Rica, de acuerdo a la cuantificación de las características ecológicas del trópico americano y características físicas de la tierra.
3. Desarrollar mapas de uso actual y capacidad de uso mayor de la tierra en las cuencas hidrográficas escogidas.
4. Comparar los mapas anteriormente indicados con la premisa de que la sobreposición indicará el uso indicado, el sobreuso y/o el subuso de la tierra.

## 1.3 Conceptos básicos

Para cumplir con los objetivos propuestos, se siguió la metodología de clasificación de la tierra según la capacidad de uso mayor o utilización óptima permisible desarrollada por Tosi (45).

La clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra se basa en el sistema de clasificación bio-climática ó de Zonas de Vida del Mundo de Holdridge (14).

### 1.3.1 Sistema de Zonas de Vida

El Sistema de Zonas de Vida combina en forma integral los factores bio-climáticos: temperatura, precipitación y evapotranspiración (14) como se muestra en la figura 1. Estos factores se expresan en términos cuantitativos directamente relacionados con las comunidades de organismos vivos, dominados por la vegetación y con los factores fisiográficos y edáficos. Los factores bio-temperatura, precipitación y humedad ambiental al actuar en forma integral, se consideran como factores independientes y primordiales, mientras que los factores bióticos, manifestados conjuntamente con la fisonomía y las formas biológicas de las comunidades, se toman como esencialmente dependientes, subordinados a la acción del clima sobre el ecosistema en cualquier parte del mundo. En consecuencia, el Sistema de Zonas de Vida mantiene un criterio que permite además una comparación a nivel mundial de los factores mencionados.

La clasificación de Zonas de Vida provee los criterios para la identificación y descripción de las unidades de primer orden en el sistema total, las áreas eco-geográficas. En consecuencia la capacidad de uso mayor de la tierra es en primer término una función del clima.

### 1.3.2 Capacidad de uso mayor de la tierra

Tierra se entiende para los fines de este estudio, al suelo y su medio ambiente climático. La capacidad de uso mayor de la tierra se refiere sólo a la capacidad física

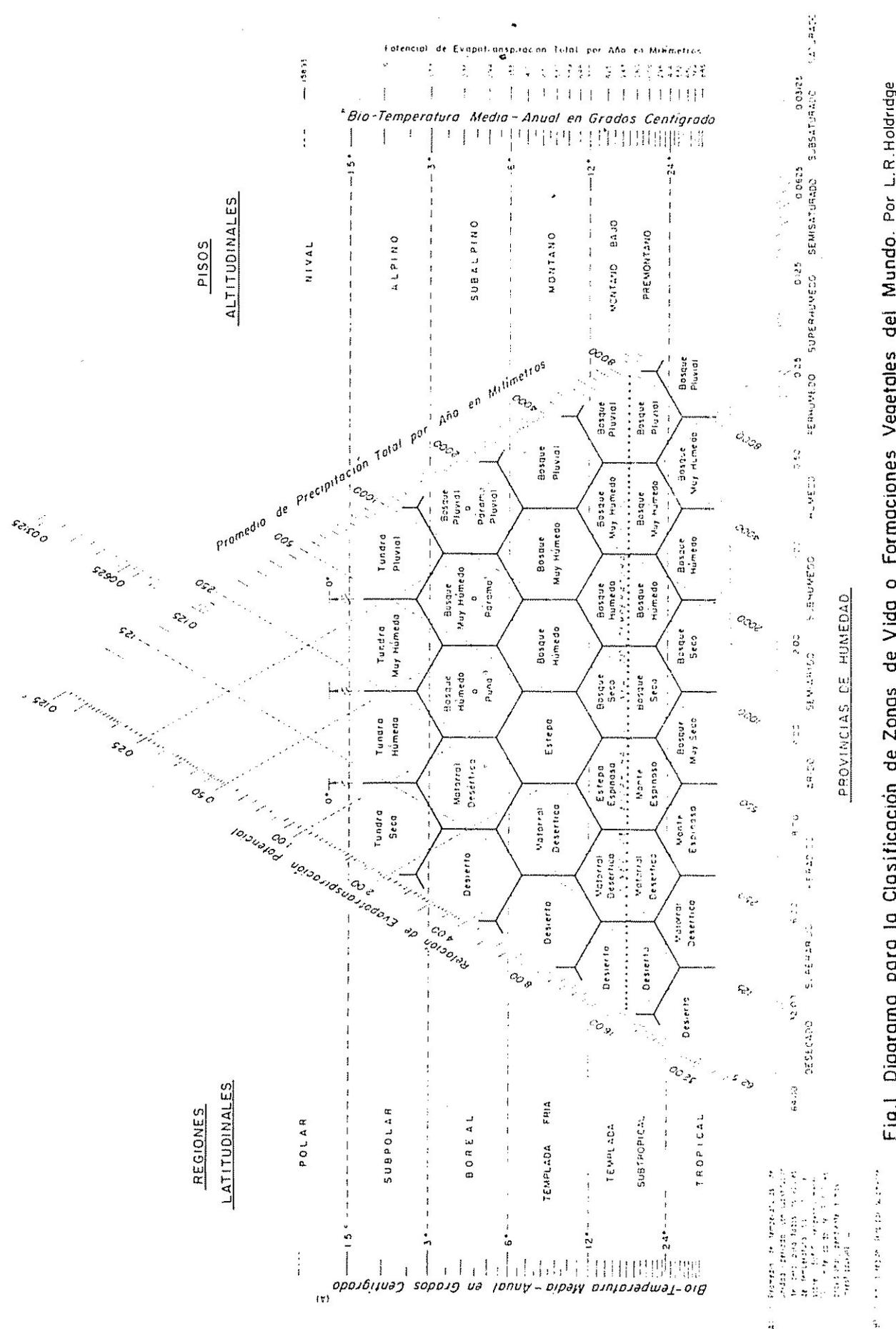


Fig.1 Diagrama para la Clasificación de Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo. Por L.R.Holdridge

de una unidad de tierra, que en condiciones naturales definidas y uniformes, determine la utilización óptima permisible para el aprovechamiento de la tierra (45).

### 1.3.3 Uso potencial de la tierra

El uso potencial de la tierra requiere la adición de factores de carácter económico, social y cultural para determinar de entre todos los usos mayores permisibles sobre determinada área de tierra, aquel o aquellos usos específicos que darían el mayor rendimiento temporal en términos de los requisitos o deseos de la sociedad (5).

## 2. REVISION DE LITERATURA

La presente selección de literatura se basó fundamentalmente en la bibliografía propia para América Latina.

### 2.1 Importancia de la clasificación de uso de la tierra

Tosi (41) señaló la falta de estudios necesarios para el desarrollo de la mayoría de los países latinoamericanos. A su vez manifestó que el estudio de los recursos naturales y la planificación racional del uso de la tierra deben tener una alta prioridad debido a que la tierra constituye el principal recurso de un país y posiblemente la única esperanza real para un futuro desarrollo económico. Asimismo manifestó que para fomentar el desarrollo integral de un país en vías de desarrollo, es fundamental dar a la producción rural una base de uso de la tierra más intensivo y técnicamente más avanzado. Este objetivo se lograría por medio de la estructuración científica de las técnicas de producción agropecuarias y forestales así como de la planificación de uso y manejo racional de todas las tierras.

Budowski (2), Hunter (17) y Tosi (41) señalaron que muchos planes de desarrollo que se realizan en los trópicos americanos, son de naturaleza empírica o se basan en condiciones que se han estudiado mejor en Europa o Norte América. Indicaron que muchos proyectos de desarrollo basados

en el uso de la tierra, fueron realizados sin estudios ecológicos suficientes y han dado como resultado, fracasos muy costosos. Aunque hubo proyectos de desarrollo del uso de la tierra que fueron exitosos, algunos de éstos podrían haber sido óptimos o mejores, si hubiesen sido ejecutados en otra escala o hubiesen sido reemplazados por algún otro proyecto alternativo más adecuado a los objetivos buscados.

Poore (32) compiló normas para el uso racional de la tierra del trópico húmedo americano, resultantes de las deliberaciones de una conferencia internacional, las que representan premisas para decidir la mejor forma de conseguir el mejor aprovechamiento de la tierra. Muchas de estas normas constituyen principios para el tratamiento adecuado de los bosques tropicales y en general el uso apropiado de la tierra. Se enfocan los principios que rigen el adecuado estudio de la aptitud de la tierra, las prácticas agropecuarias compatibles con la conservación de los suelos, la protección de cuencas de captación de aguas, las previsiones que deben tomarse al introducir especies exóticas, o en el uso adecuado de productos químicos, el impacto ecológico resultante de la construcción de carreteras, represas y otras estructuras artificiales, y la necesidad de planificar cuidadosamente los asentamientos humanos. Todas estas premisas justifican por sí solas la imperiosa necesidad de la planificación científica del uso de la tierra.

Budowski (3) analizó desde el punto de vista de la conservación las causas del mal uso de los recursos naturales y presentó criterios que justifican la conservación y manejo de áreas naturales, a través de parques nacionales y otras áreas protegidas, calificando estos como alternativas válidas para el desarrollo en la planificación del uso de la tierra. Definió áreas naturales como aquellos que aún están en su forma prístina sin uso agrícola o ganadero y que actualmente se consideran a menudo sin valor o interés económico o social. A pesar de la dificultad de otorgarles un valor material a las áreas naturales, no hay duda que su ordenación racional podría contribuir grandemente al desarrollo educativo, científico, recreativo y desde luego económico de una región o un país. La conservación y manejo de ecosistemas naturales excepcionales en regiones tropicales, ofrecería a una población cada día mayor los instrumentos in dispensables para el desarrollo de actividades esenciales pa ra hacer frente a las demandas de esparcimiento, investigación científica y actividades educativas. Destacó asimismo el valor de las áreas naturales para fines de protección. La conservación de ecosistemas naturales contribuye implícitamente en mantener y promover la diversidad de las numerosas formas de vida así como los paisajes naturales. El man tenimiento de opciones abiertas contribuye asimismo al objetivo de lograr máxima calidad de vida en forma sostenida. Por los casos planteados y los ejemplos mostrados se deduce

que la conservación de la naturaleza, cuando es bien practicada y planificada a largo plazo, puede servir de poderoso instrumento para el desarrollo de un país.

## 2.2 Sistemas de clasificación de uso de la tierra

En 1952 la Northwestern University (23) elaboró un modelo para el reconocimiento del uso actual de la tierra basado en métodos geográficos. Este diseño fue utilizado en Puerto Rico, con el propósito de proveer a la isla con la mayor información detallada posible para su planificación económica rural. El modelo estableció dos grupos de parámetros de observación: 1) los factores físicos y bioticos y 2) los factores culturales e institucionales. El resultado del estudio realizado en Puerto Rico determinó el uso actual de la tierra, la aptitud de la tierra, los tipos de cultivos, los rendimientos, la distribución de la población, los modelos de colonización y las operaciones rurales comerciales e industriales.

Posteriormente West (49) en 1954 presentó una ilustración de un método sencillo y rápido para organizar la información acerca de factores físicos y económicos de una área. El objetivo consistió en delimitar unidades de utilización de la tierra como base para un inventario de recursos de la tierra y hacer recomendaciones acerca de programas de extensión y desarrollo. Al delinear las unidades de utilización de la tierra, identificó previamente el uso actual de la tierra y su aprovechamiento. La capacidad de uso

de la tierra fue especificada por medio de sus características físicas, las condiciones económicas y el tipo de tenencia que existieron en ese momento. Consideró además solamente aquellas mejoras que los mismos agricultores ya sea directamente o por intermedio de sus agentes de extensión, fueron capaces de llevar adelante. Para determinar la utilización general de la tierra, consideró factores físicos, biológicos, económicos,<sup>6</sup> institucionales y culturales. En su área de estudio, en Rondanillo, Colombia, delimitó las regiones agrícolas en base a los parámetros establecidos. Estas a su vez fueron identificadas de acuerdo con el uso actual y su capacidad de uso en: 1) cultivos permanentes; 2) cultivos anuales; 3) cultivos anuales y pasto; 4) cultivos permanentes y pasto; 5) pasto y cosechas de subsistencia; 6) pastos cultivados y 7) pastos naturales. Asimismo las clases económicas de tierra, que se refirieron a la capacidad para pagar los gastos de operación de una unidad agrícola y de suministrar un nivel de vida aceptable para la familia rural en relación con su nivel de cultura, fueron clasificadas en cinco. La combinación de los parámetros observados fueron expresados por la fórmula siguiente, la que permitió identificar las regiones agrícolas en los mapas presentados

$$\text{Región agrícola} = \frac{\text{Uso actual}}{\text{clase de tierra}} : \frac{\text{Capacidad de uso}}{\text{clase de tierra}}$$

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en su estudio realizado en los Llanos Orientales de Colombia (24) durante los primeros años de la década de 1960, desarrolló una clasificación para determinar la aptitud de uso de la tierra. El sistema referido se basó en la determinación de una clasificación de las asociaciones de suelos. Se estudiaron básicamente las propiedades permanentes de los suelos que constituyen cada asociación (relieve, drenaje, textura, fertilidad, etc). Se efectuaron observaciones de campo sobre el desarrollo actual de la agricultura y la ganadería. Las características de los suelos se compararon entre sí, la relación expuesta permitió determinar seis clases de aptitud de la tierra. Se clasificó en la primera clase las asociaciones que tuvieron el menor número de propiedades adversas. Las demás clases se establecieron según el número de factores adversos que, a medida que se baja en la clasificación, se agravan, o que tienen una influencia acumulativa en combinación con otros. De esta forma se determinaron las limitaciones físicas o químicas de los suelos. La clasificación consideró los sistemas agropecuarios de trabajo tradicionales y definió la aptitud de las tierras en las siguientes clases: 1) tierras aptas para cultivos; 2) tierras aptas para cultivos y ganadería de pastos cultivados; 3) tierras aptas para pastoreo en sabanas naturales, en combinación con potreros mejorados y agricultura de subsistencia; 4) tierras aptas para ganadería

en sabanas naturales en combinación con explotación forestal; 5) tierras no aptas para cultivos ni ganadería recomendadas para reforestación o mantenimiento de la vegetación natural; 6) reservas forestales. Esta clasificación de tierras fue elaborada con el objeto de definir la aptitud de las unidades de tierra y clasificar las posibilidades de intensificar los sistemas de agricultura que son practicadas en la región de estudio.

Plath (30) en 1965 presentó una metodología de clasificación del uso potencial de la tierra. Consideró como parámetros el reconocimiento de suelos y algunos factores climáticos. Utilizó además como indicadores hipotéticos de productividad potencial, los rendimientos físicos unitarios de producción que se pueden esperar, si se aplicara un nivel intermedio de tecnología, tales como el uso de fertilizantes, implementos agrícolas, semillas mejoradas, insecticidas y prácticas modernas de cultivos. Al considerar la productividad física de la tierra, determinó cuatro grandes áreas: área I) de rendimientos altos con uso intensivo en cultivos anuales o perennes; área II) de rendimientos moderados con uso extensivo en cultivos anuales o perennes; área III) de uso forestal distinguiendo bosques de coníferas, bosques latifoliados tropicales y bosques de manglares; y área IV) de rendimientos bajos con uso muy extensivo.

El Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU. presentó en 1965 una clasificación de la capacidad de uso de

la tierra (19). En la metodología propuesta los factores más importantes que se toman en consideración al hacer un reconocimiento de conservación de la aptitud de la tierra son: el suelo, la inclinación y la erosión. Esta clasificación se fundamenta en la interpretación de los efectos combinados del clima y de los caracteres permanentes de los suelos, en cuanto a las limitaciones en su uso, capacidad de producción, riesgos de dañar el suelo y requerimientos de manejo. Su propósito está fundamentalmente basado en la interpretación del medio físico natural, agrupa porciones de terreno para producir plantas cultivadas (cultivos, pastos y bosques) evitando al mínimo el deterioro del suelo por largos períodos de tiempo. Relacionando las unidades de mapeo y la capacidad de uso del suelo, esta clasificación, consideró 8 clases de aptitud de la tierra: I) suelos productivos y adecuados para un cultivo intensivo con muy pocas o sin limitaciones; II) suelos buenos que requieren prácticas cuidadosas de manejo para mejorar la relación aire-agua del suelo; III) suelos moderadamente buenos que tienen severas limitaciones que reducen el número de cultivos o que requieren prácticas agrícolas de conservación; IV) suelos medianamente buenos con severas limitaciones, cultivadas usualmente para pastoreo y producción de forraje de corte; V) suelos recomendados para pastoreo; VI) suelos medianamente pobres para pastos, adecuados sólo para pastoreo extensivo; VII) suelos apropiados para la explotación

forestal y VIII) suelos inadecuados aún para aprovechamiento forestal, aptos para protección de los recursos naturales. El aumento en una mayor intensidad de uso de la tierra conlleva una disminución en los factores limitantes y riesgos de producción.

Comerma y Arias (6) analizaron y criticaron el sistema de clasificación de tierras elaborado por el Servicio de Conservación de los EE.UU. Propusieron modificaciones aplicables especialmente a las condiciones de Venezuela. Desarrollaron una clasificación en base a una semicuantificación de los principales factores físicos que intervienen en fijar las capacidades de uso de la tierra en cada zona de vida. Los factores físicos: pendiente, microrelieve, erosión, textura, pedregosidad, profundidad, presencia de sales, fertilidad, permeabilidad, drenaje e inundación, fueron encuadrados en las capacidades de uso para cada zona de vida o subregión bioclimática, determinando las posibilidades de producción agropecuaria o forestal dentro de cada una de las ocho clases de aptitud de la tierra.

Aunque el resumen de literatura siguiente en sí, no trata de un sistema de clasificación de la tierra, resulta imprescindible considerar en este tipo de trabajo aspectos socio-culturales. Strauss (40) en 1969, desarrolló un estudio teórico sobre una metodología de evaluación de los recursos naturales. Demostró como el desarrollo de estos recursos, fundamentalmente la tierra, puede contribuir al desarrollo económico de una área, proporcionando ocupación a la fuerza de trabajo que no puede ser absorbida

productivamente por los sectores urbanos de la economía. Co rrelacionó los recursos tierra, mano de obra y capital utilizados en actividades agropecuarias y forestales. De esta forma presentó un análisis para determinar la potencialidad relativa del uso de la tierra. Determinó que el sobreuso, subuso o utilización correcta de la intensidad de uso de tie rras aptas para cultivos, tierras para pastoreo y tierras forestales, está dado por el aspecto de la ocupación potencial de la mano de obra y de la generación del capital. La aplicación de esta metodología permitiría en un sitio dado determinar la utilización máxima de los recursos tierra y mano de obra con un mínimo de capital en las actividades agropecuarias.

### 2.3 Clasificación de uso de la tierra en Costa Rica

Los estudios realizados por León (20) Peterson y West (29) constituyen los primeros trabajos sobre clasifica ción de uso de la tierra que se han desarrollado en Costa Rica.

León (20) presentó en 1948 una descripción del uso de la tierra de Costa Rica desde el punto de vista agrícola-geográfico. Dividió al país en regiones agrícolas caracterizadas cada una de ellas por un cultivo o producción predo minante, considerando a éste el de mayor beneficio para la población rural. Delimitó la región de la Meseta Central ca racterizada por el cultivo del café, el valle del río Reven tazón por sus plantaciones de banano, café y caña de azúcar,

la cuenca alta del río Grande por sus patrones de producción en pasturas, café, piña, yuca, caña de azúcar, y asimismo diferenció regiones agrícolas para la producción de alimentos básicos en la vertiente del Pacífico, la región agrícola de las tierras bajas del Atlántico, y regiones agrícolas para el cultivo de caña de azúcar, banano, cacao, abacá, goma, cinchona, pasturas y tierras no aptas para la agricultura. Delimitó la superficie de la producción agropecuaria en 34.12% del territorio nacional, correspondiendo 65.88% a la región no apta para la agricultura.

Peterson y West (29) presentaron un estudio de regionalización agrícola de Costa Rica, relacionando las características físicas de la tierra con los patrones de uso actual de la misma y el bienestar de la población rural. Efectuaron un análisis exhaustivo del área de estudio expresada en manzanas que una familia puede operar. Al asociar en una área predeterminada las características físicas regionales de la tierra con los cambios en el tipo de uso de la tierra y en la densidad de la población rural; determinaron el efecto y la causa del uso de la tierra. El análisis lo realizaron por síntesis cartográfica de la información básica recopilada. El uso de la tierra se clasificó en: 1) tierras cultivadas, 2) pastos y 3) otras tierras. Por tierras cultivadas definieron a cultivos anuales, cultivos permanentes y otras cosechas (tierras ociosas, cosechas perdidas y tierras en proceso de preparación para cultivos). Por pastos

se consideraron tierras dedicadas a la producción ganadera, mientras que para otras tierras consideraron a bosques, charrales\*, pantanos, caminos, ríos y edificaciones. El estudio en sí fue elaborado en base del censo agropecuario realizado en 1950 por la Dirección de Estadística y Censos. Se hizo relevante la relación del número de manzanas reportadas en fincas de cada segmento censal con la población rural. Esta relación de manzanas por persona y la densidad de la población, manifestaron una tendencia a agruparse en asociaciones homogéneas, lo que permitió delimitar catorce regiones agrícolas, predominando en cada una de éstas un tipo especial de cultivo. La metodología expuesta requiere una información básica muy detallada y difícilmente disponible. Los criterios de clasificación de la tierra se fundamentaron exclusivamente en la actividad agropecuaria que en ese momento era practicada, lo que permitió indicar el uso actual de la tierra correspondiente al año 1953.

Hunter (15) analizó el esquema de clasificación ecológica de Holdridge y a su vez determinó que el sistema de zonas de vida ofrece una base excelente para el planeamiento del uso de la tierra. El autor analizó la temperatura, la precipitación, la topografía, la latitud, los suelos y factores limitantes para cada zona de vida de la región tropical. Presentó recomendaciones sobre el mejor tipo

---

\* Vocablo costarricense que corresponde a rastrojo o monte secundario poco alto.

de vegetación que se desarrollaría en cada área estudiada y en base a este criterio determinó consecuentemente el uso a apropiado de la tierra.

Plath y van der Sluis (31) en 1968, en base a la metodología propuesta por Plath (30), presentaron la regionalización del uso potencial de la tierra de Costa Rica. La regionalización mencionada consistió en la identificación de áreas de desarrollo agropecuario delimitadas por condiciones semejantes en cuanto a suelos, topografía, infraestructura, recursos humanos y cultivos principales en el uso actual de la tierra. Delimitaron áreas, muy generalizadas donde no fue posible presentar la variación natural de la vegetación ni la ocurrencia del cambio de los factores limitantes dentro de las áreas mapeadas.

La metodología de clasificación del uso potencial de la tierra propuesta por Plath fue perfeccionándose por medio de varios trabajos de tesis realizadas en la Escuela para Graduados del IICA - Turrialba en los años 1966-1970 y otros estudios realizados tanto en el área centroamericana como particularmente en regiones de Costa Rica. Al profundizarse más en el grado de detalle, se han incluido en la metodología original además de los parámetros suelos, topografía y clima, consideraciones sobre los aspectos socioeconómicos, tales como: tenencia de la tierra, tamaño y sistemas de explotación de las unidades agrícolas, facilidades de crédito, comercialización e infraestructura. Esta información

pretendió reunir los elementos de juicio necesarios para decidir sobre la localización de cultivos y actividades específicas como la intensificación de la producción. Con todas las variantes propuestas e introducidas a la metodología básica fue posible obtener mapas de zonas de desarrollo que constituyeron guías para el planeamiento agropecuario de la tierra de las áreas estudiadas.

Montoya (22) en 1969, presentó un esquema metodológico para la zonificación ecológica de un cultivo específico. Este esquema metodológico, basado en la metodología de Plath, incluyó un análisis agroclimático detallado y el estudio de variables físico-edáficas, para elaborar mapas factoriales. Una expresión cargográfica final sintetizó todas las variables empleadas, logrando delimitar en el espacio geográfico las áreas con potencial ecológico para el cultivo en consideración. Este estudio catalogado dentro del campo de la zonificación ecológica de cultivos, permitió definir áreas aptas para ciertos cultivos, cuyos requerimientos edafo-climáticos deben ser conocidos previamente.

En 1970 Momsen (21) consideró los criterios anteriormente anotados y efectuando un análisis de los recursos naturales, humanos y económicos existentes en el área de Turrialba, presentó un estudio de evaluación del potencial de estos recursos. La clasificación de la tierra presentada en este estudio proporcionó bases físicas y socioeconómicas para el desarrollo de los proyectos del programa de diversificación agrícola para el área de Turrialba. En este estudio

se introdujeron nuevos criterios en la metodología básica de Plath como el drenaje interno, la pedregosidad superficial y la intensidad de uso actual de la tierra. La determinación de las áreas efectuada por medio de aproximaciones, permitió la selección de los cultivos más apropiados.

Sandner y Nuhn (35) desarrollaron un análisis regional geográfico en el norte de Costa Rica. Delimitaron 10 unidades para la planificación del desarrollo del potencial agrícola en base al análisis del uso actual de la tierra, mercadeo de productos, industrias, aspectos demográficos y socio-económicos. Esta clasificación de unidades de desarrollo fue el resultado consecuente de estudios específicos realizados sobre geología, clima, hidrología, suelos, vegetación y sobre aspectos antropogeográficos como la colonización espontánea, infraestructura vial y lacustre y situación socio-cultural de la población. La delimitación de las áreas fue la consecuencia de la superposición de los mapas realizados. Por las variables que se tomaron en consideración las unidades resultantes obedecieron propiamente al análisis de los factores socio-económicos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en un estudio que se realiza en Costa Rica (26), diseñó un diagnóstico del uso actual de la tierra en el área comprendida de la cuenca hidrográfica del río Uruca. En base a los criterios de pendiente y profundidad del suelo agrícola, se elaboró el mapa del uso más

adecuado de la tierra. Considerando los parámetros indicados, este sistema de clasificación parece ser uno de los más acertados y simples para determinar en los trópicos el uso racional de la tierra.

#### 2.4 Clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra

En 1967, Tosi (43) presentó un estudio de la capacidad de uso mayor de la tierra correspondiente a la parte noreste de la provincia de Guanacaste, Costa Rica. La determinación de la capacidad de uso de la tierra la desarrolló fundamentalmente sobre el sistema de zonas de vida de Holdridge, relacionando a su vez con estudios de fisiografía y suelos. Delimitó 81 unidades de tierra en el área estudiada, las mismas que fueron clasificadas en relación a su máxima y sostenible capacidad de uso mayor de la tierra. Las unidades de tierra establecidas formaron clases que poseen características ecológicas y de potencial de uso y productividad de la tierra muy similares. Cada unidad de tierra constituyó una división ecológica del paisaje natural. Dentro de éstas, los límites fueron encuadrados en una combinación única de bioclimas, fisiografía y suelos. En la presentación de las áreas de uso potencial máximo sostenible de la tierra, consideró esencialmente criterios económicos y consideraciones estrictamente técnicas. Las categorías de uso mayor de la tierra las dividió en: 1) cultivo en limpio; 2) cultivo de plantas perennes o pastos y 3) bosques y vida silvestre manejados.

El Centro Científico Tropical (5) en 1968 en su estudio desarrollado en la zona norte de las provincias de Alajuela y Heredia, presentó una metodología nueva y original para la clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra, con la finalidad de concentrar en la zona de estudio, proyectos específicos de desarrollo previa a una selección juiciosa de áreas. Este estudio se basó en la clasificación y levantamiento, a nivel semidetallado, de los factores medio ambientales naturales - bioclima, topografía y suelos. La clasificación de zonas de vida proporcionó los criterios para la identificación y descripción de las unidades de primer orden en el sistema total. Las unidades intermedias entre la zona de vida y la asociación individual se las determinaron como complejos de asociaciones o unidades -de- tierra. Una vez establecidas las unidades -de- tierra, presentó una relación entre los principales factores fisiográficos divididos en tres grandes categorías. Estas fueron: 1) clases de formas terrestres mayores, 2) clases de formas terrestres menores y 3) órdenes de suelos. En el área estudiada se reconocieron cinco clases de formas terrestres mayores de acuerdo al porcentaje del perfil-gradiente, cuatro clases de formas terrestres menores expresadas como configuración de superficie y cinco grandes órdenes de suelos. Finalmente el bioclima constituyó el cuarto juego de factores medio-ambientales que consideraron en la determinación de las unidades -de- tierra. Encontraron 120 diferentes

combinaciones de dichos factores en el área estudiada. Estas unidades -de- tierra fueron clasificadas luego por consenso de un grupo de expertos en ciencias agronómicas y forestales en cinco categorías de uso de tierra mayor. Estas categorías fueron: 1) cultivos anuales; 2) cultivos perennes; 3) pastoreo de ganado; 4) bosques de producción y 5) bosques de protección y tierras no aprovechables.

Posteriormente Tosi (45) en 1972, presentó una metodología de clasificación para determinar la capacidad de uso mayor de la tierra en Colombia. Esta clasificación fue diseñada específicamente para las condiciones ecológicas y socio-culturales del trópico americano. Está estructurada conforme a los parámetros físicos de las unidades de primer y segundo orden en la clasificación bioclimática de Holdridge. La clasificación reconoce cinco categorías de uso mayor de la tierra: 1) cultivo en limpio; 2) cultivo permanente; 3) pastoreo; 4) bosques de producción y 5) protección absoluta bajo vegetación natural, en orden descendiente de exclusión de usos más intensivos. La cuantificación de diez factores ecológicos (pendiente, microrelieve, profundidad del suelo, textura, pedregosidad, drenaje, fertilidad, erosión, salinidad y peligro de anegamiento) como de cuatro categorías de sistemas de manejo tecnológico (mecanizada, artesanal, tradicional y primitiva) determinan dentro de cada zona de vida, límites físicos máximos permitidos los que establecen la categoría correspondiente. La metodología propuesta pretende mostrar el uso ecológicamente más racional de la tierra

en beneficio del máximo número de habitantes del área comprendida, de manera continuada.

En 1975 se promulgó en el Perú (28) el Decreto Supremo sobre Reglamento de Clasificación de Tierras. El reglamento mencionado fue formulado en su integridad sobre el sistema de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra desarrollada por Tosi.

Actualmente se lleva a cabo en Colombia (45) un proyecto de clasificación de capacidad de uso mayor bajo la dirección de Tosi, con un modelo de clasificación más refinado y ampliado del que fue presentado en el Perú.

Pérez (27) en su estudio ecológico que realizó para el proyecto hidroeléctrico de San Carlos, Colombia, consideró además de los aspectos generales de la obra civil, características del medio ambiente. Estas características las analizó por medio del sistema ecológico de Holdridge en sus tres categorías o niveles de integración: 1) las zonas de vida, 2) las asociaciones y 3) la etapa de sucesión. Para la determinación del uso potencial de la tierra rural utilizó el sistema propuesto por Tosi, anteriormente descrito. Para cada categoría de uso mayor de la tierra y de sistema de manejo agrotecnológico, dentro de cada zona de vida, determinó los límites máximos permitidos de los 10 factores topográficos y edáficos propuestos. De esta manera la capacidad de uso mayor de la tierra determinada, no agotaría su capacidad productiva, ni se afectaría al régimen hidrológico ni se causarían perjuicios de orden socio-económico.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción general de las áreas de estudio

##### 3.1.1 Selección de las áreas de estudio

Considerando la ecología y el estado actual del uso de la tierra en las cuencas hidrográficas de Costa Rica, se escogieron intencionalmente las siguientes áreas de estudio:

- i. la cuenca hidrográfica del río Tabarcia, y
- ii. la cuenca hidrográfica del río Chiz.

##### 3.1.2 Localización

La cuenca del río Tabarcia pertenece a la Vertiente del Pacífico caracterizada por una estación seca y prolongada. Está ubicada en el paralelo norte  $9^{\circ}51'$  y  $84^{\circ}14'$  oeste de Greenwich, abarcando una superficie total de  $73 \text{ km}^2$

La cuenca del río Chiz corresponde a la Vertiente Atlántica caracterizada por no presentar estaciones marcadas. Está localizada a  $9^{\circ}54'$  norte del Ecuador y  $83^{\circ}44'$  oeste de Greenwich (ver figura 2), sobre una área total de  $25 \text{ km}^2$ .

##### 3.1.3 División territorial administrativa

En la división territorial administrativa de Costa Rica, el área del río Tabarcia está localizada en los cantones Puriscal, Mora y Acosta de la provincia de San José (ver mapa N°1).

La del río Chiz pertenece al distrito primero Juan Viñas del cantón Jiménez y distrito primero Turrialba del

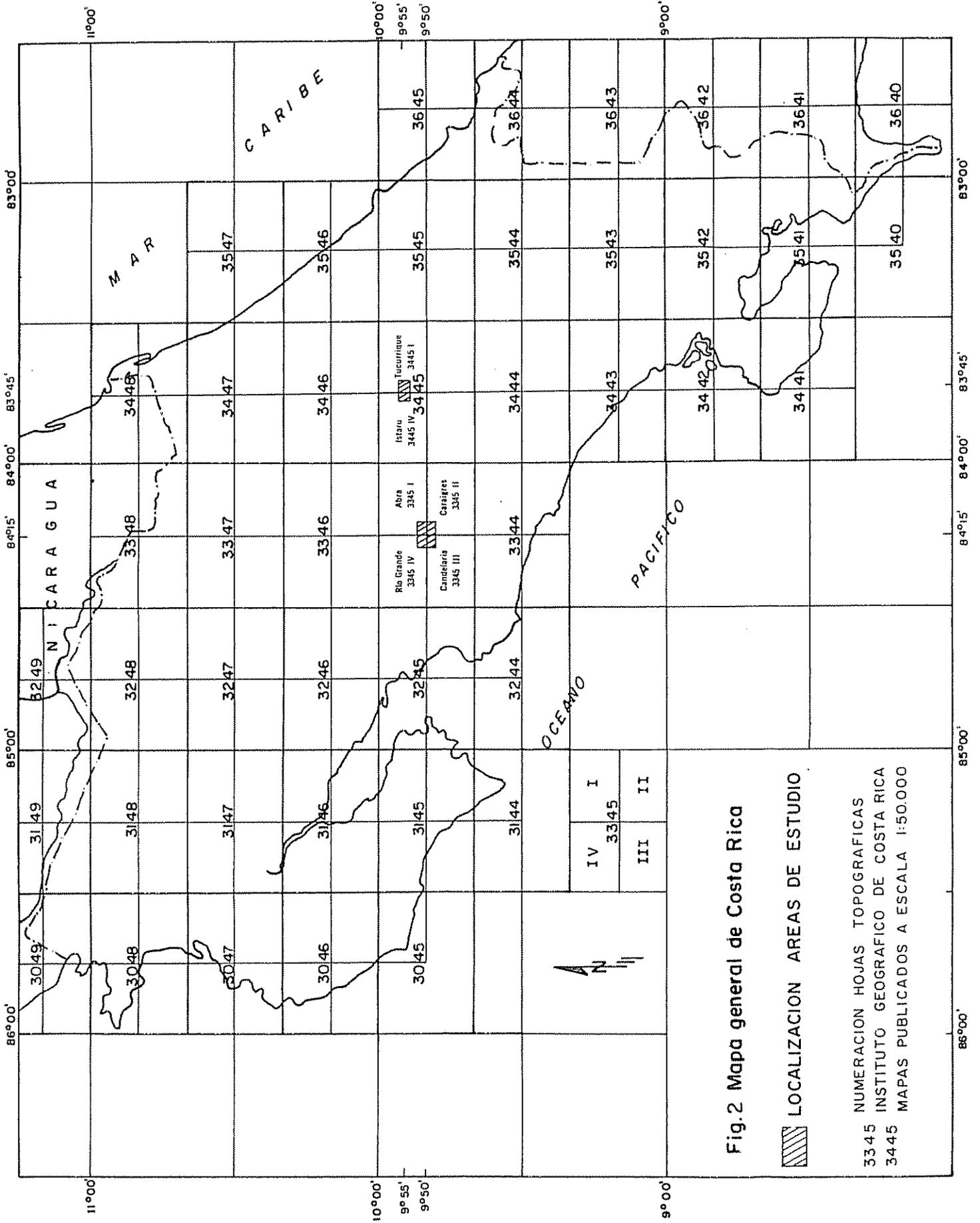


Fig.2 Mapa general de Costa Rica

 LOCALIZACION AREAS DE ESTUDIO  
 3345 I  
 3345 II  
 3345 III  
 3345 IV

NUMERACION HOJAS TOPOGRAFICAS  
 INSTITUTO GEOGRAFICO DE COSTA RICA  
 MAPAS PUBLICADOS A ESCALA 1:50.000

cantón del mismo nombre, ambos de la provincia de Cartago (ver mapa N°2).

#### 3.1.4 Infraestructura

Dentro de la cuenca del río Tabarcia se encuentran los siguientes centros urbanos: Tabarcia, Palmichal, Corralar, Cañas, Los Angeles, Piedras Blancas, Salto, Morado, Punta de Lanza, Bajo Morado y Quitirrisi (ver mapa N°2).

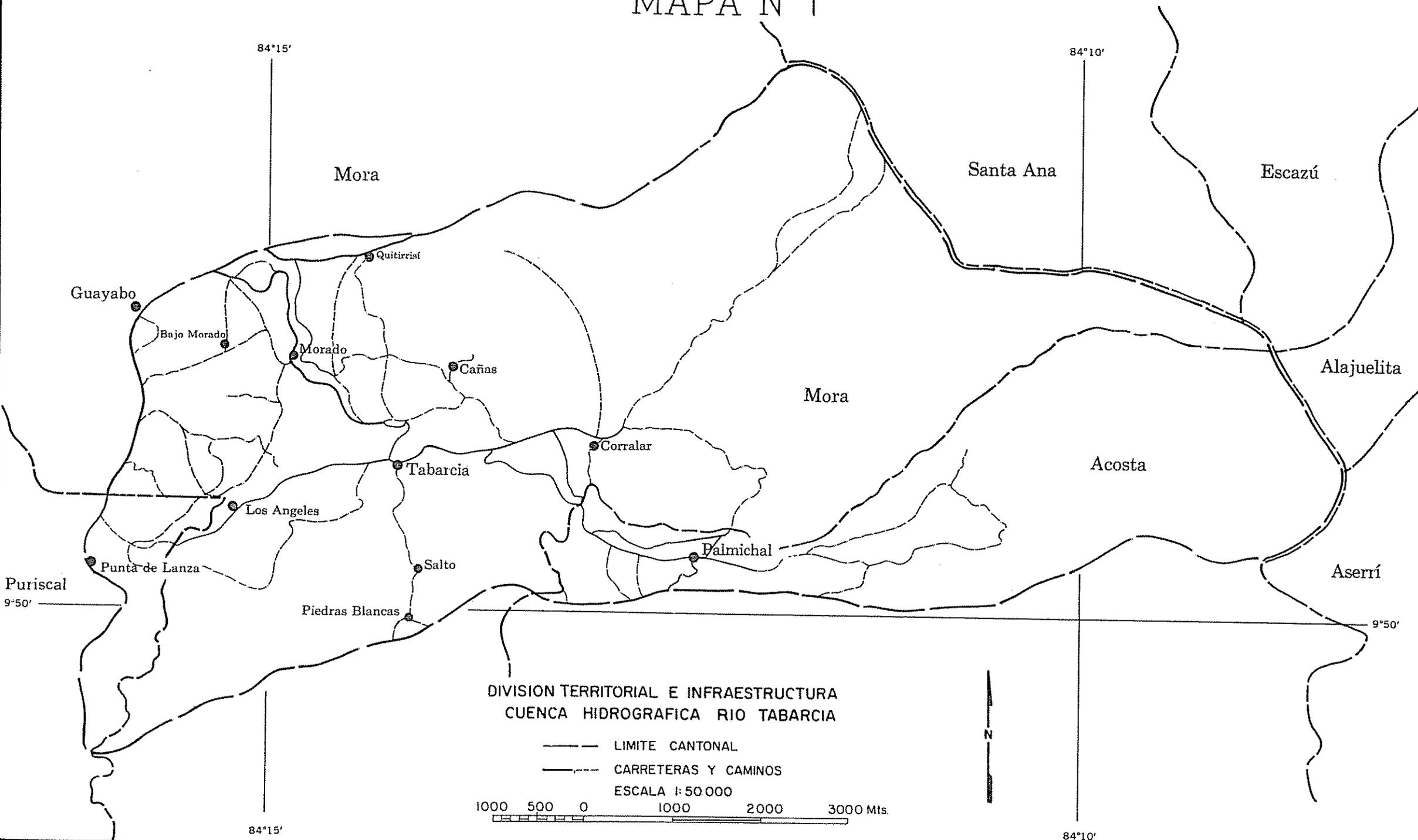
La red vial en el área de la cuenca se extiende a 21 kilómetros lineales aproximadamente. Casi en su totalidad corresponden a caminos de segundo y tercer orden, además existen varios senderos de herradura (ver mapa N°1), los que hacen accesible cerca del 80% del área total. Los centros urbanos de la cuenca son accesibles fácilmente por carretera inclusive en la época más lluviosa (mayo a noviembre).

En la cuenca hidrográfica del río Chiz, la red vial alcanza a 14 kilómetros lineales (ver mapa N°2). Estas vías guardan estrecha relación con el tipo de explotación de la tierra. Muchas de ellas son transitables únicamente con chapulines\*. La principal arteria que cruza el área es la carretera nacional Turrialba - Cartago, sobre la que se encuentra la localidad de Juan Viñas. En esta población se ubica un ingenio de azúcar con una capacidad de producción anual aproximada de 270.000 sacos de azúcar, de 50 kg. c/u. En el

---

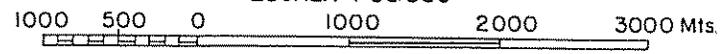
\* Vocablo costarricense que se refiere a tractores agrícolas (con llanta de hule).

# MAPA N° 1



DIVISION TERRITORIAL E INFRAESTRUCTURA  
CUENCA HIDROGRAFICA RIO TABARCIA

- LIMITE CANTONAL
- CARRETERAS Y CAMINOS
- ESCALA 1:50.000



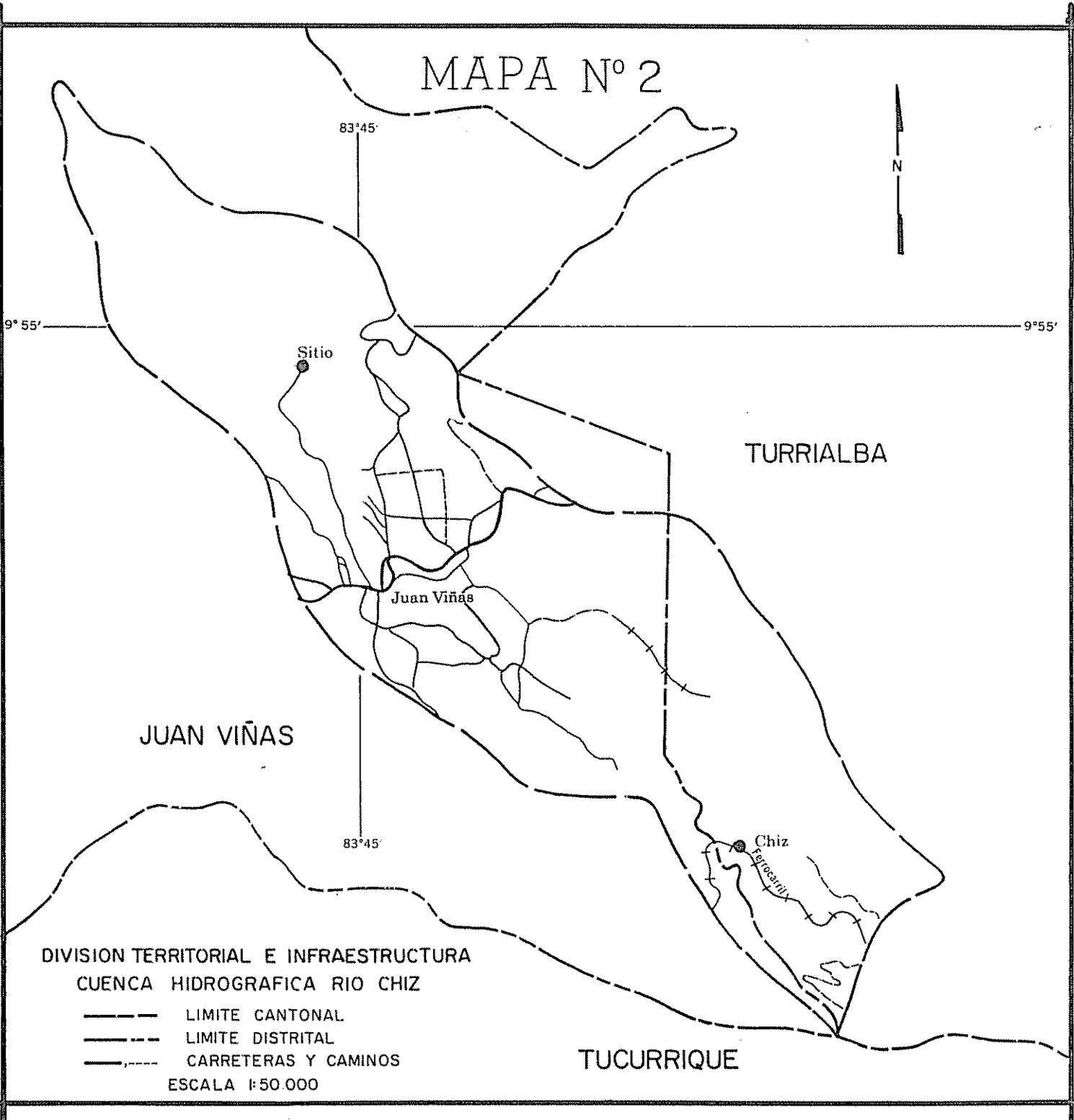
84°15'

84°10'

Puriscal  
9°50'

9°50'

# MAPA N° 2



## DIVISION TERRITORIAL E INFRAESTRUCTURA

### CUENCA HIDROGRAFICA RIO CHIZ

- LIMITE CANTONAL
- . - . - . LIMITE DISTRICTAL
- . . . — CARRETERAS Y CAMINOS

ESCALA 1:50.000

sector del cauce inferior del río Chiz el ferrocarril al Atlántico atraviesa el área vinculando la población de Chiz con la de Turrialba.

### 3.1.5 Población

La localidad de Tabarcia fue fundada en el siglo XVIII, antes que la ciudad de San José; a pesar de esto en 1974 tenía sólo 2.864 habitantes (36). La gran mayoría de la población es indígena. Casi la totalidad de la población de la cuenca está dedicada a las actividades agropecuarias y unas pocas a la artesanía de objetos de cerámica.

En lo que corresponde al área de la cuenca del río Chiz la localidad más grande, Juan Viñas, contó en 1974 con 6.234 habitantes (36), en su mayoría de descendencia española. Fuera de la tradicional actividad agrícola de la zona, gran cantidad de mano de obra de la población rural es absorbida por los centros urbanos de Turrialba y Cartago.

### 3.1.6 Tenencia de la tierra

La actual tenencia de la tierra en la cuenca hidrográfica del río Tabarcia se la cataloga como fincas pequeñas a excepción de una grande localizada en la cuenca alta de los ríos Negro y Tabarcia. En la localidad de Tabarcia hay aproximadamente 300 fincas sobre una superficie de 2660 hectáreas, de las cuales alrededor de 55.4 has. están en arrendamiento y el resto es manejada por los mismos propietarios (36).

El Decreto Ejecutivo N°6112-A de 23 de junio de 1976 declaró la región de los cerros de Escazú, en una

extensión de 3600 has. como zona de protección, por existir en esta área más de 20 manantiales naturales, que benefician el abastecimiento del agua de riego y potable a varias localidades de los cantones de Acosta, Aserrí, Alajuelita, Escazú, Santa Ana, Mora y Puriscal (12).

∅ La tenencia de la tierra en el área de la cuenca hidrográfica del río Chiz, fue afectada por el fenómeno que consistió en que la población rural que tenía fincas familiares, las fueron vendiendo progresivamente a personas de mayores recursos económicos, por lo que en la actualidad las fincas correspondientes a esta cuenca son grandes y están en manos de unos pocos propietarios (37).

### 3.1.7 Geología

#### 3.1.7.1 Cuenca hidrográfica del río Tabarica

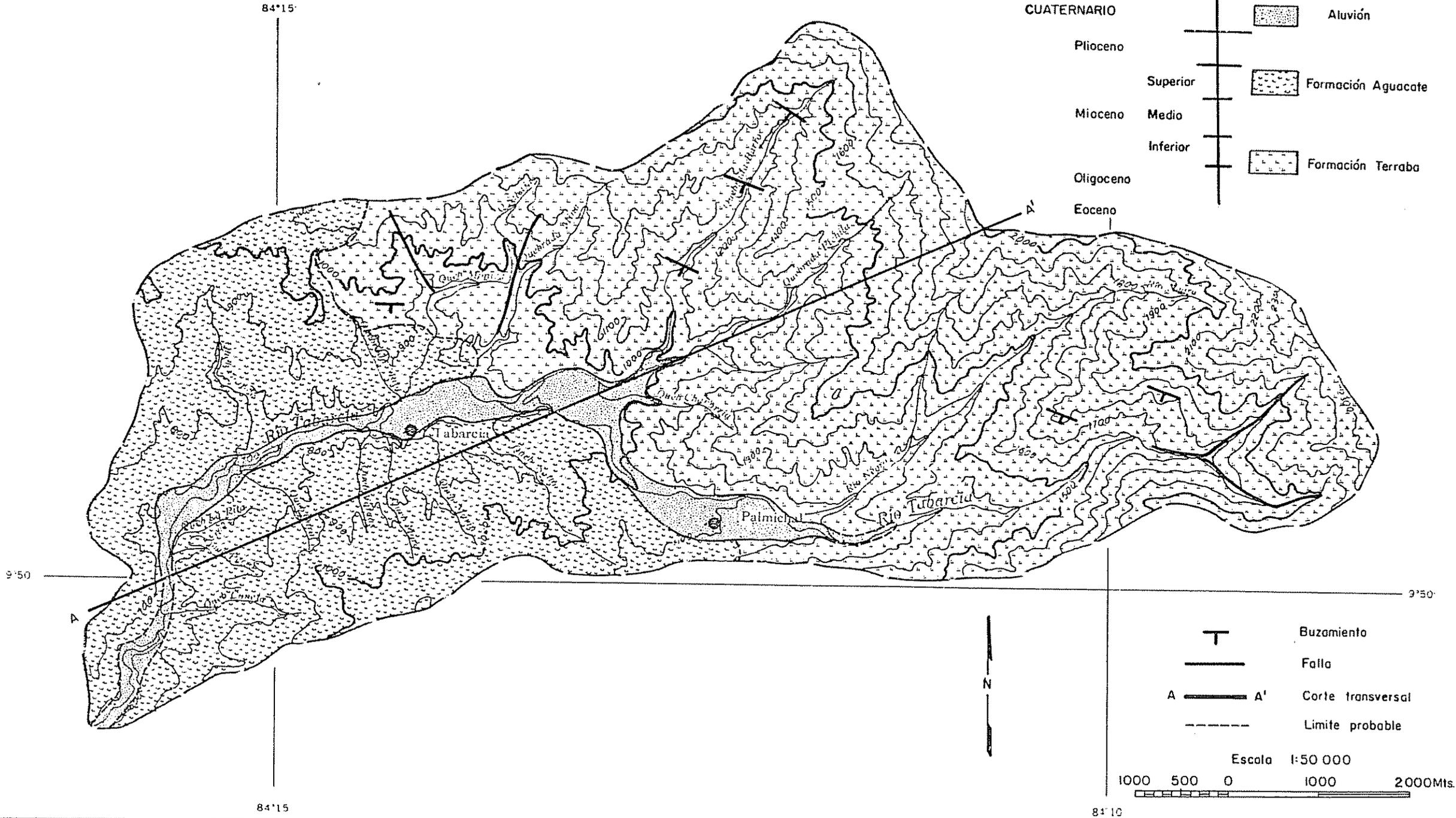
La historia geológica de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia tuvo sus orígenes posiblemente en épocas anteriores al Eoceno Superior, al depositarse las rocas sedimentarias en un gran complejo geosinclinal que formó los cerros de Escazú. Este proceso tectónico tuvo su fin en el Mioceno Inferior. Más tarde, estos sedimentos fueron desplegados, afallados e intruidos y en el Mioceno Superior se inició un período de vulcanismo.

Geológicamente en la cuenca del río Tabarcia se reconocen tres formaciones: la Formación Térraba, la Formación Aguacate y el Aluvión (ver mapa N°3).

# MAPA N°3

## MAPA GEOLOGICO CUENCA HIDROGRAFICA RIO TABARCIA

CUATERNARIO		Aluvión
Plioceno		
Superior		Formación Aguacate
Mioceno	Medio	
Inferior		Formación Terraba
Oligoceno		
Eoceno		



T	Buzamiento
—	Falla
A — A'	Corte transversal
- - -	Limite probable

Escala 1:50 000  
1000 500 0 1000 2000Mts.

84°15'

84°10'

### 3.1.7.1.1 Formación Térraba

La formación Térraba, de origen sedimentario se extiende en tiempo geológico desde probablemente el Eoceno Superior hasta el Mioceno Inferior.

Castillo (4) describió a la formación Térraba como rocas consistentes de interestratificaciones de arenisca, limolita, lutita negra a gris oscura, calcáreas y algo de caliza. Asimismo indicó que esta formación descansa sobre la formación Pacacua perteneciente este último al Oligoceno-Eoceno.

La formación Térraba ha sido meteorizada con intensidad en la superficie y ha producido suelos arcillosos con una meteorización esferoidal conspicua y de textura muy fina.

### 3.1.7.1.2 Formación Aguacate

La formación Aguacate de origen volcánico fue depositada después del Mioceno Inferior y probablemente antes del Cuaternario. Esta formación está compuesta por brechas volcánicas, tobas soldadas y lavas andesíticas y andesito-basálticas intruídas por diques de basalto.

Según Castillo (4) la brecha volcánica está caracterizada por fragmentos de lava andesítica y andesito - basáltica, grises a parduzcos, angulares a subredondeados, desde pocos centímetros hasta más de 50 centímetros de diámetro, distribuidos en una matriz tobácea, varicoloreada en partes, de acuerdo con el grado de meteorización. Esta formación

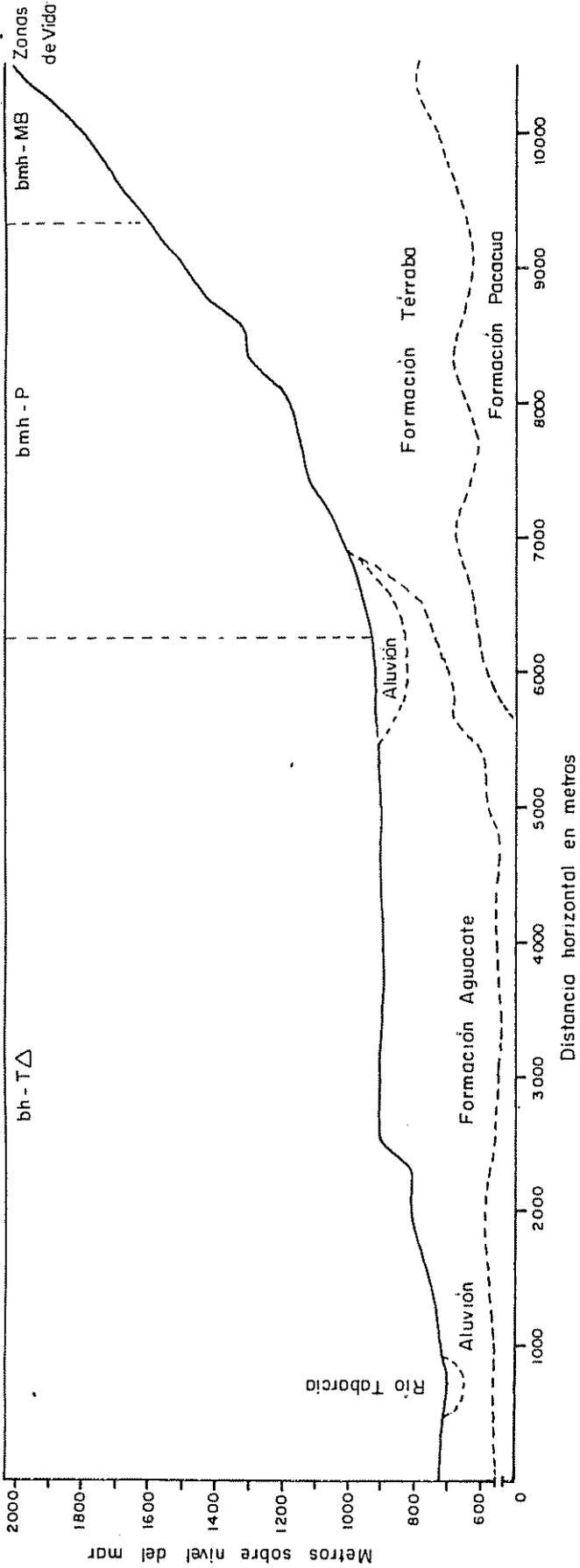


Fig. 3 Corte transversal SO-NE y perfil geológico cuenca hidrográfica Río Tabaracia.

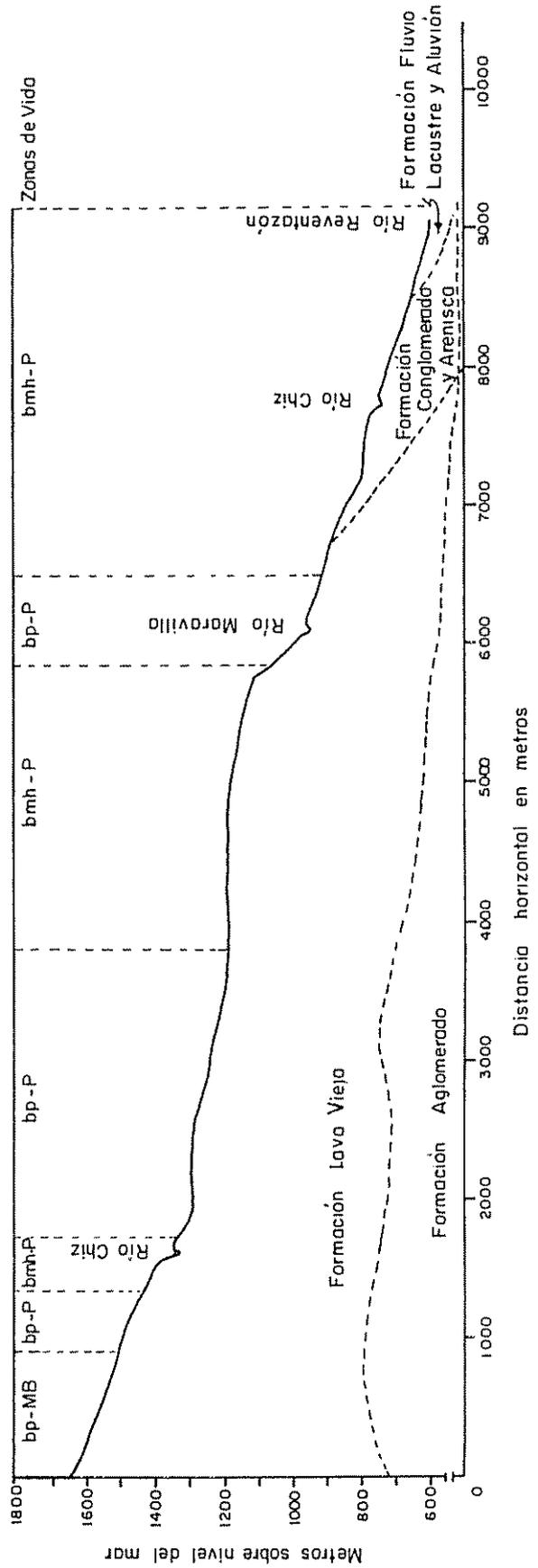


Fig. 4 Corte transversal NO-SE y perfil geológico cuenca hidrográfica Río Chiz

----- Limite probable

descansa en forma discordante sobre la formación Térraba.

Las lavas de esta formación están bastante meteorizadas con un diaclasamiento conspicuo horizontal, y las intrusiones basálticas muestran un grado de meteorización variable (38).

La consecuencia de la actividad tectónica muestra a la formación Aguacate con un alto porcentaje de rocas que aparecen sobre la superficie del suelo, especialmente en la cuenca media e inferior.

#### 3.1.7.1.3 Aluvi3n

El aluvi3n se encuentra a lo largo del cauce del rio Tabarcia. Las rocas volcánicas de esta unidad fueron vertidas por los volcanes de la Cordillera Central durante el Terciario Superior y el Cuaternario, y sobreyacen en la formaci3n Aguacate.

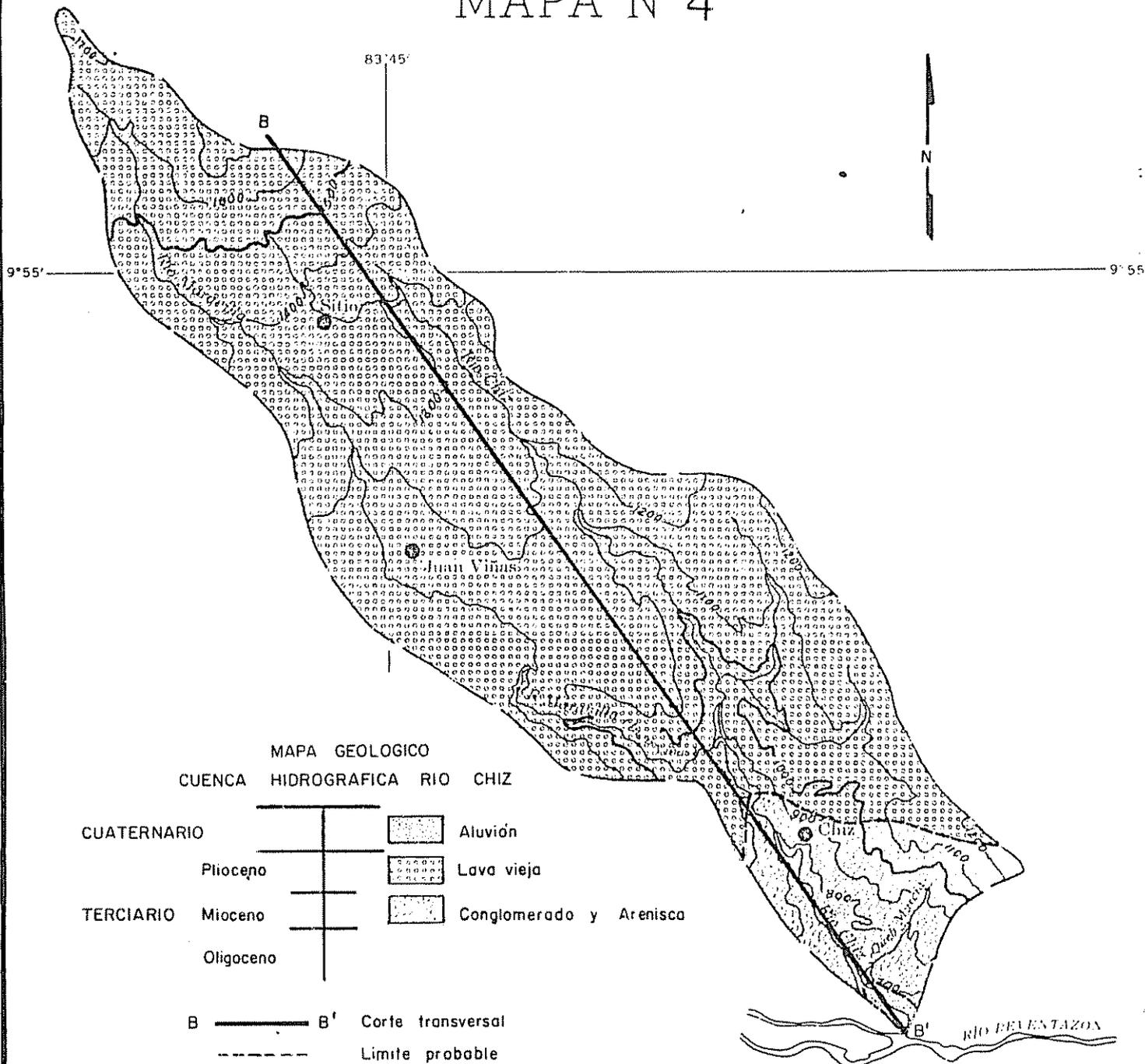
#### 3.1.7.1.4 Fallas

Las fallas que se encuentran dentro del área de la cuenca se acomodan a un sistema primario NO-SE formado en el Mioceno Medio y otro secundario originado en el Mioceno Superior (4).

#### Ø 3.1.7.2 Cuenca hidrográfrica rio Chiz

En la cuenca hidrográfrica del rio Chiz geológicamente se presentan las formaciones Lava Vieja, Conglomerado y Arenisca, y Aluvi3n (ver mapa N°4).

# MAPA N° 4



### 3.1.7.2.1 Formación Lava Vieja

La formación Lava Vieja de origen volcánico pertenece al plioceno y descansa probablemente sobre la formación pliocénica sedimentaria Aglomerado.

En el curso inferior y sobre la margen derecha del río Maravilla la meteorización está muy avanzada y alcanza profundidades de varias docenas de metros. A pesar de notarse todavía las características de estructura de la lava, ésta ya ha pasado a una masa arcillosa caolínica. Esta masa entre los dedos fácilmente se demorona (9).

Dondoli (9) describió a la formación lávica como el resultado de varios derrames que se han producido en tiempos relativamente cortos unos de otros. Estos derrames al entrelazarse han dejado pequeñas áreas encerradas, dentro de las cuales se fueron acumulando cenizas y otros materiales cuya meteorización ha dado lugar a los horizontes blanquecinos y eminentemente caolínicos que se observan en el área circundante a Juan Viñas.

Durante el cuaternario la cuenca hidrográfica fue cubierta parcialmente por cenizas volcánicas.

### 3.1.7.2.2 Formaciones Aglomerado y Aluvión

En repetidas ocasiones la Formación Lávica en su descenso hacia el cauce del río Reventazón ha interrumpido temporalmente el curso de las aguas del río Chiz, dando lugar en la parte sur de la cuenca hidrográfica, a la formación de depósitos lacustres y fluvio lacustres.

### 3.1.8 Ecología

En base al mapa ecológico de Costa Rica (44) y por medio de observaciones de campo, considerando los parámetros establecidos por Holdridge (14) se delimitaron las zonas de vida.

En la cuenca del río Tabarcia se identificaron el bosque húmedo tropical transición a premontano, el bosque muy húmedo premontano y el bosque muy húmedo montano bajo (ver mapa N°5). Las zonas de vida que se encuentran en la cuenca del río Chiz son el bosque muy húmedo premontano, el bosque pluvial premontano, el bosque muy húmedo montano bajo y el bosque pluvial montano bajo (ver mapa N°6).

#### 3.1.8.1 Bosque húmedo tropical transición a premontano (bh-T△)

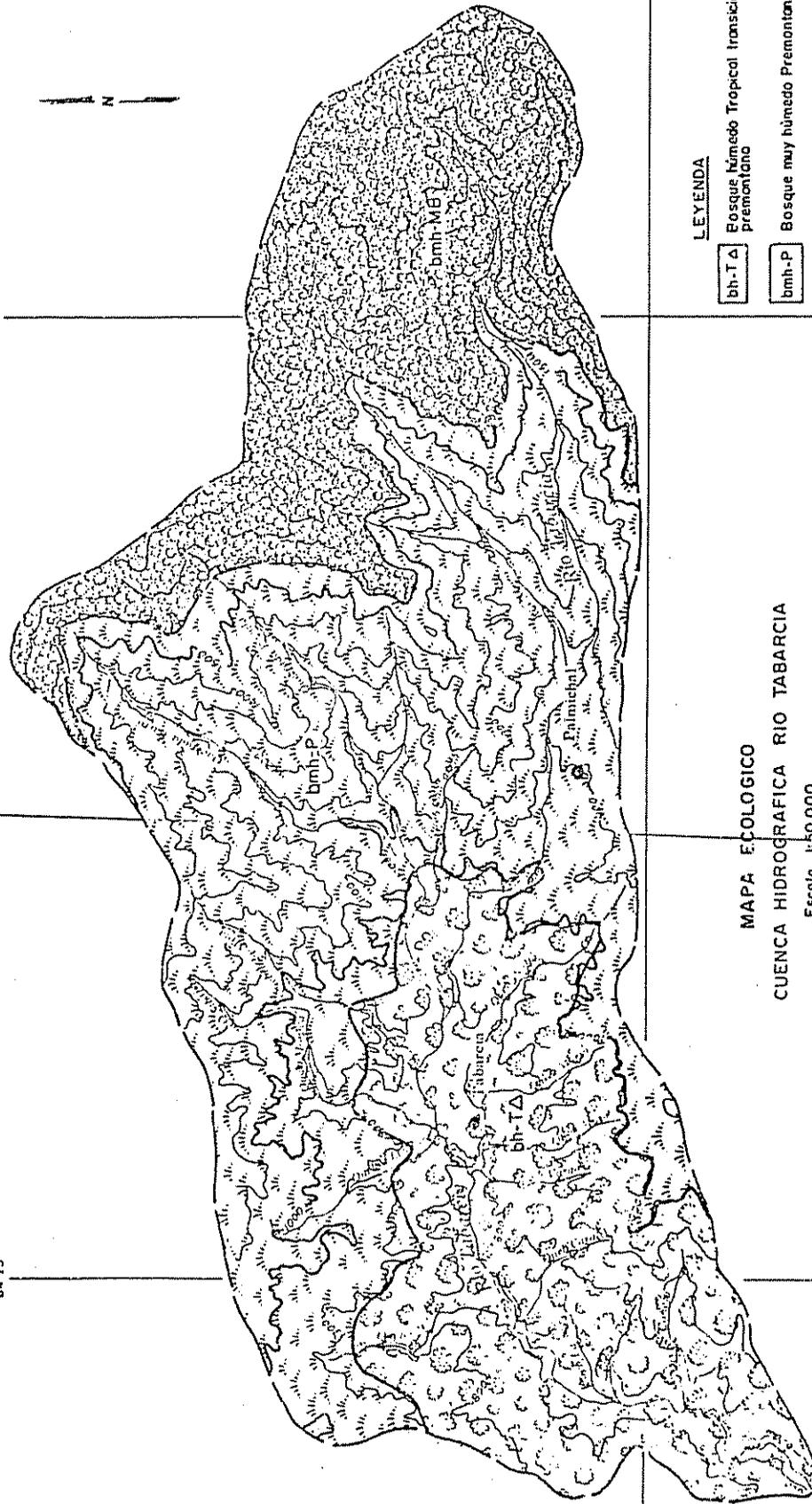
Los límites extremos de promedio anual de precipitación y de temperatura de la formación bosque húmedo tropical transición a premontano corresponden aproximadamente a 2000 y 2800 mm y 21.5 - 24°C respectivamente de acuerdo al diagrama para la clasificación de zonas de vida (ver figura 1).

La zona de vida bosque húmedo tropical transición a premontano se halla ubicada al suroeste de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia cubriendo una extensión de 19.4 km<sup>2</sup> entre 600 y 1000 metros sobre el nivel del mar. Dentro de esta formación se encuentra la mayor población de la cuenca con su centro en la localidad de Tabarcia. En esta localidad se encuentra una estación pluviométrica, cuyos datos registrados se muestran en el cuadro 1 y anexo 1. El área está cubierta por bosque natural en esta zona de vida y se encuentra en pequeñas proporciones y muy alterado a lo largo del cauce del río Tabarcia. En la desembocadura de la cuenca el bosque natural está menos alterado.

# MAPA N° 5

84°15'

84°10'

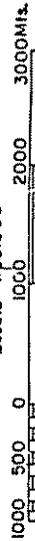


9°50'

9°50'

## MAPA ECOLOGICO CUENCA HIDROGRAFICA RIO TABARCIA

Escala 1:50.000



### LEYENDA



Bosque húmedo Tropical transición a premontano



Bosque muy húmedo Premontano



Bosque muy húmedo Montano Bajo

84°15'

84°10'

### 3.1.8.2 Bosque muy húmedo premontano (bmh-P)

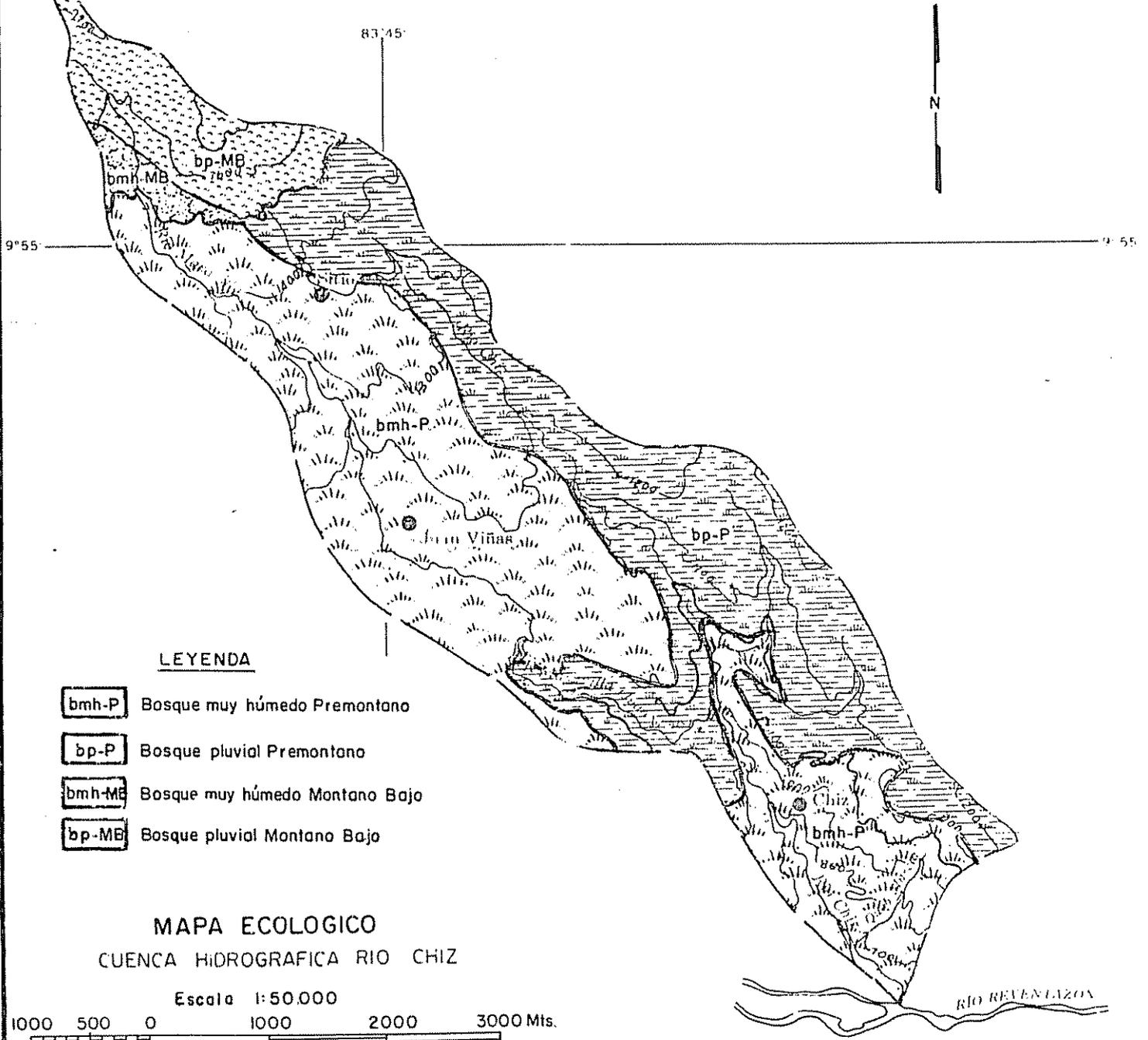
En el diagrama de Zonas de Vida el bosque muy húmedo premontano está ubicado en la provincia de humeda per-húmedo y tiene como límites climáticos generales aproximados de 2200 y 4400 mm de precipitación anual, temperatura media anual entre 18 y 24°C sin la presencia de heladas o temperaturas críticas.

El área del bosque muy húmedo premontano en la cuenca del río Tabarcia abarca una superficie de 36.6 km<sup>2</sup> en elevaciones aproximadas de 1000 y 1500 metros sobre el nivel del mar. Esta zona de vida está caracterizada por presentar estaciones fuertemente marcadas. Una estación seca se presenta desde mediados de noviembre hasta mediados de abril. El principio y fin de la estación lluviosa son abruptos, dejando sólo cortos períodos intermedios de equilibrio de humedad. Una escorrentía muy alta se presenta en los meses de junio a noviembre.

Una estación meteorológica dentro de esta área no se encuentra, pero se consideró los datos climáticos de la estación meteorológica de Santiago de Puriscal y San Ignacio de Acosta para la respectiva interpolación. Los datos meteorológicos mencionados se muestran en el cuadro 1, presentándose en detalle en los Anexos 1 y 2.

El área de la zona de vida bosque muy húmedo premontano en la cuenca del río Chiz mantiene los parámetros de humedad y temperatura antes descritos y se encuentra entre

# MAPA N° 6



## LEYENDA

- bmh-P** Bosque muy húmedo Premontano
- bp-P** Bosque pluvial Premontano
- bmh-MB** Bosque muy húmedo Montano Bajo
- bp-MB** Bosque pluvial Montano Bajo

## MAPA ECOLOGICO CUENCA HIDROGRAFICA RIO CHIZ

Escala 1:50.000

1000 500 0 1000 2000 3000 Mts.

alturas aproximadas de 600 a 1500 metros sobre el nivel del mar, ocupando un área de 13.3 km<sup>2</sup>. Las estaciones meteorológicas de Juan Viñas y Rosemount arrojaron los datos meteorológicos que se muestran en el cuadro 1 y Anexos 1 y 2. La cantidad de precipitación pluvial que cae en el área de esta zona de vida es más o menos uniforme durante todos los meses del año.

Toda el área cultivada de Juan Viñas, comprendida en esta zona de vida, está sembrada con caña de azúcar.

### 3.1.8.3 Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB)

Esta zona de vida en las áreas de estudio se encuentra a elevaciones mayores a 1500 metros sobre el nivel del mar. La precipitación media anual de acuerdo al diagrama de clasificación bio-climática oscila entre 1900 y 3800 mm y la temperatura promedio por año entre 12 y 18°C con presencia de temperaturas críticas.

El área que abarca esta zona de vida en la cuenca del río Tabarcia es de 17.3 km<sup>2</sup>. Esta área involucra lo que comunmente es conocido como Cerros de Escazú. En esta zona de vida se encuentran muy pocas áreas cubiertas con vegetación natural representando éstas, reliquias dentro del área total de la cuenca hidrográfica.

υ En la cuenca del río Chiz esta zona de vida está situada en la cuenca alta del río Maravilla abarcando una superficie de 0.1 km<sup>2</sup>.

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados en estaciones meteorológicas en el área de influencia de las cuencas hidrográficas en estudio.

	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación m.s.n.m.	Promedio anual		Zona de Vida
				Precipitación mm	Temperatura °C	
Coliblanco*	9°57'	83°48'	2200	3108.1	11.8	bp-MB
Juan Viñas	9°54'	83°44'	1165	3724.8	20.3	bmh-P
Rosemount (Romoser)	9°54'	83°45'	1340	4287.1	s.d.	bmh-P
San Ignacio*	9°46'	84°18'	1005	2266.6	s.d.	bmh-P
Tabarcia	9°52'	84°13'	885	2690.4	s.d.	bh-TA
Puriscal*	9°51'	84°0'	1102	2470.9	21.0	bmh-P

\* Estaciones localizadas fuera de las áreas de estudio

s.d. Sin registro de datos de temperatura

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

#### 3.1.8.4 Bosque pluvial premontano (bp-P)

Los rangos determinados en el diagrama del sistema ecológico de Holdridge sobre la precipitación y temperatura promedio anual en la zona de vida bosque pluvial premontano oscilan entre 4000 y 4400 mm. como mínimo de precipitación anual y 18 a 24°C de biotemperatura.

La superficie que comprende esta zona de vida en la cuenca del río Chiz se extiende a 9.6 km<sup>2</sup> entre los 1000 y 1200 m.s.n.m. En esta zona de vida donde se encuentran pequeñas áreas de bosque natural aún existentes en la cuenca hidrográfica. La intervención humana en estos bosques fue restringida fundamentalmente por el alto grado de pendiente existente. La vegetación arborea identificada en el Anexo 4. pertenece casi en su totalidad a esta zona de vida.

#### 3.1.8.5 Bosque pluvial montano bajo (bp-MB)

Considerando el diagrama para la clasificación de zonas de vida la formación bosque pluvial montano bajo corresponde a los límites de precipitación media anual entre 3800 y 7600 mm con una temperatura promedio por año entre 12 y 18°C con presencia de temperaturas críticamente bajas aún sin escarcha. Los datos meteorológicos registrados en la estación de Coliblanco se consideraron para su interpolación con el área de estudio.

En la cuenca del río Chiz, esta zona de vida se localiza a una altitud superior a los 1500 m.s.n.m. en el extremo norte como se aprecia en el mapa N°6. Corresponde a

una superficie de 2.0 km<sup>2</sup> y está caracterizada por la alta precipitación distribuida uniformemente durante los doce meses del año, presencia constante de niebla y suelos fácilmente lixiviables y erosionables.

El cuadro 2, muestra un resumen del área ocupada por cada zona de vida en las cuencas hidrográficas estudiadas.

Cuadro 2. Zonas de vida comprendidas en las áreas de estudio

Zona de vida	Cuenca hidrográfica río Tabarcia		Cuenca hidrográfica río Chiz	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Bosque húmedo tropical transición a pre montano	19.42	26.46	---	---
Bosque muy húmedo premontano	36.64	49.93	13.31	53.03
Bosque muy húmedo montano bajo	17.33	23.61	0.10	0.40
Bosque pluvial premontano	---	---	9.64	38.40
Bosque pluvial montano bajo	---	---	2.05	8.17
T o t a l	73.39	100.00	25.10	100.00

### 3.1.8.6 Identificación de las especies vegetales

En las listas de los Anexos 3 y 4 se indican algunas de las especies de la vegetación natural que se identificaron por medio de muestras botánicas. Se incluyen hierbas, arbustos y árboles con el fin de dar una idea general de la vegetación natural existente en las áreas de estudio. Estas listas no son completas ni indicativas de la composición cuantitativa de las floras de las distintas formaciones.

### 3.2 Materiales empleados

Los materiales empleados durante los trabajos de gabinete y de campo fueron fundamentalmente las hojas topográficas a escala 1:50.000, elaboradas por el Instituto Geográfico de Costa Rica (18), las fotografías aéreas fueron tomadas entre 1965 y 1974 a diferentes escalas.

#### 3.2.1 Instrumentos

Los instrumentos utilizados en los trabajos de gabinete fueron un estereoscopio de espejos, un planímetro y cuñas de densidad de contornos. Durante las observaciones de campo se usó un estereoscopio de bolsillo, clinómetro, compás suunto, altímetro, cinta métrica, binóculos y barrenos de broca tipo standard y holandés.

### 3.3 Métodos

Los trabajos de investigación del presente estudio se dividieron en investigación de gabinete y observaciones de campo.

El procedimiento de trabajo consistió en:

1. Recolectar las hojas topográficas y fotografías aéreas existentes de las regiones en estudio. Asimismo, se recogió la información pertinente sobre el medio ambiente, suelos, geología, clima y toda aquella información que se consideró de valor para la información general.
2. En base a las hojas de la carta topográfica nacional (1:50.000) se procedió a la preparación del mapa base. Este sirvió fundamentalmente para las interpretaciones de las observaciones que se realizaron en el campo.
3. Con las fotografías aéreas se procedió a la fotointerpretación de las áreas escogidas. Para el estudio de la fotointerpretación se tomó como variables independientes la densidad de cobertura vegetal, la pendiente y la geomorfología, las mismas que permitieron separar áreas de paisajes más o menos homogéneas.
4. Se delimitaron las zonas de vida.
5. Se procedió a efectuar el muestreo edafológico en las unidades de tierra resultantes de la combinación de la separación de paisajes homogéneos y delimitación de las zonas de vida.

6. La sobreposición de los mapas ecológico, de sue los y de pendientes arrojó las unidades de tie rra que fueron clasificadas de acuerdo a la cla ve de determinación y levantamiento de mapas de capacidad de uso mayor de la tierra.
7. Se procedió al levantamiento del mapa de uso actual de la tierra en el campo.
8. Se determinó el uso correcto, la subutilización o sobreutilización de la tierra con la sobreposición de los mapas de capacidad de uso mayor de la tierra y uso actual de la tierra.

### 3.3.1 Mapa base

El mapa base para la cuenca hidrográfica del río Tabarcia (mapa N°7) se confeccionó en base a las hojas topográficas números 3345 I Abra, 3345 II Caraigres, 3345 III Candelaria y 3345 IV Rio Grande (18), y para la cuenca hidrográfica del río Chiz (mapa N°8) en base a las hojas topográficas números 3445 I Tucurrique y 3445 IV Istarú (18) como se puede apreciar en la figura 2.

A las hojas topográficas correspondientes de cada área de estudio, se les recortó sus márgenes para luego unir las haciendo coincidir cada curva de nivel. Una vez que los mosaicos de las hojas topográficas han sido debidamente pegadas coincidentemente, se les agregó la leyenda e información que aparece en las hojas topográficas originales tal como se muestra en las figuras 5 y 6.

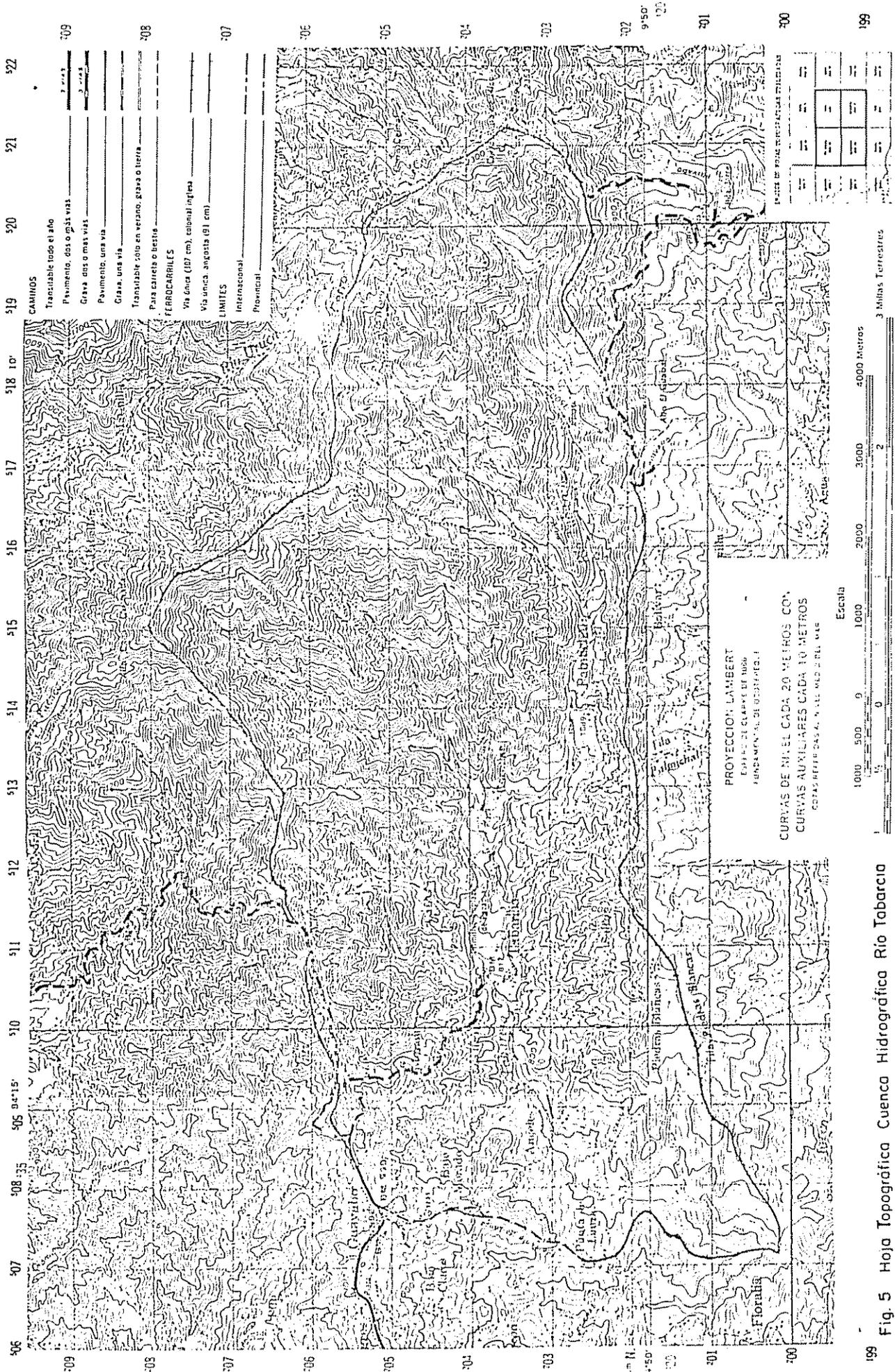


Fig. 5 Hoja Topográfica Cuenca Hidrográfica Río Tabarico

906 907 908.35 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 10' 919 920 921 922

906 905 904 903 902 901 900

909 908 907 906 905 904 903 902 901 900

909 908 907 906 905 904 903 902 901 900



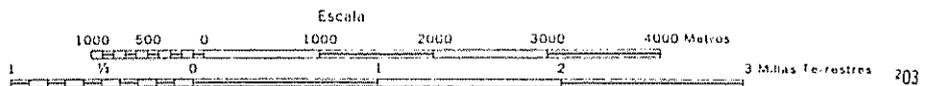
Fig 6 Hoja topográfica Cuenca Hidrográfica Río Chiz

CAMINOS

- Tras. table todo el año
- Pavimento dos o más vías
- Grava dos o más vías
- Pavimento una vía
- Grava una vía
- Tras. table sólo en verano grava o tierra
- Faja carretera o bestero
- Verrda
- Numeración de carreteras Nacional Regional

FERROCARRILES

- Vía única (107 cm) colonial inglesa
- Vía única angosta (91 cm)

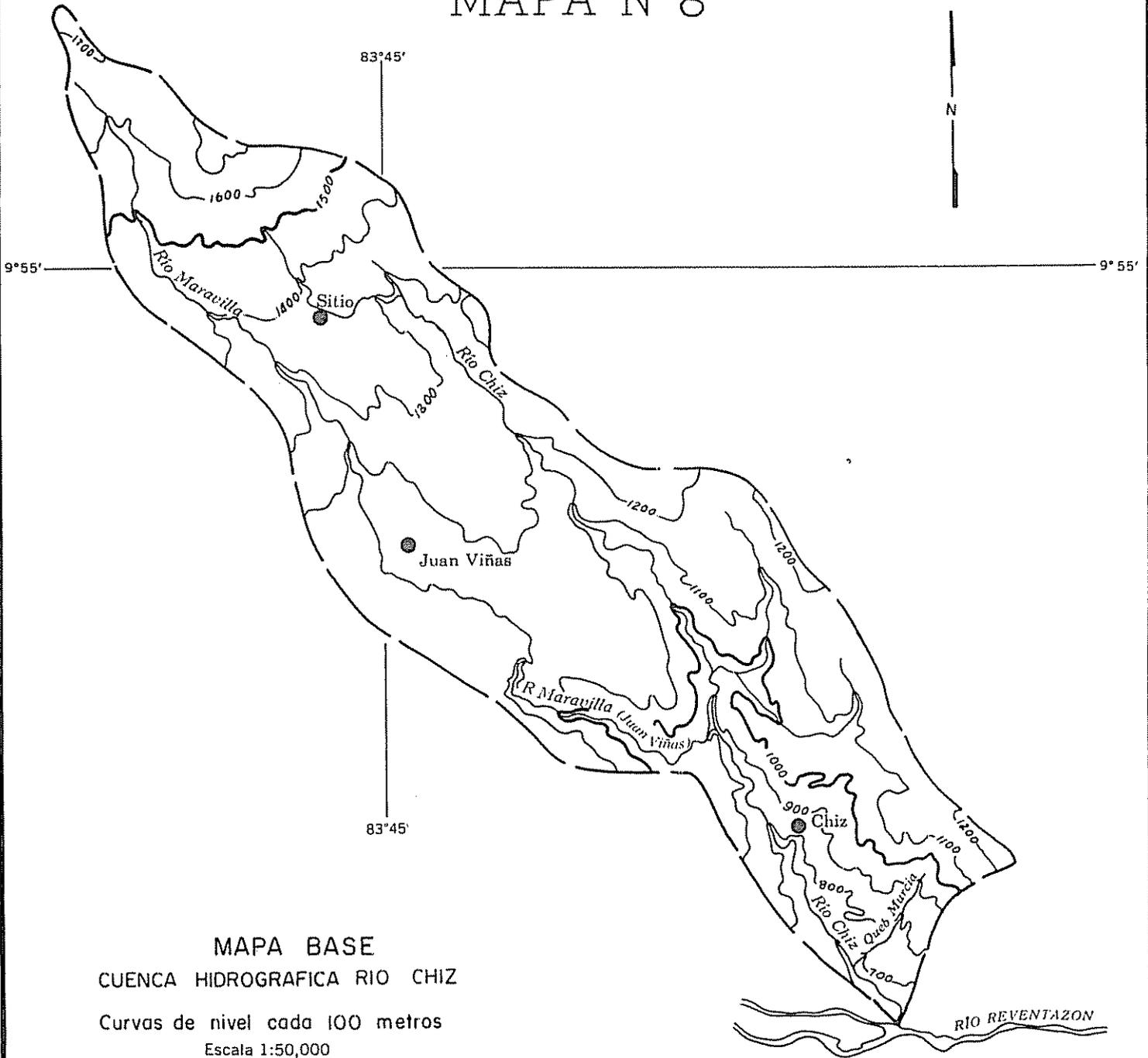


PROYECCION LAMBERT  
ESFEROIDE CLARKE DE 1866  
FUNDAMENTAL DE OGOTEPQUE

CURVAS DE NIVEL CADA 20 METROS CON  
CURVAS AUXILIARES CADA 10 METROS  
COTA REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR



# MAPA N° 8

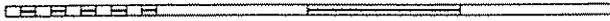


MAPA BASE  
CUENCA HIDROGRAFICA RIO CHIZ

Curvas de nivel cada 100 metros

Escala 1:50,000

1000 500 0 1000 2000 3000 Metros



De las hojas topográficas confeccionadas se elaboró el mapa base para ambas áreas de estudio. Estos mapas presentaron información sobre delimitación del área total de la cuenca hidrográfica, posición geográfica, curvas de nivel cada 100 metros, centros urbanos importantes, ríos, riachuelos y quebradas.

### 3.3.2 Estudio agrológico

La investigación agrológica, consistente en el examen, clasificación y mapeo de las áreas de las cuencas hidrográficas escogidas, consistió de tres fases.

#### 3.3.2.1 Análisis de gabinete

Se utilizaron las fotografías aéreas de toma más reciente, éstas a escala 1:30.000 para la cuenca hidrográfi-  
ca del río Tabarcia y 1:60.000 para la cuenca hidrográfica del río Chiz como también las hojas topográficas confecciona-  
das para ambas áreas de estudio.

El método empleado consistió en armar un mosaico de la región con las fotografías aéreas y se procedió a efectuar el respectivo fotoanálisis. La unidad fotogramétrica determinada fue el área ecogeográfica, propiamente la unidad homogénea de paisaje. En cada unidad se determinó rasgos geomorfológicos, vegetación y características fisiográficas.

La fotointerpretación arrojó la primera diferenciación de un número determinado de unidades de terreno, obteniendo como resultado un conocimiento preliminar de las áreas de estudio que sirvieron de base para orientar y facilitar el trabajo de campo.

Una vez realizada la fotointerpretación y con la información disponible, se elaboraron los mapas provisionales. Se fijaron sobre uno de ellos los puntos de muestreo.

### 3.3.2.2 Muestreo edafológico

La segunda fase del estudio agrológico consistió en efectuar un muestreo selectivo de suelos (25).

El muestreo selectivo consistió en escoger sobre las fotografías aéreas puntos de muestreo dentro de unidades grandes de tierras representativas de un determinado paisaje. Las separaciones se hicieron teniendo en cuenta los rasgos geomorfológicos característicos de cada unidad.

El número de muestras se determinó en base a características económicas, costo del muestreo.

En el campo se hicieron recorridos en movilidad y a pie en todas las direcciones posibles dentro de cada unidad escogida.

Se utilizaron todas las carreteras y caminos, así como también varios de los senderos existentes. En esta forma se calculó que se cubrió en forma visual inmediata aproximadamente 80% del área total en ambas áreas de estudio.

El trabajo de campo consistió en conocer los suelos de cada unidad y agruparlos de acuerdo a los parámetros incluidos en la clave de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra (45).

Los estudios de suelos en el campo fueron completados con observaciones sobre características del medio ambiente,

desarrollo de cultivos, tenencia de la tierra, vegetación y otros aspectos que se consideraron de utilidad para interpretar con mayor precisión la capacidad de uso mayor de la tierra.

Se efectuaron además cateos de 1 (un) metro de profundidad mediante la ayuda de un barrenado de broca tipo standard a distancias tan frecuentes como se creyó necesario, con el objeto de medir la profundidad del suelo. Asimismo se aprovecharon los cortes de carretera para efectuar la interpretación de los perfiles de suelo.

En cada punto de muestreo se recogieron muestras de suelo utilizando el barrenado de broca tipo holandés. Con las muestras extraídas se realizaron análisis físico-químicos de suelos en el laboratorio de suelos del C.A.T.I.E.

#### 3.3.2.3 Tabulación de la información

En la tercera fase del estudio agrológico, o sea en la tabulación de la información, se procedió primeramente a la recopilación de los datos obtenidos en las fases anteriores. Luego se realizó la respectiva tabulación de datos y se delimitó las unidades cartográficas las mismas que fueron clasificadas de acuerdo a las claves de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra. Finalmente se elaboraron los mapas correspondientes a la capacidad de uso mayor, uso actual de la tierra y el mapa de relación de ambos.

### 3.4 Sistema de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra

El sistema de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra que se aplicó fue elaborado por Tosi (45). Esta clasificación persigue fundamentalmente dar a la tierra el uso más racional posible, conforme a las características físicas de la tierra.

#### 3.4.1 Categorías de la capacidad de uso mayor de la tierra

El primer nivel de la clasificación corresponde a cinco categorías generales de la capacidad de uso mayor de la tierra. Estas son: cultivo en limpio, cultivo permanente, pastos, bosques de producción y protección.

##### 3.4.1.1 Cultivo en limpio

Se entiende por cultivo en limpio, a las tierras ecológicamente aptas a la labranza frecuente y continuada del suelo para las prácticas agrícolas, especialmente para plantas de corto período vegetativo.

Generalmente son tierras con climas húmedos, pendientes mínimas y suelos suficientemente profundos, libres de piedra y productivas. Estas tierras permiten ser cultivadas en limpio año tras año sin ser degradadas.

Su símbolo para fines cartográficos es la letra mayúscula A.

#### 3.4.1.2 Cultivo permanente

A esta categoría corresponden las tierras, cuyas condiciones ecológicas no son aptas a la labranza, frecuente y continuada del suelo; sin embargo, permiten las prácticas agrícolas con plantas perennes.

Generalmente son tierras con climas hasta perhúmedos, pendientes moderadas y dotadas con suelos suficientemente profundos para sostener cultivos de tipo perenne o pastos siempre que haya drenaje adecuado, o que sean aplicadas medidas para evitar la erosión y el lavado del abonamiento.

En los mapas, esta categoría es representada con la letra mayúscula C.

#### 3.4.1.3 Pastos

Son tierras ecológicamente aptas para el pastoreo. Estas tierras no reúnen las condiciones ecológicas mínimas para ser clasificadas como cultivo en limpio o cultivo permanente. El uso de estas tierras para el pastoreo es permitido sobre suelos con pastos naturales o sembrados, empleando prácticas usuales del manejo tecnológico especificado. Su símbolo corresponde a la letra P.

#### 3.4.1.4 Bosques de producción

Así se definen a las tierras cubiertas de bosques cuyas condiciones ecológicas no permiten las prácticas agrícolas y/o el pastoreo y en consecuencia indican su uso para la producción permanente de maderas y otros productos forestales. Son tierras de pendientes bajas, medianas o altas con suelos demasiado delgados, pedregosos, mal drenados, infértiles

o susceptibles a la erosión acelerada para sostener el cultivo agrícola o pastoreo. En los mapas se representa con la letra B.

#### 3.4.1.5 Protección

En esta categoría se clasifican las tierras que ecológicamente no permiten prácticas agrícolas, ni pastoreo, ni producción forestal; sin embargo indican la necesidad de un manejo exclusivo con fines de protección. En los mapas se indica a estas áreas con la letra X.

El uso más alto que puede rendir una unidad de terreno se considera el cultivo en limpio y el uso más bajo el de protección. Normalmente el uso más alto no excluye la explotación para uno o todos los usos de grado inferior. Las tierras clasificadas a un nivel de uso más bajo no podrán sostener permanentemente un uso de nivel mayor a éste, porque obviamente las características intrínsecas de estas tierras serán deterioradas y reducidas en su capacidad productiva.

Estas cinco categorías no indican la exclusividad de la categoría de clasificación sino que se refiere al máximo uso permitido, sin deteriorar la capacidad productiva de la tierra y sin causar efectos secundarios dañinos al régimen hidrológico de la cuenca o sobre otros valores externos de orden socioeconómico general. Las categorías descritas consideran el empleo de las prácticas tradicionales del país para el manejo tecnológico de las tierras.

La categorización de la capacidad de uso mayor de la tierra requiere, además de los criterios ecológicos, una definición de la tecnología de que se dispone o que se contemple y que puede ser aprovechada en la productividad de la tierra. Así, si fueran cambiadas las prácticas a un nivel más avanzado tecnológicamente, habría un cambio correspondiente de categoría de uso mayor en algunas instancias.

#### 3.4.2 Parámetros de determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra

La clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra se adapta fundamentalmente al sistema de análisis y clasificación de las zonas de vida del mundo de Holdridge. En primera instancia la clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra establece en su primer orden grandes divisiones bioclimáticas, por el hecho de que el sistema de zonas de vida combina en forma integral los factores bio-climáticos más importantes: calor, precipitación y evapotranspiración.

Como subdivisiones de cada unidad bioclimática se tomaron en consideración en el presente estudio factores topográficos y edáficos. Estos fueron analizados propiamente para la clave de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra (45).

##### 3.4.2.1 Factores climáticos

En base a la metodología de Holdridge (14) se analizaron los parámetros biotemperatura, precipitación y evapotranspiración así como la ocurrencia de la vegetación natural

para delimitar dentro de las áreas de estudio, las zonas de vida.

#### 3.4.2.2 Factores topográficos

Los factores topográficos para los fines de clasificación fueron divididos en pendiente y microrelieve.

##### 3.4.2.2.1 Pendiente

Durante los trabajos de gabinete se determinó la gradiente de la pendiente por medio de la cuña de densidad de contornos. Esta fue elaborada sobre un plástico transparente y graduada para trabajar exclusivamente con hojas topográficas a escala 1:50.000.

Para medir la pendiente durante los trabajos de campo se utilizó un clinómetro graduado en porcentaje.

La pendiente se dividió en laderas cortas y laderas largas considerando la distancia entre la cima y el desagüe principal. Las laderas cortas menores a 50 metros y largas mayores a 50 metros, son unidades físicas homogéneas de terrenos, sobre las cuales las aguas de escorrentía corren una determinada distancia antes de ser totalmente interceptadas.

En lo que se refiere a la gradiente de la pendiente, ésta se clasificó para las áreas de estudio en cinco clases que se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Clases de pendiente por su gradiente

Clases de pendiente	Símbolo	gradiente %
Plano	P <sub>1</sub>	0 - 5
Ondulado	P <sub>2</sub>	6 - 15
Inclinado	P <sub>3</sub>	16 - 30
Cerril	P <sub>4</sub>	31 - 45
Escarpado	P <sub>5</sub>	46 - 60
Muy escarpado	P <sub>6</sub>	60

## 3.4.2.2.2 Microrelieve

Se entiende por microrelieve, llamado también geometría superficial o micro-topografía, a las pequeñas diferencias de topografía que caracteriza la superficie general de la unidad de terreno a ser clasificada. El cuadro 4, resume las características de las cuatro clases de microrelieve a ser utilizadas en la presente clave de clasificación.

Cuadro 4. Clases de microrelieve

Clase	Símbolo	Característica
Plana	M <sub>P</sub>	Ausencia de irregularidades en la superficie
Ondulada	M <sub>O</sub>	Con micro-ondulaciones bajas y muy espaciadas
Quebrada	M <sub>Q</sub>	Las micro-ondulaciones presentan igual anchura y profundidad, de moderado relieve o de marcado microrelieve pero muy espaciado
Accidentada	M <sub>A</sub>	Las ondulaciones mucho más profundas que anchas, microrelieve de moderado hasta marcado

#### 3.4.2.3 Factores edáficos

De acuerdo a la clave de clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra los factores edáficos se consideran como sigue:

##### 3.4.2.3.1 Profundidad mínima

En este acápite se entiende por profundidad mínima del suelo a la medida perpendicular al ángulo de la pendiente superficial, expresada en centímetros, hasta la línea que actúa como limitante al desarrollo vertical de las raíces. Durante los trabajos de campo se midió la profundidad mínima del suelo con un barreno de broca tipo standard.

### 3.4.2.3.2 Textura

La textura del suelo se refiere específicamente al tamaño de las partículas de arcilla ( $< 0.002$ ), limo ( $0.002 - 0.05$ ) y arena ( $0.05 - 2$  milímetros de diámetro). Esta propiedad de los suelos corrientemente se determina en el campo mediante el tacto. En el laboratorio de suelos la textura se determinó por medio del método de Boyoucus descrito por Bazán (1).

La clave de determinación consideró las siguientes clases texturales:

Clases de suelos livianos (símbolo  $T_L$ ), corresponden a suelos que incluyen texturas de arena (excepto arena muy fina) arenas francas, arcillosas y franco arcillosas con predominancia de agregados estables de 3 mm. de diámetro.

Los suelos de textura franco arenosas, franco arcillo arenosas y arcilla arenosas corresponden a la clase de suelos medianos (símbolo  $T_M$ ).

La clase de suelos pesados (símbolo  $T_P$ ) incluye a suelos de textura de arenas muy finas, francos, franco arcillosas y arcillosas.

Clase de suelos muy pesados (símbolo  $T_{MP}$ ) suelos que corresponden a texturas franco limosas, limo, franco arcillo limoso y arcillo limoso.

### 3.4.2.3.3 Pedregosidad y rocosidad

La pedregosidad se refiere a la proporción relativa de piedras de más de 25 cm. de diámetro que se encuentra en o sobre el suelo.

La rocosidad se refiere a la proporción relativa de exposición de la roca firme en una área de suelos, ya sea en afloramientos rocosos o en manchas de suelo muy delgado para uso, sobre lecho rocoso.

Para fines de clasificación la pedregosidad y rocosidad se dividieron en cinco clases, las que se detallan en el cuadro 5.

#### 3.4.2.3.4 Drenaje interno total

El drenaje interno total o permeabilidad del suelo se define como la facilidad y rapidez con que las aguas gravitacionales de escorrentía filtran dentro y pasan a trvés del suelo hacia los espacios subterráneos del suelo y estratos más profundos.

Se establecieron cinco clases de drenaje interno total, los que se muestran en el cuadro 6. La medición del drenaje interno total se basa fundamentalmente en la observación directa de campo apoyada de la deducción hecha a partir de un numeroso grupo de observaciones, tales como la disposición de los colores en el suelo, presencia de moteado, contenido de materia orgánica, niveles freáticos, textura y estructura de los horizontes del suelo.

Cuadro 5. Clases de pedregosidad y rocosidad

Clase de pedregosidad y rocosidad	Símbolo	Presencia de fragmentos gruesos	Distancia entre piedras en metros	Piedras y rocas en cuanto a su interferencia en las labores de labranza y otras características
Libre o ligeramente	P <sub>L</sub>	En proporción hasta 15%	de 30 m	No interfieren
Moderado	R <sub>M</sub>	Piedras y/o afloramientos rocosos en proporción del 15-50% del suelo	10 - 30 m	Dificultan: requieren labores de sempiedro para cultivo en limpio, se incluyen terrenos gravosos
Pedregoso o rocoso	R <sub>P</sub>	En proporción del 50-90%	2 - 10 m	Impiden cultivo en limpio. Por métodos primitivos permiten siembra de ciertos cultivos permanentes
Muy pedregoso ó muy rocoso	R <sub>MP</sub>	Piedras v/o afloramientos en grandes cantidades	1 - 2 m	Impiden toda posibilidad de cultivo económico usual. Permite el pastoreo artesanal y tradicional como la extracción de madera con sistemas de cables ó tractores
Extremadamente	R <sub>EP</sub>	Piedras v/o afloramientos en cantidades demasiado grandes	de 1 m	Impiden todo uso económico inclusive ganadero y extracción de maderas de bosques naturales

Cuadro 6. Clases de drenaje interno total

Clase de drenaje interno total	Símbolo	Velocidad del drenaje	Tipo de suelo	Localización de la napa freática
Excesivo	D <sub>E</sub>	Rápido	Suelos arenosos de muy escasa retentividad del agua, pedregosos, gravosos	Subsuelo o estratos más inferiores
Bueno	D <sub>R</sub>	Moderado	Suelos de textura moderada o suelos con alto contenido de materia orgánica	Fluctuante en el subsuelo
Imperfecto	D <sub>I</sub>	Lento	Suelos que se saturan de humedad durante períodos largos	Fluctuante sin llegar a la superficie
Pobre	D <sub>P</sub>	Muy lento	Suelos que se mantienen saturados de humedad durante largos períodos de tiempo	En la superficie del suelo o muy cerca de ésta
Anegado	D <sub>A</sub>	Casi nulo	Suelos permanentemente húmedos	En la superficie del suelo

### 3.4.2.3.5 Fertilidad inherente

Entiéndese por fertilidad inherente la capacidad natural del suelo para proveer nutrientes a la vegetación sea natural o cultivada, año tras año sin abonamiento artificial y a su capacidad, bajo cultivo intensivo, de proveer nutrientes de reemplazo en forma acelerada mediante la fertilización con abonos naturales y artificiales.

Haciendo uso del laboratorio de suelos el pH se determinó por medio de la técnica descrita por Greweling y Peech (13) usando una relación suelo - agua 1:1 y en solución KCl 1 N una relación suelo - agua 1:2. Las lecturas se efectuaron en el potenciómetro de electrodo de vidrio Coleman modelo 39. La determinación de la materia orgánica se efectuó por medio de la técnica descrita por Saiz del Río y Bornemisza (33); el nitrógeno total por el método se mi micro-Kjeldahl descrita por Diaz Romeu (8); el fósforo disponible mediante el método de Olsen modificado por Hunter (16) utilizando para las lecturas el fotocolorímetro Coleman Junior II, modelo 6120 en la longitud de onda 680 mu. La determinación de bases cambiabiles se efectuó según el método de Diaz Romeu y Balerdi (7); las lecturas se rea lizaron en el espectómetro de absorción atómica Perkin Elmer modelo 303. Valores de aluminio extraible se obtuvo por medio del método de Hunter (15) y la capacidad de intercambio catiónico por el método descrito por Diaz Romeu y Balerdi (7).

Cuadro 7. Escala de puntaje para el cálculo del valor potencial

pH agua 1:1	Determinación Apreciación Puntos	4.0 - 5.0 muy ácido - 5 a 0	5.0 - 5.5 ácido 0 a 5	5.5 - 6.5 lig. ácido 5 a 15	6.5 - 7.5 casi neutro 15	+ 7.5 alcalino 15 a 5
Capacidad de cambio me/100 g	Determinación Apreciación Puntos	0 - 5 muy baja - 5 a 0	5 - 10 baja 0 a 5	10 - 20 mediana 5 a 10	20 - 30 alta 10 a 20	+ 30 muy alta 20
Bases totales me/100 g	Determinación Apreciación Puntos	0 - 1 muy pobre - 5 a 0	1 - 5 pobre 0 a 5	5 - 10 regular 5 a 10	10 - 30 alta 10 a 20	+ 30 muy alta 20
Saturación de bases %	Determinación Apreciación Puntos	0 - 5 muy baja - 5 a 0	5 - 10 baja 0 a 5	10 - 30 mediana 5 a 10	30 - 60 alta 10 a 20	+ 60 muy alta 20
Carbón orgánico %	Determinación Apreciación Puntos	0 - 1.0 muy pobre - 3 a 1	1.0 - 1.5 pobre 1 a 3	1.5 - 2.5 normal 3 a 5	2.5 - 4.0 alto 5	+ 4.0 muy alto 5 a 1
Nitrógeno total %	Determinación Apreciación Puntos	0 - 0.10 muy pobre - 3 a 1	0.10 - 0.15 pobre 1 a 3	0.15 - 0.25 normal 3 a 5	0.25 - 0.30 alto 5	+ 0.30 muy alto 5 a 3
Fósforo Bray II P205 kg/ha	Determinación Apreciación Puntos	0 - 45 muy pobre - 5 a 1	45 - 90 pobre 1 a 5	90 - 185 regular 5 a 15	+ 185 alto 15	+ 185 alto 15

Con los resultados del análisis de suelos las clases de fertilidad inherente se clasificaron aplicando la escala de puntaje para el cálculo del valor potencial de acuerdo al cuadro 7.

La apreciación de la fertilidad inherente en su valor potencial se determinó de la relación de la suma de puntos sobre diez resultantes del cuadro 7.

El puntaje del valor potencial correspondientes a la determinación de las cinco clases de fertilidad inherente se presenta en el cuadro 8.

Cuadro 8. Puntaje del valor potencial

Clase de fertilidad	Símbolo	Puntaje del valor potencial
Muy alta	F <sub>MA</sub>	> 10
Alta	F <sub>A</sub>	9
Moderada	F <sub>M</sub>	6 a 8
Baja	F <sub>B</sub>	3 a 5
Muy baja	F <sub>MB</sub>	-5 a 2

Para medir las clases de fertilidad inherente del suelo durante los trabajos de campo se utilizó las características que se mencionan a continuación.

Suelos pertenecientes a la clase fertilidad inherente muy alta corresponden a suelos de color oscuro con elevado contenido de humus y rango de pH entre 7.0 - 7.5.

Suelos de color oscuro con moderado a alto contenido de humus en su horizonte superior y rangos de pH entre 6.0 - 7.0 corresponden a la clase de fertilidad inherente alta.

A la clase de fertilidad moderada pertenecen los suelos de color tendiente a oscuros con buen contenido de humus y rangos de pH entre 5.5 - 6.0.

Los suelos correspondientes a la clase de fertilidad inherente baja son aquellos que presentan un color pardo rojizo a pardo claro con bajo contenido de humus y rangos de pH entre 4.5 - 5.5.

Los suelos pertenecientes a la clase de fertilidad inherente muy baja presentan un color variable, mayormente claros a rojizos en el horizonte A y claros en el horizonte B, generalmente con bajo contenido de humus y un pH inferior a 4.5.

#### 3.4.2.3.6 Grado de erosión sufrida

Se entiende por erosión sufrida el producto de la que se conoce técnicamente como erosión acelerada, es decir, la erosión provocada por el hombre mismo a raíz de sus actividades agropecuarias y forestales, y no a la lenta erosión natural o geológica a que está sujeta toda tierra bajo la cubierta completa de la vegetación originaria.

La erosión sufrida puede haber sido provocada por la abrasión y arrastre de las partículas del suelo por agua, por viento, por el pisoteo de ganado o por disturbio mecánico de tractores, etc.

Se incluyen los efectos de deslizamientos masivos de tierra cuando éstos fueron ocasionados sobre terrenos cultivados, pastoreados o sujetos a una explotación de maderas.

Para fines de la clasificación de la capacidad de uso mayor de la tierra se reconocen 5 grados de erosión sufrida que se detalla en el cuadro 9.

La ponderación de las clases de erosión sufrida se efectúa por simple observación en el terreno.

Cuadro 9. Grado de erosión sufrida

Grado de erosión sufrida	Símbolo	Síntomas de la erosión
Nula	E <sub>N</sub>	Ninguna
Ligera	E <sub>L</sub>	Ligero arrastre presencia no frecuente de canaliculas marcas de pisoteo liviano en pastos
Moderada	E <sub>M</sub>	Presencia generalizada de canaliculas surcos poco profundos ligera presencia de trillos poco profundos sobre las macollas de gramíneas en pastos ausencia o escaséz de cárcavas
Severa	E <sub>S</sub>	Presencia de abundantes y profundos surcos, canículas, trillos profundos sin vegetación; pequeños deslizamientos en laderas macollas sobre pedestales en pasto presencia de cárcavas pequeñas
Extrema	E <sub>E</sub>	Suelos destruidos o fuertemente truncados; exposición del horizonte B o del subsuelo deslizamientos y deposiciones masivas de tierra, en algunos suelos se produce un microrelieve de la clase 4 con cárcavas profundas en patrones dentríticos

#### 3.4.2.3.7 Peligro de anegamiento o inundación fluvial

El anegamiento o inundación fluvial puede ser causado por el estancamiento de aguas en depresiones y llanuras, en especial sobre suelos de drenaje imperfectos, o por inundaciones de terrazas y vegas aluviales bordeando ríos y riachuelos.

Afecta casi exclusivamente a los terrenos planos ó levemente inclinados. Donde ocurre, tiene efectos muy especiales en cuanto al carácter y operabilidad de los suelos, cultivos potenciales y posibilidades para el pastoreo.

Se reconocen cinco clases de peligro de anegamiento o inundación que se describen en el cuadro 10. La calificación correspondiente a las clases descritas se procede por observaciones visuales durante los trabajos de campo.

Cuadro 10. Clases de peligro de anegamiento o inundación fluvial

Clases de anegamiento o inundación fluvial	Símbolo	Característica	Profundidad	Anegamiento Período
Nula	AN	La tierra nunca tiene agua estancada encima ni sufre de inundaciones de ríos o riachuelos		
Ligera	AL	El agua se estanca e inunda el terreno	Poca	Pocos días durante los meses más lluviosos
Moderada	AM	El agua se estanca e inunda el terreno	Moderada	Varias semanas en todos los años
Severa	AS	El agua se estanca e inunda el terreno	Grandes	Largos en todos los años
Anegado	AA	El agua permanece encima del terreno	Variable mayormente grandes	Casi todo el año

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Análisis topográfico

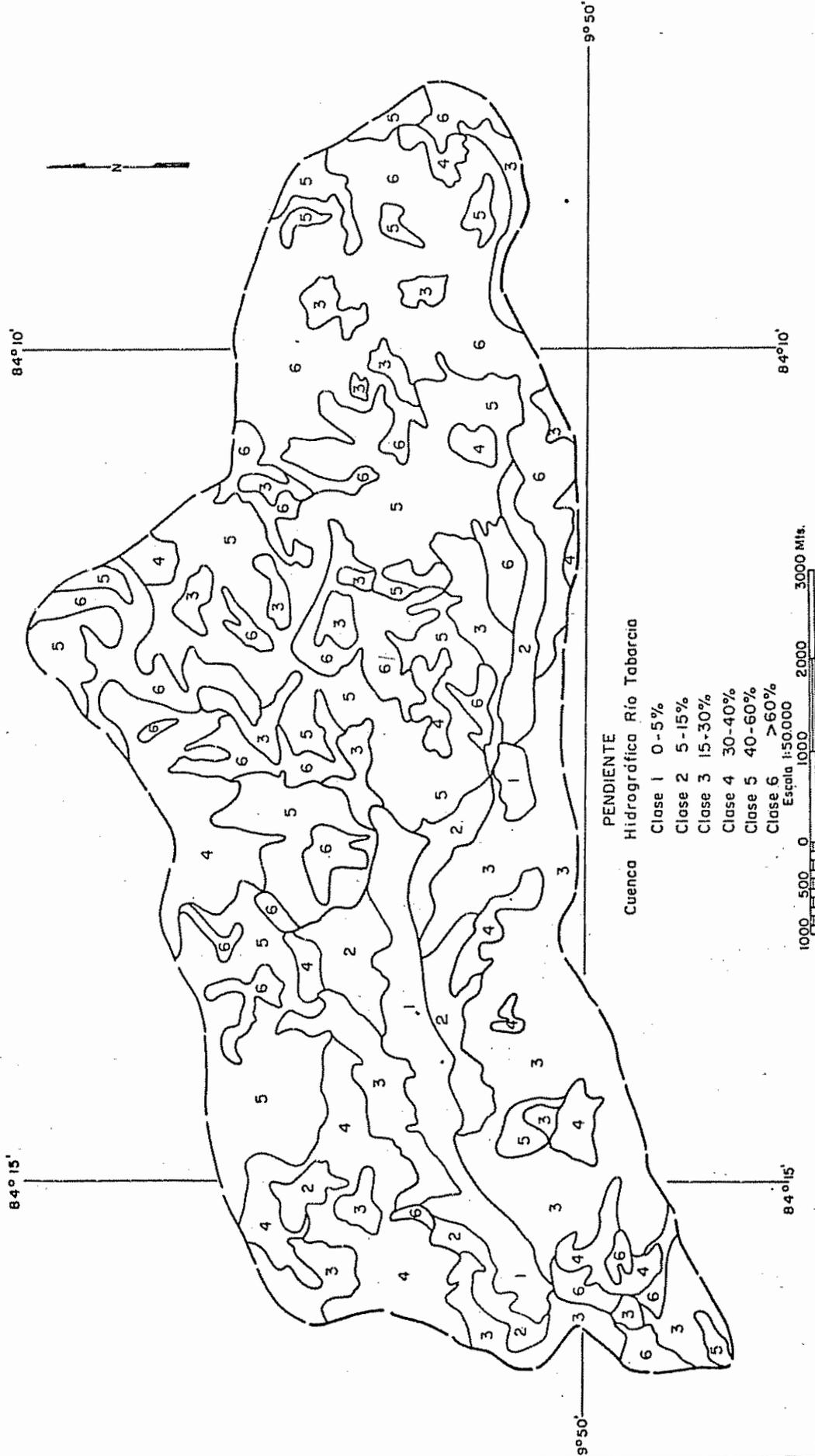
##### 4.1.1 Pendiente

La pendiente en las áreas de estudio fueron clasificadas como laderas largas y continuadas pertenecientes a las seis clases de pendientes propuestas. El resultado de este análisis se muestra en los mapas de pendiente N°9 y N° 10.

En la cuenca del río Tabarcia predominan las pendientes mayores a 30%, clases 4, 5 y 6, que cubren 38.9 km<sup>2</sup> del área total (73.3 km<sup>2</sup>). Es considerable el área con pendientes superiores a 60% (19 km<sup>2</sup>). Unicamente en una área muy reducida a lo largo de la cuenca media e inferior del río Tabarcia se clasificaron las tierras con pendientes menores a 5% (3.4 km<sup>2</sup>).

Inicialmente las áreas con pendientes entre 30 y 45% fueron deforestadas con el propósito de pastorear ganado en pasto natural, actividad que fracasó por los constantes accidentes de los animales especialmente en la época lluviosa. Esta actividad pecuaria se extendió inclusive a pendientes mayores a 45%. Esto trajo como consecuencia la pérdida completa de la vegetación arbustiva y arborea de las laderas afectadas. Actualmente se aprecia una vegetación gramínea pobre y un alto grado del proceso erosivo.

# MAPA N° 9

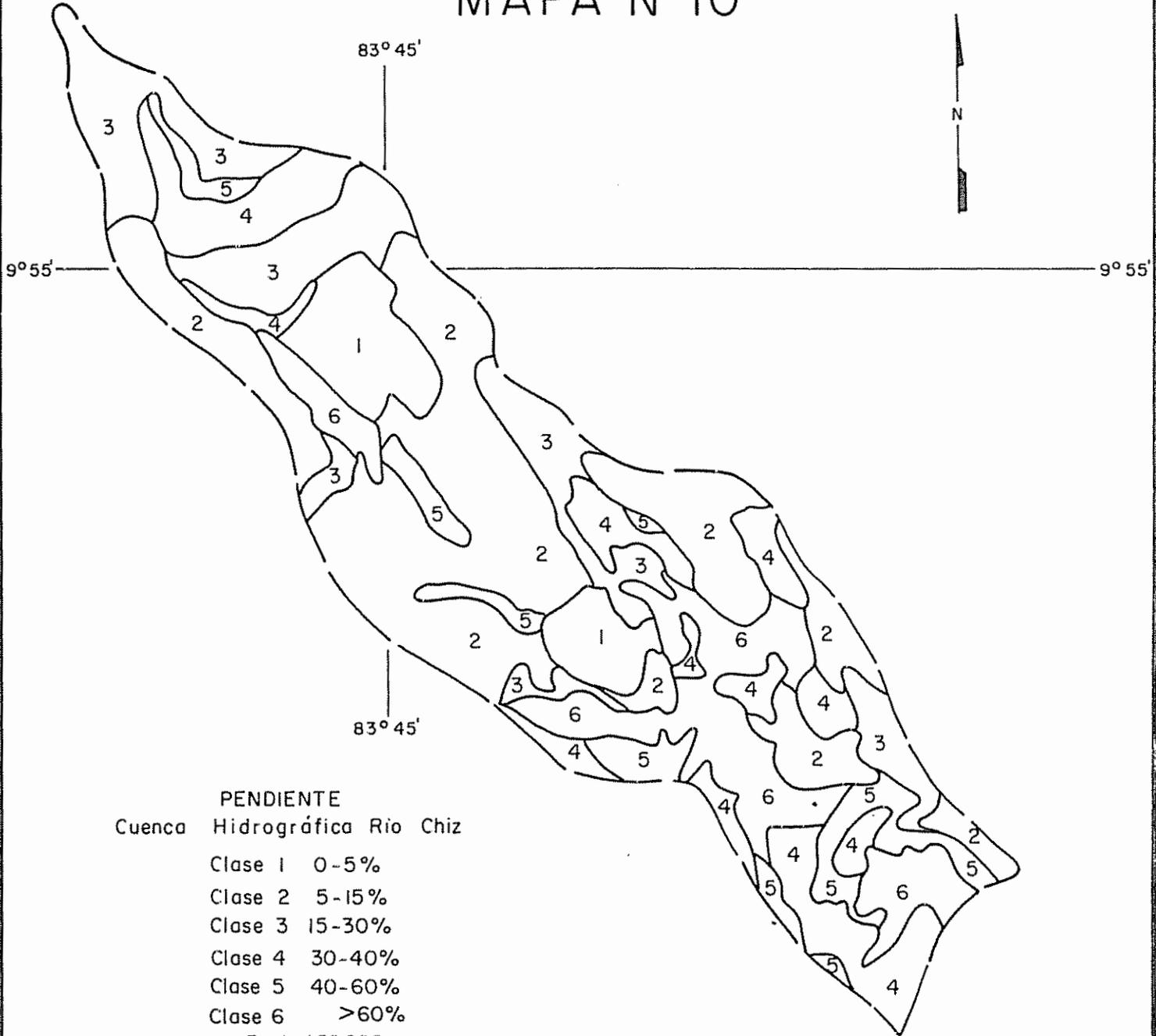


**PENDIENTE**  
 Cuenca Hidrográfica Río Tabarcia

Clase 1	0-5%
Clase 2	5-15%
Clase 3	15-30%
Clase 4	30-40%
Clase 5	40-60%
Clase 6	>60%

Escala 1:50,000  
 1000 500 0 1000 2000 3000 Mts.

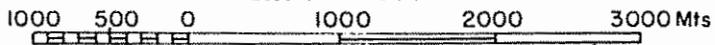
# MAPA N°10



PENDIENTE  
Cuenca Hidrográfica Rio Chiz

- Clase 1 0-5%
- Clase 2 5-15%
- Clase 3 15-30%
- Clase 4 30-40%
- Clase 5 40-60%
- Clase 6 >60%

Escala 1:50.000



En lo que corresponde a la cuenca del río Chiz las áreas de pendientes entre 5 - 30 %, clases 2 y 3, son las que predominan. Estas cubren 14.9 km<sup>2</sup> del total del área (25.1 km<sup>2</sup>). Casi la totalidad de estas pendientes están bajo el cultivo de la caña de azúcar. El área con pendientes superiores a 60% se extiende en 3.6 km<sup>2</sup>. En pendientes aún de 60% en ambas áreas de estudio se detectaron manchas pequeñas con cultivos de café y otros cultivos de subsistencia.

#### 4.1.2 Microrelieve

A la cuenca alta del río Tobarca y la parte inferior de la cuenca del río Chiz se la clasificó como superficie accidentada. En muy pequeña proporción de estas áreas se encuentran aún bosques naturales poco alterados. Los mismos que constituyen reliquias de una vegetación natural existente de hace algunos centenares de años.

#### 4.2 Análisis edáfico

##### 4.2.1 Análisis de laboratorio

El resultado del análisis químico de las muestras de suelos analizadas en el laboratorio de suelos se presenta en los cuadros 11 y 12 respectivamente.

La reacción del suelo, pH en agua, fluctuó entre 4.3 y 5.5 para el área de la cuenca del río Tobarca y de 3.9 a 6.3 para los suelos pertenecientes a la cuenca del río Chiz. De acuerdo a los datos obtenidos, 90% de los valores inferiores a 5.0, se deduce que los suelos de las áreas en estudio se los considera ácidos.

Cuadro 11. Resultado del análisis químico de los suelos, cuenca hidrográfica río Tabarcia

Muestra no.	pH		M.O. %	N total	C/N	Fosforo disponible ppm	C.I.C.	Ca	Mg	K	Intercambiable	S.B.	Relaciones		
	H <sub>2</sub> O 1:1	KCl 1:2											Ca/Mg	Mg/K	
1	4.4	3.5	0.54	0.10	3.13	1.0	12.18	1.0	0.72	0.14	4.75	54.27	1.39	5.14	12.29
2	4.8	4.0	4.15	0.30	8.02	1.0	18.27	1.5	1.80	0.18	2.85	34.65	0.83	10.00	18.33
3	5.1	4.1	3.48	0.25	8.07	3.0	38.57	10.4	12.53	0.95	1.18	54.97	0.83	13.19	24.14
4	4.9	4.0	2.35	0.17	8.01	3.0	23.49	5.4	4.84	0.45	3.24	59.30	1.12	10.76	22.76
5	5.0	4.1	4.76	0.28	9.86	2.0	29.87	7.2	5.71	0.35	3.43	55.88	1.26	16.31	36.89
6	4.3	3.6	3.22	0.16	11.67	1.0	28.71	3.0	2.71	0.30	9.44	53.81	1.11	9.03	19.03
7	4.5	3.5	5.49	0.27	11.79	1.0	35.96	4.6	4.11	0.16	9.98	52.42	1.12	25.69	54.44
8	4.3	3.4	3.35	0.20	9.71	1.0	33.35	5.2	4.91	0.25	12.69	69.12	1.06	19.64	40.44
9	4.9	4.0	4.69	0.28	9.72	2.0	31.61	7.2	4.38	0.30	2.87	46.66	1.64	14.60	38.60
10	4.4	3.5	3.82	0.26	8.52	1.0	64.67	12.2	10.35	0.40	16.19	60.52	1.18	25.88	56.38
11	4.4	3.4	3.15	0.41	4.46	1.0	33.00	2.2	3.14	0.30	8.16	41.82	0.70	10.47	17.80
12	4.6	3.6	4.22	0.18	13.60	1.0	49.88	9.3	15.70	0.30	9.01	70.79	0.59	12.08	19.23
13	4.8	4.2	3.75	0.17	12.80	1.0	26.97	2.5	3.31	0.30	2.49	31.89	0.76	11.03	19.37
14	4.7	3.8	4.62	0.31	8.65	1.0	43.50	11.7	6.11	1.05	3.27	50.87	1.91	5.82	16.96
15	4.8	4.0	4.76	0.29	9.52	36.0	23.78	2.6	1.32	0.25	2.70	28.89	1.97	5.28	15.68
16	5.1	4.1	3.48	0.25	7.38	5.0	26.68	6.3	4.18	0.85	2.33	51.20	1.51	4.92	12.33
17	5.1	4.3	8.11	0.46	10.23	23.0	32.19	4.6	1.34	0.30	3.41	29.98	3.43	4.47	19.80
18	4.6	3.8	8.78	0.53	9.61	3.0	39.15	4.1	3.51	0.30	5.88	35.22	1.17	11.70	25.37
19	5.0	4.0	5.49	0.30	10.61	2.0	27.84	2.4	1.40	0.30	2.04	22.05	1.71	4.67	12.67
20	4.6	3.7	6.97	0.37	10.93	1.0	33.35	4.3	4.44	0.65	5.38	44.29	0.97	6.83	13.45
21	4.4	3.5	4.49	0.28	9.30	4.0	25.81	1.2	1.05	0.35	5.41	31.00	1.15	2.97	6.40
22	5.5	4.9	7.44	0.43	10.04	3.0	30.45	4.0	1.10	0.30	0.63	19.80	3.64	3.67	17.00
23	5.2	4.3	4.82	0.29	9.64	5.0	24.94	3.5	1.75	0.75	3.58	38.41	2.00	2.33	7.00
24	4.9	4.1	4.96	0.28	10.28	2.0	30.16	3.6	3.77	0.80	3.62	39.09	0.95	4.71	9.21
25	4.9	3.9	0.53	0.01	3.14	6.0	42.63	17.7	4.18	0.70	0.80	54.84	4.23	5.97	31.26

Cuadro 12. Resultado del análisis químico de los suelos, cuenca hidrográfica rio Chiz

Muestra no.	pH		N total	C/N	Fosforo disponible ppm	C.I.C.	Ca	Mg	K	Al Interchangeable	S.B.	Relaciones			
	H <sub>2</sub> O	KCl										Ca/Mg	Mg/K	Cat/Mg	
	1:1	1:2	%			me/100 gr	%								
1	4.5	4.0	10.79	0.50	12.52	2.0	33.06	1.5	0.90	0.75	1.48	14.00	1.67	1.20	1.62
2	4.4	3.6	5.43	0.24	13.12	1.0	33.96	2.0	1.37	0.35	6.63	30.48	1.46	3.91	9.63
3	4.3	3.9	7.04	0.32	12.76	1.0	29.00	0.9	0.30	0.12	5.73	24.31	3.00	2.50	10.00
4	3.9	2.8	1.27	0.06	12.28	1.0	18.27	0.2	0.18	1.30	7.92	52.55	1.11	0.14	0.29
5	4.3	3.3	2.41	0.18	7.77	9.0	27.84	1.7	1.39	1.30	5.81	36.64	1.22	1.07	2.38
6	4.5	3.9	10.92	0.50	12.67	3.0	35.67	0.8	0.38	0.50	4.32	16.82	2.11	0.76	2.36
7	4.7	4.2	7.04	0.58	7.04	1.0	36.83	1.2	0.63	0.30	2.58	12.79	1.90	2.10	6.10
8	4.2	3.4	0.40	0.27	0.86	7.0	33.35	1.3	0.43	0.30	7.04	27.20	3.02	1.43	5.77
9	4.7	3.8	2.95	0.19	9.01	1.0	28.42	1.4	1.09	0.30	3.65	22.66	1.28	3.63	8.30
10	6.3	5.7	10.18	0.42	14.06	1.0	39.44	8.3	0.35	0.23	3.65	31.77	23.71	1.52	37.61
11	4.9	4.2	14.34	0.65	12.80	1.0	38.57	0.4	0.28	0.16	5.97	17.66	1.43	1.75	4.25
12	4.7	4.2	13.60	0.56	14.06	1.0	34.51	0.8	0.33	0.16	2.54	11.10	2.42	2.06	7.06

En las áreas con pendientes mayores a 30% los suelos de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia se mantienen sumamente susceptibles a las actividades agropecuarias y de extracción de maderas. Esta situación determinó el constante proceso de erosión que sufren estos suelos y a su vez no permitió una acumulación de materia orgánica.

Sin embargo los suelos del área de la cuenca han sido influenciados en su proceso de formación por cenizas volcánicas. Cuando existe actividad eruptiva de parte del volcán Irazú esta área de estudio queda dentro del abanico determinado por los vientos del este en la distribución de las cenizas volcánicas. El fenómeno se ha podido comprobar en ocasión de la reciente actividad del Irazú. Sanchez Bonilla (34) en su estudio geoagronómico de la zona de Puriscal, determinó en la parte superior de los suelos la presencia de minerales provenientes de las cenizas volcánicas vertidas por el volcán Irazú.

Referente a los suelos de la cuenca hidrográfica del río Chiz se encontró valores porcentuales mayores de contenido de materia orgánica. Razón de esta situación es que el área en estudio presenta sedimentos de cenizas recientes y la biomasa de la caña de azúcar, principal cultivo, es sumamente difícil de descomponerse, considerando asimismo su producción anual.

Los valores porcentuales del nitrógeno total en ambas áreas de estudio no sobrepasan el 0.6%, Fassbender (10)

en su estudio sobre las formas de N en algunos suelos de Costa Rica presentó valores de 0.76 y 0.20% de nitrógeno total para el suelo y subsuelo respectivamente correspondientes a los suelos de Juan Viñas. Los valores de N total y relación C/N encontrados por Fassbender (10:194 y 198) corroboran a los que se obtuvieron en la cuenca hidrográfica del río Chiz.

Con los datos que resultaron del análisis de laboratorio, y las observaciones de perfiles en el campo, se efectuó la clasificación y mapeo de suelos, que se muestra en los mapas N°11 y N°12.

#### 4.2.2 Clasificación de suelos

De acuerdo al sistema de clasificación taxonómica de suelos de la Séptima Aproximación (47), en las áreas de estudio se reconocieron y se clasificaron los suelos, a nivel de subgrupos.

\* En la cuenca hidrográfica del río Tabarcia el Lithic Ustropepts es el suelo dominante de toda el área observada. En las partes más altas de la cuenca está intercalado con el Typic Plinthaquult y Plinthustult. Ambos suelos mantienen una alta acumulación de arcilla presentando los primeros un moteado característico. En las partes donde se presentan la deras poco pronunciadas de la cuenca media el Lithic Ustropept se encuentra asociado fundamentalmente con el Lithic Ustorthent. A lo largo del cauce del río Tobarquia aparece en forma similar a los anteriores el Lithic Ustropept, caracterizando principalmente los suelos de las nacientes de los ríos Tabarcia y

# MAPA N° II

84°10'

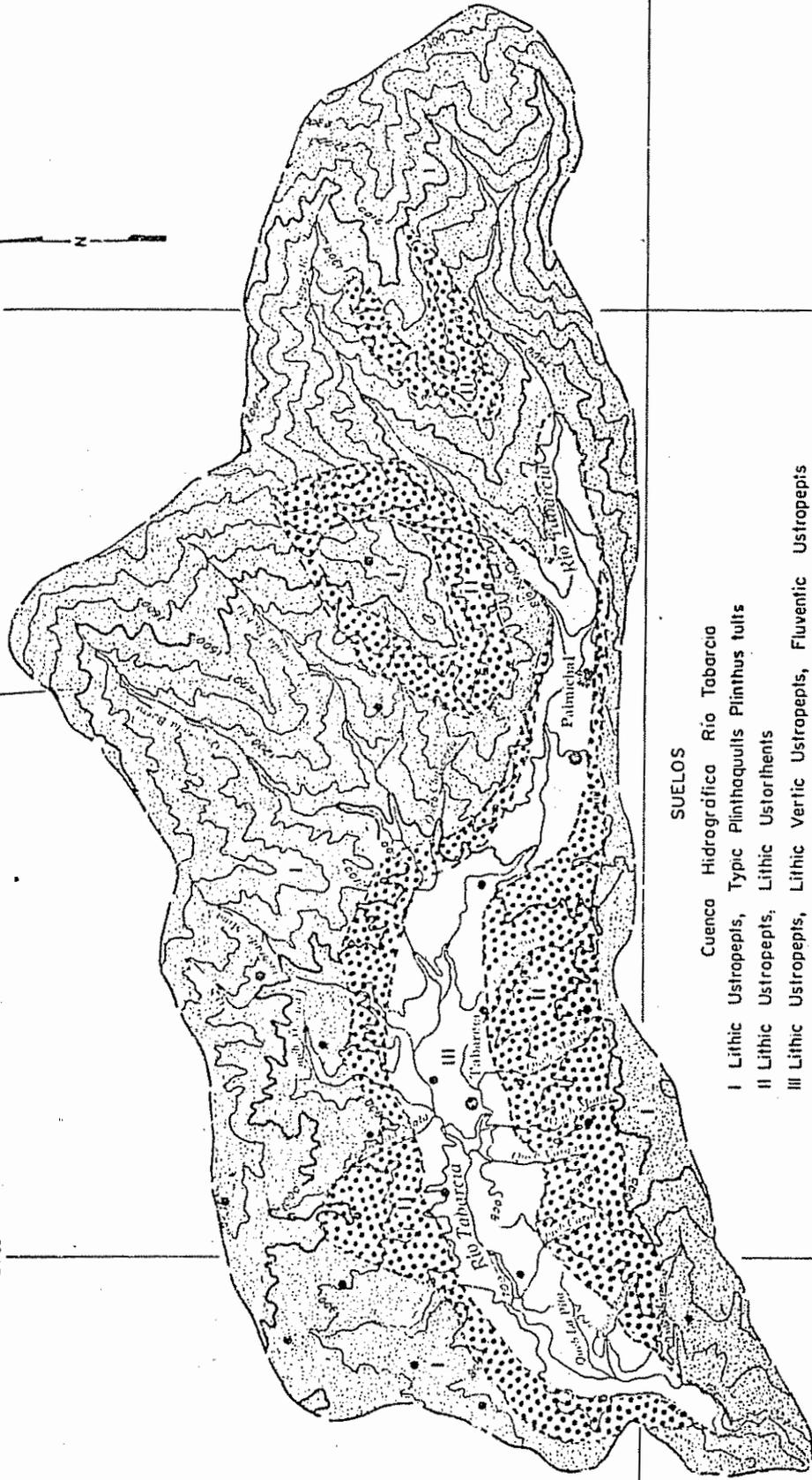
84°15'

9°50'

9°50'

94°10'

94°15'



## SUELOS

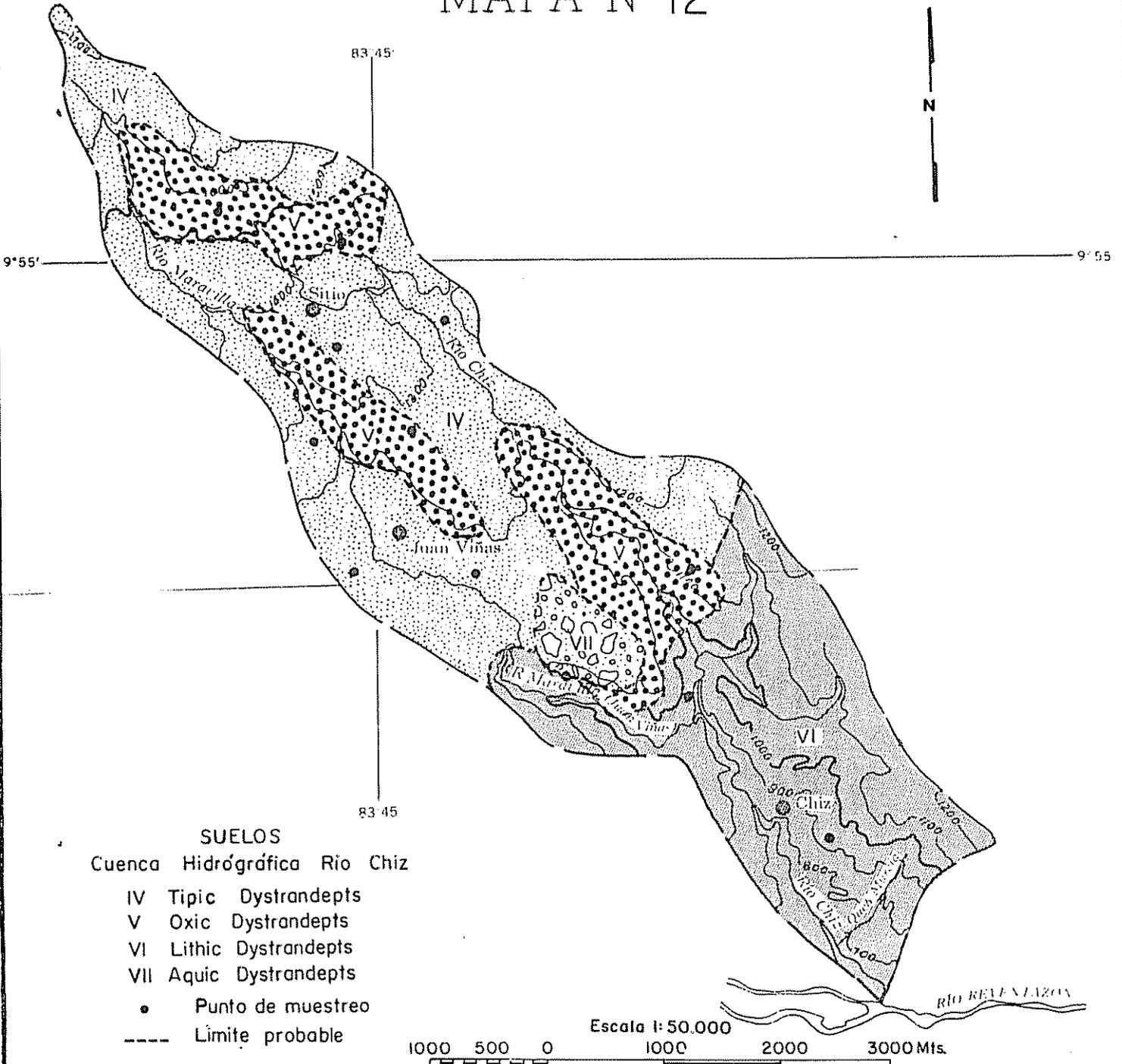
- I Lithic Ustropepts, Typic Plinthaquits Plinthus tults
- II Lithic Ustropepts, Lithic Ustorlithents
- III Lithic Ustropepts, Lithic Vertic Ustropepts, Fluventic Ustropepts

• Punto de muestreo

--- Límite probable

1000 500 0 1000 2000 3000 Mts.  
Escala 1:50,000

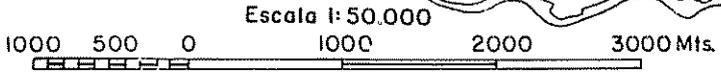
# MAPA N° 12



**SUELOS**  
Cuenca Hidrográfica Rio Chiz

- IV Typic Dystrandepts
- V Oxic Dystrandepts
- VI Lithic Dystrandepts
- VII Aquic Dystrandepts

- Punto de muestreo
- Limite probable



Negro. En dirección al cauce inferior del río Tabarcia los suelos Lithic Ustropepts disminuyen en intensidad de aparición dando lugar a los Lithic Vertic Ustropepts por el área de la localidad de Tabarcia y en el mismo cauce inferior aparece asociado con el Fluventic Ustropept. Vargas Vaglio (48) a los suelos Typic Ustropepts los denominó suelos lateríticos rojizos escarpados de la serie Purires.

Los suelos correspondientes al área de la cuenca hidrográfica del río Chiz corresponden a los siguientes subgrupos de acuerdo a la clasificación de suelos de la Séptima Aproximación.

La mayor área de los suelos de la zona de estudio está cubierta por el Typic Dystrandept. Estos suelos presentan dos variantes. En la primera se muestra un perfil donde el horizonte A de color negro y de alta acumulación de materia orgánica se sobrepone a un horizonte B de color rojizo profundo y de drenaje libre. A estos suelos Torres (9) los denominó serie Birrisito y los caracteriza por acumulaciones de caolín y óxidos de aluminio. Asimismo menciona que la fertilidad potencial de estos suelos es de mediana a buena en la superficie y mediana a mala en el subsuelo.

La otra variante de los suelos Typic Dystrandeps es aquella que presenta el siguiente perfil: un horizonte A de color negro con abundante acumulación de cenizas recientes y material orgánico sobre un horizonte B de color rojizo y éste a su vez sobre un horizonte C de color grisáceo a blanquecino de drenaje regular a malo, este último debido al alto

contenido de arcilla. Estos suelos caracterizan fundamentalmente el área de la cuenca alta. Fácilmente se reconoce la dificultad del drenaje en las brechas abiertas para la actividad agrícola siendo prácticamente imposible en días bastante lluviosos el recorrido del área con vehículos corrientes.

Los suelos Aquic Dystrandeps se encuentran en pequeña proporción al sureste de Juan Viñas sobre una área de depresión. Aunque existen canales de drenaje esta área sufre de una oscilación constante de la napa freática localizada entre un metro y metro y medio de la superficie.

Los suelos Oxíc Dystrandeps se encuentran generalmente en aquellas áreas donde la erosión no ha sido severa.

En el área de la cuenca inferior de los ríos Maravilla y Chiz se encuentran suelos que corresponden a los Lithic Dystrandeps. El grado de erosión sufrida en estos suelos fue severa y como característica especial del río Chiz en esta área es su acción de proceso de erosión regresiva, es decir la erosión va aumentando de la parte inferior hacia el cauce superior del río, carcomiendo en sí su mismo cauce. Debido a la alta pendiente en esta área, estos suelos tienen un lavado continuo y consecuentemente se hallan bastante lixiviados. El material parental se encuentra en estado de profunda meteorización.

A estos suelos Torres (9) los clasificó como suelos lateríticos correspondientes a la serie Ventura que los

caracteriza por ser arcillo arenosos desarrollados en lugares escarpados. A esta serie le asignó un grado de fertilidad potencial mediana. En el área de influencia de la desembocadura del río Chiz con el río Reventazón los suelos fueron clasificados por el mismo autor como serie las Vueltas de un grado de fertilidad potencial mala.

Muchos de los suelos de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia han producido café desde hace mucho tiempo. Los suelos de la cuenca hidrográfica del río Chiz que actualmente son utilizados para la producción de la caña de azúcar posiblemente han mantenido a este cultivo por más de cien años y lógicamente esta situación se mantendrá todavía por muchísimo tiempo. La explicación de este fenómeno es que estos suelos mantienen una alta acumulación de cenizas de origen geológico reciente. A esto se suma la acumulación de materia orgánica producida por el mismo cultivo de la caña de azúcar. Estos suelos presentan condiciones muy buenas de permeabilidad permitiendo incluso de ser cultivados después de fuertes lluvias.

La delimitación de los diferentes suelos que se mencionan debe considerarse como probables. Existe dentro de los mismos suelos clasificados tanto en el área de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia como del río Chiz grandes variaciones en distancias relativamente cortas. A consecuencia de la erosión sufrida se encuentran suelos viejos sobre suelos jóvenes como suelos entremezclados.

Explicación a este fenómeno es que algunas áreas se hayan deslizado quedando materiales superpuestos.

Los materiales parentales presentan un alto grado de meteorización. La fertilidad de estos suelos se explica por la remineralización con los materiales piroclásticos procedentes de la actividad de los volcanes de la Meseta Central.

Para la mejor comprensión e interpretación de los suelos mencionados, en el cuadro 13 se presentan sus equivalentes correspondientes al sistema USA - 1949 (46).

Cuadro 13. Clasificación taxonómica de suelos\*

Sistema Séptima Aproximación Sub-grupo	Orden	Sistema USA - 1949**
Aquic Dystrandept	Inceptisol	Ando
Fluventic Ustropept	Inceptisol	Aluvial
Lithic Dystrandept	Inceptisol	Ando
Lithic Ustorhent	Entisol	Litosol
Lithic Ustropept	Inceptisol	Latosol
Lithic Vertic Ustropept	Inceptisol	Aluvial
Plinthustult	Ultisol	Latosol pardo rojizo
Typic Dystrandept	Inceptisol	Ando
Typic Plintaquult	Ultisol	Latosol pardo amarillento

\* Nombres proporcionados por Ing. Alfredo Alvarado, especialista en clasificación de suelos de la Universidad de Costa Rica (comunicación personal)

\*\* TORP, J. y SMITH, G.D. (46)

#### 4.2.3 Profundidad mínima

Los suelos de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia presentan en su mayoría profundidades mínimas entre 0 - 50 cm. Debido a la inclinación de la pendiente y al grado de erosión sufrida estos suelos perdieron su capa superior apareciendo en muchas áreas el material parental sobre la superficie de la tierra.

Una situación similar se presenta en los suelos Lithic Dystrandepts de la cuenca hidrográfica del río Chiz. En los suelos Aquic Dystrandepts el factor limitante de profundidad lo constituye el nivel freático que se encuentra entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo. Los suelos más profundos los constituyen los Typic Dystrandepts y Oxíc Dystrandepts en el área de la cuenca del río Chiz y los Plinthustults en la cuenca del río Tabarcia.

#### 4.2.4 Textura

Por medio del análisis físico se determinó la textura de los suelos. El resultado de los análisis de laboratorio se presentan en los cuadros 14 y 15.

Los suelos analizados de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia en su totalidad presentaron predominancia de partículas de arcilla lo que determinaron suelos de textura franco arcillosa y arcillosa.

Cuadro 14. Resultado del análisis físico de suelos, cuenca hidrográfica río Tabarcia

Muestra Nº	Distribución de partículas			Textura
	arena	arcilla	limo	
	-----%			
1	39.00	40.20	20.80	Arcilloso
2	37.80	36.20	26.00	Franco arcilloso
3	30.80	39.20	30.00	Franco arcilloso
4	43.80	31.20	25.00	Franco arcilloso
5	24.60	41.40	34.00	Arcilloso
6	24.60	49.40	26.00	Arcilloso
7	13.60	55.40	31.00	Arcilloso
8	10.60	62.40	27.00	Arcilloso
9	22.60	41.40	36.00	Arcilloso
10	13.80	50.20	36.00	Arcilloso
11	13.80	54.20	32.00	Arcilloso
12	36.80	37.20	26.00	Franco arcilloso
13	17.80	52.20	30.00	Arcilloso
14	20.80	45.00	34.20	Arcilloso
15	51.80	25.00	23.20	Franco arcilloso arenoso
16	36.80	37.00	26.20	Franco arcilloso
17	43.80	31.00	25.20	Franco arcilloso
18	16.80	54.00	29.20	Arcilloso
19	13.60	57.00	29.40	Arcilloso
20	9.90	62.00	28.10	Arcilloso
21	15.80	59.00	25.20	Arcilloso
22	23.80	40.00	36.20	Arcilloso
23	26.80	46.00	27.20	Arcilloso
24	18.80	48.00	33.20	Arcilloso
25	48.60	25.20	26.20	Franco arcillo arenoso

Cuadro 15. Resultado del análisis físico de suelos, cuenca hidrográfica río Chiz

Muestra Nº	Distribución de partículas			Textura
	arena	arcilla	limo	
	-----%-----			
1	26.80	38.40	33.00	Franco arcilloso
2	17.60	54.40	28.00	Arcilloso
3	30.80	45.40	23.80	Arcilloso
4	29.80	39.20	31.00	Franco arcilloso
5	18.80	48.20	33.00	Arcilloso
6	25.80	44.20	30.00	Arcilloso
7	31.80	37.20	31.00	Franco arcilloso
8	22.80	49.20	24.00	Arcilloso
9	26.80	49.20	24.00	Arcilloso
10	55.80	20.20	24.00	Franco arcilloso arenoso
11	44.80	27.20	28.00	Franco arcilloso
12	48.80	25.20	26.00	Franco arcilloso arenoso

Los suelos de la cuenca del río Chiz de acuerdo a los valores porcentuales de arena, arcilla y limo, corresponden a suelos de textura franco arcillosos, arcillosos y franco arcillo arenoso.

#### 4.2.5 Pedregosidad y rocosidad

En las áreas más planas de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia se determinaron las clases muy pedregoso a extremadamente pedregoso, factores que constituyen limitantes a las actividades agrícolas.

En el área de la cuenca hidrográfica del río Chiz este factor limitante está asociado a la clase de microrelieve accidentado.

#### 4.2.6 Drenaje interno total y peligro de anegamiento

En las observaciones efectuadas en la cuenca hidrográfica del río Tabarcia, el drenaje interno total no fue considerado como factor limitante.

Los suelos Aquic Dystrandepsts y algunos suelos Typic Dystrandepsts, especialmente estos últimos en la cuenca alta del río Chiz, se caracterizaron por presentar una capa arcillosa blanquecina casi impermeable a profundidades menores a 100 cm. Ambos suelos fueron clasificados dentro las clases de drenaje interno total pobre e imperfecto respectivamente.

#### 4.2.7 Fertilidad inherente

La fertilidad inherente fue determinada sobre la base de los resultados obtenidos de los análisis químicos de los suelos.

La combinación de los factores que intervinieron en la apreciación del valor potencial de la fertilidad inherente arrojaron como resultado la agrupación de los suelos en tres clases de fertilidad inherente para ambas áreas de estudio. Las clases que se mencionan son: muy baja, baja y moderada. El cálculo para la obtención de la apreciación de la fertilidad inherente se presenta en los cuadros 16 y 17. Para este efecto se siguió estrictamente lo descrito en el cuadro 7.

#### 4.2.8 Grado de erosión sufrida.

En el área de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia se observaron y se clasificaron de acuerdo al cuadro 8 tres clases de erosión sufrida: moderada, severa y extrema. En las áreas laterales de la cuenca media, correspondiente principalmente a pendientes superiores a 45% se aprecia la formación de cárcavas e inicio de deslizamientos.

El estado actual del grado de erosión sufrida en laderas de la clase severa se caracteriza por presentar ondulaciones bien marcadas cubiertas por pastos naturales. La explicación de este fenómeno erosivo es la exagerada sobrecarga a los suelos poco estables de las laderas, consecuentes de las actividades de pastoreo.

A consecuencia de la erosión los suelos de las cimas de los cerros se encuentran sumamente lixiviados donde el contenido de aluminio presenta ciertas limitaciones a la vegetación.

Cuadro 16. Cálculo del valor potencial de la fertilidad inherente, cuenca hidrográfica río Tabarcia

Muestra no.	pH	Capacidad de cambio H <sub>2</sub> O 1:1 me/100 g	Bases totales me/100 g	Saturación de bases %	Carbón orgánico %	Nitrógeno total %	Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Puntaje	Apreciación
1	-3	6	6	18	-1	1	-4	2.3	muy baja
2	-1	9	6	11	5	5	-4	3.1	baja
3	1	20	17	20	5	5	-3	6.3	moderada
4	0	13	11	20	4	3	-3	4.8	baja
5	1	19	23	18	5	5	-4	6.7	moderada
6	-3	18	12	18	5	3	-4	4.9	baja
7	-2	20	24	17	4	5	-4	6.4	moderada
8	-3	20	16	20	5	4	-4	5.8	baja
9	0	20	22	15	5	5	-4	6.3	moderada
10	-3	20	20	20	5	5	-4	6.3	moderada
11	-3	20	11	14	5	5	-4	4.8	baja
12	-2	20	20	20	5	4	-4	6.3	moderada
13	-1	16	8	10	5	3	-4	3.7	baja
14	-1	20	16	17	5	5	-4	5.8	baja
15	-1	13	6	9	5	5	12	4.9	baja
16	1	16	11	17	5	5	-2	5.3	baja
17	1	20	9	10	2	4	6	5.2	baja
18	-2	20	11	12	2	3	-3	4.3	baja
19	0	17	6	8	4	5	-4	3.6	baja
20	-2	20	12	15	3	5	-4	6.9	moderada
21	-3	15	8	10	5	5	-2	3.8	baja
22	5	20	6	7	2	4	-3	4.1	baja
23	2	14	9	13	5	5	-2	4.6	baja
24	0	20	10	13	5	5	-4	4.9	baja
25	0	20	16	18	0	-3	-1	5.0	baja

Cuadro 17. Cálculo del valor potencial de la fertilidad inherente, cuenca hidrográfica río Chiz

Muestra no.	pH H <sub>2</sub> O 1:1	Capacidad de cambio me/100 g	Bases totales me/100 g	Saturación de bases %	Carbón orgánico %	Nitrógeno total %	Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Puntaje	Apreciación
1	-3	20	4	6	3	5	-4	3.1	baja
2	-3	20	10	10	5	5	-4	4.3	baja
3	-4	19	7	8	4	5	-4	3.5	baja
4	-5	9	9	17	2	-1	-4	2.7	muy baja
5	-4	17	10	12	5	3	1	4.4	baja
6	-3	20	6	6	3	5	-3	3.4	baja
7	-2	20	4	5	4	5	-4	3.2	baja
8	-4	20	9	9	-1	5	0	3.8	baja
9	-2	18	6	8	5	4	-4	3.5	baja
10	13	20	12	10	3	5	-4	5.9	moderada
11	-1	20	6	7	3	4	-4	3.5	baja
12	-2	20	3	5	3	5	-4	3.0	baja

En lo que corresponde al área de la cuenca hidrográfica del río Chiz la erosión se presenta como factor limitante en pendientes mayores a 45% determinadas dentro de la clase severa.

Los cuadros 18 y 19 presentan una síntesis de las características edáficas obtenidas y clasificadas de acuerdo a las clases de los ocho factores edáficos que contempla la determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra.

#### 4.3 Manejo tecnológico

De acuerdo a la descripción de las categorías de manejo tecnológico, éste se consideró dentro la categoría tradicional para ambas áreas de estudio. El actual manejo tecnológico en las cuencas hidrográficas de los ríos Tabarcía y Chiz se determinó por observación ocular y conversación con agricultores del lugar.

Aunque en la cuenca hidrográfica del río Chiz se emplea fuerza motriz y la producción de la caña de azúcar tiende a ser un sistema intensivo, el área que cubre este cultivo es relativamente pequeña para ser considerada bajo la categoría avanzada artesanal fuera de la situación que desde hace varias decenas de años el sistema de producción ha sido igual al que actualmente se practica.

#### 4.4 Capacidad de uso mayor de la tierra

La determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra se obtuvo por tabulación de los respectivos resultados de los análisis que consideraron los factores tratados

Cuadro 18. Características de los suelos de acuerdo a la clave de clasificación pedológica, cuenca hidrográfica río Tabarcia

Punto muestreo	Textura	Pedregosidad ó rocosidad	Drenaje interno	Clase Fertilidad inherente	Erosión sufrida	Anegamiento
1	TP	RM	DB	FMB	EE	AN
2	TP	RM	DB	FB	ES	AN
3	TP	RL	DB	FM	EM	AN
4	TP	RM	DB	FB	EM	AN
5	TP	RL	DB	FM	EM	AN
6	TP	RM	DB	FB	EM	AN
7	TP	RP	DB	FM	EM	AN
8	TP	RM	DB	FB	ES	AN
9	TP	REP	DB	FM	EN	AN
10	TP	RP	DB	FM	EM	AN
11	TP	RP	DB	FB	EL	AN
12	TP	RM	DB	FM	EL	AN
13	TP	RM	DB	FB	EM	AN
14	TP	RM	DB	FB	EL	AN
15	TM	REP	DB	FB	EN	AN
16	TP	REP	DB	FB	EL	AN
17	TP	REP	DB	FB	EL	AN
18	TP	REP	DB	FB	EM	AN
19	TP	RM	DB	FB	ES	AN
20	TP	REP	DB	FM	EL	AN
21	TP	REP	DB	FB	EL	AN
22	TP	RL	DB	FB	ES	AN
23	TP	RL	DB	FB	EM	AN
24	TP	RM	DB	FB	EM	AN
25	TM	RM	DB	FB	EM	AN

Cuadro 19. Características de los suelos de acuerdo a la clave de clasificación pedológica, cuenca hidrográfica río Chiz

Punto muestreo	Textura	Pedregosidad o rocosidad	Drenaje	Fertilidad inherente	Erosión sufrida	Anegamamiento
1	TP	RL	DB	FB	EL	AM
2	TP	RL	DB	FB	EN	AL
3	TP	RL	DI	FR	EL	AM
4	TP	RP	DB	FB	ES	AN
5	TP	RM	DB	FR	EM	AN
6	TP	RM	DB	FB	EL	AN
7	TP	RL	DB	FB	EN	AN
8	TP	RL	DP	FB	EN	AN
9	TP	RL	DB	FB	EN	AN
10	TM	RL	DI	FM	EN	AN
11	TP	RL	DI	FB	EN	AN
12	TM	RL	DB	FB	EL	AN

anteriormente. La relación combinada de los factores topográficos y edáficos permitieron obtener unidades de tierra con características comparables entre sí, las que fueron agrupadas de acuerdo a la clasificación de suelos como se presenta en el cuadro 20. Asimismo la superposición de los mapas ecológico, de suelos y de pendientes arrojó un primer nivel de delimitación de áreas.

La ponderación de las unidades de tierra obtenidas de la sobreposición de los mapas mencionados conjuntamente con los datos resultantes del cuadro 20, se codificaron en las claves de clasificación para la determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra por cada zona de vida.

El resultado de la codificación realizada se presenta en los cuadros 22 y 23, los mismos que permitieron delimitar las áreas de acuerdo a las categorías de capacidad de uso mayor de la tierra.

Para la cuenca hidrográfica del río Tabarcia se obtuvieron las siguientes categorías: pastos, bosques y protección, las mismas que se presentan en el mapa N°13.

En la cuenca hidrográfica del río Chiz las unidades de tierra codificadas fueron agrupadas en las siguientes categorías de capacidad de uso mayor de la tierra: cultivos permanentes, pastos, bosques y protección, los que se presentan en el mapa N°14.

Cuadro 20. Rango de las clases de los factores determinantes por agrupación de suelos

Muestras nos.	Suelos clasificados	Agrupación suelos	Micro-relieve	Profundidad cm	Textura	pH	Pedregosidad o rocosidad	Drenaje	Fertilidad inherente	Grado de erosión sufrida
Cuenca hidrográfica rio Tabarcia										
1,2,3,4	Lithic Ustropepts	I	MA	50	TP	4.3-5.5	RL-Rp	DB	FM-FMB	EM-EE
5,6,7,8	Typic Plinthaquults			50-100						
13,19,	Plinthustults			100						
22,24										
10,11,12	Lithic Ustropepts	II	MQ-MA	50	TM-Tp	4.4-5.2	RL-Rp	DB	FM-FB	EL-EM
23,25										
9,14,15	Lithic Ustropepts	III	Mp	50	TM-Tp	4.1-5.1	RM-RMP	DB	FM-FB	EN-EL
16,17,18	Lithic Vertic Urtropepts									
20,21	Fluventic Urtropepts									
Cuenca hidrográfica rio Chiz										
1,2,7,	Typic Dystrandeps	IV	Mp	100	TM-Tp	4.4-6.3	RL	DB-DI	FM-FB	EN-EL
9,10										
6,8,11,12	Oxic Dystrandeps	V	MQ	100	TM-Tp	4.2-4.9	RL-RM	DB-DI	FB	EN-EL
4,5	Lithic Dystrandeps	VI	MA	50	TP	3.9-4.3	RM-RMP	DB	FB-FMB	EM-ES
3	Aquic Dystrandeps	VII	Mp	50-100	TP	4.3	RL	DI	FB	EN

El cuadro 21 resume la delimitación de las áreas de estudio en categorías de capacidad de uso mayor de la tierra.

Cuadro 21. Categorías de la capacidad de uso mayor de la tierra.

Categorías	Cuenca hidrográfica			
	Río Tabarcia km <sup>2</sup>	%	Río Chiz km <sup>2</sup>	%
Cultivó permanente (C)	0.0	0.0	3.6	14.34
Pastos (P)	0.3	0.41	5.2	20.72
Bosques de producción (B)	36.7	50.07	6.7	26.69
Protección (X)	36.3	49.52	9.6	38.25
T o t a l	73.3	100.00	25.1	100.00

Cuadro 22. Determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra\*, cuenca hidrográfica río Tabarcia

Zona de vida	Pendiente Clase	%	Agrupación suelos	Capacidad de uso mayor				
bh-T	P <sub>1</sub>	0-5	II	Pastos				
	P <sub>1</sub>		III	Bosque de producción				
	P <sub>2</sub>		I	Bosque de producción				
	bmb-P	P <sub>2</sub>	5-15	II	Bosque de producción			
		P <sub>2</sub>		III	Bosque de producción			
		P <sub>3</sub>		I	Bosque de producción			
		bmb-MB	P <sub>3</sub>	13-30	II	Bosque de producción		
			P <sub>3</sub>		III	Bosque de producción		
			P <sub>4</sub>		I	Bosque de producción		
			bmb-MB	P <sub>4</sub>	30-45	II	Bosque de producción	
				P <sub>4</sub>		III	Bosque de producción	
				P <sub>5</sub>		I	Bosque de producción	
				bmb-MB	P <sub>5</sub>	45-60	II	Protección
					P <sub>5</sub>		III	Protección
					P <sub>6</sub>		I	Protección
	bmb-MB				P <sub>6</sub>	60	II	Protección
					P <sub>6</sub>		III	Protección
					P <sub>6</sub>		I	Protección
		bmb-MB			P <sub>1</sub>	0-5	II	Protección
					P <sub>1</sub>		III	Protección
					P <sub>2</sub>		I	Bosque de producción
bmb-MB			P <sub>2</sub>		5-15	II	Protección	
			P <sub>2</sub>			III	Protección	
			P <sub>3</sub>			I	Bosque de producción	
			bmb-MB	P <sub>3</sub>	15-30	II	Protección	
				P <sub>3</sub>		III	Protección	
				P <sub>4</sub>		I	Bosque de producción	
	bmb-MB			P <sub>4</sub>	30-45	II	Protección	
				P <sub>5</sub>		I	Bosque de producción	
				P <sub>5</sub>		II	Protección	
		bmb-MB		P <sub>5</sub>	45-60	III	Protección	
				P <sub>6</sub>		I	Protección	
				P <sub>6</sub>		II	Protección	
bmb-MB				P <sub>6</sub>	60	III	Protección	
				P <sub>3</sub>		I	Bosque de producción	
				P <sub>3</sub>		II	Protección	
			bmb-MB	P <sub>4</sub>	30-45	I	Protección	
				P <sub>5</sub>		I	Protección	
				P <sub>5</sub>		II	Protección	
	bmb-MB			P <sub>6</sub>	45-60	III	Protección	
				P <sub>6</sub>		I	Protección	
				P <sub>6</sub>		II	Protección	
		bmb-MB		P <sub>6</sub>	60	III	Protección	
				P <sub>3</sub>		I	Bosque de producción	
				P <sub>3</sub>		II	Protección	
bmb-MB				P <sub>4</sub>	30-45	I	Protección	
				P <sub>5</sub>		I	Protección	
				P <sub>5</sub>		II	Protección	
			bmb-MB	P <sub>6</sub>	45-60	III	Protección	
				P <sub>6</sub>		I	Protección	
				P <sub>6</sub>		II	Protección	
	bmb-MB			P <sub>6</sub>	60	III	Protección	

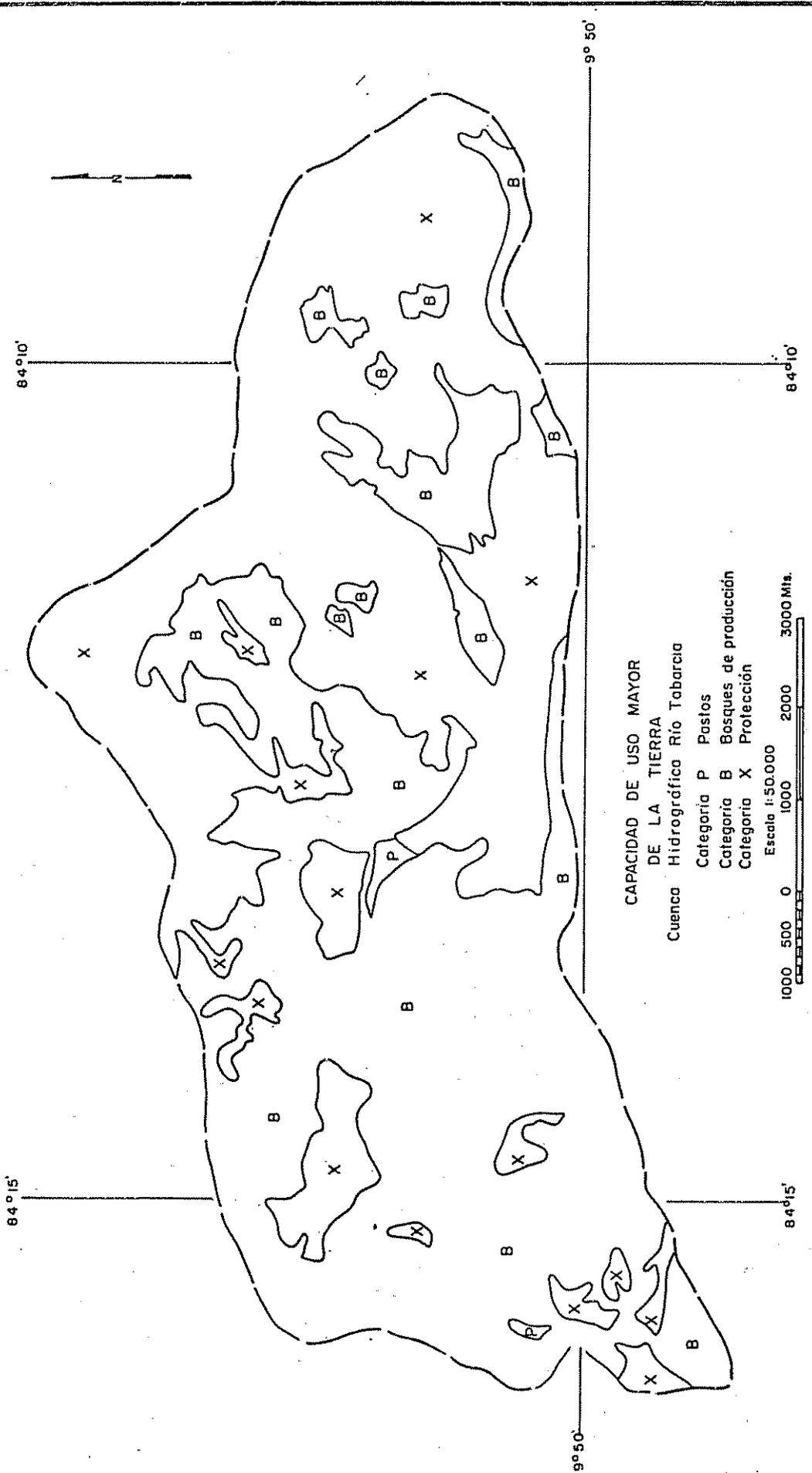
\* Utilizando las claves de clasificación desarrolladas por Tosi (84).

Cuadro 23. Determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra\*, cuenca hidrográfica del río Chiz

Zona de vida	Pendiente Clase	%	Agrupación suelos	Capacidad de uso mayor	
bmh-P	P <sub>1</sub>	0-5	IV	Cultivo permanente	
	P <sub>1</sub>		V	Pastos	
	P <sub>1</sub>		VII	Bosque de producción	
	P <sub>2</sub>	5-15	IV	Pastos	
	P <sub>2</sub>		V	Bosque de producción	
	P <sub>2</sub>		VI	Bosque de producción	
	P <sub>2</sub>		VII	Bosque de producción	
	P <sub>3</sub>	15-30	IV	Cultivo permanente	
	P <sub>3</sub>		V	Bosque de producción	
	P <sub>3</sub>		VI	Bosque de producción	
	P <sub>4</sub>	30-45	IV	Bosque de producción	
	P <sub>4</sub>		V	Bosque de producción	
	P <sub>4</sub>		VI	Bosque de producción	
	P <sub>5</sub>	45-60	IV	Bosque de producción	
	P <sub>5</sub>		V	Bosque de producción	
	P <sub>5</sub>		VI	Protección	
	bp-P	P <sub>6</sub>	60	V	Bosque de producción
		P <sub>6</sub>		VI	Protección
P <sub>1</sub>		0-5	IV	Cultivo permanente	
P <sub>2</sub>			IV	Cultivo permanente	
P <sub>2</sub>		5-15	V	Bosque de producción	
P <sub>2</sub>			VI	Protección	
P <sub>3</sub>			IV	Cultivo permanente	
P <sub>3</sub>		15-30	V	Bosque de producción	
P <sub>3</sub>			VI	Protección	
P <sub>3</sub>			VII	Bosque de producción	
P <sub>4</sub>		30-45	IV	Bosque de producción	
P <sub>4</sub>			V	Bosque de producción	
P <sub>4</sub>	VI		Bosque de producción		
P <sub>5</sub>	45-60	IV	Bosque de producción		
P <sub>5</sub>		V	Bosque de producción		
P <sub>5</sub>		VI	Protección		
bmh-MB	P <sub>6</sub>	60	V	Protección	
	P <sub>6</sub>		VI	Protección	
	P <sub>3</sub>	15-30	IV	Bosque de producción	
	P <sub>3</sub>		V	Bosque de producción	
	P <sub>4</sub>	30-45	IV	Bosque de producción	
	P <sub>4</sub>		V	Bosque de producción	
bp-MB	P <sub>3</sub>	15-30	IV	Bosque de producción	
	P <sub>3</sub>		V	Bosque de producción	
	P <sub>4</sub>	30-45	IV	Protección	
	P <sub>4</sub>		V	Protección	
	P <sub>5</sub>	45-60	IV	Protección	
	P <sub>5</sub>		V	Protección	

\* Utilizando las claves de clasificación desarrolladas por Tosi (84).

# MAPA N° 13



## CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

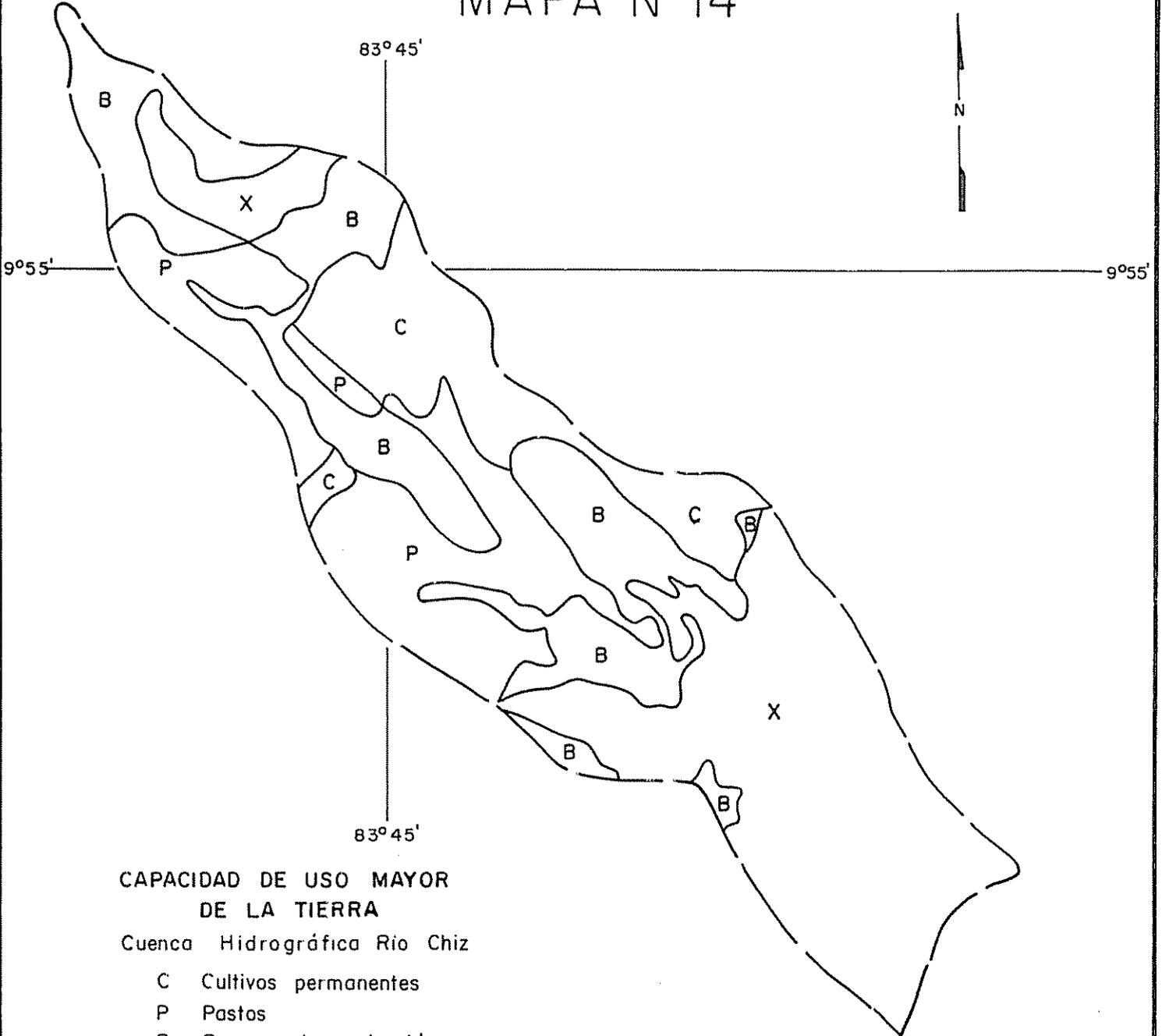
Cuenca Hidrográfica Rio Tabarcia

- Categoría P Pastos
- Categoría B Bosques de producción
- Categoría X Protección

Escala 1:50.000



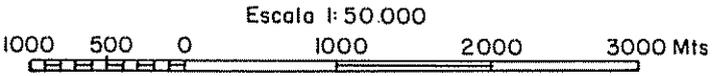
# MAPA N°14



## CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

Cuenca Hidrográfica Río Chiz

- C Cultivos permanentes
- P Pastos
- B Bosques de producción
- X Protección



Se desprende del cuadro 21 que el 99% del área de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia pertenece a las categorías mayores bosque de producción y protección.

La categoría bosque de producción (B) cubre el 50% (36.7 km<sup>2</sup>), de la superficie total, ubicada en las siguientes zonas de vida: a) bosque húmedo tropical transición a premontano; b) bosque muy húmedo premontano, y c) bosque muy húmedo montano bajo.

La categoría de uso mayor protección (X) representa el 49.5% (36.3 km<sup>2</sup>) de la superficie total (73.3 km<sup>2</sup>). Esta categoría se presenta en todas las clases de pendiente establecidas y en las zonas de vida: a) bosque húmedo tropical transición a premontano; b) bosque muy húmedo premontano, y c) bosque muy húmedo montano bajo.

Menos del 0.5% del área total de la cuenca del río Tabarcia fue determinado en la capacidad de uso para pastoreo (P). Esta área se presenta en la clase de pendiente de 0-5% en la zona de vida bosque húmedo tropical transición a premontano.

Referente a la cuenca hidrográfica del río Chiz, se determinó cuatro categorías de uso mayor de la tierra: a) cultivos permanentes, b) pastos, c) bosques de producción y d) protección.

El área determinada en la categoría cultivos permanentes (C), 3.6 km<sup>2</sup> equivalentes a 14% de la superficie total (25.1 km<sup>2</sup>) de la cuenca del río Chiz, se asocia fundamentalmente a pendientes inferiores a 30% en las zonas de

vida bosque muy húmedo premontano y bosque pluvial premontano. El área está cubierta casi en su totalidad con cultivos de caña de azúcar.

El 20.7% del área total, correspondiente a 5,2 km<sup>2</sup>, fue situado en la categoría de uso mayor pastos (P), ocupando pendientes de las clases 1 y 2 dentro de la zona de vida bosque muy húmedo premontano.

La categoría de uso mayor bosques de producción fue determinada, en ésta área de estudio, a 26.7%, que corresponde a 6.7 km<sup>2</sup> de la superficie total en pendientes mayores a 15%. Esta categoría abarca parte de las siguientes zonas de vida: a) bosque muy húmedo premontano; b) bosque pluvial premontano; c) bosque muy húmedo montano bajo, y d) bosque pluvial montano bajo.

La categoría de uso mayor protección (X) se delimitó en el área de la cuenca inferior sobre una superficie de 9.6 km<sup>2</sup> equivalentes a 38.2 % de la superficie total. Se extiende en las zonas de vida bosque muy húmedo premontano y bosque pluvial premontano, en pendientes mayores a 5%. En la cuenca alta en el área de la zona de vida bosque pluvial montano bajo, se presenta en la clase de pendiente 30-40%.

#### 4.5 Uso actual de la tierra

Por medio de la fotointerpretación y observaciones en el campo se determinó el uso actual de la tierra en ambas áreas.

El área comprendida por cultivos permanentes, fundamentalmente por café se desarrolla en la cuenca hidrográfica del río Tabarcia, en las laderas de las clases de pendientes  $P_1 - P_3$ , cubriendo pequeñas proporciones de superficie. En los lugares más planos, cercanos a la localidad de Tabarcia, se desarrolla una agricultura mixta. La combinación de cultivos entre cítricos y caña de azúcar, frijol con tomates y hortalizas, maíz con banano, caña de azúcar con ciprés, y otros cultivos asociados representan una actividad agrícola de subsistencia familiar.

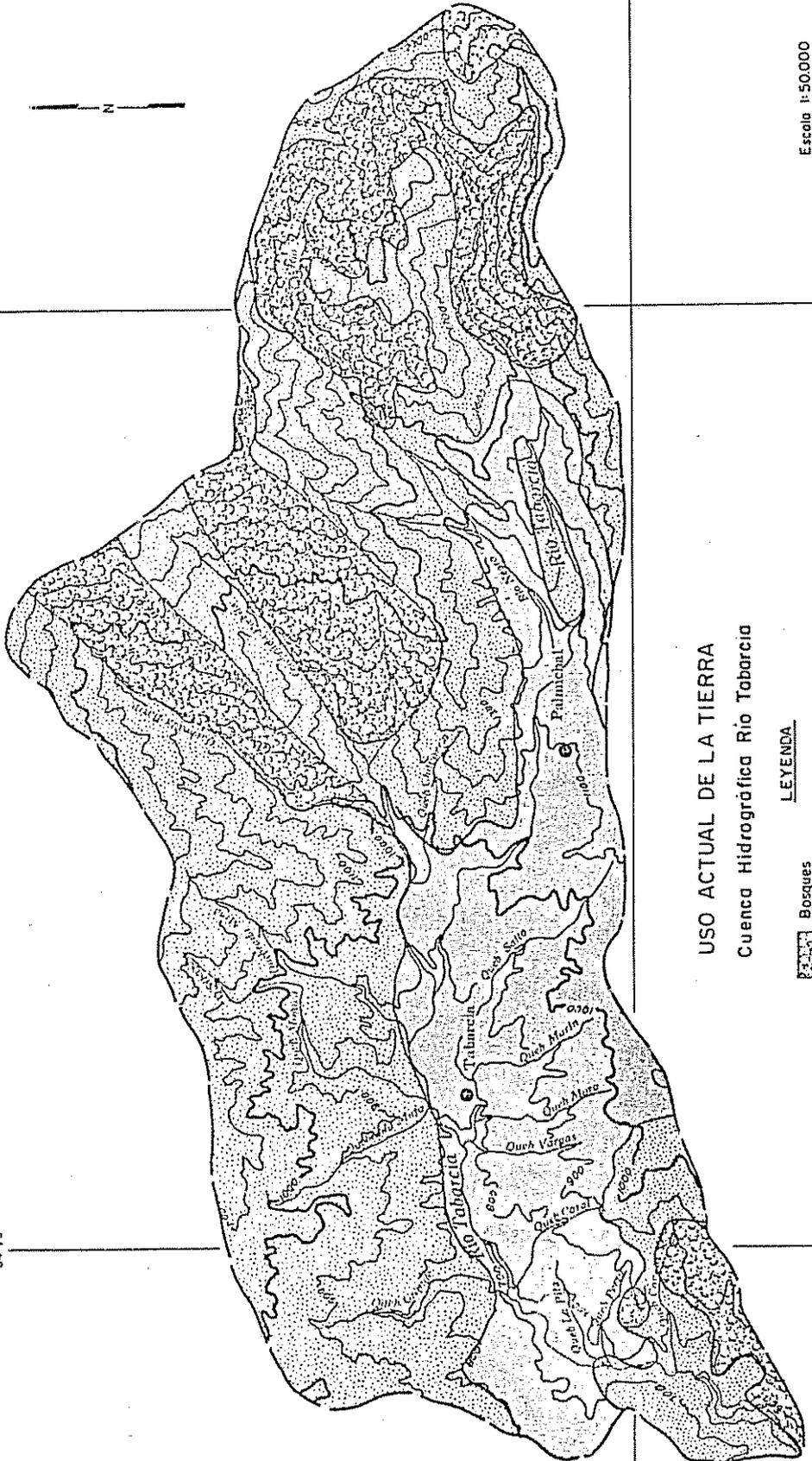
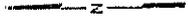
La actividad ganadera se desarrolla en un sistema muy extensivo. Los bosques de la cuenca alta están aún siendo intervenidos con la tumba y trozado de árboles, a pesar de existir una ley que declaró a los cerros de Escazú como reserva forestal. La mayor parte de la cuenca se muestra completamente deforestada. Las áreas mencionadas se muestran en el mapa 15.

En lo que corresponde a la cuenca hidrográfica del río Chiz el mapa 16 muestra el estado actual del uso de la tierra. La caña de azúcar es considerado por sus características de explotación y para los fines de la clasificación del uso mayor de la tierra, como cultivo permanente. Después de la caña, el café constituye el sistema de cultivo siguiendo el orden de importancia. Este cultivo se ha observado en pendientes mayores a 45%. Debido a la pendiente mayor a 60% y al microrelieve accidentado se ha mantenido

# MAPA N°15

84°10'

9°50'



84°10'

## USO ACTUAL DE LA TIERRA

### Cuenca Hidrográfica Rio Tobarquia

#### LEYENDA

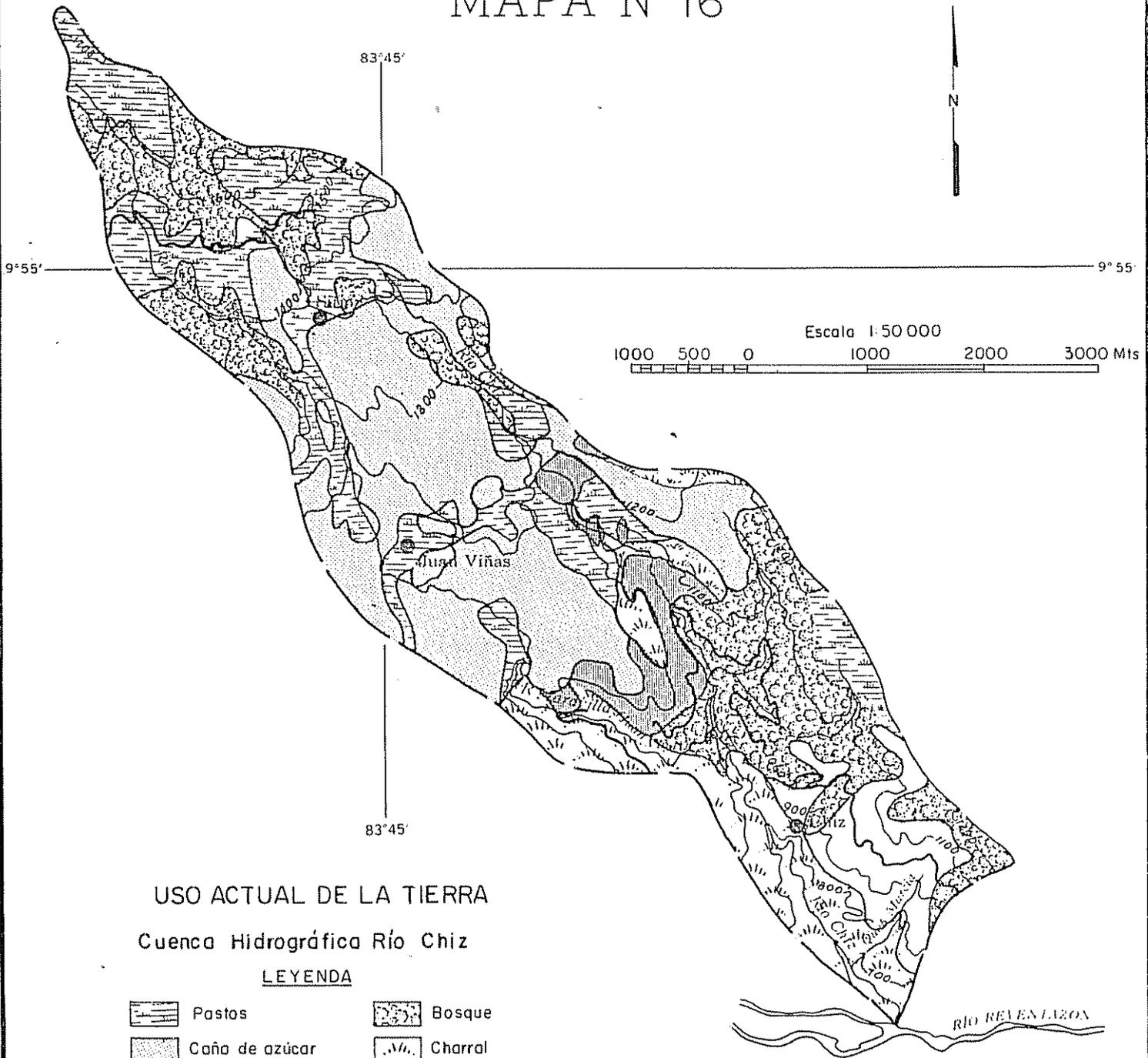
-  Bosques
-  Terrenos deloreciados, en general cubierto con pasto natural
-  Agricultura mixta, café, caña de azúcar, frijol, maíz, clínicos, patrones

84°15'

9°50'

84°15'

# MAPA N° 16



USO ACTUAL DE LA TIERRA  
Cuenca Hidrográfica Río Chiz

LEYENDA

- |  |                |  |                             |
|--|----------------|--|-----------------------------|
|  | Pastos         |  | Bosque                      |
|  | Caño de azúcar |  | Charral                     |
|  | Café           |  | Cultivos mixtos, hortalizas |

en el cauce inferior del río Chiz áreas cubiertas con bosques. También se han observado áreas de pastoreo en las áreas planas de la cuenca alta y media del río Chiz, las que fueron delimitadas en el mapa N°16

#### 4.6 Relación uso actual - capacidad de uso mayor de la tierra.

La relación entre la capacidad de uso mayor y el uso actual, determina tres posibles categorías: el uso indicado, el sobreuso y el subuso de la tierra.

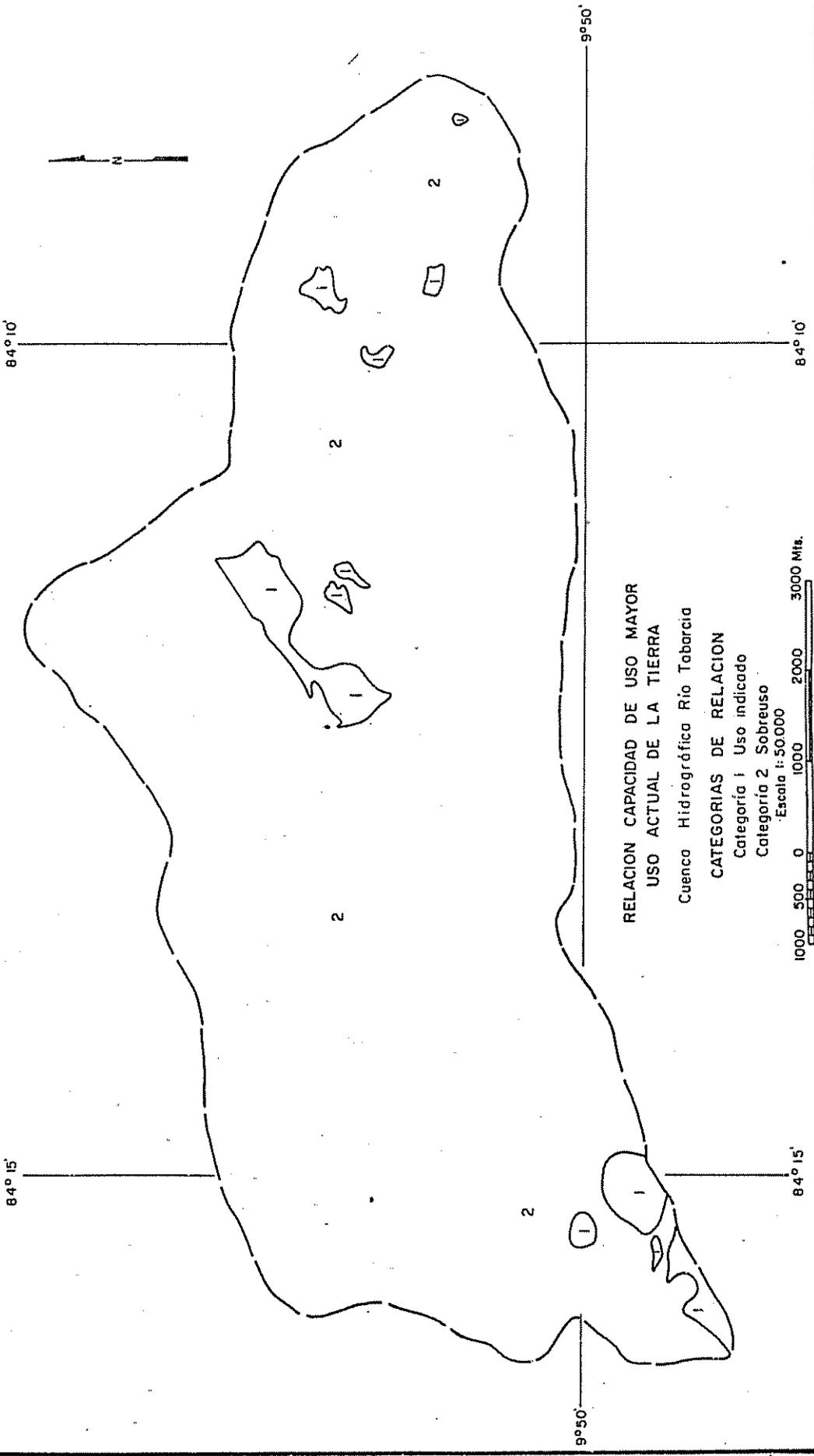
La determinación de las categorías mencionadas se efectuó por la sobreposición de los mapas de capacidad de uso mayor y uso actual de la tierra. El resultado de este análisis se muestra en los mapas 17 y 18.

La categoría subuso corresponde al área de terreno donde la actividad de producción actual está por debajo de una de las categorías determinadas de la capacidad de uso mayor de la tierra y viceversa en lo que se refiere al sobreuso de la tierra.

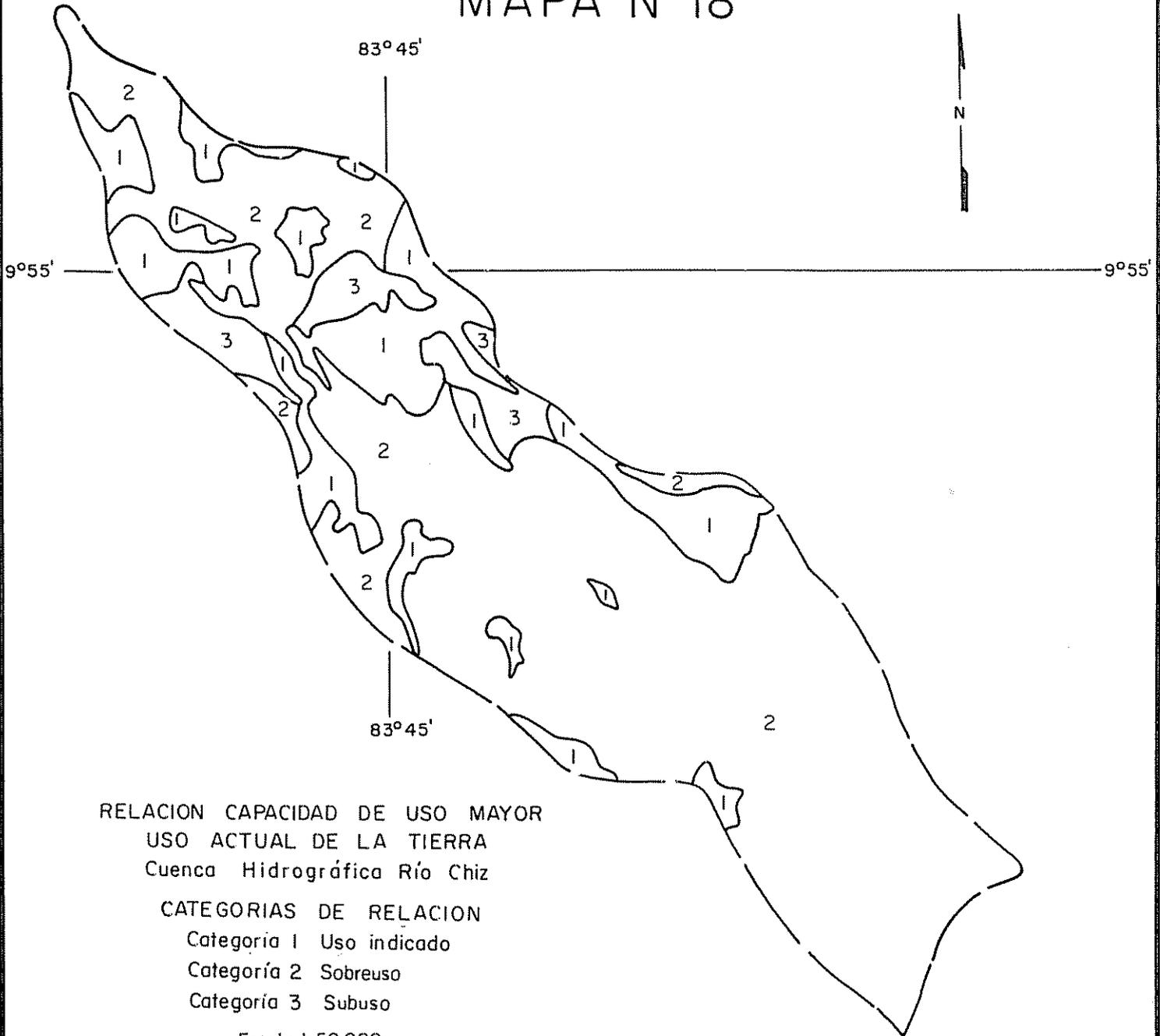
En las áreas consideradas en la categoría sobreuso la producción tiende constantemente a su disminución.

En contraposición a este criterio las áreas que se clasificaron en la categoría de subuso, éstas podrían alcanzar mayores rendimientos si la producción o explotación de la tierra correspondiera a las categorías de capacidad de uso mayor.

# MAPA N° 17



## MAPA N°18



El uso indicado se refiere a las áreas clasificadas en una determinada categoría la misma que corresponde al uso actual de la tierra.

La relación del uso actual con la capacidad de uso mayor de la tierra de ambas áreas de estudio se resume en el cuadro 24.

Cuadro 24. Relación uso actual - capacidad de uso mayor de la tierra

Categoría	Cuenca hidrográfica			
	Río Tabarcia km <sup>2</sup>	%	Río Chiz km <sup>2</sup>	%
Uso indicado	3.4	4.64	3.4	13.55
Subuso	0.0	0.0	1.4	5.58
Sobreuso	69.9	95.36	20.3	80.88
T o t a l	73.3	100.00	25.1	100.00

Del cuadro se desprende que el 95% del área total de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia corresponde a la categoría sobreuso. A esta categoría pertenecen las áreas determinadas para protección, las mismas que se encuentran actualmente sobreutilizadas.

Un porcentaje considerable (80.88%) del área de la cuenca hidrográfica del río Chiz se determinó como áreas sobreusadas.

Menos del 5% y 15% del total de las áreas de las cuencas de los ríos Tabarcía y Chiz respectivamente, coinciden en la determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra con las actuales actividades agrícolas.

A esta última categoría, no indicado, pertenece el bosque existente en la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo, de la cuenca del río Chiz. El alto índice de precipitación en esta zona de vida constituyó el factor limitante para las actividades agrícolas, razón por la que se mantuvo el bosque en condiciones poco alteradas.

Del total del área de la cuenca del río Chiz únicamente el 5.5% equivalente a 1.4 km<sup>2</sup>, se determinó en la categoría subuso.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra en las cuencas hidrográficas de los ríos Tabarcia y Chiz permitieron establecer las siguientes conclusiones:

1. La capacidad de uso mayor de la tierra determina el uso ecológicamente más racional y constante de la tierra.
2. De los factores topográficos y edáficos analizados, la pendiente y la fertilidad inherente constituyen los fundamentos básicos para la determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra.
3. Los factores microrelieve, profundidad mínima, textura, pedregosidad y rocosidad, drenaje, grado de erosión sufrida y peligro de anegamiento o inundación fluvial, determinan los límites máximos permitidos de uso mayor de la tierra.
4. Las categorías de relación de capacidad de uso mayor y actual de la tierra, señalan implícitamente la dirección que deben seguir los programas de planificación regional, apuntando consideraciones de proyectos prioritarios de cambio y desarrollo.

5. Del área total de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia (73 km<sup>2</sup>), el 99.5% de la superficie es de vocación estrictamente forestal y 0.5% corresponde a pastos. Referente a la cuenca del río Chiz (25 km<sup>2</sup>) el 14.3% fue determinado en la categoría cultivo permanente, 20.7% a pastos, 26.7% a bosques y 38.3% a protección.
6. El 95% de la superficie total de la cuenca del río Tabarcia y 81% de la del río Chiz está usada irracionalmente.
7. Las prácticas de pastoreo inclusive en pendientes superiores al 45% en la cuenca del río Tabarcia ocasionaron un alto y acelerado proceso de erosión (formación de ondulaciones en el terreno y presencia de cárcavas).

## 6. RECOMENDACIONES

En las categorías resultantes de la relación capacidad de uso mayor con el uso actual de la tierra, fue posible presentar recomendaciones congruentes para la planificación del desarrollo de las áreas estudiadas a fin de mantener el uso indicado. En esta forma se lograría la máxima rentabilidad de inversión a largo plazo, considerando la capacidad permanente o sostenible de uso de la tierra, determinado por los factores de ambiente físico y el nivel de competencia en técnicas y sistemas agrícolas, pecuarios y forestales presentes en la población rural.

Específicamente para el área de estudio de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia se recomienda:

1. Someter por decreto ministerial el total de su superficie al régimen forestal como Reserva Forestal, de acuerdo a la Ley Forestal de Costa Rica.
2. Al área determinada en la categoría de uso mayor pastos (0.4% de la superficie total) mantenerla subutilizada con bosques de producción. Aunque la capacidad de uso de la tierra no rendiría el máximo permitido, se evitaría a su vez la propagación de la actividad ganadera fuera del área en sí determinada para pastoreo.

3. Iniciar en un futuro inmediato programas de repoblación forestal.
  - a) En las áreas de pendientes de las clases 5 y 6 se recomienda la repoblación forestal natural mediante la protección absoluta de la regeneración natural.
  - b) En el resto del área deberán efectuarse trabajos de reforestación forestal artificial. Para los suelos Lithic Ustropepts se recomienda especialmente Pinus spp.
4. Reubicar parte de la población en áreas fuera de la cuenca hidrográfica y a su vez organizar cooperativas forestales.

Referente a la cuenca hidrográfica del río Chiz se sugieren las siguientes recomendaciones:

1. El área determinada en la categoría sobreuso en las zonas de vida bosque muy húmedo premontano y bosque pluvial premontano, presenta el mismo riesgo a largo plazo que la situación expuesta para la cuenca del río Tabarcia, de tal modo que se recomienda iniciar programas de manejo forestal.
2. En las zonas de vida bosque pluvial montano bajo y bosque muy húmedo montano bajo, la función protectora debe tener prioridad sobre la función productiva.

3. En las áreas de la categoría de subuso, deberán intensificarse los cultivos a la categoría de uso mayor que corresponda.
4. Reubicar a la población especialmente de las áreas determinadas como protección.

## 7. RESUMEN

El constante aumento de la población, la deficiente producción de alimentos, y la falta de estudios para determinar la vocación de uso de la tierra, fueron todos factores que se combinaron para provocar el uso irracional de la tierra en una área considerable de los trópicos americanos.

El presente estudio tenía como objetivo determinar la capacidad de uso mayor de la tierra o sea la utilización óptima permisible, para las cuencas hidrográficas de los ríos Tabarcia (73.3 km<sup>2</sup>) y Chiz (25.1 km<sup>2</sup>), ambas áreas representativas de las dos principales regiones geográficas en Costa Rica.

Para la determinación de la capacidad de uso mayor de la tierra, se siguió la metodología desarrollada por Tosi, la que permitió delimitar, en primera instancia, las grandes unidades bioclimáticas resultantes de la separación de paisajes homogéneos por cada zona de vida (sensu Holdridge).

En base a estas unidades de tierra, se efectuó un muestreo selectivo de suelos, y se analizaron dos factores topográficos (pendiente y microrelieve) y siete factores edáficos (profundidad mínima del suelo, textura, pedregosidad o rocosidad, drenaje interno, fertilidad inherente, grado de erosión sufrida y peligro de anegamiento o inundación fluvial).

La sobreposición de los mapas ecológico, de suelos y de pendientes, arrojaron como resultado unidades menores de tierra, las que fueron clasificadas de acuerdo a la clave de determinación y permitieron la elaboración de mapas de capacidad de uso mayor de la tierra; en esta operación se tomaron en cuenta las prácticas tradicionales del manejo tecnológico de la tierra imperantes en el país.

En el área de la cuenca hidrográfica del río Tabarcía se determinaron tres categorías de uso mayor de la tierra: a) pastos (menos de 0.5% de la superficie total), b) bosques susceptibles de manejarse para producción continua (50%) y c) para protección (49.5%). En el área de la cuenca del río Chiz se determinaron cuatro categorías de uso mayor: a) cultivos permanentes (14.3%), b) pastos (20.7%), c) bosques de producción continua (26.7%) y d) de protección (38.3%).

La sobreposición de los mapas de capacidad de uso mayor de la tierra con los de uso actual de la tierra determinó tres categorías de relación de uso de la tierra: el uso indicado, el sobreuso y el subuso. De la superficie total de la cuenca del río Tabarcía 95.4% correspondió a la categoría sobreuso; y 4.6% al uso indicado. Del área de la cuenca del río Chiz; 81% se determinó en la categoría sobreusada; 13.5% en el uso indicado y 5.5% subusada.

## 6a SUMMARY

Continuous population increase, deficiencies in food production and the lack of studies towards defining adequate land use, are all powerful factors responsible for irrational land use over considerable areas of the American tropics.

The objectives of this study were to determine the major land use capabilities, i.e. the optimum permissible use, of two watersheds formed by the Tabarcia (73.3 km<sup>2</sup>) and the Chiz (25.1 km<sup>2</sup>) rivers; both of these areas are representative of the two main different geographical regions within Costa Rica.

The methodology developed by Tosi was followed. It allows to delineate in the first instance, large bioclimatic units resulting from the separation of homogeneous landscapes for each life zone (sensu Holdridge). Starting from these land units, a selective soil survey was performed and two topographic factors were evaluated: slope and micro-relief. Moreover seven edaphic factors were analysed, namely, minimum soil depth, texture, amount of stones on rocks, internal drainage, inherent fertility, degree of erosion encountered and danger to waterlogging or river flooding.

The superposition of ecological soil and slope maps, provided smaller land units. These were then

classified according to the determination key and allowed the drawing of land use capabilities maps for major land use. In this process the traditional agricultural practices in use within the country were also taken into account.

In the Tabarcia watershed, three categories of major land use were determined: a) grasslands (less than 0.5% of the total area; b) forests that lend themselves to sustained production (50%); and, c) protection forests (49.5%). In the Chiz watershed, four categories of major land use were determined: a) permanent crops (14.3%); b) grasslands (20.7%); c) sustained production forests (26.7%); and, d) protection forests (38.3%).

The superposition of the major land use capacity maps with those of actual land use, determined three categories of land use relations namely indicated land use, overuse and underuse. At the Tabarcia watershed, 95.4% of the total land area was overutilized and only 4.6% was in correct use. In Chiz, the relation was 81% overused, 13.5% was in correct use while 5.5% was underused.

## 8. LITERATURA CITADA

1. BAZAN, R. Análisis de textura, método de Bouyoucos, modificado por F. Hardy y R. Bazán. In Curso de productividad de suelos, Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, s.f. 4 p.
2. BUDOWSKI, G. La clasificación de comunidades vegetales. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. 27 p.
3. \_\_\_\_\_. El manejo de áreas naturales y culturales para fines de conservación, una alternativa válida de uso de la tierra, s.n.t. 24 p. Presentado en el Simposio Internacional sobre Ecología Tropical, 2o, Caracas, 1973.
4. CASTILLO, M. R. Geología de los mapas básicos Abra y partes de Río Grande, Costa Rica. San José, Costa Rica, Ministerio de Industria y Comercio, Informes Técnicos y Notas Geológicas no. 33. 1969. 40 p.
5. CENTRO CIENTIFICO TROPICAL. Investigación preliminar de la zona norte de las provincias de Alajuela y Heredia, Costa Rica; informe preparado para la Oficina de Planificación de la Presidencia de la República mediante Convenio de Asistencia Técnica del Banco Interamericano de Desarrollo. San José, Costa Rica, 1968. 161 p. (no. ATN/SF-701-CR).
6. COMERMA, J. y ARIAS, L. F. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Trabajo presentado en el Seminario de Clasificación Interpretativa con Fines Agropecuarios, Maracay, Venezuela. 1971. 26 p.
7. DIAZ ROMEU, R. y BALERDI, F. Determinación de la capacidad de intercambio de cationes del suelo. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 3 p.
8. \_\_\_\_\_. Determinación de nitrógeno total en suelos, método semi-micro Kjeldahl. s.n.t. 1977. 2 p.
9. DONDOLI, G. y TORRES, J. A. Estudio geoagronómico de la región oriental de la Meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1954. 180 p.

10. FASSBENDER, H. W. Química de suelos, curso. Turrialba, Costa Rica, Centro de Enseñanza e Investigación, 1969. 266 p.
11. FREEMAN, P. H. et al. Reconocimiento y evaluación de los recursos naturales de la República Dominicana. Washington, D.C., Unión Panamericana, 1967. v.1., 540 p.
12. GONZALEZ MEZA, R. Reserva forestal, cerros Escazú, proyecto. San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General Forestal, 1973. 4 p.
13. GREWELING, T. y PEECH, M. Chemical soil test. New York, Cornell University, Bulletin no. 960, 1965. 59 p.
14. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. 2ed. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1967. 206 p.
15. HUNTER, A. H. Análisis de suelo para pH, 1 N KCl acidez extractable,  $\text{NH}_4$ , Ca y Mg. s.n.t. 3 p.
16. \_\_\_\_\_ . Procedimiento analítico del suelo usando la solución extractante modificada de  $\text{NaHCO}_3$ . s.n.t. 6 p.
17. HUNTER, J. R. A new guide to land use planning in tropical areas. CEIBA (Honduras) 8(2):44-70. 1959.
18. INSTITUTO GEOGRAFICO DE COSTA RICA. Hojas topográficas nos. 3345 (I, II, III, IV); 3445 (I, IV). San José, Costa Rica, 1964. esc. 1:50.000.
19. KLINGEBIEL, A. A. y MONTGOMERY, P. H. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Trad. por J. F. Valencia. México, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica, 1965. 28 p.
20. LEON, J. Land utilization in Costa Rica. Geographical Review 38(3):444-456. 1948.
21. MOMSEN, R. P. Inventario de recursos área del programa de diversificación de Turrialba. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Publicación Miscelánea no. 62. 1970. 115 p.
22. MONTOYA MAQUIN, J. M. Zonas ecológicas para frijol en América Central, una metodología. In Reunión Técnica sobre Programación de Investigación y Extensión en Frijol y otras Leguminosas de Grano para América Central. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1969. 1969. pp. 26-34.

23. NORTHWESTERN UNIVERSITY. The rural land classification program of Puerto Rico. Ann Arbor, Mich., Edwards Brothers, 1952. 261 p. (Studies in Geography no.1).
24. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Reconocimiento edafológico de los llanos orientales, Colombia, informe general. Roma, 1964. 96 p. (FAO/SF:11/COL., v.1).
25. \_\_\_\_\_. Reconocimiento edafológico de los llanos orientales, Colombia; los suelos de los llanos orientales. Roma, 1965. 156 p. (FAO/SF:11/COL., v.2).
26. \_\_\_\_\_. Ordenación de la cuenca hidrográfica del río Uruca, informe preliminar proyecto PNUD/FAO. COS 72/013: Desarrollo forestal. San José, Costa Rica, 1976. 8 p.
27. PEREZ FIGUEROA, C. Proyecto hidroeléctrico de San Carlos; estudio ecológico. Medellín, Colombia, Integral de Ingenieros Consultores, 1976. p.i.
28. PERU. LEYES, DECRETOS, etc. Reglamento de clasificación de tierras. Decreto Supremo no. 0062/75-AG. Lima, Ministerio de Agricultura, Dirección General Forestal y de Fauna, 1975. 7 p.
29. PETERSON, A. W. y WEST, W. M. Agricultural regions of Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Publicación Miscelánea no. 4. 1953. 35 p.
30. PLATH, C. V. La capacidad productiva de la tierra en la América Central. Trabajo presentado a la Reunión del Grupo de Estudio sobre Conservación Humana en América Central, Guatemala. s.l., 1965. 40 p.
31. \_\_\_\_\_, y SLUIS, A. J. van der. Uso potencial de la tierra, evaluación basada en los recursos físicos, Pt. 2: Costa Rica. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Asistencia Técnica no. 2234. 1968. 26 p.
32. POORE, D. Compilador. Normas ecológicas para el desarrollo del trópico húmedo americano. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales, Documento Ocasional no. 11. 1975. 39 p.

33. SAIZ DEL RIO, J. F. y BORNEMISZA, E. Análisis químico de suelos, métodos de laboratorio para diagnósticos de fertilidad. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 107 p.
34. SANCHEZ BONILLA, J. M. Estudio geoagronómico de la zona de Puriscal. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 1967. 103 p.
35. SANDNER, G. y NUHM, H. Das nordliche Tiefland von Costa Rica; geographische Regionalanalyse als Grundlage für die Entwicklungsplanung. Berlin, Universität Hamburg, Abhandlungen aus dem Gebiet der Auslandskunde, Band 72 - Reihe C (Naturwissenschaften) Band 21. 1971. 202 p.
36. SAN JOSE, COSTA RICA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSOS. Censos nacionales de 1973, agropecuario. Ministerio de Economía, Industria y Comercio. 1974. p.i.
37. \_\_\_\_\_. INSTITUTO DE TIERRAS Y COLONIZACION. Estudio de uso y tenencia de la tierra en el cantón Jiménez. 1973. 33 p.
38. \_\_\_\_\_. INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. Catastro de las series de precipitaciones medidas en Costa Rica. Proyecto Servicio Hidrológico y Meteorológico, 1975. 445 p.
39. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Aspectos de geología económica de las hojas Abra y Rio Grande. San José, Dirección de Geología, Minas y Petróleo, Informes Técnicos y Notas Geológicas, año 6, no. 28, 1967. 14 p.
40. STRAUSS, E. Metodología de evaluación de los recursos naturales. Santiago, Chile, Cuadernos del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social, Serie 2. no. 4, 1969. 78 p.
41. TOSI, J. A. Factores ecológicos en el planeamiento del uso científico de la tierra. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 6 p.
42. \_\_\_\_\_. Un estudio de reconocimiento de los recursos naturales y potenciales de las tierras de la reserva indígena de Salitre, el Valle del General, Costa Rica. San José, Costa Rica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1967. 77 p. (Proyecto de Desarrollo Forestal Zonas Selectas. Informe no. 1).

43. TOSI, J. A. Capacidad de uso de la tierra determinada por las condiciones de clima, fisiografía y suelos en la parte noreste de la provincia de Guanacaste, Costa Rica. San José, Costa Rica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1967. 77 p. (Proyecto de Desarrollo Forestal Zonas Selectas, Informe no. 2).
44. \_\_\_\_\_. Mapa ecológico de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1969. Esc. 1:750.000.
45. \_\_\_\_\_. Esbozo de una clasificación para la determinación y levantamiento de mapas de la capacidad de uso mayor de la tierra rural en Colombia. Medellín, Colombia. 1972. s.p. (inédito) (Proyecto UNDP/SF-FAO COL 16, documento provisional de trabajo).
46. TORP, J. y SMITH, G. D. Higher categories of soil classification; order, suborder and great soil groups. Soil Science 67:117-266. 1949.
47. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, Soil Conservation Service, Agriculture Handbook no. 436. 1975. 754 p.
48. VARGAS VAGLIO, O. Estudio preliminar de suelos de la región occidental de la Meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias. Boletín Técnico no. 22, 1958. 64 p.
49. WEST, Q. M. Estudio general del uso de la tierra del área demostrativa de Rondanillo, departamento del Valle del Cauca, Colombia. Lima, Perú, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina, 1954. 19 p.

A N E X O S

ANEXO 1. Valores promedio anual de precipitación en milímetros

Estación	Años ob- servados	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
Colíblanco	4(1970-73)	261.6	124.9	132.7	213.4	145.6	157.5	291.0	254.9	275.1	407.9	239.8	403.7	3108.9
Juan Viñas	10(1956-65)	341.6	218.0	154.2	178.3	331.6	328.9	369.4	260.0	281.1	294.9	395.9	470.9	3724.8
Rosemount (Romoser)	48(1926-75)	455.3	304.4	234.5	264.5	318.3	351.4	389.4	321.8	298.5	325.1	429.4	594.6	4287.1
S. Ignacio	24(1950-73)	14.3	31.0	40.6	82.0	303.6	343.0	195.4	265.3	392.6	412.7	157.0	29.6	2266.6
Tabarcía	2(1961-62)	54.0	70.6	78.0	85.5	285.6	217.7	194.3	225.3	550.6	634.6	188.0	100.2	2690.4
Tucurrique	10(1964-73)	156.8	122.4	71.0	111.4	202.0	281.4	250.9	273.8	234.8	229.3	211.1	231.1	2375.8
Puriscal	34(1940-73)	19.4	15.6	35.4	101.6	322.9	316.1	265.2	308.4	399.4	422.4	196.4	68.1	2470.9

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional (38).

ANEXO 2. Valores promedio anual de temperatura en grados centígrados

Estación	Años ob- servados	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
Colíblanco	5(1971-75)	10.7	10.9	11.4	12.2	12.7	12.4	11.9	12.1	12.5	12.3	11.8	10.8	11.8
Juan Viñas	varios años	19.3	20.5	20.6	20.9	20.3	20.8	20.3	20.8	20.7	20.5	19.8	19.1	20.3
Puriscal	10(1965-74)	20.6	21.0	21.5	21.8	21.2	20.9	21.0	20.8	20.8	20.5	20.9	21.0	21.0

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

ANEXO 3. Vegetación natural de la cuenca hidrográfica del río Tabarcia. \*

Nombre científico	Familia
Herbacea:	
<i>Acalypha</i> sp.	Euphorbiaceae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Compositae
<i>Calea urticifolia</i> (Mill.) DC.	Compositae
<i>Cardiospermum grandiflorum</i> Sw.	Sapindaceae
<i>Carludovica palmata</i>	Cyclantaceae
<i>Cissampelos pareira</i> L.	Menispermaceae
<i>Conostegia</i> sp.	Melastomaceae
<i>Elephantopus hypomalacus</i> Blake	Compositae
<i>Elvira biflora</i>	Compositae
<i>Erigerón</i> sp.	Compositae
<i>Gnaphalium</i> sp.	Compositae
<i>Hedychium coronarium</i> Koenig	Zingiberaceae
<i>Heliconia</i> sp.	Musaceae
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Graminaceae
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Labiatae
<i>Hyptis pectinata</i> Poit	Labiatae
<i>Iresine celosia</i> L.	Amaranthaceae
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
<i>Lasiacis</i> sp.	Gramineae
<i>Lisianthus corymbosus</i> Perk	Gentianaceae
<i>Lobelia laxiflora</i> HBK	Lobeliaceae
<i>Machaerium</i> sp.	Papilionaceae
<i>Mimosa pudica</i> L.	Mimosaceae
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumacher	Gramineae
<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (Juss.) Rohr.	Compositae
<i>Russelia</i> sp.	Scrophulariaceae
<i>Scleria pterota</i> Presl.	Cyperaceae
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Scrophulariaceae
<i>Sida</i> sp.	Malvaceae
<i>Smilax</i> sp.	Liliaceae
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae
<i>Stylosanthes</i> sp.	Papilionaceae
<i>Tagetes</i> sp.	Compositae
<i>Vitis tiliifolia</i> H. et B.	Vitaceae
<i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers	Papilionaceae
Arbustiva:	
<i>Acalypha</i> sp.	Euphorbiaceae
<i>Baccharis braunii</i> (Polak) Standl.	Compositae
<i>Calliandra tetragona</i> (Willd.) Benth.	Mimosaceae
<i>Clidemia</i> sp.	Commelinaceae
<i>Lippia brenesii</i> Standl.	Verbenaceae

## ANEXO 3. (Cont.)

Nombre científico	Familia
<i>Miconia impetiolaris</i> (Sw.) D. Don	Melastomaceae
<i>Miconia</i> sp.	Melastomaceae
<i>Onoseris silvatica</i> Greenm.	Compositae
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae
<i>Piper</i> sp.	Piperaceae
<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray	Compositae
<i>Verbesina</i> sp.	Compositae
<i>Verbesina turbacensis</i> HBK	Compositae
<i>Vernonia patens</i> HBK	Compositae
Arborea:	
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	Mimosaceae
<i>Acacia costaricensis</i> Schenck	Mimosaceae
<i>Acnitus arborescens</i> (L.) Schlecht	Solanaceae
<i>Allophylus panamensis</i> Radlk	Sapindaceae
<i>Anacardium excelsum</i> (Bert. et Balb.) Skeels	Anacardiaceae
<i>Apeiba tibourbon</i> Aubl.	Tiliaceae
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad	Gramineae
<i>Belotia</i> sp.	Tiliaceae
<i>Bocconia frutescens</i> L.	Papaveraceae
<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	Moraceae
<i>Buddleia americana</i> L.	Loganiaceae
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Guttiferae
<i>Casearia sylvestris</i> Swartz	Flacourtiaceae
<i>Cassia grandis</i> L. f.	Caesalpinaceae
<i>Cassia reticulata</i> Willd.	Caesalpinaceae
<i>Cassia spectabilis</i> DC.	Caesalpinaceae
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertoloni	Moraceae
<i>Cecropia peltata</i> Bertoloni	Moraceae
<i>Cedrela mexicana</i> Roem.	Meliaceae
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae
<i>Cestrum lonatum</i>	Solanaceae
<i>Chaetoptelea mexicana</i> Liebm.	Ulmaceae
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Sapotaceae
<i>Clethra mexicana</i>	Clethraceae
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don	Melastomaceae
<i>Cordia alliodora</i> (R. et P.) Cham.	Boraginaceae
<i>Cordia glabra</i> L.	Boraginaceae
<i>Cornutia grandifolia</i> (Schl. et Cham.) Schaner	Verbenaceae
<i>Croton niveus</i> Jacq.	Euphorbiaceae
<i>Croton gossypifolius</i> Vahl.	Euphorbiaceae
<i>Cupania glabra</i> Sw.	Sapindaceae
<i>Cupania guatemalensis</i> (Turez.) Radlk	Sapindaceae
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Dec. et Planch.	Araliaceae

## ANEXO 3. (Cont.)

Nombre científico	Familia
<i>Diphysa robinioides</i> Benth.	Papilionaceae
<i>Dipterodendron costaricense</i> Radlk	Sapindaceae
<i>Erythrina berteroaana</i> Urb.	Papilionaceae
<i>Erythrina glauca</i> Willd.	Papilionaceae
<i>Eugenia jambos</i> L.	Myrtaceae
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae
<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia hoffmanniana</i> (Kl. et Garcke) Boiss	Euphorbiaceae
<i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq.	Moraceae
<i>Ficus jimenezii</i> Standl.	Moraceae
<i>Ficus obtusifolia</i>	Moraceae
<i>Ficuss</i> sp.	Moraceae
<i>Ficus werckleana</i> Rossberg	Moraceae
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Stand.	Papilionaceae
<i>Godmania aesculifolia</i> (HBK) Standl.	Bignoniaceae
<i>Guarea</i> sp.	Meliaceae
<i>Guatteria</i> off. <i>tonduzii</i> Diels.	Amnonaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Rubiaceae
<i>Hauya lucida</i> Donn. Smith et Rose	Onagraceae
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Caesalpinaceae
<i>Inga marginata</i> Willd.	Mimosaceae
<i>Inga oerstediana</i> Benth.	Mimosaceae
<i>Inga punctata</i> Willd.	Mimosaceae
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Mimosaceae
<i>Inga tonduzii</i> J.D. Smith	Mimosaceae
<i>Lacistema aggregatum</i> (Berg.) Rusby	Lacistemaceae
<i>Licania platypus</i> (Hems.) Fritsch	Rosaceae
<i>Lonchocarpus sericeus</i> var. <i>glabrescens</i>	Papilionaceae
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Tiliaceae
<i>Macrocnemum glabrescens</i> (Benth.) Wedd.	Rubiaceae
<i>Mauria heterophylla</i> HBK	Anacardiaceae
<i>Miconia argentea</i> (Sw.) DC.	Melastomaceae
<i>Miconia borealis</i> Gleason	Melastomaceae
<i>Mollinedia</i> sp.	Monimiaceae
<i>Montanoa dumicola</i> Klatt	Compositae
<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae
<i>Ochroma lagopus</i> Swartz	Bombacaceae
<i>Oyedaea</i> sp.	Solanaceae
<i>Perrotetia longistylis</i> Rose	Celastraceae
<i>Persea caerulea</i> (R. et P.) Mez.	Lauraceae
<i>Picrannia allenii</i>	Simarubaceae
<i>Piper auritum</i> HBK	Piperaceae
<i>Pithecolobium longifolium</i> (H. et B.) Standl.	Mimosaceae
<i>Phyllanthus pittieri</i> Pax.	Euphorbiaceae
<i>Phoebe brenesii</i> Standl.	Lauraceae

## ANEXO 3. (Cont.)

Nombre científico	Familia
Phoebe mexicana Meissn.	Lauraceae
Pouteria mammosa (L.) Cron.	Sapotaceae
Psidium guajava L.	Myrtaceae
Rapanea pellucido-punctata (Oerst.) Mez.	Myrsinaceae
Rheedia edulis Triana et Planch	Guttiferae
Ricinus communis L.	Euphorbiaceae
Roupala montana Aubl.	Proteaceae
Sapindus saponaria L.	Sapindaceae
Saurauia yasicae Loes	Saurauiaceae
Siparuna sp.	Monimiaceae
Sommera grandis (Bartl.) Standl.	Rubiaceae
Stemmadenia glabra Benth.	Apocynaceae
Tabebuia rosea	Bignoniaceae
Tecoma stans (L.) HBK	Bignoniaceae
Trema micrantha (L.) Blume	Ulmaceae
Trichilia glabra L.	Meliaceae
Turpinia paniculata Vent.	Staphyleaceae
Vernonia triflosculosa HBK	Compositae
Vernonia patens HBK	Compositae
Vismia ferruginea HBK	Guttiferae
Vochysia ferruginea Mart.	Vochysiaceae
Yucca elephantipes Reget	Liliaceae
Zanthoxylum setulosum P. Wilson	Rutaceae
Zexmenia frutescens (Mill.) Blake	Compositae

\* Identificación botánica realizada por el Ing. Luis J. Poveda, especialista en botánica sistemática de la Universidad de Heredia (comunicación personal).

ANEXO 4. Vegetación natural de la cuenca hidrográfica del río Chiz\*.

Nombre científico	Familia
Herbacea:	
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae
<i>Asclepias curassavica</i> L.	Asclepiadaceae
<i>Baccharis braunii</i> (Polak) Standl.	Compositae
<i>Baccharis trimervis</i> (Lam.) Pers.	Compositae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Compositae
<i>Borreria laeris</i> (Lam.) Griseb.	Rubiaceae
<i>Browallia americana</i> L.	Solanaceae
<i>Canna</i> sp.	Cannaceae
<i>Castilleja communis</i> Benth.	Scrophulariaceae
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae
<i>Cirsium mexicanum</i> DC.	Compositae
<i>Clematis dioica</i> L.	Ranunculaceae
<i>Coix lacryma-Jobi</i> L.	Gramineae
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
<i>Costus</i> sp.	Zingiberaceae
<i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Fawe et Rendle.	Papilionaceae
<i>Desmodium</i> sp.	Papilionaceae
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd.	Caryophyllaceae
<i>Elaterium ciliatum</i> Cogn.	Cucurbitaceae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Gramineae
<i>Emilia sagittata</i> (Vahl.) DC.	Compositae
<i>Epidendrum radicans</i> Paron ex Lindl.	Orchidaceae
<i>Equisetum bogotense</i> HBK	Equisetaceae
<i>Erechtites valerianaefolia</i> (Wolf) DC	Compositae
<i>Erigeron</i> sp.	Compositae
<i>Eupatorium thieleanum</i> Klatt	Compositae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Galinsoga bicolorata</i> St. John et White	Compositae
<i>Gurania</i> sp.	Cucurbitaceae
<i>Hedychium coronarium</i> Koenig	Zingiberaceae
<i>Heliconia latispatha</i> Benth.	Musaceae
<i>Hydrocotyle</i> sp.	Umbelliferae
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Labiatae
<i>Hyptis pectinata</i> Poit	Labiatae
<i>Impatiens</i> sp.	Balsaminaceae
<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae
<i>Iresine celosia</i> L.	Amaranthaceae
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Compositae
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae
<i>Liabum</i> sp.	Compositae
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl.) Kuntze	Labiatae
<i>Mikania</i> sp.	Compositae
<i>Mimosa albida</i> H. et B.	Mimosaceae
<i>Mimosa pudica</i> L.	Mimosaceae

## ANEXO 4. (Cont.)

Nombre científico	Familia
Monochaetum sp.	Melastomaceae
Oxalis sp.	Oxalidaceae
Panicum maximum Jacq.	Gramineae
Pennisetum purpureum Schumacher	Gramineae
Phytolacca icosandra L.	Phytolaccaceae
Plantago hirtella HBK	Plantaginaceae
Polygala paniculata L.	Polygalaceae
Polygonum punctatum Ell.	Polygonaceae
Polymnia maculata Cav.	Compositae
Portulaca oleracea L.	Portulacaceae
Pothomorphe umbellata (L.) Miq.	Piperaceae
Rubus idaens L.	Rosaceae
Rubus sp.	Rosaceae
Rumex sp.	Polygonaceae
Salvia costaricensis Oerst	Labiatae
Sida rhombifolia L.	Malvaceae
Smilax sp.	Liliaceae
Solanum schlechtendalianum Walp.	Solanaceae
Sonchus oleracens L.	Compositae
Spananthe paniculata Jacq.	Umbelliferae
Thunbergia alata Bojer	Acanthaceae
Tournefortia sp.	Boraginaceae
Verbena litoralis HBK	Verbenaceae
Vernonia sp.	Compositae
Arbustiva:	
Acalypha sp.	Euphorbiaceae
Carludovica palmata	Cyclanthaceae
Cestrum sp.	Solanaceae
Cordia ferruginea (Lam.) Roem. et Schult.	Boraginaceae
Miconia sp.	Melastomaceae
Montanoa hibiscifolia Benth	Compositae
Myriocarpa longipes Liebm.	Urticaceae
Oyedaea verbesinoides DC.	Compositae
Piper aduncum L.	Piperaceae
Piper auritum HBK	Piperaceae
Psychotria sp.	Rubiaceae
Solanum ochraceo-ferrugineum (Dun.) Fernald	Solanaceae
Solanum parcebarbatum Bitter	Solanaceae
Solanum ubellatum Mill.	Solanaceae
Urera baccifera (L.) Gand.	Urticaceae
Urera sp.	Urticaceae
Verbesina turbacensis HBK	Compositae
Vernonia patens HBK	Compositae

## ANEXO 4. (Cont.)

Nombre científico	Familia
Arborea:	
Acnistus arborescens (L.) Schlecht.	Solanaceae
Alchornea latifolia Sw.	Euphorbiaceae
Calophyllum brasiliense Camb.	Guttiferae
Cecropia obtusifolia Bertoloni	Moraceae
Cedrela mexicana Roem.	Meliaceae
Cestrum panamense Standl.	Solanaceae
Chaetoptelea mexicana Liebm.	Ulmaceae
Clethra mexicana	Clethraceae
Conostegia xalapensis (Bonpl.) D. Don.	Melastomaceae
Coussapoa sp.	Moraceae
Croton gossypifolius Vahl.	Euphorbiaceae
Croton panamensis Muell. Arg.	Euphorbiaceae
Dendropanax arboreus (L.) Dcne. et Planch.	Araliaceae
Erythrina berteriana Urban	Papilionaceae
Erythrina costaricensis N. Micheli	Papilionaceae
Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook	Papilionaceae
Euphorbia cotinifolia L.	Euphorbiaceae
Ficus costaricana (Liebm.) Miq.	Moraceae
Ficus hemsleyana Standl.	Moraceae
Ficus involuta (Liebm.) Miq.	Moraceae
Ficus oerstediana Miq.	Moraceae
Ficus sp.	Moraceae
Ficus tonduzii Standl.	Moraceae
Heliocarpus appendiculatus Turcz	Tiliaceae
Inga longispica Standl.	Mimosaceae
Inga margina Willd.	Mimosaceae
Inga tonduzii J. D. Smith	Mimosaceae
Inga oerstediana Benth.	Mimosaceae
Inga punctata Willd.	Mimosaceae
Inga sp.	Mimosaceae
Mauria heterophylla HBK	Anacardiaceae
Mosquitoxylon jamaicense Kurg et Urban	Anacardiaceae
Nectandra sp.	Lauraceae
Oreomunnea pterocarpa Oerst	Juglandaceae
Pachira aquatica Aubl.	Bombacaceae
Perebea sp.	Moraceae
Perrotetia longistylis Rose	Gelastraceae
Puteria sp.	Sapotaceae
Psidium guajava L.	Myrtaceae
Quercus oocarpa Liebm.	Fagaceae
Rapanea ferruginea (Ruiz et Pavón) Mez.	Myrsinaceae
Ricinus communis L.	Euphorbiaceae
Saurauia costaricensis Donn. Smith	Saurauiaceae
Saurauia yasicae Loes	Saurauiaceae
Spondias purpurea L.	Anacardiaceae

## ANEXO 4. (Cont.)

Nombre científico	Familia
Symphonia globulifera L.f.	Guttiferae
Talauma gloriensis Pittier	Magnoliaceae
Tapirira brenesii Standl.	Anacardiaceae
Trema micrantha (L.) Blume	Ulmaceae
Turpina paniculata Vent.	Staphyleaceae
Virola sebifera Aubl.	Myristicaceae
Yucca elephantipes Regel	Liliaceae

\* Identificación botánica realizada por el Ing. Luis J. Poveda, especialista en botánica sistemática de la Universidad de Heredia (comunicación personal).

ANEXO 5. Localización puntos del muestreo de suelos cuenca hidrográfica río Tabarcia.

Punto muestreo N°	Ubicación	Pen- diente %	Alti- tud msnm	Vegetación	Zona de vida
1	Quití Norte	45	1165	maíz y frijol	bmh-P
2	Quebrada Sibaja	60	1080	banano	bmh-P
3	Quebrada Mata	45	995	terreno preparado, abonado	bmh-P
4	Bajo Guayabo	35	980	charral	bmh-P
5	Morado	22	925	café	bmh-P
6	Quebrada Mata	13	915	café	bmh-P
7	Bajo Morado	20	845	charral	bh-T△
8	Quebrada Monica	35	965	arborea	bmh-P
9	Tabarcia	7	835	potrero	bh-T△
10	Quebrada Marin	35	870	caña de azúcar	bh-T△
11	Quebrada Mora	18	925	café	bh-T△
12	Piedras Blancas	40	1020	caña de azúcar	bmh-P
13	Quebrada Coneja	25	780	arborea	bh-T△
14	Quebrada Vargas	28	850	café	bh-T△
15	Quebrada Caral	35	760	cítricos, caña de azúcar	bh-T△
16	Río Tabarcia	15	680	charral	bh-T△
17	Río Tabarcia	40	790	potrero	bh-T△
18	Quebrada Salto	25	880	café	bh-T△
19	Quebrada Pichila	+60	1210	charral	bmh-P
20	Río Negro	30	985	potrero	bh-T△
21	Palmichal	45	1190	café	bmh-P
22	Cerro Chavarria	+60	1650	charral	bmh-MB
23	Cerros de Escasú	+60	1820	arborea	bmh-MB
24	Punta de Lanza	30	810	charral	bh-T△
25	Morado	45	990	sin vegetación	bmh-P

ANEXO 6. Localización puntos del muestreo de suelos cuenca hidrográfrica río Chiz.

Punto muestreo N°	Ubicación	Pen-diente %	Altitud msnm	Vegetación	Zona de vida
1	Sur de la Plaza	5	1160	caña de azúcar	bmh-P
2	Sureste Juan Viñas	10	1140	caña de azúcar	bmh-P
3	Río Maravilla	60	1070	charral	bp-P
4	Desembocadura río Maravilla-río Chiz	+60	800	arborea	bp-P
5	Chiz	35	930	café	bmh-P
6	Río Chiz	40	1120	café	bp-P
7	Noroeste de la Plaza	25	1270	charral	bmh-P
8	Norte Juan Viñas	15	1280	caña de azúcar	bmh-P
9	Sur del Sitio	+60	1305	caña de azúcar	bmh-P
10	Alto Bremen	30	1290	arborea	bp-P
11	Norte Sitio	10	1390	caña de azúcar	bp-P
12	Norte Naciente río Chiz	40	1685	charral	bp-MB