

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, flanked by two figures. The shield is surrounded by a circular border containing the Latin text "UNIVERSITAS SAN CAROLINAE GUATEMALENSIS INTER PLUS ULTRA".

**APROVECHAMIENTOS AGRÍCOLAS POTENCIALES
DE LA CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS
HASTA LA DESEMBOCADURA
EN EL LAGO DE AMATITLÁN**

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la FACULTAD DE AGRONOMIA

de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

VÍCTOR ROLANDO ARAGÓN CASTILLO

En el acto de investidura de

INGENIERO AGRONOMO

NOVIEMBRE DE 1974

DL
01
T(17)

CONVENIO PARA EL ESTUDIO DE LOS RECURSOS DE AGUA
DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

DESARROLLO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS
ZONA PILOTO: CUENCA DEL RIO MARIA LINDA

**APROVECHAMIENTOS AGRÍCOLAS POTENCIALES
DE LA CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS
HASTA LA DESEMBOCADURA
EN EL LAGO DE AMATITLÁN**

VICTOR ROLANDO ARAGON CASTILLO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA
FACULTAD DE INGENIERIA

MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS
INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL

NOVIEMBRE DE 1974

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

Guatemala,
13 de noviembre de 1974.

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Edgar L. Ibarra A.
Presente.

Señor Decano:

He revisado el trabajo de Tesis del estudiante VICTOR ROLANDO ARAGON CASTILLO Carnet No. 18242, titulado: "APROVECHAMIENTOS AGRICOLAS POTENCIALES DE LA CUENCA DEL RIO VILLALOBOS, HASTA SU DESEMBOCADURA EN EL LAGO DE AMATITLAN", y habiéndolo encontrado acorde con el plan propuesto y demás requisitos, recomiendo autorizar su reproducción.

Muy atento y deferente servidor,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Eduardo D. Goyzueta V.
Director Depto. Ingeniería Agrícola.

EDGV/cvl.

RECTOR DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Dr. Roberto Valdeavellano Pinot

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Edgar Lionel Ibarra Arriola
Vocal 1o.	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Vocal 2o.	Ing. Agr. Ronaldo Prado Ramírez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana
Vocal 4o.	P.A. Napoleón Medina
Vocal 5o.	P.A. Miguel Carballo
Secretario	Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agr. Edgar Lionel Ibarra Arriola
Examinador	Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana
Examinador	Ing. Eduardo Goysueta
Examinador	Ing. Willad Gundersen López
Secretario	Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Cumpliendo con lo establecido por las leyes y reglamentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el presente trabajo de tesis titulado

**APROVECHAMIENTOS AGRICOLAS POTENCIALES
DE LA CUENCA DEL RIO VILLALOBOS
HASTA LA DESEMBOCADURA EN EL LAGO DE AMATITLAN**

tema que me fuera asignado por la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía.

ACTO QUE DEDICO

A Dios

A mis Padres

Víctor Manuel Aragón Caballeros
Ana María Castillo de Aragón

A mi Esposa

Julia Anabella Noriega de Aragón

A mis Hermanos

Ana Leticia
Blanca Beatriz
Manuel Enrique

A mis Abuelas

Sofia Aragón
María Teresa Castillo

A mis Suegros

Augusto Enrique Noriega
Juanita de Noriega

A mi familia en general
en especial a

Guillermo Castillo
Rosario Aragón

A mis compañeros y
amigos

RECONOCIMIENTO

Mis agradecimientos al Departamento de Agua Subterránea de la División de Investigación de Recursos de Agua (DIRA), por proporcionarme el personal y tiempo necesario para el desarrollo de este trabajo.

A la Sra. Beatriz P. de Morales, por su entusiasmo puesto en la Mecanografía, al Br. Víctor Mijangos por el dibujo de las gráficas, a la División Cartográfica y en especial al Departamento de Dibujo y Grabado por su colaboración en el proceso de reproducción.

CONTENIDO

	OBJETIVO	Pag.
I.	INTRODUCCION	1
II.	CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA	3
	2.1 Geográficas	3
	2.2 Geológicas	3
	2.3 Hidrológicas	3
	2.4 Agrológicas	3
	2.5 Agronómicas	6
	2.6 Socioeconómicas	6
III.	FACTORES A CONSIDERAR EN LOS APROVECHAMIENTOS AGRICOLAS	7
	3.1 El suelo	7
	3.2 El agua	13
	3.3 El clima	15
	3.3.1 Determinación de las zonas climáticas de la cuenca	15
	3.3.2 Consideraciones sobre precipitación y temperatura	15
	3.3.3 Consideraciones generales de las necesidades agrícolas de agua	20
	3.3.3.1 Los factores climáticos en el uso del agua	25
	3.3.3.2 Análisis de las fórmulas de evapotranspiración	27
	3.3.3.3 Estimaciones de la evapotranspiración	30
	3.3.3.4 Determinaciones de déficit o sequías	33
	3.3.4 Estimación de las necesidades agrícolas de agua	35
	3.3.4.1 Cálculo de la evapotranspiración o uso consuntivo, según la fórmula de Blaney - Criddle	35
	3.3.4.2 Cuantificación de la evapotranspiración o uso consuntivo, en toda la cuenca	44

		Pág.
IV.	APROVECHAMIENTOS ACTUALES	46
4.1	El uso del suelo	46
4.2	El uso del agua	53
4.2.1	Uso doméstico	53
4.2.2	Uso industrial	54
4.2.3	Uso agrícola	54
V.	APROVECHAMIENTOS POTENCIALES	58
5.1	Consideraciones sobre los factores que determinan el uso potencial de la tierra en la Agricultura	58
5.1.1	Zonas climáticas de la cuenca	58
5.1.2	Clasificación de los suelos de la cuenca	58
5.1.3	Cultivos que más se adaptan a las condiciones de la cuenca y tecnología de manejo y conservación	61
5.1.3.1	Cultivos anuales y perennes	61
5.1.3.2	Cultivos perennes	85
5.1.3.3	Prácticas culturales recomendadas para el manejo y conservación de los recursos suelo y agua de la cuenca	96
5.2	Consideraciones sobre el riego en la cuenca del río Villalobos	101
5.2.1	Áreas con posibilidades de riego y consideraciones generales sobre riego	109
5.2.2	Reoglones objeto de gasto que habría que considerar en un proyecto de riego	113
5.2.3	Fuentes de agua con posibilidades de aprovecharse	114
5.2.3.1	Aprovechamiento del agua superficial	114
5.2.3.2	Aprovechamiento del agua subterránea	114
5.3	Estimaciones generales de los costos de producción, rendimientos y beneficios posibles	123

VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	Pág. 129
6.1	Conclusiones	129
6.1.1	Respecto al aprovechamiento del suelo	129
6.1.2	Respecto al aprovechamiento del agua	130
6.2	Recomendaciones	131
6.2.1	Respecto al aprovechamiento del suelo	131
6.2.2	Respecto al aprovechamiento del agua	132
VII.	REFERENCIAS	134

LISTA DE GRAFICAS

		Pág.
1	Localización de la cuenca del río Villalobos en la República de Guatemala	4
2	Localización de la cuenca del río Villalobos en la cuenca del río María Linda	5
3	Barras de precipitación y temperatura, según perfil topográfico "A - A"	21
4	Barras de precipitación y temperatura, según perfil topográfico "B - B"	22
5	Localización de los perfiles "A - A" y "B - B" de las gráficas Nos. 3 y 4	23
6	Histogramas de temperaturas: máxima, media y mínima, promedio de la década 1960 - 1969 de la estación 6.1.0 Observatorio Nacional	24
7	Histograma de caudal de pozos altiplano central	117
8	Histograma de profundidad de pozos altiplano central	117
9	Histograma de profundidad de pozos altiplano occidental	118
10	Histograma de profundidad de pozos altiplano oriental	118
11	Histograma de profundidad de pozos del valle aluvial de los ríos; Villalobos, Pinula y Las Minas	119
12	Histograma de profundidad de pozos del delta del río Villalobos	121
13	Unidades hidrogeológicas, con las reservas susceptibles de escurrir	122

LISTA DE CUADROS

	Pág.
1	Uso potencial de la tierra 9
2	Balance hidrológico preliminar año promedio, (década 1960 - 1969) 14
3	Valores de evapotranspiración, calculados por diferentes fórmulas 32
3 a.	Resumen del balance hidrológico anual de la década 1960 - 1969 para cuatro zonas diferentes de la cuenca 33
4	Cálculo del uso consuntivo del Maíz 37
5	Cálculo del uso consuntivo del Frijol 38
6	Cálculo del uso consuntivo de Pastos 39
7	Cálculo del uso consuntivo de Cítricos 40
8	Cálculo del uso consuntivo de Bosques 41
9	Cálculo del uso consuntivo de Hortalizas 42
10	Valores del coeficiente K del uso consuntivo para la fórmula de Blaney-Criddle 43
11	Resumen del uso consuntivo en la cuenca del río Villalobos 45
12	Resumen del uso actual de la tierra 48
13	Rendimientos agrícolas bajo diferentes grados de tecnología 49
14	Rendimientos actuales de los cultivos más comunes en la cuenca 50
15	Costos actuales de producción agrícola por hectárea 52
16	Beneficios actuales 53
17	Abastecimiento de agua potable de la ciudad de Guatemala 54
18	Resumen de los usos agrícolas del agua 55
18 a.	Aprovechamientos potenciales 59
19	Costos de producción de hortalizas 66
20	Costos de producción del maíz 72
20 a.	Costos de producción del frijol 77

	Pág.
21 Anchura provisional de las fajas para suelos de diversas pendientes y diferentes condiciones de drenaje	98
22 Distanciamiento de barreras vivas en cultivos limpios	99
23 Distanciamiento de barreras vivas en cultivos densos, semibosque y bosque	99
24 Detalle de los jornales para ejecutar los trabajos de reforestación	102
25 Resumen de las propiedades físicas del suelo	107
26 Capacidad provisional de almacenaje de agua en diferentes combinaciones de suelo y vegetación	108
27 Resumen de las áreas susceptibles a un mejoramiento agrícola, mediante el riego y el uso racional del suelo	110
28 Estaciones hidrológicas en la cuenca del río Villalobos	115
29 Caudales observados en algunas estaciones de la cuenca del río Villalobos	116
30 Resumen de las reservas de agua susceptibles de escurrir	123
31 Costos de producción estimados a nivel nacional, febrero 1974	124
32 Rendimientos futuros	126
33 Beneficios futuros	127
34 Comparación de los beneficios y rentabilidades, actuales y posibles de obtener	128

LISTA DE MAPAS

		Pág.
1	Isoyetas (precipitación mm/año) promedio anual para la década 1960 - 1969	16
2	Isotermas (temperatura en °C) promedio anual para la década 1960 - 1969	17
3	Hipsométrico	18
4	Zonificación ecológica según método de Leslie Holdridge	19
5	Uso potencial de la tierra	
6	Uso actual de la tierra	
7	Uso agrícola del agua	
8	Áreas susceptibles a riesgo, y sus fuentes superficiales de agua	

I INTRODUCCION

El objetivo de este estudio es el de determinar el mejor aprovechamiento de los recursos; Agua y Suelo para la Agricultura en la cuenca del río Villalobos. Identificando dentro de ella todas las áreas susceptibles de ser utilizadas en desarrollos agrícolas, de acuerdo con el examen y estudio de todos los factores que determinan una utilización racional.

En la cuenca del río Villalobos, se puede observar la existencia de áreas con buenas posibilidades de un mejor desarrollo por medio de técnicas de manejo adecuadas, también se observan áreas con problemas muy serios de destrucción, causados por los malos aprovechamientos. Por ejemplo: la excesiva deforestación que se lleva a cabo, el tipo de Agricultura desarrollada en áreas prohibitivas, empleo de técnicas de cultivo inadecuadas por falta de asesoría técnica o por las necesidades de subsistencia.

Casi toda el área es de suelos poco profundos en pendientes escarpadas, no apropiadas para cultivos limpios e intensivos, más aptos para pastoreo, frutales o bosques.

Grandes áreas de terreno han sido usadas durante muchos años, sin haberse tomado medidas para conservar sus riquezas.

Debido a todos estos aprovechamientos inadecuados, las áreas que se hayan en la cuenca no sólo pierden sus riquezas, sino que también causan muchos problemas.

El interés de un plan de aprovechamiento potencial, no es solamente desde el punto de vista técnico de una mejor explotación de los recursos, sino que es una necesidad de carácter urgente, debido: a) a la situación crítica que representa la escasez de productos alimenticios de tipo agrícola; b) al crecimiento excesivo de la población, tanto por la alta tasa de crecimiento, como la inmigración de población en busca de fuentes de trabajo y una vida mejor.

Debido a esto, es que se necesita aumentar la producción y el rendimiento de la tierra, lo cual se logra únicamente con una buena planificación del aprovechamiento de los recursos con que se cuenta, obteniendo los mayores rendimientos por unidad de área y a un plazo no muy largo.

También interesa la protección tanto del recurso suelo como del recurso agua, pues si no se conservan se llega fácilmente a un completo desastre.

Se ha visto muy claramente el uso irracional que se hace de estos recursos, sin que nadie aparentemente se haya preocupado en poner fin a este mal. Ha habido una explotación de los suelos sin tomar en cuenta ninguna precaución para mantenerlos, causando una serie de pérdidas económicas y problemas posteriores en el aprovechamiento de los mismos.

En cuanto al agua, se ha notado que la población y entidades públicas la usan sin ningún control.

Otro problema y más serio aún, es el alto grado de contaminación que se observa de todas las fuentes de agua de la cuenca; la cual se está llevando a cabo y aún no se le presta la atención debida olvidando por completo el problema que representa. Ejemplo de esto; son todas las industrias, fábricas y también la población urbana; quienes vierten sus desechos directamente en los cauces de los ríos más cercanos, sin ningún tratamiento previo, estos problemas pueden apreciarse muy claramente en el río Villalobos, río El Molino, Platanitos, Pinula; que acarrear una gran cantidad de material orgánico como suelo y basura, provenientes de las partes altas de la cuenca; que además están sufriendo una erosión inmoderada, perdiendo no sólo sus riquezas sino contribuyendo también a una alta contaminación de las aguas de dichos ríos. Además de eso, todos estos desechos van a dar al Lago de Amatitlán, lo que está contribuyendo en gran parte a su destrucción.

II CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CUENCA

2.1 Geográficas

La cuenca está situada en la parte sur del Valle de Guatemala, entre los $90^{\circ} 25'$ y $90^{\circ} 40'$, longitud oeste y $14^{\circ} 25'$ y $14^{\circ} 40'$, latitud norte, dentro de ella se encuentran: La ciudad de Guatemala, las poblaciones de Amatitlán, Villa Canales, Villa Nueva, Mixco y otros.

Esta situada entre dos cadenas de montañas; una al este y la otra al oeste. Colinda al norte por la vertiente del río Las Vacas y al sur con la cuenca del Lago de Amatitlán. Cubre una extensión de 319.73 Kms cuadrados. (Ver gráficas 1 y 2).

Los vientos predominantes en esta zona son los del noreste, (durante 280 días al año aproximadamente).

2.2 Geológicas

Se encuentra sobre materiales de la época terciaria y cuaternaria, tales como: Andesita, Riodacita, Dacita, Tobas, Aluviones y Sedimentos Volcánicos Eólicos (piedra pómez de diferente gradación, color y grado de consolidación, con paleosuelos intercalados, sedimentos volcánicos masivos; de pómez mal clasificada con intercalaciones de sedimentos fluvio lacustres). Damos y coladas de Dacita y Riodacita se encuentran distribuidas en toda la cuenca. 6/

Los suelos de valles no diferenciados, representan áreas de terreno valioso para la Agricultura, localizándose generalmente en las partes bajas de la cuenca principalmente.

2.3 Hidrológicas

Se cuenta con una distribución pluvial predominante de tipo convectivo y orográfico, distribuida durante seis meses.

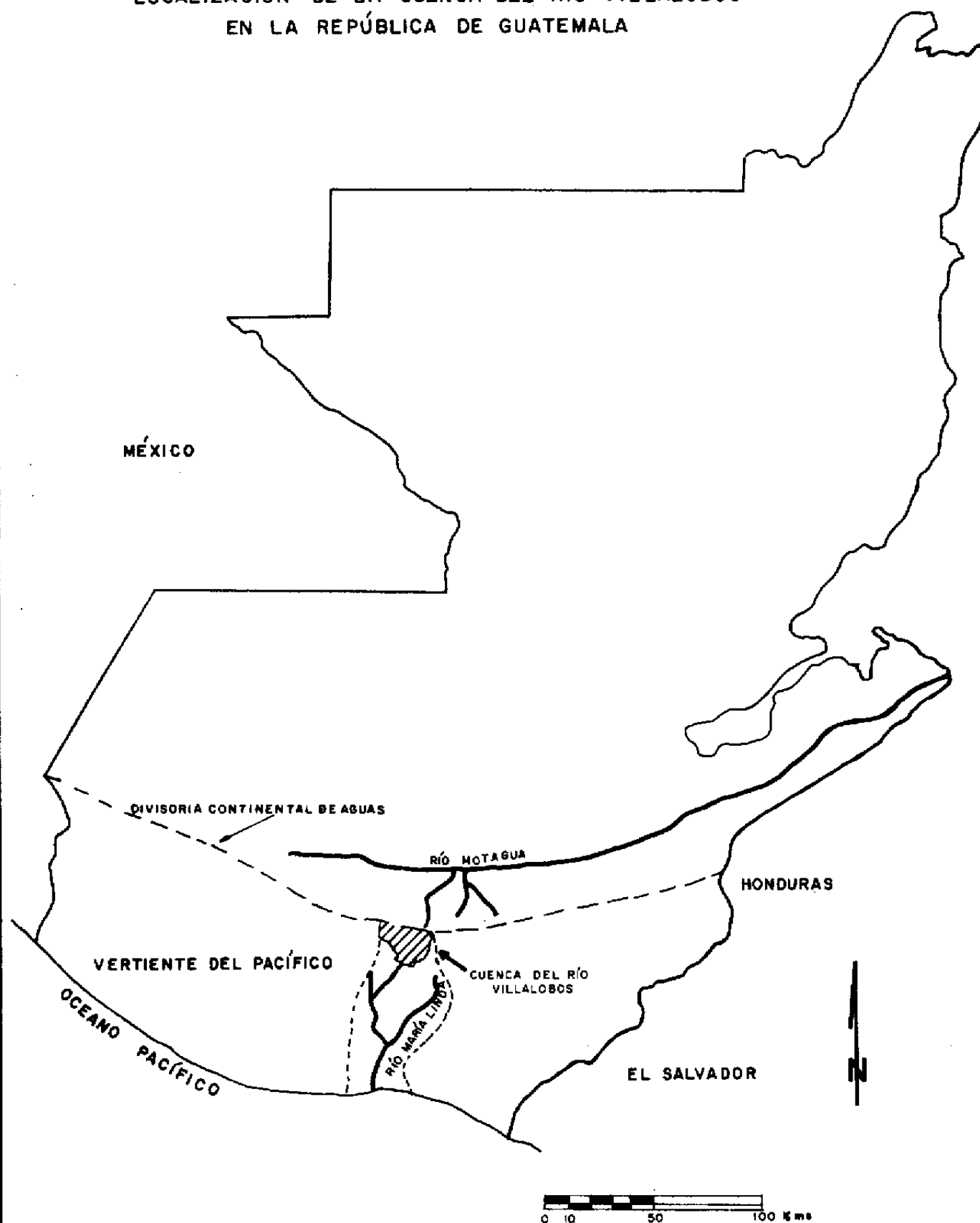
Las lluvias se manifiestan en forma más o menos decreciente conforme alcanzan una mayor elevación SNM. Cuenta con una red de drenaje natural bien distribuida, la cual se presenta como una serie innumerable de quebradas.

Las corrientes principales son: Villalobos, Pimula, Las Minas, Tuluja, El Bosque y Platanitos.

2.4 Agrológicas

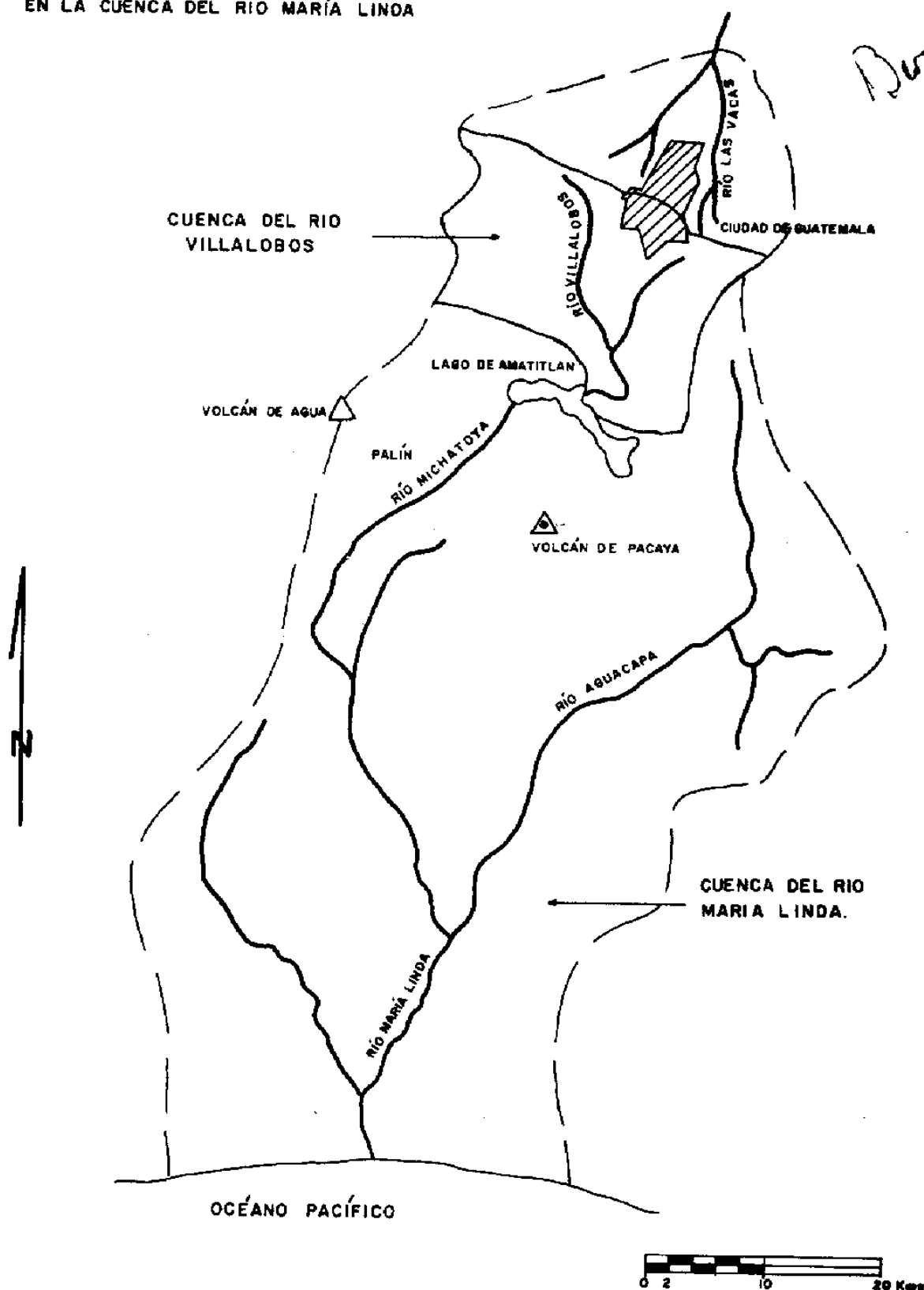
Estas características se encuentran definidas dentro de la cuenca

LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS
EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA



LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS

EN LA CUENCA DEL RIO MARÍA LINDA



como sigue:

- a) En las partes altas y a mediana altura, suelos profundos sobre materiales volcánicos.
- b) En las partes quebradas, suelos poco profundos débilmente cementados.
- c) En las partes altas, suelos poco profundos sobre materiales volcánicos de color oscuro.
- d) En los pequeños valles, formados en las partes bajas de la cuenca, se encuentran en su mayoría suelos aluviales no diferenciados. 23/

2.5 Agronómicas

La ocupación agrícola que se le da a las tierras de la cuenca es principalmente para la producción de comestibles del consumo local. La cosecha principal es el maíz, cultivado en su mayoría por los pequeños agricultores: El método de cultivar el maíz varía localmente, dependiendo de la disponibilidad del terreno, de la densidad de la población y de el declive.

Otras cosechas importantes son: el frijol y el café. También hay otro tipo de cosechas, aunque de menor importancia como lo son: caña de azúcar, frutales, hortalizas, bosques, pastos, etc.

2.6 Socioeconómicas

El área en consideración es una de las zonas más densamente pobla-
das de la República, por lo que existe la necesidad de obtener en
censos muy altos. La mayor parte de la población es ladina,
habiendo un reducido grupo de origen indígena.

Las comunicaciones y medios de transporte están bien desarrollados. Tiene carreteras asfaltadas y de tierra en buen estado, que comunican con todas las zonas. Cuenta con mercados pequeños; propios de cada zona y un mercado central que se encuentra en la Ciudad de Guatemala, conocido como Mercado de la Terminal, zona 4.

III

FACTORES A CONSIDERAR EN LOS APROVECHAMIENTOS AGRICOLAS

3.1 El Suelo

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 cuales 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 edáficas 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 U. S. Department of Agriculture (1948), la cual permite determinar la permeabilidad de un suelo para el agua de acuerdo a la textura, estructura 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 especial, que debe ser considerado entre los factores edáficos que afecten los requerimientos de agua. 24/

En este estudio se determinó la cantidad y calidad de suelo con que se cuenta dentro de la cuenca, con base en el estudio agrológico efectuado por el Instituto Geográfico Nacional, (División de Geografía), habiéndose obtenido una distribución de la tierra en ocho clases diferentes. Cada una de estas clases tiene descritas sus características físicas, químicas y morfológicas externas con las cuales se logra determinar los posibles usos agrícolas y los cuidados que deben tenerse con cada una de ellas.

Del estudio anterior, se observa que solamente un 5.91 % del área puede ser altamente rentable en su uso intensivo, con posibilidades de regarse, pero esta cantidad de terreno no se tiene reunida en una misma zona lo cual dificulta o dificultará la ejecución de un plan de riego a nivel de la cuenca. La única posibilidad de regar esta área sería a nivel de granjas, fincas o cooperativas pequeñas y medianas. Un 20.28 % de terreno que podría ser regable, pero bajo cuidados muy especiales de manejo y conservación, considerando la alternativa de riego por aspersión que es mucho más costosa, pero acarrea menos problemas de erosión y permite un mejor aprovechamiento del agua, (ver cuadro No. 1).

Más adelante se detallará a fondo como se puede aprovechar cada uno de los diferentes suelos con que cuenta la cuenca.

CUADRO No. 1

USO POTENCIAL DE LA TIERRA *

Cuenca: Río Villalobos

Area: 319.73 Kms.²

Uso Potencial de la tierra CLASE **	AREA		AREA ACUMULADA	AREA EN %
	Hectáreas	Km. ²	Km. ²	del total
I	1746.8	17.468	17.468	5.46
II	1580.2	15.802	33.270	4.94
III	6125.0	61.250	94.520	19.16
IV	2501.4	25.014	119.534	7.82
V	1425.9	14.259	133.793	4.46
VI	9268.4	92.684	226.476	28.99
VII	483.1	4.831	231.307	1.51
VIII	2530.8	25.308	256.615	7.92
Urbano	4179.7	41.797	298.412	13.07
Quebradas	2131.5	21.315	319.727	6.68
T O T A L		319.727		100.00

* Estudio efectuado por
Sección de Geografía
Instituto Geográfico Nacional
Año 1970

** Descripción de las Diferentes Clases de Uso Potencial de la Tierra

DESCRIPCION DE LAS CLASES DE

USO POTENCIAL DE LA TIERRA

a) Tierras Aptas para Cultivos

CLASE I

"Los suelos de esta clase tienen pocas limitaciones que restringen su uso y son considerados de alta productividad. Estos suelos son relativamente planos, generalmente bien drenados y fácilmente trabajables. Retienen muy bien el agua y están bien abastecidos con nutrientes vegetales o tienen alta capacidad de retención de fertilidad. Estos suelos deben ser profundos y con una baja susceptibilidad a la erosión. Suelos aptos para una amplia variedad de plantas, y pueden ser usados sin peligro para cultivos intensivos de pastos, praderas y bosques. Estos suelos no están sujetos a inundaciones, son productivos y requieren prácticas normales de manejo para mantener su productividad (fertilizantes, cal, cultivos para abono verde, cultivos de rotación y otros)".

CLASE II

"Los suelos de esta clase son de productividad moderada y tienen algunas limitaciones que restringen las selecciones de plantas o requieren prácticas de conservación moderadas. Estos suelos necesitan un manejo cuidadoso y prácticas de conservación para prevenir la degradación de las características físicas del suelo o para mejorar la relación aire y agua al ser cultivados. Las limitaciones son pocas y las prácticas de conservación fáciles de aplicar. Las limitaciones de los suelos de la Clase II pueden ser las siguientes, o la combinación de ellas: pendientes moderadas, susceptibilidad moderada a la erosión por el viento o agua, moderada profundidad efectiva del suelo, estructura y capacidad de laboreo del suelo algo deficiente y de poca a moderada salinidad (peligro de sodio). Existen otras limitaciones tales como: la excesiva humedad, la cual puede ser corregida por drenaje, y las ocasionales correntadas y limitaciones climáticas moderadas sobre el uso y manejo del suelo. Los suelos de esta clase dan al agricultor menos oportunidad de seleccionar los cultivos y prácticas de manejo; que los de la Clase I, y pueden ser usados para siembras de cultivo intensos, pastos, praderas, bosques y áreas de reserva. Algunas de las prácticas de manejo que pueden ser necesarias para el suelo y su conservación ya sea solas o en combinación; terrazas, cultivo en fajas, la branza en contorno, cultivos de rotación incluyendo pastos y leguminosas, cultivos para abono verde, cubierta de rastrojos, fertilización, encalado, riego y drenaje. La combinación de las prácticas requeridas, variará de acuerdo a las diferencias en el suelo, topografía, drenaje, condiciones climáticas y sistema agrícola".

CLASE III

"Los suelos incluidos en esta clase de tierra, tienen una baja productividad debido a limitaciones severas que reducen la selección de plantas, requiriendo prácticas de conservación especiales. Pueden ser usados para cultivos, pastos, praderas, bosques o áreas de alimentación para animales de caza. Las limitaciones de estos suelos restringen la cantidad de cultivo, labranza y cosecha así como la selección de cultivos. Las limitaciones pueden ser cualquiera de las siguientes: pendientes moderadas, alta susceptibilidad a la erosión por agua o viento, subsuelo poco permeable, suelos compactos ("hardpan", "claypan" o "plowpan"), poco profundos, estructura y labranza deficiente, y frecuentes inundaciones, pedregosidad, presencia de zonas de restricción en el perfil (restringe el movimiento del agua, aire y raíces), baja capacidad de retención de agua, baja capacidad de retención de fertilidad, suelos pobremente drenados, alto nivel freático, salinidad y sodio moderados, así como también son moderadas las limitaciones climáticas. Algunos de estos suelos pueden tener alto contenido de arcilla, materia orgánica baja y una estructura degradada que los hacen muy deficientes para la absorción de agua. La labranza de esta clase de suelos puede producir amasamiento y ocasionar un daño permanente a la estructura del suelo, especialmente si se trabajan al estar mojados".

CLASE IV

"Estos suelos son de muy baja productividad debido a limitaciones muy severas que restringen la selección de cultivos y requieren prácticas de manejo muy cuidadosas. Estos suelos pueden usarse para cultivos, pastos, praderas, bosques, áreas de reserva para alimentación de animales de caza. La selección de cultivos para estos suelos, está altamente restringida debido a las limitaciones muy severas. Estas limitaciones pueden ser cualquiera de las siguientes o su combinación: pendientes de inclinadas a muy inclinadas, alta susceptibilidad a la erosión por el aire o por el agua, suelos poco profundos, suelos poco permeables o libremente permeables, baja capacidad de retención de humedad, baja capacidad de retención de fertilidad, frecuentes y dañinas inundaciones, excesiva humedad aún después de drenada, alto nivel freático, presencia severa de salinidad y sodio y condiciones climáticas adversas".

- b) Tierra con Uso Agrícola Limitado y Generalmente no Apta para Cultivos

CLASE V

"Suelos con poco o ningún problema de erosión pero con

otras limitaciones cuya supresión resulta impráctica, que limitan su uso a pastos, praderas, bosques o para alimentación de la vida silvestre. Algunos ejemplos de suelos de la Clase V son los siguientes: suelos de bajío, sujetos a frecuentes inundaciones en donde no pueden crecer los cultivos libremente, suelos pedregosos o rocosos en la superficie y en el perfil, planos o casi planos, áreas inundadas donde el drenaje no es práctico para cultivos pero puede ser utilizado para árboles, pastos o para alimentación de vida silvestre".

CLASE VI

"Los suelos de esta clase tienen severas limitaciones que los hacen no aptos para cultivos, siendo aptos solamente para pastos o praderas, bosques o para alimentación de vida silvestre. Estas limitaciones son permanentes y son las siguientes: pendientes inclinadas, severas erosiones históricas y severa susceptibilidad a la erosión, pedregosidad, suelos muy poco profundos, humedad excesiva e inundación, baja capacidad de retención de agua, baja capacidad de retención de fertilidad, presencia de un exceso de sales solubles en el perfil del suelo (salinidad y sodio), y severas condiciones climáticas".

CLASE VII

"Los suelos de esta clase tienen limitaciones muy severas, no son aptos para cultivos y su uso está restringido a pastos, bosques o vida silvestre. Las limitaciones del uso de esta clase de tierra, son de naturaleza permanente; pendientes muy inclinadas, erosión histórica muy severa, susceptibilidad a la erosión muy severa, suelos muy poco profundos, pedregosidad excesiva en la superficie del suelo y a través del perfil, drenaje deficiente, exceso de humedad, problemas de salinidad y sodio, climas muy severos y algunas otras restricciones que los hacen no aptos para cultivos".

CLASE VIII

"Las limitaciones de los suelos incluidos dentro de esta clase son tales, que esta clase de tierra debe ser tratada y conservada únicamente para fines de protección de cuencas, abastecimientos de agua y para fines de caza, pesca y recreación. Algunas de las restricciones permanentes de estos suelos son: pendientes muy inclinadas, suelo superficial erosionado, alta susceptibilidad a la erosión, suelo muy húmedo, pedregoso y rocoso, clima muy severo, baja capacidad de retención de agua, y peligro severo de salinidad y sodio. Ejemplos de esta clase de tierra son: pendientes muy inclinadas severamente erosionadas y tierras desnudas en algunas regiones de la Cadena de Montañas de los Andes, afloramientos de rocas, playas arenosas y áreas marginales de la costa bajopantanos y ciénagas".

3.2

El Agua

Por ser el agua un recurso indispensable para toda actividad, física, química y biológica; que se intente efectuar dentro de la cuenca, se ha considerado como uno de los factores más importantes para el desarrollo económico de la misma. Dentro de la cuenca se puede observar grandes cantidades de tierra sin ser utilizada durante la época seca del año, en ninguna actividad agrícola, industrial o urbana; debido a que no se cuenta con las cantidades de agua necesarias o en algunos con ninguna cantidad de agua.

Por lo que en este estudio es interesante conocer los parámetros que presenta el agua; como lo son:

1. La precipitación
2. La evapotranspiración
3. Reservas susceptibles de escurrir
4. Escurrimiento superficial
5. La posible variación de las reservas subterráneas

El estudio de estos parámetros se ha efectuado a través de una red de estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas, instaladas y operadas por diferentes dependencias del estado y particulares (Observatorio Nacional, Instituto Geográfico Nacional, Instituto Nacional de Electrificación y la Municipalidad de Guatemala).

A continuación podemos ver un resumen de los parámetros anteriormente mencionados, cuyos valores corresponden a los períodos más completos y homogéneos, tal como el período de la década 1960-1969.

BALANCE HIDROLOGICO PRELIMINAR AÑO PROMEDIO, (DECADA 1960 - 1969)*

Cuenca del río Villalobos **	Area (Km. ²)	Precipitación		Evapotrans- piración		Reservas suscep- tibles de Escarrip		Escarripimiento Superficial		Variación de Las Reservas Subterráneas
		Media Anual Volumen H.de Agua	mm	Media Anual Volumen H.de Agua	mm	Volumen H.de Agua	mm	H.de Agua	Volumen	
Suocuenca I - S	115.118	128.36	1115	105.45	916	22.91	199	0.796	0.218 25.103	-2.19
II - S	69.608	87.92	1263	67.37	896	25.55	367	0.542	0.246 17.093	+121
III - S	135.001	170.24	1261	125.69	931	44.55	261	1.100	0.257 34.695	+73
Cuenca total	319.727	386.52	1208	293.51	918	93.01	290	2.438	0.240 76.891	49

* 6/

** Ver Mapa No. 3.

3.3 El Clima

3.3.1 Determinación de las Zonas Climáticas de la Cuenca

Para la determinación del clima de la cuenca se usó el Método de Zonificación Ecológica de Leslie Holdridge. De acuerdo a sus delimitaciones termométricas, de altitud y pluviométricas, se establecen dos zonas climáticas diferentes dentro de la misma cuenca:

1. Zona Subtropical Húmeda

- a. Con límites de temperatura promedio anual entre 18 - 24°C lluvias entre 1000 y 2000 mm/año y elevaciones entre los 700 y los 1500 MSNM;
- b. Con un uso apropiado en cultivos y ganadería intensivos, sobre terrenos de suave a moderada pendiente y producción forestal sobre terrenos de fuerte pendiente. Esta zona a barca un 65 % del área de la cuenca y esta situada en la parte baja central de la cuenca.

2. Zona Montano Bajo Húmeda

- a. Los límites de temperatura promedio anual van de los 12°-18° C., lluvia entre los 1000 - 2000 mm/año, y elevaciones entre los 1500 y los 2500 MSNM;
- b. Con un uso apropiado en cultivos y ganadería intensivos, sobre terrenos de suave a moderada pendiente. Producción forestal sobre terrenos de pendiente moderada;
- c. Ejemplos de renglones específicos de producción: tubercúlos, cereales de grano menudo, maíz, hortalizas, flores, frutas de clima templado, pinos, café, vacunos de leche, cerdos, etc.

La zona montano bajo húmeda se localiza en las dos partes altas de la cuenca; la parte oriental y la occidental ocupando ambas aproximadamente un 35 % del área de la cuenca. (Ver mapa No. 4).

Para dicha clasificación se tomó como base los mapas de Isoyetas, Isotermas e Hipsométrico. (Ver mapas Nos. 1, 2 y 3).

En base a la clasificación anterior y a las necesidades de las plantas, tanto de clima como de suelo, se hizo una distribución a decuada de los cultivos. (Ver párrafo 5.1.3).

3.3.2 Consideraciones sobre Precipitación y Temperatura

Con la temperatura, se observa una variación en forma decrecien -

MAPA N° 1

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
GUATEMALA. C.A.

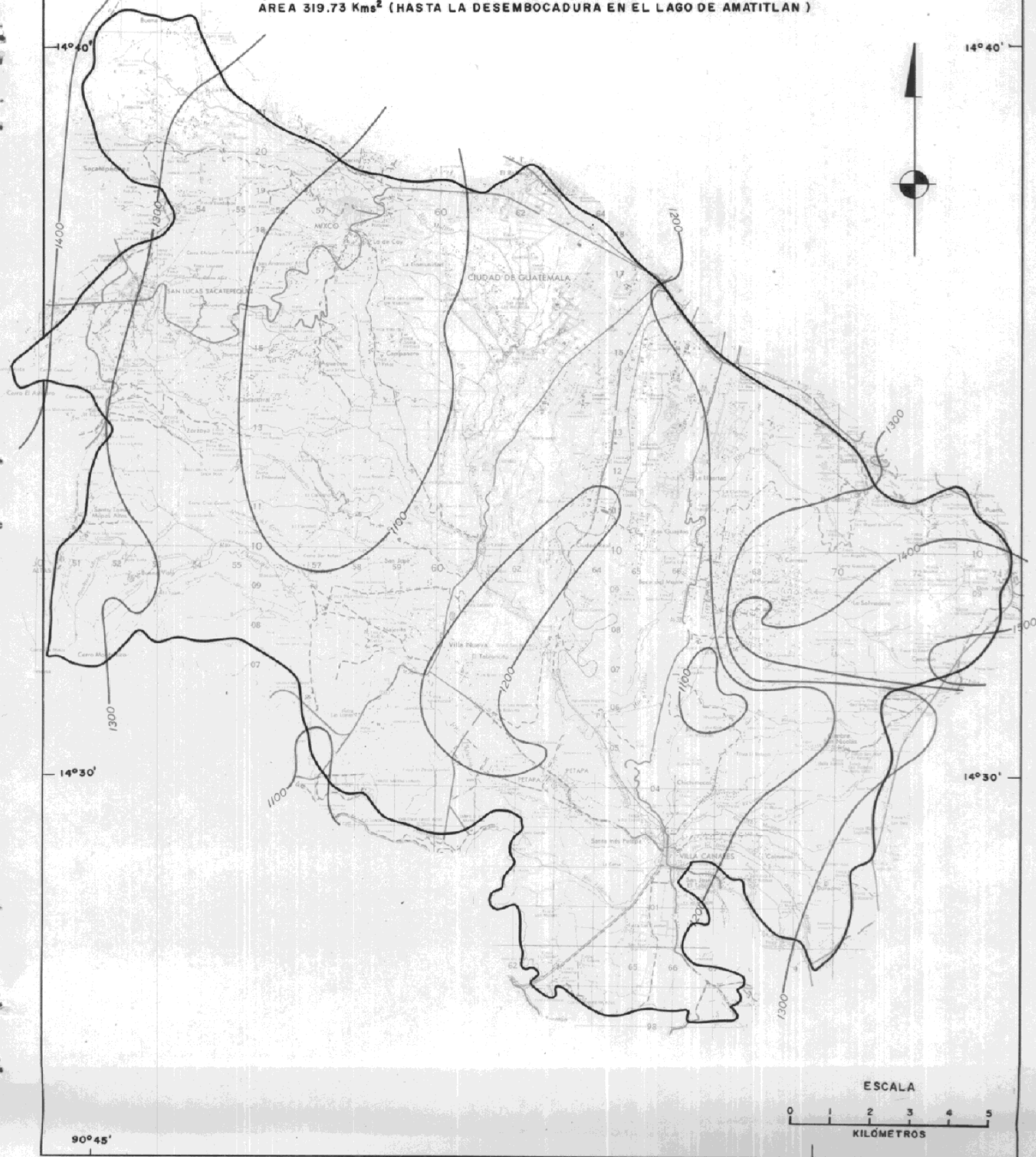
ISOYETAS

Precipitación (mm/año)

PROMEDIO ANUAL PARA LA DECADA 1960-69

CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS

ÁREA 319.73 Kms² (HASTA LA DESEMBOCADURA EN EL LAGO DE AMATITLÁN)

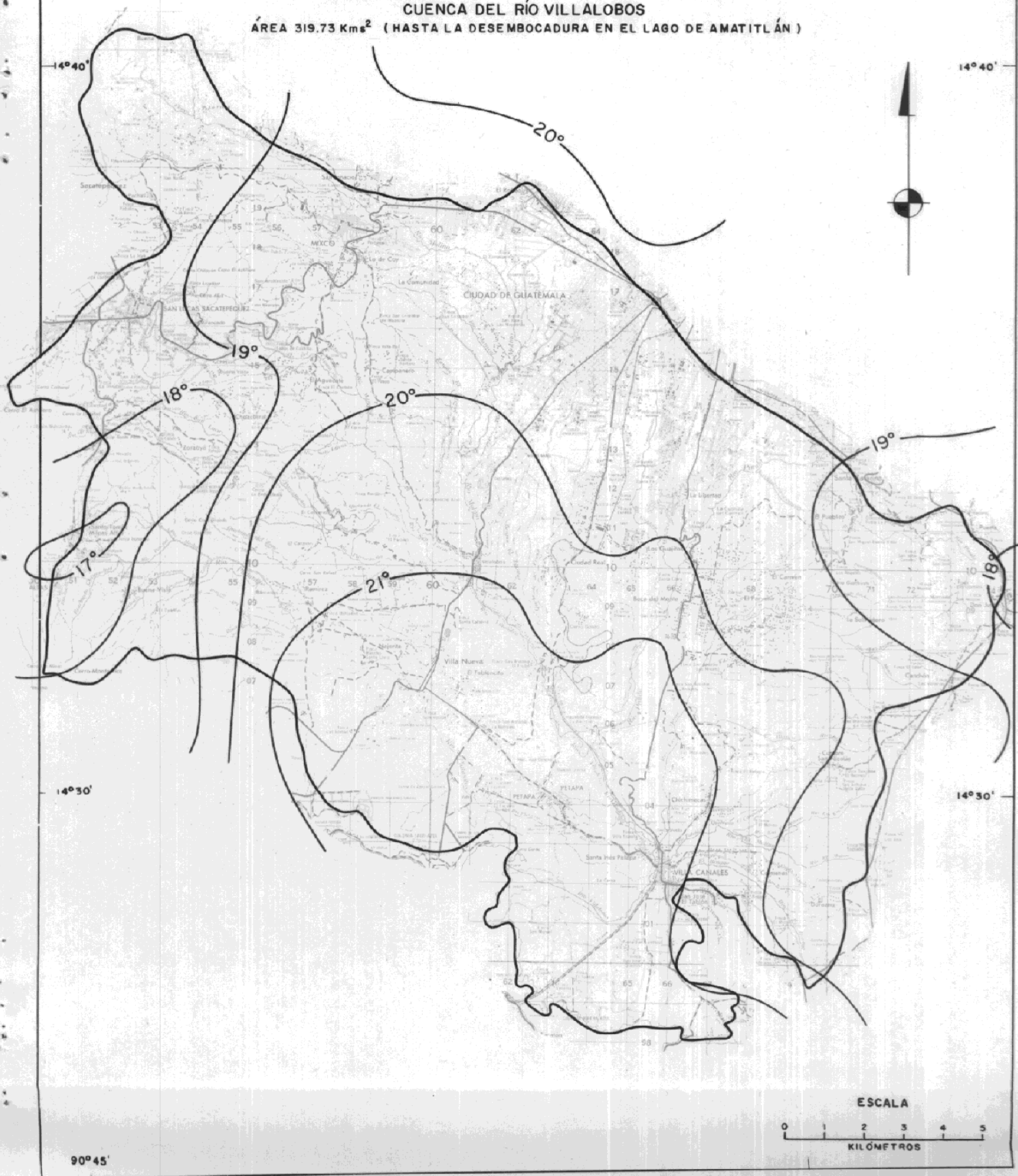


INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
GUATEMALA. C.A.

ISOTERMAS
(Temperatura °C)

PROMEDIO ANUAL PARA LA DÉCADA 1960-69

CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS
ÁREA 319.73 Km² (HASTA LA DESEMBOCADURA EN EL LAGO DE AMATITLÁN)



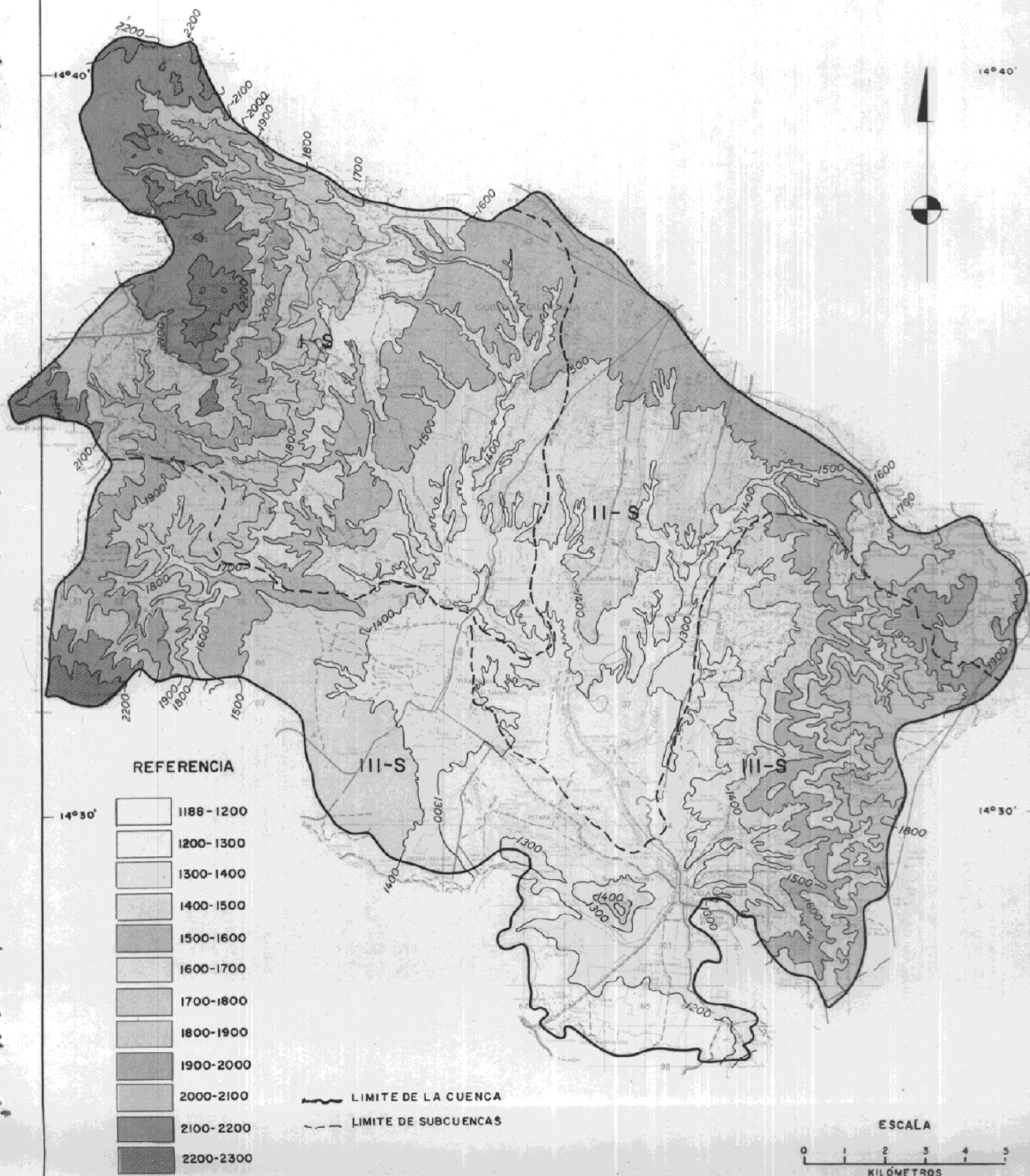
MAPA N° 3

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
GUATEMALA. C.A.

MAPA HIPSOMÉTRICO

CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS

ÁREA 319.73 Km² (HASTA LA DESEMBOLCADERA EN EL LAGO DE AMATITLÁN)

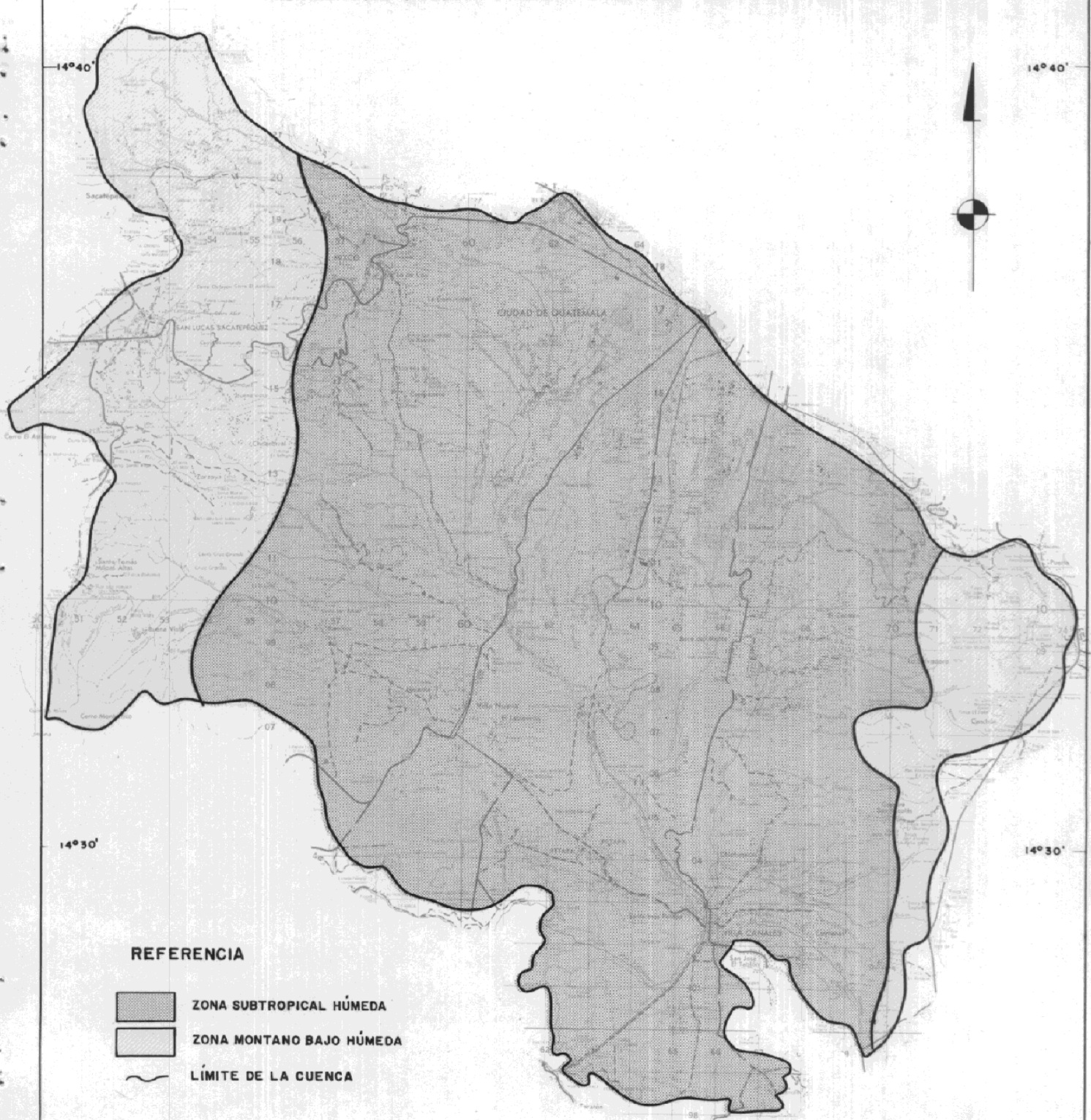


MAPA N° 4

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
GUATEMALA. C.A.

ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Según Método de Leslie Holdridge

CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS
ÁREA 319.75 Kms² (HASTA LA DESEMBOCADURA EN EL LAGO DE AMATITLÁN)



ESCALA

0 1 2 3 4 5
KILÓMETROS

te, conforme la altura del terreno aumenta, presentándose los valores más altos de temperatura media anual (21° C.) en las partes más bajas de la cuenca de (1100 - 1300 MSNM) y por otro lado valores más bajos (18° C.) a mayores elevaciones (alrededor de 2200 MSNM). (Ver gráficas Nos. 3, 4 y 5).

De acuerdo con la gráfica No. 6, en la que aparece la variación de la temperatura máxima, mínima y media mensual, para la década 1960 - 1969 de la estación Observatorio Nacional, (6.1.0 P. Podemos constatar: que los valores más bajos se presentan durante los meses de diciembre, enero y febrero, estando comprendida entre 16° y 17° C., y los valores más altos durante los meses de abril, mayo y junio, estando comprendida entre los 20° y 21° C. Para los meses restantes se mantiene una temperatura promedio mensual de 20° C.

La temperatura media mensual ha sido obtenida del promedio de las temperaturas máximas y mínimas mensuales. (Debido a escasez de dicha información fue que se siguió dicho procedimiento).

También se puede observar que en los meses de verano, la variación de la temperatura durante el día es de 11.5° a 12.5° C., la cual es mayor que la de invierno que es de 8° a 9° C., lo que influye en las funciones fisiológicas de las plantas.

3.3.3 Consideraciones Generales de las Necesidades Agrícolas de Agua

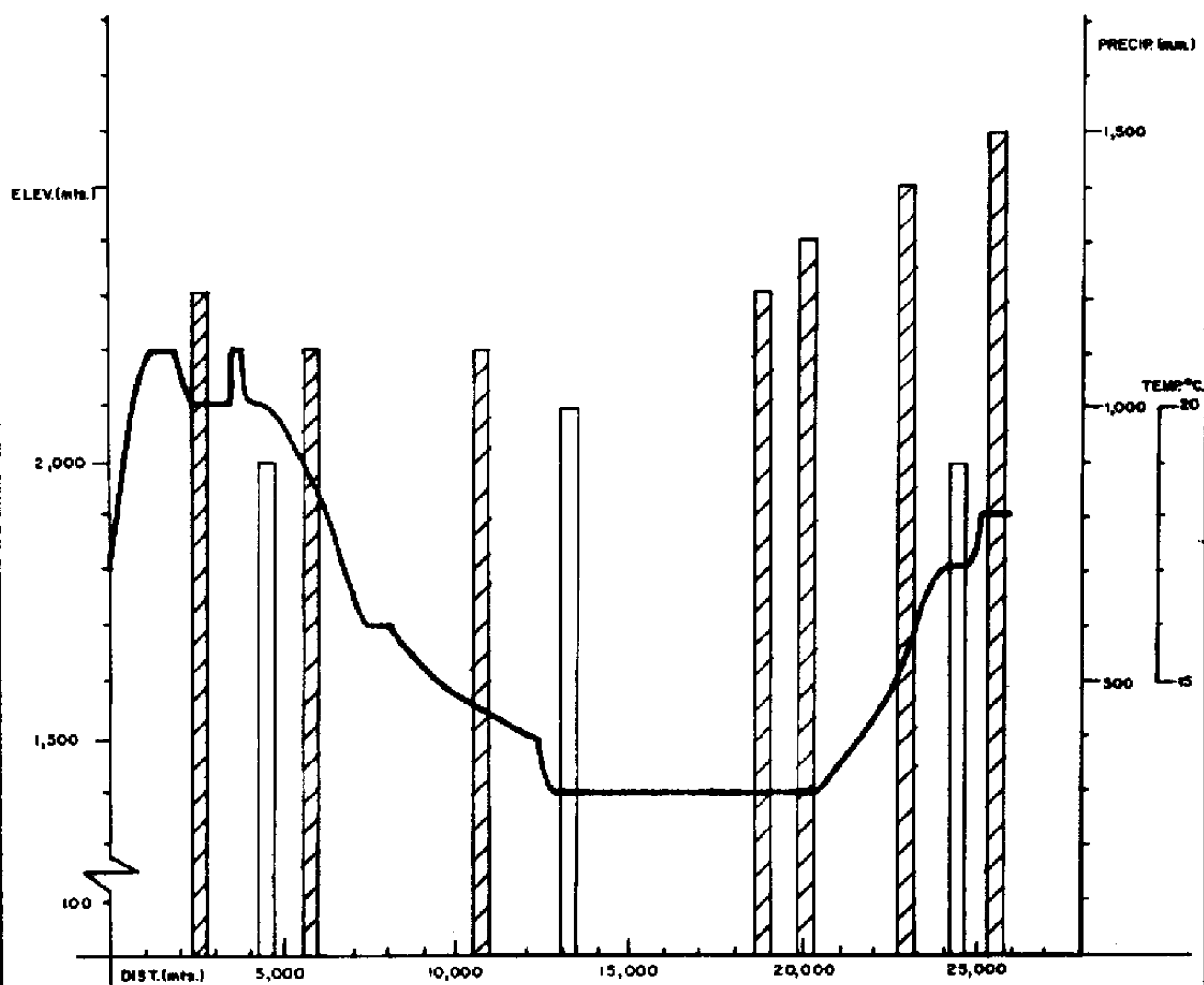
Para estimar los requerimientos de agua de un área cultivada, se requiere contar con datos e información básica, que cubra un período de registro lo más largo posible, especialmente meteorológica, hidrológica y la relacionada con el recurso suelo.

Dado que el punto de partida es la relación agua-suelo-planta, o sea el ambiente ecológico en el cual vegetarán y se producirán los cultivos, y que dicho ambiente ya existe en la naturaleza, es necesario ejecutar previamente los estudios que el caso amerite, a efecto de contar con la información anticipadamente. El estudio indicará el procedimiento a seguir para un mejor acoplamiento de la relación agua-planta, ya que son los factores que se pueden manejar de acuerdo a las demás condiciones ambientales.

En la cuenca la distribución de los cultivos esta basada únicamente por los factores siguientes: temperatura, elevación y características físicas del suelo, por ser estos factores imposibles de cambiar. Los factores como: la precipitación (disponibilidad de agua) y los niveles químicos del suelo pueden ser su plidos parcial o totalmente por el hombre.

GRAFICA - 3

BARRAS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA
SEGUN EL PERFIL TOPOGRAFICO "A-A"



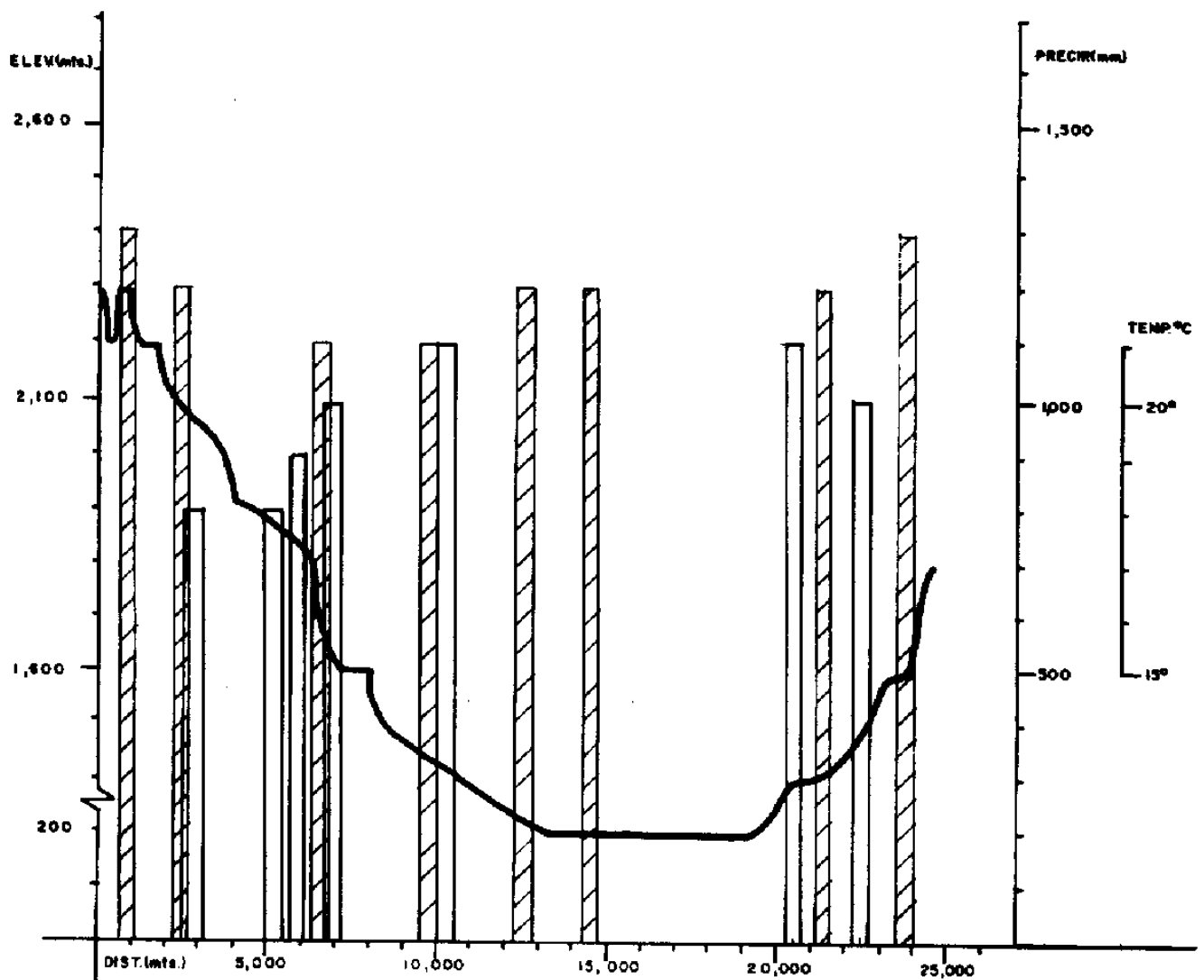
REFERENCIAS



PERFIL TOPOGRÁFICO
PRECIPITACIÓN mm/año
TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C

GRAFICA-4

BARRAS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURA SEGUN EL PERFIL TOPOGRAFICO "B-B"



REFERENCIAS

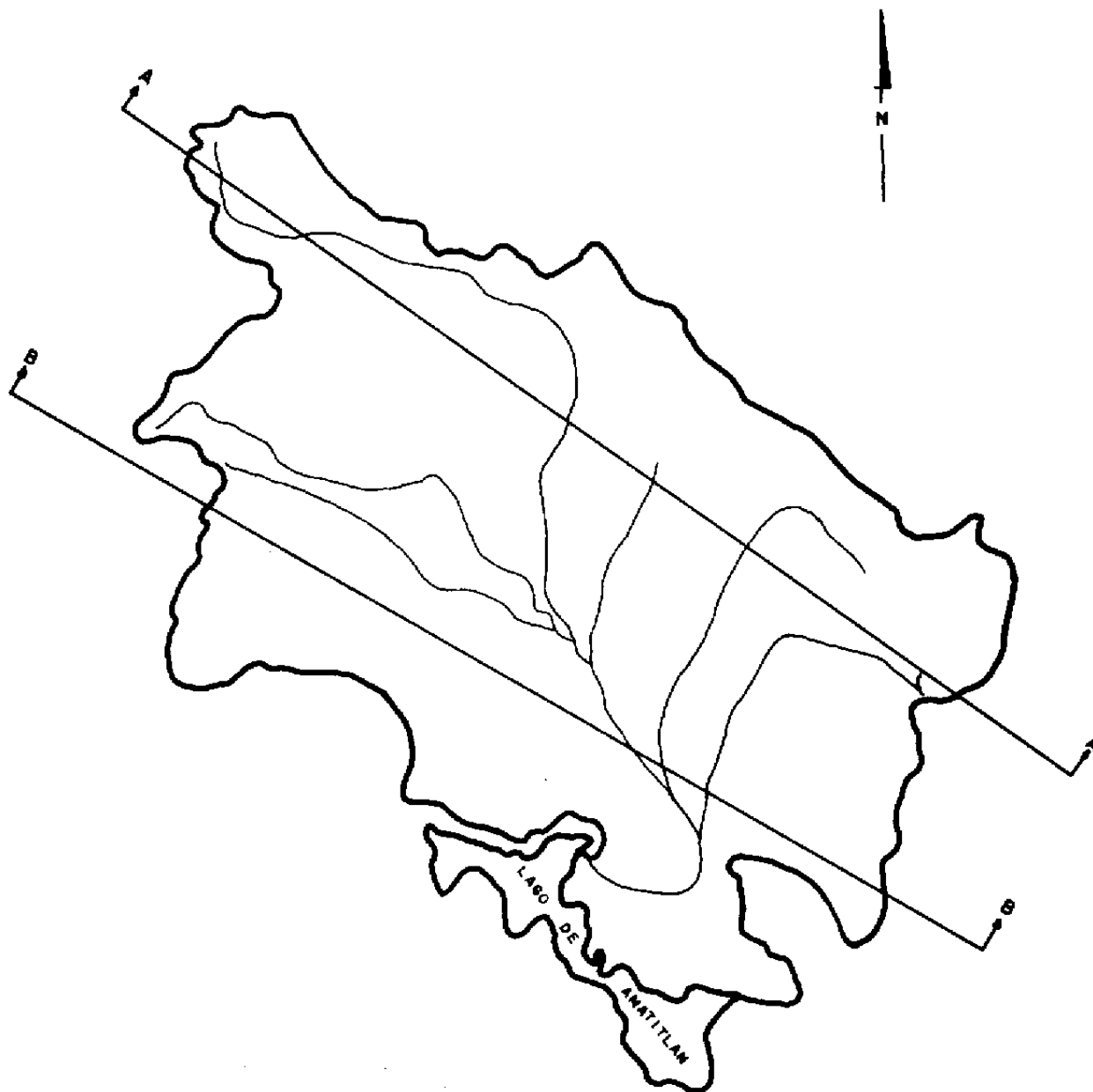
-  PERFIL TOPOGRÁFICO
-  PRECIPITACIÓN mm/año
-  TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C

GRAFICA-5

CUENCA DEL RIO VILLALOBOS

MAPA DE LOCALIZACION DE LOS PERFILES "A-A" Y "B-B"

DE LAS GRAFICAS N^o. 3 Y 4



0 1 2 3 4 Km.

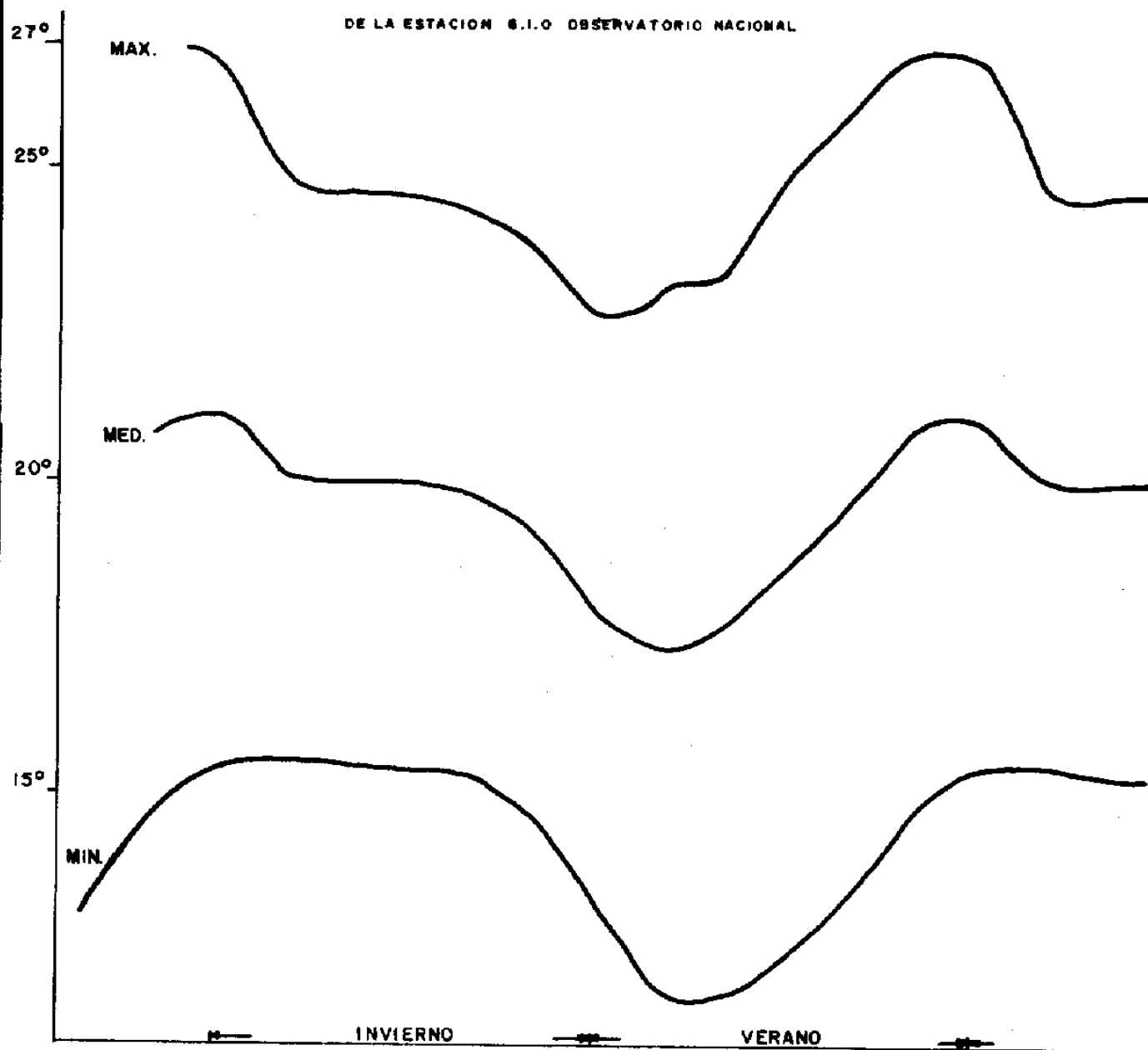
LIMITE DE CUENCA

RIOS

GRAFICA-6

"HISTOGRAMAS DE TEMPERATURAS, MAXIMA, MEDIA
Y MINIMA" PROMEDIO DE LA DECADA 1960-1969.

DE LA ESTACION S.I.O. OBSERVATORIO NACIONAL



MESES

PARAMETROS	MAY.	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA	26.8	24.7	24.6	24.6	24.2	23.7	22.6	23.0	23.3	24.9	25.9	26.9	26.8	24.7	24.6
TEMPERATURA MEDIA	21.2	20.1	20.0	20.0	19.8	19.0	17.9	17.9	17.6	18.6	19.8	20.8	21.1	20.1	19.3
TEMPERATURA MINIMA	15.4	15.5	15.4	15.3	15.3	14.7	13.2	11.8	11.8	12.4	13.3	14.7	15.4	15.5	14.1

3.3.3.1 Los Factores Climáticos en el Uso del Agua

Comprende la influencia del clima y del poder evaporante de la atmósfera sobre la velocidad de evapotranspiración.

Para analizar las influencias del clima se requiere información de los elementos que lo integran y en particular: evaporación, radiación solar, heliofania, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, precipitación, etc.

- La Evaporación

Es el proceso mediante el cual se produce el cambio de estado del agua de líquido a vapor. En la Naturaleza cabe distinguir tres fenómenos:

- Evaporación a partir de superficies libres de agua
- Evaporación a partir del suelo (sin vegetación)
- Evaporación de superficies de terrenos cubiertos con vegetación

En el tercer caso dicho proceso tiene una denominación especial, y es conocido como Evapotranspiración.

La evaporación de una superficie de terreno cubierta con vegetación (evapotranspiración) requiere: energía para cambiar el estado físico del agua, de líquido a vapor, disponibilidad del agua en el suelo y un mecanismo de transmisión desde el suelo a la atmósfera.

La radiación solar y el mecanismo fisiológico de las plantas proveen la energía. La precipitación o el riego artificial; la periódica reposición del agua, llevada a cabo en diferentes partes del sistema suelo-planta-agua. Y las plantas constituyen el mecanismo que hace posible la circulación del agua hacia la atmósfera.

En el caso de una vegetación de escasa altura, en activo crecimiento, que cubra íntegramente el terreno y sin restricciones de humedad, la evaporación o mejor dicho la evapotranspiración depende fundamentalmente de las condiciones climáticas existentes, dadas por las características físicas de la atmósfera vecina del suelo.

- Factores Meteorológicos que Influyen en la Evaporación y Evapotranspiración

Entre los factores físicos que influyen de una manera efectiva en la evaporación se pueden enumerar:

a- Radiación Solar

- b- Temperatura
- c- Velocidad del Viento
- d- Humedad Relativa

a- Radiación Solar

Es la energía incidente de los rayos de Sol que atraviesan el aire en el límite superior de la atmósfera. Se mide en calorías por centímetro cuadrado y por día. La cantidad recibida depende principalmente del ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie considerada, del estado atmosférico (nubosidad) y de la estación.

Su influencia en la evaporación dependerá del mayor grado de calor absorbido por la superficie de la Tierra, que influye directamente sobre la masa de agua evaporante.

Se ha observado que mientras en el Ecuador la intensidad de la insolación es casi constante en todo el año, en las latitudes altas es mucho más fuerte en verano que en el invierno. 24/

b- Temperatura

La temperatura determina la tensión de vapor saturante el cual crece con la temperatura. La tasa de evaporación es para un mismo déficit higrométrico del aire, una función creciente de la temperatura del agua, o de la superficie de un lugar dado. Depende de la latitud y longitud, y en cierta medida de otros factores meteorológicos como la insolación y la sequedad del aire, sin embargo, se ha encontrado una relación bien definida entre la temperatura media mensual y la evaporación correspondiente.

c- Velocidad del Viento

El viento asegura el reemplazo del aire, más o menos saturado, en contacto con la superficie evaporante. Las nuevas capas de aire que tienen entonces una temperatura y humedad generalmente más bajas favorecen la evaporación, y cuanto mayor es su velocidad y turbulencia se tiene una mayor evaporación.

d- Humedad Relativa

La humedad relativa del aire, conocida como "Déficit Higrométrico", tiene marcada influencia en la evaporación de una región. En la práctica, la humedad relativa es medida por el Psicrómetro. Se acostumbra

a dar la humedad relativa en % con relación a la temperatura del aire ambiente y la temperatura de un bulbo húmedo.

La Evapotranspiración puede medirse por procedimientos Directos e Indirectos

Métodos Directos

- a- Método lisimétrico
- b- Método de luteración
- c- Método gravimétrico en parcelas experimentales
- d- Métodos de entradas y consumo de agua
- e- Métodos micrometeorológicos
 - Método aereodinámico
 - Método del balance de energía
 - Métodos combinados (Método de McIroy)

Métodos Indirectos

- a- Método de Panman
- b- Método de Thornthwaite
- c- Método de Blaney - Marin
- d- Método de Blaney - Criddle
 - Método de Grass - Christiansen
 - Método Racional
- e- Método de Lowrey - Johnson
- f- Método Makkink
- g- Método de Turc
- h- Método de Hargreaves

3.3.3.2 Análisis de las Fórmulas de Evapotranspiración

Debido a la variedad de los factores que intervienen en la evapotranspiración, es necesario comprobar la aplicabilidad de las fórmulas existentes para su evaluación, lo cual generalmente se hace en condiciones de máxima evapotranspiración. Para ello se han empleado lisímetros con una completa cobertura vegetal, y sin limitaciones de humedad en el suelo.

Además, para establecer la validez de un proceso estimativo, debe tenerse en cuenta el lapso para el cual se estima: Algunos métodos han sido desarrollados para valores mensuales, otros para períodos reducidos de una a dos semanas y, finalmente, algunos pueden pronosticar valores diarios con aceptable precisión.

Desde el punto de vista agrícola, son interesantes las

estimaciones de evapotranspiración y los requerimientos de agua de los cultivos, para períodos de una semana a un mes. Con tal criterio se discutieron las siguientes fórmulas y procedimientos más conocidos en la literatura: Thornthwaite, Penman, Blaney - Criddle, evaporación del tanque, Hargreaves, etc. Dichos procedimientos han sido comprobados en lisímetros por Pruitt (1960, 1962, 1964) por Stephens y Stewart (1963) y por Eagleson (1967).

La fórmula de Penman es el resultado de un racional planteo físico, pero se basa en varios factores meteorológicos que no se observan sino en las estaciones meteorológicas de primera categoría. Estudios de comprobación realizados por Tanner y Pelton (1960) y por Aziz (1961) con datos diarios de evapotranspiración, mostraron errores al aplicar la fórmula en condiciones de aridez y semiaridez, dado que no se tomó en cuenta el efecto de energía advectiva al ser desarrollada la fórmula para estimar Etp. Además se requirieron coeficientes variables para cada cultivo a fin de obtener Et.

Etp = Evapotranspiración (Potencial)

Et = Evapotranspiración (Real)

Los resultados con la fórmula de Thornthwaite son buenos en condiciones de aridez y semiaridez, ya que ha sido desarrollado con datos del área húmeda de los Estados Unidos.

La fórmula de Blaney - Criddle ha arrojado valores superiores, en condiciones de bajas exigencias evapotranspiratorias (5 mm/día) y valores inferiores con altas exigencias (más de 5 mm/día). La gran variación de Etp / F (Etp = Evaporación de una superficie libre de agua) (F = Suma de los factores mensuales de uso consuntivo) a lo largo del ciclo, muestra la necesidad de un coeficiente corrector, aún en las condiciones de uniformidad mantenidas en el lisímetro.

El Método de Blaney - Criddle, aún cuando emplea los mismos datos que el de Thornthwaite, presenta la ventaja de haber sido desarrollado en base a datos obtenidos en experiencias de riego, en condiciones de aridez y semiaridez. Además, incluye un coeficiente K como factor individual de cada cultivo. Dado que dicho coeficiente varía a lo largo del período de crecimiento, la correcta elección de K , para estimaciones mensuales, depende de la experiencia local o del criterio de quien emplea el procedimiento.

La evaporación del tanque es un proceso similar a la eva

potranspiración (ya que integra la mayor parte de los factores que intervienen en el mismo) parece ser, hasta el presente, el procedimiento más confiable. Lamentablemente se trata de un dato escaso, ya que se registra solamente en las estaciones meteorológicas completas. Además, los procedimientos que permiten estimar la evaporación del tanque se basan a su vez en un número grande de factores meteorológicos. Algunos de estos, tales como: tensión de vapor y velocidad del viento también son escasos. Los procedimientos propuestos por Hansen (1963), Anderson (1963) y Grassi - Christensen (1964), permiten obtener la evapotranspiración actual, Et. en base a Ev.

Teniendo en cuenta que las fórmulas que se discuten han sido desarrolladas en países de latitudes medias, y de clima templado, estas incluyen parámetros climáticos que cambian sustancialmente a lo largo del año y aún durante la estación de crecimiento. Tal caso ocurre con la radiación solar, la temperatura del aire y la duración del día. Por lo tanto, estas fórmulas están estructuradas para detectar diferencias en la velocidad de evapotranspiración, mediante diferencias notables en el valor de dichos parámetros.

En las regiones tropicales, las variaciones de la temperatura media a lo largo del año son mínimas, así como las diferencias en los valores tabulados de la radiación solar teórica y la duración del día. Sin embargo, la velocidad de evapotranspiración y de evaporación de una superficie libre de agua varía sustancialmente de acuerdo al régimen de lluvias, ya que, un importante efecto de advención se produce en "Verano", (invierno astronómico), durante el período de sequía. 24/

Según análisis de la evapotranspiración y uso consuntivo hecho en Guatemala se ha llegado a determinar: 17/

1. Que la fórmula de Hargreaves, es la más apropiada para el área de Guatemala, pues considera parámetros tales como la radiación extraterrestre, la temperatura media mensual, la humedad relativa, la velocidad del viento a seis metros de altura y la elevación media del lugar con relación al nivel del mar. El problema principal para aplicar esta fórmula en nuestro medio, es la falta de la información meteorológica requerida para su utilización.
2. La fórmula de Thornthwaite, involucra valores de índices de temperatura media mensual solamente, pero para el caso de Guatemala, da valores muy reales comparados con la ecuación deducida de la variación de la evapotranspiración con la altura.

3. La fórmula de Blaney - Griddle se critica mucho, pues sólo se toma en cuenta la temperatura media mensual y el porcentaje de horas sol, y esto último, en el trópico no es muy representativo del grado de evapotranspiración potencial. Para Guatemala da un valor promedio más alto que la de Hargreaves y la de Thornthwaite.
4. La fórmula de Turc se recomienda únicamente para obtener una medida del déficit de agua anual, ya que sólo se basa en la relación de la precipitación media anual y la temperatura media anual. Es, desde luego, la que da valores más bajos y menos realísticos.
5. El uso consuntivo de las plantas es una función básica de las pérdidas por evapotranspiración, de el tipo de cultivo, y de la clase de suelos sobre el cual se trabaja.
6. El consumo de agua para riego es una función directa del índice de humedad del suelo, del tiempo en que se requiera regar, y de el período de crecimiento de las plantas. El criterio de aplicación de riego debe ser analizado por el agrónomo, y estar sujeto desde luego, al factor clima-suelo. Los fracasos que se han visto en los distritos de riego proyectados hasta ahora, se deben al abuso de las aguas para riego. Las técnicas actualmente empleadas no sólo dañan el suelo, sino que incrementan el problema de erosión, el cual tanto más grave cuanto mayor es el material de la capa arable que se arrastra.
7. Por último, si se dispusiera de una buena información de medidas de evaporación directa en el terreno; con evaporímetros de tanque tipo A, podría estimarse el valor de la evapotranspiración potencial, usando la información de la evaporación media en el tanque afectada de un factor 0.7. En general se ha observado que los valores así calculados dan resultados relativamente satisfactorios.

3.3.3.3 Estimaciones de la Evapotranspiración

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial, se emplearán datos del Observatorio Nacional. Ver cuadro # 3 (se usarán valores medios de la estación 6.1.0 P por ser más representativa y completa).

a) Según la fórmula de Hargreaves

$$ETP = 0.35 RMM \quad CT \times CH \times CW \times CE$$

RMM = Radiación extraterrestre mensual expresada como evaporación equivalente, dividida por la radiación ($\text{cal}/\text{cm}^2/\text{día}$), por el calor de vaporización a la temperatura media mensual.

CT = $0.40 \pm 0.024 \text{ TM}$

CH = $0.05 \pm 1.42 (1-HM)$ Humedad Relativa Media Mensual

CW = $0.80 \pm 0.028 W_6$ (W_6 = viento en Km (hora con el instrumento a 6.00 mts. de altura)

CE = $1.00 \pm 0.00004 E_1$ (E_1 , elevación media en metros sobre el nivel del mar)

TM = Temperatura Media

- b) Cálculo de la evapotranspiración real por la fórmula de Turc, (ecuación muy usada para calcular la evapotranspiración, cuando no existen datos).

EVT = P

$$0.9 \pm \frac{P^2}{L^2}$$

EVT = Evapotranspiración Real en mm

P = Precipitación Media Anual

L = $300 \pm 25 T \pm 0.05 T^3$

T = Temperatura Media Anual en $^{\circ}\text{C}$

EVT = mm/año

- c) Cálculo de la Evapotranspiración Potencial Según Thornthwaite

$$E = 1.6 \frac{(10 t)}{I}$$

en donde:

E = Evapotranspiración mensual en cms.

$$= 675 \times 10^{-9} I^3 - 77k \times 10^{-7} I^2 \pm 1792 \times I$$

I = Índice de eficiencia de temperatura a

que es igual a la suma de los valores mensuales del índice de calor i ,

$$i = (T/5)^{1.514}$$

T = Temperatura Media Mensual

CUADRO No. 3
VALORES DE EVAPOTRANSPIRACION, CALCULADOS POR
DIFERENTES FORMULAS

Fórmulas	Thornthwaite	Turc	Hargreaves	Blaney - Criddle
Evapot. mm/año	803.0	828.0	1679.0	1691.0

6/

En base a la precipitación promedio mensual y la evapotranspiración potencial, obtenida por la fórmula de Thornthwaite se estimarán los valores medios de: evapotranspiración real, variación de las reservas de agua en el suelo, (tomándose un valor promedio de las reservas de agua útil en el suelo, basados en las características físicas del suelo) el excedente de agua no usado y el déficit agrícola.

Siguiendo un procedimiento similar se puede llegar a determinar el déficit agrícola en las diferentes partes de la cuenca, como lo son: el altiplano occidental, altiplano central, altiplano oriental y el valle aluvial de la cuenca. (La información que se tomó para cada una de estas zonas, fue de las estaciones meteorológicas representativas de cada una de ellas y que se consideró que tenían información consistente). Ver cuadro No. 4.

CUADRO No. 3 a.

RESUMEN DEL BALANCE HIDROLOGICO ANUAL DE LA DECADA
1960 - 1969 PARA CUATRO ZONAS DIFERENTES DE LA CUENCA*

Zona	Estación	Evapot. Real	Excedente de mm/año	Agua no Usado Epoca/meses	Déficit Agríco. mm/año E/meses
Altiplano Occ.	16.14.2	627.3	610.7	junio - octubre	110.2 enero mayo
Altiplano Ori.	6.9.3	709.7	1066.7	mayo - noviembre	88.0 feb. mayo
Altiplano Cen.	6.1.0	677.6	510.6	junio - octubre	200.0 enero mayo
Valles aluvia.	6.2.3	649.4	271.3	junio - octubre	309.6 dic. mayo
(Río Michatoya)					

6/

3.3.3.4 Determinaciones de Déficit o Sequías

La sequía es un fenómeno difícil de prever y que se presenta en diferentes partes del mundo, por lo que los países afectados, a menudo, no están preparados para esa eventualidad. Por el otro lado, es difícil establecer un criterio universal de sequía, debido a que las condiciones que influyen varían de acuerdo con el lugar, dependiendo de la cantidad y variabilidad de la lluvia.

Se ha definido sequía como "una carencia de lluvia tan grande y prolongada, que afecta perjudicialmente la vida de las plantas y animales de un lugar, así como los abastecimientos de agua para usos domésticos e hidroeléctricos, especialmente en aquellas regiones donde la lluvia es normalmente suficiente para tales propósitos". Esta definición es satisfactoria, si se toma en cuenta que la carencia de lluvia en ciertas épocas y regiones no necesariamente indica una sequía, ya que, normalmente, se ha venido sucediendo durante largo tiempo atrás según estadísticas, y también, que en dichas regiones el agua superficial y subterránea, puede proceder de la lluvia caída en lugares distantes. 22/

Para el presente estudio es de mucho interés establecer los períodos secos dentro de la época de lluvia, puesto

que sobre la época seca se tiene un conocimiento bastante aproximado de cuando se sucede.

Estos períodos de sequedad estarán definidos por las necesidades agrícolas: de los cultivos más necesitados. Como ejemplo se puede citar los cultivos que tienen problemas cuando hay períodos sin lluvia de 5 - 8 días seguidos.

Se comprende que además de la falta de lluvia existen factores ambientales que contribuyen a las condiciones de sequía y que teóricamente, para investigarla, se tendría que hacer un balance diario entre la cantidad disponible de agua en el suelo y la necesidad de agua de una cosecha o vegetación natural. Esto requiere información adicional sobre factores tales como intensidad de lluvia, capacidad de infiltración, características de la humedad del suelo y evapotranspiración, de lo cual se tiene poco conocimiento en la actualidad.

Las sequías representan los fenómenos de mayor significación entre las adversidades meteorológicas que constantemente amenazan a los sectores de explotación agropecuaria, debido a su magnitud y extensión abarcada. Es a la Agricultura a la que más daño causan las sequías, porque todas las plantas necesitan de cierta cantidad de agua para desarrollarse, y cuando esta no es suficiente por falta de lluvia, las cosechas se pierden sino se tiene previsto un sistema de riego para el control de la humedad en el suelo.

Según referencia No. 22 el sistema usado para la determinación de sequías se basó en establecer precipitaciones promedio para cada mes, para luego comparar uno a uno todos los meses, estableciendo como meses secos aquellos que tenían un valor de precipitación más bajo que el promedio del mes, y como mes húmedo, aquel que tenía un valor de precipitación mayor al promedio de dicho mes. Es decir, que lo que se obtuvo fue un conocimiento relativo sobre los meses que habían sido secos de acuerdo a su régimen promedio y con lo cual no puede generalizarse ni predecirse nada.

Para nuestra utilidad se puede establecer más o menos un promedio seco dentro de la misma época lluviosa, que tiene una explicación lógica de origen natural y se puede predecir dentro de ciertos límites de variación tanto en duración como en ubicación. Su duración es de 8 a 15 días y puede iniciarse el 10 de julio y terminar a mediados del mes de agosto, se presentan otras épocas de sequía; de carácter esporádico, cortas, al azar y se producen de acuerdo a condiciones locales.

El costo para efectuar el riego de invierno, además de la amortización fijada de el capital invertido en las instalaciones iniciales; para la distribución del agua (a mortización distribuida a un plazo determinado), es únicamente el del manejo del agua; pues se contarán con las obras de: captaciones y las instalaciones necesarias para la distribución del agua; (previstas para la época seca del año) por lo que no hay ninguna estimación extra en el planeamiento de los proyectos de riego, lo único sería el cálculo de cantidades de agua promedio que se necesitarían para efectuar uno o dos riegos, aunque si hay obras de derivación, no había ningún problema pues en esa época habría suficiente caudal en la fuente, excepto si fueran riegos a base de pozos, puesto que habría que considerar el costo extra de bombeo.

3.3.4 Estimación de las Necesidades Agrícolas de Agua

Se efectua un cálculo de la evapotranspiración y uso consuntivo por la fórmula de Blaney - Criddle.

3.3.4.1 Cálculo de la Evapotranspiración o Uso Consuntivo, Según la Fórmula de Blaney - Criddle

a) Evapotranspiración

$$F = (8.10 + 0.46 T) P$$

en donde

F = Evapotranspiración potencial en milímetros

T = La temperatura media mensual en °C

P = % mensual real de horas sol, con respecto al año

b) Uso Consuntivo

El consumo real de agua por los cultivos depende no sólo de los factores climatológicos que gobiernan la evapotranspiración potencial, sino también del tipo de cultivo regado y de las características del suelo.

Según Blaney - Criddle el uso consuntivo esta dado por la fórmula:

$$U = K. EV \text{ donde}$$

U = Uso consuntivo mensual del cultivo en mm

EV = Evapotranspiración potencial mensual en mm

$$= (8.10 + 0.46 T) P$$

K = Coeficiente mensual de consumo

T = Temperatura media mensual en °C

P = Horas de luz solar mensual en % referidas a todo el año

El valor de K, es una función propia del cultivo y depende de la época de cultivo y duración de la vegetación. (Ver cuadro No. 10). Según investigaciones este coeficiente posee dos componentes:

$$K = K_T K_c$$

K_T = Coeficiente climático relacionado con la temperatura media del aire

K_c = Coeficiente que refleja el grado de crecimiento de la planta

Según el análisis de todas las fórmulas anteriores que tratan sobre la evapotranspiración, o el uso del agua por las plantas para su desarrollo y mantenimiento, se considera que la cuantificación de dicho fenómeno es más aproximado a la realidad usando el método desarrollado por Blaney - Criddle en su fórmula del uso consuntivo. Esta considera los factores más importantes que intervienen en el mismo, como son suelo-planta-energía.

Para el cálculo del uso consuntivo de los cultivos más comunes se usaron los datos promedio de la década de 1960 - 1969 de la estación Observatorio Nacional 6.1.0 P, por ser la única estación que cuenta con la información necesaria. (Ver cuadros Nos. 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

CUADRO No. 4

CALCULO DEL USO CONSUMTIVO DEL MAIZ

	M E S E S												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Temperatura en C	17.6	18.6	19.5	20.8	21.1	20.1	20.0	20.0	19.8	19.2	17.9	17.9	19.34
Porcentaje de luz solar	10.74	9.30	10.10	8.94	8.56	5.60	7.55	7.92	5.71	7.09	8.65	10.23	8.32
Evapotransp. Potencial	174	155	172	158	152	97	131	128	98	120	141	165	1691.0
**K Coeficiente de consumo	1.00	1.20	1.10	0.75	0.75	0.80	1.00	1.20	1.10	0.75	0.75	0.80	0.93
Uso consumo-tivo (mm)	174	186	190	118	114	78	131	154	108	90	106	132	1581.0
Precipitación	4.0	4.9	10.7	30.3	135.4	270.6	181.8	195.7	217.5	104.5	39.2	13.4	1208.0
Déficit	170	181.1	179.3	87.7							66.8	118.6	803.5
Agua no aprovechada plant.					21.0	192.6	50.8	41.7	109.5	124.0			539.6

** Coeficiente distribuido según el crecimiento del cultivo y también en base a la curva de temperatura/tiempo. Tomando valores medios de K de la tabla de Blaney Criddle (1950). (Ver tabla No. 1).

CUADRO No. 5
CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DEL FRIJOL

Parámetros	M E S E S												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Evapotrans. potencial	174	155	172	158	152	97	131	128	98	120	141	165	1691.0
K Coeficiente C.	0.75	0.65	0.85	0.25	0.65	0.85	0.75	0.65	0.85	0.75	0.65	0.85	0.75
Uso consuntivo (mm)	130.5	100.8	146.2	118.5	98.8	51.3	98.2	83.2	83.3	90.0	91.6	140.2	1232.6
Precipitación (mm)	4.0	4.9	10.7	30.3	135.4	270.6	181.8	195.7	217.5	104.5	39.2	13.4	1208.0
Déficit Agrícola	126.5	95.9	135.5	88.2							52.9	126.8	625.3
Agua no usada					36.6	219.3	83.6	112.5	134.2	14.5			600.7

CUADRO No. 6

CALCULO DEL USO CONSUMPTIVO DE PASTOS

Parámetros	M E S E S												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Evapotrans. potencial	174	155	172	158	152	97	131	128	98	120	141	165	1691.0
K Coeficiente consumo	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
U Uso consumo	147.9	131.8	146.2	134.3	129.2	82.4	111.4	108.8	83.3	102.0	119.8	140.2	1437.3
Precipita - ción	4.0	4.9	10.7	30.3	135.4	270.6	181.8	195.7	217.5	104.5	39.2	13.4	1208.0
Déficit Agrícola	143.9	126.8	135.5	104.0							80.6	126.8	717.6
Agua no usada					6.2	188.2	70.4	86.9	134.2	2.5			488.4

CUADRO No. 7

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DE CITRICOS

	M E S E S												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Parámetros													
Evapotrans.													
potencial	174	155	172	158	152	97	131	128	98	120	141	165	1691.0
K Coeficien-													
te consumo	0.60	0.65	0.70	0.75	0.70	0.70	0.60	0.65	0.60	0.65	0.70	0.60	0.66
Uso consun-													
tivo	104.4	100.8	120.4	118.5	106.4	67.9	78.6	83.2	58.8	78.0	98.7	99.0	1114.7
Precipita -													
ción	4.0	4.9	10.7	30.3	135.4	270.6	181.8	195.7	217.5	104.5	39.2	13.4	1208.2
Déficit													
Agrícola	100.4	95.8	109.7	88.2							59.5	85.6	539.2
Agua no usa-													
da					29.0	202.7	103.2	112.5	158.7	26.5			632.6

CUADRO No. 8

CALCULO DEL USO CONSUMPTIVO DE BOSQUES

Parámetros	M E S E S												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Evapotrans. potencial	174.	155	172	158	152	97	131	128	98	120	141	165	1691.0
K Coeficiente de cons.	0.75	0.85	1.00	1.15	1.10	0.90	0.80	0.85	0.75	0.80	0.80	0.75	0.88
Uso censu- tivo	130.5	131.8	172.0	181.7	167.2	87.3	104.8	108.8	73.5	96.0	112.8	123.8	1490.2
Precipita- ción	4.0	4.9	10.7	30.3	135.4	270.6	181.8	195.7	217.5	104.5	39.2	13.4	1208.0
Deficit Agrícola	126.5	126.8	261.3	151.4	31.8						73.6	110.4	781.8
Agua no usa- da						183.3	77.0	86.9	144.0	8.5			499.7

CUADRO No. 9

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO DE HORTALIZAS

	M E S E S												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Parámetros													
Evapotrans.													
potencial	174	155	172	158	152	97	131	128	98	120	141	165	1691.0
K Coeficien-	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
te consumo													
Uso consun-													
tivo	147.9	131.8	146.2	134.3	129.2	82.4	111.4	108.8	83.3	102.0	119.8	140.2	1437.3
Precipita -													
ción	4.0	4.9	10.7	30.3	135.4	270.6	181.8	195.7	217.5	104.5	39.2	13.4	1208.0
Deficit													
Agrología	143.9	126.8	135.5	109.0							80.6	126.8	717.6
Agua no usa-					10.2	188.2	70.4	86.9	134.2	2.5			488.4
da													

CUADRO No. 10
VALORES DEL COEFICIENTE K DEL USO CONSUNTIVO
PARA LA FORMULA DE BLANEY - CRIDDLE

C U L T I V O	K	(K)
	Coefficiente Estacional	Máximo Mensual
Alfalfa (pastos cultivados)	0,85	0,95 - 1,25
Algodón	0,70	0,75 - 1,10
Arroz	1,00	1,10 - 1,30
Cereales Finos	0,75	0,85 - 1,00
Frutales Cítricos	0,60	0,65 - 0,75
Frutales de Hoja Caduca	0,65	0,70 - 0,95
Habas (Frijoles)	0,65	0,75 - 0,85
Maíz	0,75	0,80 - 1,20
Papas (Hortalizas)	0,70	0,85 - 1,00
Praderas Naturales (Pastos y arbustos de poco valor)	0,75	0,85 - 1,15
Remolacha Azucarera	0,70	0,85 - 1,00

Para el cálculo del uso consuntivo de los demás cultivos, se usa la fórmula de Blaney - Criddle, empleando los mismos valores de evapotranspiración potencial ya calculados, variando únicamente el coeficiente de consumo de cada uno de los cultivos. Para la distribución del coeficiente de consumo a lo largo de los meses del año se ha tomado como base la curva de crecimiento para cada uno de los cultivos.

3.3.4.2 Cuantificación de la evapotranspiración o Uso Consuntivo, en toda la Cuenca

1. Conociendo el uso actual de la tierra de toda la cuenca, se sabe qué área está ocupando cada uno de los distintos cultivos dentro de la misma.
2. Conociendo el uso consuntivo anual de cada cultivo, se puede encontrar los volúmenes de agua que consume cada cultivo, y el volumen total.
3. Teniendo un volumen total de agua consumida por las plantas en toda la cuenca y el área de la cuenca, es factible determinar un valor medio expresado como altura (de agua) en mm y representa el uso consuntivo del agua para toda la cuenca. Ver cuadro No. 11.

CUADRO No. 11

RESUMEN DEL USO CONSUNTIVO EN LA CUENCA DEL RIO VILLALOBOS

Usos de		M E S E S												AÑO
La Tierra														
AREA														
TIPO	1x10 ⁶ m ²	Parámetros	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Establos y hienitos	H. de Agua													
Urbano	28.665 x10 ⁶ m ²	Despreciable												
Horticultu-	H. de Agua	0.148	0.131	0.146	0.134	0.129	0.082	0.111	0.109	0.083	0.102	0.120	0.140	1.434
Cultivos	5.782 x10 ⁶ m ²	Volumen ₂												
Perennes	H. de Agua	0.104	0.101	0.120	0.118	0.106	0.068	0.079	0.083	0.059	0.078	0.099	0.099	1.114
Frutales	17983 x10 ⁶ m ²	Volumen ₂												
Cosechas anuales	H. de Agua	0.174	0.186	0.190	0.118	0.114	0.078	0.131	0.154	0.108	0.090	0.106	0.132	1.581
Maíz	100.230 x10 ⁶ m ²	Volumen ₃												
Pastos	H. de Agua	0.148	0.132	0.146	0.134	0.129	0.082	0.111	0.109	0.083	0.102	0.120	0.140	1.436
Cultivos - dos	53.068 x10 ⁶ m ²	Volumen ₃												
Bosques	H. de Agua	0.130	0.132	0.172	0.182	0.167	0.087	0.105	0.109	0.074	0.096	0.113	0.124	1.491
Maderables y arbusculos	14.820 x10 ⁶ m ²	Volumen ₃												
de poco V.	H. de Agua	0.134	0.135	0.154	0.133	0.125	0.074	0.103	0.112	0.079	0.086	0.101	0.117	1.360
TOTAL	319.727 x10 ⁶ m ²	Volumen ₃												
		42.840	43.276	49.402	42.583	39.962	23.785	33.053	35.768	25.207	27.370	32.348	37.386	432.978

IV APROVECHAMIENTOS ACTUALES

4.1 El Uso del Suelo

La determinación del uso actual del suelo se efectuó en el Departamento de Aguas Subterráneas del Instituto Geográfico Nacional en 1973, usándose para dicha determinación:

- a) Fotografías aéreas, escala 1:30,000 tomadas en el año 1966.
- b) Positivos de las hojas del mapa 1:50,000 de la Ciudad de Guatemala, Amatitlán, San José Pinula, San Juan Sacatepéquez y Nueva Santa Rosa.
- c) Máquina de reducción y ampliación. La interpretación de las fotografías disponibles fue realizada en papel sobrescrito.

Esta información fue trasladada a los positivos de las hojas 1:50,000 antes mencionadas, usando la máquina de reducción y ampliación del Instituto Geográfico Nacional.

Con la información sobre las hojas 1:50,000 se hizo el mosaico, y se delimitó la cuenca, luego se pasó toda la información a un papel calce en el cual fueron diferenciados los distintos usos; para su agrupación y cuantificación.

Los datos obtenidos no se chequearon en el campo, debido a la dificultad y el poco tiempo con que se contó, por lo que se deben tomar como datos aproximados. El resultado de la cuantificación da los valores siguientes: a) un 10 % del área está siendo usada por establecimientos urbanos y tierras no rurales, b) el 32 % en cosechas anuales principalmente maíz, frijol, etc., c) el 35 % se está aprovechando en bosques maderables. (Ver cuadro No.12)

Casi ninguno de estos cultivos están siendo cultivados de la mejor forma, pues en los cultivos anuales el mayor número de agricultores no emplean:

- Sistemas de cultivo adecuados
- Semillas adecuadas
- Fertilizantes y pesticidas
- Sistemas de siembra apropiados
- Terrenos apropiados para tales cultivos, etc.

Todo esto viene a causar grandes pérdidas, algunas muy visibles y otras poco visibles: Las pérdidas no tan visibles e no cuantificables son las pérdidas de fertilidad, capacidad y productividad del recurso suelo, que a la larga resultan como más grandes y difíciles de enmendar. Las pérdidas visibles son los arrastres

sivos de suelo útil, influyendo directamente en el empobrecimiento de las tierras, daños de inundaciones y contaminaciones aguas abajo, lo que afecta los beneficios económicos. De esto también no están concientes los agricultores, sino que únicamente se conforman diciendo que los suelos son pobres o que las condiciones del clima no les favorecieron, sin darse cuenta que ellos son los que no se adaptan en una forma más adecuada, a los tipos de tierras de que disponen.

CUADRO No. 12

RESUMEN DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA *

Cuenca: del Río Villalobos

Area: 319.73 Km²Agrupación de Areas con el mismo Use Actual
(Clasificadas por los cultivos predominantes)

CLASE	HECTAREA	AREA EN Km ²	AREA EN Km ²	
			ACUMULADA	% DE AREA
(1) Estableci - mientos urbanos y tierras no ru rales	2866.5	28.67	28.67	8.96
(2) Horticultu- ra	578.2	5.78	34.45	1.81
(3a) Cultivos perennes, café	1798.3	17.98	52.43	5.62
(4b) Cosechas a nuales, (maíz y algunas veces psitos)	10023.0	100.23	152.66	31.35
(5a) Pastos pa- ra ganado culti vados	4559.5	45.60	198.26	14.26
(6a) Bosques ma derables	10625.7	106.26	304.51	33.23
(6b) Arbustos de poco valer	774.2	7.74	312.25	2.43
(3f) Caña	747.3	7.47	319.73	2.34
T O T A L	31972.7	319.73		100.00

* Estudio efectuado por
Departamento de Agua Subterránea
Instituto Geográfico Nacional
Año 1973

En el uso actual de la tierra en la cuenca hay un factor muy importante a considerar como lo es la distribución de la tierra en diferentes tipos de agricultores quienes en términos generales se pueden clasificar como: a) capitalistas, b) medianos y c) pequeños, notándose que las mejores tierras están en manos de los grandes agricultores, quienes en la actualidad, debido a sus posibilidades económicas, están haciendo un uso adecuado del suelo con muy buenos resultados. Estos agricultores están trabajando con las mejores técnicas, pues saben que pueden obtener altos beneficios de sus inversiones, ya que las condiciones de sus tierras son las mejores y más productivas. Como por ejemplo: el 2.34 % es cultivo de caña de azúcar, el cual esta sobre suelo clase I y en manos de 3 ó 4 agricultores. El 5.62 % es cultivo de café, gran parte esta distribuido en suelo clase I y con un número pequeño de propietarios. Los pastos cultivados para ganado ocupan el 14.26 % del área, y están distribuidos en varias clases de suelo, con un número de dueños bastante pequeño. Un 35.66% de tierras con bosques maderables y arbustos de poco valor no están explotados bajo las manos de los grandes capitalistas.

El resto de las tierras están distribuidas en un gran número de agricultores de medianas a bajas condiciones económicas, cultivadas con hortalizas en 1.81 %, con granos básicos en 31.35 %, ocupando ambos cultivos el 33.16 % del área total de la cuenca. La mayoría de estos cultivos esta ocupando varios tipos de suelos, siendo los menos propicios para los mismos. De esto se deduce que las técnicas empleadas son diferentes que las de los otros cultivos, debido a las condiciones naturales y económicas de que disponen los agricultores. El uso inadecuado del suelo no se hace por negligencia o incapacidad sino que por la situación económica de los medianos y pequeños campesinos en general.

Los sistemas de cultivos empleados son muy variables; pues como anteriormente se menciona, dependen principalmente del tipo de agricultor de que se trate, esto repercute también en los rendimientos actuales, los cuales oscilan de un nivel bajo hasta un nivel alto, como se puede apreciar en los cuadros siguientes:

CUADRO No. 13

RENDIMIENTOS AGRICOLAS BAJO DIFERENTES GRADOS DE TECNOLOGIA

Cultivo	Bajos	Intermedios	Altos
Maíz	1030	2500	5000
Frijol	935	1800	3600
Hortaliza	700	12500	2500
Papa	5500	10000	20000

Del II Censo Agropecuario 1964 DGE, también se pudo obtener algunos datos importantes sobre los rendimientos actuales de los cultivos más comunes, ejemplo:

CUADRO No. 14

RENDIMIENTOS ACTUALES DE LOS CULTIVOS MAS COMUNES EN LA CUENCA

Cultivos	Rendimientos			
	Producción	Beneficio Bruto	Producción	Beneficio Bruto
	22/MZ	Q/MZ	Cientos de Kg/Ha	Q/Ha
Tomate	35	Q. 700.00	22.72	1000.00
Maíz	10.3	Q. 61.80	6.68	88.29
Frijol	8.5	Q. 120.00	5.52	174.43
Maicillo	7.4	Q. 44.40	4.80	63.43
Café Arábigo	27.1 (uva)	Q. 254.75	17.59	363.93
Café Borbon	31.6	Q. 297.05	20.51	424.36
Café Borbon	26.7	Q. 250.99	17.33	358.56
Café otras V.	26.0	Q. 244.41	16.87	349.16
Caña de Azúcar	90.0 (ton)	Q.1080.00	58.41	11542.86

Datos Obtenidos de DGI

Los costos actuales de producción varían como los rendimientos de acuerdo siempre al tipo de agricultor o Agricultura que se efectúa.

Los grandes y medianos agricultores emplean comúnmente la misma técnica de cultivo, en algunos casos con algunas pequeñas variantes de acuerdo al cultivo; Los pequeños agricultores obtienen costos de producción completamente diferente a los anteriores; por lo que se consideran por separado.

a) Los gastos de producción más comunes de el pequeño agricultor, dentro de la cuenca, son:

1. En la preparación del suelo:
Solamente hace uso de su trabajo (jornales)

2. En la siembra: (jornales)
3. Insumos: (semilla corriente)
4. Deshierbo: (jornales)
5. Cosecha: (jornales)
6. Arrendamiento del terreno (se reparte por igual la cose -
cha entre el arrendante y el
arrendatario)

El sistema anterior de cultivo se adapta en general a casi to -
dos los cultivos, excepto con algunas pequeñas variaciones en
determinados cultivos.

La única variable entre los cultivos es la de el costo de la
semilla y el número de jornales necesarios. (Los costos de
producción a este nivel son muy difíciles de obtener. Entre -
vistas personales con agricultores pequeños no dan resultados
satisfactoriamente exactos.

b) Para el agricultor mediano y grande, los gastos de producción
son:

1. Preparación del suelo:
 - Aradura
 - Desinfección
 - Rastra
2. Siembra:
 - Siembra y resiembra
3. Cuidados culturales:
 - Limpia, aporques
 - Fertilización
 - Aplicación de insecticidas
 - Aplicación de otros pesticidas
 - Deblado
4. Cosecha:
 - Corte
 - Acarreo
 - Beneficio o desgrane
5. Materiales:
 - Semillas
 - Fertilizantes
 - Insecticidas
 - Otros pesticidas
 - Cuentas patronales
 - Imprevistos
 - Administración

Los beneficios actuales que obtienen tanto el pequeño como el me -
diano agricultor se determinan sustrayendo los costos de produc -
ción a los rendimientos y se pueden expresar en moneda o produc -
to.

CUADRO No. 15
COSTOS ACTUALES DE PRODUCCION AGRICOLA POR HECTAREA *

	Maíz	Frijol	Sorgo	Trigo	Hortaliza	Caña de Azúcar
Arrendamiento (½ cosecha) **	30.00	30.00	00.00	30.00	30.00	
Preparación del Suelo	15.00	15.00	10.00	15.00	125.00	
Siembra	8.00	10.00	5.00	10.00	80.00	
Deshierba	10.00	10.00	00.00	6.00	60.00	43.00
Cosecha	11.00	25.00	20.00	15.00	50.00	30.18
Semillas	7.10	15.00	4.00	16.00	100.00	50.00
Insumos Fertilizantes	15.00	10.00	10.00	15.00	40.71	30.00
Total	96.10	115.00	49.00	107.00	485.71	218.18

* Referencia No. 21

** (Se reparte por igual la cosecha obtenida, entre el arrendante y el arrendatario).

Se consideraron en este resumen de los costos de producción sólo las actividades que en la práctica efectúan la mayoría de agricultores. Unicamente con la caña se emplea una Agricultura más avanzada.

CUADRO No. 16

BENEFICIOS ACTUALES

Beneficio Neto = (Beneficio Bruto - Costos)

CULTIVO	Beneficio Bruto	Costo Total	Beneficio Neto	Rentabilidad
	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	BN/GT x 100
Maíz	115.71	96.10	19.61	20.40
Frijol	148.57	115.00	53.57	29.19
Hortalizas	1214.28	485.71	728.56	150.00
Papa	857.14	580.00	277.14	47.78
Sorgo	71.43	49.00	22.43	45.77
Café	257.14	186.00	71.00	58.17
Caña	600.00	218.82	381.14	174.15
Trigo	214.28	107.14	107.14	100.00
Tomate	341.23	167.14	154.28	92.31

4.2 Uso del Agua

El recurso agua de la cuenca es usado principalmente en: a) el consumo humano, b) uso industrial y c) uso agrícola. De estos aprovechamientos no se tiene todavía un dato exacto sobre las cantidades y eficiencia con que se esta usando.

4.2.1 Uso Doméstico

La Municipalidad de la Ciudad de Guatemala, la Compañía Mariscal y algunas otras empresas privadas reportan algunas cantidades de agua que están empleando en el consumo humano y que oscilan alrededor de 157×10^6 litros/día, ver cuadro siguiente:

CUADRO No. 17

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE GUATEMALA

Datos de 1970 en pajas y en millones de litros diarios

Entidad	Caudal Promedio		Volumen Anual	% del Volumen
	Pajas	1×10^6 lts/día	$\times 10^6 \text{ m}^3$	Annual Total
Municipalidad	63,350	126.70	4 6.20	80.70
Mariscal	9,665	19.33	7.10	12.30
Empresa Privada	5,500	11.00	4.00	7.00
T o t a l	78,515	157.03	5 7.30	100.00

11/

4.2.2 Uso Industrial

En la industria no se tiene ningún control del aprovechamiento del agua. Lo más común en las fábricas es el uso del agua subterránea por medio de perforación de pozos, de profundidades y rendimientos variables, según las necesidades de las mismas.

Para el control de dicho uso sería necesario efectuar una encuesta en todas las fábricas que se considera que utilizan agua para el proceso o elaboración de sus productos.

Otra forma de determinar el consumo de agua sería: por medio del control del volumen de producción y el tipo de productos procesados o elaborados, en cada fábrica, y teniendo una tabla de consumo de agua por unidad de producto, se calcularía el volumen de agua consumida por dicha empresa.

4.2.3 Uso Agrícola

Dentro del mismo uso agrícola se observan diferentes tipos como: a) riego, b) procesamiento de productos agrícolas (ingenios de azúcar, beneficios de café) y c) consumo animal. Ver cuadro siguiente:

CUADRO No. 18

RESUMEN DE LOS USOS AGRÍCOLAS DEL AGUA

TIPO DE USO	Unidades Aprovechadas • Procesadas	Epoca del Año Durante que Meses	Total de Días	Cantidad de Agua Usada Caudal Vol. Total Lts/seg. $\times 10^6$ m ³ $\times 10^3$ m ³ % de escurti - *
Riego (1)	452.5 Ha.	Nov - Mayo	212	493.8 9.04 11.76
Beneficio de (1) Café maduro	1300 Ton.	Dic - Marzo	95	25.3 0.23 0.30
Ingenio de (1) Arúcar	21200 Ton.	Dic - Junio	184	88.2 1.40 1.82
Ganado: Vacuno(2) y equino	4955 cabezas	Todo el año	365	2.61 0.08 0.10
Porcino (2)	2217 cabezas	Todo el año	365	0.32 0.01 0.01
Avícola (1)	870000 aves	Todo el año	365	3.74 0.12 0.16
Total				613.97 10.88 14.15

* Porcentaje calculado sobre el volumen anual escurrido superficialmente, promedio de la década de 1960 - 1969 ($76. \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$).

(1) Datos obtenidos de la encuesta; Usos Agrícolas del Agua de la Cuenca del Río Villalobos, e - fektuada por el Departamento de Aguas Subterráneas. (I.G.N.).

(2) Datos obtenidos del II Censo Agropecuario 1964, Tomo II (Ganadería).

b) Trabajo de Campo:

Identificación de los puntos obtenidos en gabinete y encuesta sobre detalles de los puntos de aprovechamiento; localización exacta de los puntos de captación, derivación o bombeo, y la cuantificación de los caudales y volúmenes empleados y durante el tiempo que hacen este uso.

Los resultados de la encuesta Usos Agrícolas fue información de tipo general y no muy confiable debido a poco o ningún conocimiento de los propietarios de la cuantía de agua que usan y también a la información falsa que proporcionaban algunos. Los propietarios más reacios y desconfiados para proporcionar este tipo de información son en su mayoría, los agricultores más grandes.

De los cuadros Nos. 17 y 18 se observa: a) que el volumen anual de agua utilizado en el consumo doméstico es de $57.30 \times 10^6 \text{ m}^3$ que representa aproximadamente un 74 % del volumen de agua escurrida superficialmente en el año. Dicha cantidad de agua no proviene únicamente de las fuentes de agua superficial de la cuenca, sino que también hay importaciones de agua de otras cuencas vecinas, y explotaciones del agua subterránea; por lo que no se pudo determinar la cantidad de agua superficial que es utilizada para dicho aprovechamiento. La explotación de estas aguas subterráneas a los fines anteriores ha causado problemas serios en las partes bajas de la cuenca. Dichas aguas en su mayoría son aguas que podrían alimentar los ríos en la época más seca del año. Un caso típico es el que se observa en el complejo Ojo de Agua que consiste en la captación de aguas superficiales del nacimiento y aguas subterráneas. Los terrenos aguas abajo han sufrido las consecuencias de este aprovechamiento del agua; pues en épocas anteriores contaban con mayores cantidades disponibles. Se regaban cantidades de tierra considerables y que en la actualidad están reducidas a una mínima cantidad. Incluso existen áreas regadas en esta zona empleando pozos profundos. b) La cantidad de agua utilizada en los aprovechamientos agrícolas es bastante variable según el tipo de actividad que se desarrolla, por ejemplo podemos ver que; en riego se utilizan $9.04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ equivalente a 11.8 % del agua escurrida anualmente, en el procesamiento de productos agrícolas se emplean $1.63 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ equivalentes a 2.12 % del agua escurrida anualmente, del consumo animal se determinó $0.21 \times 10^6 \text{ m}^3$ equivalente a 0.27 % del agua escurrida superficialmente en el año. En resumen se ve que únicamente en un 14.15 % es aprovechada el agua que escurre anualmente en la cuenca. Las razones de tan bajo aprovechamiento son muchas, como por ejemplo:

1. La distribución de la precipitación durante el año, durante los meses de lluvia las cantidades de agua son muy grandes que sobrepasan las necesidades y que se pierden grandes volúmenes por escurrimientos superficiales violentos.
2. No se cuenta con captaciones que pudieran almacenar parte del agua escurrida en los meses de lluvia para luego distribuirse en una mejor forma.
3. No se cuenta en algunos casos con proyectos de riego para aprovechar algunos ríos pequeños.

Para la determinación del uso agrícola del agua dentro de la cuenca se efectuó:

a) Trabajo de Gabinete:

Identificación de áreas que posiblemente estaban bajo riego, por medio de fotografías aéreas, para luego localizarlas en un mapa escala 1:50; también se efectuaron consultas bibliográficas del II Censo Agropecuario y manuales para el consumo de agua por los animales.

V APROVECHAMIENTOS POTENCIALES

De acuerdo al análisis de los principales factores que determinan la utilización racional de la tierra; a saber:

1. Identificación de las zonas climáticas que se presentan en la cuenca.
2. Clasificación de los suelos de la cuenca en grupos semejantes para su mejor aprovechamiento.
3. Cultivos que más se adaptan a las condiciones de la cuenca y tecnología de manejo y conservación.
4. Necesidades de agua.
5. Mercado.
6. Costos - Rendimientos - Beneficios.

Se han identificado dentro de la cuenca del río Villalobos, los aprovechamientos potenciales de la tierra para uso agrícola (ver mapa No.1) los cuales en forma resumida se presentan en el (cuadro No. 18 a.) y a continuación con más detalle se describen las consideraciones efectuadas para cada tipo de cultivo.

5.1 Consideraciones sobre los Factores que Determinan el Uso Potencial de la Tierra en la Agricultura

5.1.1 Zonas Climáticas de la Cuenca

Dentro de la cuenca, se ha logrado definir dos grandes zonas climáticas, (según sistema de Holdridge), (ver mapa No. 2 y Capítulo 3.3):

- a) Zona Subtropical Húmeda: La cual se encuentra en la parte central y baja de la cuenca, entre las cotas 12000 y 15000 MSLM, de una extensión aproximada de 206.26 Km² (64.5 % del área total de la cuenca).
- b) Zona Montano Bajo Húmeda: Situada en los flancos Oriental y Occidental de la cuenca, entre las cotas 1500 y 2300 MSLM, de extensión aproximada de 113.46 Km² (35.5 % del área total de la cuenca).

Debido a que las condiciones climáticas dentro de la cuenca presentan variaciones muy pequeñas, los cultivos que pueden adaptarse son variados, con excepción de cierto tipo de hortalizas.

5.1.2 Clasificación de los Suelos de la Cuenca

La cuenca se ha dividido en cuatro grupos principales. Estos a su vez están subdivididos en subgrupos, los cuales pueden usarse para un mismo tipo de cultivo. La única variación es la de los

CUADRO No. 18 a.

APROVECHAMIENTOS POTENCIALES

En la Cuenca del Río Villalobos hasta su Desembocadura en el Lago de Amatitlán

Tipo de Cultivo	Área (en Hectáreas)	Grupo de suelo No.	Zona climática	Tipo de Suelo	Período de Vegetación (meses)	Requeri - Rend -		Mercado	Tecnología Reco -	Costos de Producción por Hectárea
						m ² x 10 ³	mensual de agua 6 Tons.			
Hortalizas	3367	Uno	Zona II	Clase I-	3-6	48.28	25.00	Bueno Bueno Bueno	Ver	1371.16
Melz	1898	Uno	Sub	Clases I II - III	5-6	30.01	5.00	Bueno Bueno	detalle	450.51
Frijol	1899	Uno	Tropical II - III	Clases I	3 - 4	30.01	3.60	Bueno Bueno	en	674.44
Pastos Cultivados con riego	2277	Uno	Húmeda	Clases I II - III	Perenne cada mes corte	33.95	8.96	Bueno	el	796.00
Cítricos	3927	Dos	Y	Clases IV - V	4 - 6 años	43.75		Bueno Bueno Bueno	Capital	
Pastos	9268	Tres	Zona Moj	Clase VI	1 - 2 a.	138.19	5.00	Bueno	Y	120.00
Bosques	3013	Cuarto	tano Bajo VII-VIII	Clases	15 años	40.97	30.00	Bueno	Reg.	116.00
Urbano Quebradas	6211		Húmeda							

cuidados culturales de manejo y conservación del suelo.

En clasificación de los suelos de la cuenca para su aprovechamiento adecuado se tomó como base el estudio del uso potencial de la tierra, hecho por la División de Geográfica del Instituto Geográfico Nacional. A continuación se mencionan detalladamente cada uno de los grupos que forman dicha clasificación:

Primer Grupo:

Dentro de este grupo se tienen tierras donde se pueden desarrollar cultivos limpios anuales y cultivos limpios perennes, obteniéndose los mejores rendimientos. También pueden ser sometidas a cultivos bajo riego. Aunque dentro de este grupo hay que usar prácticas de manejo y conservación diferentes, de acuerdo a las condiciones que se presentan dentro de este mismo grupo. Las tierras que forman este grupo son las de los subgrupos I - II - III o sean Clase I - II y III* del uso potencial de la tierra, (Ver mapa No.).

En este grupo de suelos se pueden desarrollar cualquier clase de cultivos como por ejemplo: hortalizas, granos básicos, frutales, café, caña, bosques. Las diferentes técnicas de manejo y conservación del suelo que se recomiendan para este grupo están distribuidas de la siguiente manera:

- a) Para el subgrupo I, no hay ninguna recomendación específica, únicamente se requieren prácticas normales de manejo para mantener su productividad (fertilizantes, cal, cultivos para abono verde, rotación de cultivos y otros).
- b) Para el subgrupo II, se necesitan prácticas de manejo y conservación moderadas fáciles de aplicar como lo son construcción de terrazas, cultivos en fajas, labranza en contorno, rotación de cultivos, incluyendo pastos y leguminosas, cultivos para abono verde, fertilización, encalado, riego y drenaje.
- c) Para el subgrupo III, las prácticas de manejo y conservación necesarias para este subgrupo son un poco más delicadas debido a las características que presentan dichos suelos, se debe adoptar un sistema de conservación y mejoramiento del suelo a través de prácticas culturales como mecánicas, por ejemplo: construcción de terrazas, barreras vivas, cultivos en fajas y siembras a curvas de nivel, mantener durante las épocas lluviosas una cobertura vegetal intensa, rotación de cultivos incluyendo pastos y leguminosas, cultivos para abono verde, fertilización, encalado, riego (aéreo o por goteo únicamente) construcción de un sistema de drenaje en los casos que lo ameriten.

* En el presente estudio se les llamará subgrupos a las clases de tierras correspondientes a la clasificación del Uso Potencial de la Tierra, hecho por la División Cartográfica, del I.G.N.

Segundo Grupo:

Este grupo se puede aprovechar con cultivos más conservadores y protectores del suelo que los que se usan en el primer grupo, con posibilidades de obtener rendimientos aceptables. En general se aprovecharía con pastos cultivados, bosques comerciales, una combinación de ambos y posiblemente frutales empleando prácticas de manejo intensivo. (Los subgrupos de este grupo pertenecen a las Clases IV y V del Uso Potencial de la Tierra).

Tercer Grupo:

Usado únicamente con bosques comerciales y ganadería de tipo extensivo, usando prácticas de manejo tendientes a la conservación de los suelos y sus riquezas en una forma intensiva. (Dicho grupo está formado por las Clases VI y VII del Uso Potencial de la Tierra).

Cuarto Grupo:

Son tierras sin posibilidades de aprovechamiento económico, pueden ser utilizadas únicamente para preservación de las condiciones ecológicas adecuadas; como conservación de cuencas, condiciones de suelo, flora y fauna, etc., por ejemplo: bosques naturales, áreas de recreación, parques de conservación de la vida silvestre. (Dicho grupo pertenece a la Clase VIII del Uso Potencial de la Tierra).

5.1.3 Cultivos que más se adaptan a las Condiciones de la Cuenca y Tecnología de Manejo y Conservación

La adecuada distribución de los cultivos en el área es la base de todo programa de aprovechamiento potencial, de manejo y conservación de los recursos naturales.

Para efectuar la selección de los cultivos a la cuenca se consideran los siguientes factores:

- a) Variedad; adecuada a la zona
- b) Suelo requerido; físico, químico, etc.
- c) Período vegetativo
- d) Necesidades de agua: uso consuntivo (evt.) para cada cultivo, durante su ciclo vegetativo
- e) Número de cosechas en condiciones naturales y en condiciones mejoradas
- f) Demanda de consumo

5.1.3.1 Cultivos Anuales y Perennes

Los cultivos seleccionados para ser cultivados en cualquiera de las tierras del primer grupo de la clasificación hecha en este estudio son:

- a) Hortalizas: Coliflor, repollo, remolacha, papa, es - parrago, tomate, cebolla, ajo, frijol e - jote, fresa.
- b) Granos Básicos: Maíz, frijol, trigo.
- c) Frutales: Naranjas, limones, aguacates, manzanas, pe - ras, duraznos.
- a) Hortalizas:

Características Económicas Generales de las Hortalizas: Este estudio se limita a la descripción del mercado de productos que se consideran de importancia nacional, centroamericano e internacional.

En lo que respecta a la importancia de las hortalizas en el mercado interno y principalmente en la economía rural, es conveniente tener presente que estos cultivos gozan de condiciones ecológicas óptimas en toda la zona "Montano Alta y Tropical Húmeda" de la cuenca y en todas aquellas partes que permitan el riego. Además, se trata de cultivos a muy corto plazo, con los cuales están familiarizados nuestros campesinos.

Lo anterior se refuerza con la consideración de que las hortalizas son productos alimenticios, en su mayor parte de primera necesidad, y cuya producción es necesario incrementar sin mayor demora. Si se toma en cuenta que el problema alimenticio está agravándose cada día más bajo la presión de los cambios económicos que se derivan del inexorable y continuo aumento de la población, se necesita con urgencia la adopción de medidas que modifiquen positivamente las prácticas agrícolas actuales. Por esta razón es importante orientar de modo eficaz los estudios sobre los problemas de alimentación, principalmente en la cuenca, toda vez que de su solución depende de que sea posible dar un impulso mayor al desarrollo económico.

Para el estudio de mercadeo de hortalizas, es conveniente tener presente además, los aspectos intrínsecos de nuestra población:

- a) Una gran proporción de la población guatemalteca se ha dedicado a las actividades agrícolas, esto se traduce en una oferta de mano de obra abundante para estos cultivos.
- b) Incremento de la producción de hortalizas (productos alimenticios de primera necesidad) son cultivos que gozan de máximas prioridades en nuestro

medio rural, que como es bien sabido carece de capital de trabajo, y sufre consecuencias que la escasez de alimentos acarrea.

- c) Por tratarse de cultivos a muy corto plazo (de 2 a 5 meses) las instituciones bancarias y técnicas existentes en el país, pueden fácilmente prestar toda ayuda técnica y financiera sin mayores esfuerzos y sin necesidad de ayuda extranjera.
- d) En lo que respecta al consumo tanto interno como externo puede afirmarse que año con año este viene incrementándose debido, en nuestro concepto, a la acción combinada de los siguientes factores:
 - 1. Relativo aumento de las facilidades de distribución;
 - 2. Desarrollo de las comunicaciones, mejores medios de transporte;
 - 3. Establecimiento y ampliación de plantas con - geladoras, refrigeradoras, deshidratadoras y enlatadoras de estos productos;
 - 4. Aumento de la población;
 - 5. Tratados comerciales entre países, etc.

Hortalizas Adecuadas para el Area en Estudio

- 1. Para la zona montana bajo húmeda: Coliflor, repollo, remolacha, papa, espárragos, fresa.
- 2. Para la zona subtropical húmeda: Tomate, cebolla, ajo, papa, frijol, fresa.

Características Agronómicas y Hortalizas que Pueden ser Explotadas en la Cuenca

Mercado del Producto Hortícola en General

- a) Nacional: Bueno
- b) Centroamericano: Muy bueno
- c) Internacional: Bueno, si se produce alta calidad y volumen

Categoría del Agricultor

Puede cultivarlo tanto el agricultor pequeño como el grande, siempre que se apliquen las técnicas adecuadas.

Clase de Tierra

Deben preferirse tierras de la Clase I, planas (con

pendientes 0 - 1 % pudiendo llegar esta hasta el 3%). Debe ser bien drenada, (las que se distribuyen en toda la cuenca).

Deberá contarse con fuentes de agua que permitan la aplicación de riego.

Suelos

- a) Textura: Franco arcilloso, francolimoso, franco arcillo arenoso.
- b) Profundidad: Deben preferirse terrenos con más de 50 cms. de profundidad o en último caso un mínimo de 26 cms.
- c) PH: Responden bien a suelos con un PH de 7.5 a 5.5.
- d) Materia Orgánica: Deberán escogerse suelos con más del 4 % de materia orgánica.
- e) Preparación: Deberá hacerse una preparación adecuada del suelo, procurando controlar las plagas de éste con la aplicación de insecticidas.

Zona Climática

Son propias de las regiones templadas y frías, de 1200 m a 2500 m sobre el nivel del mar.

Temperatura

Puede oscilar de 7 a 24° C., siendo la óptima de 15 - 19° C.

Humedad Ambiental

De preferencia debe estar comprendida entre húmedo (75 - 85 %) y semiseco (65 - 75 %).

Riego

Deben preferirse los riegos por gravedad. Lluvia artificial de poca intensidad puede usarse, siempre que se intensifique el control de plagas y enfermedades.

Material Recomendado para la Siembra

Debe usarse semilla de preferencia certificada y en latada.

Sistema Recomendado para la Siembra

Debe preferirse el de trasplante o indirecto.

Espaciamiento de la Siembra Definitiva

- a- Entre surcos 60 - 90 cms.
- b- Entre plantas 40 - 60 cms.

Número Aproximado de Días Desde la Siembra Hasta la Cosecha

Dependiendo del tipo de hortaliza, el período de producción va de 55 a 95 días.

Semilleros

El semillero debe guardar relación con el área a cultivar. Se estima que para una hectárea de terreno son necesarios 333 mts. de semillero. Los semilleros pueden ser cubiertos o descubiertos siguiendo las prácticas culturales respectivas. Las plantas están listas para el trasplante a las 6 u 8 semanas.

Cuidados Culturales

Deben concretarse al combate de malas hierbas y mantener la tierra en buenas condiciones mientras las plantas están pequeñas. Debe ponerse especial cuidado en no profundizar las labores de limpieza ya que desarrollan sus raíces en los primeros 5 cms. del suelo.

Fertilización

La aplicación de fertilizantes debe hacerse en base al análisis de laboratorio del suelo.

Deberá cuidarse en época lluviosa las deficiencias de elementos menores.

Plagas y Enfermedades

- a- Plagas: Gusano medidor, gusano del repollo, gusanos cortadores, escarabajo, pulga, chinche, arlequín, grillos del campo, larvas del cuello del repollo, gusano de alambre.
- b- Enfermedades: Pie Negro, pudrición negra.

CUADRO No. 19

COSTOS DE PRODUCCION DE HORTALIZAS

Actividad		Costo Parcial	Costo Total
1.	<u>Arrendamiento Terreno</u>	Q. 30.66	Q. 30.66
2.	<u>Preparación del Terreno</u>		
	a) Aradura	Q. 10.00	
	b) Rastreo	Q. 3.50	Q. 13.50
3.	<u>Limpia y Aporque Mecanizado</u>		
4.	<u>Mano de Obra</u>		
	I Preparación semillero		
	a) Preparación y desinfección suelo	Q. 3.00	
	b) Siembra	Q. 1.00	
	c) Riego	Q. 5.00	
	d) Limpias	Q. 2.00	
	e) Control plagas y enfermedades	Q. 1.00	
	II Siembra en campo abierto		
	a) Desinfección suelo	Q. 0.50	
	b) Trazo y surqueado	Q. 7.00	
	c) Siembra	Q. 55.00	
	d) Riegos	Q. 8.00	
	e) Fertilización	Q. 20.00	
	f) Control plagas y enfermedades	Q. 20.00	
	g) Corte, clasificación y empaque	Q. 15.00	
	h) Pagos séptimos días	Q. 32.00	Q. 223.50
5.	<u>Supervisión sobre Producción</u>		
6.	<u>Transporte a Centro de Acopio</u>		
7.	<u>Materiales (*)</u>		
	a) Compra semilla	Q. 1.50	
	b) Compra fertilizantes	Q. 110.00	
	c) Compra insecticidas	Q. 50.00	
	Subtotal Gastos Directos		Q.1093.16

Costos sin actualizar debido a la constante variación de precios de los insumos y equipo de labranza.

* Variables para cada cultivo en especial.

	<u>Gastos Indirectos</u>	<u>Q. 150.00</u>	
1.	Depreciación anual 50% de 5 Has. por compra de bomba de asperjar (1)	Q. 15.00	Q. 15.00
2.	Depreciación anual 50% de Q.21.00 por compra aperos de labranza	Q. 10.50	Q. 10.50
3.	Administración 5% de gastos directos (2)	Q. 54.66	Q. 54.66
4.	Imprevistos 10% sobre gastos directos (2)	Q. 109.32	Q. 109.32
5.	Cuota IGSS 3% sobre mano de obra	Q. 6.70	Q. 6.70
6.	Intereses 8% sobre gastos directos	Q. 87.45	<u>Q. 87.45</u>
	Costo total por hectárea		Q.1376.79

RESUMEN DE OPERACION DURANTE EL PERIODO

1.	Ingresos:		
	Por producción exportable de 1000 cajas x Q.1.75	=	Q.1750.00
	Por venta local de: 500 bultos x Q.1.25	=	Q. 625.00
	Total Ingresos		Q.2375.00
2.	Beneficio por hectárea:	Q.2375.00 - Q.1376.79=	998.21
3.	Rentabilidad:	$\frac{998.21 \times 100}{Q. 1376.79}$	= 72.50 %

b) Granos Básicos:

Maíz: Es uno de los granos principales en la dieta alimenticia de nuestra población, y en espe - cial de la población rural. Su nombre latino es TRITICUM INDICA.

Características Agronómicas

Mercado del Maíz

- a) Nacional: Bueno
- b) Centroamericano: Bueno
- c) Internacional: Regular solamente se efectúan importaciones

Categoría del Agricultor

Puede cultivarlo tanto el agricultor pequeño como el grande siempre que se apliquen técnicas ade - cuadas.

Clase de Tierra

El maíz prefiere los suelos arcillo-silíceos. No obstante, es muy adaptable a distintos suelos siem pre que estén muy bien trabajados y debidamente a bonados.

Se necesita un laboreo profundo antes de abrir el ciclo preparatorio del terreno. Labores medianas y superficiales que acaben de remover y dejar la tierra totalmente desmenuzada y limpia de hier - bas pequeñas y grandes, son apropiadas. Cuando las características del suelo no proporcionan al sistema radicular condiciones favorables para po - derse dispersar y profundizar en el terreno. Es - to obliga a preparar el terreno, y a fertilizarlo con abundancia de nitrógeno, ácido fosfórico y po - tasa.

Clima

Es vasta la zona climatológica del maíz, sobre to do si se tiene en cuenta que hay variedades que tienen un ciclo vegetativo muy corto. Cien días en ciertos casos, bastan para desarrollar su cre - cimiento, floración, espigado y maduración. No cabe duda que es indispensable una cantidad de u - nidades calóricas, pero al ser muy limitadas sus exigencias en este aspecto por su corto ciclo ve - getativo en las antes mencionadas variedades, su zona aumenta.

Dentro de la cuenca se encuentran una serie de variedades criollas bien adaptadas, que al trabajar con ellas bajo condiciones óptimas pueden alcanzar beneficios económicos comparables con las variedades mejoradas. Las causas que determinan una baja producción de maíz en toda Guatemala son: a) el mal manejo de los suelos, b) el uso de semillas no seleccionadas, c) los sistemas de siembra inadecuados, d) la baja fertilidad de los suelos, e) las malas o inoportunas prácticas de cultivo (limpias y aporques), f) el ataque de enfermedades y plagas y g) los riegos inadecuados si se dispone de agua.

Lo que si es elemento indispensable es la humedad. El maíz es ávido de humedad.

Los altos rendimientos que se persigan, hacen indispensable una gran humedad bien dosificada.

En principio el maíz precisa de 2500° C. de suma integral promedio y 2000,000 de litros de agua como mínimo por hectárea para una buena cosecha. Donde esta doble circunstancia se encuentra completamente, puede garantizarse el éxito del cultivo de maíz cuyo ciclo normal es de 150 días.

Siembra

En nuestro medio la época de siembra normalmente esta regida por el inicio de las lluvias en los lugares donde no se cuenta con riego, pero contando con agua de riego se puede sembrar en el mes de mayo y luego sembrar por segunda vez en noviembre.

Lo que influye directamente sobre el cultivo del maíz es la temperatura. Para la germinación de la planta es determinante una temperatura del suelo arriba de los 15° C., esta circunstancia es determinante para la planta joven de maíz. Un tiempo tibio es ideal para un rápido y buen nacimiento del maíz. También debe pensarse en la última fase de la vegetación. Una helada, por pequeña que sea, paraliza definitivamente la maduración, perdiéndose mucho peso y aumentando la dificultad de conservación. Este problema puede resolverse muy fácilmente eligiendo maíz de ciclo mediano en vez de ciclo largo, o corto en vez de mediano.

Cuando la lluvia es abundante o se trata de tierras bajo riego, se puede sembrar maíz como segunda cosecha sobre frijol o alguna otra leguminosa, sembradas en noviembre y cosechadas en el mes de mayo.

El maíz para semilla es aconsejable guardarlo sin desgranar. De esta forma conserva todas sus facultades germinativas con todo su vigor. Los granos de la punta y la base es mejor eliminarlos.

La siembra propiamente dicha se efectúa en líneas distantes más o menos, según disponibilidad de agua, de 70 a 75 cms. en tierras húmedas o de regadío y de 80, 90 ó 120 cms. en tierras menos fértiles. La distancia entre plantas más aconsejable es de 35 a 50 cms., según las características ya señaladas.

Las labores culturales (deshierbo, escardas, etc) y el aporque, además de facilitar los riegos, refuerzan las plantas y provocan el nacimiento de las raíces del primer nudo de la base.

Clasificación y Características

El maíz es planta de la familia de las gramíneas. Es monoica, pues tiene separadas las flores masculinas o plumeros y las femeninas, las mazorcas, que semejan barbas que salen por la punta y que una vez efectuada la fecundación se secan. Su tallo es sencillo, cilíndrico, nudoso, rayado longitudinalmente y cuyos entrenudos están separados de 15 a 20 cms. Su médula es más o menos azucarada, según las variedades.

El tallo puede medir de 60 cms. a 4 ó 5 mts. de altura; las mejores suelen ser alrededor de 2mts. La espiga es muy productiva y en el maíz obtenido por hibridación llega a tener 22 líneas y hasta 50 a 60 granos por línea.

En cada tallo hay de 1 a 4 mazorcas llamadas también elote. El fruto es una cariósida brillante, amarilla roja o de otros colores, llamada grano vulgarmente.

Fertilización

El maíz aprovecha mejor los fertilizantes si estos se aplican después de una estercoladura o del enterrado de alguna leguminosa. El nitrógeno y la materia orgánica que se acumula (por el enterrado de alguna leguminosa) en el suelo son la base del éxito de este cultivo. Para la aplicación de fertilizantes químicos es necesario sacar muestras de suelos y analizarlas para conocer su fer-

tilidad. El análisis indicará que elementos y cantidades hacen falta y así aplicar únicamente lo necesario.

Riegos

La cantidad de humedad cuando va unida a una a - certada y abundante estercoladura, hace variar la cosecha en forma extraordinaria. Dado que, la e - vaporación de agua es abundante, requiere lluvias o riegos que le proporcionen el agua indispensa - ble.

Una observación conviene hacer respecto al primer riego. Hay que procurar que en la primera época* de la vida del maíz no abunde el agua, sino más bien llegar al límite de la resistencia de la plan - ta. Sólo cuando las hojas demuestren la falta de humedad, abarquillándose, debe procederse al primer riego abundante. Los demás se administra - rán de manera que no falte en adelante la humedad exigida para un pujante desarrollo.

Cultivo

La función principal es la destrucción de maleza. La maleza es más fácil de combatir cuando esta pe - queña.

En algunas regiones escasea la mano de obra para las limpias con azadón o no se cuenta con maqui - naria a la mano. En tales casos se recomienda el uso de herbicidas, los cuales se aplican como in - secticidas en líquido.

Los herbicidas específicos para el maíz destruyen las malas hierbas sin hacerle daño al mismo. Es - tos pueden ser preemergentes, emergentes y post - emergentes, para antes, en el momento y después, que han emergido las malas hierbas respectiva - mente.

Los Rendimientos que se pueden obtener según va - riedades

Variedad	Rendimiento
1. Con puesto blanco	de 80 a 90 qq pormZ
2. San Marceño	de 60 a 80 qq pormZ
3. Guateian Xela	de 60 a 80 qq pormZ
4. Criollo	de 24 a 30 qq pormZ

* Cálculo del equilibrio de absorción de agua a por el maíz.

CUADRO No. 20

COSTOS DE PRODUCCION DEL MAIZ

CONCEPTO	Tipo y Número de Unidades o Jor - nales	Costo Total
<u>PREPARACION DEL SUELO</u>		
Aradura, desinfección y rastra	Con Maquinaria	Q. 16.00
Subtotal		Q. 16.00
<u>SIEMBRA</u>		
Siembra y resiembra	8 jornales	
<u>CUIDADOS CULTURALES</u>		
1a. limpia	6 jornales	
Aporque	3 jornales	
2a. limpia y aporque	6 jornales	
Fertilización (aplic.)	4 jornales	
Riego	4 jornales	
Aplic. insecticida	4 jornales	
Doblado	4 jornales	
Aplic. otros pesticidas	3 jornales	
<u>COSECHA</u>		
Corte	13 jornales	
Acarreo	10 jornales	
Beneficio o desgrane	10 jornales	
Subtotal		Q. 75.00
<u>MATERIALES</u>		
Semilla	20 kgs.	Q. 10.00
Fertilizante	250 kgs.	Q. 35.00
Insecticida	2 kgs.	Q. 7.00
Otros pesticidas	1 kgs.	Q. 2.00
Subtotales		Q. 145.00
CUOTAS PATRONALES 1% jls.		Q. 0.75
IMPREVISTOS 10 %		Q. 14.50
ADMINISTRACION 5 %		Q. 7.25
T O T A L		Q. 167.50

Los beneficios están sujetos mayormente a la variación de precios del mercado en la época de cosecha y en segundo plano a los rendimientos del terreno. Aunque los segundos son previsibles o ya conocidos dentro de cierto rango de variación, los precios de venta son variables dentro de un rango muy amplio.

Frijol

La especie más importante desde el punto de vista agrícola es el *PHASEOLUS VULGARIS* L.

Características Agronómicas

Mercado del Producto

- a) Nacional: Bueno
- b) Centroamericano: Bueno
- c) Internacional: No existe

Categoría de Agricultor

Puede ser cultivado por cualquier tipo de agricultor, siempre y cuando se efectuen las prácticas de cultivo adecuadas.

Clima

Según el sistema inicial de clasificación ecológica de Holdridge, las zonas de mayor vocación para este cultivo en Guatemala son: zona subtropical seca, zona subtropical húmeda y zona montano bajo seca. Altitudes de 0 a 2272 mts.; precipitación pluvial de 800 a 1500 mm anuales; precipitación pluvial; durante el ciclo del cultivo 400 mm.

Clase de Tierra

El cultivo del frijol prospera en casi todos los tipos de suelos. Es ideal para su cultivo el suelo areno-arcilloso, francoarenoso, franco arcilloso, con alto contenido de materia orgánica. También suelos profundos bien drenados que evitan pudrición en las raíces a las que el frijol es muy susceptible. De preferencia de Topografía plana. El estancamiento de agua puede perjudicar a las plantas en pocas horas. En áreas en donde la permeabilidad es pobre, deben realizarse prácticas de drenaje para poder obtener una buena cosecha. Deben evitarse suelos con un contenido alto de sales, puesto que afecta los rendimientos en forma definitiva.

Rotación de Cultivos

Algún sistema de rotación o diversificación de cultivos es necesario utilizar para obtener altas cosechas y buena calidad de frijol.

Una rotación con intervalo mínimo de 1 a 2 años para la siembra de frijol es una buena práctica.

El cultivo sucesivo de frijol es arriesgado por el peligro de daño por enfermedades depositadas en el suelo o en los desechos de plantas.

Una rotación recomendable sería que después de la siembra de frijol se sembrara alguna gramínea, como maíz, trigo, etc. Estas no sólo permiten aprovechar el nitrógeno que deja el frijol en el suelo, sino también favorecen el control de enfermedades.

Preparación del Terreno

Como en todos los cultivos, el terreno debe prepararse adecuadamente. En el caso del cultivo de frijol, es necesario barbechar el suelo a una profundidad de 20 a 30 cms. y luego darle dos pasadas de rastra para desmoronar los terrones, logrando con ello moler bien la tierra.

Desinfección del Suelo y la Semilla

La desinfección del suelo tiene como finalidad destruir y controlar las plagas que existen en él, evitando así que causen daño tanto a las raíces, como al tallo de las plantas en su primera etapa de desarrollo.

La aplicación de los insecticidas se realiza después de haber arado el suelo; luego se procede a rastrear para incorporarlo al mismo y lograr así un mayor efecto positivo en el control de los insectos.

Sistemas de Siembra

La siembra puede realizarse en forma mecánica o a mano. La más generalizada para Guatemala es la segunda forma y se realiza en 2 épocas del año. La primera época es aquella que está comprendida entre los meses de mayo y junio, y la segunda época comprendida entre los meses de agosto y septiembre. Hay una tercera época en los meses de enero y febrero, que es la siembra bajo riego.

La temperatura del suelo más aconsejable para obtener buena germinación debe estar alrededor de los 21° C., pues es cuando el frijol germina rápidamente.

Distancia de Siembra

La distancia de siembra esta relacionada con el hábito de la variedad, tipo de suelo, sistema y método de siembra.

Como recomendación general pueden considerarse adecuadas las distancias de 40 a 50 cms. entre surcos, y de 5 a 10 cms. sobre el surco, depositado por postura un grano. Aunque en algunas zonas frijoleras se recomienda sembrar a la distancia de 30 cms. entre surcos y de 5 a 10 cms. sobre el surco.

Densidad de Siembra

La cantidad de semilla recomendable es de 47 a 52 kg/Ha (de 80 a 110 libras/MZ), para obtener una buena población.

Fertilización

Para establecer un programa adecuado de fertilización en el cultivo del frijol, es indispensable llevar a cabo análisis de suelo. Esto se debe a que los requerimientos de fertilizantes varían de acuerdo con el nivel de rendimiento esperado.

Cultivos

Depende de la ecología del lugar donde va a sembrarse, así como del cuidado que se haya tenido en la preparación del terreno, puesto que la clase de maleza varía en cada clima y suelo.

Los cultivos* se pueden realizar de 3 maneras: a) Mecánica, b) Manual y c) Usando productos químicos. En los dos primeros casos pueden realizarse dos labores de limpia, teniendo cuidado de no profundizar demasiado los implementos agrícolas para no dañar las raíces de las plantas. Debe tomarse muy en cuenta que en los primeros 30 días después de la siembra debe mantenerse el terreno libre de malezas, no considerándose importantes las malezas que aparezcan posteriormente ya que no afectan de manera significativa las cosechas.

Cosecha

Debe efectuarse cuando la mayor parte de las vaí-

* Eliminación de malezas, fertilización, remoción de tierra para mejor aireamiento del suelo, aporques, etc.

nas estén secas (75%). Si se cosecha antes se dificultará la separación del grano de la vaina, ob teniéndose además gran cantidad de grano inmaduro y con un color aún no definido lo cual afectará a la calidad. Si se espera que se sequen to das, las primeras en secarse botarían el grano, oca sionando una pérdida.

Siguiendo un plan adecuado para el cultivo del frijol se pueden obtener rendimientos de 20 a 30 qq por manzana.

Las variedades recomendadas para el área son:

IAN - 5091 con hábito semiindeterminado elev. 1000 2200

Compuesto con hábito semiindeterminado elev. 1000 2200

Chimalteco con hábito determinado elev. 300 1500

Guilapa 72 con hábito semiindeterminado elev. 300 1500

Ipala 72 con hábito semiindeterminado elev. 300 1500

San Pedro P. con hábito semiindeterminado elevac. 300 1500

Y también esta Chile 23 (Frijol Rojo) hábito in - determinado elevación de 1000 2200.

El ciclo vegetativo de las variedades de frijol , antes mencionadas esta entre 90 a 120 días.

CUADRO No. 20 a.

COSTOS DE PRODUCCION DEL FRIJOL *

CONCEPTO	TIPO Y NUMERO DE UNIDADES O JORNALAS	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO PARCIAL (Q)	COSTO TOTAL (Q)
<u>PREPARACION DEL SUELO</u>				
Aradura	Maquinaria		8.00	
Desinfección	Maquinaria		4.00	
Rastra y surqueado	Maquinaria		6.00	
Subtotal				18.00
<u>SIEMBRA</u>				
Siembra y resiembra	8 jornales	Q. 1.00	8.00	
<u>CUIDADOS CULTURALES</u>				
1a. limpia y aporque	14 jornales	Q. 1.00	14.00	
2a. limpia y aporque	16 jornales	Q. 1.00	16.00	
Aplic. fertilizantes	4 jornales	Q. 1.00	4.00	
Aplic. insecticidas	4 jornales	Q. 1.00	4.00	
Otros cuidados	4 jornales	Q. 1.00	4.00	
Aplic. otros pesticidas	2 jornales	Q. 1.00	2.00	
<u>COSECHA</u>				
Corte	12 jornales	Q. 1.00	12.00	
Aporreo	6 jornales	Q. 1.00	6.00	
A carreo	5 jornales	Q. 1.00	5.00	
Subtotales				75.00
<u>MATERIALES</u>				
Semilla	25 kgs	0.45		11.25
Fertilizante	200 kgs	0.14		30.80
Insecticidas	4 kgs	3.00		12.00
Fungicidas	2 kgs	4.50		99.00
Otros pesticidas	1 kg.	2.00		2.00
Subtotales				158.05
CUOTAS PATRONALES 1%				0.75
IMPREVISTOS 10%				15.81
ADMINISTRACION 5%				7.94
T O T A L E S				182.55

Costos sin actualizar, debido a la constante variación del precio de los insumos.

c) Frutales:

Condiciones de Clima y Suelo

Las frutas cítricas crecen y producen buenas cosechas en climas cálidos húmedos, con abundante cantidad de lluvia, o bien en climas cálidos y secos, donde se dispone de agua para irrigación.

No obstante, no todos los frutos cítricos responden igual a una misma condición climática. Ni siquiera todas las variedades de una misma especie tienen una respuesta similar a condiciones iguales de clima.

La Naranja Washington se adapta mejor que la Valencia a localidades donde la temperatura, en la época de crecimiento, es alta.

En un clima subtropical-caluroso en el verano y fresco en el invierno se producen naranjas y mandarinas de mucho mejor calidad que en un clima tropical, con temperaturas altas todo el año.

La cantidad de * calor acumulado por árbol durante la época del crecimiento y desarrollo del fruto esta correlacionada directamente con el tiempo que toman los frutos desde la floración hasta la maduración. Es decir, a mayor cantidad de calor acumulado, más temprana la maduración. En regiones tropicales, tales como la selva, la fruta madura y pasa rápidamente su punto de mejor calidad. En regiones cercanas a la costa, la misma variedad tiene una maduración más lenta y puede ser mantenida en el árbol en buenas condiciones de calidad por un tiempo más prolongado.

Lluvia

La cantidad de precipitación anual en una determinada localidad afecta el cultivo de los cítricos de varias maneras. Cuando la pluviosidad aumenta, la necesidad de irrigación decrece, aumentando los problemas de enfermedades y disminuyendo los de insectos.

La lluvia puede ser mucho mayor de lo necesario para el cultivo en algunos meses, y puede ser insuficiente en otros. La precipitación pluvial puede ser más que suficiente si estuviera bien distribuida.
*Sumatoria de las temperaturas promedio diarias durante dicha época.

tribuida a lo largo del año, pero la realidad es otra.

Temperatura

Para el cultivo de cítricos se debe dar mayor importancia a las condiciones de temperatura muy bajas que causan daño a la planta y al fruto, o por condiciones de temperatura extremadamente altas.

Dentro del área en estudio no ocurre ninguna de estas 2 situaciones, por lo tanto, no existe el problema de muy altas o muy bajas temperaturas.

Suelos

Los suelos para el cultivo de los cítricos deben tener un buen drenaje, por lo menos hasta un metro de profundidad. En suelos mal drenados suele haber problemas de desarrollo radicular pobre, debido a una deficiente aereación de las raíces y al desarrollo de enfermedades en ellas. No obstante, algunos patrones son un tanto más resistentes a tales problemas que otros. Cuanto mayor sea la profundidad de el suelo bien drenado, mayor será el tamaño del árbol. Si la capa freática puede ser mantenida constantemente, a una profundidad comprendida entre 65 y 100 cms. los árboles cítricos crecerán y producirán buenas cosechas, pero esto sería una situación ideal. Que la fuente de agua sea por irrigación o por lluvia lo importante radica en que el agua añadida mantenga en condiciones ideales de saturación del suelo para el aprovechamiento del agua por las plantas. Si el suelo es arenoso o franco arcilloso, esta característica es de importancia solamente cuando se refiere a humedad.

Los suelos arenosos no son convenientes para el cultivo de cítricos, excepto en rangos de PH de 5.5 a 6.5. Se pueden utilizar suelos francos y suelos arcillosos con reacciones de PH de 5.0 a 8.5. La presencia de sales de calcio en el suelo o el encalado de éste, no puede causar reacciones de PH arriba de 8.5 y en este nivel generalmente hay problemas severos de disponibilidad de hierro, zinc y manganeso. Cuando el PH es mayor de 8.5, existe presencia de sales de sodio. Cuanto mayor es el PH, mayor será la presencia de sales dañinas para la planta.

Patrones

Cuando las plantaciones cítricas se hacían con árboles de pie franco no existía el problema de los patrones. Con la demanda creciente de variedades reconocidas, todos los tipos de cítricos, aún los limones sutiles, deben ser ahora injertados sobre un determinado patrón. La decisión sobre qué patrón es necesario utilizar es muy importante, ya que estos varían considerablemente en su adaptación a diferentes condiciones de suelo.

Características generales que se podrían obtener mediante el uso de ciertos patrones:

El Naranja Trifoliado

Este patrón es uno de los más resistentes a la gomosis del cuello y otras enfermedades gomosas, por lo tanto, es muy satisfactorio para ser utilizado en suelos bajos y pesados (arcillosos). El crecimiento de las plantas es lento en el vivero, y en el campo, los árboles pueden o no resultar enanizados. La calidad de la fruta producida sobre este patrón es excelente y los rendimientos son muy buenos para el tamaño del árbol. Existen varios tipos de naranja trifoliado. La experiencia indica (Ref. 20) que el tipo trifoliado, con flores grandes enanizó los árboles más consistentemente que el tipo que tiene flores más pequeñas; esta propiedad puede ser utilizada para establecer huertos de árboles pequeños a densidades mayores por hectárea. Es tolerante a la marchitez y a la xiloporosis, pero muy susceptible a la exocortis, de tal forma que sólo deben injertarse sobre este patrón yemas provenientes de árboles libres de este virus.

El Naranja Trifoliado ha sido usado en suelos mal drenados, así mismo, es resistente al nemátodo de los cítricos. Sin embargo, es conveniente su uso en suelos ligeros y arenosos, o suelos que tengan alto contenido de calcio o sean salinos. Las raíces del Naranja Trifoliado parece que no pueden absorber hierro y zinc en igual proporción que los demás patrones, de tal forma, es probable que estos elementos deben ser abastecidos adicionalmente.

Naranja Dulce

En suelos arenosos o francos profundos, este pa -

trón puede adaptarse muy bien para ser utilizado en cualquier tipo de cítricos, pero no produce árboles tan grandes (o cosechas tan altas) como el limón rugoso en suelos arenosos, aunque la calidad interna de la fruta es un tanto mejor. No es nada satisfactorio su utilización en suelos bajos y pesados por susceptibilidad al ataque de enfermedades fungosas del suelo, y puede ser también atacado en suelos ligeros si estos están en zonas de fuerte lluvia o donde es práctica común utilizar demasiada agua para irrigar.

Los Citranges

Varios de estos híbridos, provenientes del cruce de Naranja Dulce por Naranja Trifoliado, están siendo probados extensivamente en muchas áreas cítricas del mundo. Aún no se tiene suficiente información para permitirse la recomendación de ninguno de ellas en el país.

Existe también una serie de cítricos que se podrían recomendar a la zona, pero no existe una demanda que valga la pena como para preocuparse por producirlos.

Prácticas de Vivero

Con el fin de tener árboles cítricos injertados para ser plantados en el campo definitivo, es necesario producir las plantitas de el patrón deseado para que sean injertadas con yemas de la variedad cítrica apropiada. Solamente el Limón Sutil es plantado en forma satisfactoria como árbol franco en el huerto definitivo, situación que puede cambiarse conforme se vaya extendiendo la marchitez, hasta hacer que este cítrico sea cultivado sobre un patrón tolerante. En el vivero primero se plantan las semillas, y el producto final es el árbol injertado listo para ser puesto en el campo. Este proceso tarda alrededor de 2 años variando entre 10 y 30 meses en condiciones extremadamente favorables o desfavorables, respectivamente.

Las Semillas y el Almácigo

Las semillas de los cítricos pierden su viabilidad en 2 ó 3 semanas si no se proporciona un almacenamiento especial. Deben ser plantadas lo más pronto posible después de ser extraídas de la fruta.

Las semillas deberán ser plantadas en hileras separadas a 10 cms. cada una a una distancia de 2 cms. entre semilla y semilla, y a 2 cms. de profundidad. Se debe plantar por lo menos el doble de semillas que el número de patrones que se necesitan, para permitir la eliminación de plantitas pequeñas, o de pobre desarrollo.

Luego de sembrar las semillas, se debe colocar una cubierta o sombra sobre la cama del almácigo para reducir la intensidad de la luz y en condiciones de climas cálidos lluviosos, para atenuar la fuerza de las lluvias que puedan erosionar o lavar el suelo del almácigo.

La Injertera

Cuando el tallo de las plantas alcanza un diámetro de 5 ó 6 mm, a nivel del suelo, este se transfiere a las injerteras. Esto sucede entre los 4 y 5 meses de plantadas las semillas.

Puede hacerse en un suelo bien preparado, con el fin de plantar los patrones. También puede hacerse un surco de 30 cms. de profundidad a lo largo de las hileras, o abrir huecos a intervalos de 30 a 40 cms. de profundidad, incluso se pueden sembrar en bolsas de polietileno. El sistema a usar dependerá de las circunstancias y disponibilidad de material. La injertera deberá mantenerse libre de malas hierbas e irrigarse con la frecuencia necesaria para tener húmedo el suelo, pero no saturado. Deben aplicarse fertilizantes regularmente, cada mes, para mantener un crecimiento vigoroso.

La Injertación

Cuando los tallos de los patrones han adquirido un diámetro de aproximadamente 1 cm. a unos 30 cms. sobre el nivel del suelo, las plantitas están listas para ser injertadas. Esto puede ocurrir a los 4 ó 6 meses de ser plantados en las injerteras, siendo menor este tiempo en los climas cálidos húmedos. El injerto de "Yema" o "Escudete" es el tipo de injerto que más se usa para cítricos en los viveros, y parece ser que no existe diferencia si se hace la inserción en "T" de rechazo invertida en el patrón. La altura de inserción de la yema en el patrón debe ser de 15 a 20 cms. por encima de los árboles que se plantan en clima cálido seco, y de 30 cms. o más para los

que serán plantados en regiones cálidas lluvias.

El tronco del patrón debe ser recto y no curvo, y se deberán sacar las hojas de éste hasta una distancia de 5 cms. por encima y por debajo del injerto.

Solamente es posible injertar cuando los patrones están en crecimiento activo, debido a que sólo en estas circunstancias se puede separar la corteza de la madera para injertar la yema entre ambas. Consecuentemente, es imprescindible mantener la injertera bien regada para que los patrones continúen creciendo rápidamente.

Se deben extraer yemas de árboles que tengan una apariencia sana y vigorosa y que hayan producido cosechas altas de frutas y de buena calidad. Es de primordial importancia que los árboles estén libres del virus causante de la porosis, ya que esta enfermedad afecta igualmente a cualquier árbol sobre cualquier patrón.

Se deben escoger yemas de las ramas del crecimiento anterior. Las ramas deben estar bien maduras, ser de forma redondeada y tener yemas turgentes que no hayan iniciado la brotación todavía. Se cortan las hojas de la ramita dejando 2 mm de la base del peciolo. Las yemas deben cortarse de una longitud de 2 cms. y tener un pedazo de madera de 6 cms.

Luego de realizar el corte en "T" en el patrón, se inserta la yema en la abertura que se forma, debajo de la corteza.

Luego se envuelve firmemente el injerto con una cinta de polietileno cubriendo toda la yema y todos los cortes en el patrón. Al cabo de 2 semanas se debe desenvolver el injerto y examinarlo. Si la yema tiene un color verde y se está formando tejido ceroso alrededor, se ha unido bien con el patrón. Pero si la yema ha tomado un color marrón y es fácilmente desprendida del tallo, la injertación ha fallado; el patrón debe ser injertado nuevamente si se dispone de yemas convenientes y si la corteza se desprende con facilidad aún.

Cuando se ha asegurado un buen prendimiento de la yema injertada, el próximo paso a realizar es el de estimular a que inicie su crecimiento ya que

de otra manera tardaría muchos meses en iniciar el brotamiento si es que lo hace. Existen cuando menos 4 tratamientos para estimular el crecimiento de la yema:

1. Corte del patrón justo encima de la zona de injerto.
2. Corte del tronco del patrón hasta la mitad de su diámetro inmediatamente encima del injerto y doblar al costado el patrón.
3. Corte del patrón a la mitad de la distancia entre el injerto y el ápice del patrón y, después de un mes, corte este mismo inmediatamente sobre el injerto.
4. Doble de la punta del patrón hacia el suelo, de forma que el injerto esté antes de la curva y exterior a esta; mantenga la punta del patrón doblada con una piedra y amárrela al siguiente patrón.

Plantación del Huerto

Distanciamiento de los árboles: los huertos de cítricos se plantan usando el sistema "Cuadrado" y el "Rectangular" cuando se usa el sistema a l rectángulo se distancian menos los árboles de las hileras que los árboles entre las hileras. El distanciamiento por usar depende del tamaño que los árboles tendrán cuando alcancen su madurez y debe ser tal que permita que no se agrupen entre ellos.

Los árboles de Naranja y Mandarina pueden ser plantados a distancias de 7 m en ambas direcciones o 6 x 8 m; los limones sutiles a una distancia similar, las toronjas a 10 m de separación, etc.

Trasplante

La mejor época para el trasplante de los árboles del vivero al campo es al final del invierno en los climas cálidos y húmedos, en lugares donde haya una época de sequía, el mejor momento es cuando se inician las lluvias, o en cualquier momento en donde no haya época de sequía.

Los huecos en el terreno deben ser lo suficientemente grandes para que se acomode bien el sistema radicular, pero no más grandes; deben permitir que las raíces se expandan en forma natural; en suelos arenosos es recomendable mezclar 102 paladas de materia orgánica bien descompuesta con la

tierra que se van a colocar en el hueco, pero no es imprescindible. En los lugares donde existe deficiencia marcada de fósforo es conveniente colocar un kg de superfosfato en el hueco, mezclándolo uniforme con la tierra que se va a usar para tapar el hoyo.

Los árboles deberán ser plantados en los huecos en forma que queden más o menos 4 ó 5 cms. más elevados del nivel de la superficie del suelo, para permitir su asentamiento luego de plantarlos.

Los terrenos del grupo tres y cuatro de la clasificación de este estudio deben mantenerse con vegetación permanente para asegurar su conservación adecuada. Desafortunadamente se han destruido bosques y praderas en terrenos ocasionando un grave riesgo de erosión, como para sembrarlos de cultivos limpios (maíz, frijol, etc.) y es aquí donde se ha originado los casos graves de destrucción del suelo. Es necesario pues, restablecer la cobertura vegetal mediante el cultivo de pastos, de bosques o de otra vegetación adecuada, tanto desde el punto de vista de la conservación como con respecto a lo económico.

5.1.3.2 Cultivos Perennes

Para los terrenos agrupados en Clases II y III (de este estudio) se pueden recomendar los cultivos y prácticas siguientes:

- a) Pastos
- b) Bosques

a) Pastos:

Para el establecimiento de pastos es necesario considerar:

1. Selección de la especie adecuada
2. Desmonte y preparación del terreno
3. Época de siembra
4. Métodos de siembra
5. Explotación durante el primer año
6. Resiembra y consolidación

El Establecimiento de Plantas Forrajeras

Quiere más cuidados culturales que los cultivos, anuales porque su explotación tiene que durar mucho, y de la forma que se haga depende, su éxito.

Mientras más dure un potrero es más productivo, no interesa cuanto se produzca sino lo que consume el animal, para hacer una selección de especies se usan las más productivas, pero cuando hay desconocimiento del lugar; vale más la pena usar aquellas que se adapten a diferentes condiciones tales como: Rhodes, Estrella, etc., el lugar de especies que tienen requerimientos mayores, como el kikuyu, pangola, etc.

Desmonte y Preparación del Terreno

Si hay guamil (vegetación alta), conviene trillar la con ganado, y eliminar los tocones, luego preparar el terreno y sembrar.

Cuando la vegetación es muy gruesa pero de pequeños arbustos se usa lo que se llama rolos o desmenuzadores, que consiste en un cilindro con aristas, con cuchillas llenas de agua, halado por un tractor.

Métodos químicos cortando los árboles y aplicándoles los productos químicos.

El objeto primordial de los campos de pastoreo, es producir la más valiosa cosecha de forraje posible y utilizar las cosechas por el ganado de tal forma que el rendimiento sea mantenido año tras año. La cobertura vegetal de este tipo es capaz de desempeñar, en la misma forma un papel importante en el control de la erosión y de las inundaciones. Por tanto, es muy importante conocer si las especies forrajeras más valiosas son capaces de reproducir y mantenerse en su lugar, bajo el grado de pastoreo que se les impone o si serán reemplazadas por otras menos valiosas.

La selección de las plantas forrajeras para esta zona se ha hecho tomando en cuenta las condiciones climáticas; aunque es poca la información sobre este tipo de plantas, para dicha selección de pastos; los límites de elevación sobre el nivel del mar características de cada pasto, se utilizaron.

Entre los pastos más adecuados podemos mencionar los siguientes:

Tipo de Pasto	Elevaciones Optimas		
1. Avena (avena sativa)	1600	-	3100 MSNM
2. Rhodes (Chloris gayana)	0	-	2200 MSNM
3. Pasto Ovillo (Dactylis glomerata)	2000	-	3100 MSNM
4. Ryegrass (Lolium perenne)	2300	-	3000 MSNM
5. Calingüero (Melinis minutiflora)	200	-	2300 MSNM
6. Pasto Harding (Phalaris tuberosa)	2000	-	3000 MSNM
7. Kikuyu (pennisetum clandestinum)	1500	-	2500 MSNM

Estos tipos de pastos se adaptan más o menos a las condiciones climáticas siguientes:

- a) Temperaturas de 20° a 24° C.
- b) Precipitaciones de 800 a 2000 mm de lluvia anual promedio
- c) Alturas sobre el nivel del mar de 1000 mts. a 2300 MSNM

Datos necesarios para el establecimiento de praderas

Especie de Pasto	Material a usar en la Siembra	Cantidad por Hectáreas	Distancia de Siembra
Calingüero	Semilla	21 libras	50 cms. entre surcos y chorrío o al voleo
Jaragua	Semilla	40 libras	Al voleo
Napier	Estacas o Sepas	3 toneladas	50 cms. entre surcos y/o al voleo

Lista de Pastos con Posibilidades de Implantar

Nombre de Especie	Altitudes	Requerimientos		
		Precip. mm	Temp°	C.
Agrostis Alba	1800-3100			
Axonopus Com - presus	1000-2200			
Avena Sativa	1600-3100			
Chloris Guayona	0 -2200	1000-2000	20	- 24
Cynodon Dacty- lon	0 -1800	635-1700		
Cynodon Plectog tachyus	0 -2200	500- 750		
Dactylis Glome- rata	2000-3100			
Dichanthium a - ristatum	0 -2200			
Festuca Arundi- nacea	2500-3000			
Festuca Elatior	2000-3000			
Lolium Multi - florum	2200-3000			
Lolium Perenne	2200-3000			
Melinis Minuti- flora	200-2300	800-4000	18	- 27
Phalaris Arundi- nacea	1800-3000			
Phalaris Tabe - rosa	2000-3000			
Pennisetum Glag destinum				

b) Bosques:

Consideraciones Generales

Agronómicas:

Dentre de estas consideraciones las que más im -
portancia tienen son: a) las condiciones bio -
climáticas del área, que son las que determinarán
las especies de árboles a implantar, b) caracte-
rísticas materiales de cada especie, para la o -
rientación del aprovechamiento económico del área,
c) los trabajos necesarios para la implantación
y explotación de los mismos, para determinar los
costos, rendimientos y beneficios del bosque.

Seguidamente se detallan los lineamientos a se -
guir en el tratamiento de un área con vocación
forestal.

Tratamiento de las Areas de Vocación Forestal

a) Descripción General de los Trabajos a Efectuar

La reforestación artificial de las áreas consideradas de vocación forestal, se ejecutará con especies forestales adecuadas al medio ecológico y suelo donde se localiza la cuenca. Las especies seleccionadas serán consideradas para un doble propósito; que lleguen a ser aprovechadas comercialmente en el futuro y que cumplan con una función protectora (de los recursos hídricos y suelos).

Previo a la siembra de especies forestales, será necesaria ejecutar algunas obras mecánicas de conservación de suelos, para obtener mejores resultados de los trabajos posteriores. Para llevar a la realización los trabajos de reforestación artificial será indispensable contar con vías de acceso a todas las áreas de la cuenca que se van a trabajar.

Los trabajos de reforestación se deben ejecutar bajo condiciones naturales, ya que no es factible económicamente poner en práctica el riego artificial (sería antifuncional hacer una inversión en obras de riego solamente para la época de siembra o para la explotación de bosques bajo riego). Por este motivo la siembra de arbolitos se deberá efectuar desde el mes de junio hasta principios del mes de octubre, ya que es cuando el suelo contará con una humedad adecuada.

b) Delimitación, Extensión y Localización de las Areas a Reforestarse

Las áreas a reforestarse se encuentran distribuidas por toda la cuenca; sumando una extensión aproximada de 120 kms² para la localización de estas áreas, ver mapa No. 3.

c) Trabajos previos a la Reforestación

Es necesario ejecutar algunos trabajos previos a la reforestación con el objeto de asegurar el éxito de la plantación:

Chapeo o Limpias Previas: Las áreas a re-

forestarse en su mayor parte están pobladas de pastos naturales, monte bajo, malezas y arbustos. Por lo que será necesario suprimir toda esta clase de vegetación para evitar competencia de las plantitas a sembrarse con dicha vegetación.

- Curvas a Nivel: Toda plantación a establecerse en curvas a nivel. Las curvas guías deberán trazarse de acuerdo con la pendiente dominante. El intervalo vertical de estas se determinará con la fórmula $I = (2 \div \%) 0.305$ en el cual (%) es el porcentaje promedio de la pendiente. La siembra se efectuará en líneas paralelas a las curvas ya trazadas.

Terrazas

Será conveniente construir terrazas de banco en áreas con pendientes mayores de 30 %. Estas tendrán como finalidad principal interceptar las aguas de escorrentía y contribuir a defender el suelo del proceso de la erosión.

Estas pueden construirse con las dimensiones aproximadas siguientes:

- a) De acuerdo a las pendientes dominantes (mayores del 30 %)
- b) La profundidad del horizonte superior del suelo

La plataforma debe tener 1.00 m. de ancho (incluyendo el ancho del borde del terraplén); talud aproximado de 1.5:1. La plataforma deberá tener la pendiente adecuada en sentido contrario a la pendiente del terreno. La pendiente a todo lo largo de la terraza será mínima, debido a la finalidad de estas terrazas (infiltración).

Será conveniente proteger las terrazas con alguna vegetación como ejemplo (gandul, napier, etc.).

Plateo

Este trabajo solamente se debe hacer en aquellas áreas que no se chapean o limpian en forma pareja. El plateo debe hacerse en un espacio mínimo de 25 cms. alrededor del hoyo o lugar de la siembra.

Ahoyado

Los hoyos para la siembra en cubo deberán tener un tamaño máximo aproximado de 30 x 30 x 30 cms. variando la profundidad de acuerdo con la consistencia del suelo. La cantidad de hoyos/Ha será de acuerdo a la densidad de siembra.

d) Producción de Plantas

Las plantas necesarias para la reforestación deberán efectuarse en un vivero, ubicado dentro de la misma área de trabajo; a poca distancia y en la misma zona ecológica.

e) Especies Forestales Posibles de Implantarse

Las diversas especies forestales con posibilidades a plantarse dentro de la cuenca, se han seleccionado procurando interpretar correctamente las condiciones de suelo, clima y vegetación forestal local. Estas especies forestales se seleccionaron también en base al doble propósito que se persigue con la reforestación artificial de la cuenca; como lo es la protección permanente del suelo contra el proceso de la erosión y el incremento de especies forestales de mayor valor económico.

Las especies forestales seleccionadas para la reforestación llenan también los requisitos siguientes:

1. Son especies autóctonas
2. Cumplen con la finalidad propuesta
3. No compiten desfavorablemente con las otras clases de vegetación existente
4. No son susceptibles al ataque de enfermedades o plagas
5. Son de valor económico en la región
6. Estas especies atenua la erosión y no transpiran demasiado

Tomando en cuenta la finalidad de incrementar las especies forestales de valor comercial, se recomienda introducir otras especies tales como Cedro de Altura (*Cedrela Pacayana*), Hino de Ocote (*Pinus Montezumae*) y Palo Blanco (*Cybytax Americana*). Estas especies llenan los requisitos de adaptabilidad ya estudiados.

Especies que podrían sembrarse en las áreas por reforestar

Especie	Origen	Dist. siembra	Método de Plant.
1 Pino de Ocote (Pinus Montezumae)	Introd.	a 2 x 2 mts.	100 % cubo
2 Ciprés Común (Cupressus Luisit)	Natural	al 3 bolillo	100 % raíz
3 Cedro de Altura (Cedrela Pacayana)	Introd.	al 3 bolillo	50% R. 50% C.
4 Roble (Quercus SP)	Natural		100 % raíz
5 Pino Colorado (Pinus Ocarpa)	Natural	al 3 bolillo	100 % cubo
6 Eucalipto (Eucalipto Sp)	Natural	al 3 bolillo	100 % raíz
7 Palo Blanco (Cybistax Dis)	Introd.	al 3 bolillo	100 % cubo
8 Aguacate (Persea Americana)	Natural	al 3 bolillo	100 % cubo

Métodos y Sistemas de Siembra a Emplearse

Siembra

Previo a iniciar esta, deberán estar concluidos los trabajos previos en lo que se refiere a limpias y obras mecánicas de conservación de suelos (terrazas, muros de contención, etc.) ya que la siembra se llevará a cabo bajo condiciones naturales de humedad, es preferible iniciar esta cuando el suelo ya tenga suficiente humedad. Las condiciones más favorables para iniciar la siembra se suceden a mediados del mes de junio.

Formas de Plantación

La siembra de las especies seleccionadas se recomienda practicarla en cubo o bolsa plástica, en

un porcentaje para cada especie. En todo caso la supervivencia de las plantas sembradas en cubo siempre será mucho más alta que las plantas a raíz desnuda. Esto es obvio, ya que los suelos seleccionados para reforestar están sufriendo el proceso más avanzado de erosión como consecuencia de su topografía quebrada y su uso actual.

Se aclara que el sistema definitivo de plantación a adoptarse en el campo, estará condicionado a varios factores importantes, siendo entre ellos el más importante el factor económico.

Sistema de Siembra

Debido al doble propósito que se persigue con la reforestación artificial de esta cuenca, se recomienda practicar la siembra en parcelas puras por especie forestal, es decir, que se propiciará la formación de bosques puros.

El área a sembrar con cada especie se determinará basados en su valor económico y su capacidad de protección.

Debido a que la siembra se deberá hacer en su mayor parte siguiendo las curvas de nivel, la distancia de siembra variará de acuerdo con la distancia adecuada que se recomienda. (Según distancia horizontal). El total de plantas necesarias se incrementa en un 10 % para la reposición de plantas muertas o deterioradas en el transporte y resiembras posteriores.

Habrà también que considerar una serie de trabajos posteriores como por ej.:

- Mantenimiento y protección de los trabajos de reforestación efectuados.

Si se trata de establecer bosques, hay que tener presente que los terrenos que se dedican a este uso, son los que más han sufrido daños severos por mal manejo anterior y han perdido por erosión su capa más fértil. Principios generales a seguir:

1. Selección de especie
2. Preparación del terreno
3. Material de propagación
4. Cuidados necesarios
5. Aprovechamiento racional del bosque

Si el bosque ya está establecido, deben tenerse presentes los siguientes puntos generales para conservar el suelo:

1. Prescripción y control de incendios;
2. Control de pastoreo; y,
3. Cuidados en el transporte de trozas, (terrestre, dentro del bosque).

Los incendios forestales (enemigo número 1), además de destruir el bosque, destruyen asimismo la capa de materia orgánica (mantillo) con las consecuencias subsiguientes. Cuando se utiliza el fuego para destruir especies indeseables, áreas afectadas de alguna enfermedad o plaga, deben tomarse medidas seguras para evitar su propagación. El fuego afecta las condiciones físicas, biológicas y químicas del suelo. Cuando los árboles son parcialmente afectados quedan susceptibles al ataque de insectos y enfermedades.

La microflora y microfauna del suelo (bacterias, hongos, actinomyces, insectos, miriápodos, lombrices, etc.), que es beneficiosa son destruidos por el fuego. Algunos mueren con el calor y puede ser cambiada una población de microorganismos.

Al quemarse la materia orgánica superficial pone en libertad nutrientes minerales. Algunos pueden ser aprovechados por las plantas y otros son perdidos por erosión al quedar el suelo sin protección. El nitrógeno es volatilizado y perdido enteramente.

La reacción del suelo puede ser modificada temporalmente por las cenizas que llevan gran cantidad de potasio y calcio, además de otros elementos. La acidez se reduce. Las cenizas minerales y la descomposición acelerada de la materia orgánica, estimulan el crecimiento de la nueva generación de plantas.

La reducción de materia orgánica por el fuego puede cambiar algunas propiedades del suelo (estructura, capacidad de retención) y si es extrema puede retardar el crecimiento de árboles. Se destruye pues, el reservorio de nutrientes.

Pastorear terrenos forestales, cuándo y cuánto?, son puntos que discuten mucho los silvicultores, así como también la forma como el pastoreo afecta

la productividad del suelo forestal en el crecimiento, de la intensidad de pastoreo, la estación, el tipo y condiciones del suelo, el clima, la topografía y el carácter y clase de bosque o mejor dicho de la especie que lo forma.

El ganado vobino, equino y ovino, daña el suelo por pisoteo. Agota los pastos y deja sin protección el suelo. Grandes extensiones del altiplano de los departamentos de Quiché, Sololá, Quezaltenango, San Marcos, Huehuetenango, etc., fueron devastados y dedicados a usos agrícolas, después a uso ganadero donde las ovejas (en excesivo número y por mucho tiempo) consumen el pasto, luego en los meses sin lluvia hasta extraen la raíz de la grama, dejando el suelo sin protección y es así que al llegar las lluvias la escorrentía provoca grave erosión.

El pisoteo del ganado compacta el suelo, reduce la porosidad y por lo tanto la infiltración también se reduce, aumenta la escorrentía y quizá con ella la erosión. Hay pues menor almacenamiento de agua en el suelo.

La presión ejercida por las patas del ganado vobino es de 24 libras sobre pulgada cuadrada. Las ovejas de 2 libras/pulgada cuadrada, mayores presiones son ejercidas por animales en movimiento.

Los suelos de textura fina (limosos y arcillosos) son más susceptibles a la compactación. El pisoteo es más dañino cuando el suelo está húmedo.

Cuidados Necesarios para el Buen Manejo y Conservación de un Bosque

No pastorear cuando la plantía está pequeña. Aislar con cercos las áreas plantadas. Los retoños de algunas especies son comidos por el ganado. El pastoreo controlado puede ser beneficioso en rodales de pino, para controlar gramíneas u otras hierbas que compiten con estas coníferas. Así mismo puede ayudar este control a la reproducción natural. Sacar el ganado cuando estos últimos propósitos han sido cumplidos. En bosques abiertos puede pastorearse siempre que se vigilan los senderos del ganado, evitar concentraciones don se afecte el pisoteo; y no sobrepastorear.

El pastoreo moderado es practicable y justifica - ble en bosques abiertos. Se cree que el pasto ba - jo un bosque de madera dura es de más baja cali - dad, que el que crece bajo stands de pinos.

El método de corte, la intensidad del mismo, el e - quipo usado etc., pueden ser puerta abierta para que ocurra la erosión en suelos forestales. El corte claro, si se distribuye el estrato infe - rior, deja el suelo expuesto a variaciones extre - mas de temperatura, humedad y viento. Se destru - ye la capa de mantillo puede ocurrir erosión, se disminuye la infiltración, almacenamiento de agua y más escorrentía. El corte total o mataraza, también es así en mayor área. El grado como pue - den ocurrir estos cambios, depende de la textura, estructura del suelo así como de la pendiente, ca - rácter de la precipitación y la cantidad de vege - tación baja. Raramente al efectuar un corte cla - ro permanece el suelo desnudo por largo tiempo, luego aparece la vegetación natural o bien puede repoblarse artificialmente.

Las operaciones de transporte pueden ocasionar e - rosión. Las ruedas de tractores y otros vehícu - los, arrastre de trozas, compactan el suelo. La mala localización de lugares de arrastre pue - de que se abran canales donde se inicie la erosión en terrenos con pendiente. A veces cuando se utili - zan bueyes o caballos para el arrastre de trozas también contribuyen a la compactación y formación de pequeñas cárcavas.

Usense caminos normales a la pendiente, o bien si excede en los grados especificados. Proveer los caminos de drenaje adecuado. Construirlos con el menor movimiento de tierras.

El suelo compactado depende de la clase y peso de el equipo usado. Algunos tractores (oruga) ape - nas efectuan una presión de 3 a 9 libras sobre pul - gada cuadrada. La compactación puede afectar una profundidad de 12 " y una amplitud de 12 a 18 ".

9/

5.1.3.3 Prácticas Culturales Recomendadas para el Manejo y Con - servación de los Recursos Suelo y Agua de la Cuenca

1. La Siembra en Contorno

Consiste en disponer las hileras de siembra y efec -

tuar todas las labores culturales en forma transversal a la pendiente del terreno, en curvas a nivel o líneas en contorno. En esta forma cada hilera de plantas o surcos constituye un obstáculo al paso de la escorrentía, disminuyendo su velocidad y su capacidad de arrastre de suelo.

2. Cultivo en Fajas

Consiste en disponer los cultivos en fajas de anchura variable, de manera que cada año se alternan las plantas que dan menor protección al suelo (cultivos limpios), con otras de crecimiento denso. Con este sistema se combinan las siembras en contorno con la rotación de cultivos. Las fajas pueden estar a nivel o no. En todo caso siempre son normales a la pendiente.

Hay dos tipos de fajas: a) en contorno; b) transversales al viento. El primero ofrece mayores ventajas donde la lluvia es causante de erosión. El segundo tipo tienen anchura uniforme y se usan en zonas planas o de muy poca pendiente, para evitar la erosión eólica.

Este sistema participa de las ventajas del cultivo en contorno y de las rotaciones. Los cultivos densos disminuyen la velocidad y volumen de la escorrentía que llega de cultivos limpios. Algunas veces las fajas cultivadas se alternan con pastos (heno-forraje).

El cultivo en fajas es apropiado para terrenos de las clases II, III y IV. En la Clase II es suficiente el cultivo en fajas. En las clases III y IV, se combina con terrazas o acequías de ladera y la anchura de las fajas de cultivos densos puede reducirse.

Generalmente se acepta que la mayor anchura de una faja sea de 60 m. Si las circunstancias son desfavorables puede reducirse a 15 m. En todo caso la experiencia puede fijar el tamaño, buscando siempre reducir hasta límites seguros la escorrentía.

Las operaciones de siembra, arado, etc., se ejecutan en igual forma que para la siembra en contorno. Debiéndose además tomar en cuenta lo siguiente:

- a) La siembra en fajas, requiere aplicar rotación de cultivos.
- b) Al arar, evítase la formación de caballones o surcos muertos.
- c) Es conveniente dejar vías de drenaje protegidas con vegetación (pastos).

CUADRO No. 21

ANCHURA PROVISIONAL DE LAS FAJAS PARA SUELOS DE DIVERSAS

PENDIENTES Y DIFERENTES CONDICIONES DE DRENAJE

% PENDIENTE	GRUPOS DE SUELOS		
	BIEN DRENADOS	DRENAJE MEDIANO A MALO	MAL DRENAJE
5	45.0 mts.	37.5 mts.	30.0 mts.
10	37.5 mts.	30.0 mts.	22.5 mts.
12	34.5 mts.	27.0 mts.	19.5 mts.
15	30.0 mts.	22.5 mts.	15.0 mts.
16	28.5 mts.	21.0 mts.	
17	27.0 mts.	19.5 mts.	
18	25.5 mts.	18.0 mts.	
20	22.5 mts.	15.0 mts.	

4

3. Barreras Vivas

Son hileras continuas de plantas perennes y de crecimiento denso, dispuestas a través de la pendiente y con distanciamiento determinado, casi siempre en curvas a nivel (en contorno). Su objeto es reducir la velocidad de la escorrentía y retener el suelo.

Las barreras vivas pueden utilizarse tanto en cultivos limpios como en bosques, y a veces constituyen guías para la siembra en contorno.

Cuando se emplean en cultivos cárpidos (maíz, frijol, papa, etc.) hay que establecerlas con una separación (intervalo) menor que cuando se emplea en cultivos densos, semipermanentes o bosques. Asimismo, a medida que la pendiente del terreno disminuye la separación es menor.

A título de ejemplo se muestra en los cuadros Nos. 22 y 23; patrones de distanciamiento en función al tipo de cultivo.

CUADRO No. 22

DISTANCIAMIENTO DE BARRERAS VIVAS EN CULTIVOS LIMPIOS

Pendiente del Terreno en %	Distancia Horizontal en Mts.
5	20.00
10	15.00
15	10.00
20	9.00
25	8.00
30	6.50
35	6.00
40	6.00

CUADRO No. 23

DISTANCIAMIENTO DE BARRERAS VIVAS EN CULTIVOS

DENSOS, SEMIBOSQUE Y BOSQUE

Pendiente del Terreno en %	Distancia Horizontal en Mts.
5	25.00
10	20.00
15	18.00
20	15.00
25	15.00
30	12.00
35	12.00
40	9.00
45	9.00
50	9.00
55	9.00
60 o más	6.00

En terrenos poco permeables (arcillosos) conviene darle a la barrera viva una inclinación o pendiente del 0.5 a 1.00 % hacia un desagüe.

Plantas que pueden utilizarse como barreras vivas: Vétiver (*andropogon muricatus*); pasto imperial (*paspalum fourmerianum*); napier o zacate elefante; zacate calingüero (*melinis minutiflora*); izote (yuca guatemalensis); moncillo (*andropogon citratus*); la piñuela (*bromelia karattas*); zacate guatemala; sorgo o mamillo (*sorghum vulgare*); etc.

El calingüero, té de limón, citronela, por el aceite que contienen propagan con facilidad los incendios, en tonces debe usarse con cuidado o limitación.

4. Rotación de Cultivos

Rotación es la sucesión recurrente y más o menos regular de diferentes cultivos en el mismo terreno. Es una práctica muy antigua, y ayuda a controlar la erosión. El tipo depende de la selección que se haga de los cultivos que van a rotarse. Una buena rotación tiende a que la finca se diversifique, (Agricultura y Ganadería); para lograr buen equilibrio del uso de las tierras.

Para planear la rotación deben tomarse en cuenta las condiciones físicas y económicas de la finca; además debe basarse en un plan a largo plazo.

Esta práctica tiene aplicación en terrenos de clases agrológicas I a la IV. Los cultivos que se roten deben tener exigencias de nutrientes diferentes, no ser atacadas por las mismas plagas y ofrecer grados diferentes de protección.

Para esta práctica debe tenerse presente la división de cultivos y sus características (limpios, densos, etc.), dado que la protección de los cultivos es progresiva. Así por ejemplo el trigo (cultivo denso) protege el suelo de la erosión mejor que el maíz (limpio); asimismo debe pensarse que en un año se aplicarán abonos verdes.

La siembra continua de un terreno con el mismo cultivo, causa mucha reducción de materia orgánica y nutrientes minerales, bajando su productividad. Con la rotación disminuye este peligro.

5. Plantas de Cobertura y Abonos Verdes

Se utilizan con fines de protección del suelo contra acción de la lluvia y con miras a mejorar las condiciones físicas y químicas para cultivo posterior. Cuando esas plantas se entierran se llaman abonos verdes, con ello se aumenta la materia orgánica.

Como abono verde pueden utilizarse gramíneas y leguminosas.

Las leguminosas y sus nódulos fijan el nitrógeno atmosférico. (Baillus Radicicola).

Especies usadas como cobertura y abonos verdes: alfalfa, trébol, (zona alta); zonas bajas y cálidas: Cauquí, (Cow-Pea), frijol terciopelo, varias crotalarias, kudzu, frijol (leguminosas).

Gramíneas: el centeno, trigo sarraceno, avena, trigo, maicillo (sorgo), pasto calingero.

Sólo en los terrenos muy empobrecidos esta justificado cultivar una planta durante un año para enterrarla. Los abonos verdes deben tomarse en cuenta en la rotación de cultivos.

La vegetación es la más eficaz protección del suelo contra la erosión (hídrica y eólica). Mientras crece la planta utilizada como abono verde protegerá el suelo, luego al enterrarlo se incrementa el contenido de materia orgánica con lo cual se mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo, y con ellas la resistencia a la erosión. Los rendimientos de el cultivo posterior serán mejores.

Entre frutales y cafetales deben mantenerse hasta donde sea posible con una cobertura viva entre las cañas. Entre frutales quizá pueden usarse: frijol, arroz, cauquí, frijol terciopelo. Ahora entre cafetales debe buscarse alguna planta rastrera que crezca bajo sombra. Cuando llega la época seca se corta con machete la cobertura y se deja que actúe como "Mulch".

6. Prácticas Mecánicas

1. Cálculo de la Escorrentía Crítica y su utilización en el diseño de obras de conservación de suelos

La capacidad de las estructuras de conservación de suelos para encausar las aguas de escorrentía, tales como: canales de desviación, acequias de ladera, terrazas de desagüe, etc. debe ser diseñada para condiciones de intensidad de lluvia máxima; de duración y frecuencia dadas, tomando en cuenta las condiciones del suelo que determinan la escorrentía máxima.

5.2 Consideraciones sobre el Riego en la Cuenca del Río Villalobos

Para algunas de las áreas de riego identificadas hay que hacer consideraciones específicas, habiéndose tomado como base para la selección de estas áreas, la clasificación del uso potencial de la tierra y las Clases I - II - III.

CUADRO No. 24

DETALLE DE LOS JORNALES PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS DE
REFORESTACION

ACTIVIDAD DE TRABAJO	COSTO POR HECTAREA
<u>Trabajos Previos</u>	
Limpias previas (Chapeos y rozas)	Q. 7.00
Construcción de terrazas (aproximadamente se construyen 1000 mts. de terrazas/Ha)	Q.16.00
Trazo de curvas guías a nivel	Q. 0.49
Estaqueado del área a sembrarse	Q. 0.80
Plateo de los lugares de siembra	Q.10.00
Subtotal	Q. 34.29
<u>Siembra</u>	
Ahoyado para siembra en cubo	Q.14.00
Siembra en cubo	Q.13.00
Siembra a raíz	Q. 9.00
Traslado de plantas a lugar definitivo	Q. 0.40
Subtotal	Q. 36.40
<u>Trabajos Posteriores</u>	
Limpias Posteriores	Q. 7.00
Diques de contención (se considera uno por hectárea)	Q. 3.20
Cercado de las áreas reforestadas	Q. 7.20
Combate de zompopos por año	Q. 2.53
Subtotal	Q. 19.93
T O T A L	Q. 90.62
<u>Costo de los Accesos</u>	
Longitud de carretera a construirse (se estiman 50 mts. de carretera por hectá- rea como máximo gasto)	Q. 4.50

Gastos por Viáticos del Personal

- a) Ing. Auxiliar (proporcional)
- b) Perito Forestal
- c) Chofer
- d) Tractorista
- e) Perito Agrónomo

Costo de los Trabajos de Conservación de SuelosArea de Vocación Agrícola a Conservación de Suelos

- a) Valor proporcional de un tractor agrícola
- b) Valor de un arado reversible de discos
- c) Valor de 5 jornales para la ejecución de los trabajos

Materiales, Insecticidas, Fertilizantes, etc.

- a) 1.28 quintales de alambre de puas a Q.7.50qq
- b) 0.20 galones de aldrín al 24% a Q.3.33/Gl.
- c) Valor de 39 postes a Q.0.08 c/u

RESUMEN

I RECONOCIMIENTO Y PLANIFICACION

II EJECUCION

III JEFATURA DEL PROYECTO

Costos sin actualizar

2/

1. La clase de suelo agrupada bajo el I puede ser sometida a cualquier tipo de cultivo y sistema de riego sin ninguna restricción; por ejemplo pueden trabajarse con cultivos limpios y riego por gravedad.
2. La clase de suelo agrupado en el subgrupo No. 2, puede ser sometida a cultivos limpios, riegos por aspersión y en época de verano; en época de invierno se deben mantener cubiertos con una vegetación perenne como por ejemplo pastos o grama.
3. Los suelos agrupados en la clase III, deberán regarse únicamente por aspersión, sometida a cultivos perennes y procurar mantener una vegetación bastante densa, como por ejemplo pastos de corte o frutales y pastos conjuntamente.

Con los datos anteriores localizados en un mapa podremos determinar las cantidades de agua necesaria y los lugares donde se presenta esta necesidad.

Habiéndose calculado las necesidades netas de la planta (uso consuntivo, para diferentes cultivos) se puede llegar a las necesidades brutas o reales que se necesitan y así con una estimación bastante amplia de las características físicas de los suelos, poder asumir ciertos parámetros del suelo para el cálculo de las necesidades de agua y los intervalos de riego.

Parámetros a considerar en un sistema de riego:

1. Necesidades de agua o uso consuntivo: esta determinado por el cultivo que se va a regar; dichos valores han sido calculados anteriormente para cada mes del año, de los cuales se usarán los valores del mes de máxima demanda para los cálculos posteriores.
2. El suelo: se deben tomar en cuenta varios factores que influyen en el riego como son:
 - a) La capacidad de retención de humedad (capacidad de campo).
 - b) Punto de marchitez permanente.
 - c) Peso específico.
 - d) Infiltración.

La obtención de los parámetros anteriores es muy difícil y tediosa, por lo que se ha llegado a una simplificación a través de una tabla de valores estimados y comparados con otras características más fáciles de obtener, como lo es la textura del suelo; dependiendo de la textura del suelo así van a variar los parámetros anteriores, ver cuadro No. 25.

- e) La profundidad radicular (también depende del tipo de cultivo y la textura del suelo, ver cuadro No. 26).

3. Tipo de canales de conducción y distribución.
4. Sistema de riego a usar.
5. Eficiencia en el manejo del agua.

Cada una de las condiciones anteriores deben hacerse para cada cultivo y área específica, tomando en cuenta también la disponibilidad de agua para así determinar el sistema de riego a usar. Ejemplo para el cálculo de las necesidades de agua en el cultivo del maíz.

Datos Necesarios:

1. Requerimientos de agua por la planta (usando el mes de máxima demanda; marzo - con 190 mm/mes (Uso Consuntivo)).
2. Factores del suelo, estos se obtendrán de los cuadros Nos. 25 y 26 asumiendo una clase de textura determinada, ejemplo:

Clase Textura; FRANCO ARCILLOSO obtenemos los siguientes datos:

- | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-----|
| a) Capacidad de campo | = 27 % (cc) | |
| b) Marchitez permanente | = 13 % (pmp) | |
| c) Peso específico A | = 1.35 (e) | |
| d) Infiltración | = 0.8 cms/hora (I) | |
| e) Profundidad radicular | = 0.80 m (disp. de agua mas) (D) | 200 |
| f) Canales de tierra | | |
| g) Riego por gravedad | | |
| h) Eficiencia de manejo | 0.7 | |

Datos por Calcular

1. Lámina neta (Ln)
2. Lámina bruta (Lb)
3. Tiempo de riego (Tr)
4. Intervalo de riego (Ir)

$$1. \quad Ln = \frac{cc - Pmp \times e \times D}{100}$$

$$Ln = \frac{27 - 13 \times 1.35 \times 80}{100}$$

$$Ln = 15.12 \text{ cms.}$$

$$2. \quad Lb = Ln + 0.5 Ln$$

$$Lb = 22.68 \text{ cms.}$$

$$3. \quad Tr = \frac{Lb \times \text{área}}{Q \text{ disponible}}$$

$$Tr = \frac{0.22.68 \times 10 \frac{1}{2} \text{ m}^2}{0.50 \text{ m}^3/\text{seg.}}$$

Q disp. por práctica de manejo del agua y la mano de obra se acostumbra a usar caudales mayores de 50 lts /- seg.

CUATRO No. 25
RESUMEN DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

TEXTURA DEL SUELO	Filtración ¹ y permeabi- lidad cm/hr	Total espe- cio poroso %	Peso espe- cífico apa- rente	Capacidad de campo %	Marchitez Permanen- te %	Humedad total utilizable ²		
						Peso Seco %	Volumen %	cm/m.
Arenoso	5 (2,5-25,5)	38 (32-42)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (7-10)
Franco-Arenoso	2,5 (1,3-7,6)	43 (40-47)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Franco	13 (0,8-2,0)	47 (43-49)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-19)
Franco-Arcilloso	0,8 (0,25-1,5)	49 (47-51)	1,35 (1,30-1,40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Arcillo-Arenoso	0,25 (0,03-0,5)	51 (49-53)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	5 (3-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	23 (18-23)
Arcilloso	0,5 (0,01-0,1)	53 (51-55)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

Nota: Los intervalos normales son consignados entre paréntesis

1. Los intervalos filtración real varían mucho con la estructura del suelo y su estabilidad es - tructural, incluso aún más de lo indicado en esta columna.
2. La humedad fácilmente utilizable representa un 75 % de la totalmente utilizable.

CUADRO No. 26

CAPACIDAD PROVISIONAL DE ALMACENAJE DE AGUA EN DIFERENTES COMBINACIONES
DE SUELO Y VEGETACION

Tipo de Suelo	Zona Radicular (a)	Disponibilidad de Agua (mm)
a) espinacas, arvejas, romp lajas, zanahorias, etc.		
A - arena fina	0.50	50
B - franco arenoso fino	0.50	75
C - franco limoso	0.62	125
D - franco arcilloso	0.40	100
E - arcilloso	0.25	75
b) maíz, algodón, tabaco, ca reales, granos		
A - arena fina	0.75	75
B - franco arenoso fino	1.00	150
C - franco limoso	1.00	200
D - franco arcilloso	0.80	200
E - arcilloso	0.50	150
c) alfalfa, pastos, arbustos		
A - arena fina	1.00	100
B - franco arenoso fino	1.00	150
C - franco limoso	1.25	250
D - franco arcilloso	1.00	250
E - arcilloso	0.67	200
d) montes frutales		
A - arena fina	1.50	150
B - franco arenoso fino	1.67	250
C - franco limoso	1.50	300
D - franco arcilloso	1.00	250
E - arcilloso	0.67	200
e) bosques desarrollados		
A - arena fina	2.50	250
B - franco arenoso fino	2.00	300
C - franco limoso	2.00	400
D - franco arcilloso	1.60	400
E - arcilloso	1.17	350

5.2.1 Areas con Posibilidades de Riego y Consideraciones Generales sobre Riego

El riego es considerado como uno de los factores que, dentro de una Agricultura tecnificada, permite el incremento de la producción, usando continuamente la tierra y supliendo las necesidades de agua durante la época seca, pudiéndose obtener dos cosechas de los cultivos actualmente anuales y en algunos cultivos determinados podrían obtenerse hasta tres cosechas en el mismo año. (Como por ejemplo frijol, arveja, algunas hortalizas, etc.). El riego también puede usarse dentro de la misma época lluviosa para evitar que las sequías; aunque no muy grandes, puedan interferir en el buen desarrollo de las plantas. Estas consideraciones ya fueron hechas anteriormente en el estudio del clima, llegándose a determinar aproximadamente duración y ubicación en el tiempo de dicha situación.

Antes de establecer o implantar un proyecto de riego, deberá procurarse que la tecnología agrícola empleada; alcance un alto nivel de producción, lo cual se logra con: prácticas de cultivo y manejo avanzadas, los insumos necesarios y labores culturales de alto nivel, almacenamiento adecuado, buena comercialización de los productos, créditos oportunos y que siempre exista asistencia técnica a los agricultores procurando un mejor desarrollo agrícola.

Identificación de proyectos de riego dentro de la cuenca; se ha hecho en base al estudio de:

- a) Las características agrológicas de los suelos existentes
- b) El uso actual y potencial de los suelos
- c) Las necesidades de agua en época de sequía, para los cultivos recomendables
- d) Las disponibilidades de agua de cada región
- e) Costos y beneficios esperados

A continuación se presenta en forma tabulada, un resumen de las áreas susceptibles a un mejoramiento agrícola mediante el riego y el uso racional del suelo (ver mapa No. 8).

CUADRO No. 27

RESUMEN DE LAS AREAS SUSCEPTIBLES A UN MEJORAMIENTO AGRICOLA MEDIANTE EL RIEGO Y EL USO

RACIONAL DEL SUELO

No.	Area Superficie Ha.	Suele * Clase	Cultivo o cultivos Recomendables	Período de Riego Días o Meses	Uso Consumo en M ³ /año	Necesidad total de agua Lts/seg.	Fuente Superficial	Subterránea
1	197.5	III	Hortalizas	Nov - Mayo	3.29	167.8		X
2	37.5	II	Hortalizas	Nov - Mayo	0.61	31.8		X
3	277.5	I-II-III	Hortalizas	227 - días	4.62	235.8		X
4	25.0	III	Hortalizas	227 - días	0.42	21.2		X
5	142.5	I-III	Hortalizas	227 - días	2.38	121.1		X
6	112.5	II	Hortalizas	227 - días	1.88	96.6		X
7	7.5	III	Hortalizas	227 - días	0.13	6.4		X
8	22.5	III	Hortalizas	227 - días	0.37	19.1		X
9	30.0	III	Hortalizas	227 - días	0.50	25.5		X
10	277.5	III	Hortalizas	227 - días	4.62	235.8		X
11	50.0	III	Hortalizas	227 - días	0.83	42.5		X
12	117.5	III	Hortalizas	227 - días	1.96	99.8		X
13	250.0	III	Maíz y Frijol	227 - días	4.17	212.5		X
14	337.5	III	Maíz y Frijol	227 - días	5.62	286.8		X
15	75.0	III	Maíz y Frijol	227 - días	1.25	63.7		X
16	37.5	III	Maíz y Frijol	227 - días	0.62	31.8		X
17	190.0	III	Maíz y Frijol	227 - días	3.17	161.5		X
18	97.5	III	Maíz y Frijol	227 - días	1.23	62.8		X
19	42.5	III	Hortalizas	227 - días	0.71	36.1		X
20	25.0	II	Hortalizas	227 - días	0.42	21.2		X
21	12.5	III	Hortalizas	227 - días	0.21	10.6		X
22	260.0	III	Hortalizas	227 - días	4.33	221.0		X
23	1262.0	II-III	Maíz y Frijol	227 - días	21.05	1073.1		X
24	785.0	II-III	Hortalizas	227 - días	13.09	667.25		X
25	90.0	III	Maíz y Frijol	227 - días	1.50	76.5		X

Continuación cuadro No. 27

Area Superficie	Suelo	Cultivo o Cultivos Recomendables	Período de Riego en días o Meses	Uso Consumitivo en millones M ³ /año	Necesidad total de agua de Superficial	Fuente Subterránea	
No.	Ha.	* Clase			lit/seg.		
26	90.7	II-III	Maíz y Frijol	227 - días	15.13	777.4	X
27	990.0	II-III	Hortalizas y pastos Cultivados				
28	30.0	III	Pastos Cultivados	227 - días	16.49	841.5	X
29	37.5	III	Pastos Cultivados	227 - días	0.50	25.5	X
30	12.5	III	Pastos Cultivados	227 - días	0.62	31.8	X
31	12.5	II	Hortalizas	227 - días	0.21	10.6	X
32	57.5	III	Pastos Cultivados	227 - días	0.96	48.8	X
33	565.0	III	Pastos Cultivados	227 - días	9.42	480.2	X
34	152.5	III	Hortalizas	227 - días	2.54	129.6	X
35	12.50	III	Hortalizas	227 - días	0.21	10.6	X
36	237.5	II-III	Hortalizas y Pastos	227 - días	3.96	201.9	X
37	12.5	II	Hortalizas	227 - días	0.21	10.6	X
38	80.0	III	Pastos Cultivados	227 - días	1.33	68.8	X
39	1572.0	I	Maíz, Frijol, Hortalizas y pastos Cultivados	227 - días	26.21	1336.2	X
Totales 9641.0				156.98	8004.0		X

* Según mapa de Uso Potencial de la Tierra. Nota: a) El tipo de hortaliza en especial que se deba sembrar estará regido por la demanda del mercado y por el propietario del terreno; dentro de las hortalizas también se podría considerar el cultivo de flores de acuerdo a la demanda y los precios de este cultivo en el mercado. El área total de hortalizas es de 3367 hectáreas correspondiente a un 35.72% del área regable. b) El cultivo del maíz y frijol no son considerados todavía cultivos altamente rentables, como para efectuar gastos en el riego que elevan los costos de producción, sin embargo se han considerado áreas con estos cultivos, debido al alza de precios de estos productos que se ha manifestado últimamente. El área que ocupan dichos cultivos será de 3796.7 hectáreas correspondientes al 40.22 % del área regable. c) Las áreas consideradas para el desarrollo de pastos cultivados (para mantener al ganado lechero) bajo riego se han considerado la demanda de productos lácteos y el alza de precios de los mismos que se ha presentado últimamente, por lo que estas áreas cultivadas con pastos bajo riego destinadas a la ganadería lechera es una forma de solucionar en parte el problema de los

productos lácteos dentro de la cuenca. Dicho cultivo ocupará 2277 hectáreas correspondiente a un 24.12 % del área regable. La distribución hecha anteriormente de los cultivos, en las distintas áreas susceptibles a riego se efectuó de acuerdo:

1. A un fin de balancear en una mejor forma la producción agrícola de la cuenca.
2. A la distribución de la población dentro de la misma cuenca, por ejemplo en la zona occidental de la cuenca hay una mayor población agrícola, y en donde se localiza en mayor cantidad el cultivo de hortalizas que necesitan un alto número de mano de obra. Y en la zona oriental predominan las fincas grandes.
3. Observaciones hechas de las costumbres de cultivo de cada zona y que se desarrollan en buena forma.
4. Y a los distintos tipos de suelos de cada área.
5. A la demanda de cada producto y a la rentabilidad de cada uno de ellos.

Ver mapa No. 8

5.2.2 Renglones objeto de Gasto que habría que Considerar en un Proyecto de Riego

1. Reconocimiento topográfico del área
 - a) Nivelación
 - b) Planimetría
2. Captación, derivación e bombeo
3. Conducción: canales o tomas
4. Aplicación del agua
 - a) Nivelación del terreno
 - b) Canales de riego
 - c) Mano de obra

(El costo del agua propiamente no se podría estimar)

Todos los gastos anteriores habría que deducirlos de los beneficios a obtener y a un plazo bastante cómodo si es que se planea una serie de pequeños proyectos de riego a base de préstamos bancarios o si se cuenta con fondos para la inversión de las instalaciones necesarias para cada proyecto de riego.

La determinación del sistema a seguir en este programa de riego le determinaría una información más a fondo, posiblemente obtenida a base de una encuesta con todos los agricultores que salieran beneficiados con estos proyectos de riego y así lograr un acuerdo entre los intereses; tanto de los agricultores como de las entidades encargadas de la realización de dicho proyecto.

Una información más detallada de los gastos se podría efectuar siguiendo un lineamiento general por ejemplo:

1. Cálculo de la demanda de agua
2. Datos de campo del sistema
 - a) Cota de captación en su mínimo nivel dinámico
 - b) Cota en la descarga en su máximo nivel de almacenamiento
 - c) Perfil y longitud de la conducción
3. Afore de la fuente y estimación de sus variaciones respecto al tiempo (ciclo hidrológico, referencias y estadísticas)
4. Esquema de la dotación de agua; derivación o bombeo
5. Tipo de energía disponible
6. Accesorios necesarios
7. Cálculo de construcción e instalación del sistema
8. Honorarios de profesionales 5 %
9. Nivelación del área a regar hasta el punto de derivación
10. Teniendo el máximo caudal de la fuente podemos diseñar la presa de captación y derivación usando fórmulas determinadas e calculándola directamente
11. Teniendo las necesidades de agua, se hace un esquema de todo el sistema, y se determinan los caudales a conducir en los diferentes puntos; efectuando así en base a los caudales necesarios las diferentes secciones de los canales de conducción y distribución

El manejo del agua va involucrando en los gastos directos de producción de cada cultivo.

5.2.3 Fuentes de Agua con Posibilidades de Aprovecharse

Las fuentes de agua que existen y podrían ser aprovechadas para fines de riego en la cuenca pueden ser:

5.2.3.1 Aprovechamiento del Agua Superficial

Del escurrimiento superficial se puede ver una serie de pequeños ríos que podrían usarse parcial o totalmente, ver mapa No. 7, siendo esta la única información con que se cuenta; se pueden observar algunos valores de los caudales mínimo y promedio que llevan dichos ríos, ver cuadros Nos. 28 y 29.

5.2.3.2 Aprovechamiento del Agua Subterránea

El aprovechamiento del agua subterránea podría llevarse a cabo mediante la perforación de pozos de profundidades determinadas para cada zona y necesidad.

1. Para el altiplano central se tiene una idea de que: la mayoría, un 60 % de los pozos tienen un rendimiento aproximado de 1 a 3 litros/segundo (ver gráfica No. 7), como también se puede ver que la profundidad de dichos pozos está dentro de 75 a 175 metros (ver gráfica No. 8).
2. Para el altiplano occidental la profundidad media de los pozos es de 10 a 50 metros con un rendimiento aproximadamente de 0.2 litros/segundo, ver gráfica No. 9.
3. Para el altiplano oriental, se tienen profundidades medias de los pozos entre: 5 y 25 metros con un rendimiento aproximado de 0.21 litros/segundo, ver gráfica No. 10. (Los rendimientos de los pozos de los altiplanos, oriental y occidental son bastante bajos, debido a la explotación de acuíferos muy superficiales), habría necesidad de hacer una investigación un poco más detallada de dichos recursos subterráneos en estas áreas de la cuenca.
4. Para los valles aluviales de los ríos Villalobos, Pí nula y Las Minas, se observa que las profundidades promedio oscilan entre 5 y 20 metros con rendimientos bastante buenos hasta de 5 litros/segundo, ver gráfica No. 11. En estos valles hay posibilidades de obtener mayores caudales explotando los acuíferos un

CUADRO No. 28

ESTACIONES HIDROLOGICAS EN LA CUENCA DEL RIO VILLALOBOS

NUMERO	ESTACION	RIO	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION MSNM
6.16.1H	La Chirimilla	Villalobos	14° 28' 31"	90° 33' 25"	1200.00
6.16.2H	El Bruje	El Molino	14° 29' 03"	90° 29' 22"	1656.00
6.16.3H	El Infernillo I	Los Encuentros	14° 29' 28"	90° 29' 20"	1677.50
6.16.4H	El Mirón I	El Bosque	14° 28' 00"	90° 30' 01"	1570.00
6.16.5H	El Mirón II	El Bosque	14° 27' 56"	90° 30' 06"	1560.00
6.16.6H	La Beilarina	El Bosque	14° 28' 13"	90° 29' 52"	1600.00
6.16.7H	El Durazno	El Molino	14° 28' 42"	90° 29' 51"	1667.00
6.16.8H	El Bosque	El Bosque	14° 29' 00"	90° 31' 28"	1249.00
6.16.9H	El Infernillo II	Los Encuentros	14° 29' 29"	90° 29' 22"	1665.00
6.16.10H	Bella Vista I	Los Encuentros	14° 29' 57"	90° 29' 17"	1748.00
6.16.11H	Bella Vista II	Los Encuentros	14° 30' 01"	90° 29' 17"	1760.00
6.16.12H	San Nicolás la Cuesta I	El Cangrejal	14° 30' 04"	90° 29' 52"	1620.00
6.16.13H	San Nicolás la Cuesta II	El Cangrejal	14° 30' 13"	90° 29' 55"	1640.00
6.16.14H	Las Minas	El Anono	14° 31' 57"	90° 29' 01"	1760.00
6.16.15H	Celmenas I	El Molino	14° 29' 15"	90° 30' 41"	1380.00
6.16.16H	Colmenas II	Los Encuentros	14° 29' 23"	90° 30' 46"	1374.00
6.16.17H	El Cangrejal	El Cangrejal	14° 29' 27"	90° 31' 30"	1260.00

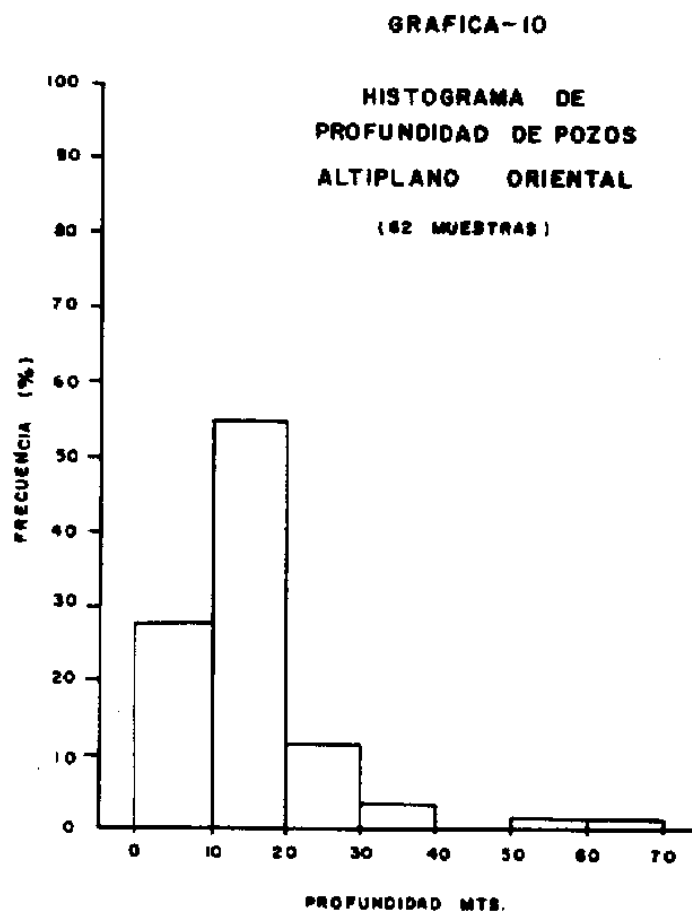
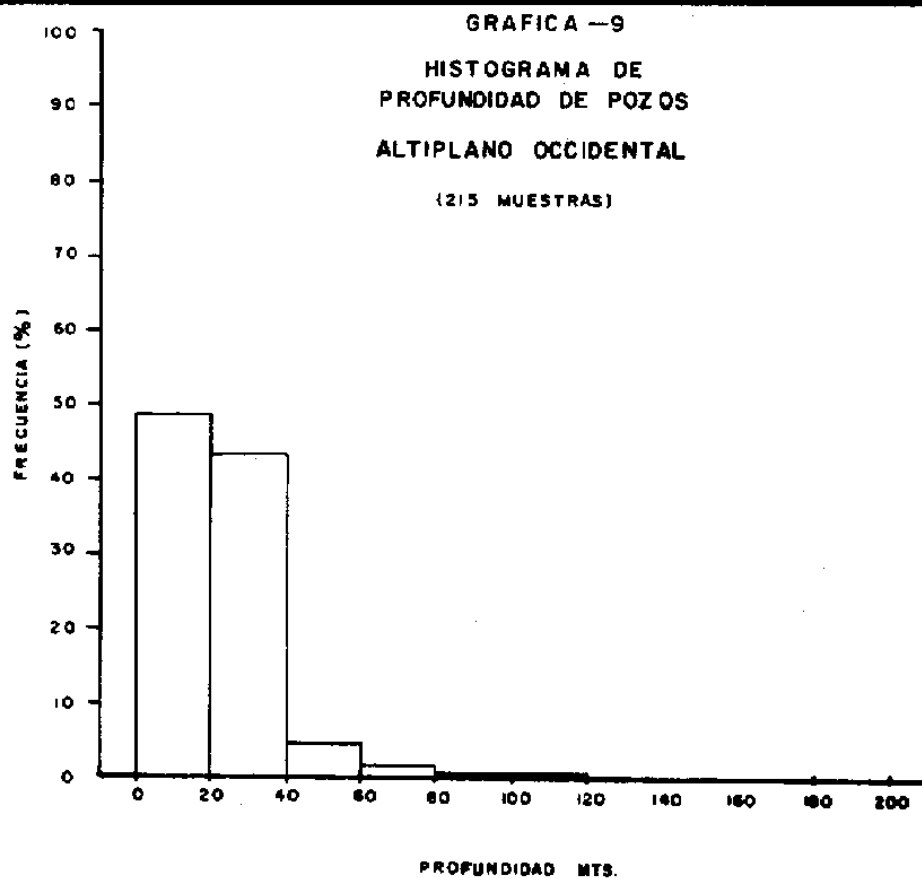
6/

CUADRO No. 29

CAUDALES OBSERVADOS EN ALGUNAS ESTACIONES HIROLOGICAS DE LA CUENCA DEL RIO VILLALOBOS

6/

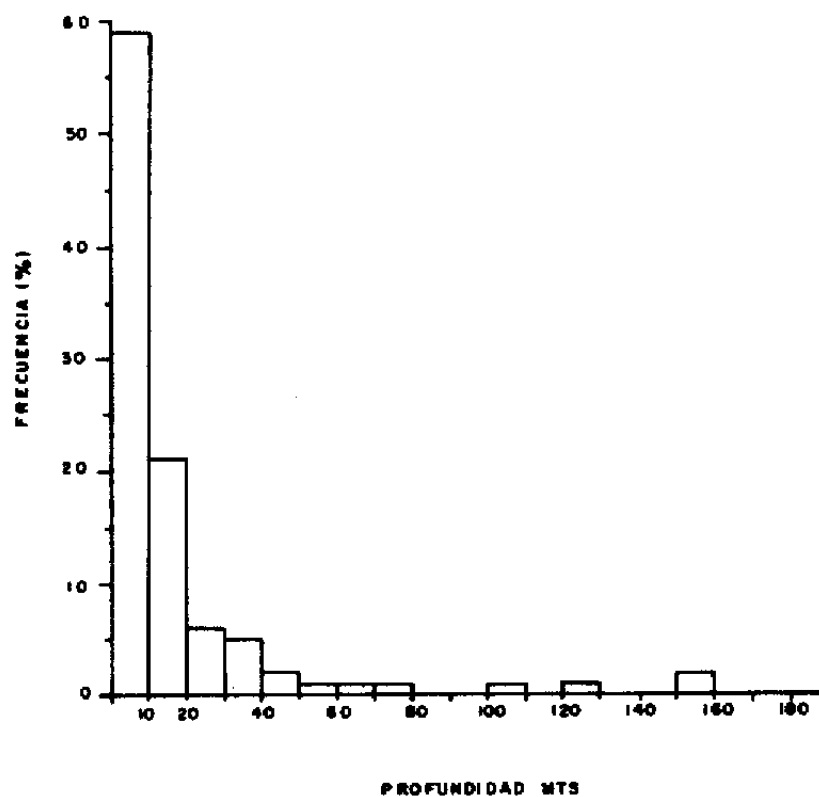
Cuenca o Subcuenca	Río	Estación	Q medio Q máximo Q mínimo		Area de la cuenca hasta Q Especifico.2 la estación Lts/seg/kms (kms2)		
			Lts/s	Lts/seg. Lts/seg.			
III-S	El Bosque	El Bosque	17.0	107.00	7.00	5.1	3.33
	El Bosque	Mirón I	4.44	13.60	0.32	0.719	6.18
	El Bosque	Mirón II	0.35	10.80	0.00	0.794	0.44
	El Bosque	La Bailarina	0.76	3.00	0.10	0.506	1.50
	El Molino	Colmenas I	16.81	90.50	9.00	2.88	5.84
	El Molino	El Durazno	0.13	1.62	0.01	0.306	0.42
	El Molino	El Bruje	8.00	42.19	1.50	0.531	15.06
	Los Encuentros	Colmenas II	35.63	85.50	29.00	3.78	9.42
	Los Encuentros	Bella Vista I	1.53	5.20	0.72	0.456	3.35
	Los Encuentros	Bella Vista II	0.80	1.80	0.42	0.238	3.36
	Los Encuentros	Infiernillo I	14.00	30.44	10.00	0.200	70.00
	Los Encuentros	Infiernillo II	1.00	1.84	0.73	0.281	4.33
	Cangrejál	Cangrejál	5.10	25.40	2.60	2.87	1.78
II-S	Cangrejál	San Nicolás la Cuesta I	1.50	1.86	0.91	0.225	6.67
	Cangrejál	San Nicolás la Cuesta II	2.25	3.46	1.40	0.250	9.00
	El Anone	Las Minas	1.05	3.46	0.42	0.808	1.30
	Las Minas	Presa Las Minas		51.34	26.44	2.08	
	Villalobos	La Chirimilla	1034.00	85363.00	51.00	326.3	3.17
II-S	Ojo de Agua	El Frutal			257.00		
II-S	Pinula	Hincapipe			111.79	17.75	
I-S	El Molino	Mirco			4.14	17.92	



GRAFICA-II

HISTOGRAMA
PROFUNDIDAD DE POZOS
VALLE ALUVIAL DE LOS RIOS
VILLALOBOS-PINULA-LAS MINAS

(93 MUESTRAS)



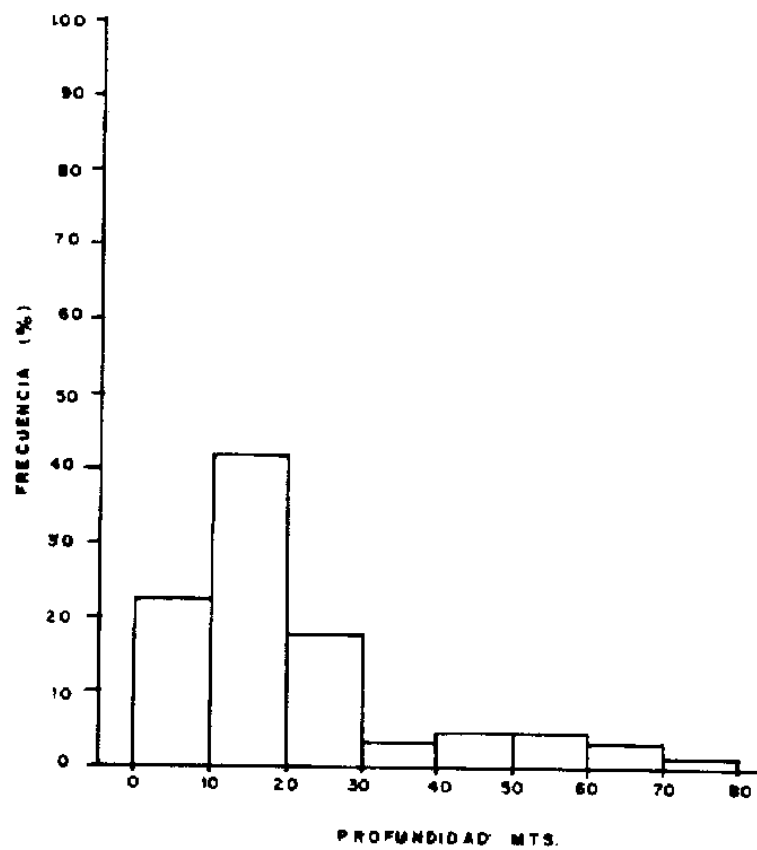
poco más profundos, que podrían estar entre los 100 y 200 metros de profundidad obteniéndose rendimientos alrededor de 10 - 20 litros/segundo.

5. Para el delta del río Villalobos se observa que las profundidades más frecuentes son entre 10 - 20 metros con rendimientos hasta de 10 litros/segundo, ver gráfica No. 12.

La disponibilidad cuantitativa del agua subterránea en las unidades hidrogeológicas definidas en el estudio de Reconocimiento Hidrogeológico. Se muestra en el cuadro No. 29, de acuerdo al orden de importancia relativa, también se muestra en la gráfica No. 13, su distribución en el área de la cuenca.

GRAFICA -12

HISTOGRAMA DE
PROFUNDIDAD DE POZOS
DELTA DEL RIO VILLALOBOS
(62 MUESTRAS)



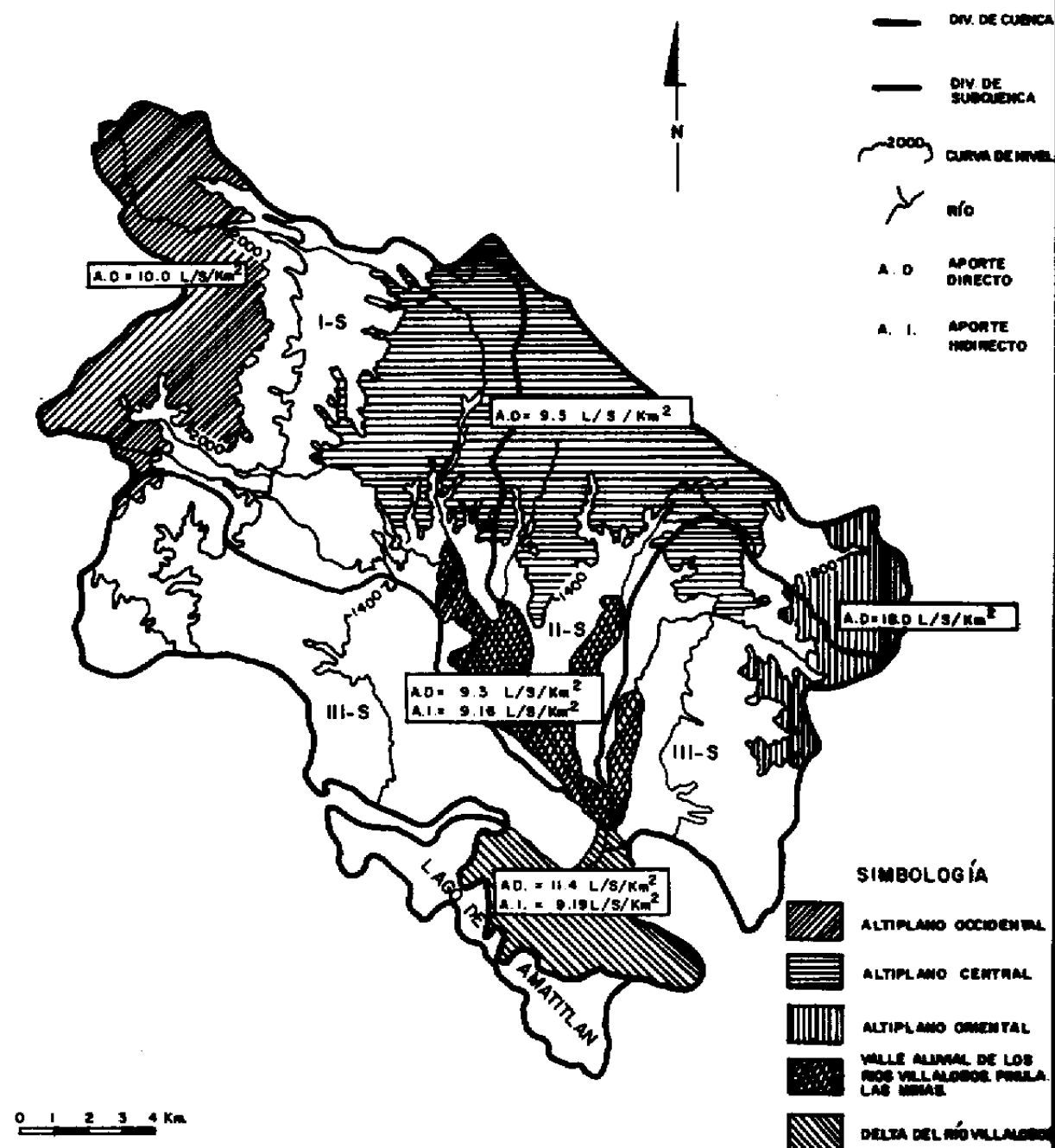
GRAFICA -13

CUENCA DEL RÍO VILLALOBOS

UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

CON LAS RESERVAS

SUSCEPTIBLES DE ESCURRIR



CUADRO No. 30

RESUMEN DE LAS RESERVAS DE AGUAS SUSCEPTIBLES DE ESCURRIR

Unidades Hidrogeológicas	Reservas susceptibles de escurrir R.S.E. = P - EVT = (reserv. superficiales más subterráneas)			
	Aporte Directo		Aporte Indirecto	
	Volumen AO ⁶ M ³	mm L/s/Km ²	Volumen x10 ⁶ M ³	mm L/s/Km ²
Valle aluvial de los ríos Villalobos, Pinula, Las Minas	5.00	300 9.30	84	290 9.18
Delta del río Villalobos	6.00	359 11.40	89	290 9.19
Relleno cuaternario en el altiplano oriental	32.00	582 18.00		
Relleno cuaternario en el altiplano occidental	30.00	301 10.00		
Relleno cuaternario en el altiplano central	39.00	300 9.50		

6/

5.3 Estimaciones Generales de los Costos de Producción, Rendimientos y Beneficios Posibles

Siguiendo un sistema de cultivo avanzado y con todas las prerrogativas necesarias se puede llegar a obtener el mayor provecho de los recursos suelo y agua con que se cuenta dentro de la cuenca como por ejemplo se puede estimar los costos de producción y los rendimientos posibles de obtener. (En las condiciones más adecuadas para el tipo de Agricultura avanzada las cuales se detallaron y determinaron anteriormente). Ver cuadros Nos. 30 y 31.

CUADRO No. 3E

COSTOS DE PRODUCCION ESTIMADOS A NIVEL NACIONAL, FEBRERO 1974.

Gastos Directos	Café de					
	Maíz	Frijol	Sorgo	Trigo	Café	Haritalizas Azúcar
A Prácticas Agronómicas	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
1. Preparación de la tierra	28.00	34.00	28.00	28.00	38.00	45.00
2. Desinfeción del suelo	4.00	4.00	4.00	4.00	10.00	4.00
3. Siembra	12.00	15.00	12.00	8.00	125.00	15.00
4. Raleos						
5. Control de maleza	30.00	25.00	24.00	15.00	60.00	45.00
6. Aplicación de insumos	10.00	20.00	10.00	10.00	40.00	15.00
7. Cosecha	35.00	22.00	24.00	40.00	125.00	90.00
8. Acarreo	6.00	5.00	6.00	5.00		100.00
9. Riegos	12.50	12.50	12.50	12.50	100.00	25.00
SUBTOTAL	167.50	167.50	150.50	152.50	528.00	369.00
B Insumos						
1. Fertilizantes						
a) completo (10.00c/u)	60.00	60.00	40.00	60.00	150.00	40.00
b) nitrogenado (16.00 c/u)	32.00		32.00	32.00	64.00	52.00
2. Pesticidas	25.00	30.00	25.00	30.00	120.00	10.00
3. Semillas	10.00	28.00	8.00	30.00	300.00	50.00
SUBTOTAL	127.00	118.00	105.00	152.00	634.00	162.00

C Gastos Indirectos

1. Administración (5% S.G.D.)	14.73	14.28	12.78	15.23	58.10	26.55
2. Imprevistos (5% S.G.D.)	14.73	14.28	12.78	15.23	58.10	26.55
3. Intereses (8% S.G.D.)	23.36	22.84	20.44	24.36	92.96	42.48
<u>SUBTOTAL</u>	<u>53.02</u>	<u>51.40</u>	<u>45.99</u>	<u>54.81</u>	<u>209.16</u>	<u>95.58</u>
<u>TOTAL</u>	<u>347.52</u>	<u>336.90</u>	<u>301.90</u>	<u>359.31</u>	<u>1371.16</u>	<u>626.58</u>

CUADRO No. 32

RENDIMIENTOS FUTUROS

CULTIVOS	SIN RIEGO		CON RIEGO	
	K/Ha	Q/Ha	K/Ha	Q/Ha
Maíz	2500	330.00	5000	660.00
Frijol	1800	633.60	3600	1267.20
Hortalizas	12500		25000	
Papas	10000	1540.00	20000	3080.00
Cebolla	7000	1540.00	14700	3080.00
Caña de Azúcar	70 ton.	720.00	120 ton.	1440.00
Sorgo	3240	356.40	6480	712.80
Trigo	1625	715.00	3250	1430.00

Los beneficios que se pueden obtener con un plan de aprovechamiento potenciales de los recursos agua y suelo de la cuenca con fines agrícolas. Se puede estimar, únicamente a través de la información económica de ciertos cultivos, estimando: los rendimientos que se obtendrán y los precios actuales de los productos, y los costos de producción de cada cultivo. Los beneficios se obtienen restándole a los rendimientos por los precios de venta; los costos de producción efectuados. La rentabilidad se obtiene dividiendo los beneficios por los costos de producción y multiplicada por 100, ver cuadro siguiente:

CUADRO No. 33

BENEFICIOS FUTUROS

Rendimientos *		Gastos de		**	Rentabilidad
Producto	Moneda	Producción		Beneficios Netos	
PRODUCTOS	K/Ha	Q/Ha	Q/Ha	Q/Ha	%
Maíz	5000	660.00	450.51	209.48	46.49
Frijol	3600	1267.20	674.40	592.80	87.90
Sorgo	6480	712.80	394.94	317.86	80.48
Trigo	3250	1430.00	638.86	791.14	126.84
Café	2013	265.72	222.27	43.45	19.55
Hortalizas	25000	4000.00	1371.16	2628.84	191.72
Caña de A.	120ton.	1800.00	626.58	1173.42	187.27
Tomate	20400	1077.12	345.08	732.04	212.14
Papas	20000	3080.00	2231.43	848.57	38.03
Cebollas	14700	3080.00	1750.00	1330.00	76.00

* Para este balance económico se tomó como base la guía de costos de producción agrícola, del Banco Nacional Agrario y luego se actualizaron dichos costos.

** Los beneficios y la rentabilidad esta sujeta a la variación del valor de los productos que es muy inestable en el mercado nacional, como también los costos de producción que están directamente afectados por la inflación de precios que esta sucediendo.

Con la información obtenida en este estudio; de los beneficios actuales y los posibles beneficios a obtener mediante un plan de aprovechamientos potenciales de los recursos de la cuenca se puede hacer una comparación de los mismos y obtener una idea de la utilidad del aprovechamiento potencial de la cuenca. Ver cuadro siguiente:

CUADRO No. 34

COMPARACION DE LOS BENEFICIOS Y RENTABILIDADES, ACTUALES
Y POSIBLES DE OBTENER

CULTIVOS	ACTUALES/AÑO		POSIBLES/AÑO		Coeficiente de Mejora
	Beneficio Neto en Quetz.	Rentabilidad	Benef. Neto	Rentabilidad	
Maíz	19.61	20.40	209.48	46.49	2.28
Frijol	33.37	29.19	592.80	87.90	3.01
Sorgo	22.43	45.77	317.86	80.48	1.76
Trigo	107.14	100.00	791.14	126.84	1.27
Café	71.00	38.17	43.45	19.55	0.51
Caña de A.	381.14	174.15	1173.42	187.27	1.08
Tomate	154.28	92.31	732.04	212.14	2.30
Papa	277.14	47.78	848.57	38.03	0.80
Hortalizas	728.56	150.00	2628.84	191.72	1.29

La comparación que se hace en este estudio de las rentabilidades, que se pueden dar; a un sistema de Agricultura actual y a un sistema de Agricultura de aprovechamientos potenciales, observándose en la mayoría de los cultivos una duplicación en la rentabilidad y un beneficio neto aún mayor; pero no en todos los cultivos se presenta esta condición favorable, debido a muchos factores como por ejemplo el costo de producción ha aumentado en una forma desigual al costo de venta del producto y es por eso que conviene eliminar y sustituir ciertos cultivos por otros más rentables actualmente.

$$* \text{ Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio Bruto} - \text{Costo de Producción}}{\text{costo de producción}}$$

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Del aprovechamiento de los recursos suelo y agua dentro de la cuenca.

6.1.1 Respecto al Aprovechamiento del Suelo

1. Lo más común dentro de la cuenca es el uso de tierras inadecuadas para cualquier clase de cultivos sin tomar en cuenta ninguna medida de protección y conservación. (Siguiendo un tipo de Agricultura atrasado con lo cual no obtienen mayores beneficios.
2. Se observa en la mayoría de aprovechamientos agrícolas el uso de tierras con pendientes mayores del 100 % en cultivos anuales sin ninguna protección, provocando con esto grandes erosiones.
3. La deforestación que sin ningún control se está llevando a cabo en cualquier clase de tierras, es uno de los factores que más contribuyen a la pérdida del recurso suelo, dentro de la cuenca. La deforestación desmedida trae como consecuencia la destrucción del suelo, acelera el proceso de erosión; y a la vez disminuye la posibilidad de infiltración del agua de lluvia, y por consiguiente limita la capacidad de almacenamiento de agua subterránea. También se producen escurrimientos superficiales muy violentos que causan una serie de problemas como lo son las inundaciones y anegamientos de tierras de las zonas aguas abajo.
4. La limpia de las tierras que se efectúa a base de fuego, es otro factor que contribuye en la pérdida del recurso suelo. El fuego no sólo elimina toda la protección que está en la superficie, sino que también tiene cierto efecto dentro del mismo suelo. (El calor producido elimina casi toda la flora microbiana existente, además destruye gran cantidad de raíces que amarran al suelo dejándolo completamente suelto).
5. La tecnología empleada por la mayoría de agricultores dentro de la cuenca es muy atrasada, por lo que los beneficios que logran obtener son demasiado bajos, y no justifica completamente los aprovechamientos agrícolas de los recursos agua y suelo en esta área.
6. Se tiene dentro de la cuenca condiciones favorables para el desarrollo de una gran variedad de cultivos indispensables para el consumo de la población que pueden ser aprovechados intensamente.

7. Debido a la cercanía de varias poblaciones grandes y en especial a la ciudad capital, se tiene una gran demanda de productos alimenticios, como también materia prima para algunas industrias.
8. Hay también una gran demanda de productos agrícolas por parte de los demás países centroamericanos y que en la actualidad se abastecen en gran parte de productos agrícolas de nuestro país.

6.1.2 Respecto al Aprovechamiento del Agua

1. El uso que se está haciendo del recurso agua en actividades agrícolas es aproximadamente un 14 % del escurrimiento superficial calculado (en M^3) para la cuenca, también se está aprovechando el agua subterránea para dicha actividad, pero en una pequeña cantidad; a base de pozos profundos.
2. El agua de la cuenca es empleada en otras actividades no agrícolas; como lo son: el consumo doméstico y el consumo industrial. Del consumo doméstico se sabe que en 1970 se empleaban $1.817 m^3/seg$, (ref. 11), provenientes de varias fuentes (captaciones de agua superficial y pozos profundos), y en algunos casos con aportes de agua de otras cuencas. Del consumo industrial, debido al escaso control no se tiene mayor información. En la mayoría de los casos cada compañía emplea lo más fácil y económico, como lo es el uso del agua subterránea por medio de pozos, que se adaptan a sus necesidades de consumo.
3. Otro de los problemas que se afrontan dentro de la cuenca es el de la contaminación del ambiente; principalmente la contaminación de las fuentes de agua de la cuenca. Se ha visto ya en los resultados de las investigaciones de calidad de aguas efectuados por la Facultad de Ingeniería e Instituto Geográfico Nacional. Estos resultados nos muestran altas demandas de oxígeno y bajas concentraciones de oxígeno disuelto, debidos posiblemente al exceso de desechos orgánicos depositados natural y artificialmente en las corrientes de agua, también se observa gran cantidad de sólidos disueltos, altas concentraciones de fósforo y cloro; debidos a los malos manejos de la Agricultura en el aprovechamiento del suelo así como en la aplicación de plaguicidas; en dosis y concentraciones muy elevadas.
4. El lago es una de las fuentes de agua más afectada por la contaminación, todos los desechos arrastrados por el río Villalobos y sus afluentes van a dar directamente a él, el lago sirve como un tanque de sedimentación y funciona en parte como una fosa séptica, donde se descomponen todos los desechos orgánicos allí depositados.

5. Las fuentes de agua subterránea, corren el riesgo de contaminación debido al gran número de pozos ciegos y fosas sépticas existentes, lo cual vendría a causar uno de los mayores problemas, pues se considera que las aguas subterráneas son las únicas que en la actualidad no están contaminadas.
6. Si se comparan los beneficios agrícolas actuales con los posibles beneficios obtenidos a través de un plan de aprovechamiento de los recursos suelo y agua; se puede duplicar y hasta triplicar dichos beneficios (a base de técnicas avanzadas y un sistema de riego adecuado), cierto tipo de cultivos ya existentes habría que sustituirlos por otros más adecuados y más beneficiosos.
7. En los aprovechamientos agrícolas actuales, se hace necesario poner los cultivos bajo riego, pues en la mayoría de los casos el suelo es utilizado únicamente en época de lluvia por no contar con un sistema de riego, que supla las necesidades de agua en todo tiempo.

6.2 Recomendaciones

6.2.1 Respecto al Aprovechamiento del Suelo

1. Para el mejor aprovechamiento de los recursos suelo y agua dentro de la cuenca con fines agrícolas se ha hecho:
 - a) Una distribución adecuada de los cultivos más favorables en cuanto a la demanda en el mercado, y a la situación bioclimática óptima de los mismos.
 - b) Una identificación de las clases de suelo más adecuadas para cada tipo de cultivo y Agricultura a seguir.
2. El empleo de las técnicas más avanzadas de cultivo debe ser tomado como un factor muy importante para el aprovechamiento potencial de dichos recursos.
3. Debe haber un control en el uso que se les da a las tierras y las prácticas necesarias que se deban seguir para el buen manejo y conservación de los recursos naturales.
4. Debe haber una ley y control para el aprovechamiento adecuado de los bosques.
5. Se debe promover un programa de reforestación general de los suelos Clase VII y VIII (del uso potencial del suelo) y también de otros suelos que tengan problema de erosión por estar desprovistos de cobertura vegetal. Que se encargue de ello la División Forestal en áreas nacionales y en áreas privadas que se exija a los dueños, llevar a cabo dicho plan e se haga un convenio entre el gobierno y los propietarios.

6. Velar porque no se usen las tierras con pendientes muy pronunciadas en cultivos limpios.
7. Tratar de divulgar las posibles medidas de manejo y conservación de suelos a seguir e incrementar el plan de capacitación de agricultores en las obras de conservación y manejo, iniciado por la División de Recursos Naturales en algunas pequeñas cuencas, y que se tome esta área del Valle de Guatemala como una zona piloto, debido a las características favorables de la cuenca.
8. Se recomienda seguir la idea que se da en este estudio, en cuanto a la distribución adecuada de los cultivos, seguir una Agricultura avanzada, usar sistemas de cultivos más tecnificados e insumos más adecuados, empleo de variedades de mejores condiciones económicas, procurar una Agricultura intensiva empleando riego.
9. Aprovechar las condiciones bioclimáticas del área para la producción de ciertos cultivos que gozan de gran demanda, tanto interna como externa en particular en el área centroamericana.

6.2.2 Respecto al Aprovechamiento del Agua

1. El uso del agua en la Agricultura deberá hacerse en una forma técnica para lograr el máximo provecho de la misma, siguiendo el sistema de riego más eficiente; por ejemplo, riegos por gravedad bastante livianos, aunque fueran más frecuentes, así se evitarían pérdidas por infiltración y escurremientos superficiales. Riegos por aspersión serían los más recomendables por su alta eficiencia; pero sería imposible que se llevara a cabo en toda la cuenca debido al alto costo del mismo. El riego por goteo es el más eficiente de todos pero así también es el más caro y delicado, el riego por aspersión bien manejado sería el ideal.
2. Para llevar a cabo un sistema de riego habría necesidad de hacer un estudio económico más detallado, analizando las condiciones del mercado y el costo ocasionado por el sistema de riego, el cual tiene sus variantes dentro de la misma cuenca, debido a las condiciones locales de cada área.
3. La contaminación ambiental podría reducirse a través de la aplicación de un programa de control sanitario y una legislación adecuada que estableciera una serie de normas que rigieran: a) el uso de ciertas materias contaminantes, b) la eliminación de desechos, urbanos, industriales y agrícolas.
4. La recomendación principal de este estudio es el del aprovechamiento intensivo del agua para fines agrícolas ya que es

una de las maneras de incrementar la producción agrícola que tanto hace falta.

5. Aprovechar todas las fuentes de agua existentes en la cuenca ya sean superficiales o subterráneas, según sea el caso y la necesidad de agua.
6. Hacer un estudio de prioridad de los diferentes aprovechamientos del agua, ya que no sólo en la Agricultura se cuenta con la necesidad del agua.

VII
REFERENCIAS

1. CHANDLER, JOSE VICENTE, et. al. Cultivo Intensivo del Café en Puerto Rico. Mayaguez, Puerto Rico. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayaguez. 1969. 155 p.
2. CHANDLER, JOSE VICENTE, et. al. Manejo Intensivo de Forrajerías Tropicales en Puerto Rico. Puerto Rico, Recinto de Mayaguez. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Mayaguez. Marzo 1967. 169 p.
3. CIERON REYES, LUIS. Programa de Evaluación de Recursos Hidráulicos. 3a. edición, Guatemala, Consejo Económico y Social y Naciones Unidas, 1970. 217 p.
4. CURLYE, MARCO ANTONIO. Manejo y Conservación de Suelos. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1973. 90 p. (copias mimeografiadas).
5. GUATEMALA INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Mapa Topográfico, escala 1:50,000. Guatemala Instituto Geográfico Nacional. 1967.
6. ----- Reconocimiento Hidrogeológico del Valle de Guatemala. Guatemala Instituto Geográfico Nacional. 1973. 120 p.
7. GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División de Recursos Hidráulicos. Programas Nacionales de Pequeño Riego. Guatemala Ministerio de Agricultura. 1966.
8. ----- Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División de Suelos. Estudio Agrológico Semidetallado de Suelos. Para Uso Potencial del Proyecto Río Mico-Quebrada, Las Minas. Guatemala Ministerio de Agricultura. 1973. 19 p.
9. ----- División Forestal. Estudio de Reforestación de la cuenca del Río Platanitos. Guatemala Ministerio de Agricultura. División Forestal. 1968. 115 p.
10. ----- Proyecto para el Fomento de Hortalizas. Guatemala Ministerio de Agricultura. 1968. 450 p.
11. GUATEMALA, MUNICIPALIDAD CAPITALINA. Plan de Desarrollo Metropolitano "EDOM 2000". Guatemala, Municipalidad de Guatemala. 1973. 398 p.
12. GUATEMALA, OBSERVATORIO METEOROLOGICO NACIONAL. Datos de Archivo. Guatemala, 1974.

13. JOVEL J., ROBERTO. Asesor Regional en Recursos Hidráulicos de las Naciones Unidas. Programa de Evaluación de Recursos Hidráulicos VII. Guatemala. Itsmo Centroamericano (informe regional). 1972 141 p.
14. LOPEZ CH., FERNANDO. Estudio Hidrológico Básico de la Cuenca del Río María Linda. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería e Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. 1972. 64 p. (Tesis Ing. Civil).
15. MEXICO CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA Y AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL AID. Producción de maíz, México. AID/ATAC. 1966. 40 p.
16. MOLINA LETONA, CESAR. Frijol, como Aumentar sus Rendimientos en Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura DIGESA, Dirección de Investigación Agrícola. Proyecto de Investigación en Frijol, 1972. 59 p.
17. NEIRA, HERNANDO. Análisis de la Evapotranspiración para el Departamento de Zacapa. Informe Técnico No. 1. Guatemala Instituto Geográfico Nacional. 1973.
18. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Estudio sobre Ajustes Agrícolas Internacionales. Guatemala, FAO, Grupo Asesor para la Integración Centroamericana. 1973.
19. PELLECEER ZELADA, BENIGNO. Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos de la Cuenca del Río María Linda para Energía Eléctrica. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería y Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, Instituto Geográfico Nacional. 1974. (Tesis Ing. Civil).
20. PERU, MINISTERIO DE AGRICULTURA, Dirección General de Investigación Agropecuaria. Cultivo de Cítricos en el Perú. Boletín Técnico No. 72. Perú, Dirección General de Investigación Agropecuaria. 1969. 60 p.
21. RIOS SAENZ, GILBERTO. Costos de Productos Agrícolas Financiados por el Banco Nacional Agrario. Guatemala Banco Nacional Agrario; Departamento de Estudio y Análisis Estadístico. 1968. 196 p.
22. ROSALES PADILLA, JOSE. Evaluación de Sequías en la República de Guatemala con base en datos de precipitación mensual. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería y Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, Instituto Geográfico Nacional.
23. SIMONS, CHARLES, TARANO T., JOSE MANUEL Y PINTO, JOSE HUMBERTO. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de

Guatemala. Edición en español por Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Editorial José de Pineda Ibarra. 1959. 1000 p.

24. VELA, MARIO. Riegos y Drenajes I, copias de clase. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 1973
25. VELASQUEZ, MARIO RENE. Materiales de Naranja, Recomendaciones para su Cultivo en la Costa Sur. Guatemala, Ministerio de Agricultura; Dirección de Investigación Agrícola. Boletín Técnico No. 30 1973. 31 p.
26. VENEZUELA, Comisión de Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos de la República de Venezuela. Comisión del Plan de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos. 1972. 375 p.



Víctor Rolando Aragón Castillo

Vo.Bo.



Ing. Carlos E. Muñoz P.
Asesor

Vo.Bo.



Ing. Eduardo Goyzueta
Asesor

IMPRIMASE



Ing. Agr. Edgar Licnel Ibarra A.
Decano