

TESIS DE REFERENCIA

NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO PRELIMINAR DE USO ACTUAL Y POTENCIAL DE
LA CUENCA DEL RIO EL ARCO EN EL QUICHE

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

RUBEN FERNANDO SANDOVAL ALVAREZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

BIBLIOTECA

DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1979

R
01
TC 903
2.2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LICENCIADO SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal 2o.	
Vocal 3o.	Ing. Agr. Rudy Villatoro
Vocal 4o.	Br. Juan Miguel Irías
Vocal 5o.	
Vocal 6o.	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo Z.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO EN FUNCIONES:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador	Dr. Emilio Escamilla E.
Examinador	Ing. Agr. Jaime Carrera
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

Guatemala, 21 de noviembre de 1979

Dr.
Antonio A. Sandoval S.
Decano Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de
Guatemala
Presente.

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted, para informarle que de --
acuerdo al nombramiento emitido por esa Decanatura, he proce
dido a asesorar y revisar el trabajo de tesis intitulado -ES
TUDIO PRELIMINAR DE USO ACTUAL Y POTENCIAL DE LA CUENCA DEL
RIO EL ARCO EN EL QUICHE-, desarrollada por el estudiante -
Rubén Fernando Sandoval Alvarez.

Es opinión del suscrito, que, dicho trabajo cumple con -
los requisitos establecidos por esta Facultad, en trabajos de
tesis y considera que puede ser aceptado como requisito previo
a optar el título de INGENIERO AGRONOMO.

Dicho trabajo es un aporte positivo al país, en el estu
dio de nuestros recursos naturales.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Agr. Carlos Alberto Molina U.
ASESOR

Guatemala, 22 de noviembre de 1979

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

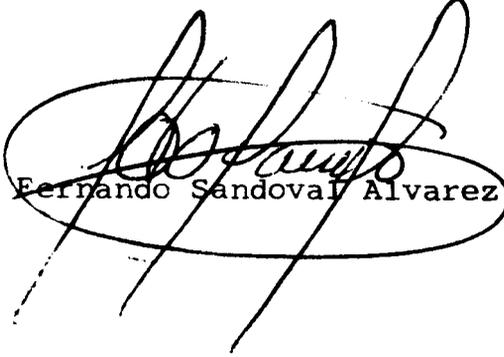
De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de -
San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra
consideración el trabajo de tesis intitulado

ESTUDIO PRELIMINAR DE USO ACTUAL Y POTENCIAL DE
LA CUENCA DEL RIO EL ARCO EN EL QUICHE

Habiendo cumplido con el último requisito para optar el Título
profesional de INGENIERO AGRONOMO en el grado académico
de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Suscribiéndome de ustedes,

Respetuosamente,


Ruben Fernando Sandoval Alvarez

DEDICO ESTE ACTO

A MIS PADRES

A MIS HERMANAS

DEDICO ESTA TESIS A:
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA
Y A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO
Y AMIGOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

AGRADECIMIENTO:

A mi asesor, Ing. Carlos Molina

Al Instituto Geográfico Nacional, por la valiosa colaboración prestada en el presente trabajo.

A todas las personas que de una u otra forma me brindaron su colaboración.

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. OBJETIVOS
- III. REVISION DE LITERATURA
 - 3.1 Importancia de la aerofotografía
 - 3.2 Importancia del reconocimiento preliminar en la correcta utilización de los recursos naturales
 - 3.3 El suelo como factor a considerar en los aprovechamientos potenciales
 - 3.4 Conservación del recurso suelo
- IV. MATERIALES Y METODOS
 - 4.1 Descripción del área de estudio
 - 4.1.1 Localización
 - 4.1.2 Clima
 - 4.1.3 Vegetación
 - 4.1.4 Suelos
 - 4.2 Escalas de presentación
 - 4.3 Area de la cuenca
 - 4.4 Determinación del uso actual
 - 4.5 Determinación del uso potencial
- V. RESULTADOS Y DISCUSION

- 5.1 Uso actual
 - 5.1.1 Uso agrícola
 - 5.1.2 Uso pecuario
 - 5.1.3 Uso Forestal
 - 5.1.4 Otros usos

5.2 Uso potencial

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII. ANEXOS

7.1 Densidades específicas y volúmenes de las -
principales especies madereras de la región
bajo estudio

7.2 Comentario sobre los municipios que se encuenen
tran en la cuenca del río El Arco.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

LISTA DE MAPAS

1. No. 1 Mapa de ubicación de la cuenca
2. No. 2 Mapa de calicatas y suelos
3. No. 3 Mapa de uso actual
4. No. 4 Mapa de uso potencial

LISTA DE CUADROS

1. No. 1 Características de perfiles (Simmons)
2. No. 2 Uso actual
3. No. 3 Uso potencial

I. INTRODUCCION

Es esencial tener en cuenta, que en todas las partes - del mundo, el grado de conservación que tenga el recurso natural suelo, depende del uso apropiado de las diversas clases de terreno y del tratamiento que se le - brinde, según las necesidades que demande cada una de ellas.

La realidad, es que las tierras de cultivos son la base del sustento y la seguridad del hombre, pasando a tomar un lugar primordial en lo que a Recursos Naturales se - refiere.

Guatemala, como la mayor parte del mundo, viene confrontando el problema de la tremenda expansión demográfica. Este aumento de población, está demandando mayores cantidades de alimento y es donde nos podemos dar cuenta, que la superficie del país que puede dedicarse a la producción agrícola o forestal, adquiere una importancia - fundamental en la alimentación y economía de la República.

En pocas palabras, tenemos la necesidad imperiosa de - ajustar como es debido la agricultura a las condiciones del terreno, es decir, de usar sabiamente el suelo y el agua, no solo para aumentar el rendimiento de cosechas

por unidad de área, sino también para legar a las gene raciones venideras, una agricultura más tecnificada.(1)

Lo anterior, se aplica en especial a las regiones grave mente afectadas por la erosión y a las de población - densa, desprovistas de medios de transporte adecuados, donde las áreas de cultivo, son utilizadas en forma in debida. Lo cuál viene a redundar en una producción - insuficiente, y necesaria a la vez, para satisfacer a sus pobladores.

Por lo anteriormente expuesto, el autor decidió realizar un estudio de uso actual y potencial a nivel preliminar en la cuenca del Río El Arco, en el Departamento de El Quiché, considerando que será de mucha utilidad, para el desarrollo agrícola y forestal de esa región, por - ser una de las áreas que menos estudios poseen, y que - la mayor parte de trabajos de este tipo se han realizado en la costa sur.

Siendo la parte norte del país, también de gran poten cial para la agricultura y silvicultura, una vez se -- exploten con una mejor tecnología a través de planes - de uso potencial.

II. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- 2.1 Establecer a través de un mapa de uso actual, - las diferentes categorías de uso de la tierra, - ya sean cultivos, pastos o bosques, con sus co - rrespondientes subdivisiones. Y la determina - ción de la superficie de cada una de ellas.
- 2.2 Elaborar un mapa de uso potencial, de acuerdo a la clasificación agrológica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
- 2.3 Analizar las áreas, desde el punto de vista poten cial, para el mejor aprovechamiento tanto del re curso suelo como del recurso agua, y sugerir las técnicas que sean apropiadas y necesarias en el área bajo estudio.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Importancia de la Aerofotografía

En la ejecución de estudios preliminares de suelo la fotografía aérea es un instrumento clave en vista de que en estos últimos años, las técnicas aerofotográficas y de aeronavegación se han coordinado en tal forma que se ha logrado un sistema asombrosamente vasto para la obtención de datos con fines de cartografía y exploración regionales. La aerofotografía permite un registro completo, permanente y detallado del terreno en el instante de la exposición. Contiene información abundante y es en esta forma como presenta al ingeniero y al científico tanto los medios, como la invitación para conocer y definir los datos relativos a la superficie y al subsuelo.

En la forma más simple, los fotográmicos sueltos pueden servir como mapas base rudimentarios, para el registro de datos; combinados, pueden servir como fotomosaicos y fotomapas; vistos estereoscópicamente en pares superpuestos, proporcionan una enorme cantidad de datos sobre recursos naturales.

La interpretación de la fotografía aérea está de finida en el -Manual of Photographic interpretation- (Publicado por la Sociedad Americana de Fotometría), como -el acto de identificar objetos - y situaciones en fotografías aéreas, y determinar su significado-.

La cantidad de información contenida en las fotografías aéreas casi sobrepasa a la imaginación. Por ejemplo, si las imágenes de objetos de 30 centímetros de diámetro pueden ser detectadas e iden tificadas en una fotografía de 22.8 centímetros - de lado y con una escala 1:10,000, teóricamente - es posible que puedan identificarse más de 56 mi llones de objetos en la fotografía. Se llega a esta cifra determinando la superficie total de terreno que se abarca y dividiéndola por el área mí nima de resolución. Un valor más exacto del con tenido total de información de una fotografía aérea se obtiene multiplicando esta cantidad por el número de tonalidades de gris discernibles. Puesto que la visión normal de las personas de he cho puede, aproximadamente, diferenciar entre 128 tonalidades de grises en fotografías aéreas, el -

contenido total de información de una fotografía en blanco y negro alcanza unas proporciones astronómicas. Aún mayores proporciones se obtienen cuando se usan fotografías en color, ya que los seres humanos pueden diferenciar varios millones de colores distintos. (13)

Los intérpretes de fotografías aéreas estudian imágenes fotográficas normalmente en tres dimensiones. De su estudio pueden hacer descubrimientos y recoger información que sería imposible hallar por cualquier otro medio, debido a la inaccesibilidad de tal información. La información puede ser inaccesible también debido a que los objetos a observar están tapados por un promontorio o debido a que deben observarse desde arriba para apreciarse, o también a que algunos objetos y situaciones reflejan energía que no puede ser vista pero que puede registrarse fotográficamente o usando sensores especiales.

Obteniendo un modelo fotográfico del terreno, este puede ser utilizado como si fuera una maqueta, detallada y muy precisa, y la combinación vista-cerebro humano puede dar una comprensión mayor que

la que sería posible mediante una observación -- fragmentaria en el campo. (13)

3.2 Importancia del reconocimiento preliminar en la correcta utilización de Recursos Naturales

La conservación de los suelos, requiere el uso - de cada unidad de terreno conforme a sus necesidades y adaptación. Uno de los primeros pasos a tomar en cuenta, consiste en hacer un estudio físico de la tierra con el fin de obtener los datos para la clasificación agrológica o sea la clasificación de tierras según sus capacidades. (11)

Realizar un estudio, constituye una labor técnica de levantamiento de mapas en el propio terreno, - ya que requiere conocimiento de los sistemas de - clasificación, y práctica en distinguir los distingtos tipos de suelos, clase de pendiente, y clase y grados de erosión. El paso siguiente es clasificar las tierras haciendo un amplio uso de los conocimientos adquiridos por los agricultores prácticos, así como el obtenido por medio de experimentos.

Una vez establecidas las clases, se anotan en el

mapa mediante símbolos o colores. El mapa está entonces listo para usarse en forma práctica en la preparación de un plan agronómico de la explotación del área de acuerdo con las normas de conservación de suelos. (11)

El Compendio de Experiencias de Campo de la O.E.A. (10), nos indica que se hacen levantamientos a nivel de reconocimiento, en áreas extensas donde los mapas esquemáticos indiquen que se necesita mapeo adicional, o en aquellas aéreas donde se desconoce la naturaleza de los suelos, pero que son lo suficientemente pequeños para no requerir el uso de un mapa exploratorio.

También se emplean donde los datos disponibles indiquen que el área estaría mejor adaptada al uso intensivo que al extensivo.

Los mapas de este tipo, varían grandemente, desde mapas que indican asociaciones de suelos con pocas observaciones, hasta mapas casi semidetallados.

Las escalas utilizadas varían desde 1:100 a 1:1000 y más, cuatro o cinco veces más que cuando se usan 1:100. (11)

El Instituto Nacional de Transformación Agraria (6), en la publicación Conceptos generales sobre estudios de suelos, se refiere al agrupamiento de los suelos desde el punto de vista de su uso. Las características, propiedades y morfología de los mismos y las interrelaciones de las diferentes unidades edáficas, deben ser puestas dentro de un marco práctico-técnico que tengan un sentido de utilización racional y apropiado del suelo como recurso.

En naturaleza y propiedades de los suelos, Lyon (7), nos revela que para estudiar cualquier grupo de suelos y sus materiales, se necesita algún tipo de clasificación. El valor del trabajo experimental o del de investigación puede ser muy limitado o hasta erróneo, a menos que se conozca la relación entre un suelo y otro.

El conocimiento práctico de todo lo relativo a la producción de cosechas para una región dada cualquiera, no es de aplicación segura mientras no se conozca por lo menos en parte los procesos de formación de los suelos respectivos y las diferencias o semejanzas en las características de sus perfiles.

Para llegar a este último conocimiento deben considerarse tres aspectos:

1. La génesis del suelo; o sea la evolución a - partir de roca madre.
2. La clasificación de los suelos, en este caso aplicada especialmente a cada región.
3. Los reconocimientos del suelo como su interpretación y utilización.

Se verá que estas últimas fases están íntimamente relacionadas y que este orden es fundamental para un conocimiento y estudio satisfactorios de - los suelos, tal como se encuentran en el terreno.

(7)

3.3 El suelo como factor a considerar en los aprove- chamientos agrícolas

Por ser el suelo un reservorio del cual las plantas extraen agua y sustancias nutritivas, además de proveer su sostén mecánico, es importante conocer sus características diferenciales externas e internas y sus características de comportamiento del perfil, particularmente: condición, textura, profundidad efectiva, drenaje interno y el contenido de fragmentos gruesos si los hubiera.

Dado que las características de un perfil de suelos se obtiene mediante determinaciones puntuales que muestran grandes cambios en el espacio, se requiere un número elevado de observaciones para delimitar áreas con características similares.

Los mapas más comúnmente empleados, son los de clasificación en series de suelos y clases de suelos; los cuáles definen el perfil y los tipos de suelos, agrupando las características de textura del horizonte superficial y fases de suelo que destacan una característica de gran importancia para su manejo; como pendiente, erosión, pedregosidad, etc.

Dichos mapas son un auxiliar valioso para determinar o planificar los posibles aprovechamientos potenciales de los recursos agua y suelo. Las condiciones édaficas que caracterizan la relación agua-suelo-planta y las condiciones diferenciales externas, especialmente el relieve y la topografía son los factores que rigen los métodos de conducción -- y aplicación del agua a los cultivos, así como también las medidas necesarias que se deberán seguir para proteger y conservar el recurso suelo y aprovechar mejor el recurso agua.

La relación agua-suelo, merece especial consideración en el relevamiento y clasificación de tierras con fines de riego y en especial los parámetros siguientes:

- Velocidad de penetración del agua en el suelo y de percolación a través del mismo.
- Valores de equilibrio de la humedad en el suelo capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente.
- Esfuerzo de extracción de agua del suelo por los cultivos, curvas de capacidad hídrica, curvas de absorción de agua por las plantas, contenido de agua en el suelo.
- Profundidad radical y patrones de extracción de agua del suelo.
- Peso aparente del suelo, porosidad y capacidad mínima de aire.

La determinación de estos parámetros requiere comúnmente investigaciones o relevamientos especiales, y para extender los datos a áreas sin este tipo de investigaciones, se correlacionan con otras características físicas relevantes y mapeables. Un ejemplo de este procedimiento es la guía confeccionada por el Departamento de -----

Agricultura de los Estados Unidos (1948), la -
cual permite determinar la permeabilidad de un sue
lo para el agua de acuerdo a la textura, estructu
ra y otras condiciones del perfil.

El problema de salinidad en el agua de riego o en
el suelo, introduce otra variante en cuanto a las
relaciones agua-suelo-planta, ya que las sales -
aumentan el esfuerzo de extracción de agua del -
suelo y exigen regar con exceso para satisfacer -
los requerimientos de lixiviación de sales.

La presencia de sales, plantea así un problema es
pecial, que debe ser considerado entre los facto
res edáficos que afecten los requerimientos de -
agua. (1)

3.4 Conservación del recurso suelo

Foster, en sus Métodos de conservación del suelo
(2), opina que el laboreo para conservar los sue
los, es remunerador. Las pruebas de esta afirma
ción son concluyentes. En estudios económicos,
que el Servicio de Conservación de Suelos ha ela
borado en colaboración con muchas escuelas agríco
las superiores, demuestran que los agricultores -
que practican las técnicas de conservación de ---

suelos, ganan mucho más dinero que los que ocupan tierras similares, pero que no las ponen en práctica.

La tierra es una inversión insegura si se deja - que se produzca su erosión.

Con respecto al desgaste o pérdida de los suelos por erosión, Mittak (8), nos informa, que la excesiva deforestación efectuada en Guatemala en los últimos 25 años, es alarmante y es en esta forma en que dicho fenómeno se lleva a cabo en gran número de cuencas que se encuentran en situación crítica debido a la tala inmoderada de bosques, y destrucción de cubierta vegetal en general.

Molina (9), en su Estudio de reconocimiento de la cuenca del Río Sauce y área anexa en el Estor, - Izabal, menciona que las fases consecutivas de la erosión son; desprendimiento, arrastre y deposición; con relación a lo anterior, la cubierta vegetal desempeña un papel protector en contra del desgaste del suelo por efectos de erosión.

Según el Compendio de la OEA (10), el uso o aprovechamiento de las distintas clases de tierra comprendidas en la explotación agrícola, es lo -

primero y más importante que debe hacerse para el laboreo de conservación.

Escoger la utilización conveniente de la tierra para cada parcela, es en parte, cuestión de decidir si el campo es adecuado para cultivarlo con ciertas plantas, pastos, fauna o dedicarlo a esparcimiento.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del área de estudio

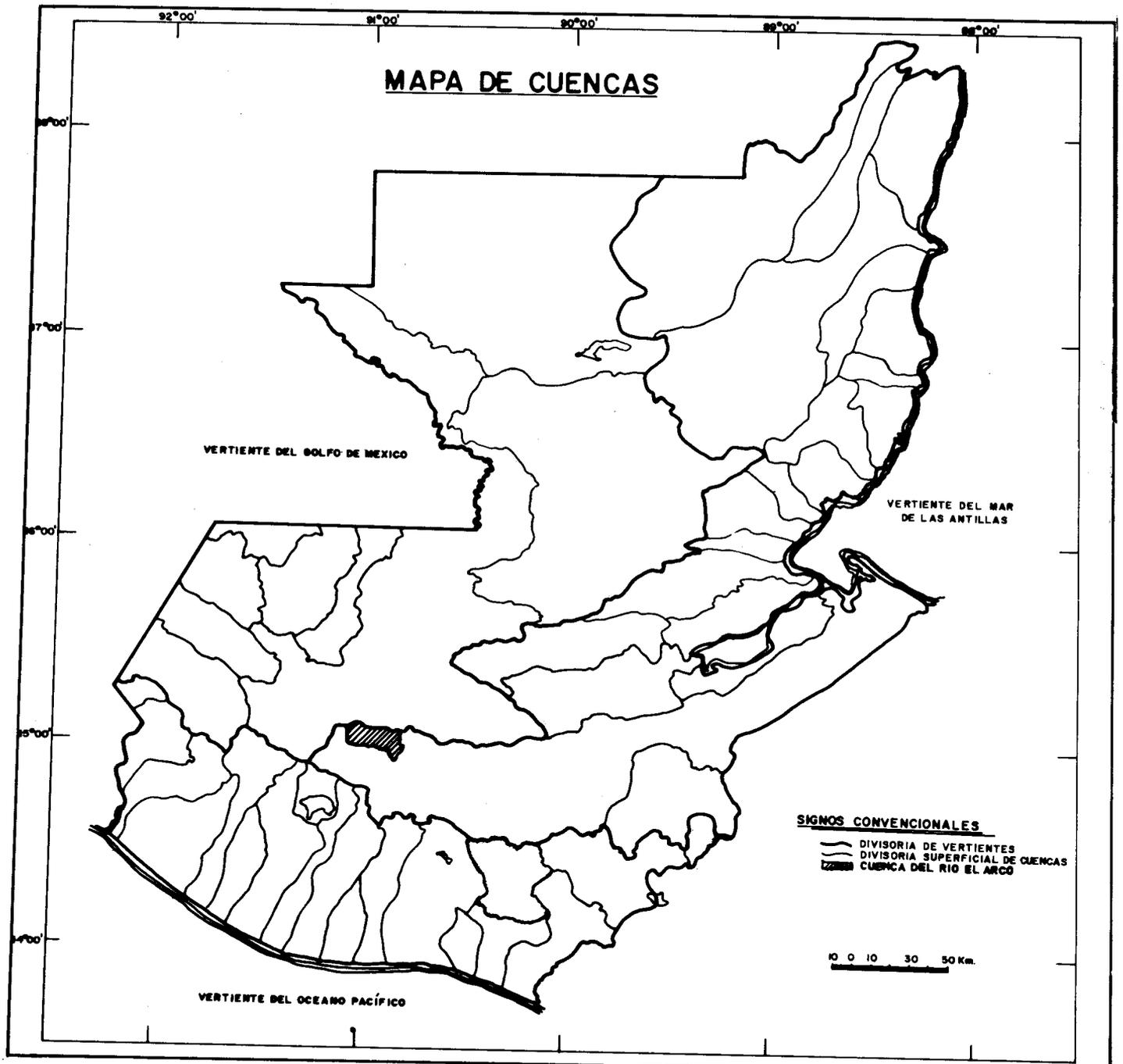
4.1.1 Localización

La cuenca del Río El Arco, se encuentra localizada en el Departamento de El Quiché, dentro del área de estudio se encuentran ubicados los municipios de Chinique, Zacualpa y Joyabaj.

Abarca un área de 308 Km². Se limita al Norte y al Sur por los paralelos 15° 06' y 14°58' respectivamente, al Este y Oeste por los meridianos 90°46' y 91° 06' respectivamente. (5) Ver mapa No.1 El Río El Arco, que es el cauce principal de la cuenca, posee una longitud de 52.50 Km. desde su nacimiento hasta el - entronque con el Río Caquil, (5) siendo ambos afluentes del Río Motagua o Grande.

4.1.2 Clima

En el centro y Sur de El Quiché, se determinó que la precipitación anual es menos que los 1,000 mm. La mayor parte distribi



No. 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 BIBLIOTECA
 DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

buida entre los meses de mayo a octubre.

En la región Norte, la precipitación anual es mayor a los 2,000 mm.

En esta sección aún más al Norte, la lluvia está distribuida más uniformemente, llevando correlación en altitudes mayores 1,500 m.s.n.m., pero el daño no es representativo, porque no hay cultivos en desarrollo en esta temporada.

El granizo y los vientos fuertes, que pueden afectar los cultivos, no son comunes.

Las inundaciones repentinas ocurren especialmente en septiembre, pero como hay poco arrastre, el daño causado es sin importancia. (12)

4.1.3 Vegetación

Toda el área está cubierta por bosques naturales, cuya composición y densidad ha variado grandemente. En la parte Sur, la vegetación es rala y actualmente, consiste en su mayoría de especies de Pino y Encino.

En la parte Norte no hay Pinos, el área está densamente forestada con gran variedad de especie de árboles de maderas duras, enredaderas y arbustos. (12)

4.1.4 Suelos

Según Simmons, los suelos del Departamento de El Quiché han sido divididos en 24 unidades que consisten en 22 series de suelos y dos clases de terreno misceláneo los cuales para facilitar la discusión se han clasificado en cinco grupos amplios:

- I. Suelos de las montañas volcánicas.
- II. Suelos de la altiplanicie central.
- III. Suelos de los cerros de caliza.
- IV. Suelos de las tierras bajas del Petén Caribe.
- V. Clases misceláneas de terreno.

En la cuenca se localizaron las siguientes unidades: (12) Ver mapa No. 2 y cuadro No. 1

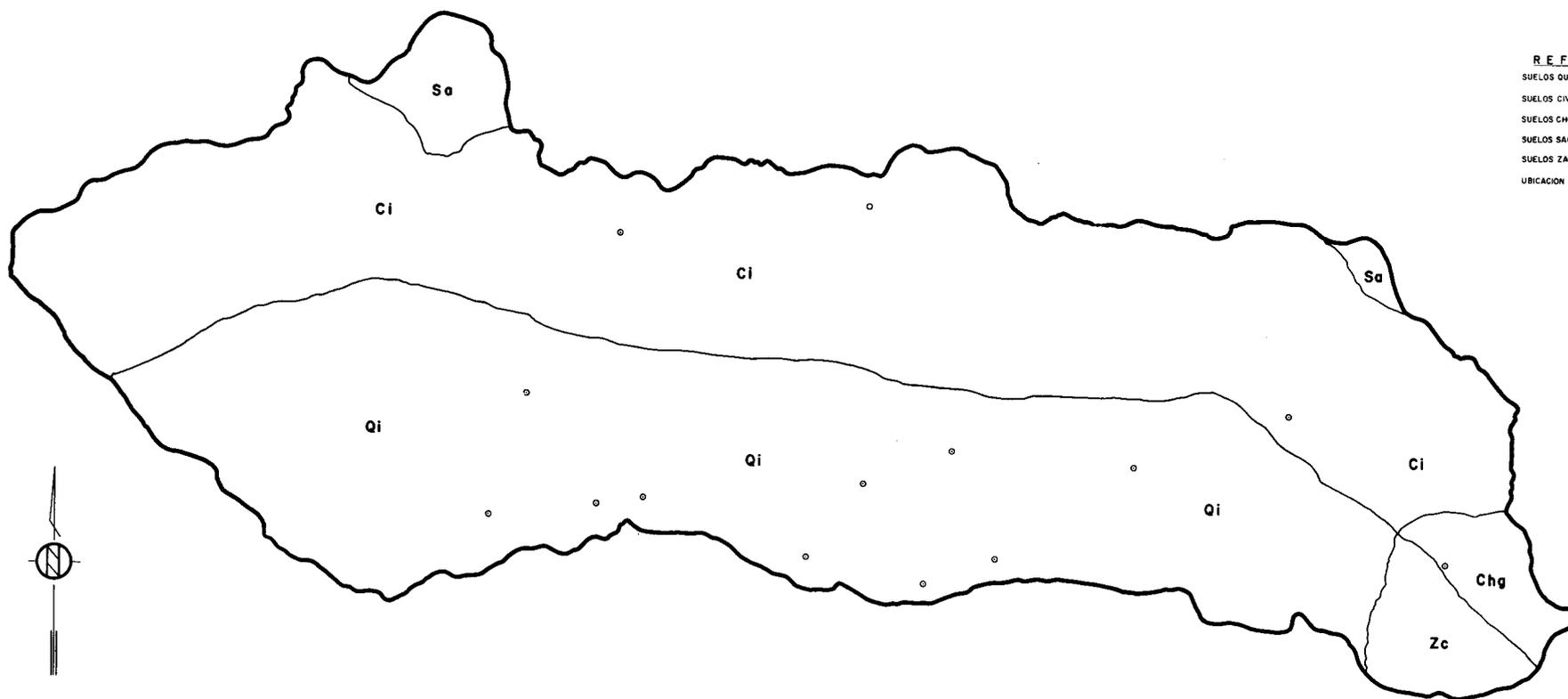
Suelos Quiché, Qi

Suelos bien drenados, poco profundos, sobre ceniza volcánica color claro.

**MAPA DE SUELOS DE SIMMONS
Y UBICACION DE CALICATAS**

REFERENCIAS

- SUELOS OUCHE Qi
- SUELOS CIVIJA Ci
- SUELOS CHOL Chg
- SUELOS SACAPULAS Sa
- SUELOS ZACUALPA Zc
- UBICACION DE CALICATAS O



C U A D R O No. 1

POSICION FISIOGRAFICA, MATERIAL MADRE Y CARACTERISTICAS DE LOS PERFILES DE LOS SUELOS

Según Simmons (12)

Serie	Símbolo	Material Madre	Relieve	Drenaje Interno	Suelo Superficial			Subsuelo			
					Color	Textura y Consistencia	Espesor Aprox.	Color	Consistencia	Textura	Espesor Aprox.
Civijá	Ci	Esquisto arcilloso Esquisto	Inclinado	Rápido	Café oscuro	Franco friable	30 cm.	Café rojizo	Friable	Franco arcilloso limoso	100 cm. o más
Chol	Chg	Esquisto	Escarpado	Rápido	Café grisáceo	Arenosa suelta	10 cm.	Café o café rojizo	Suelta	Franco-arenosa o Franco-arcillosa	20-30 cm.
Quiché	Qi	Ceniza - volcánica cementada de color claro	Fuertemente ondulado	Bueno	Café oscuro	Franco-arcillo-arenosa; friable	20 cm.	Café rojizo oscuro	Plástica cuando húmeda; dura cuando seca.	Arcillosa	50 cm.
Sacapulas	Sa	Gneis y granito	Inclinado	Bueno a excesivo	Café-grisáceo	Franco-arenosa pedregosa; suelta	50 cm.	Café-amarillento	Suelta	Franco-arenosa fino	30 cm.
Zacualpa	Zc	Ceniza volcánica de color claro	Escarpado	Muy rápido	Café o café grisáceo	Franco-arenoso-suelto	10 cm.	Café-grisáceo	Suelta	Franco-arenosa	30-40 cm.

Suelos Zacualpa, Zc

Son suelos bien drenados, poco profundos, sobre ceniza volcánica color claro. Estos no son comúnmente cultivados, pero gran parte del área es apropiada para el pastoreo.

Suelos Civijá, Ci

Son suelos bien drenados, profundos, sobre roca. Se encuentran a elevaciones relativamente altas en el Quiché, y generalmente no están cultivados. Ocupan pendientes inclinadas y son adaptables a los bosques y al pastoreo. En otros departamentos estos suelos yacen a elevaciones suficientemente bajas, como para ser usados en el cultivo del café.

Suelos Sacapulas, Sa

Son suelos bien drenados, poco profundos, sobre roca, siendo raramente cultivados y casi todas las áreas, están en bosques o maleza; pueden ser usados para el pastoreo. Ocupan pendientes inclinadas y gran parte del área es pedregosa.

Suelos Ch01, Chg

Son suelos bien drenados y poseen poca - profundidad. Son terrenos muy inclinados con problemas de pedregosidad; se - encuentran en áreas boscosas o cubiertas por maleza. Se diferencian de la clase anterior por el tipo de roca sobre la cual se han desarrollado.

4.2 Escalas de presentación

Los mapas que se utilizaron en la elaboración del presente trabajo, fueron a escala: 1:1,000,000; - 1:500,000; 1:250,000 y 1:50,000, siendo ésta esca la la recomendada para estudios de tipo prelimi - nar. Ver mapas Nos. 3 y 4.

4.3 Area de la cuenca

Para la determinación del área de la cuenca, fue necesario elaborar un mosaico cartográfico de la misma.

El mosaico se elaboró uniendo las hojas cartográ - ficas 1:50,000; correspondientes a:

- Chichicastenango 1960 I
- Santa Cruz del Quiché 1961 II
- Zacualpa 2060 III
- Joyabaj 2061 IV

Para la delimitación de la cuenca o trazo de la divisoria de aguas, se tomó en cuenta la dirección del drenaje externo y las curvas a nivel. Posteriormente se determinó la superficie del estudio con un planímetro de rodillo, utilizando la fórmula siguiente:

$$A = K \times P \text{ en m}^2$$

donde:

$$K = \left(\frac{\text{Escala del plano}}{\text{Escala del planímetro}} \right)^2 \times 2$$

P = Promedio de la diferencia de lecturas.

4.4 Determinación de uso actual

Para la elaboración del mapa de uso actual, fue necesario plotear cada una de las fotografías aéreas, sobre el mosaico hecho con las hojas cartográficas a escala 1:50,000 y en esta forma elaborar un mapa índice de vuelo.

Las fotografías que se utilizaron tienen una escala aproximada de 1:40,000 y con la ayuda de accidentes geográficos, caminos, caseríos, que fueron tomados como referencia, fue posible plotear las fotografías aéreas pares, en cada línea de vuelo, sobre el mosaico 1:50,000, en la siguiente forma:

<u>Línea de vuelo</u>	<u>Número de fotografía</u>
Línea A	1210
	1212
	1214
	1216
	1218
	1220
Línea B	626
	628
	630
	632
	634
	636

La elaboración del mapa índice de vuelo, fue necesario para obtener una referencia rápida de fotografías a mapas en la comprobación de campo, que se hace en toda fotointerpretación.

Se realizó una fotointerpretación preliminar, para definir áreas representativas y bien delimitadas, que fueron trazadas sobre el mapa base.

Posteriormente, se hizo un reconocimiento del área, para familiarizarse con la misma, verificar

la anterior fotointerpretación, y en esta forma tener elementos de juicio para clasificar las distintas áreas representativas, condiciones de los suelos, estructura y fisonomía de la vegetación y demás condiciones de campo.

Una vez efectuada la comprobación de campo, se procedió a una fotointerpretación más completa, que se llevó a cabo utilizando un estereoscopio de espejos, que permitió la correcta delimitación de las distintas áreas y los respectivos usos que actualmente se les dá.

La clasificación de áreas se hizo en base a la siguiente clave:

- A. Uso agrícola:
 - 4. Todo tipo de cultivos anuales
 - 4B. Granos básicos (maíz y frijol).
- B. Uso pecuario:
 - 5A. Pastos cultivados
 - 5B. Pastos no cultivados
- C. Uso forestal:
 - 6A. Bosque coníferas y latifoliado
 - 6B. Bosque joven o monte bajo
- D. Otros usos;

E. Areas erosionadas

N-1. Areas urbanas

Seguidamente se llevó a cabo un nuevo chequeo de campo, para obtener mayor exactitud y veracidad en los resultados.

La presentación final del mapa de Uso Actual, se realizó mediante la disminución de la escala aproximada de las fotografías 1:40,000 a la escala de presentación final 1:50,000 mediante la utilización de la máquina ampliadora reductora. Ver mapa No. 3 y cuadro No. 2.

Con el planímetro de disco, fue posible la determinación de áreas que ocupan los distintos tipos de uso actualmente.

4.5 Determinación del uso potencial

Para la determinación del Uso Potencial, se elaboró un cróquix del área de estudio, tomando como base el mosaico cartográfico sobre el cual fue delimitada el área.

Posteriormente, se efectuó la clasificación de pendientes, definiendo como pendiente, la relación que hay entre una diferencia de altura y una distancia horizontal, ésta se puede expresar en grados o porcentaje.

Los mapas cartográficos del Instituto Geográfico Nacional, escala 1:50,000, expresan las pendientes por el intervalo de las curvas a nivel o línea de igual altura y la distancia horizontal; - siendo la diferencia vertical entre curvas de 100 metros. Con curvas auxiliares a cada 20 Mts.

Lo anteriormente expuesto, fija el criterio para interpretar las pendientes en función de la distancia horizontal.

Tratando de homogenizar las áreas lo más posible, se utilizó una plantilla de pendientes para determinar las distintas clases de suelo, bajo el enfoque de los siguientes rangos de pendientes:

<u>Clase:</u>	<u>Pendiente %</u>
I	0 - 2
II	2 - 4
III	4 - 8
IV	8 - 16
V	Caso especial
VI	16 - 32
VII	32 - 45
VIII	Mayor de 45

Esta clasificación agrológica preliminar, se ajustó en base a un muestreo de suelos y calicatas, y con la ayuda del Estudio de Suelos efectuado por Simmons. Ver mapa No. 2 y cuadro No. 1

En la clasificación agrológica final, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros (3);

A. Topográficos

Pendiente

Relieve

B. Suelos

Profundidad

Textura

Estructura

Permeabilidad

C. Factores inhibitorios

Drenaje

Pedregosidad

La presentación de resultados, puede verse en el mapa No. 4 y cuadro No. 3.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la clasificación del uso actual, se resumen en el cuadro No. 2 y mapa No. 3.

5.1 Uso actual

5.1.1 Uso agrícola

En cuanto a extensión se refiere, los cultivos anuales juntamente con los granos básicos, ocupan un área de 65.37 Km², o sea el 21.22 % del área total. En su mayoría estos cultivos están representa-dos por maíz, frijol, caña de azúcar y tabaco.

Entre las prácticas agrícolas que se utilizan, están las curvas a nivel, pero se encuentran mal trazadas. La producción de maíz, oscila entre 12 y 15 quintales - por manzana, debido a la no fertilización y al uso de semillas de tipo criollas. Existen otros cultivos perennes de menor extensión, tales como, café y guineo, pero debido a la escala de trabajo no fue posi- ble ubicarlos en el mapa.

5.1.2 Uso pecuario

En cuanto al uso pecuario, tanto los pastos cultivados, como los pastos no cultivados, ocupan 11.15 Km², lo que representa el 3.62 % del área.

Dentro del área de estudio, se observó la presencia de pastos no cultivados o - pastos nativos, tales como; Grama Paspalum sp. y Pasto de Loma Panicum jumentacius, que son especies que se caracterizan en toda la región. Se pudo observar tambien que el Panicum jumentacius, es un pasto de crecimiento mediano y de poco valor nutritivo, viéndolo desde el punto de vista pecuario. Es una especie que se adapta muy bien en terrenos de gran altura y con topografía ondulada y escarpada. También se encuentran otras especies de pastos, que son los pastos cultivados, tales como; Pasto Napier Pennisetum purpureum, y Pasto Kikuyú Pennisetum clandestinum; los terrenos donde han sido establecidas estas especies fueron cultivados excesivamente con trigo y maíz, sin ningún método

de conservación o práctica agrícola, hasta que se agotaron las tierras y actualmente se encuentran en recuperación y - destinadas al uso pecuario.

5.1.3 Uso forestal

a) Bosque:

Interpretando los datos reportados en el cuadro No. 2, se observa que el área de bosque que se encuentra en la cuenca y que está representada por la clasificación 6A, es la que posee la mayor extensión, 206.71 Km², extensión que representa el 67.11 % del total - del área bajo estudio. Dentro del - área existen mezcladas especies de coníferas y latifoliadas.

La vegetación predominante esta formada por Pinus sp y Quercus sp. Distribuidos en un 60 y 40 % respectivamente.

Especies Arboreas Predominantes: Ver anexo No. 1
Las principales especies forestales de la región
son:

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Uso actual</u>
Encino	Quercus sp	Leña y extrac ción de compues tos para curtiem bre.
Roble	Quercus sp	Leña
Tucar	Quercus sp	Leña y extrac ción de produc tos para curtiem bre.
Pino hembra	Pinus pseudostrobus	Madera
Pino blanco	Pinus ayacahuite	Madera
Pino macho	Pinus moctezumae	Madera
Pino negro	Pinus teocote	Madera

b) Bosque joven o monte bajo

Lo que concierne a bosque joven o mon
te bajo, reporta una extensión de 16.59
Km², significando el 5.39 % del total.
En esta clasificación se observó, que
la población de árboles es menos den
sa, debido a la tala de árboles y que
la repoblación natural se ha llevado a

cabo en un 40 % en el área correspondiente a esta clasificación.

Las principales especies observadas dentro de esta clasificación son las siguientes:

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Uso</u>
Cabello	Lysiloma lajmatzae	Cubierta Veg.
Ixcanal	Acacia indsii	Cubierta Veg.
Madrón	Arbustus sp	Cubierta Veg.
Pino	Pinus sp	Cubierta Veg.

5.1.4 Otros usos

a) Áreas erosionadas

Refiriéndose a la categoría de otros usos, se hace notar que comprende áreas erosionadas, que ocupan 1.68 Km², de tierra que prácticamente se encuentra inutilizada, debido a que la erosión ha sido tan marcada, que en algunos casos la capa de suelo ha desaparecido, provocando la aparición de rocas, representa el 0.55 % del área.

Las regiones características para esta clasificación son: Cucabaj, Las Vigas y Loma alta, poseen porciones de tierra que se encuentran en estado totalmente erosionada, con formación de canales, canalículas y enormes cárcavas, los suelos tienen poca profundidad, - 20 - 30 cms, se han desarrollado sobre arenas blancas, con presencia de rocas calizas, con poca pedregosidad. Ver - mapa No. 3.

b) Areas urbanas y su infraestructura

Como parte complementaria de la categoría -Otros usos-, se designó lo que son las áreas urbanas, que ocupan una extensión de 6.5 Km^2 , formando parte de ellas las Cabeceras Municipales de los municipios de Chinique, Zacualpa y Joyabaj; en conjunto representan el 2.11 % del total del área. Ver anexo No. 2.

CUADRO No. 2

Uso actual de la tierra
Cuenca del Río El Arco en el Quiché
- 308 Km² -

Uso actual de la tierra	Hectáreas	Km ²	Area acumulada en Km ²	Area en % del total
Uso agrícola				
Cultivo anuales	5881	58.81	58.81	19.09
Granos básicos	656	6.56	65.37	2.13
Uso pecuario				
Pastos cultivados	720	7.20	72.57	2.34
Pastos no cultivados o Monte bajo	395	3.95	76.52	1.28
Uso forestal				
Bosque	20,671	206.71	283.23	67.11
Bosque joven o Monte bajo	1,659	16.59	299.82	5.39
Otros usos				
Areas erosionadas	168	1.68	301.50	0.55
Areas urbanas	650	6.50	308.00	2.11
Total	30,800	308.00		100

5.2 Uso potencial

Los resultados del uso potencial se resumen en el cuadro No. 3 y mapa No. 4.

Se pudo observar que la mayor parte del área bajo estudio (84%), es de vocación forestal y protección de la cuenca, debido a que los suelos son poco profundos, con textura Franco-arenosa en su mayoría, y sus pendientes bastante fuertes, características que hace a estos suelos susceptibles a la erosión.

En forma general, las tierras clasificadas en este estudio, se ubican en dos amplios grupos:

- A. Tierras adecuadas para cultivos, Clase II, III y IV.
- B. Tierras adecuadas para vegetación permanente, Clase V, VI, VII, y VIII.

Las subdivisiones de cada grupo (A y B), indican la intensidad de riesgos que las tierras presentan, según sea cada uno de los distintos tipos de utilización que se describen a continuación, además, se incluyen prácticas de conservación para cada clase.

Dentro del estudio se determinaron las siguientes categorías : Ver mapa No. 4 y cuadro No. 3

Clase II:

Estas tierras ocupan el 0.62 % del área total, - lo que abarca una extensión de 1.90 Km², son tierras buenas desde cualquier punto de vista, pero determinadas condiciones físicas del suelo, hacen que no sean tan ricos como los de la clase I.

Estas tierras son aptas para cultivos anuales o de dos cosechas.

La pendiente del terreno puede ser tal, que las tierras están en riesgo de erosión. Algunas - tierras poseen humedecimiento y drenaje lento, o bien exigen una atención especial, año tras año. Las prácticas recomendables para la conservación de los suelos, en esta categoría son las siguientes:

- a) Labores siguiendo las curvas de nivel
- b) Cultivos forrajeros de mediana cobertura
- c) Rotación de cultivos
- d) Empleo de fertilizantes
- e) Cultivo en fajas
- f) Sistema sencillo de terrazas

Clase III:

Se observa que abarca 26.96 Km², lo que constituye el 8.75 % del área total de la cuenca; comprende las tierras moderadamente buenas para el cultivo. Son de uso más limitado que las tierras de la clase II, debido a la presencia de una o más características naturales.

Algunas tierras de la clase III, poseen pendientes moderadas y necesitan prácticas para el control de la erosión, algunas tienen problemas de drenaje, debido a la poca permeabilidad del suelo, provocada por la presencia de numerosas arcillas.

Las prácticas de conservación de suelos son similares a las de la clase II, incluyendo conservación de agua y remoción de piedras en algunos casos. Pueden ser usadas para cultivos anuales, pastos, praderas, cultivos perennes y bosques.

Clase IV:

Ocupa una extensión de 17.15 Km², en porcentaje representa el 5.57 % del total del área; estas tierras son suficientemente buenas para el cultivo vertical (árboles frutales), manejadas cuidadosamente, pero no son adecuadas para la -----

obtención normal de cosechas.

Clase V:

En el área bajo estudio, esta clase alcanzó una extensión de 0.59 Km^2 , lo que representa el 0.19 % del total del área.

Estas tierras son casi planas y no están sujetas a erosión, pero no son propias para cultivos, pudiendo servir sin limitaciones de carácter especial, para vegetación permanente, como praderas y bosques.

La limitante principal en esta categoría es la pedregosidad y mal drenaje.

Clase VI:

Ocupa el 31.21% del área total, lo que representa una extensión de 96.13 Km^2 . Estas tierras no son adecuadas, ni aprovechables para cultivo alguno, y su uso está limitado a pastizales o bosque, debido a que tienen una capa de suelo superficial, poco profunda, pendientes abruptas o excesivos cortes por corrientes de agua, en algunos casos, el uso de surcos a nivel de camellones y de canalizaciones para esparcir el agua, son medidas que pueden ser útiles para tener o extender las corrientes, aumentando así

el crecimiento de los pastos.

Por ser tierras aptas para pastizales, conviene elaborar un análisis para establecer pastos nutritivos en la zona bajo estudio, ya que podría cumplir con la actividad de protección de la cuenca y además servir de alimento al ganado.

Clase VII:

En orden de extensión, esta clase es la más abundante dentro del área de estudio, ya que ocupa el 53% del área total, correspondiéndole una superficie de 163.43 Km².

Estas tierras no solo son inadecuadas para el cultivo, sino que tienen graves limitaciones, deben utilizarse para bosques y en algunos casos para pastizales, reclaman cuidados extensos para evitar la erosión, en otras palabras, necesitan obras de ingeniería de alto costo, para la conservación de los recursos y mantener la fertilidad y estructura del suelo.

Clase VIII:

La extensión que abarca esta clase, es de 1.84 Km², en porcentaje representa el 0.6% del total. Estas tierras son adecuadas, solamente para fines

de caza y esparcimiento. Son en extremo secas, abruptas e inclinadas, pedregosas, arenosas y erosionadas.

En esta zona las cárcavas que pueden ser corregidas mediante la siembra de Bambú Bambusa sp, Caña brava Gynerium sp, arbustos, Izotes, Yuca sp o gramíneas como pastos etc., ya que mecanizadas son incorregibles debido al avance que ha tenido la erosión en los últimos años.

CUADRO No. 3

Uso potencial de la Tierra
Cuenca del Río El Arco en el Quiché
- 308 Km² -

Uso potencial de la tierra	Hectáreas	Km	Area acumulada en Km	Area en % del total
II	190	1.90	1.90	0.62
III	2,696	26.96	28.86	8.75
IV	1,715	17.15	46.01	5.57
V	59	0.59	46.60	0.19
VI	9,613	96.13	142.73	31.21
VII	16,343	163.43	306.16	53.06
VIII	184	1.84	308.00	0.60
Total	30,800	308.00		100

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 6.1 El uso que se le dá a la cuenca, es predominantemente forestal, cubriendo un área de 22,330 Has, (72.5% del área total), de bosque conífera y latifoliado. Esta área cumple con el objetivo de protección de la cuenca, en cuanto a cubierta vegetal se refiere. Ver mapa No. 3.
- 6.2 Se estimó que el uso potencial de la cuenca debe concentrarse en bosques, para la protección de la misma, reportando un área de 25,956 Has (84.27 % del área total), que corresponde a las clases agrológicas VI y VII (Ver mapa No. 4 y cuadro No. 3), esta situación es determinada fundamentalmente por la pendiente mayor de 32 %, relieve ondulado-quebrado y suelos poco profundos.
- 6.3 Las áreas que se mencionan en el inciso anterior requieren prácticas de conservación, como pueden ser: diques de contención, pozos de absorción de cárcavas, acequias de infiltración, barreras de gramíneas.
- 6.4 Con determinadas prácticas de conservación, parte del área que se estimó para uso forestal, se puede utilizar para cultivos perennes o frutales.

correspondiéndole la extensión de 9,613 Has. que se ubican dentro de la clase agrológica VI (ver mapa No. 4).

- 6.5 Dentro de las áreas cultivadas de la cuenca, no se toma en cuenta ninguna medida de protección y conservación, siguiendo un tipo de agricultura - atrasado por lo que no obtiene mayores beneficios.
- 6.6 Respecto a los suelos, estos son poco profundos, sobre ceniza volcánica o roca caliza, bien dreados, texturas francas, franco-arenosas, franco-arcillosas, relieve ondulado y quebrado, con susceptibilidad a la erosión.
- 6.7 Existen áreas con posibilidades de uso intensivo que corresponden a la Clase agrológica II y III, con una superficie de 2,886 Has., que representa el 8.75 % del área de estudio (ver mapa No. 4), requiriendo prácticas intensivas de manejo y conservación, como: cultivos en contorno, rotación de cultivos, abonos verdes, fertilización, incorporación de materia orgánica, nivelación, control de la erosión con barreras de gramíneas y eventualmente muros de contención en cárcavas en forma - ción.

ANEXOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

ANEXO No. 1

7.1 Densidades específicas y volúmenes de las principales especies madereras
de la región bajo estudio

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Peso específico</u>	<u>Peso en Kg por M³</u>	<u>Volumen de TM.</u>
Pino blanco	<u>Pinus ayacahuite</u>	0.525 - 0.684	525 - 684	1904 - 1462
Pino macho	<u>Pinus moctezumae</u>	0.523 - 0.680	523 - 680	1912 - 1470
Pino hembra	<u>Pinus pseudostrobus</u>	0.490 - 0.662	490 - 662	1040 - 1510
Pino negro	<u>Pinus teocote</u>	0.500 - 0.688	500 - 688	2000 - 1456
Encino	<u>Quercus sp</u>	0.723 - 0.805	723 - 805	1383 - 1242
Roble	<u>Quercus sp</u>	0.752 - 0.960	752 - 960	1329 - 1041

A N E X O No. 2

7.2 Comentario sobre los municipios que se encuentran en la cuenca del Río el Arco.

Chinique:

Municipio del departamento de El Quiché, posee una municipalidad de cuarta categoría.

Colinda al Norte con Santa Cruz del Quiché y San Andrés Sajcabajá; al Este con Chiché y Zacualpa; al Sur y al Oeste con Chiché y Santa Cruz del Quiché.

Por la Ruta departamental Quiché 2, hacia el Sur-Oeste son 7.5 Kms a la cabecera del municipio de Chiché.

De allí rumbo Oeste-Noroeste hay 11 Kms. de carretera - asfaltada a la cabecera departamental Santa Cruz del Quiché.

El monumento de nivelación del Instituto Geográfico Nacional en el parque de la cabecera, se encuentra a 1920.8 Mts. sobre el nivel del mar, Latitud $15^{\circ}02'21$, Longitud $91^{\circ}01'40$.

El pueblo de Chinique, cuenta con servicio de energía eléctrica, proporcionado por el sistema regional Santa María, distrito Santa Cruz del Quiché del Instituto Nacional de Electrificación.

La mayoría de los habitantes se dedican a la agricultura pero en pequeña escala, y como industrias que podrían considerarse de tipo local están: La fabricación de sombreros de petate, elaboración de teja y de ladrillo de

barro cocido.

Según el Octavo Censo General de Población de 1973, en forma que Chinique posee 4,349 habitantes, que se dividen en 848 de población urbana y 3,501 de población rural.

El municipio está formado por un pueblo y 18 caseríos; Agua Tibia, Buena Vista, Cucabaj, Choaxán, El Aguacate, El Cordoncillo, Durazno, Madrón, Potrero, Piedrona, Puerta, Vigas, Loma Alta, Paquinac, Parraxquín, Tapezquillo, Tierra Colorada, Ximbayuc.

Zacualpa:

Municipio del departamento de El Quiché, posee una municipalidad de tercera categoría.

Colinda al Norte, con San Andrés Sajcabajá y Canillá; al Este con Joyabaj; al Sur con Joyabaj y Chiché; al Oeste con Chinique, Chiché y San Andrés Sajcabajá.

La cabecera se encuentra en en la parte norte de un valle de la Sierra de Chuacús, entre los ríos Xicalcal y Grande.

Por la carretera departamental Quiché 2, rumbo Oeste - son aproximadamente 19 Km a la cabecera municipal de Chinique y de allí al Sur-Suroeste 7.5 Km a la cabecera municipal Chiché. La misma ruta continúa unos 11 Km hacia el Oeste-Noroeste a la cabecera departamental municipal Santa Cruz del

(de).

El monumento de elevación del Instituto Geográfico Nacional en el parque, está a 1496 metros sobre el nivel del mar, Latitud $15^{\circ}01'34''$, Longitud $90^{\circ}52'46''$.

Los cultivos son maíz, frijol, tabaco, caña de azúcar.

El Censo General de Población informa que, en 1973 tiene una población de 11,598 habitantes.

El municipio cuenta con un pueblo que es la cabecera, Zacualpa; 3 Aldeas y 9 Caseríos.

Algunos agricultores siembran maíz intercalado con frijol, otros prefieren sembrar frijol de enredo.

La caña de azúcar que se cosecha en esta región y sus alrededores, se utiliza para hacer panela.

Joyabaj:

Municipio del departamento de El Quiché, posee municipalidad de segunda categoría. Colinda al Norte con Zacualpa y San Andrés Sajcabajá; al Este con Cubulco y Granados Baja Verapaz; al Sur con San Juan Sacatepequéz (Guatemala), Tecpán Guatemala, Santa Apolonia, San José Poaquil y San Martín Jilotepeque; al Oeste con Zacualpa Chiché y Chichicastenango.

En la Ruta departamental Quiché 2, de Zacualpa a Joyabaj hay 12 Km. de carretera asfaltada en dirección Este.

El municipio cuenta con caminos, y veredas que unen a sus poblados y propiedades entre sí y con los -----

municipios vecinos. Se encuentra a una altura de ---
1443 metros sobre el nivel del mar, Latitud $14^{\circ}59'35$ -
Longitud $90^{\circ}48'26$.

Según el Censo de Población de 1973, reporta 32,776 -
habitantes, el municipio cuenta con una villa, 6 aldeas
y 74 caseríos.

Referencias Bibliográficas

1. Aragón Castillo, V. R., Aprovechamientos agrícolas potenciales de la cuenca del río Villalobos hasta la desembocadura en el lago de Amatitlán. Tesis (Ingeniero Agrónomo)-Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. Guatemala, 1974. 136 p.
2. Foster, Albert B., Métodos aprobados en conservación de suelos. Trad. por Adrián O. Valadéz. México. Edit. Trillas, 1979. 411 p.
3. González, Oscar, Mantenimiento y conservación de suelos. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. s.p. (mimeografiado)
4. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, Mapas topográficos escala 1:50,000, Nos. 1960 I, 1961 II, 2060 III, 2061 IV.
5. _____ Instituto Geográfico Nacional, Atlas hidrológico. Guatemala, 1976. 74 p.
6. _____ Instituto Nacional de Transformación Agraria, - Unidad de planeamiento y programación, Conceptos generales sobre estudios de suelos. Guatemala, 1975 (Public. No. 7) 39 p.
7. Lyon Littleton y Harry Buckman, Edafología. Trad. por Victor Nicollier. México, Edit. Continental. 1956 47 p.
8. Mittak Wilhelm L., Estimación de la deforestación necesaria en Guatemala. En *agronomía* (12); 5-34, noviembre-diciembre, 1978. s.p.
9. Molina Urizar, C. A., Estudio de reconocimiento de la cuenca del río Sauce y área anexa en el Estor, Izabal Tesis (Ingeniero Agrónomo)-Universidad de San Carlos Facultad de Agronomía. Guatemala, 1979. 62 p.

10. Organización de los Estados Americanos. Investigación de los recursos físicos para el desarrollo económico. Washington, D.C. Estados Unidos, 1975. 463 p.
11. Estados Unidos, Departamento de Agricultura. Manual de conservación de suelos. México, Edit. Limusa, 1977. 332 p.
12. Simmons, Charles; J. M. Táranó y J. H. Pinto. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, Servicio Cooperativo Interamericano - de Agricultura, 1959. 1000 p.
13. Strandberg, Carl H., Manual de fotografía aérea. Trad. de David Serrat Congost. Barcelona, Ed. Omega, 1975. 260 p.
14. Weaver, J. E. y F. E. Clements, Ecología vegetal. Trad. Angel L. Cabrera. Buenos Aires, Ed. Acme, 1950. 667 p.



1) *aprovechada por*
Tanahara
25/11/79
3o. Nivel Biblioteca
Central.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 4

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"



Antonio A. Sanchoval S.
DR. ANTONIO A. SANCHOVAL S.
D E C A N O