

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

USO ACTUAL DEL RECURSO FORESTAL DE LA SUBCUENCA DEL  
RIO ITZAPA, GUATEMALA

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva  
de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Al conferírsele el Título de

**INGENIERO AGRONOMO**

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

**TESIS DE REFERENCIA**

**NO**

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC.

Guatemala, noviembre de 1987

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

BIBLIOTECA CENTRAL

DL  
01  
7 (1028)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval I
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	T.U. Carlos Enrique Méndez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



Referencia .....
Asunto .....
.....

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

**GUATEMALA, CENTRO AMERICA**

22 de octubre de 1987

Señor Decano  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Anibal Martínez  
Su Despacho

Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento que, atendiendo a la designación que me hiciera ese decanato, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis del estudiante SAUL DAVID AGUILAR MARROQUIN, titulado: USO ACTUAL DEL RECURSO FORESTAL DE LA SUBCUENCA DEL RIO ITZAPA; CHIMALTENANGO".

Considero que el presente trabajo llena los requisitos de una tesis de grado, siendo un valioso aporte para el estudio de reconocimiento y formas de utilización del recurso forestal del país a nivel de cuencas hidrográficas, por lo que recomiendo su aprobación para ser publicado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. José M. Leiva P.

ASESOR

Guatemala,  
26 de octubre de 1987

Honorable Junta Directiva  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

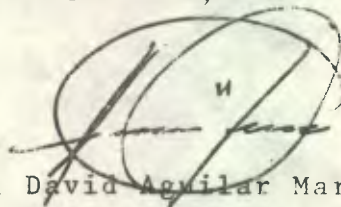
Honorables Señores:

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"USO ACTUAL DEL RECURSO FORESTAL DE LA SUBCUENCA DEL RIO ITZAPA, GUATEMALA"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licencia do en Ciencias Agrícolas

Deferentemente,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Saul David Aguilar Marroquín', is written over a circular stamp or seal. The signature is somewhat stylized and overlaps the circular mark.

Saul David Aguilar Marroquín

sdam.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA  
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA  
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
A LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA  
A EL MUNICIPIO DE SAN ANDRES ITZAPA  
A TODAS LAS ENTIDADES Y PERSONAS QUE  
SE PREOCUPAN POR LA CONSERVACION  
DE NUESTROS BOSQUES.

ACTO QUE DEDICO

A JEHOVA DIOS	Creador de todo cuanto existe
A MIS PADRES	Oliverio Aguilar Castañeda Casta Azucena Marroquín
A MI ESPOSA	Dra. Sofía del R. Núñez de Aguilar
A MI HIJA	Paola Sofía
A MIS HERMANOS	Rudy, Adolfo, Nery, Miriam, Gerson, René y Roxana
A MIS ABUELOS	En especial a: María Victoria Castañeda.
A MIS TIOS	En especial a: María Luisa Aguilar C. y Lic. Otilio Aguilar.
A MI SUEGRA	Profa. Carmen de León Estrada
A MIS PRIMOS	
A MIS CUÑADOS	
A MIS AMIGOS	En especial a: Jorge M. Cano G. y César A. Paniagua M.

## AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Ing. Agr. Msc., José Miguel Leiva Pérez, por la revisión y asesoría en el presente trabajo de tesis.

Al Instituto de Investigaciones Agronómicas, por el financiamiento e impresión de la presente tesis.

A mis compañeros de la primera promoción de Recursos Naturales Renovables, por su compañerismo e identificación con los mismos ideales.

## C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE CUADROS	vii
I. INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
III REVISION DE LITERATURA	4
1. El Recurso Bosque	4
1.1 Beneficios del Bosque	4
1.2 Situación actual del recurso Bosque en el país	5
1.3 Distribución por tipos de bosque	6
2. El Inventario Forestal	6
2.1 Inventarios por Muestreo	7
3. Medición Forestal	10
3.1 Medición de Diámetros	10
3.2 Medición de alturas	11
3.3 Estimación del volumen basada en el árbol.	11
3.4 Cubicación de leña	13
3.5 Determinación de la edad de los Arboles	14
IV METODOLOGIA	15
1. Descripción General del Area	15
1.1 Ubicación	15
1.2 Fisiografía	15
1.3 Geología	15
1.4 Suelos	17
1.5 Hidrografía	17
1.6 Características Hidroclimáticas	17
1.7 Ecología	17
1.8 Población	18
2. Delimitación de la Cuenca	18



	Página
3. Determinación del Uso Actual de la Tierra	20
4. Reconocimiento General del Area	20
5. Estudio de la Vegetación	20
5.1 Estrato Arboreo	20
5.2 Estrato Arbustivo	22
5.3 Determinación de Especies	23
6. Determinación del Aprovechamiento de la Vegetación Arborea y Arbustiva de la Cuenca	23
6.1 Variables evaluadas	24
V RESULTADOS Y DISCUSION	25
1. Superficie de la Cuenca	25
1.1 Uso actual de la tierra	25
2. Vegetación Arborea de la Cuenca	26
2.1 Descripción de los Estratos	26
2.2 Estado Fitosanitario	29
2.3 Volúmenes	29
3. Vegetación Arbustiva de la Cuenca	31
3.1 Matorral Denso	31
3.2 Matorral Abierto	31
4. Utilización de la Vegetación Arborea y Arbustiva de la Cuenca	33
4.1 Consumo de Leña	34
4.2 Comercialización de la leña	36
4.3 Utilización de postes	38
IV CONCLUSIONES	40
VII RECOMENDACIONES	43
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	45
IX ANEXO	47

## R E S U M E N

El presente trabajo constituye un estudio de la vegetación existente en la subcuenca del río Itzapa en cuanto a los aspectos de; calidad, cantidad y composición florística de los estratos arbóreo y arbustivo, así también las formas en que dicha vegetación es aprovechada por los habitantes dentro de la misma.

El área de estudio se encuentra localizada entre los meridianos  $90^{\circ} 52' 13''$  y  $90^{\circ} 49' 18''$  de longitud oeste paralelos  $14^{\circ} 34' 40''$  y  $14^{\circ} 38' 55''$  de latitud norte y ubicada en la jurisdicción del municipio de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango. Así también forma parte de la cuenca del río Achiguate y se ubica en el parte-aguas nor-oeste de la misma. Su Ex tensi ón es de  $23.97 \text{ Km}^2$  que representa el 1.8% del área total de la cuenca del río Achiguate.

La metodología del estudio requirió de tres etapas: dos de gabinete y una de campo. En la primera se recopiló toda la infor mación básica existente del área, en la etapa de campo se reali zó un inventario de la vegetación arbórea obteniendo con ello datos de; calidad y cantidad total de volumen existente, reconocimiento de la vegetación arbustiva y la recabación de datos sobre la utilización de la misma en la comunidades asentadas dentro de la subcuenca, por último se ordenó e interpretó dicha infor mación.

Para la estimación del volumen en metros cúbicos del estrato arbóreo se utilizó el método de muestreo estadístico simple aleatorio estratificado, obteniendo resultados de; volumen total de bosque, volumen total por estrato y volumen total por especie.

En el estudio de las comunidades asentadas dentro de la subcuenca, se determinó la cantidad total en metros cúbicos de made ra utilizada para fines; uso como leña y postes, siendo estas las únicas formas de aprovechamiento de la vegetación estudiada. Para dicha determinación, se realizó un muestreo simple aleatorio en los hogares de la cabecera municipal y un censo de las pe queñas industrias 1/ y de las familias de las aldeas; Chicazanga 1/ Panaderías, tortillerías, marranerías, jabonerías y carbonerías.

y el Aguacate.

La cobertura total de vegetación arbórea y arbustiva de la Cuenca del Río Itzapa, ocupa el 51.19% del área total de la misma (1,227.51 hás.), siendo el 33.12% de esta, ocupada por bosques naturales de especies coníferas y frondosas y el 18.07% por matorrales.

Los cultivos agrícolas abarcan una extensión de 41.71% del área total de la cuenca; los pastizales un 4.12% y el área urbana un 2.98%.

El volumen total de madera con corteza estimado en el estrato arboreo de la Cuenca del Río Itzapa para 1985, fue de 145,613.52 m<sup>3</sup>, de los cuales el 61.64% corresponde a las especies frondosas y el 38.36% a las especies coníferas principalmente de Pinus montezumae. De las especies frondosas, Alnus Arguta y Chiranthodendron penthadactylom fueron las que presentaron el mayor porcentaje de volumen, siendo de 22.56% y 16.15% respectivamente.

La vegetación arbustiva de la Cuenca del Río Itzapa, está compuesta principalmente por regeneración natural de las especies; Quercus sp.+, Arbutus xalapensis, Oreopanax xalapensis, Ostrya virginiana y Senecio petasioides.

La utilización de la vegetación estudiada por parte de los habitantes de las comunidades de la cuenca para 1985 fué en forma prioritaria para uso como leña con un total consumido de 20.867.19 m<sup>3</sup> en el año, lo cual representa un 99.22% de la utilización total de vegetación y de 162.91 m<sup>3</sup> (0.78%) para uso como postes.

Las especies más utilizadas para leña en el área de estudio fueron: Quercus sp., y Alnus arguta, siendo Perimenium grande y Erythrina bertereoana las de mayor utilización para postes.

+ Q. peduncularis, Q. tristits, Q. brachystachys, Q. acatenangensis.

v

PRESENT USE OF THE FOREST RESOURCE OF THE ITZAPA  
RIVER WATERHED; GUATEMALA.

Saul David Aguilera Marroquín

"ABSTRACT"

This study pretends to determine quantitative and qualitatively the arboreal and shrubby vegetation of the Itzapa river watershed and its profit.

It was determined the total quantifying and quality of wood with bark in  $m^3$  of the arboreal vegetation by using the statistical aleatory stratified sampling. It was made a recognition of the shrubby vegetation it was realized a preferential sampling. The profit of that vegetation in the watershed communities was established by means of household and small industries interviews quantifying it in  $m^3$  of wood for 1985.

The covering of the arboreal and shrubby vegetation of the watershed of the Itzapa river in 1985 was of 12.27  $Km^2$ , being the 33.12 % occupied with woodlands mainly of Pinus montezumae Lambert, Alnus arguta Spach, and Chiranthodendron penthadactylom L.; the 18.07% with thickets formed essentially by Quercus sp., Arbutus xalapensis HBK. and Oreopanax xalapensis HBK. The estimated volume of wood in the arboreal stratum was of 145,613.52  $m^3$ . The profit forms of this vegetation were for firewood and poles with 20,867.19  $m^3$  and 162.91  $m^3$  respectively. It was not observed the commercialization of these products out of the watershed due to the high demand of it in the region which increases correlatively with the population.

## LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1  
Localización de la Cuenca a Nivel Nacional, dentro de la Cuenca del Achiguate y el Departamento de Chimaltenango.

Figura No. 2  
Mapa Geológico de la Cuenca del Río Itzapa

Figura No. 3  
Mapa de series de suelos de la Cuenca del Río Itzapa

Figura No. 4  
Mapa de suelos de la Cuenca del Río Itzapa

Figura No. 5  
Mapa de Zonas de Vida de la Cuenca del Río Itzapa

Figura No. 6  
Delimitación de la Cuenca del Río Itzapa

Figura No. 7  
Mapa de Uso Actual de la Tierra y Tipos de Bosque de la Cuenca del Río Itzapa

Figura No. 8  
Esquema de Numeración de Parcelas de Muestreo

Figura No. 9  
Régimen de Propiedad de la Tierra de la Cuenca del Río Itzapa

## LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro No. 1 Ecuaciones de Volumen de Sólidos Importantes	13
Cuadro No. 2 Uso Actual de la Tierra	26
Cuadro No. 3 Volumen promedio/Ha y Total del Bosque de la Cuenca del Río Itzapa	30
Cuadro No. 4 Volumen Promedio/Ha, y Total/Estrato del Bosque de la Cuenca del Río Itzapa	30
Cuadro No. 5 Vegetación Arbustiva de la Cuenca del Río Itzapa	32
Cuadro No. 6 Utilización de la Vegetación Arbórea y Arbustiva de la Cuenca del Río Itzapa para 1985	33
Cuadro No. 7 Consumo Total de Leña en la Cuenca del Río Itzapa para 1985	34
Cuadro No. 8 Consumo de Leña en el Estrato Hogares Comunes de la Cuenca del Río Itzapa para 1985	35
Cuadro No. 9 Consumo Total de Leña en el Estrato Pequeñas Industrias para 1985	36
Cuadro No. 10 Ingreso Monetario por Leñador de las Comunidades de la Cuenca del Río Itzapa para 1985	37
Cuadro No. 11 Utilización de Postes en las Comunidades de la Cuenca del Río Itzapa para 1985	29
Cuadro No. 12 Especies más utilizadas para Leña y Postes en las Comunidades de la Cuenca del Río Itzapa	39

## A N E X O S

No.

- I Procesamiento de datos obtenidos en el inventario forestal del bosque de la Cuenca del Río Itzapa.
- II Cuadros de volumen/especie y densidad de árboles/Ha.
- III Cuadros de distribución diamétrica de las especies coníferas y frondosas, de los estratos del bosque de la Cuenca del Río Itzapa
- IV Boletas utilizadas en la investigación para la toma de datos de campo
- V Mapas

## DEFINICION DE TERMINOS UTILIZADOS

- Panadería : Lugar donde se hace o vende pan
- Tortillería : Lugar donde se hacen o venden tortas de maíz cocido
- Marranería : Lugar donde se vende carne y derivados de cerdo.
- Carbonería : Lugar donde se hace o vende carbón de leña
- Jabonería : Fábrica o tienda de jabón.

## I. INTRODUCCION

La superficie territorial de Guatemala, es de 108,889 kilómetros cuadrados sin incluir Belice, de esta área el 39% es eminentemente forestal; 24.3 % de vocación forestal con alternativa de uso agrícola mediante un manejo adecuado y el resto de vocación agrícola. (5)

En 1950 se estimó que el territorio nacional estaba cubierto por un 64.7 % de bosque y actualmente existe solamente un 33 % del mismo (5). Estos datos indican que el problema de la deforestación en el país va agravándose año con año.

Un mal manejo de la cubierta forestal es determinante para el uso que puede dársele a los demás recursos naturales renovables, prueba de ello son las inundaciones ocasionadas en las partes bajas de las cuencas por el desbordamiento de los rios causados fundamentalmente por la falta de cubierta vegetal y el poco empleo de técnicas de conservación de suelos en las partes altas de las mismas.

Esta situación implica que existe una necesidad urgente de tomar medidas para controlar en mejor forma la existencia del recurso bosque en el país.

Teniendo como objetivo fundamental hacer un uso inteligente del recurso forestal para obtener el máximo beneficio en términos de calidad de vida para el guatemalteco en forma permanente, se hace necesario obtener un conocimiento cualitativo y cuantitativo del mismo a nivel nacional. Así también es determinante para la conservación de todo recurso natural, conocer las formas en que estos son utilizados por el hombre y prevenir de esta manera el deterioro de los mismos en beneficio de las generaciones futuras.

El presente trabajo pretende contribuir con el estudio de la vegetación existente en la subcuenca del



Río Itzapa en cuanto a los aspectos de calidad, cantidad y composición florística de los estratos arbóreo y arbustivo, así también las formas de su utilización por parte de los habitantes de las comunidades asentadas dentro de dicha subcuenca.

La metodología del estudio requirió de tres etapas: dos de gabinete y una de campo. En la primera, se recopiló toda la información básica existente, del área de estudio. En la etapa de campo se realizó un inventario de la vegetación arbórea, obteniendo con ello datos de calidad y cantidad total de volumen existente, reconocimiento de la vegetación de la misma en las comunidades de la cuenca. Por último se ordenó e interpretó la información obtenida.

El estudio se llevó a cabo en la parte alta de la cuenca del río Achiguate, correspondiente a la subcuenca del río Itzapa, ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango, a una elevación que va desde los 2,663 msnm en su parte más alta, a los 1,900 msnm, en la parte baja.

En el área de estudio se encuentran dos zonas de vida; siendo Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical.

La fase de campo del presente estudio fué realizada en el período comprendido entre el mes de julio de 1985 al mes de febrero de 1986.

## II. OBJETIVOS

## 1. Objetivo General

Determinar con caracter cualitativo y cuantitativo, el componente vegetal en sus estratos arbóreo y arbustivo de la cuenca del Río Itzapa, así como establecer el uso actual de dicho componente en las comunidades asentadas dentro de la misma.

## 2. Objetivos Específicos

- 2.1 Determinar cuantitativa y cualitativamente el componente vegetal del estrato arbóreo de la subcuenca del Río Itzapa.
- 2.2 Determinar la composición florística de la vegetación arbustiva de la subcuenca del Río Itzapa
- 2.3 Determinar cuantitativa y cualitativamente el uso actual de la vegetación arbórea y arbustiva de la subcuenca del Río Itzapa.
- 2.4 Contribuir con directrices que permitan un mejor aprovechamiento de la vegetación arbórea y arbustiva de la Subcuenca del Río Itzapa.

## III. REVISION DE LITERATURA

## 1. El Recurso Bosque

El bosque usualmente es entendido como un área de tierra cubierta por árboles, pero su concepto resulta ser mucho más amplio. El bosque es un sistema compuesto por árboles, arbustos, hierbas, suelo, luz, aire, agua y animales todos ellos en íntima asociación, se caracteriza sin embargo porque el componente dominante está constituido por árboles. (5)

El recurso forestal representa el pivote entre los diferentes recursos naturales renovables, ya sea porque actúa como protector y conservador de los mismos o bien porque recibe la acción benéfica de los otros. Sobre el recurso bosque ejerce influencia el recurso humano el cual define la categoría de los mismos, sean estos protectores, económicos, parques nacionales o áreas silvestres de acuerdo al uso que se les destine. (1)

Un mal manejo de la cubierta forestal es determinante para el uso que pueda dársele a los demás recursos naturales renovables. Un buen ejemplo de esto son las inundaciones ocasionadas en las partes bajas de las cuencas por el desbordamiento de los ríos, causados fundamentalmente por la falta de cubierta forestal y el poco empleo de técnicas de conservación de suelo y agua en las partes altas del país donde precisamente se originan los ríos. (5)

## 1.1 Beneficios del bosque

1.1.1 Entre estos tenemos que se obtiene: leña y carbón para combustible, madera de diferentes clases para construcción de casas y ranchos, así mismo para ebanistería y para muebles, dormitorios y otros. La madera tiene muchísimas aplicaciones en la industria y cada día se le van encontrando más ocupaciones en la misma (9).

### 1.1.2 Beneficios indirectos

Entre estos tenemos: que es un purificador de la atmósfera aportando oxígeno, juega un papel importante en el ciclo hidrológico ya que ayuda a que el suelo se conserve y a la vez almacene el agua de lluvia, la que va cediendo paulatinamente para alimentar los ríos y nacimientos en época de verano, contribuye a una mejor distribución de las aguas, es refugio de la fauna silvestre, proporciona recreación con su visión panorámica de belleza natural. (9).

### 1.2 Situación actual del recurso bosque en el país

Guatemala es un país considerado como de vocación forestal debido a sus características topográficas y climáticas. Diferentes estimaciones indican que de los 108.889 Km<sup>2</sup> de su extensión, el 39% es eminentemente forestal, el 24.3% de vocación forestal pero que puede tener uso agrícola mediante un manejo adecuado y el resto de uso agrícola. (5)

Mitak, citado por Castañeda (5), estimó que la cobertura total de bosque en el país para el año 1950 era de un 64.7 %, mientras que para 1977 había bajado a un 36%. Actualmente la cobertura total de bosque es estimada en un 33%.

La reducción del recurso forestal así como el deterioro de los demás recursos naturales renovables del país se le atribuye a diferentes factores tales como: (5)

- a) La situación económica-social de la población rural y la falta de una política adecuada de reforma agraria que tenga como base la vocación del suelo.
- b) El crecimiento de la población
- c) Incendios forestales, más un severo ataque del

gorgojo del pino en los bosques de coníferas en el país.

- d) Falta de manejo adecuado debido al incremento de la tala ilegal, principalmente en los grandes latifundios.
- e) Escasa o ninguna reforestación en las áreas taladas.

### 1.3 Distribución por tipos de bosque

Del total de la cobertura forestal estimada (36,100 Km<sup>2</sup>), el 70% es de bosque de hoja ancha, un 20% de coníferas y un 10% de bosques mixtos de coníferas y latifoliadas. (5, 10)

Los bosques de hoja ancha se encuentran distribuidos en las regiones cálidas y húmedas del país en las tierras bajas del norte y la planicie de la costa del pacífico. Los bosques de coníferas y bosques mixtos se encuentran en las regiones montañosas con climas templados, siendo los mismos poco extensos se constituyen en los mayores proveedores de madera para consumo interno. (5).

## 2. El Inventario Forestal

El inventario forestal trata de describir la cantidad y calidad de los árboles de un bosque y muchas de las características de la zona donde crecen tales árboles. (14).

Los principales componentes de un inventario forestal y su programación, dependen de los fines de la operación. Objetivos y planeación están estrechamente relacionados; los objetivos deben estar claramente definidos y el planeamiento diseñado para lograr estos objetivos. (18)

Desde el punto de vista del cálculo de la cantidad de madera, un inventario forestal completo debe incluir una descripción de la zona forestal y de su régimen de

propiedad, así como cálculos de volumen de los árboles. (14).

## 2.1 Inventarios por Muestreo

El muestreo estadístico es una herramienta utilísima usada en la mayoría de los inventarios forestales por razones económicas. (18).

Casi todos los inventarios forestales se realizan recurriendo a alguna técnica de muestreo es decir, se eligen pequeñas parcelas muestra que se consideran representativas del bosque, se mide la cantidad de madera en las mismas y se extiende dicho cálculo a la superficie total del bosque. (18)

Al preparar un plan de muestreo deben tenerse presentes los siguientes elementos: La estratificación de áreas, la forma de distribución de las unidades de muestreo (sistemática o aleatoria), la distribución de las unidades de muestreo en los estratos (sobre fotos aéreas en el campo o con ambos procedimientos), la estimación del número de unidades de muestreo requeridas para obtener la estimación deseada dentro de los límites de exactitud aceptados y definir la extensión y forma de las unidades de muestreo (14).

### 2.1.1 Tipos de muestreo utilizados en inventarios forestales.

- a) Muestreo de probabilidad proporcional al tamaño.

En este sistema de muestreo no se establecen parcela de área fija, sino una serie de puntos de muestreo, en cada uno de los cuales se verifican después los árboles para ver si se escogen como muestras. No hay un límite o área fija, pero cada árbol visible desde el punto de muestreo tiene una probabilidad de ser elegido

en función de un diámetro a la altura del pecho, esto se realiza mediante la utilización de aparatos que estiman el área basimétrica en el campo. (14)

b) Muestreo aleatorio

Cuando las unidades muestra que han de medirse se escogen al azar, no solamente el muestreo carecerá de errores sistemáticos sino también podrá calcularse la precisión de las estimaciones. En este tipo de muestreo cada unidad muestra debe tener la misma probabilidad de ser elegida. (14).

c) Muestreo al azar estratificado

Este tipo de muestreo constituye un paso más refinado del muestreo aleatorio. Usualmente, dentro de una población existen subpoblaciones desde un punto de vista global, sino que también se pueden evaluar las características de las subpoblaciones que la constituyen. (3).

d) Muestreo Sistemático

Consiste en la medición de las características forestales por medio de unidades muestrales distribuidas con arreglo a un modelo fijo. Uno de los procedimientos de frecuente aplicación es que el grupo de reconocimiento recorra el bosque siguiendo líneas paralelas equidistantes trazadas de un extremo a otro de la zona que ha de muestrearse, en este sistema se procura trazar las líneas perpendiculares al esquema de variación topográfica y después se sitúan en esas líneas las unidades de muestreo. (14)

e) Medición de variables auxiliares

Bajo ciertas circunstancias y para mejorar la precisión de las estimaciones, los parámetros se combinan con algún otro grupo, llamado variable auxiliar aleatoria la cual puede no ser un objetivo del inventario, para su empleo como parámetro intermedio es necesario y ventajoso. (3, 18).

Dependiendo del número de etapas que se lleven a cabo en la estimación de variables auxiliares, el tipo de muestreo será Bietápico (2 fases) o polietápico (más de 2 fases). (3, 18).

Existe otro tipo de muestreo llamado multifase que a diferencia del muestreo politápico, en que de una muestra se pasa por jerarquía a una submuestra de ésta, en el caso del polifásico algunas de las mismas unidades se emplean en diferentes fases de muestreo. (3).

### 2.1.2 Intensidad de muestreo

El número de unidades de muestreo que hay que tomar para hacer un inventario puede decidirse de dos maneras: La primera consiste en calcular el número de parcelas necesario para que la probabilidad y el error de muestreo sean tolerables, la segunda es fijar una determinada intensidad de muestreo antes de iniciar el trabajo en el campo. En los dos casos, el número de unidades muestra se fija en el campo y se toman todas las mediciones necesarias y se efectúan los cálculos incluso el de los errores de muestreo. (14).

El mejor procedimiento para determinar la intensidad de muestreo consiste en fijar primeramente los límites de precisión y después el número de parcelas necesarias para conseguirlos. (14).

### 2.1.3 Estratificación

Para reducir la variabilidad de un parámetro en la población total y consecuentemente el error de muestreo de la estimación, es generalmente muy útil dividir la población en subpoblaciones o estratos, más homogéneos y efectuar un muestreo independiente en cada estrato. (18)

La estratificación se efectúa a veces basándose en una



subdivisión de la población realizada previamente con una finalidad determinada, la misma puede hacerse previamente a la selección de la muestra, en este caso se le denomina "apriori" o después de la selección de la muestra o "aposteriori". (18).

### 3. Medición Forestal

La ciencia de la medición forestal, trata de la determinación de diámetros, alturas o volúmenes de árboles en pie o de sus productos, como tablonos aserrados o cuerdas de leña y de la determinación o predicción de las tasas de crecimiento. (2)

#### 3.1 Medición de diámetros

El diámetro de los árboles en pie, se debe medir a una altura de 1.30 metros desde el nivel del suelo (DAP).

En las laderas de colinas el DAP debe medirse desde el nivel del suelo en el lado que va hacia arriba. (2,4, 13,15,18).

En el caso de árboles con costillas basales, la medición del diámetro deberá efectuarse a una altura de 0.30m. por encima del final de las costillas. (4, 16, 18).

En árboles bifurcados por debajo de 1.30 metros, debe medirse el DAP en los dos fustes. (4, 16).

Se usan varios instrumentos para medir el diámetro de los árboles. Las ventajas de cada uno de ellos dependen de varias circunstancias, como la posición y el estado del árbol, el grado de precisión requerido y la facilidad de transporte etc. del instrumento. (2)

Entre estos instrumentos podemos mencionar: la forcípula, la cinta diamétrica, regla Biltmore y dendrómetros como el relascopio de Biterlich y el pentaprisma de Wheeler. (2, 4, 13, 18).

### 3.2 Medición de altura

La altura es una variable importante para poder estimar el volumen y crecimiento del árbol, también es un indicador de la calidad de sitio. La altura total de los árboles, va desde el nivel del suelo hasta el ápice de la copa, la altura comercial depende de los requisitos comerciales que exijan. (18)

La altura de los árboles en pie puede medirse en forma directa o indirecta: (2, 4, 13, 15, 18).

- a) Directa, con varas graduadas
- b) Indirecta, mediante dentrómetros.

### 3.3 Estimación del volumen basada en el árbol

Algunas de las definiciones de clases de volumen, utilizadas por FAO en los inventarios forestales son las siguientes: (18).

- a) Volumen total: es el volumen correspondiente al fuste principal de un árbol; para los deliquescentes, hasta el punto de inicio de la copa para los de forma excurrente hasta el ápice.
- b) Volumen bruto: el volumen de una parte especificada de un árbol (o completo) con corteza y sin deducciones por defectos.
- c) Volumen neto: volumen de una parte especificada de un árbol (o completo), sin corteza y hechas las deducciones por defectos.

Las estimaciones del volumen basada en el árbol, puede hacerse empleando fórmulas geométricas aplicadas a árboles en pie o apeados tales como: ecuaciones de volumen o tablas de cubicación locales elaboradas para cada especie en particular, o bien utilizando la fórmula:

$$V = F.g.h$$

En donde: F, g y h representan respectivamente el coe

ficiente mórfico, el área basimétrica a la altura del pecho y la altura total del tronco hasta un diámetro mínimo. (18).

El factor de forma se define como: la relación del volumen real de un árbol y el volumen de un cilindro, obtenido con el área basimétrica a la altura del pecho. (2, 4, 13, 15).

Según Caillies (4), el factor de forma  $f$ , no es una característica de la forma del tallo por:

- a) dos árboles con el mismo  $f$  no tienen necesariamente la misma forma.
- b) dos árboles de la misma forma, no tienen el mismo  $f$ .

El factor de forma no puede medirse directamente; el volumen debe ser calculado con anterioridad mediante seccionar el fuste en trozas y sumar los volúmenes de dichas trozas, esto puede hacerse en árboles apeados o en pie. (4)

El volumen de las trozas puede ser calculado empleando fórmulas como las siguientes: (4, 15, 18)

- a) Huber:  $V = A_m \times h$
- b) Smalian:  $V = 1/2 (A_b + A_u) h$
- c) Newton:  $V = h/6 (A_b - 4A_m - A_u)$

Donde:

- $V$  = Volumen en  $m^3$
- $A_m$  = Área de la sección central de la troza en  $m^2$
- $A_b$  = Área superior de la troza en  $m^2$
- $h$  = Longitud de la troza en metros

Al emplear las fórmulas a y b, los volúmenes de los extremos del árbol (tocón y punta), deben ser calculados por separado y luego sumarse. (15, 18).

La fórmula de Newton es aplicable también si la troza es aproximadamente un cono truncado o de neiloide. (15,18)

La fórmula de Huber da una subestimación del volumen de la troza, mientras que la fórmula de Smalian da una so-

bre estimación de la primera o sea de dos veces tan grande como la subestimación de la primera, por lo que la fórmula de Newton es considerada como la más precisa de las tres. (15,18).

## CUADRO No. 1

## Ecuaciones de volumen de sólidos importantes

SOLIDO	Ecuación de volumen
Cilindro	$V = A_b h$
Paraboloide	$V = 1/2(A_b h)$
Cono	$V = 1/3(A_b h)$
Neiloide	$V = 1/4(A_b h)$
Paraboloide trun- cado	$V = h/2(A_b + A_u)$ Smalian $V = h(A_m)$ Huber
Cono truncado	$V = h/3(A_b + A_b A_u + A_u)$
Neiloide truncado	$V = h/4(A_b + A_b^2 A_u + A_u^2 A_b + A_u)$
Neiloide, cono o paraboloide trun- cado	$V = h/6(A_b + 4A_m + A_u)$ Newton

Fuente: (15)

## 3.4 Cubicación de leña

El método más preciso para medir el volumen de cualquier sólido de forma irregular, es el conocido como Xilómetro, el cual consiste en medir el volumen de agua desplazada por el sólido. Este método es usado únicamente para determinar el volumen de pequeñas e irregulares piezas tales como: ramas que no podrían medirse de otro modo ya que su empleo en sólidos grandes resulta impráctico. (2,15)

El volumen de leña apilada puede estimarse también mediante la multiplicación de sus lados (largo, ancho y

altura), pero el resultado no puede ser confiable ya que se incluyen áreas vacías entre los trozos. (2, 4).

### 3.5 Determinación de la edad de los árboles

La edad de los árboles puede determinarse mediante:  
(2)

- a) El número de verticilos de las ramas (en coníferas).
- b) El conteo de anillos anuales
- c) El registro de plantillos de la misma edad.

El conteo de anillos puede hacerse, extrayendo virutas con un barrenado de Pressler a una altura de 1.30 metros (16).

Bruce (2), indica que el recuento de anillos a esta altura no da precisamente la edad verdadera del árbol sino que tan solo una estimación ya que conforme aumenta la altura, disminuye el número de anillos con respecto a la base del mismo.

## IV. METODOLOGIA

## 1. Descripción General del Area

## 1.1 Ubicación

El presente estudio se realizó en la cabecera noroeste de la cuenca del Río Achiguate, correspondiente a la subcuenca del Río Itzapa; (figura No. 1).

Políticamente se ubica en el municipio de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango. Limita al norte con la cabecera departamental de Chimaltenango, al este con el municipio de Parramos, al oeste con el cerro las Minas, la montaña El Soco y cabecera municipal de Zaragoza. Al sur con el cerro Chino, la finca Santa Rosa y el cacerío El Ciprés.

Se encuentra comprendida entre los meridianos:  $90^{\circ} 49' 18''$  y  $90^{\circ} 51' 13''$  de longitud oeste y los paralelos  $14^{\circ} 34' y 40''$  y  $14^{\circ} 38' 55''$  de latitud norte.


## 1.2 Fisiografía

La cuenca del Río Itzapa, está comprendida en la provincia fisiográfica de las tierras altas volcánicas, ubicándose su parte alta en la categoría de gran paisaje como la montaña de Itzapa-Parramos; a una altura máxima de 2,663 msnm, la parte baja está comprendida en la categoría de gran paisaje en la planicie de los valles altos, el cual se identifica como valle de Itzapa; a una altura mínima de 1,900 msnm.  
(12)

## 1.3 Geología

Los materiales geológicos que se encuentran en la cuenca están constituidos principalmente por rocas volcánicas sin dividir (predominantemente del mio-plioceno), tobas colocadas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos del período terciario y de rocas ígneas y metamórficas del período

## Referencias

- Limite de la cuenca del rio Achiguate
- - - Limite departamental
-  Cuenca del río Itzapa

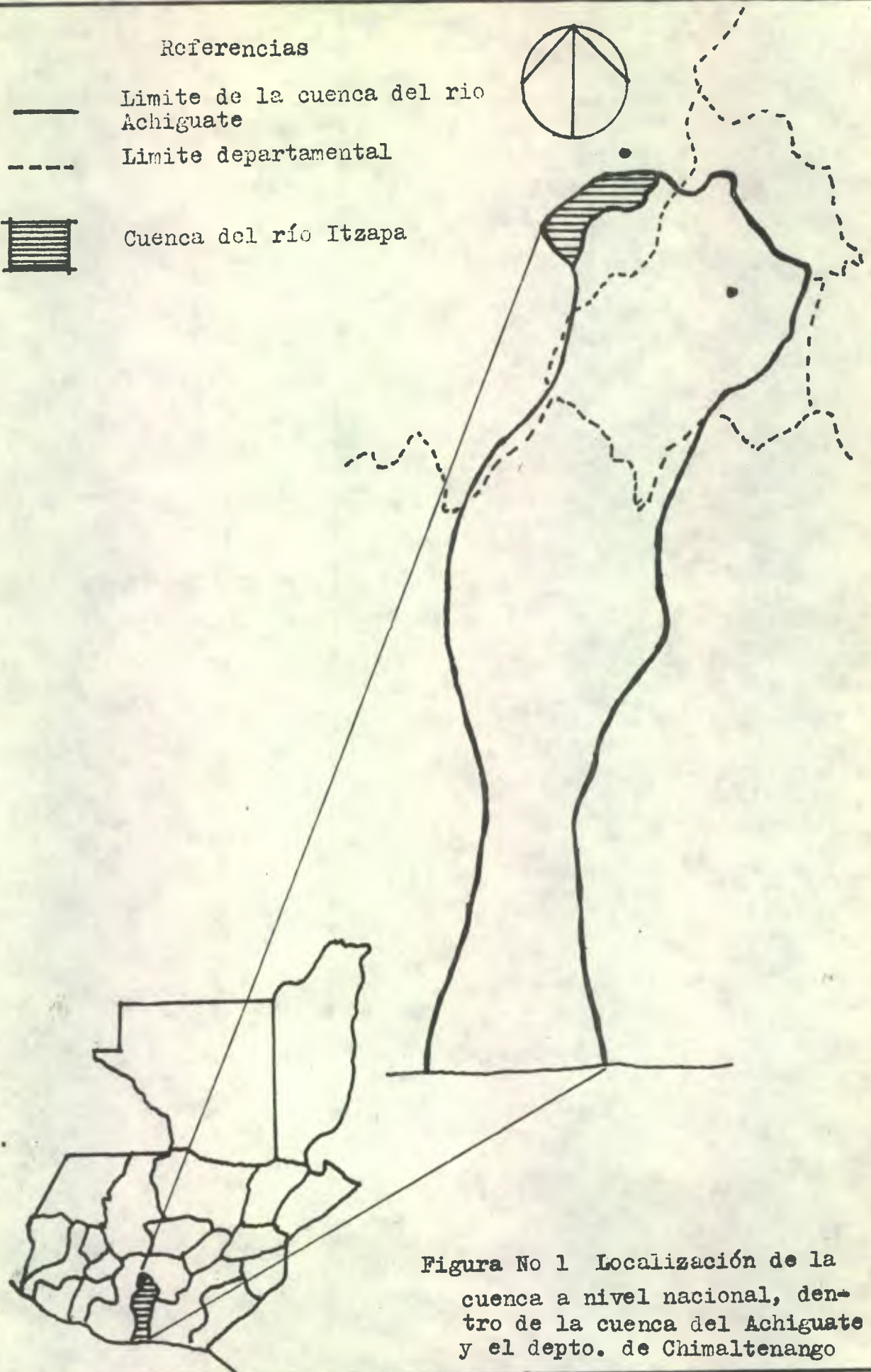


Figura No 1 Localización de la cuenca a nivel nacional, dentro de la cuenca del Achiguate y el depto. de Chimaltenango

do cuaternario. (17) (Figura No. 2)

#### 1.4 Suelos

Según la clasificación de Simmons, Tarano y Pinto (20) en el área de estudio se encuentran tres serie de suelos; Tecpán, Patzicía, y Alotenango. (Figura No. 3.)

Herrera (12), determinó 3 unidades de suelos y se les clasificó taxonómicamente hasta nivel de subgrupo, siendo estos del orden de los inceptisoles; en las consociaciones Typic eutrandepts, con clase de capacidad VI y Typic vitrandepts con clase de capacidad II y VII, siendo en general suelos de fuerte pendiente y erosión muy severa. (Figura No. 4)

#### 1.5 Hidrografía

La cuenca del río Itzapa, drena el área correspondiente al río La Virgen el cual toma el nombre de río Itzapa en la parte baja de la misma, este río nace en el cerro El Soco en el municipio de Zaragoza a una elevación de 2,663 msnm. (17)

#### 1.6 Características Hidroclimáticas

La precipitación media anual es de 1,202.85 mm, distribuidos durante 6 meses del año (mayo - octubre). La temperatura media anual es de 21.3 °C; la humedad relativa de 70 a 75%, la velocidad media del viento de 11.3 kilómetros por hora con dirección oeste. (21)

Según la clasificación de Thornthwite (21), el clima predominante en la cuenca es B'2B'Bc, equivalente a templado con invierno benigno y húmedo con invierno seco.

#### 1.7 Ecología

Según Holdridge (8), dentro de la cuenca se encuentran 2 zonas de vida; Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, la primera abarca mayor extensión en las elevaciones media y baja y la segunda se ubica en las elevaciones altas de la misma. (figura No.5)



Las especies indicadoras de la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo encontradas dentro de la cuenca son: Pinus montezumae y Quercus sp., siendo: Alnus arguta, Chiranthodendron pentadactylom, Urtica sp. y Oreopanax xalapensis, indicadoras de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical. (10)

### 1.8 Población

El Municipio de San Andrés Itzapa, posee una población de 11,809 habitantes, con una densidad de 197 habitantes por Km<sup>2</sup>. El analfabetismo abarca un 45% de la población en los hombres y un 68% en las mujeres. (6)

Dentro de la cuenca se ubican dos comunidades rurales Aldea El Aguacate y Aldea Chicazanga y en forma parcial la cabecera municipal de San Andrés Itzapa. La aldea Chicazanga esta habitada solo por personas de la étnica indígena Maya - Cackchiquel, mientras que la otra solo por personas de la étnica ladina. En la cabecera municipal se dá la mezcla de ambas étnicas predominando la Cackchiquel. La región en general presenta una población predominantemente indígena del 61.73% de habla Cackchiquel. Las familias de la cuenca, se encuentran compuestas por un número mínimo de 3 personas hasta un máximo de 11, siendo de 6 personas el número promedio por familia. (6)

### 2. Delimitación de la cuenca

El área de estudio fué delimitada haciendo uso de la hoja cartográfica No. 2059 IV a escala 1:50,000 del año 1964 (11). La delimitación se presenta en la figura No. 6

El área de la cuenca fué delimitada también sobre fotografías aéreas números: 1148, 1150, 1171, 1172, 1173, 1174, 1194, y 1195 del proyecto VTN del Instituto Geográfico Militar del año 1979.

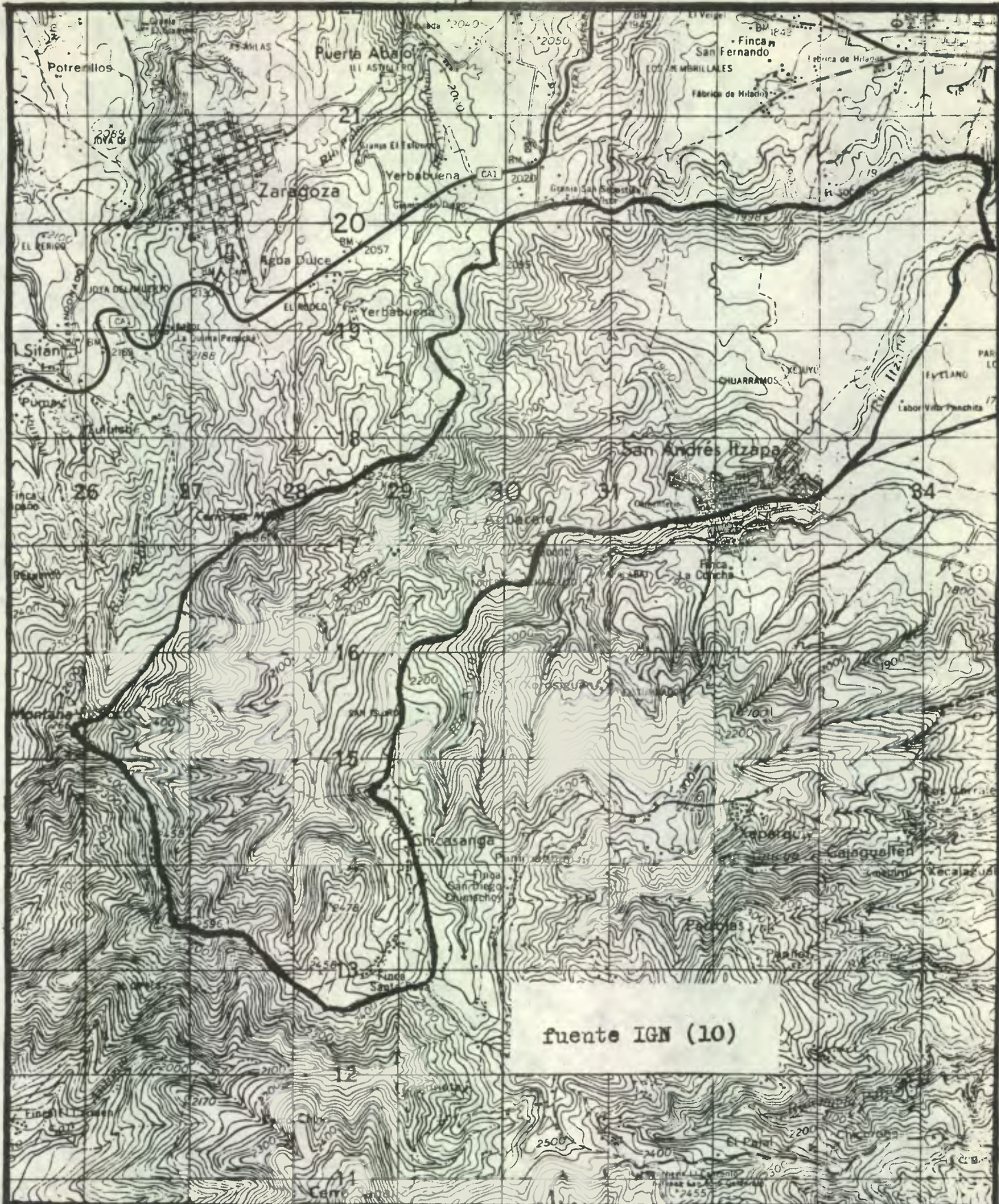


Figura No. 6	Subcuenca del río Itzapa	Escala 1:50,000
S. Aguilar	Delimitación	IIA Agronomía USAC

### 3. Determinación del Uso actual de la tierra

Mediante la fotointerpretación se delimitaron: los poblados, carreteras, caminos y límites de uso de la tierra en cuanto a bosques, terrenos agrícolas y otras formas de utilización, con lo cual se elaboró el mapa preliminar del uso de la tierra y tipos de bosque a escala 1:30,000.

### 4. Reconocimiento general del área

Teniendo la delimitación de las diferentes unidades de uso de la tierra en forma preliminar, se procedió a realizar una verificación en el campo por medio de caminamientos en toda el área de la cuenca. Mediante estas observaciones se elaboró el mapa definitivo de uso actual de la tierra y tipos de bosque a escala 1:20,000 (figura No. 7)

### 5. Estudio de la vegetación

#### 5.1 Estrato arboreo

En este estrato se realizó un inventario forestal, evaluando la cantidad total de madera con corteza en metros cúbicos, utilizando el método de muestreo estadístico simple aleatorio estratificado con una intensidad del 0.7%.

El área de bosque fué dividida para su estudio en 4 estratos, en base a la densidad de copas y composición de especies siendo estos: Bosque Abierto de Coníferas (BAC) Bosque Denso de Coníferas (BDC), Bosque Abierto Mixto (BAM), y Bosque Denso Latifoliado (BDL).

#### 5.1.1 Elaboración del marco área

Utilizando como base el mapa de uso actual de la tierra y tipos de bosque, se procedió a elaborar sobre el mismo una plantilla de cuadros de una hectárea para la distribución al azar de las parcelas de muestreo, deter-

minándose la parte central como punto de localización de las mismas. (Figura No. 8)

#### 5.1.2 Número, tamaño y forma de las parcelas de muestreo

El número total de parcelas muestreadas fué de 55, distribuídas al azar previo a un sorteo en cada uno de los estratos de bosque de la siguiente forma:

18 parcelas en el estrado BAC, 4 en el BDC, 11 en el BAM y 22 en el BDL.

El tamaño de las parcelas utilizadas fue de 20 m. x 50 m., equivalentes a 0.1 hectáreas, de forma rectangular.

#### 5.1.3 Mediciones realizadas

Las variables medidas en cada una de las parcelas de muestreo fueron: Diámetro a la altura del pecho ó "d", altura total, edad en coníferas y características cualitativas como; especie y estado fitosanitario.

Para la medición del "d", se utilizó una for-cípula de madera empleando al mismo tiempo un clinómetro en la estimación de alturas.

#### 5.1.4 Estimación de volúmenes

Para las coníferas se calculó el volumen total con corteza haciendo uso de las tablas de volumen elaboradas por el Instituto Nacional Forestal. (19).

En el caso de las especies frondosas, se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = AB \times h \times f$$

Donde:

- V = Volumen total en m<sup>3</sup>  
 AB = Area basal tomada a la altura del pecho  
 h = Altura total  
 F = Factor de forma

El factor de forma se obtuvo derrivando un promedio de 6 árboles de cada especie, calculando su volumen real mediante la fórmula de Huber, la fórmula de un neiloide o un cilindro según el caso en el tocón y la fórmula de un cono truncado en la última sección.

Se hace la aclaración de que de los factores de forma calculados en este estudio, por razones del régimen de propiedad de la tierra, los árboles utilizados fueron de diámetros menores, comprendidos entre los 15 a 40 centímetros de "d", por lo que están sujetos a modificaciones.

#### 5.1.5. Estimación de la edad en coníferas

La estimación de la edad para las especies coníferas (principalmente de Pinus montezumae), se obtuvo mediante la utilización de un barrenado de Pressler, extrayendo un tarugo de madera del fuste a una altura de 1.30 metros a partir del suelo, procediendo al conteo de anillos presentes.

#### 5.2. Estrato arbustivo

En este estrato únicamente se obtuvo información sobre su composición florística, área ocupada y formas de utilización por los habitantes de la cuenca.

La composición florística de este estrato se determinó realizando un muestreo preferencial, ubicando parcelas en lugares representativos de este tipo de vegetación.

El tamaño de parcelas utilizado fué de 4 metros por 4 metros (16 m<sup>2</sup>), de forma cuadrada.

### 5.3. Determinación de especies

En cada parcela de muestreo, se procedió a coleccionar todo el material vegetal que fué posible procesar como hojas, - flores y frutos. Las muestras fueron colocadas en hojas de papel periódico con su tarjeta de identificación, posteriormente fueron prensadas y llevadas al herbario de la Facultad de Agronomía en donde fueron determinadas.

## 6. Determinación del aprovechamiento de la vegetación arborea y arbustiva de la cuenca

Las comunidades asentadas dentro de la cuenca, se dividieron para su estudio en; comunidades rurales (aldeas) y comunidad urbana (cabecera municipal). En las primeras se realizó un censo de familias mientras que para la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, se hizo distinción en lo que son; hogares comunes y pequeñas industrias.<sup>1/</sup> Para los hogares comunes se realizó un muestreo simple aleatorio con una intensidad del 7%. El marco lista utilizado en el muestreo se elaboró en base al número total de familias, en el caso de las pequeñas industrias se realizó un censo total. Las boletas utilizadas en este estudio se observan en el anexo IV.

<sup>1/</sup> Panaderías, tortillerías, marranerías, jabonerías y carbonerías.

### 6.1. Variables evaluadas

Las variables evaluadas en las comunidades de la -  
cuenca con respecto a la utilización de la vegetación estudiada  
fueron:

- a) Consumo de leña por familia en  $m^3/año$
- b) Consumo de leña por pequeña industria en  $m^3/año$
- c) Utilización y destino de postes en  $m^3/año$
- d) Especies más utilizadas para; leña y postes.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Superficie de la cuenca

El área de la Cuenca del Río Itzapa determinada por el método planimétrico fué de 2397.52 hectáreas, equivalentes a 23. a 23.97 Kms<sup>2</sup>, la cual constituye el 1.8% de la extensión total de la Cuenca del río Achiguate.

## 1.1. Uso actual de la tierra

La cuenca del Río Itzapa posee un 41.71% de su extensión para uso agrícola. el 33.12% del área se encuentra ocupada por bosques naturales de coníferas y frondosas; el 18.07% constituido por matorrales, el 4.12% por pastizales y el 2.98% corresponde al área urbana.

El área con uso agrícola, tiene un predominio de cultivos limpios (38.62%), los cuales están constituidos principalmente por; maíz, frijol, haba, trigo y hortalizas, siguiéndole en menor importancia el área ocupada con café (3.09%).

Los cultivos limpios, principalmente el del maíz son cultivados en muchas áreas con pendientes mayores del 100% y sin la utilización de técnicas de conservación de suelos, por lo que puede observarse en las mismas un alto grado de erosión del suelo causada fundamentalmente por la falta de cubierta vegetal.

El bosque natural, se encuentra constituido principalmente por árboles de las especies; Pinus montezumae, Alnus arguta y Chiranthodendron penthadactylom. Estos bosques se encuentran distribuidos en toda el área de la cuenca, formando rodales puros o mixtos.



El resumen del uso actual del suelo de la cuenca del Río Itzapa, puede apreciarse en el cuadro 2. La figura 7 muestra gráficamente la distribución de cada zona de uso de la tierra dentro de la cuenca.

CUADRO 2 Uso actual de la tierra

Zona de uso	Superficie en has	Area en Km <sup>2</sup>	%
Cultivos limpios	925.97	9.26	38.62
Bosque natural	794.24	7.94	33.12
Matorrales	433.27	4.33	18.07
Pastizales	98.82	0.99	4.12
Café	74.08	0.74	3.09
Area urbana	71.14	0.71	2.98
<b>TOTALES</b>	<b>2397.52</b>	<b>23.97</b>	<b>100.00</b>

### 1.2. Régimen de propiedad

De los 22.97 Km<sup>2</sup> que ocupa la cuenca del Río Itzapa 19.92 Kms<sup>2</sup> equivalentes al 83.09% del área total, es de propiedad privada; 4.05 Kms<sup>2</sup> equivalentes al 16.91% del área total de la cuenca, es área comunal conocida como "Astillero municipal de San Andrés Itzapa". (ver figura 9).

## 2. Vegetación arbórea de la cuenca

### 2.1. Descripción de los estratos

#### 2.1.1. Bosque abierto de coníferas

Estos bosques generalmente se encuentran asociados con cultivos de maíz y frijol, ocupando una extensión de 226 hectáreas (9.43% del área total de la cuenca); los cuales presentan un alto grado de distribución debido a las talas inmoderadas realizadas principalmente para dejar áreas descubiertas y establecer cultivos como los mencionados.

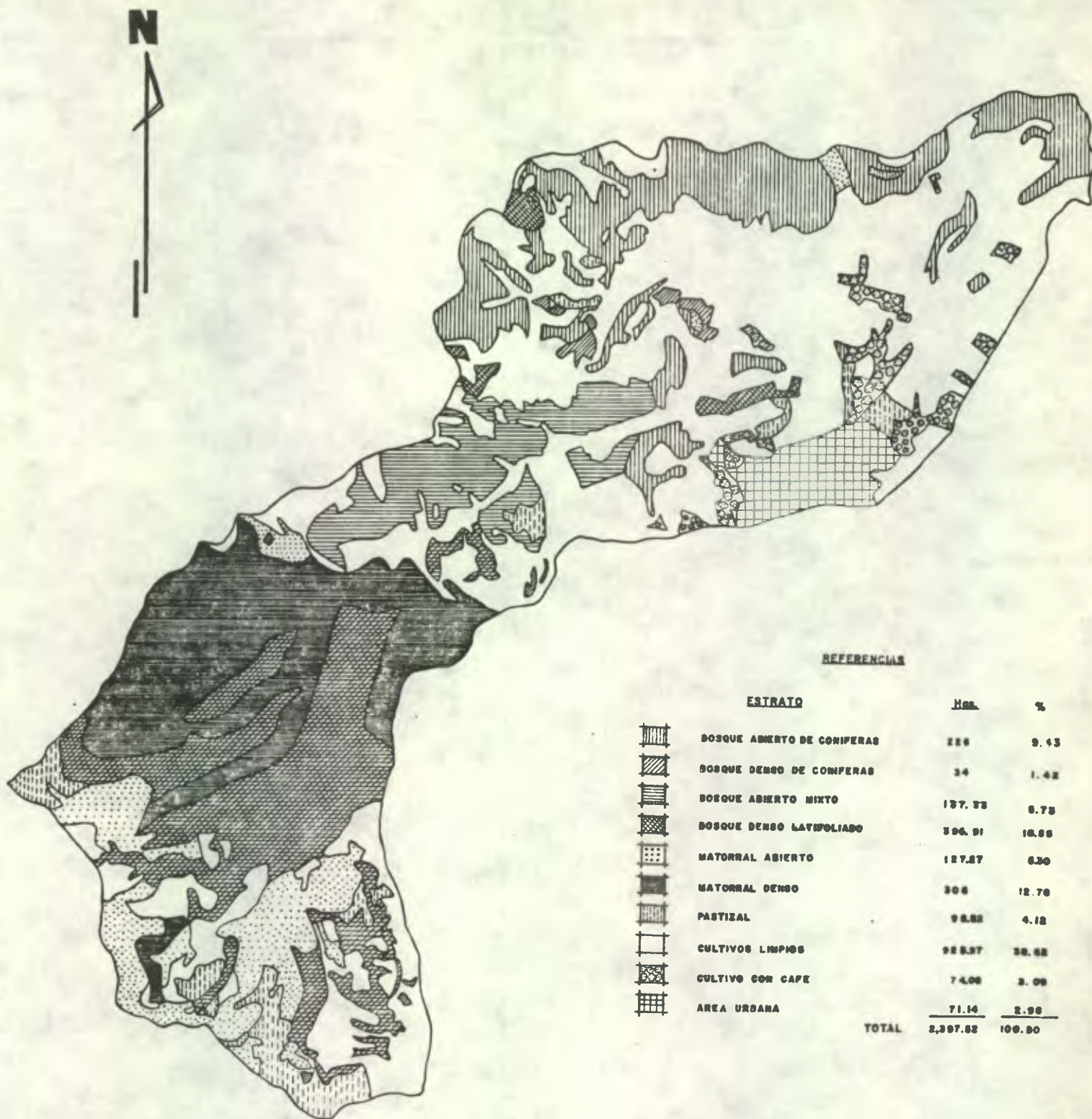


FIGURA No. 7

Mapa de uso actual de la tierra y tipos de Bosque.

Escala 1:60,000

Entre las especies dominantes de este estrato se encuentran Pinus montezumae, Quercus tristis y Cupressus lusitanica. La vegetación arbustiva es muy escasa, encontrándose únicamente regeneración natural de: Quercus tristis y Quercus brachistachis en áreas no utilizadas en la agricultura ni pastizales.

#### 2.1.2. Bosque denso de coníferas

Este estrato está constituido principalmente por árboles de la especie Pinus montezumae, en asociación con Quercus brachistachis y Quercus tristis. Estos bosques en su mayoría han sido talados debido al establecimiento de cultivos limpios como; maíz y frijol, por lo que ocupan pequeñas áreas dispersas cuya extensión es de 34 hectáreas (1.42% del área total de la cuenca). los cuales no presentan vegetación arbustiva probablemente debido a la alta densidad de copas de los árboles que disminuyen la intensidad de luz para las plantas bajas.

#### 2.1.3. Bosque abierto mixto

Estos bosques comprenden una extensión de 137.33 hectáreas (5.73% del área total de la cuenca), constituidos por árboles de las especies; Pinus montezumae, Quercus sp. Alnus arguta, Diphysa robinoides y Arbutus xalapensis.

Una de las características de estos bosques es que presentan una alta regeneración natural principalmente de las especies frondosas mencionadas, así también puede decirse que por su composición florística son representativas de la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (10).

#### 2.1.4. Bosque denso latifoliado

Estos bosques ocupan una extensión de 396.91 hectáreas (16.55% del área total de la cuenca) y se encuen-

tran distribuídos en la parte sur de la cuenca adquiriendo funciones protectoras de: suelo, agua y vida silvestre. Su estructura no ha sido muy alterada ya que todavía pueden observarse árboles de Chiranthodendron penthadactylom de 1.50 metros de "d" esta situación puede deberse al régimen de propiedad y a las fuertes pendientes donde se localizan, lo cual dificulta su extracción.

Las especies predominantes en este estrato son; Alnus arguta, Chiranthodendron penthadactylom, Pinus montezumae, Quercus tristis y Quercus acatenangensis, las cuales según Flores (10), son representativas de la zona de vida bosque muy húmedo montaño bajo subtropical.

La vegetación arbustiva está compuesta principalmente por regeneración natural de; Quercus acatenangensis, Quercus tristis Ostria virginiana, Miconia sp. y Oreopanax xalapensis.

## 2.2. Estado fitosanitario

El estado fitosanitario del bosque en general, puede considerarse como bueno, ya que en la mayoría de los individuos no se observó ataques considerables de agentes bióticos, únicamente malformaciones e inclinaciones de sus tallos.

## 2.3. Volúmenes

Los valores de volumen que se presentan en los siguientes cuadros, corresponden al volumen total en metros cúbicos de madera con corteza de la vegetación arborea de la cuenca del Río Itzapa para el año 1985.

En el cuadro 3, pueden observarse los valores de; volumen medio por hectárea y total de bosque de la cuenca con sus respectivos límites de confianza calculados con un error de muestreo estratificado del 5% al 95% de probabilidad.

CUADRO 3 Volumen promedio/ha y total del bosque de la cuenca del Río Itzapa.

Area total has	Volumen $\bar{X}$ /ha (m <sup>3</sup> )	Límites de confianza	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Límites de confianza
794.24	183.30	187.6589	145,613.52	149,076.2301
		178.9411		142,150.8098

De los 145,613.52 m<sup>3</sup> de madera con corteza existente en el bosque de la cuenca, el 61.64% corresponde a las especies frondosas principalmente de Alnus arguta, Chiranthodendron pentadactylom y Quercus sp., mientras que el 38.36% es de coníferas principalmente de Pinus montezumae (ver cuadro 19A, anexo 2)

CUADRO 4 Volumen promedio/hectárea y total/estrato del bosque de la cuenca del Río Itzapa.

Estrato	Area en has	Vol/ha m <sup>3</sup>	% del área	Vol. Tot m <sup>3</sup>	% Vol. tot
Bosque denso de coníferas	34	208.51	4.28	7089.34	4.89
Bosque abierto de coníferas	226	109.96	28.45	24850.96	17.14
Bosque denso la- tifoliado	396.91	246.30	49.97	97758.93	67.42
Bosque abierto mixto	137.33	111.41	17.30	15286.16	10.55
TOTALES	794.24		100.00	144986.49	100.00

El cuadro 4, muestra que el estrato bosque denso latifolia do ocupa la mayor extensión del total del bosque existente en la cuenca con 49.97%, así como los valores más altos de volumen medio por hectárea y total; con 246.30 m<sup>3</sup> y 97,758.93 m<sup>3</sup>. Estos bosques representan un gran potencial de tipo ecológico, actuan

do como protectores del suelo, agua y fauna silvestre al estar ubicados en las partes media y alta de la cuenca.

La composición florística de los estratos de bosque así como el volumen por especie, pueden observarse en el anexo 2.

### 3. Vegetación arbustiva de la cuenca

La vegetación arbustiva de la cuenca, se dividió para su estudio en dos estratos de acuerdo a su densidad, siendo estos; matorral denso y matorral abierto.

#### 3.1. Matorral denso

Este estrato abarca un área de 306 hectáreas (12.76% del total del área total de la cuenca), el cual se encuentra ubicado en su totalidad dentro del Astillero Municipal de San Andrés Itzapa, por lo que únicamente presenta pocos árboles muy aislados de las especies; Pinus montezumae y Alnus arguta, así como una alta regeneración natural de especies arbóreas y arbustivas.

#### 3.2. Matorral abierto

Este estrato se encuentra ubicado frente a la aldea Chicazanga, ocupando una extensión de 127.17 hectáreas (5.3% del área total de la cuenca), la cual inicialmente estaba cubierta con bosque pero actualmente solo pueden observarse masas dispersas de vegetación arbustiva en combinación con cultivos anuales como; maíz, frijol y sorgo.

La vegetación arbustiva existente en la cuenca, puede observarse en el cuadro 5.

CUADRO 5 Vegetación arbustiva de la cuenca del Río Itzapa

Especie	Nombre común	Familia
<u>Quercus brachystachys</u> Benth	Encino	Fagaceae
<u>Quercus tristis</u> Leibm	Encino	Fagaceae
<u>Quercus acatenangensis</u>	Mosiché	Fagaceae
<u>Quercus peduncularis</u> Neé	Encino	Fagaceae
<u>Arbutus xalapensis</u> HBK	Palo rojo	Ericaceae
<u>Oreopanax xalapensis</u>	Mano de León	Araleaceae
<u>Ostrya virginiana</u> var. <u>guatemalensis</u> (Winkl)	Duraznillo	Betulaceae
<u>Senecio petasioides</u> Greenm	Hoja de queso	Compositae
<u>Senecio salignus</u> DC	Flor amarilla	Compositae
<u>Calliandra grandiflora</u> (L. Her) Benth	Caliandra	Leguminosae
<u>Mimosa albida</u> var. var. <u>floribunda</u> (Willd) Robinson	Dormilona	Mimosaceae
<u>Alnus arguta</u> (Schlecht)	Ilamo	Betulaceae
<u>Bouvardia leiantha</u> Benth	-----	Rubiaceae
<u>Lantana camara</u> L.	5 negritos	Verbenaceae
<u>Miconia</u> sp.	-----	Melastomaceae
<u>Saurauia</u> sp.	Chupé	Saurauiaceae
<u>Lagaceae sufruticosa</u>	-----	Compositae
<u>Parathesis</u> sp.	-----	Myrcinaceae
<u>Burleya</u> sp.	-----	Loganaceae
<u>Schoefia vacciniiflora</u> Planch ex Hemsl	Café cimarrón	Oleaceae
<u>Urtica urens</u> L.	Chichicaste	Urticaceae
<u>Cestrum</u> sp.	-----	Solanaceae
<u>Prunus salasii</u>	Carreto	Rosaceae

4. Utilización de la Vegetación Arborea y Arbustiva de la Cuenca del Río Itzapa.

Las únicas formas de utilización de la vegetación estudiada por parte de los habitantes de las comunidades; Cabecera municipal de San Andrés Itzapa, aldea El Aguacate y aldea Chicazanga para el año 1985 fueron: en forma de leña y posted, con un total de utilización de 21,030.10 m<sup>3</sup>, siendo la primera de uso prioritario con un 99.22 % de utilización, y de únicamente el 0.78 % utilizada para postes. (ver cuadro No. 6).

Las cifras anteriores reflejan que actualmente existe una gran demanda principalmente de leña en la región, lo cual representa en términos comparativos una utilización del 14.44 % de la vegetación arborea de la cuenca. Sumado a estos datos, debe tomarse en cuenta que con el crecimiento de la población aumentará la demanda de leña en la región, por lo que de no controlarse esta situación dicha vegetación corre el riesgo de desaparecer rápidamente.

CUADRO No. 6

Utilización de la vegetación arborea y arbustiva de la cuenca del Río Itzapa para el año 1985.

Utilizacion	Unidad de medida	Número	Volumen (m <sup>3</sup> )	%
Leña	Cargas	104,335.95	20,867.19+	99.22
Postes	Unidad	10,371.00	162.91++	0.78
<b>TOTALES</b>			<b>21,030.10</b>	<b>100.00</b>

Cabe hacer notar que en la presente investigación, se identificaron a 25 personas residentes en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa que se dedican únicamente a la

+ Valor calculado con un coeficiente de leña 0.20 m<sup>3</sup>/carga (7).

++ Valor obtenido de la fórmula de volumen de un cilindro.



extracción de madera para aserrío, los cuales en ese momento no estaban trabajando en el área de estudio por motivo de restricción por parte del Instituto Nacional Forestal (INAFOR), ya que el mismo les confiere permisos de tala cada 5 años, por lo que no fueron tomados en cuenta en la presente investigación.

#### 4.1 Consumo de leña

El total de leña consumida en la Cuenca del Río Itzapa durante 1985 fué de 20,867.19 m<sup>3</sup>, de los cuales el 93.18% fué destinado para uso familiar y únicamente el 6.82 % fué de uso industrial. (ver cuadro No. 7)

CUADRO No. 7

Consumo total de leña en la Cuenca del Río Itzapa 1985.

Estrato	m <sup>3</sup>	%
Hogares Comunes	19,443.99	93.18
Pequeñas industrias <u>2/</u>	1,423.20	6.82
<b>TOTALES</b>	<b>20,867.19</b>	<b>100.00</b>

Puede afirmarse que la leña constituye la principal fuente energética para la cocción de alimentos y uso industrial en la Cuenca del Río Itzapa, ya que de las 1,594 familias estudiadas el 95.86 % utiliza leña en esta actividad y únicamente el 4.14 % utiliza gas propano y corriente. Así también el 100% de las pequeñas industrias utilizan

2/ Panaderías, tortillerías, marranerías, jabonerías y carbonerías.

leña en la elaboración de sus productos.

En el cuadro No. 8, puede observarse que el mayor consumo de leña durante el año 1985 para el estrato hogares comunes, se concentró en un 95% en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa con un total de 18,471.99 m<sup>3</sup>, siendo en las aldeas donde ocurre el mayor consumo por familia, principalmente en Chicazanga con 21.86 m<sup>3</sup>. De lo anterior puede decirse que consumo de leña por comunidad está directamente relacionado con el tamaño de su población.

CUADRO No. 8

Consumo de leña en el estrato hogares comunes de la Cuenca del Río Itzapa para 1985

COMUNIDAD	familias	Promedio cargas/ familia	Subtot. cargas *	Vol.m <sup>3</sup> / familia	Subtot. m <sup>3</sup>	%
Sn.A.Itzapa	1,409	65.55	92,359.95	13.11	18,471.99	95.00
Chicazanga	27	109.33	2,952.00	21.86	590.40	3.04
El Aguacate	22	86.72	1,908.00	17.34	381.60	1.96
<b>TOTALES</b>	<b>1,594</b>		<b>97,219.95</b>		<b>19,443.99</b>	<b>100.00</b>

\* Cargas de leña rajada o de palito.

- leña rajada de 40 pares, con longitud de leño de 0.40 m.
- Leña de palito de número variable, medida como sólido con dimensiones de 0.83 m./ 0.66 m. / 0.40 m., de alto/ancho/largo.

Las pequeñas industrias, se ubican únicamente en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, siendo un total de 0.30. En el cuadro No. 9, puede observarse que las tortillerías consumen la mayor cantidad de leña con un 32.72 % de utilización, siendo así mismo las de mayor frecuencia.

Las marranerías a pesar de ser en número menor a las primeras, consumen el 26.14 %, lo cual se debe principalmente a la demanda de chicharrones existente en la localidad.

Las jabonerías ocupan el tercer lugar en el consumo de leña por pequeña industria, siendo este de 20.24 %, las cuales venden su producto únicamente en la localidad.

CUADRO No. 9

Consumo de leña en el estrato pequeñas industrias de la Cuenca del Río Itzapa para 1985.

Pequeña Industria	Número	Cantidad de cargas	Volumen (m <sup>3</sup> )	%
Tortillerías	16	2,328	465.60	32.72
Marranerías	4	1,860	372.00	26.14
Jabonerías	3	1,440	288.00	20.24
Panaderías	4	1,008	201.60	14.16
Carbonerías	2	480	96.00	6.74
TOTALES	30	7,116	1,423.00	100.00

4.2 Comercialización de la leña

Esta actividad se lleva a cabo únicamente en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, debido a la gran demanda de leña que existe en la misma. El precio por carga de leña varía entre los Q.2.00 a Q.2.75, en el cuadro No. 10 puede observarse que los leñadores de la aldea El Aguacate venden a un precio más alto, debido a la calidad de su producto (leña de encino). Puede observarse también el número de leñadores de cada comunidad estudiada, canti-

dad de cargas vendidas y los ingresos anuales por cada uno durante el año 1985 por motivo de venta.

La aldea El Aguacate posee el mayor número de leñadores así como la mayor producción de leña para venta en el año con un 54.28 %, haciendo un promedio de venta de 5.7 cargas a la semana y un ingreso promedio anual de Q. 639.54 por leñador. Esta comunidad se caracteriza por ser la mayor proveedora de leña comprada en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, así también porque el 91% de las familias se dedican principalmente a esta actividad.

En la aldea Chicazanga, hasta 1985 se reportaba que únicamente 6 personas se dedicaban a la extracción y venta de leña con un promedio de venta de 3 cargas semanales y un ingreso promedio anual de Q. 288.00 por leñador. La baja producción de leña para venta en esta comunidad se debe a que la principal ocupación de sus habitantes es la horticultura.

Tanto en la aldea El Aguacate como en Chicazanga, no se observó compra-venta de leña entre sus habitantes ya que cada familia la extrae por sus propios medios, principalmente del Astillero Municipal de San Andrés Itzapa.

En la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, se determinó un número total de 43 leñadores, de los cuales únicamente 13 extraen leña de la cuenca en estudio con un promedio de venta de 6 cargas semanales y un ingreso promedio anual de Q.576.00 por leñador, con un total de producción del 37.15 % en el año. El resto de leñadores extraen la leña del municipio de Parramos, la cual es vendida en esa localidad.

De las 1,409 familias de la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, el 46.97% compra leña únicamente, el 31.82 % solo colecta, el 13.64 % la compra y colecta y el 7.57 % colecta y vende.

CUADRO 10 Ingreso monetario por leñador de las comunidades de la cuenca del Río Itzapa durante 1985.

Comunidad	No. de leñadores	No. cargas	Precio/carga Q	Ingreso leñador Q	Sub-total Q	% Venta
El Aguacate	20	5472	2.33	639.54	12790	54.28
Sn. A, Itzapa	13	3744	2.00	576.00	7488	37.15
Chicazanga	6	864	2.00	288.00	1728	8.57
TOTALES	39	10,080			22006	100.00

#### 4.3. Utilización de postes

En el cuadro 11, puede observarse la cantidad de postes y volumen total en metros cúbicos utilizados por los habitantes de las comunidades asentadas dentro de la cuenca del Río Itzapa durante 1985, principalmente en el cercado de terrenos. Estos datos fueron calculados para un año, no siendo necesariamente utilizados en este período de tiempo ya que la mayor parte de estos son cambiados cada 3 o 5 años.

Los postes son obtenidos por los usuarios principalmente de terrenos propios ubicados dentro de la cuenca y únicamente el 4.63% de las familias de la cabecera municipal, compra los mismos a un precio medio de Q0.50 cada uno. El tamaño promedio de los postes que son utilizados es de dos metros de alto por 0.10 metros de diámetro.

Las especies más utilizadas para leña y postes en las comunidades de la cuenca, pueden observarse en el cuadro 12.

CUADRO 11 Utilización de postes en las comunidades de la cuenca del Río Itzapa para 1985

Comunidad	Unidades	"d" en metros	Altura mts	Volumen m <sup>3</sup>	%
Sn. Andrés Itzapa	8897	0.10	2.00	139.75	85.78
Chicazanga	1434	0.10	2.00	22.53	13.83
El Aguacate	40	0.10	2.00	0.63	0.39
TOTALES	10371			162.91	100.00

CUADRO 12 Especies utilizadas para leña y postes en las comunidades de la cuenca del Río Itzapa

Especie	Nombre común	Uso	Prioridad de uso
<u>Quercus tristis</u>	Encino	Leña	1
<u>Quercus brachystachys</u>	Encino	Leña	1
<u>Quercus acatenangensis</u>	Mosiché	Leña	1
<u>Quercus peduncularis</u>	Encino	Leña	1
<u>Alnus arguta</u>	Ilamo	Leña	1
<u>Pinus montezumae</u>	Pino	Leña	2
<u>Cupressus lusitanica</u>	Ciprés	Leña	2
<u>Prunus salasii</u>	Carreto	Leña	3
<u>Juglans guatemalensis</u>	Nogal	Leña	3
<u>Grevillea robusta</u>	Gravilea	Leña	3
<u>Perimenium grande</u>	Tasiscobo	Poste	1
<u>Erythrina berteriana</u>	Pito	Poste	2
<u>Euphorbia sp.</u>	Chichicaste	Poste	3

## VI. CONCLUSIONES

1. La cobertura total de vegetación arbórea y arbustiva de la cuenca del Río Itzapa ocupa el 51.19% del área total de la misma (1227.51 has), siendo el 33.12% de esta ocupada por bosques naturales de especies coníferas y frondosas y el 18.07% por matorrales.

Los cultivos agrícolas abarcan una extensión de 41.71% del área total de la cuenca; los pastizales un 4.12% y el área urbana un 2.98%.

2. El bosque natural de la cuenca del Río Itzapa, se encuentra constituido principalmente por árboles de las especies; Pinus montezumae, Quercus sp. Alnus arguta y Chiranthodendron penthadactylom.
3. El volumen total de madera con corteza estimado en el estrato arboreo de la cuenca del Río Itzapa para 1985, fue de - 145,613.52 m<sup>3</sup>, de los cuales, el 61.64% corresponde a las especies frondosas y el 38.36% de las especies coníferas.
4. Las especies que reportaron el mayor volumen en m<sup>3</sup> con corteza, fueron en orden prioritario; Pinus montezumae con - 38.32% del total de volumen, Alnus arguta con 22.56% y Chiranthodendron pentadactylom con 16.15%. Esta última especie aunque mostró pocos individuos posee el tercer lugar del volumen total de bosque, debido a que la mayoría de los mismos presentan diámetros de mayor tamaño.
5. La vegetación arbustiva de la cuenca del Río Itzapa esta - compuesta principalmente por regeneración natural de las especies Quercus sp. Arbutus xalapensis, Oreopanax xalapensis

Ostria virginiana y Senecio petasioides.

6. Las únicas formas de utilización de la vegetación arbórea y arbustiva de la cuenca del Río Itzapa para 1985 fueron; como leña y postes, siendo la primera de uso prioritario con un total de utilización del 99.22%, mientras que únicamente el 0.78% es utilizada para postes.
7. El total de leña consumida en la Cuenca del Río Itzapa durante 1985 fué de 20,867.19 m<sup>3</sup>, de los cuales el 93.18% fué destinado para uso familiar y únicamente el 6.82% fué para uso industrial.
8. Puede afirmarse que la leña constituye la principal fuente energética para la cocción de alimentos y uso industrial en la Cuenca del Río Itzapa, ya que el 95.86% de las familias utiliza leña en esta actividad y únicamente el 4.14% de las mismas utiliza derivados del petróleo. Así también el 100% de las pequeñas industrias utilizan leña para la elaboración de sus productos.
9. De las comunidades estudiadas, la cabecera municipal de San Andrés Itzapa consumió en 1985 el 95% de la leña utilizada por el estrato hogares comunes, debido a que posee el mayor número de familias en relación con las aldeas.
10. Del consumo total de leña para las pequeñas industrias durante 1985, las tortillerías utilizaron el 32.72%, las marranerías el 26.14% y las jabonerías el 20.24%.



11. La comercialización de la leña en la Cuenca del Río Itzapa, se lleva a cabo únicamente en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, no observándose ningún flujo de está hacia fuera de la misma, esto se debe a la gran demanda de este producto en dicha comunidad.
12. De las 1409 familias de la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, para 1985 se reporta que el 46.97% de las mismas - compra leña únicamente, el 31.82% la colecta, el 13.64% compra y colecta y el 7.57% colecta y vende.
13. De las comunidades estudiadas, la aldea El Aguacate se caracteriza por ser la mayor proveedora de leña comprada en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa. Así también porque el 91% de las familias se dedican principalmente a está actividad.
14. El ingreso promedio anual que percibió un leñador de la cuenca del Río Itzapa por motivo de venta de leña en 1985 fué de Q564.25, haciendo un total global para toda la cuenca y durante el mismo año de Q22,006.00
15. Las especies más utilizadas para leña en la cuenca del Río Itzapa por los habitantes de las comunidades asentadas dentro de la misma fueron: Quercus sp, y Alnus arguta.
16. La cantidad total de postes utilizados en la cuenca del Río Itzapa para 1985 fueron de 10,371 unidades, equivalentes a 162.91 m<sup>3</sup>.
17. Las especies más utilizadas para postes en la cuenca del Río Itzapa para 1985 fueron Perimenium grande, Erythrina berteroana y Euphorbia sp.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Las áreas delimitadas como Bosque denso latifoliado y matorral denso, podrían ser declaradas zonas de producción de agua dentro del contexto de áreas silvestres y zonas protegidas, lo cual deberá ser propuesto por la entidad gubernamental que le corresponda (en este caso INAFOR), al Congreso de la República siendo este quien lo autorice por la creación de un decreto gubernativo.
2. Como consecuencia del punto anterior, se tendría que ejercer una estricta vigilancia del bosque por parte de las entidades estatales comisionadas para la defensa de los recursos naturales renovables.
3. El área denominada "Astillero Municipal", puede ser manejada técnicamente, estableciendo un plan de cortas anuales permitiendo con ello la recuperación del bosque que actualmente se encuentra en estado de matorral. Así también podrían establecerse plantaciones artificiales de árboles para producción de leña, utilizando preferentemente especies nativas de la región sin menospreciar las especies exóticas de crecimiento rápido que sean adaptables. Lo anterior podría ser complementado por un programa de desarrollo rural en cuanto a la utilización de fuentes alternas de energía tales como:
  - a) Construcción de estufas de combustión eficiente de leña u otros derivados
  - b) Construcción de cámaras de biogas
  - c) Establecimiento de sistemas agroforestales
4. Desarrollar un programa de conservación de suelos en áreas de la cuenca que actualmente son utilizados en la agricultura,

con el objeto de disminuir la pérdida de suelo causada fundamentalmente por la erosión hídrica.

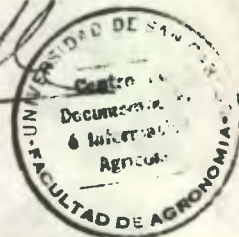
6. Manejar adecuadamente los bosques de Pinus montezumae existentes en el área de la cuenca e incrementar su cobertura para obtener el mayor beneficio de los mismos con rendimiento sostenido.
7. Asesorar a los agricultores en el manejo de sus cultivos y -promover la horticultura en esta zona, con el objeto de hacer un mejor uso de sus suelos.
8. Llevar a cabo una caracterización de los recursos naturales renovables de la cuenca del Río Itzapa, que sirva de base para la elaboración de un plan de manejo integral de la misma.
9. Realizar un estudio posterior afin al presente, con el objeto de comparar y establecer la velocidad de destrucción del bosque de la cuenca del Río Itzapa.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AQUINO, M. 1980. Causas y efectos de la deforestación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 164 p.
2. BRUCE, D.; SCHUMACHER, F. 1965. Medición forestal. México, D. F., Herrero. 474 p.
3. CABALLERO, M. 1980. Métodos en la investigación forestal. 2 ed. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales; Universidad Autónoma de Chapingo. Publicación Especial no. 10. 105 p.
4. CAILLIES, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento; estimación del volumen. FAO. Estudio FAO: Montes 22-1. v. 1. 92 p.
5. CASTAÑEDA, C.; PINTO, D. 1981. Recursos naturales de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
6. CASTAÑEDA, D. 1987. Características agrosocioeconómicas de las comunidades de la cuenca del río Itzapa, municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
7. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA; Guatemala, INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1982. Cruso sobre metodologías de investigación y técnicas de producción de leña. Guatemala. s.p.
8. CRUZ, R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. CURLEY, G.; URIZAR, M. 1978. Recursos naturales renovables. Guatemala, Impresos Industriales. 226 p.
10. FLORES, S. 1984. Estudio preliminar de la vegetación de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 165 p.
11. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1964. Hoja cartográfica Chimaltenango no. 2059-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.

12. HERRERA, I.R. 1984. Levantamiento semidetallado de los suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase I). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 199 p.
13. HENNING, N. 1973. Medición I. Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales Honduras. 113 p.
14. HUSCH, B. 1971. Planificación de un inventario forestal. Roma, FAO;ONU. 135 p.
15. -----.; MILLER, C.; BEERS, T. 1971. Forest mensuration. 2 ed. EE.UU., Wiley. 410 p.
16. MEXICO. DIRECCION GENERAL DE EDUCACION TECNOLOGICA AGROPECUARIA. 1978. Producción forestal. México. 54 p. (Serie de Manuales para la Educación Agropecuaria no. 101).
17. NUFIO, R.W. 1982. Caracterización preliminar de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 165 p.
18. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS. 1974. Manual del inventario forestal con especial referencia en bosques mixtos tropicales. Roma. 195 p.
19. PETERS, R. 1977. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Doc. de Trabajo no. 17. 162 p.
20. SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
21. SOSA, E. 1984. Estudio socioeconómico del agrosistema café en la cabecera municipal de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 71 p.
22. STANDLEY, C.; STEYERMARK, J. 1958. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Feldiana Botany, v. 24, partes 1, 3-13.

100  
Patruall



ANEXO I

Procesamiento de datos obtenidos en el Inventario Fo  
restal del bosque de la Cuenca del Río Itzapa  
1985



CUADRO 13A Estadísticos y volúmenes totales/estrato del bosque de la Cuenca del Río Itzapa

Estrato	Area has	No. de parcelas (n)	Vol. $\bar{X}$ 0.1/ha $\frac{m^3}{ha}$ ( $\bar{X}$ )	Vol. $\bar{X}$ /ha $\frac{m^3}{ha}$	S	S <sup>2</sup>	CV	Em%	Vol. total $m^3$	L.C.
BAC	226	18	10.996	109.96	2.345	5.50	21.33	10.56	24850.960	27476.215 22225.705 7522.498
BDC	34	4	20.851	208.51	0.807	0.65	3.87	6.11	7089.34	6656.182 16607.314
BAM	137.33	11	11.141	111.41	1.421	2.02	12.76	8.54	15286.168	13992.556 105863.148
BDL	396.91	22	24.63	246.30	4.618	21.33	18.75	8.29	97758.933	89654.718
Totales	794.24	55							144986.499	

+ BAC = Bosque abierto de coníferas  
 BDC = Bosque denso de coníferas  
 BAM = Bosque abierto mixto  
 BDL = Bosque denso latifoliado

CUADRO 14A Areas ponderadas de los estratos de bosque

Estrato	Area en Has	Area ponderada (p)
BAC	226.00	0.28
BDC	34.00	0.05
BAM	137.33	0.17
BDL	396.91	0.50
Totales	794.24	1.00

a) Media estratificada ( $\bar{X}$ )

Fórmula

$$\bar{X} = p_1 \cdot \bar{x}_1 + p_2 \cdot \bar{x}_2 + p_n \cdot \bar{x}_n$$

$$\bar{X} = (0.28) (10.996) + (0.05) (20.851) + (0.17) (11.141) + (0.5) (24.63)$$

$$\bar{X} = 18.33 \text{ m}^3/0.1 \text{ has}$$

b) Varianza estratificada ( $s\bar{v}^2$ )

Fórmula

$$s\bar{v}^2 = \frac{(p_1 s_1 + p_2 s_2 + p_n s_n)^2}{n} - \frac{(p_1 s_1 + p_2 s_2 + p_n s_n)}{N}$$

$$s\bar{v}^2 = \frac{0.28(2.345) + 0.05(0.807) + 0.17(1.421) + 0.5(4.618)}{55} - \frac{0.28(5.5) + 0.05(0.65) + 0.17(2.02) + 0.5(21.33)}{7,942.40}$$

$$s\bar{v}^2 = 0.19$$



c) Error standard ( $S\bar{v}$ )

Fórmula

$$S\bar{v} = V \sqrt{S_v^2}$$

$$S\bar{v} = V \sqrt{0.19} = 0.43589$$

d) Error de muestreo ( $E_m$ )

Fórmula

$$E_m = S\bar{v} \cdot t(0.05, Gl \ n-1)$$

$$E_m = 0.43589 \times 2 = 0.87178$$

$$E_m\% = \frac{E_m}{\bar{X}} \cdot 100$$

$$E_m\% = \frac{0.87178}{18.33} \times 100 = 5\%$$

## e) Intervalos de confianza del volumen medio

Fórmula

$$LC = \bar{X} \pm E_m$$

$$Lc = 18.33 \pm 0.43589$$

$$LC_s = 18.33 + 0.43589 = 18.76589 \text{ m}^3/01 \text{ ha.} = 187.6589 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$LC_i = 18.33 - 0.43589 = 17.89411 \text{ m}^3/0.1\text{ha} = 178.9411 \text{ m}^3/\text{ha}$$

f) Intervalos de confianza del volumen total

$$LC_s = 187.6589 \times 794.40 = 149,076.2301 \text{ m}^3$$

$$LC_i = 178.9411 \times 794.40 = 142,150.8098 \text{ m}^3$$

## ANEXO II

Cuadros de volumen/especie y densidad de árboles  
por hectárea/estrato del bosque de la cuenca  
del Río Itzapa, 1985.

CUADRO 15A Estrato: Bosque Abierto de Coníferas (BAC)  
Area Total: 226 has

Espece	Volumen (m <sup>3</sup> )	% Volumen	Densidad árboles/ ha
<u>Pinus montezumae</u>	22649.165	91.14	299
* <u>Quercus</u> sp.	2139.670	8.61	24
<u>Cupressus lusita-</u> <u>nica</u>	62.127	0.25	3
TOTALES	24850.96	100.00	326

Quercus brachystachys

Quercus tristis

CUADRO 16A Estrato: Bosque denso de coníferas (BDC)  
Area total: 34 has

Espece	Volumen (m <sup>3</sup> )	% Volumen	Densidad de árboles /ha
<u>Pinus montezumae</u>	6724.238	94.95	653
* <u>Quercus</u> sp.	365.102	5.15	73
TOTALES	7089.34	100.00	726

\*Q. tristis, Q. brachystachys, Q. peduncularis

CUADRO 17A Estrato: Bosque Abierto Mixto (BAM)  
 Area total: 137.33 has

Espece	Volumen (m <sup>3</sup> )	% Volumen	Densidad de árboles/ha
<u>Pinus montezumae</u>	11793.19	77.08	175
<u>Quercus sp.</u>	2853.438	18.65	120
<u>Alnus arguta</u>	544.68	3.56	18
<u>Diphysa robinoides</u>	1.53	0.01	3
<u>Arbutus xalapensis</u>	93.33	0.61	5
TOTALES	15286.168	100.00	321

Q. brachystachys, Q. tristis

## CUADRO 18A. Estrato: Bosque Denso Latifoliado

Area Total: 396.91 has

<u>Especie</u>	<u>Volumen (m<sup>3</sup>)</u>	<u>% Volumen</u>	<u>Densidad de árboles/ha</u>
<u>Alnus arguta</u>	32172.465	32.91	205
<u>Chirathodendron penthadactylom</u>	23452.370	23.99	31
<u>Pinus montezumae</u>	14390.115	14.72	35
<u>Quercus sp.</u>	6979.980	7.14	50
<u>Ostrya virginiana</u>	6124.540	6.27	35
<u>Persea sp.</u>	3910.357	4.00	10
<u>Heliocarpus sp.</u>	4174.310	4.27	49
<u>Diphysa robinoides</u>	1730.330	1.77	8
<u>Oreopahax xalapen- sis</u>	1094.850	1.12	8
<u>Persea americana</u>	1055.80	1.08	2
<u>Perimeniun grande</u>	879.830	0.90	7
<u>Schoepfia vaccini- flora</u>	753.343	0.77	10
<u>Urtica urens</u>	273.725	0.28	4
<u>Saurauia sp.</u>	185.75	0.19	5
<u>Bursera simaruba</u>	185.75	0.19	5
<u>Cordia alliodora</u>	156.41	0.16	5
<u>Junglans guate- malensis</u>	146.64	0.15	2
<u>Arbutus xalapen- sis</u>	88.615	0.09	1
<b>TOTALES</b>	<b>97758.933</b>	<b>100.00</b>	<b>473</b>

Quercus acatenangensisQuercus peduncularis

CUADRO 19A Volumen total por especie en el estrato arboreo de la Cuenca del Río Itzapa, 1985

<u>Especie</u>	<u>Volumen (m<sup>3</sup>)</u>	<u>% Volumen</u>
<u>Pinus montezumae</u>	55556.708	38.32
<u>Alnus arguta</u>	32717.145	22.57
<u>Chiranthodendron penthadactylom</u>	23452.37	16.17
* <u>Quercus sp.</u>	12338.19	8.51
<u>Ostrya virginiana</u>	6124.540	4.23
<u>Heliocarpus sp.</u>	4174.310	2.88
<u>Persea sp.</u>	3910.357	2.70
<u>Diphysa robinoides</u>	1731.86	1.19
<u>Creopanax xalapensis</u>	1094.85	0.76
<u>Persea americana</u>	1055.80	0.73
<u>Perimenium grande</u>	879.83	0.61
<u>Schoepfia vacciniiflora</u>	753.343	0.51
<u>Urtica urens</u>	273.724	0.19
<u>Saurauia sp.</u>	185.740	0.13
<u>Bursera simaruba</u>	185.740	0.13
<u>Arbutus xalapensis</u>	181.945	0.12
<u>Cordia alliodora</u>	156.410	0.107
<u>Juglans guatemalensis</u>	146.640	0.10
<u>Cupressus lusitanica</u>	62.127	0.04
<b>TOTALES</b>	<b>144986.499</b>	<b>100.00</b>
* <u>Quercus brachystachys</u>		
<u>Quercus tristis</u>		
<u>Quercus acatenangensis</u>		
<u>Quercus peduncularis</u>		

## ANEXO III

Cuadros de distribuciones diamétricas de las especies  
coníferas y frondosas, de los estratos de bosque  
de la cuenca del Río Itzapa



CUADRO 20A Estrato: Bosque Abierto de Coníferas (BAC)  
 Area de Muestreo: 1.8 has

Clase diamétrica (cms)	Frecuencia Coníferas	Frecuencia Fronosas
8-12	62	7
13-17	78	10
18-22	109	14
23-27	104	5
28-32	86	2
33-37	67	4
38-42	16	1
43-47	13	1
48-52	1	1
53-57	1	1
65-	2	

Unicamente Pinus montezumae

Unicamente Quercus brachystachys y Quercus tristis

CUADRO 21A Estrato Bosque denso de coníferas  
 Area de muestreo 0.4 has

Clase diamétrica (cms)	Frecuencia coníferas	Frecuencia fronosas
8-11	19	13
12-15	23	12
16-19	36	2
20-23	55	1
24-27	67	2
28-31	23	
32-35	23	
36-39	11	
40-43	3	
44-47	1	

CUADRO 22A Estrato: Bosque abierto mixto (BAM)  
 Area de muestreo: 1.1 has

Clase diamétrica (cms)	Frecuencia coníferas	Frecuencia frondosas
10-14	5	120
15-19	13	36
20-24	18	17
25-29	16	5
30-34	27	2
35-39	41	1
40-44	18	1
45-49	10	
50-54	1	
55-59	1	
60-	1	

CUADRO 23A Estrato: Bosque denso latifoliado  
 Area de muestreo: 2.2 has

Clase diamétrica	Frecuencia coníferas	Frecuencia frondosas
10-15	1	228
16-21	4	150
22-27	7	142
28-33	8	91
34-39	9	31
40-45	10	13
46-51	8	11
52-57	1	8
58-63	2	3
64-69	3	
70-75	3	2
150-	1	

CUADRO 24A Edad promedio por clase Diamétrica para la especie  
Pinus montezumae

Clase diamétrica (cms)	Edad Promedio años
10-14	8
15-19	11
20-24	15
25-29	17
30-34	19
35-39	22
40-44	28
65-	45

COEFICIENTES DE FORMA DE ALGUNAS ESPECIES LATIFOLIADAS ENCONTRADAS EN LA SUBCUENCA DEL RIO ITZAPA

Especie	Coeficiente de forma
<u>Quercus</u> sp.	0.58
<u>Alnus</u> <u>arguta</u>	0.59
<u>Arbutus</u> <u>xalapensis</u>	0.58
<u>Chiranthodendron</u> <u>penthadactylom</u>	0.55
<u>Heliocarpus</u> sp.	0.65
<u>Ostrya</u> <u>virginiana</u>	0.58
<u>Diphysa</u> <u>robinoides</u>	0.59
<u>Urtica</u> <u>urens</u>	0.66
<u>Oreopanax</u> <u>xalapensis</u>	0.65
<u>Persea</u> <u>americana</u>	0.54
<u>Perimenium</u> <u>grande</u>	0.57
<u>Cordia</u> <u>alliodora</u>	0.60
<u>Schoepfia</u> <u>vacciniflora</u>	0.61
<u>Saurauia</u> sp.	0.57
<u>Bursera</u> <u>simaruba</u>	0.57
<u>Junqlans</u> <u>guatemalensis</u>	0.60

Quercus tristis, Quercus brachystachys, Quercus acatenangensis  
Quercus peduncularis

## ANEXO IV

Boletas utilizadas en la investigación para  
toma de datos.





BOLETA PARA LA DETERMINACION DEL USO ACTUAL DE LA VEGETACION  
ARBOREA Y ARVUSTIVA DE LA CUENCA DEL RIO ITZAPA

ESTRATO HOGARES COMUNES

Boleta No. \_\_\_\_\_

Aspectos Generales

1. Lugar y fecha \_\_\_\_\_
2. Nombre del informante \_\_\_\_\_
3. No. de miembros/familia \_\_\_\_\_

Consumo de leña

4. Cantidad que consume de leña; Diario \_\_\_\_\_  
Semanal \_\_\_\_\_ mes \_\_\_\_\_
5. Forma de obtención; recolecta,  / Compra  / ambas   
lugar de recolección \_\_\_\_\_  
Qué especies \_\_\_\_\_  
lugar de compra \_\_\_\_\_ especies \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, precio por carga \_\_\_\_\_, tarea \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, otros \_\_\_\_\_
6. Forma de utilización; Auto consumo  / Venta  / Ambas   
precio de venta; tarea \_\_\_\_\_, carga \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, cantidad que vende, semanal \_\_\_\_\_  
mes \_\_\_\_\_

Utilización de postes

7. Utiliza árboles para postes: si  no
8. Forma de obtención; Corta  / Compra  / Ambas   
lugar de corte \_\_\_\_\_ especies \_\_\_\_\_



cantidad; mes \_\_\_\_\_, año \_\_\_\_\_

dimensión aproximada; H \_\_\_\_\_ DAP \_\_\_\_\_

lugar de compra \_\_\_\_\_ precio medio \_\_\_\_\_

dimensión aproximada; H \_\_\_\_\_ DAP \_\_\_\_\_

Utilización de trozas

9. Utiliza trozas para construcción; Si  No

10. Forma de obtención; corta  compra  ambas

lugar de corta \_\_\_\_\_ especies \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, cantidad; mes \_\_\_\_\_ año \_\_\_\_\_

dimensión aproximada del árbol H \_\_\_\_\_ DAP \_\_\_\_\_

a quién o dónde compra \_\_\_\_\_

11. Observaciones \_\_\_\_\_

ESTRATO PEQUEÑAS INDUSTRIAS

(Tortillerías y panaderías)

Boleta No. \_\_\_\_\_

1. Nombre del propietario \_\_\_\_\_

2. Cantidad que consume de leña; Diario \_\_\_\_\_

Semanal \_\_\_\_\_, mes \_\_\_\_\_

3. Forma de obtención; recolección  compra  ambas

lugar de recolección \_\_\_\_\_

especies \_\_\_\_\_

lugar de compra \_\_\_\_\_, especies \_\_\_\_\_

precio por; carga \_\_\_\_\_, tarea \_\_\_\_\_

otros \_\_\_\_\_

4. Observaciones \_\_\_\_\_

ESTRATO PEQUEÑAS INDUSTRIAS  
(carbonerías)

Boleta No. \_\_\_\_\_

1. Ubicación del bosque de extracción \_\_\_\_\_
2. Nombre del propietario \_\_\_\_\_
3. Cantidad de carbón que produce; diario \_\_\_\_\_  
semanal \_\_\_\_\_ mes \_\_\_\_\_
4. Especies que utiliza \_\_\_\_\_
5. Precio de venta \_\_\_\_\_
6. Lugares de venta \_\_\_\_\_
7. Cantidad de redes producidas por: carga \_\_\_\_\_  
tarea \_\_\_\_\_, otros \_\_\_\_\_
8. Observaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ESTRATO PEQUEÑAS INDUSTRIAS  
(aserradores)

Boleta No. \_\_\_\_\_

1. Ubicación del bosque de extracción \_\_\_\_\_
2. Nombre del aserrador \_\_\_\_\_
3. No. de árboles que corta para trozas; semanal \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, mes \_\_\_\_\_
4. Dimensión de árboles H \_\_\_\_\_ DAP \_\_\_\_\_
5. Especies que corta \_\_\_\_\_
6. Lugar de venta \_\_\_\_\_
7. Observaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

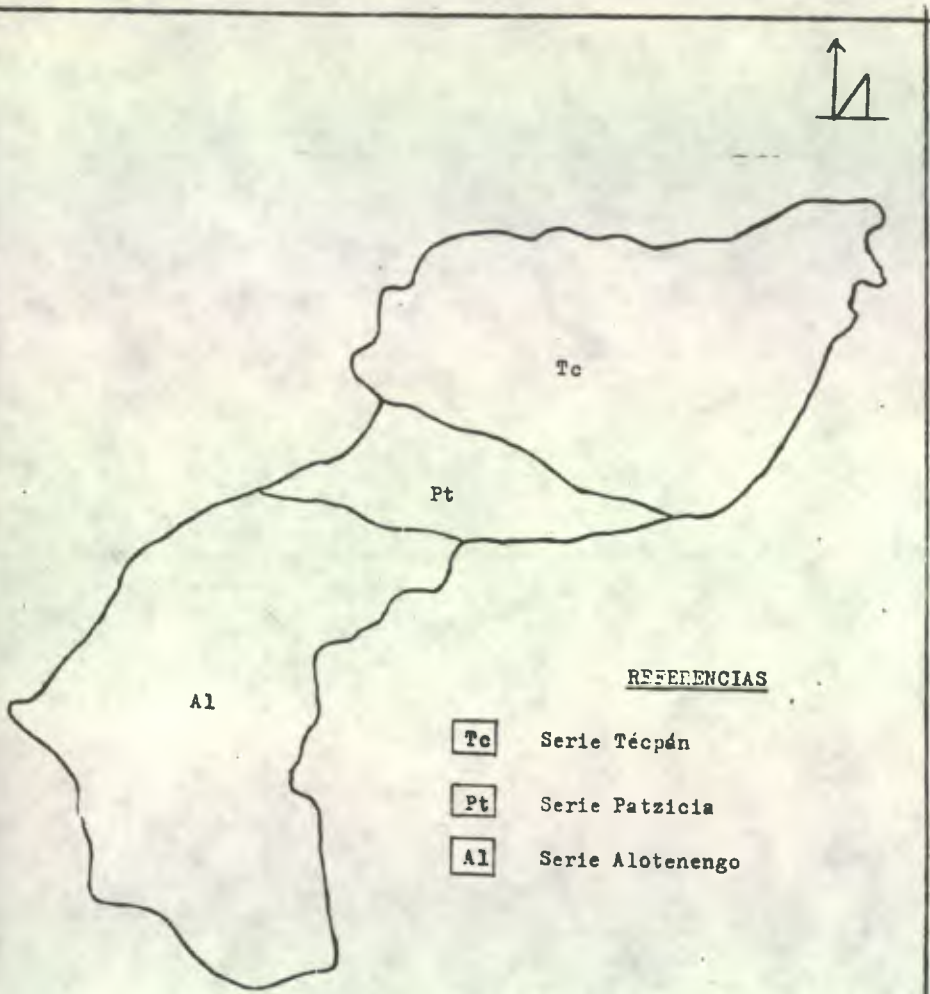
BOLETA PARA LA DETERMINACION DE COEFICIENTE DE FORMA

NOMBRE DEL LUGAR \_\_\_\_\_ ALDEA \_\_\_\_\_ MUNICIPIO \_\_\_\_\_ DEPTO \_\_\_\_\_  
TIPO DE BOSQUE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ PARCELA No. \_\_\_\_\_

No. árbol	ESPECIE	DIAMETROS SUPERIOR E INFERIOR TROZAS DE 2 M												Vol		C.P.
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	DAP	

ANEXO V

Mapas



Puente: LERRERA, I. (12)

ESC: 1:75,000

Figura No 3 MAPA DE SERIES DE SUELOS DE LA SUBCUENCA DEL RIO ITZAPA



Fuente: Nufio, W. (17)

ESC: 1:75,000

Figura No. 2 Mapa Geológico de la cuenca del río Itzapa

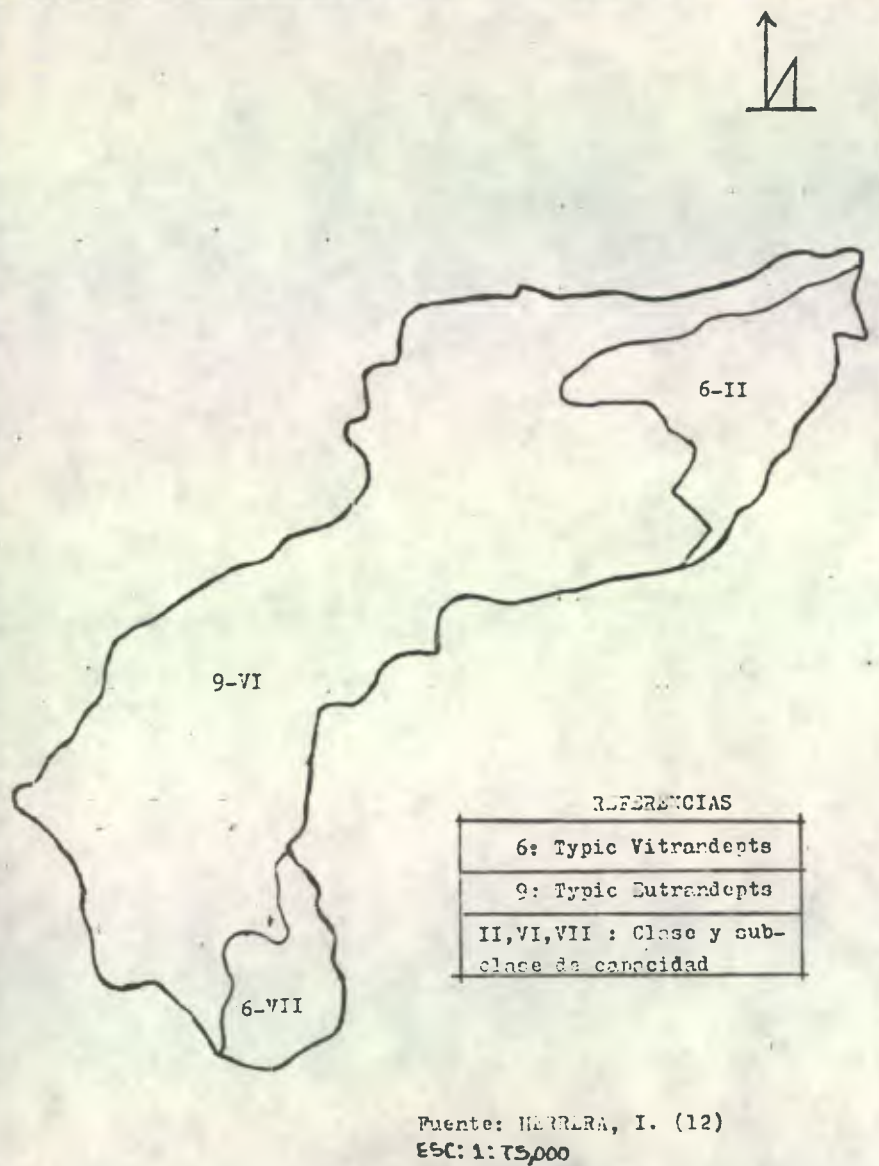
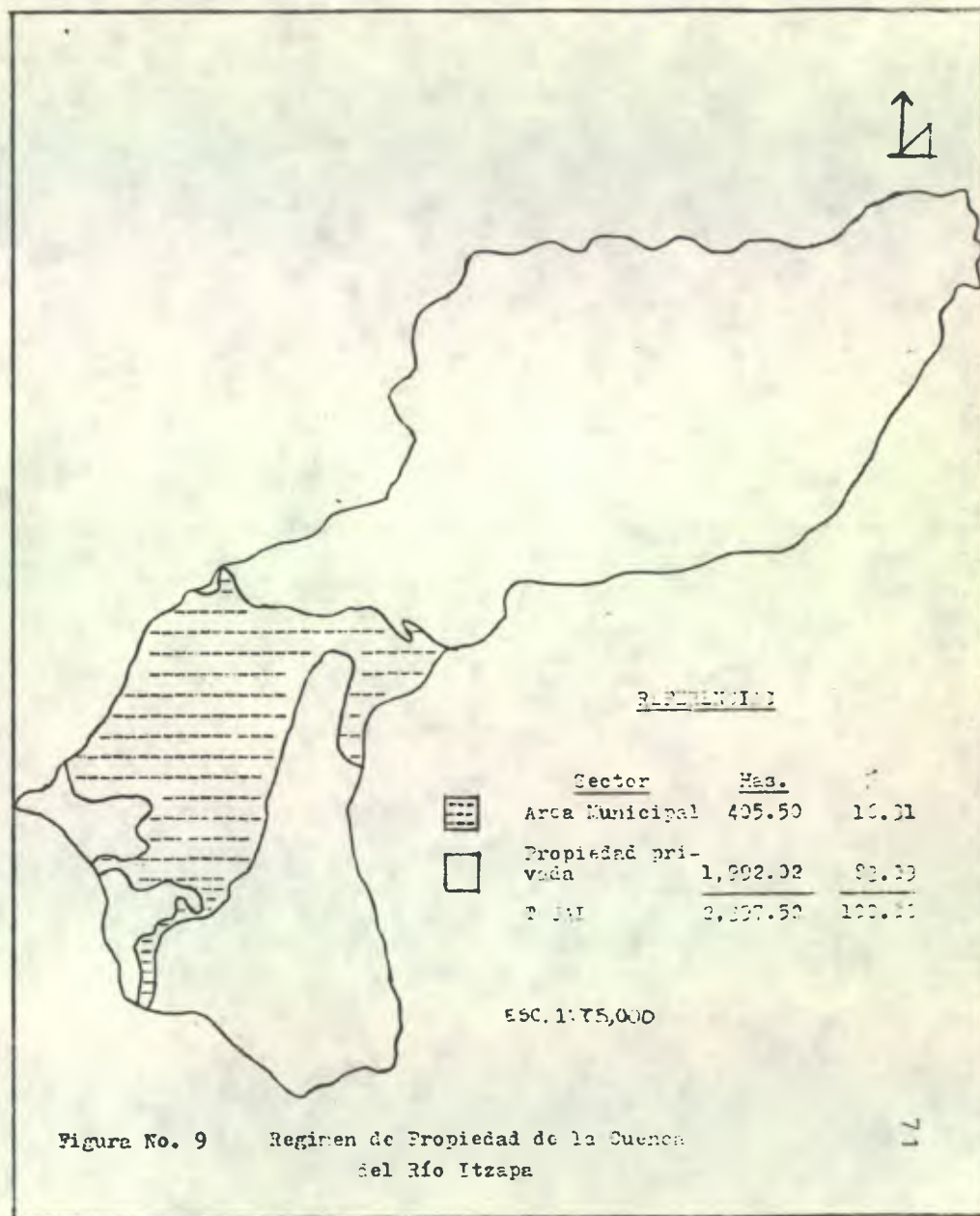
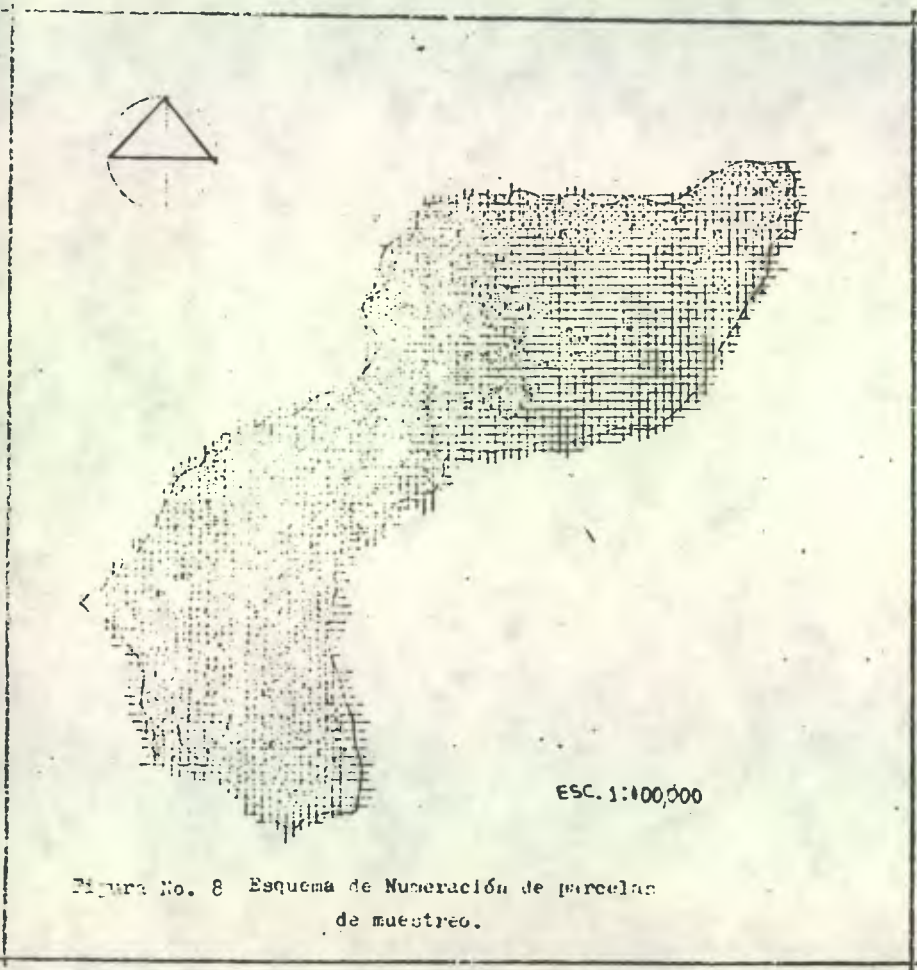


Figura No. 4 MAPA DE TIPOS DE SUELOS DE LA CUENCA DEL RIO ITZAPA



Figura No. 5 MAPA DE ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA DEL RIO ITZAPA





Referencia	.....
Asunto	.....

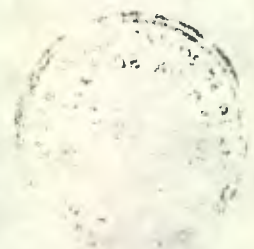
FACULTAD DE AGRONOMIA


Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"



  
ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.  
D E C A N O