

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"CARACTERIZACION ECOLOGICA DE
LA CUENCA LAGUNA EL PINO"

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

POR

ROGER ANIBAL VALENZUELA BONILLA

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1982.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(701)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector Magnífico

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar R. Leiva
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4o.	Prof. Leonel Enriquez Duran
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz N.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Salvador Castillo
Examinador:	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
Examinador:	Ing. Agr. Amilcar Gutiérrez
Secretario a.i.:	Ing. Agr. Negli Gallardo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,
23 de noviembre de 1982

Referencia

Asunto

Doctor
Antonio A. Sandoval S.
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Guatemala

Señor Decano:

En atención a la designación emanada de esa Decanatura, he asesorado el trabajo de investigación titulado "CARACTERIZACION ECOLOGICA DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO" desarrollado por el Br. Roger Valenzuela Bonilla. Considero que dicho trabajo llena los requisitos exigidos por la Universidad de San Carlos para constituir tesis de graduación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda
ASESOR

LAC/avg

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

DE AGRONOMIA

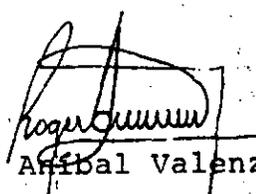
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido en los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado:

"CARACTERIZACION ECOLOGICA DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO"

Como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente.



P.A. Roger Arribal Valenzuela Bonilla

TESIS QUE DEDICO

- A: Guatemala.
- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A: La Facultad de Agronomía.
- A: El Instituto Técnico de Agricultura.
- A: Mi Asesor:
Ing. Agr. M. Sc. Luis Alberto Castañeda.
- A: Mi Padrino:
Ing. Agr. Salvador Castillo.
- A: El Instituto Nacional de Sismología Vulcanología
Metereología e Hidrología.
- A: El Instituto Geográfico Nacional.
- A: El Laboratorio de Análisis de Suelo y Agua del
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES: Carlos Humbreto Valenzuela
Francisca del Carmen Bonilla

A LA MEMORIA DE: Albertina Valenzuela Q.E.P.D.

A MIS QUERIDOS
HERMANOS:

Eddy, Carlos, Vinicio, Wylliam,
María del Rosario, Edna Jannet,
Francis (Q.E.P.D.), Marlon Yubini.

A MI ABUELITA: María Verónica López Vda. de Bonilla

A MIS FAMILIARES
EN GENERAL:

Especialmente a: Esther Valenzuela,
Willy Ramírez Valenzuela y Elida
Ramírez Valenzuela.

A MIS AMIGOS: Lic. Oscar M. Cobar Pinto, Ing. Agr.
Sergio Velásquez M., Lic. Jorge A.
Mota M., Lic. Jorge Solís G. y Oscar
H. Esquivel Rodas.

A: Instituto Guatemalteco de Seguridad
Social (IGSS).

A: Cuerpo de Bomberos Voluntarios de
Guatemala.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a:

Mis familiares, Esther Valenzuela, Elida Ramírez Valenzuela y Willy Ramírez Valenzuela, por su preocupación, abnegación y continuos estímulos brindados.

Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda por su asesoría, dedicación y acertada orientación, la cual hizo posible llevar a cabo la presente tesis.

Ing. Agr. Salvador Castillo por su constante dedicación y por sus valiosas sugerencias brindadas.

Ing. Agr. Sergio Hernández por su colaboración en la obtención de los datos climáticos de la laguna El Pino.

P.C. Fermín Argueta por su colaboración en la obtención de fotografías aéreas de la cuenca laguna El Pino.

A mis amigos Oscar H. Esquivel Rodas e Irma Méndez por su colaboración en la realización del trabajo mecanográfico.

Los Bomberos Voluntarios, al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, especialmente al Dr. Velásquez Barraza y sobre todo a DIOS, por haberme salvado la vida, y de ésta forma poder concluir el presente trabajo de tesis.

CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CUADROS	i.
LISTA DE FIGURAS	iii.
RESUMEN	iiii.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
1. Definición de lagunas.	4
2. Origen de los lagos y lagunas.	4
3. Clasificación de los lagos y lagunas.	7
4. Función y características principales de los lagos y lagunas.	9
5. Conservación y manejo de los recursos de la cuenca.	10
III. MATERIALES Y METODOS	13
1. Localización.	13
2. Etapas de estudio.	15
3.	
3.a. Fase de gabinete.	15
3.b. Fase de campo.	17
3.c. Fase de laboratorio.	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	28
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	55
VII. BIBLIOGRAFIA	56
VIII. APENDICE	59

LISTA DE CUADROS

		PAGINA
Cuadro No. 1.	Precipitación mensual y anual (mm) de la cuenca laguna El Pino.	60
Cuadro No. 2.	Velocidad máxima y mínima del viento (Kms/hora).	61
Cuadro No. 3.	Evaporación mensual y anual (mm) de la cuenca laguna El Pino.	62
Cuadro No. 4.	Temperatura máxima y mínima (°C) de la cuenca laguna El Pino.	63
Cuadro No. 5.	Temperatura promedio mensual de la cuenca laguna El Pino.	64
Cuadro No. 6.	Hoja de cálculos del índice anual de la efectividad de la precipitación (i).	65
Cuadro No. 7.	Hoja de cálculos del índice anual de eficiencia de temperatura (i').	66
Cuadro No. 8.	Jerarquías de humedad.	67
Cuadro No. 9.	Jerarquías de temperatura.	67
Cuadro No. 10.	Hoja de cálculos de i estacional.	68
Cuadro No. 11.	Hoja de cálculos de i' estacional.	68
Cuadro No. 12.	Tipos de distribución de la lluvia durante el año.	69
Cuadro No. 13.	Tipos de variación de la temperatura durante el año.	69
Cuadro No. 14.	Composición vegetal de la zona alta en árboles y arbustos (zona I).	33

PAGINA

Cuadro No. 15.	Composición vegetal de la zona alta en árboles y baja en arbustos (Zona II).	34
Cuadro No. 16.	Composición vegetal de la zona baja en árboles y alta en arbustos (Zona III).	35
Cuadro No. 17.	Composición vegetal de la zona baja en árboles y arbustos (Zona IV).	37
Cuadro No. 18.	Resumen de la composición vegetal terrestre de la cuenca laguna El Pino.	38
Cuadro No. 19.	Resultados del muestreo efectuado en el área acuaterrestre de la laguna El Pino, para determinar composición vegetal.	41
Cuadro No. 20.	Resumen de la composición vegetal limítrofe -acuaterrestre- de la laguna El Pino.	42
Cuadro No. 21.	Resumen del uso actual de suelo de la cuenca laguna El Pino.	45
Cuadro No. 22.	Análisis físico-químico del agua de la laguna El Pino (Fase de Campo).	50
Cuadro No. 23.	Cuadro resumen del análisis químico del agua de la laguna El Pino (Fase de Laboratorio).	52
Cuadro No. 24.	Resultados del muestreo 1 del análisis químico del agua de la laguna El Pino.	70
Cuadro No. 25.	Resultados del muestreo 2 del análisis químico del agua de la laguna El Pino.	71
Cuadro No. 26.	Resultados del muestreo 3 del análisis químico del agua de la laguna El Pino.	72

LISTA DE FIGURAS

		PAGINA
Figura No. 1.	Ubicación de la cuenca laguna El Pino.	14
Figura No. 2.	Mapa de la cuenca laguna El Pino.	16
Figura No. 3.	Zonas de vegetación terrestre, laguna El Pino.	18
Figura No. 4.	Localización de los puntos de muestreo en las zonas de vegetación terrestre de la cuenca laguna El Pino.	20
Figura No. 5.	Localización de los puntos de muestreo para determinación de la vegetación limítrofe -acuaterrestre- de la laguna El Pino.	22
Figura No. 6.	Localización de los puntos de muestreo para la realización de los análisis físico-químicos del agua de la laguna El Pino.	24
Figura No. 7.	Climadiagrama de la cuenca laguna El Pino, con datos promedio mensuales de los años 1977-1980.	30
Figura No. 8.	Mapa de uso actual de suelo de la cuenca laguna El Pino.	46
Figura No. 9.	Diagrama para la clasificación de las aguas para riego.	51

"CARACTERIZACION ECOLOGICA DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO"

Resumen:

El presente trabajo de tesis, se hizo con el fin de estudiar en forma general los recursos suelo, vegetación y agua.

Los objetivos que fundamentaron éste estudio son: Describir las características climáticas de la cuenca; determinar la composición vegetal terrestre, arbórea y arbustiva de la cuenca; determinar la vegetación limítrofe (acuaterrestre) de la laguna; efectuar un estudio sobre el uso actual de suelo, y efectuar una caracterización preliminar de las propiedades físicas y químicas del agua de la laguna, para inferir la factibilidad del uso con fines agrícolas y su probable contaminación.

La cuenca laguna El Pino se encuentra ubicada políticamente en el municipio de Barberena, Departamento de Santa Rosa. Geográficamente está determinada por las coordenadas: 14°20' 30", de latitud Norte; 90° 23' 30", de latitud Oeste.

Para la caracterización climática de la cuenca, se utilizaron los criterios de Holdridge y Thornthwaite; la composición vegetal terrestre y acuaterrestre se determinaron por muestreo sistemático; el uso actual de suelo se determinó por fotointerpretación y caminamientos en la cuenca, y la caracterización preliminar de las propiedades físicas y químicas del agua de la laguna El Pino, se realizó en su fase de campo, utilizando los equipos de HACH y

MERK, y la fase de laboratorio se realizó en el Departamento de Análisis de Suelo y Agua del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

La cuenca laguna El Pino, climáticamente está ubicada en la zona de vida bosque húmedo subtropical (Templado) según Holdridge y según Thornthwaite el clima es húmedo y semicálido, con invierno seco y benigno con vegetación natural característica de bosque.

El café, es la especie predominante en la vegetación terrestre, encontrándose además en una pequeña zona forestal, el predominio de Cupressus lusitánica, Casuarina cunninghamia y Pinus montezumae.

En la vegetación limítrofe (acuaterrestre) predominan: Equisetum sp., Typha dominguensis y Eichornia crassipes, las cuales son especies acuáticas; además se encuentran especies terrestres que paulatinamente se van adentrando en la laguna, tales como: Panicum sp., Brachiaria sp. y Digitaria sp.

En cuanto al uso actual de suelo, el 64.66% tiene uso agrícola, 5.71% tiene uso forestal, el 20.27% se dedica a pastos, 8.20% que constituye el área de la laguna; dedicándose el 1.16% restante, en las instalaciones de INAFOR y en campos dominados por Mimosa sp.

El agua de la laguna El Pino es adecuada para riego, correspondiéndole el tipo C_1S_1 , es decir, es baja en sodio y no presenta riesgo de salinización; no manifiesta contaminación de nitritos y amoníaco.

En resumen, se puede indicar que la cuenca de la laguna El Pino, se encuentra bien manejada, exceptuando en las áreas dedicadas a pastos y maíz.

Es imprescindible efectuar en forma urgente un estudio detallado de los costos y beneficios ecológicos que se lograrían al efectuar un dragado en la laguna El Pino, con el propósito de impedir que el crecimiento de la vegetación limítrofe acuaterrestre continúe reduciendo el area de la laguna. Además, debe efectuarse un estudio físico químico del agua de la laguna en la época de la cosecha del café, con el fin de inferir el grado de contaminación que provocan algunos beneficios de café al eliminar los desechos a la laguna.

I. INTRODUCCION:

"Los hombres de ciencia no solamente deberán acercarse a las ciencias que se refieren al hombre, sino -y esto es más difícil- deberán persuadir al mundo para que conozca lo que han descubierto. Si no tiene éxito en esta difícil empresa, el hombre se autodestruirá porque tiene una visión incompleta de las cosas" (21).

Bertand Russel

Desde el aparecimiento del hombre, éste ha tenido en el mundo una influencia directa y transformadora sobre los recursos: Suelo, Agua, Bosque y Fauna; los cuales son la principal riqueza de la humanidad. En nuestros países americanos, y específicamente en Guatemala, desde la época pre-hispánica, la influencia del hombre ha sido el de transformar la naturaleza con fines de beneficio económico, sin percatarse en el impacto Ecológico Social.

Es palpable que los recursos: Suelo, Bosque, Fauna y Agua; se están usando en forma irracional, poco se ha hecho por corregir los errores pasados y se sigue planificando con fines de crecimiento económico, en franco antagonismo de un equilibrio ecológico, dando por consecuencia los lógicos resultados negativos: Descontrol del Ciclo Hidrológico, Inundaciones en -

las zona agrícolas y desaparecimiento paulatino de los lagos y lagunas por el proceso acelerado de sucesión ecológica como consecuencia de la rápida eutrofificación.

En éste último aspecto es donde precisamente está - concentrada nuestra profunda preocupación, ya que - sería extremadamente desilusionador, que por falta de un uso y manejo adecuado de las cuencas lacustres existiera la desaparición de estas fuentes de recreación y descanso.

En el presente trabajo de tesis: "CARACTERIZACION ECOLOGICA DE LA CUENCA LAGUNA "EL PINO", se estableció las condiciones básicas de los recursos Suelo, Vegetación y Agua, en interrelación con la temperatura, pluviosidad, luminosidad, altitud, velocidad del viento, etc., los cuales le confieren un clima característico. En lo referente al suelo, se hizo un estudio de uso actual; de la vegetación, se estudió su composición en la parte limítrofe (acuaterrestre) de la laguna y en los niveles de árboles y arbustos de la parte terrestre de la cuenca; y, con respecto al agua, se efectuó un estudio preliminar de las propiedades físicas y químicas de la laguna.

El estudio se realizó durante el período comprendido de Junio de 1981 a Octubre de 1982. Efectuándose la fase de gabinete de Junio a Octubre de 1981; la fase de campo de Noviembre de 1981 a Enero de 1982; y, la fase de Laboratorio en el mes de Octubre de 1982.

El presente trabajo de tesis, se realizó con los siguientes objetivos:

GENERAL:

Estudiar en forma general los recursos Suelo, Vegetación y Agua que caracterizan a la Cuenca Experimental Laguna "El Pino"; como fuente de información básica para planificar su óptimo aprovechamiento y conservación.

ESPECIFICOS:

Describir las características climáticas de la cuenca; determinar la composición vegetal terrestre de la cuenca, en los niveles de árboles y arbustos; determinar la vegetación limítrofe (acuaterrestre) de la laguna; efectuar un estudio sobre el uso actual del suelo; efectuar una caracterización preliminar de las propiedades físicas y químicas del agua de la laguna, para inferir la factibilidad en el uso agrícola y probable contaminación.

II. REVISION DE LITERATURA:

1. DEFINICION DE LAGUNAS:

Las lagunas son definidas por Pearl (21), como pequeños cuerpos de aguas estancadas, que obtienen suministros de agua de los ríos, del derretimiento de la nieve y el hielo de los glaciares, de escapes subterráneos, de manantiales y directamente de la lluvia".

La definición anterior no especifica si el agua es dulce o salada (ejemplo: el mar caspio, considerado como un gran lado de agua salada); sin embargo, el diccionario de la lengua española (8) aclara lo anterior, y define la laguna como: "un depósito natural de agua, generalmente dulce y por lo común de menores dimensiones que el lago". La definición de Pearl, en ninguna forma indica, si el cuerpo de agua estancada es natural o artificial. Tomando como parte de referencia las anteriores definiciones, y adaptándola al medio guatemalteco, podríamos definir a la laguna como: "pequeños cuerpos de agua dulce, depósitos de origen natural o inducido, que obtiene suministro de agua de los ríos, de escapes subterráneos, de manantiales o directamente de la lluvia".

Las lagunas independientemente de cual sea su definición lo que debe quedar perfectamente claro es que son recursos naturales NO RENOVABLES, y como tales deben estar sujetos a un correcto manejo, una vez que se hallan caracterizado sus dos componentes vitales: bióticos y abióticos, y sus respectivas interrelaciones.

2. ORIGEN DE LOS LAGOS Y LAGUNAS:

De acuerdo a Pearl (21), lo que realmente interesa es el origen de las cuencas lacustres, las cuales pueden producirse por una amplia variedad de actividades geológicas. Por lo general está implicado más de un agente.

Las depresiones u obstrucciones de los canales de drenaje que conducen a la formación de un lago o laguna; pueden ocurrir de las siguientes maneras:

a. Por Glaciación:

La glaciación es la responsable del origen de muchos de los lagos, más de lo que pueden serlo todas las otras causas combinadas. Numerosos lagos se encuentran en porciones glaciadas recientemente del hemisferio norte, en valles bloqueados por cuencas o valles rebalsados por el hielo mismo. Ejemplo: Las cuencas de los bellos lagos Finger de Nueva York, fueron excavadas abajo del nivel del mar por lóbulos de un glaciar continental.

b. Por las Corrientes:

Muchos lagos son simplemente porciones ampliadas de las corrientes. Otros de origen fluvial, están situadas en las cuencas sumergidas abajo de las cascadas; por los meandros estrangulados (lagos arqueados) y en las cuencas debidas a la depositación irregular sobre las planicies de inundación y los deltas, o aquellos que quedan atrás de los abanicos aluviales, de los diques de madera flotante o de los diques sedimentos depositados por tributarios sobrecargados. Ejemplos: El Lago Pontchartrain, en Lousiana, es el ejemplo de un lago grande de delta localizado en un área de hundimiento. La serie de bellos lagos en St. Moritz, Suiza, es debida al reembalse de las principales corrientes por el depósito del aluvi6n llevado por los afluentes.

c. Por las Aguas Subterráneas:

En las áreas carsticas del mundo, los lagos son abundantes y ocupan los hundimientos desarrollados en rocas carbonatadas y en otras rocas solubles. Ejemplo: Más de 30 lagos, por hundimiento están encerrados dentro de los límites de la ciudad de Orlando, en Florida.

d. Por Vulcanismo:

Los lagos se encuentran en cráteres y calderas de muchos volcanes extintos, así como en muchas superficies irregulares de las corrientes de lava. La lava fundida puede, al fluir cruzar por el cauce de un río, obstruirlo y dando lugar a la formación de un lago. Ejemplo: El lago Crater, de Oregón, que ocupa una caldera, es una de las bellezas escénicas de América del Norte.

e. Por diastrofismo:

Los movimientos corticales originan cuencas que pueden llenarse de agua. La elevación de un zócalo continental expone hoyos llenos de agua en la tierra establecida recientemente. Un levantamiento más pronunciado, como el que forma montañas, expone áreas con plegamiento relativamente suave, como depresiones, las cuales pueden convertirse en lagos. Los bloques fallados basculados con frecuencia suministran cuencas lacustres. Ejemplo: El Mar Muerto, en Israel y Jordania, y la cadena de grandes lagos del África oriental como el Tangañica y el de Niasa están situados en el gran valle de Hendedura, una zona de trincheras falladas, el cual también contiene el río Jordán y el Mar Rojo.

f. Por Meteoritos:

Los fosos que resultan cuando los meteoritos grandes chocan contra la tierra, pueden llenarse de agua. Ejemplo: El Lago Chubb, al Norte de Quebec, ocupa el más grande cráter conocido de meteorito.

Odum (20), indica que Hutchison (1957), dice al respecto del origen de los lagos: "A escala de los años del largo de la vida humana, los lagos parecen rasgos permanentes del paisaje, nacidos por lo regular de catástrofes, para madurar y morir quieta e inadvertidamente. El origen catastrófico de los lagos, en épocas glaciares o períodos de intensa actividad volcánica-tectónica, implica una distribución localizada de sus cuencas en grandes extensiones de tierra del planeta, porque es el caso que los acontecimientos que produjeron las cuencas por grandiosas que fueran, nunca actuaron simultáneamente e igual e en todas partes. Por consiguiente los lagos suelen agruparse en distritos de lagos". En base a la cita anterior Alvizurez Palma, (2) saca las siguientes conclusiones:

- El origen de los lagos se debe a acontecimientos catastróficos, como lo son movimientos glaciares, terremotos, actividad volcánica, etc.
- Que los lagos tienen una vida relativamente corta, por lo que tienden a desaparecer.
- Que existe una distribución geográfica de los lagos, según los tipos de formación respectivos.

3. CLASIFICACION DE LOS LAGOS Y LAGUNAS:

Existen diversos criterios para la clasificación de los lagos y lagunas

en las distintas características que presentan éstos cuerpos de agua, que darán a la vez a distintos tipos de clasificación. Odum (20) presenta la siguiente clasificación:

- a. Serie Oligotrófica-Eutrófica de los lagos más comunes de agua clara, basada en la productividad.
- b. Los tipos especiales de lago.
- c. Embalsamientos.

Para efectos de nuestro trabajo, estudiaremos solamente la serie de Oligotrófica-Eutrófica, por considerar que a este tipo se ajusta la laguna.

La serie Oligotrófica-Eutrófica, está basada en la productividad que presentan los lagos, y más específicamente en la productividad primaria, la cual es definida por Odum (20), "...como la velocidad a que es almacenada la energía por la actividad fotosintética o quimiosintética de organismos productores, principalmente plantas verdes, en forma de sustancias susceptibles de ser utilizadas como material alimenticio...". Odum tomo como sinónimo de productividad el término "fertilidad", y está depende de la cantidad de material nutricional que la cuenca aporta al lago, de la etapa de sucesión y de la profundidad. Al respecto de la etapa de sucesión, esto se refiere a que un lago o laguna, en su origen es poco fértil, pero luego la fertilidad aumenta, con lo cual el medio acuático va perdiendo su fisonomía característica, para dar lugar más tarde a la formación de un pantano, y posteriormente una pradera. Por lo tanto, el estado de sucesión en que se encuentre un lago, depende de la fertilidad que presente el mismo. Por otro lado, la profundidad tiene relación con la fertilidad de un lago, debido a que aquella está relacionada con la cantidad de luz recibida, por lo tanto con la actividad fotosintética.

Los lagos Oligotróficos (pocos alimentos), se caracterizan por tener una reducida productividad primaria, son profundos y el hipolimnio es mayor que el epilimnio (ver estratificación térmica de los lagos); la vegetación de la zona litoral es escasa y el número de organismos del plancton es reducido, aunque el número de especies puede ser grande. Por su productividad en las aguas superiores, el oxígeno del hipolimnio no está sujeto a agotamiento, y además la temperatura fría de esta zona permite "guardar" con más facilidad el oxígeno, por lo que existirán peces adaptados a temperaturas grías y que se encuentran por los mismos confinados a esta zona.

Los lagos Eutróficos (muchos alimentos), son menos profundos, tienen una alta productividad primaria, la vegetación litoral es mucho más abundante y la población de organismos del planctón más densa. Debido a la riqueza nutritiva de estos lagos, se presentan ciertas épocas en las que se produce un "auge" (Odum), en el crecimiento de los vegetales provocado por la acumulación de nutrientes. Debido a la alta descomposición del material orgánico, los peces de agua fría pueden ser excluidos en el período de estratificación del verano debido al agotamiento del oxígeno.

Como ya se mencionó anteriormente, los lagos Oligotróficos tienden con el tiempo a ser Eutróficos, debido a un aumento en la productividad causado por la acumulación del material orgánico. Esto se traduce en una disminución en la productividad y en un aumento de su vegetación litoral.

4. FUNCION Y CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS LAGOS Y LAGUNAS:

- a. Todos los lagos son rasgos temporales del paisaje que finalmente son drenados o rellenados con suelos.
- b. Actúan como cuencas de asentamiento de los sedimentos removidos de las tierras.

- c. Moderan el clima y aumentan las lluvias.
- d. Regulan el volúmen de descarga de los ríos.
- e. Reducen las extremas inundaciones y sequías
- f. Conservan el agua para usos domésticos, para irrigación, para generar fuerza y para recreación.

5. CONSERVACION Y MANEJO DE LOS RECURSOS DE UNA CUENCA:

En relación a éstos aspectos, es necesario aclarar en forma anticipada los términos conservación, uso y manejo. Además que en cuestión de recursos, éstos pueden ser renovables y no renovables.

Gallopin, 1976; citado por Castañeda y Pinto (5), indica que recurso en sentido amplio, es un factor de existencia física que se requiere como insumo para un proceso productivo, incluyendo la mera subsistencia del hombre. Los recursos, como ya se indicó anteriormente se dividen en la forma más generalizada en: renovables y no renovables. Los naturales renovables son los que el hombre puede aprovechar y que tienen capacidad de reproducirse o regenerarse natural y/o artificialmente, tales como el suelo, fauna y flora; por lo tanto, los no renovables serán aquellos que al someterse a su manejo, se agotan, ejemplo: carbón, natural, petróleo, níquel.

Los términos uso y manejo, son empleados generalmente como una misma situación, y se refieren en esencia a "la manipulación de los ecosistemas por el hombre"; dependiendo de la manipulación efectuada, éste puede ser adecuado e inadecuado.

Ahora bien, el término conservación va íntimamente ligado al concepto de uso y manejo adecuado, de tal forma que los recursos a la vez que se utilizan, permanecen dentro de la cuenca en una forma equilibrada y sin sufrir ninguna degradación.

El manejo adecuado de los recursos de una cuenca, y en forma general de un país, debe estar indiscutiblemente ligados a los principios ecológicos y los propósitos que se persigan.

De acuerdo a Odum (20), los propósitos fundamentales en el manejo adecuado o conservación son:

- a) Obtener la máxima productividad del ecosistema asegurando un rendimiento continuo de plantas, animales y útiles, estableciéndose un ciclo equilibrado de cosecha y renovación.
- b) Asegurar la preservación de un medio ambiente de calidad, que cultive tanto las necesidades estéticas y de recreo, como las de productos.

De acuerdo a Castañeda y Pinto (5), para la formulación de un plan adecuado de manejo basado en principios ecológicos, debe incluir los siguientes 3 aspectos:

- a) Caracterización del sistema:

Se refiere a establecimiento de la estructura de una cuenca, es decir, establecer la calidad y cantidad de los elementos que la componen, tales como: Calidad y cantidad de agua, características del suelo, flora y fauna.

b) Principales alternativas de manejo:

Estas van a depender de los factores socioeconómicos y culturales de la región estudiada, al igual que de sus recursos naturales y sus rasgos climatológicos. En este aspecto los pasos a seguir son los siguientes:

- b1. Determinación del objetivo principal de manejo: Preservación, pastoreo, riego, recreación, cultivo, etc., de cada una de las diversas regiones del área estudiada.
- b2. Consideración de productos alternativos y usos alternativos de productos que podrían ser obtenidos en el manejo del sistema, dependiendo de la manera como se maneje.

c) Análisis del impacto del plan sobre el medio ambiente:

Previo al inicio de cualquier cambio importante en un área determinada es necesario hacer un estudio detallado de costos y beneficios ecológicos de actividades propuestas con el propósito de formular una evaluación del impacto ambiental. Una vez que se inicie el plan de manejo deberán medirse los factores físicos asociados a cambio de toda la parte viva del sistema y los cambios dados en la parte viva, por ejemplo: casos de crecimiento en la población.

III. MATERIALES Y METODOS:

1. LOCALIZACION:

El presente estudio se realizó en la Cuenca de la Laguna "El Pino", la cual se encuentra a una distancia aproximada de 50 kilómetros de la ciudad capital. Políticamente se encuentra ubicada en la aldea Fray Bartolomé de las Casas (conocida comúnmente como Serinal), la cual pertenece al Municipio de Barberena del Departamento de Santa Rosa. Geográficamente la Laguna El Pino, se encuentra localizada dentro de cuenca del Río María Linda.

La principal fuente de acceso a la Laguna, es a través de la carretera Interamericana (carretera a El Salvador), luego debe desviarse hacia un camino de terracería de aproximadamente 1.6 Kms. de longitud (el desvío está a la izquierda de la carretera Interamericana cuando se va de Guatemala a Barberena). (Ver figura 1).

La Cuenca Lacustre "El Pino", se encuentra limitada al Norte por la Finca "El Colorado", al Sur por el Micro Parcelamiento Fray Bartolomé de las Casas, al Este por la Finca Santa Teresa y al Oeste por el río Cimarrón.

La ubicación geográfica está determinada por las siguientes coordenadas: $14^{\circ}20' 30''$, latitud Norte, $90^{\circ}23' 30''$, Longitud Oeste, la elevación es de 1022.18 m.s.n.m.



FIG.1 UBICACION DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO

2. ETAPAS DE ESTUDIO:

El presente estudio se realizó efectuando tres fases:

La fase de gabinete, la fase de campo y la fase de laboratorio.

2.1 FASE DE GABINETE:

Esta fase incluyó los siguientes estudios:

a) Elaboración de mapas de campo a escala 1:20,000

Para ello se utilizó el mapa topográfico a escala 1:50,000 obtenido en el Instituto Geográfico Nacional (IGN), luego se delimitó la cuenca basado en líneas de curvas a nivel que presenta este mapa (ver mapa No.1). Posteriormente, usando el método de cuadrícula se procedió a agrandar el mapa, dejándolo a escala 1:20,000 (ver figura 2).

b) Determinación del área de la Laguna y del área de la Cuenca.

Se hizo tomando como base la figura 1 que está a escala 1:50,000; luego haciendo uso de un planimetro se procedió a determinar el área de la cuenca y de la Laguna.

c) Caracterización climática de la Cuenca:

Para poder efectuar esta caracterización se recurrió a la sección de hidrología aplicada del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), donde se obtuvieron datos de precipitación, evaporación, temperatura

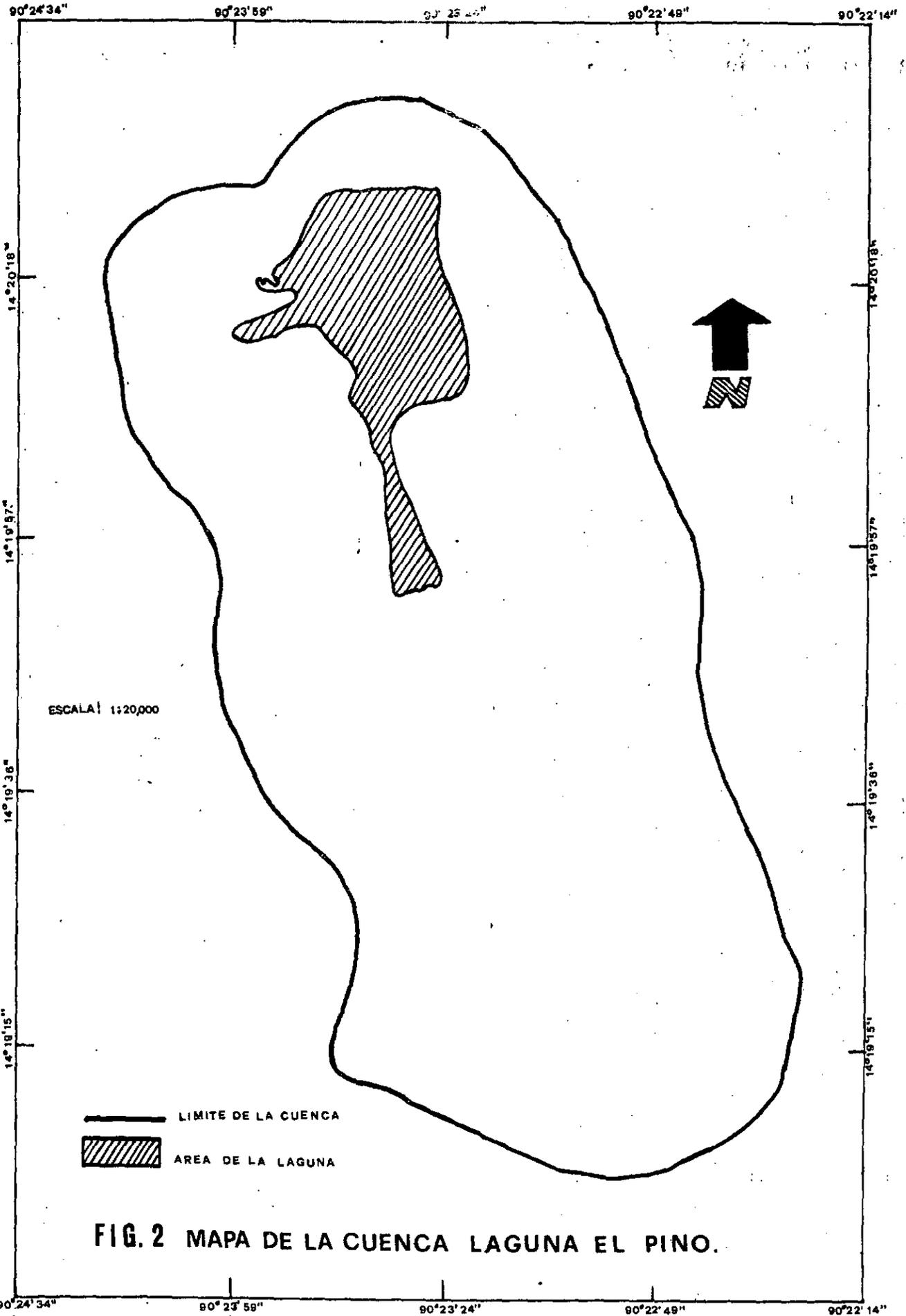


FIG. 2 MAPA DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO.

y vientos, registrados en la estación meteorológica Laguna "El Piro", clave 18-11-1-P. localizada en la misma, en el Municipio de Barberena Santa Rosa. (ver cuadros No. 1, 2, 3, 4 y 5 del Apéndice)

Con los resultados anotados en los anteriores cuadros se efectuó la caracterización climática de la Cuenca, tomando como base 2 criterios: El método de clasificación climática de Thornthwaite (19) la clasificación de zonas de vida de Holdridge. (7)

c1. W. Thornthwaite

c2. L. Holdridge.

2.2 FASE DE CAMPO:

Esta fase incluyó los siguientes estudios:

A. Determinación de la composición vegetal, tanto acuática como terrestre de la Cuenca.

a. Vegetación terrestre:

Para llegar a establecer la composición vegetal terrestre de la Cuenca, se hizo a través de un muestreo sistemático por parcelas, para lo cual se siguió el procedimiento que a continuación se detalla:

al. Tomando como base las fotografías aéreas existentes del área (ver Fig.1) y auxiliándome de un estereoscopio se procedió a la fotointerpretación de la Cuenca; en base a ello se llegó a establecer la existencia de 4 grandes zonas características en función de los estratos de árboles y arbustos (ver Fig. No.3)

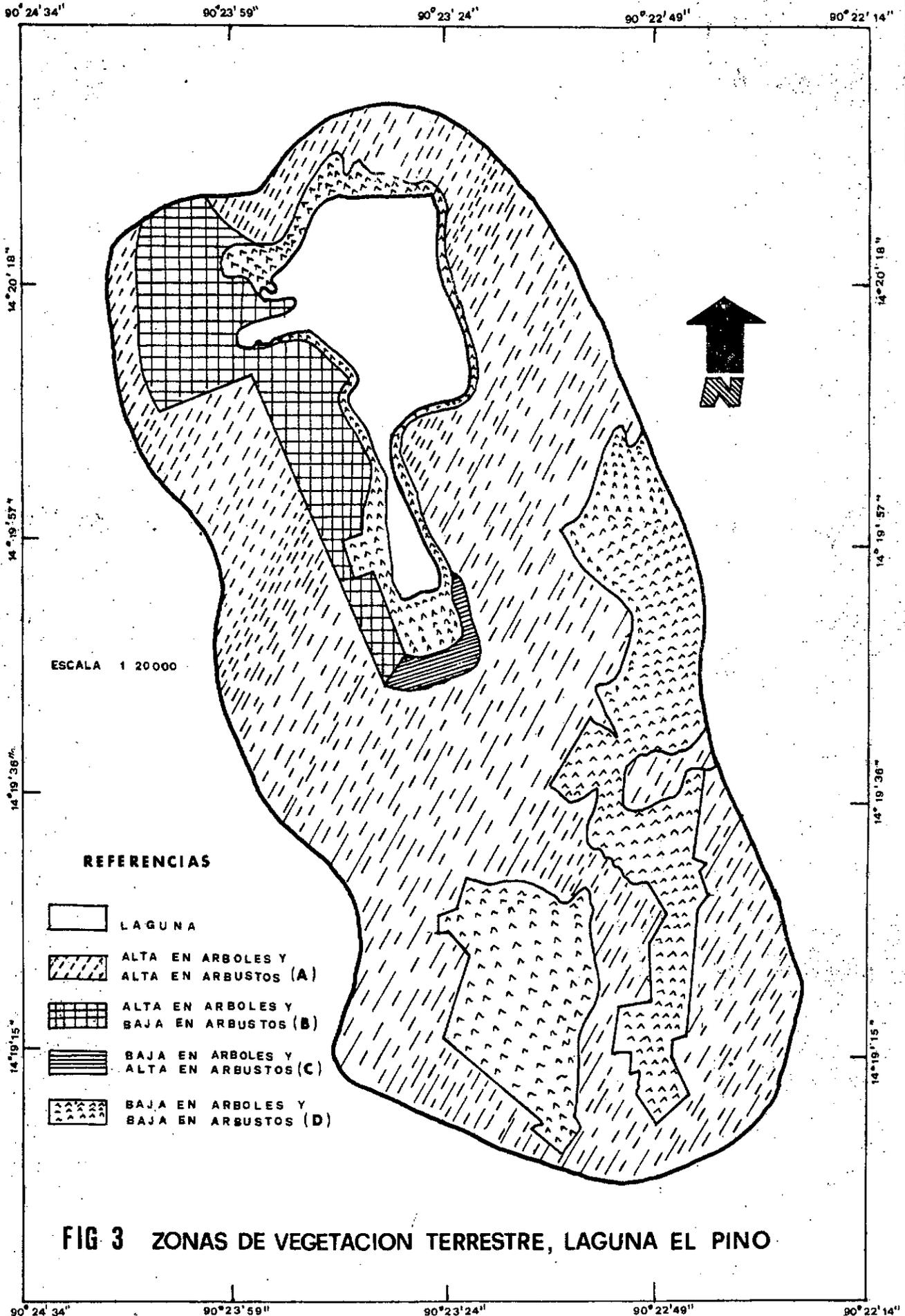


FIG 3 ZONAS DE VEGETACION TERRESTRE, LAGUNA EL PINO

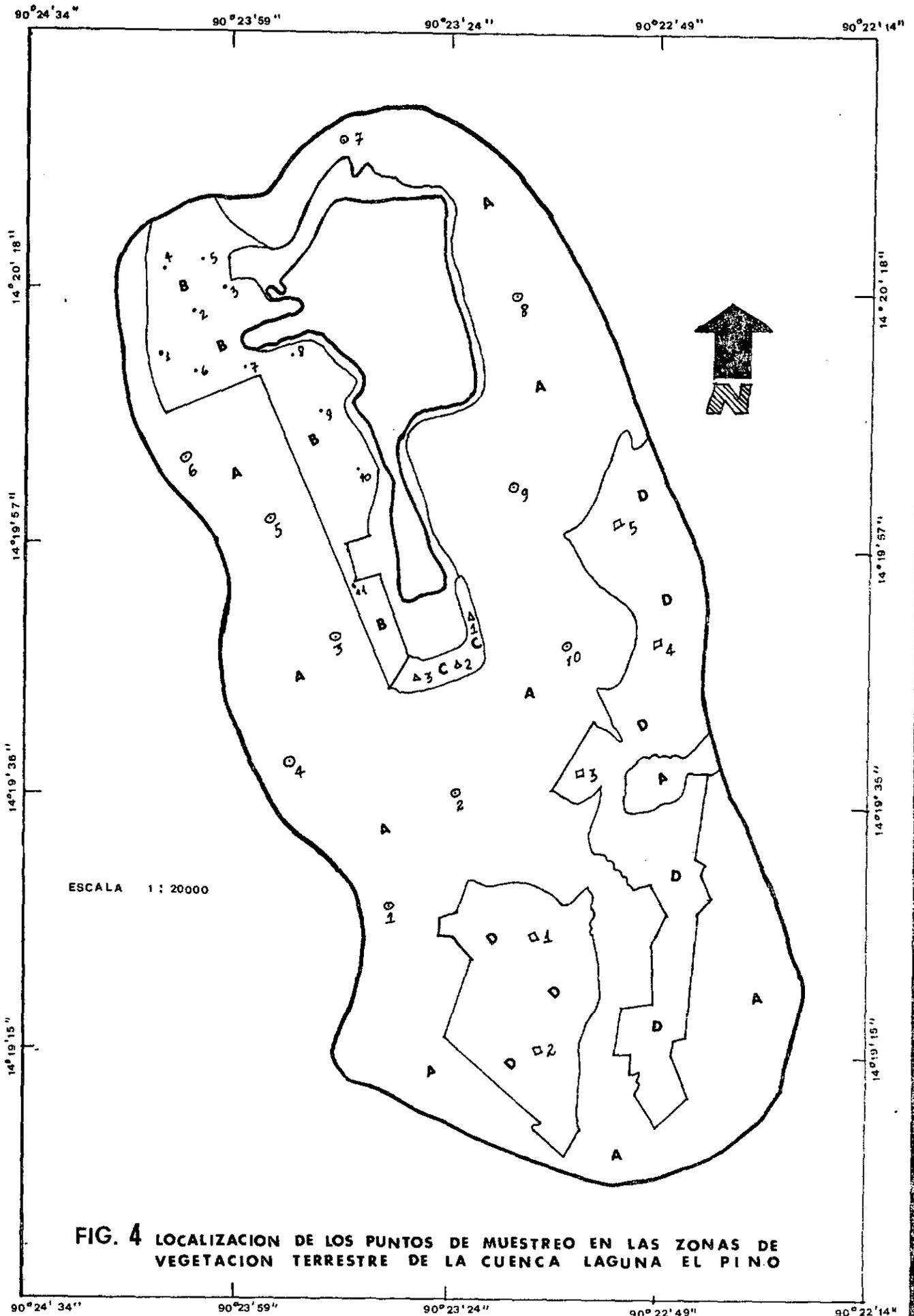
- I. Area con población alta en árboles y alta en arbustos. (zona de café)
- II. Area con población alta en árboles y baja en arbustos. (zona de uso forestal)
- III. Area con población baja en árboles y alta en arbustos (zona con predominancia de Mimosa sp.)
- IV. Area con población baja en árboles y baja en arbustos (zona de pastos)

La delimitación de éstas zonas fueron corroboradas a nivel de caminamientos en el campo, auxiliándonos para ello de los respectivos mapas de campo.

- a2. En cada zona de muestreo, se procedió a tomar un número de muestras correlacionada con la abundancia de árboles y arbustos existentes, y tomando en cuenta además, la heterogeneidad vegetal existente en cada zona.
- a3. En la zona I, se tomaron 10 muestras; en la II, 11 muestras; en la III, 3 muestras y en la IV 5 muestras.

La distribución de las muestras dentro de cada zona puede observarse en la Fig. 4.

- a4. Las muestras se tomaron de un área de forma cuadrangular, de 10 Mts. por lado, de tal forma que el área de la muestra fue de 100 Mts.²



ESCALA 1 : 20000

FIG. 4 LOCALIZACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LAS ZONAS DE VEGETACION TERRESTRE DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO

a5. En cada parcela se estableció el No. de individuos existentes de cada especie, estableciéndose los siguientes índices;

$$\begin{array}{l} \text{Frecuencia} \\ \text{absoluta} \\ \text{(F.A.)} \end{array} = \frac{\text{No. parcelas ocupadas} \\ \text{por una especie (N)}}{\text{No. de parcelas} \\ \text{Totales}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Densidad} \\ \text{absoluta} \\ \text{(D.A.)} \end{array} = \frac{\text{No. de individuos (n)}}{\text{área muestreada}}$$

$$\begin{array}{l} \text{Frecuencia} \\ \text{Relativa} \\ \text{(F.R.)} \end{array} = \frac{\text{Frecuencia absoluta} \\ \text{de la especie}}{\text{Sumatoria de} \\ \text{frecuencias absolutas}} \times 100$$

$$\begin{array}{l} \text{Densidad} \\ \text{relativa} \\ \text{(D.R.)} \end{array} = \frac{\text{Densidad absoluta} \\ \text{de la especie}}{\text{Densidad de todas} \\ \text{las especies}} \times 100$$

b. Vegetación acuática:

La determinación de la vegetación acuática, se hizo fundamentalmente en el área limítrofe entre la parte acuática y terrestre, con el fin de establecer las especies que se van adentrando en la laguna.

Se procedió así:

bl. Se tomaron 20 muestras de 16 Mt². (4 x 4) en la periferia de la laguna, los puntos donde se localizan éstas muestras pueden verse en la figura 5.

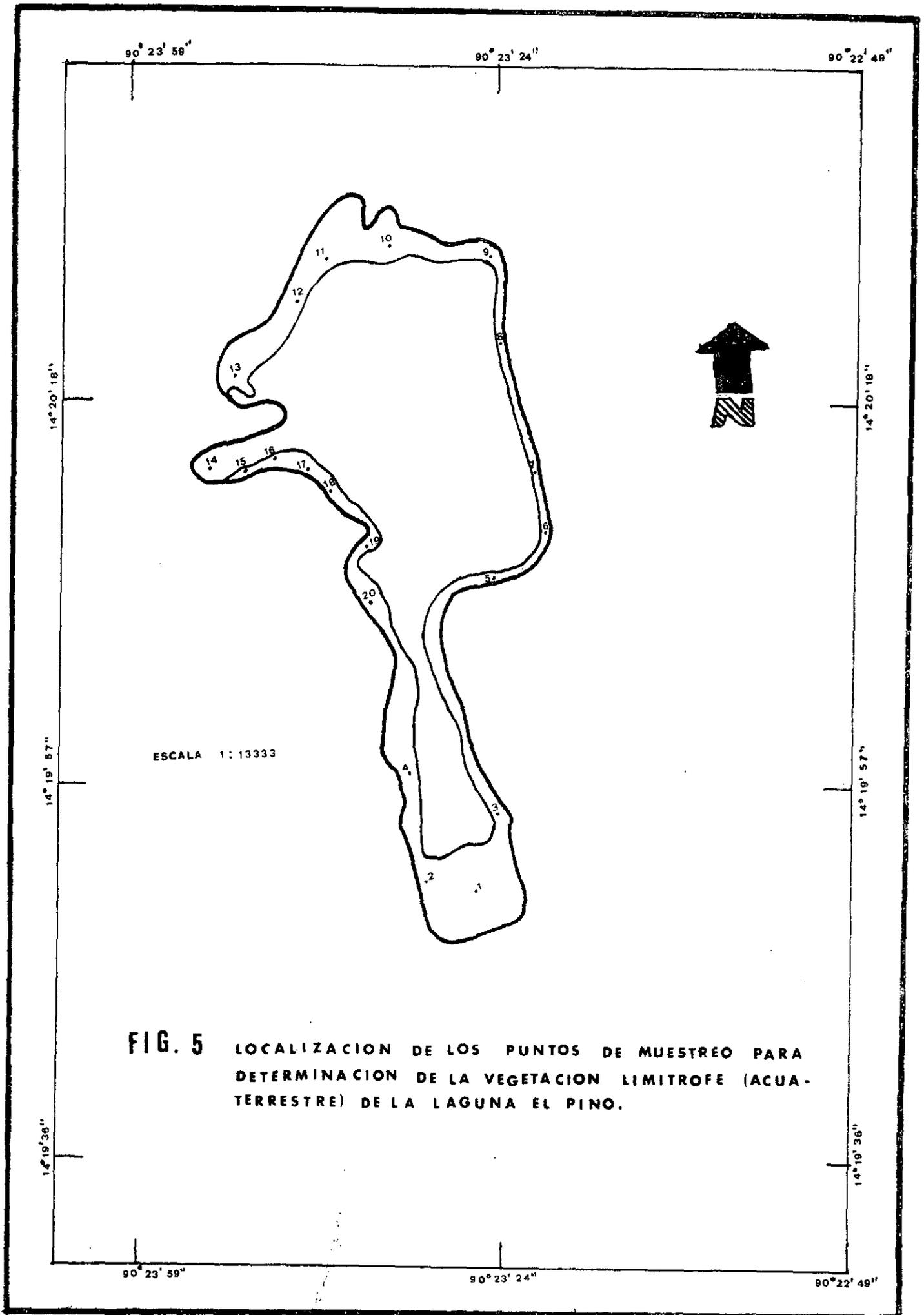


FIG. 5 LOCALIZACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA DETERMINACION DE LA VEGETACION LIMITROFE (ACUA-TERRESTRE) DE LA LAGUNA EL PINO.

b3. Además en el proceso de toma de muestras de agua en la laguna para sus análisis físico-químicos, se fue recolectando la vegetación superficial, con el fin de identificar las especies acuáticas existentes.

B. Determinación del uso actual del suelo:

La determinación del uso actual del suelo de la cuenca, se hizo en función de fotointerpretación y corroborándose a nivel de caminamientos a lo largo de la cuenca; para lo cual se procedió de la manera siguiente:

- a. Se determinó zonas en base a la fotointerpretación y a caminamientos en toda el área de la cuenca.
- b. En cada zona se estableció qué especies son predominantes en función del área que ocupan en la cuenca.

C. Efectuar toma de muestras en la Laguna.

Se usó un muestreo sistemático, es decir, se situaron los puntos de muestreo en el espacio, Ver Fig. 6.

Las muestras se tomaron a una profundidad de 0.5 Mts. para lo cual se usaron frascos de polietileno, los cuales han sido utilizados con buenos resultados por la sección de Química y Biología del agua del Consejo Superior de Investigaciones científicas de España (6), éstos tienen grandes ventajas por su resistencia a golpes y poco peso, y por lo tanto resultan útiles para el transporte. Son particularmente recomendados cuando hay que determinar sodio y potasio, así como sílice y radiactividad.

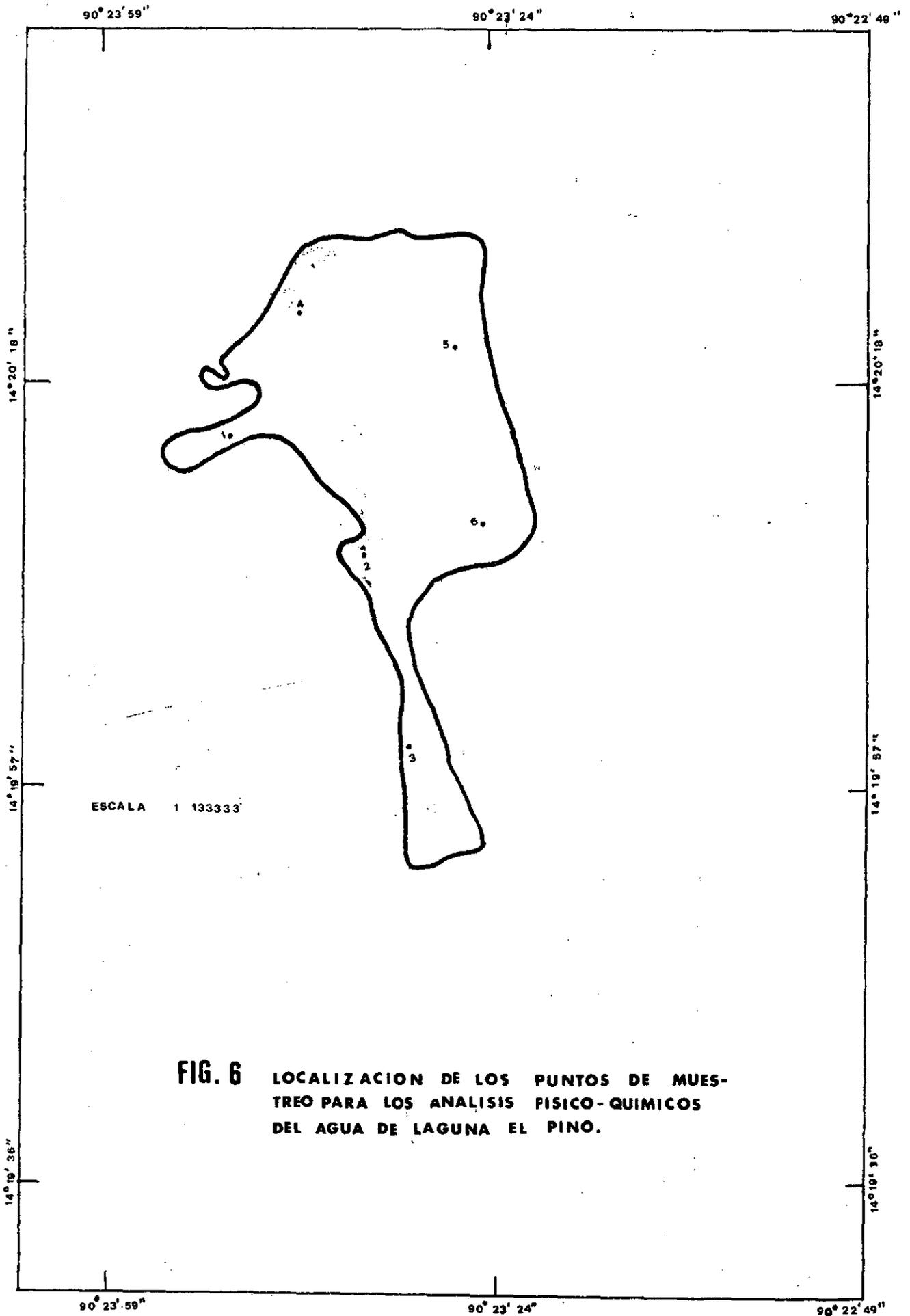


FIG. 6 LOCALIZACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA DE LAGUNA EL PINO.

La toma de muestras se realizó 3 veces, las cuales son suficientes para poder establecer el estado físico-químico medio de la laguna.

D. Análisis físico-químico de las muestras tomadas en la laguna:

Se hicieron los siguientes análisis físico-químicos: Oxígeno disuelto, bióxido de carbono, Ph, turbidez, fosfatos, silicatos, nitritos, amoníaco, temperatura.

Para los anteriores análisis se usó el equipo de campo "MERK",

2.3 FASE DE LABORATORIO:

Esta fase consistió en la determinación de los cationes: calcio, magnesio, sodio y potasio; de los aniones cloruros, bicarbonatos, carbonatos y sulfatos. Además se efectuó la determinación de Ph y conductividad eléctrica (C.E.)

Estos análisis se realizaron en los tres muestreos que se realizaron en el estudio, se efectuaron en el laboratorio de Análisis de Suelo y Agua del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Con los resultados de éstos análisis se realizaron los cálculos pertinentes para determinar la calidad del agua de la Laguna "El Pino", para fines de riego.

Las características más importantes que determinan la calidad del agua para riego son: (a) la concentración total de las sales solubles, (b) la concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes, (c) la concentración de bicarbonatos con relación a la concentración de calcio y magnesio, (d) la conductividad eléctrica (C.E.)

En tal sentido que para determinar la calidad del agua para fines de riego del agua de la Laguna "El Pino, se efectuaron los siguientes cálculos:

a) Relación de adsorción de Sodio (RAS):

Para determinar el RAS, se toma en cuenta las concentraciones de Sodio, Calcio y Magnesio las cuales se expresan en Meq/litro.

La Relación de Adsorción de Sodio, se determina, utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) / 2}}$$

b) La conductividad eléctrica (C.E.)

Se obtiene directamente del Conductímetro, sin tener que efectuar ningún cálculo analítico posterior

c) Carbonato de Sodio Residual:

El carbonato de sodio residual se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ residual} = (\text{CO}_3^{=} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca} + \text{Mg})$$

Las concentraciones también se expresan en Meq./litro.

Una vez que se calculó el RAS y se conoce C.E. se procede a comparar éstos datos con la Fig. No.7 y se determina que tipo de agua corresponde.

Además para determinar la calidad del agua para fines de riego, tomando como base el Carbonato de So-

dio residual; el cálculo efectuado se compara con la siguiente tabla de valores de Carbonato de sodio residual y se determina la calidad del agua:

Na ₂ CO ₃ residual	Calidad del agua
Mayor de 2.5 Meq/l.	Aguas malas para riego
1.25 a 2.5 Me/litro	Aguas dudosas para riego
Menor de 1.25 Meq/l	Aguas buenas para riego

RESULTADOS Y DISCUSION:

1. AREA DE LA CUENCA Y DE LA LAGUNA:

El área de la cuenca determinada por planimetría es de 710.465 hectáreas, y el área de la laguna es de 58.25 hectáreas.

El área de la laguna ha disminuido por la rápida proliferación vegetal en la periferia; en 1954 el área de ésta era de 82 hectáreas, es decir, que ha disminuido 23.975 hectáreas en un período de 28 años, lo cuál implica una disminución anual de 1,04% y una disminución total de 29.16%. De continuar constante ésta disminución para el año 2,050 habrá desaparecido ésta laguna.

2. CARACTERIZACION CLIMATICA DE LA CUENCA:

Las principales características climáticas de la cuenca son:

- | | |
|----------------------------------|------------|
| a. Temperatura promedio mensual: | 21.72°C. |
| b. Temperatura máxima promedio: | 30.80°C. |
| c. Temperatura mínima promedio: | 10.55°C. |
| d. Precipitación anual promedio: | 1319.35 mm |
| e. Evaporación anual promedio: | 2039.51 mm |

Según Holdridge (7) la cuenca está en la zona de vida bosque húmedo sub-tropical (templado).

Según Thornthwaite (19) el clima es: húmedo y semicálido, con invierno seco y benigno; con vegetación natural característica bosque. Simbólicamente le corresponde la identificación: BB'ib' (ver cuadros 8, 9, 12, 13).

El comportamiento promedio mensual de los parámetros climáticos de precipitación, evaporación y temperatura se puede observar en la figura 7.

3. COMPOSICION VEGETAL TERRESTRE:

Los resultados de la composición vegetal terrestre de la cuenca laguna El Pino, se expresan en función de las cuatro zonas de vegetación establecidas, y además, en un cuadro general se resume la composición vegetal terrestre en la totalidad de la cuenca.

A. Zona I: Zona alta en árboles y arbustos.

Esta zona tiene un claro predominio de cafeto (Coffea arábica) por la misma situación de que el cultivo del cafeto requiere de sombra para su mejor crecimiento y desarrollo, también en ésta zona se encontraron especies vegetales que cumplen ésta función de sombreo, tales como: Inga xapalensis, Musa sp. e Inga laurina.

Esta zona es la más extensa, pues ocupa 420.725 hectáreas, es decir, el 59.23% del área total de la cuenca, por ello se puede decir con certeza que la cuenca laguna El Pino eminentemente cafetalera.

Para poder cuantificar la composición vegetal de ésta zona, la cuál inicialmente se identificó como una zona alta en árboles y arbustos, se efectuaron los cálculos de densidad relativa y frecuencia relativa. Se determinó que el Coffea arábica tiene una densidad relativa de 72.73% y

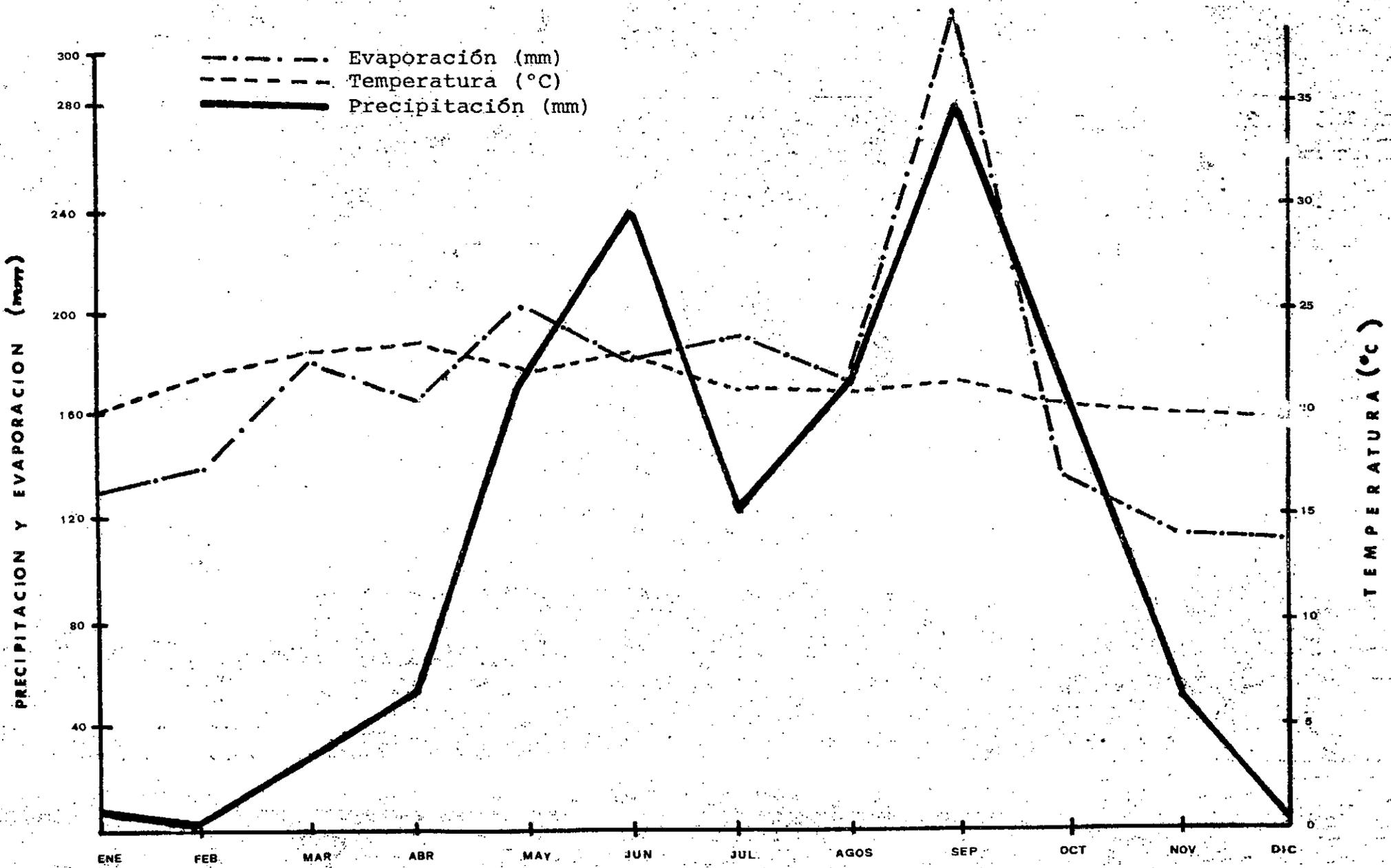


FIG. 7 CLIMADIAGRAMA DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO, CON DATOS PROMEDIO MENSUALES DE LOS AÑOS 1977-1980.

una frecuencia relativa de 45.45%; le siguen en el orden de abundancia, y en función de su frecuencia relativa: Inga xalapensis, Musa sp. e Inga laurina, 31.82%, 18.18% y 4.55% respectivamente.

En el cuadro 14, pueden observarse los resultados obtenidos en la determinación de la composición vegetal de ésta zona; en dicho cuadro aparece el número de muestras en donde se encontró una determinada especie (N), el número de unidades totales encontradas durante el muestreo (n); los valores calculados de frecuencia absoluta (F.A.), frecuencia relativa (F.r.), densidad absoluta (D.A.) y densidad relativa (D.r.).

B. Zona II: Zona alta en árboles y baja en arbustos

Esta es una zona de vegetación con predominancia forestal, y abarca lo que constituye el parque* que el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) tiene a su cargo. Esta zona no tiene una vegetación que sea nativa de la cuenca laguna El Pino, sino que han sido introducidas por el INAFOR, prueba de

* Aunque a ésta zona se le ha denominado "Parque Nacional" por parte del INAFOR, es claro que no reúne las características para ser nominada como tal.

ello es que aparecen en ésta zona especies como: Anacardium occidentale y Manguifera indica. que obviamente no son nativas de la región.

En tamaño, ésta zona ocupa el tercer lugar. La especie predominante en ésta zona es el Cupresus lusitánica (F.r. 45.4%), siguiendo en orden de importancia: Pinus montezumae y Cassuarina cunninghamia con 27.3% y 18.2% de frecuencia relativa respectivamente.

Además de las especies forestales mencionadas, en ésta zona se encuentran Eucaliptus sp. y otros cultivos permanentes: tales como: Jocote Marañón (Anacardium occidentale), Aguacate (Persea americana) y varias especies de cítricos los cuales no se encontraron durante el muestreo realizado.

Esta zona es la que manifiesta mayor variabilidad vegetal, debido fundamentalmente a las introducciones que se han llevado a cabo, por parte del INAFOR.

Las especies forestales y otros cultivos permanentes localizados en ésta zona constituyen plantaciones artificiales, por lo que guardan un distanciamiento constante entre plantas y entre surcos.

Las plantaciones de Pinus montezumae son las más recientemente introducidas a ésta zona, no así las de Cupressus lusitánica, Casuarina cunninghamia y Eucaliptus sp. que constituyen plantaciones maduras.

En el cuadro No. 15, puede observarse la composición vegetal de ésta zona, la cual se determinó

durante el muestreo. Al igual que en la zona I, aparecen los valores de número de muestras en donde se localizó una especie en particular (N), número de unidades totales encontradas de cada especie (n), frecuencia absoluta y relativa, densidad absoluta y relativa.

CUADRO No. 14:

"Composición Vegetal de la zona alta en árboles y arbustos (Zona I)"

<u>Especies</u>	<u>N</u>	<u>n</u>	<u>F.A.</u>	<u>D.A.</u>	<u>F.r.</u>	<u>D.r.</u>
<u>Coffea arábica</u>	10	264	1.00	0.264	45.45%	72.73%
<u>Inga xalapensis</u>	7	45	0.70	0.045	31.82%	12.39%
<u>Musa sp.</u>	4	51	0.40	0.051	18.18%	14.05%
<u>Inga laurina</u>	1	3	0.10	0.003	4.55%	0.83%

N: Número de muestras en donde se encontró la especie.

n: Número de unidades totales encontradas en el muestreo.

F.A.: Frecuencia absoluta.

F.r.: Frecuencia relativa.

D.A.: Densidad absoluta.

D.r.: Densidad relativa.

CUADRO No. 15.

"Composición vegetal de la zona alta en árboles y baja en arbustos (Zona II)".

Especie	N*	n	F.A.	D.A.	F.r.	D.r.
<u>Cupressus lusitánica</u>	5	52	0.454	0.047	45.4%	38.84%
<u>Pinus montezumae</u>	3	46	0.273	0.042	27.3%	34.72%
<u>Cassuarina</u> <u>cunninghamia</u>	2	28	0.182	0.025	18.2%	20.66%
<u>Manguífera indica</u>	1	8	0.091	0.007	9.1%	5.78%
			1.000	0.121		

* Significado de literales indicado en el cuadro No. 14.

C. Zona III: Zona baja en árboles y alta en arbustos.

Esta zona es la que tiene área de las cuatro zonas determinadas; está constituida totalmente por Mimosa sp., que es un arbusto espinoso que alcanza alturas de 1.5 metros, es una especie nativa de la cuenca, crece y se desarrolla en forma natural, por lo que no ofrece ningún tipo de simetría ésta zona.

En el cuadro No. 16, aparecen los resultados del muestreo realizado en ésta zona, en éste aparecen los valores de número de muestras en donde se localizó la especie (N), el número de unidades encontradas en el muestreo (n), las frecuencias -

absolutas y relativas, y la densidad absoluta y relativa.

CUADRO No. 16.

"Composición vegetal de la zona baja en árboles y alta en arbustos (Zona III)".

ESPECIE	N*	n	F.A.	D.A.	F.r.	D.r.
<u>Mimosa sp.</u>	3	92	1.0		100%	100%

D. Zona IV: Zona Baja en árboles y arbustos.

En ésta zona existe una ocupación total por pastos, y dentro de éstos son las gramíneas las que predominan. La vegetación crece en forma natural y el hombre únicamente actúa en lo referente a la eliminación de parte de ésta vegetación natural para dedicarla a cultivos anuales, fundamentalmente a maíz.

Esta zona ocupa actualmente el segundo lugar en tamaño, sin embargo, va disminuyendo paulatinamente, porque se está sustituyendo por otras especies, especialmente cultivos anuales como el maíz, a pesar de que su sustitución es temporal; sustituciones definitivas se han realizado por cultivos tales como: cítricos, aguacate (Persea americana), y Pinus montezumae.

La zona de pastos es la que tiende a desaparecer como vegetación predominante, sin embargo, crece en zonas donde ya se han establecido otros cultivos, es decir, actuando como maleza.

Existe una diversidad de especies de pastos en ésta zona, sin embargo, a través del muestreo - realizado, pudo determinarse la predominancia de Jaraguá (Hipharhenia ruffa) con una frecuencia relativa de 30.78%, siguiéndole el pasto calinguero Melinis minutiflora y el pata de gallo (Eleusine indica) con una frecuencia relativa de 23.08% y 15.38% respectivamente. Además de las anteriores especies, durante el muestreo realizado se encontró: Ixcanal (Acacia hindssi) y Naranjillo (Solanum sp.) con una frecuencia relativa de 15.38% en ambas especies.

En el Cuadro No. 17, pueden apreciarse los resultados obtenidos durante el muestreo. Se determinaron de igual forma los valores de número total de muestras en donde se encontró una especie en particular (N), el número de unidades totales (n), frecuencia absoluta y relativa, y densidad absoluta y relativa. Sin embargo, para el caso de pastos, en donde era imposible determinar las unidades existentes por muestra analizada, únicamente se determinaron los valores de frecuencia absoluta y relativa.

CUADRO No. 17.

"Composición vegetal de la zona baja en árboles y arbustos".

ESPECIES	N*	n**	F.A.	D.A.	F.r.	D.r.
<u>Acacia hindissi</u>	2	7	0.4	0.014	15.38%	--
<u>Solanum sp.</u>	2	6	0.4	0.012	15.38%	--
<u>Ileusine indica</u>	2	-	0.4	-----	15.38%	--
<u>Melinis minutiflora</u>	3	-	0.6	-----	23.08%	--
<u>Hipharhenia ruffa</u>	4	-	0.8	-----	30.78%	--

2.6

* Significado de literales en el cuadro No. 14.

** Para las tres últimas especies anotadas en el cuadro no se pudo determinar éste valor.

Los resultados de la composición vegetal terrestre de la cuenca laguna El Pino, los cuales se indicaron en forma separada por zona; se agruparon para ser expresados en un solo cuadro (Ver cuadro No. 18). En éste cuadro aparecen los valores de número de muestras totales en donde apareció una especie en particular (N), número de unidades totales encontradas durante el muestreo (n), frecuencia absoluta y relativa, y densidades absoluta y relativa. Solo que éstos se determinaron en función de la totalidad de muestras analizadas durante el estudio, es decir, con una --

cobertura total de la cuenca. Los datos de éste cuadro confirman los resultados obtenidos por - cada zona analizada individualmente. El predominio del café se confirma, y además se puede notar que las especies que manifiestan mayor magnitud de frecuencia relativa, luego del café, son las especies que predominaban individualmente por zona, es decir: Cupressus lusitánica, Hipharhenia ruffa y Mimosa sp.

CUADRO No. 18.

"Resumen de la composición vegetal terrestre de la cuenca laguna El Pino"

(*) No se tomaron en cuenta para calcular densidad relativa (D.r.)

<u>ESPECIES</u>	<u>N</u>	<u>n</u>	<u>F.A.</u>	<u>D.A.</u>	<u>F.r.</u>	<u>D.r.</u>
<u>Coffea arábica</u>	10	264	0.345	0.091	20.46%	43.33%
<u>Inga xalapensis</u>	7	45	0.241	0.016	14.28%	7.62%
<u>Cupressus lusitánica</u>	5	52	0.172	0.018	10.20%	8.57%
<u>Musa sp.</u>	4	51	0.138	0.018	8.18%	8.57%
<u>Hipharhenia ruffa</u>	4	--	0.138	(*)	8.18%	--
<u>Pinus montezumae</u>	3	46	0.103	0.016	6.10%	7.62%
<u>Melinis minutiflora</u>	3	--	0.103	(*)	6.10%	--
<u>Mimosa sp.</u>	3	92	0.103	0.032	6.10%	15.24%
<u>Cassuarina cunninghamia</u>	2	28	0.069	0.010	4.09%	4.76%
<u>Acacia hindssii</u>	2	7	0.069	0.003	4.09%	1.43%
<u>Solanum sp.</u>	2	6	0.069	0.002	4.09%	0.95%
<u>Ileusine indica</u>	2	--	0.069	(*)	4.09%	--
<u>Inga laurina</u>	1	3	0.034	0.001	2.02%	0.48%
<u>Mangúifera indica</u>	1	8	0.034	0.003	2.02%	1.43%
			1.687	0.210		

4. COMPOSICION VEGETAL LIMITROFE DE LA LAGUNA:

La composición vegetal de ésta zona manifiesta una abundante diversidad en cuanto a especies se refiere. Durante el muestreo realizado se determinó que las especies que predominan son las esencialmente acuáticas, tales como: Equisetum sp. (B) con una frecuencia relativa de 25.93%, siguiéndole en orden de importancia Typha dominguensis, Equisetum sp. (A) y Eichornia crassipes con una frecuencia relativa de 22.22%, -- 18.53% y 7.41% respectivamente.

Además, en ésta zona limítrofe se observa en menor proporción especies terrestres, pero que paulatinamente se van adentrando en la laguna, dentro de éstas predominan el Panicum sp. con una frecuencia relativa de 14.18%, y en menor proporción están: Hipharhenia ruffa, Brachiaria sp. y Digitaria sp. con 3.70% de frecuencia relativa cada una.

En lo concerniente a los Equisetum se encontraron dos especies, sin embargo, por carecerse de una clave para equisetáceas, se diferenciaron únicamente con letras: la especie A, que tiene la característica de no ser tabicada y la especie B, que si manifiesta tabiques.

Durante el transcurso del muestreo realizado, se observó que en la mayoría de las muestras se encontraron especies vegetales creciendo en forma asociada, tal es el caso del Equisetum sp. (B) que se encontraba asociada al Panicum sp. (ver muestras 8 y 18 en el cuadro No. 19), por ello es que ambas especies poseen

un área ocupada de 16 metros cuadrados que es el área total de la muestra.

Los resultados obtenidos del muestreo, se muestran en el cuadro No. 19, en él aparecen las especies encontradas y el número de metros cuadrados que ocupaba - cada especie en cada una de las muestras.

Con los resultados que se observan en el cuadro No. 19, se procedió a efectuar un cuadro resumen que cuantifica la composición vegetal del área limítrofe de la laguna El Pino.

En el cuadro No. 20, aparecen los valores de: Número de muestras en donde se encontró una determinada especie (N), número de metros cuadrados totales que se encontraron de una determinada especie (n); con éstos datos se calcularon los valores de Frecuencia Absoluta (FA), Frecuencia relativa (Fr), Densidad Absoluta (DA) y Densidad relativa (Dr).

CUADRO No. 19.

"Resultados del muestreo efectuado en el área acuaterrestre de la laguna El Pino, para determinar composición vegetal".

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ESPECIES																				
<u>Hipharhenia ruffa</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-
<u>Typha dominguensis</u>	**	-	-	-	**	-	-	-	-	**	**	**	-	-	-	-	**	-	-	-
<u>Equisetum sp. (A)</u>	-	**	**	**	-	-	*	-	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Panicum sp.</u>	-	-	-	-	-	*	*	**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-
<u>Brachiaria sp.</u>	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Digitaria sp.</u>	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Eichornia crassipes</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	**
<u>Equisetum sp. (B)</u>	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	-	-	**	**	**	**	-	**	-	**

* = 8 metros cuadrados.

** = 16 metros cuadrados

(A) Contínuo

(B) Septado.

CUADRO No. 20.

"Resumen de la composición vegetal limítrofe -acuaterres-
tre- de la Laguna El Pino".

ESPECIES	N	n	F.A.	D.A.	F.r.	D.r.
<u>Equisetum sp. (B)</u>	7	112	0.350	0.350	25.93%	28.57%
<u>Typha dominguensis</u>	6	96	0.300	0.300	22.22%	24.94%
<u>Equisetum sp. (A)</u>	5	72	0.250	0.225	18.53%	18.38%
<u>Panicum sp.</u>	4	48	0.200	0.150	14.81%	12.24%
<u>Eichornia crassipes</u>	2	32	0.100	0.100	7.41%	8.16%
<u>Hipharhenia ruffa</u>	1	16	0.050	0.050	3.70%	4.08%
<u>Brachiaria sp.</u>	1	8	0.050	0.025	3.70%	3.04%
<u>Digitaria sp.</u>	1	8	0.050	0.025	3.70%	2.04%
			1.350	1.225		

5. USO ACTUAL DE LA CUENCA LAGUNA EL PINO:

La cuenca laguna El Pino, tiene fundamentalmente un uso agrícola; el 64.66% del área de la cuenca se destina en éste uso, el área ocupada con pastos es el 20.27% del área de la cuenca; el área de la laguna que es del 8.20% del total; el área forestal, que ocupa el 5.71% del total de la cuenca es una extensión reducida si se compara con el área agrícola.

El área con uso agrícola tiene un predominio de café (59.23%), siguiéndole en menor proporción el maíz (2.57%) y los cítricos (1.46%).

El área forestal tiene un predominio de Cupressus lusitánica (3.52% del área total de la cuenca), siguiéndole en importancia Pinus montezumae (2.52%) y Casuarina cunninghamia (1.24%).

El resumen del uso actual de suelo de la cuenca de la laguna El Pino, puede apreciarse en el cuadro 21, y en la figura No. 8, se aprecia gráficamente la distribución de cada cultivo dentro de la cuenca.

La cuenca Laguna El Pino manifiesta un alto porcentaje de buen uso y manejo de suelo; el área dedicada a cultivos permanentes, semipermanentes y el área con un uso forestal, las cuales en total constituyen el 68.96% son las que manifiestan un uso adecuado, en principio porque ofrecen buena protección del suelo contra la erosión hídrica, y en el caso del cultivo del cafeto, sirve de fuente de trabajo para muchas familias de la región de la cuenca de la Laguna El Pino y regiones vecinas, que al igual que ésta cuenca

son eminentemente cafetaleras.

Las áreas que manifiestan un uso inadecuado son las de pastos, maíz y el área de la laguna. En lo concierniente a los pastos, éstos son sub-utilizados, ya que las áreas en donde se pastorea ganado tiene poca carga animal y no se les da ningún manejo, y por otro lado, existen áreas de pastos, que son mal utilizadas, ya que éstas áreas se dedican en la época lluviosa, al cultivo del maíz, el que ofrece poca protección al suelo, por ser un cultivo que requiere de escardas - periódicas y fundamentalmente, debido a que se cultiva en áreas que manifiestan altas pendientes.

En el caso de la laguna, ésta se ha utilizado con fines de recreación y piscicultura. No se ha efectuado a la fecha ninguna medida para evitar que la vegetación limítrofe "invada" y reduzca el área de la laguna.

CUADRO No. 21.

"Resumen del uso actual del suelo de la cuenca laguna El Pino".

I. USO AGRICOLA		459.4275 Has. (64.66%)
1. Cultivos Permanentes	439.1250 (61.81%)	
a. <u>Coffea arábica</u>	42.7250 Has. (59.23%)	
b. <u>Citrus sp.</u>	10.3875 Has. (1.46%)	
c. <u>Persea americana</u>	3.2125 Has. (0.45%)	
d. <u>Mangúifera indica</u>	3.1375 Has. (0.44%)	
e. <u>Anacardium occidentale</u>	1.6625 Has. (0.23%)	
2. Cultivos semipermanentes	2.0250 (0.28%)	
a. <u>Saccharum sp.</u>	2.0250 Has. (0.28%)	
3. Cultivos anuales.	18.2775 (2.57%)	
a. <u>Zea maíz</u>	18.2775 Has. (2.57%)	
II. USO FORESTAL		40.5775 Has. (5.71%)
a. <u>Cupressus lusitánica</u>	18.8025 Has. (2.65%)	
b. <u>Pinus montezumae</u>	13.4500 Has. (1.89%)	
c. <u>Cassuarina cunninghamia</u>	6.6000 Has. (0.93%)	
d. <u>Eucaliptus sp.</u>	1.2875 Has. (0.18%)	
e. <u>Spathodea campanulata</u>	0.4375 Has. (0.06%)	
III. OTROS USOS		210.4600 Has. (29.63%)
a. Pastos.	144.0100 Has. (20.27%)	
b. Piscícola (Area laguna)	58.2500 Has. (8.20%)	
c. <u>Mimosa sp.</u>	5.5250 Has. (0.78%)	
d. Instalaciones INAFOR	2.6750 Has. (0.38%)	
TOTAL	710.4650 Has. (100.00%)	710.4650 Has. (100%)

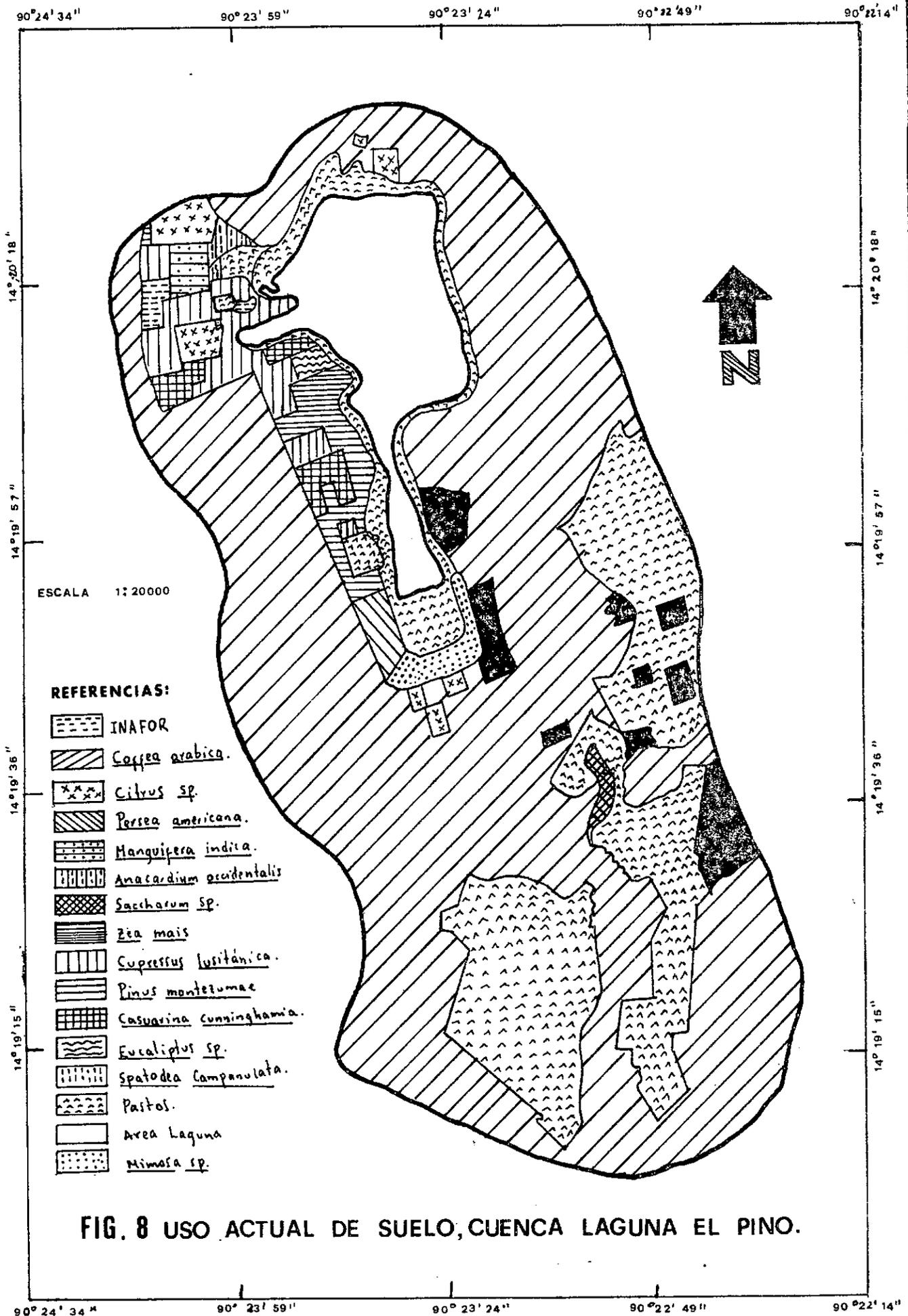


FIG. 8 USO ACTUAL DE SUELO, CUENCA LAGUNA EL PINO.

6. CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DEL AGUA DE LA LAGUNA EL PINO:

6.1. FASE DE CAMPO:

El promedio de las variables analizadas de las 6 muestras estudiadas con el de campo HATCH Y MERK, son los siguientes:

A) Características físicas:

Temperatura:	29.08°C.
Turbidez:	Baja.
Color:	Incoloro.

B) Características químicas:

pH	7.50
Oxígeno disuelto	9.67 ppm O ₂
Bióxido de carbono disuelto.	30.33 ppm CO ₂
Dureza temporal	53.40 ppm CaCO ₃
Dureza total	53.40 ppm CaCO ₃
Silicatos	3.00 ppm SiO ₂
Fosfatos	10.00 ppm P ₂ O ₅
Nitritos	00.00 ppm NO ₂
Amoníaco	00.00 ppm NH ₃

Los resultados totales se pueden apreciar en el cuadro No. 22.

El valor de pH, oxígeno disuelto y dióxido de carbono, son adecuados para un desarrollo piscícola extensivo.

El agua no manifiesta problemas por contaminación de nitritos y amoníaco; pero si se observan cantidades considerables de fosfatos y silicatos que es lo que contribuye a que exista un rápido crecimiento de la vegetación en la periferia de la laguna. En lo concerniente a la dureza del agua, ésta es blanda, y por lo tanto no manifiesta problemas para usos domésticos. En vista de que la dureza total es igual a la dureza temporal, esto significa que la dureza se encuentra en forma de bicarbonatos.

6.2. FASE DE LABORATORIO:

Los resultados del análisis de laboratorio del agua de la laguna El Pino, se presentan en el cuadro No. 23, que es un cuadro resumen de los resultados de los tres muestreos realizados a lo largo del estudio (ver cuadros 24, 25 y 26).

Con los resultados promedio del cuadro resumen, se efectuaron los cálculos de relación de adsorción de sodio (RAS) Carbonato residual (CR) y conductividad eléctrica (CE), siendo dichos valores los siguientes:

- a) RAS: 0.4043
- b) CR: 0.5718 Meq/litro.
- c) CE: 98.335 micromhos $\times 10^6$

Con éstos valores, el agua de la laguna El Pino, le corresponde el tipo de agua C_1S_1 (ver figura No. 9), la cual es un tipo de agua adecuada para

riego en la mayoría de los suelos, sin provocar problemas de salinidad.

El agua de la laguna El Pino, manifiesta uniformidad en su composición química, ya que los valores de las variables analizadas en las 6 muestras estudiadas no presentaron cambios considerables.

Se determinó además, que dentro de los cationes, predominan el calcio y el magnesio, con 0.287 y 0.255 Meq/litro respectivamente.

Dentro de los aniones, el que predomina es el bicarbonato, con 1.0834 Meq/litro. El agua carece de sulfatos, y tiene en poca proporción cloruros y carbonatos.

CUADRO No. 22.

"Análisis físico-químico del agua de la Laguna El Pino".

(Fase de Campo).

Fecha: 28 de Agosto de 1982.

HORA	PARAME TROS MUES TRAS.	F I S I C O S			Q U I M I C O S								
		T°C	Turbi- dez.	Color	ppm O ₂ disuelto	ppm CO ₂ disuelto	*	**	silicato ppm SiO ₂	Fosfato ppm P ₂ O ₅	Nitrito ppm NO ₂	Amoníaco ppm NH ₃	pH
11:45	1	29.5	baja	incol- ora	10.0	30.0	53.4	53.4	> 3.0	> 10.0	0.0	0.0	7.5
12:15	2	28.5	baja	"	10.0	30.0	53.4	53.4	> 3.0	> 10.0	0.0	0.0	7.5
12:55	3	29.5	baja	"	8.0	32.0	53.4	53.4	> 3.0	> 10.0	0.0	0.0	7.5
13:30	4	29.5	baja	"	10.0	30.0	53.4	53.4	> 3.0	> 10.0	0.0	0.0	7.5
14:15	5	29.0	baja	"	10.0	30.0	53.4	53.4	> 3.0	> 10.0	0.0	0.0	7.5
15:00	6	28.5	baja	"	10.0	30.0	53.4	53.4	> 3.0	> 10.0	0.0	0.0	7.5
	\bar{X}	29.08	baja	Inco- lora	9.67	30.33	53.4	53.4	> 3.0	> 10.0	0.0	0.0	7.5

* Dureza temporal en ppm de CaCO₃

** Dureza total en ppm CaCO₃

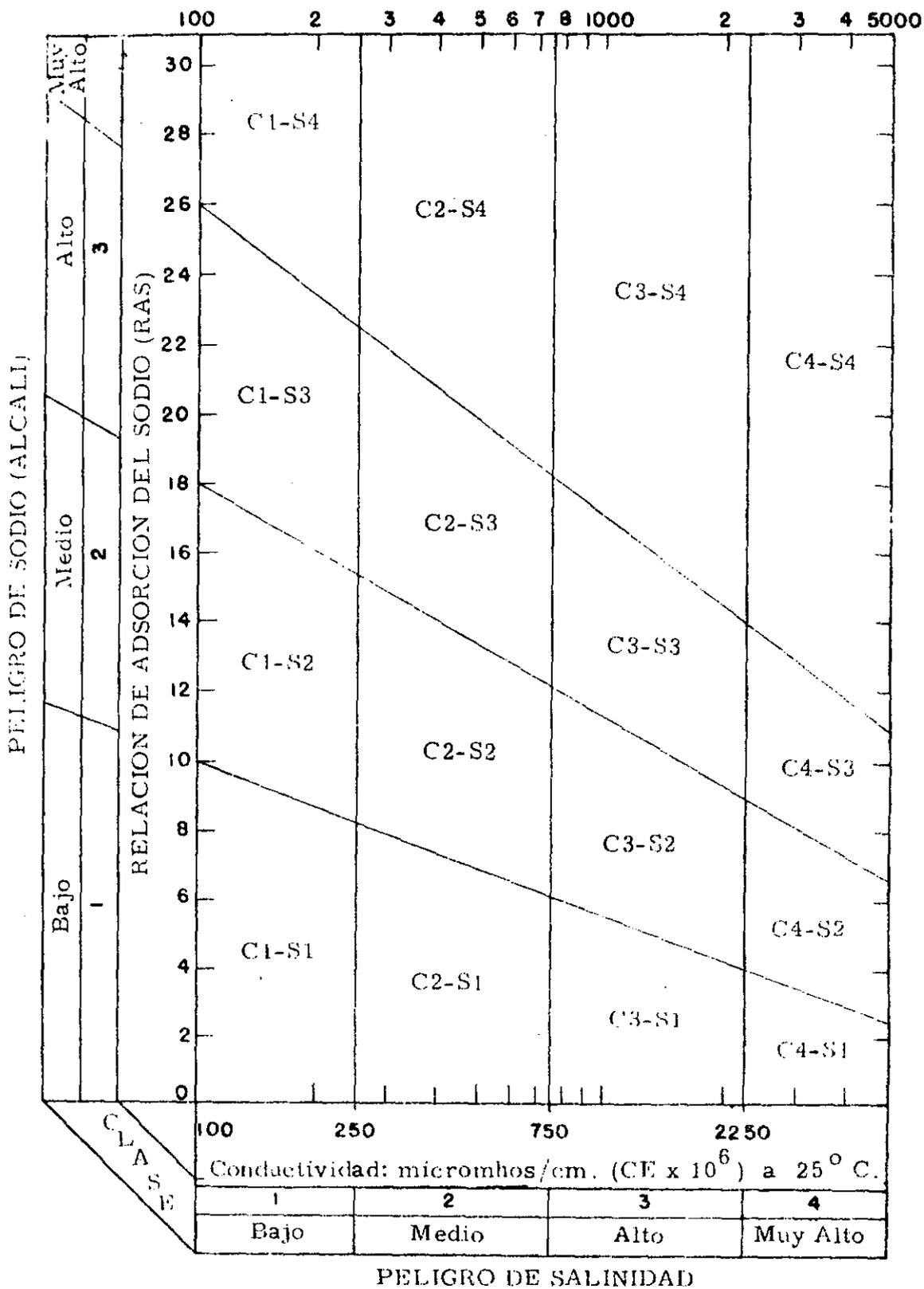


Figura 9 Diagrama para la clasificación de los aguas para riego.

CUADRO No. 23.

"Cuadro resumen del análisis químico del agua de la laguna El Pino,
(Fase de Laboratorio)

PARAMETROS MUESTRAS	pH	CE micro- mhos $\times 10^6$	C A T I O N E S Meq/litro				A N I O N E S Meq/litro			
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻
1	7.33	96.67	0.213	0.137	0.277	0.247	0.070	0.930	0.000	0.000
2	7.23	100.00	0.213	0.137	0.277	0.263	0.090	1.217	0.000	0.000
3	7.27	100.00	0.210	0.137	0.307	0.263	0.057	0.983	0.000	0.000
4	7.20	96.67	0.207	0.137	0.307	0.347	0.110	1.180	0.000	0.000
5	7.43	96.67	0.210	0.137	0.277	0.247	0.090	1.143	0.000	0.000
6	7.20	100.00	0.210	0.133	0.307	0.263	0.147	1.050	0.180	0.000
\bar{x}	7.277	98.335	0.2105	0.1363	0.2870	0.2550	0.0940	1.0838	0.0300	0.000

V. CONCLUSIONES:

1. La cuenca de la Laguna El Pino, manifiesta poca diversidad vegetal en la parte terrestre, siendo la especie predominante el café (Coffea arábica). Esto se debe fundamentalmente a que la cuenca se encuentra ubicada en una zona esencialmente cafetalera.

La cuenca se encuentra bien protegida en las zonas dedicadas al cultivo del café y la dedicada a uso forestal, así como también el área dedicada a otros cultivos permanentes. El manejo de la cuenca en términos generales es adecuado con la excepción de las áreas dedicadas al maíz y a pastos.

2. El agua de la Laguna El Pino, le corresponde el tipo C_1S_1 , de acuerdo a la conductividad eléctrica (CE) y la relación de adsorción de sodio (RAS). El agua es de baja salinidad (C_1) y en sodio (S_1), lo cual indica que pueden utilizarse para riego en la mayoría de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad.
3. El agua de la Laguna El Pino no presenta problemas por contaminación química por nitritos (NO_2) y amoníaco (NH_3), pero si manifiesta cantidades altas de silicatos y fosfatos, los cuales contribuyen acelerando la eutroficación, y por ende un aumento considerable en la vegetación de la periferia de la laguna, y una reducción del área de la misma.

4. No se observó ningún peligro de contaminación por desechos industriales y/o agrícolas, con excepción de el hecho que durante la época de la cosecha, se vierten en la laguna la pulpa de café producto del beneficio del mismo.

VI. RECOMENDACIONES:

1. Efectuar en forma urgente un estudio detallado de los costos y beneficios ecológicos que se lograrían al efectuar un dragado en la laguna El Pino, con el propósito de impedir que el crecimiento de la vegetación limítrofe -acuaterrestre- continúe reduciendo el área de la laguna.
2. Efectuar un estudio físico-químico del agua de la laguna en la época de la cosecha del café, con el fin de inferir el grado de contaminación que provocan algunos beneficios de café al eliminar los desechos a la laguna.
3. Estudiar el ingreso de materia orgánica a la laguna (lo cual produce CO_2 y elementos orgánicos) estableciéndose alguna relación existente entre el contenido de CO_2 con el aumento de autrotroficación.
4. Evaluar el uso piscícola que actualmente se dá a la laguna y estudiar la posibilidad de utilizarla en forma intensiva para tal fin.

VII. B I B L I O G R A F I A

1. AGUILERA VIZCARRA, H. E. Uso y aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la cuenca del río María Linda para riego. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 104 p.
2. ALBIZUREZ PALMA, J. R. Estudio ecológico de la laguna de Chichoj. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 63 p.
3. AYRES, G. Análisis químico cuantitativo. México, Harla, 1975. 356 p.
4. CAMPOLLO BRACAMONTE, P. Recuperación de la cuenca hidrográfica de los nacimientos que surten de agua potable a la ciudad de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1967. 64 p.
5. CASTAÑEDA, C. y PINTO, D. Recursos naturales de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 80 p.
6. CATALAN LA FUENTE, J. Química del Agua. Barcelona, Blume, 1969. 355 p.
7. CRUZ, R. DE LA. Clasificación de zonas de vida en Guatemala basada en sistema Holdrige. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 24 p.
8. DICCIONARIO DE la Lengua Española. Madrid, Espasa Calpe, 1976. 201 p.

9. FERNANDEZ P., C. Estudio ecológico de la laguna de Ocubitá para habilitación con fines de piscicultura extensiva. Tesis Ing. Agr. - Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 55 p.
10. FRITZ, J. y SCHENK, G. Química analítica cuantitativa. México, Limusa, 1979. 458 p.
11. GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Fotografías aéreas. Vuelos especiales de la Dirección General de Cartografía. 1954, 1964, 1973.
12. _____. Guía geográfica de Guatemala para Investigadores. No. 319. 1978. 157 p.
13. _____. Mapa de la Capacidad Productiva de la tierra. Guatemala, 1980.
14. _____. Mapa topográfico de la República de Guatemala, Guatemala, 1976.
15. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. SECCION DE HIDROLOGIA APLICADA. Copias de archivo. 1977-1980.
16. _____. USAC, FACULTAD DE AGRONOMIA. Consideraciones generales sobre el contexto ecológico, socio-económico y científico de Guatemala. II Seminario de Reestructura. Guatemala, 1978. 95 p.

17. _____ . Política de Investigación y marco conceptual y organizativo del Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala, 1975. - 40 p.
18. Morales, H. Los recursos pesqueros de Guatemala en el proceso de desarrollo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1975. 35 p.
19. OBIOLS DEL CID, R. Clasificación preliminar de climas en la República de Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1966. 88 p.
20. ODUM, E. Ecología. México, Limusa, México, 1973. 639 p.
21. PEARL, R. Geología. México, CECSA, 1978. 316 p.
22. SUTTON, D. y HARMON, P. Fundamentos de ecología. México, Limusa, 1979. 279 p.
23. TABARINI DE ABREU, A. Eutroficación del lago de Amatitlán. Guatemala, Universidad de San Carlos, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, 1975. 84 p.
24. VARGAS R., S. Parámetro de la calidad de las aguas naturales de la República de Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1969. - 50 p.

Vo Bo.
Alfonso Ramírez



VIII. APENDICE

CUADRO No. 1.

"Precipitación Mensual y Anual (mm) de la Cuenca Experimental Laguna "El Pino".

Años Meses	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	Men- X̄ anual
Enero.	1.4	0.3	9.1	47.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.51
Feb.	0.5	0.0	2.2	2.3	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.65
Marzo.	9.9	0.0	114.0	4.1	0.0	0.3	45.8	49.4	0.5	24.88
Abril.	24.7	30.9	0.0	7.0	144.81	87.9	63.5	74.2	53.4	54.04
Mayo.	157.0	218.1	251.8	136.6	224.7	130.8	107.2	204.5	137.7	174.27
Junio.	191.5	374.9	407.57	144.0	263.9	202.1	251.3	215.8	116.3	240.82
Julio.	60.5	155.0	132.2	120.9	35.0	50.9	273.2	60.7	208.5	121.88
Agosto.	95.4	379.7	90.0	210.2	37.3	177.6	113.4	77.1	382.20	173.66
Sep.	185.2	351.3	445.0	363.7	162.5	135.5	347.4	*	280.95	283.94
Octubre.	376.4	321.5	53.0	207.9	154.3	118.1	38.9	96.8	*	170.86
Nov.	105.4	80.3	12.1	53.0	32.3	88.70	17.7	*	*	55.64
Dic.	0.0	15.0	0.0	11.4	0.0	8.1	11.0	*	*	6.5
Total	1207.5	1927.0	1516.97	1258.9	1054.81	1000.9	1269.4	778.5	1179.05	
								(*)	(*)	

* No hay Información.

(*) No se usaron para obtener promedio de lluvia anual.

X̄ Anual = 1319.35 mm.

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro No. 2.

"Velocidad Máxima y Mínima del Viento (Kms/hora)".

Velocidad Kms/hora. Meses	1977		1978		1979		1980	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Enero.	*	*	9.24	2.08	11.22	1.78	3.43	1.32
Febrero.	*	*	9.50	2.44	*	*	5.67	2.18
Marzo.	*	*	4.21	1.97	5.97	1.79	6.77	2.69
Abril.	*	*	*	*	5.71	2.12	6.80	1.77
Mayo.	*	*	*	*	3.51	1.26	2.99	1.42
Junio.	9.21	1.54	*	*	5.00	1.16	5.38	0.66
Julio.	7.02	2.25	*	*	3.66	1.31	6.38	1.21
Agosto.	3.45	1.68	*	*	8.18	1.10	3.24	0.89
Septiembre.	*	*	*	*	2.42	0.83	2.42	0.92
Octubre.	*	*	*	*	3.06	0.88	*	*
Noviembre.	*	*	*	*	6.80	1.31	*	*
Diciembre.	*	*	*	*	8.46	1.10	*	*
\bar{X} Mensual	6.56	1.82	7.65	2.16	5.82	1.33	4.78	1.45

°° \bar{X} Máxima Anual = 6.20 Kms/hora.

\bar{X} Máxima Anual = 1.69 Kms/hora.

* No hay información.

Fuente: INSIVUMEH.

CUADRO No. 3.

"Evaporación mensual y anual (mm) de la cuenca laguna El Pino"

AÑOS	1977	1978	1979	1980	\bar{X} Mensual
MESES					
Enero	(*)	146.49	137.10	109.10	130.90
Febrero	(*)	140.30	144.86	132.79	139.32
Marzo	(*)	175.48	187.10	179.36	180.65
Abril	(*)	170.47	176.52	147.61	164.87
Mayo	(*)	219.12	231.18	158.06	202.79
Junio	199.76	270.33	115.03	143.21	182.08
Julio	182.51	209.15	131.18	145.28	192.03
Agosto	188.07	248.66	109.32	145.59	172.91
Septiembre	184.57	652.29	101.71	(*)	312.86
Octubre	123.60	191.87	91.89	(*)	135.79
Noviembre	111.50	113.07	118.17	109.02	112.83
Diciembre	101.64	110.69	123.19	114.38	112.48
TOTAL	1091.65	2747.92	1667.25	1384.40	

(*) No hay información.

\bar{X} Anual: 1722.80

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro No. 4.

"Temperatura Máxima y Mínima (°C)".

T°C Meses	1977		1978		1979	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Minima
Enero.	32°C	11	32	7	31	10
Febrero.	31	12	32	7	31	10
Marzo.	32	14	32	7	32	10
Abril.	32	15	32	7	32	12
Mayo.	31	13	32	7	31	14
Junio.	31	13	31	8	30	15
Julio.	31	13	31	8	30	15
Agosto.	35	12	30	8	30	15
Septiembre.	33	9	30	8	29	15
Octubre.	29	8	29	8	30	15
Noviembre.	29	7	29	8	30	12
Diciembre.	28	7	30	8	29	12
\bar{X} Mensual.	31.16	11.16	30.83	7.58	30.42	12.92

\bar{X} Máxima Anual = 30.80°C.

\bar{X} Mínima Anual = 10.55°C.

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro No. 5.

"Temperatura Promedio Mensual" (°C.).

Meses \ Años	1977	1978	1979	\bar{X}
Enero.	21.00	19.50	20.50	20.33
Febrero.	22.00	23.30	21.50	22.26
Marzo.	24.00	22.70	23.00	23.23
Abril.	24.00	23.00	24.00	13.66
Mayo.	22.00	23.30	22.00	22.43
Junio.	23.00	23.30	22.50	22.93
Julio.	22.50	20.00	22.50	21.57
Agosto.	22.50	19.50	22.50	21.50
Septiembre.	22.25	22.00	22.00	22.08
Octubre.	21.00	19.00	21.75	20.58
Noviembre.	19.75	22.00	19.00	20.25
Diciembre.	20.50	19.00	20.00	19.83

*
*
*
*

T° Promedio general de la Cuenca = 21.72°C.

* = 4 meses más calurosos del año.

Fuente: INSIVUMEH.

CUADRO NO. 6.

HOJA DE CALCULOS DE i : Índice anual de la efectividad de la precipitación.

Meses.	P (mm)	T (°C)	$(P)^{10/9}$	$T + 12.2$	$\frac{(P)^{10/9}}{T + 12.2}$	$i = 1.64 \frac{(P)^{10/9}}{T + 12.2}$
Enero.	6.51	20.33	8.015	32.53	0.2464	0.4041
Febrero.	0.65	22.26	0.620	34.46	0.0180	0.0295
Marzo.	24.88	23.23	35.546	35.43	1.0033	1.6454
Abril.	54.04	23.66	84.148	35.86	2.3466	3.8484
Mayo.	174.27	22.43	309.028	34.63	8.9237	14.6349
Junio.	240.82	22.93	442.650	35.13	12.6003	20.6645
Julio.	121.88	21.57	207.716	33.77	6.1509	10.0875
Agosto.	173.66	21.50	307.827	33.70	9.1343	14.9802
Septiembre.	283.94	22.08	531.538	34.28	15.5058	25.4295
Octubre.	170.86	20.58	302.318	32.78	9.2226	15.1251
Noviembre.	55.64	20.25	86.921	32.45	2.6786	4.3929
Diciembre.	6.50	19.83	8.001	32.03	0.2498	0.4097

$$\sum i = 111.6517$$

CUADRO No. 7.

HOJA DE CALCULOS DE i' : INDICE ANUAL DE EFICIENCIA DE TEMPERATURA

Meses.	T (°C)	$i' = 0.45 T$	
Enero.	20.33	9.1485	
Febrero.	22.26	10.0170	
Marzo.	23.23	10.4535	
Abril.	23.66	10.6470	
Mayo.	22.43	10.0935	
Junio.	22.93	10.3185	
Julio.	21.57	9.7065	
Agosto.	21.50	9.6750	
Septiembre.	22.08	9.9360	
Octubre.	20.58	9.2610	
Noviembre.	20.25	9.1125	
Diciembre.	19.83	8.9235	

$$\sum i' = 117.2925$$

Cuadro No. 8.

"Jerarquías de Humedad".

Símbolo	Valores del Índice.	Carácter del Clima.	Vegetación Natural Característica
A	≥ 128	Muy húmedo	Selva
B	64 - 127	Húmedo	Bosque
C	32 - 63	Semi-seco	Pastizal
D	16 - 31	Seco	Estepa
E	< 16	Muy seco	Desierto

Cuadro No. 9 .

"Jerarquías de Temperatura".

Símbolo	Valores del Índice	Carácter del clima
A'	≥ 128	Cálido
B'	101 - 127	Semi-cálido
B' ₂	80 - 100	Templado
B' ₃	64 - 79	Semi-frío
C'	32 - 63	Frío
D'	16 - 31	De Taiga
E'	1 - 15	De Tundra
F'	0	Polar

CUADRO No. 10.

HOJA DE CALCULOS DE i ESTACIONAL (BASADO EN EL CUADRO No.6.).

\bar{y} /meses					
Estación	1	2	3	4	i Est.
Otoño	25.4295 (Sept.)	15.1251 (Oct.)	4.3929 (Nov.)	0.4097 (Dic.)	45.3572
Invierno	0.4097 (Dic.)	0.4041 (Ene.)	0.0295 (Feb.)	1.6454 (Mar.)	2.4887
Primavera	1.6454 (Mar.)	3.8484 (Abr.)	14.6349 (Mayo)	20.6645 (Jun.)	40.7932
Verano	20.6645 (Jun.)	10.0875 (Jul.)	14.9802 (Ag.)	25.4295 (Sept.)	71.1617

CUADRO No. 11.

HOJA DE CALCULOS DE i' ESTACIONAL (BASADO EN LOS CUADROS 5 y 7).

MESES MAS CALUROSOS	i'
MARZO	10.4535
ABRIL	10.6470
MAYO	10.0935
JUNIO	10.3185

= 41.5125

$$\% \text{ concentración} = \frac{i' \text{ de los 4 meses más calurosos}}{i' \text{ de los 12 meses del año}} \times 100 = \frac{41.5125}{117.2925} \times 100 = \underline{35.39}$$

Cuadro No.12.

"Tipos de Distribución de la Lluvia durante el Año".

i Estacional	Símbolo	Carácter del Clima
Todos > 4	r	Sin estación seca bien definida
P < 4	P	Con primavera seca.
V < 4	V	Con verano seco
O < 4	O	Con otoño seco
i < 4	i	Con invierno seco
Todos < 4	d	Con deficiencias de lluvia en todas las estaciones.

Cuadro No. 13.

"Tipos de Variación de la Temperatura durante el Año".

Símbolo	Carácter del Clima	% de Concentración
a'	Sin estación fría bien definida.	25 - 34
b'	Con invierno Benigno.	35 - 49
c'	Extremoso	50 - 69
d'	Muy Extremoso	70 - 99
e'	Extremosísimo	100

CUADRO No. 24.

"Análisis químico del agua de la laguna El Pino" "(Fase de Laboratorio)"

Muestreo No. 1.

Fecha de Muestreo: 3 de Octubre de 1982.

PARAMETROS MUESTRAS	pH	CE mhos X 10 ⁻⁶	C A T I O N E S Meq/litro				A N I O N E S Meq/litro			
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻
1	7.5	100	0.22	0.12	0.33	0.22	0.17	0.73	0.0	0.0
2	7.4	100	0.22	0.12	0.33	0.27	0.10	0.84	0.0	0.0
3	7.4	100	0.22	0.12	0.33	0.27	0.02	0.79	0.0	0.0
4	7.2	100	0.21	0.12	0.33	0.22	0.12	0.82	0.0	0.0
5	7.4	100	0.22	0.12	0.33	0.22	0.19	0.84	0.0	0.0
6	7.3	100	0.22	0.12	0.33	0.27	0.19	0.75	0.0	0.0

CUADRO No. 25.

"Análisis químico del agua de la laguna El Pino"

"(Fase de Laboratorio)"

Muestreo No. 2.

Fecha de Muestreo: 11 de Octubre de 1982.

PARAMETROS MUESTRAS	pH	CE mhos x 10 ⁻⁶	C A T I O N E S Meq/litro				A N I O N E S Meq/litro			
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻
1	7.6	100	0.20	0.15	0.17	0.22	0.04	0.95	0.0	0.0
2	7.4	100	0.20	0.15	0.17	0.22	0.17	1.27	0.0	0.0
3	7.5	100	0.20	0.15	0.17	0.22	0.15	0.90	0.0	0.0
4	7.6	90	0.20	0.15	0.17	0.22	0.21	1.13	0.0	0.0
5	7.4	90	0.20	0.15	0.17	0.22	0.08	0.86	0.0	0.0
6	7.4	100	0.20	0.15	0.17	0.22	0.25	1.23	0.54	0.0

CUADRO No. 26.

"Análisis químico del agua de la laguna El Pino" "(Fase de Laboratorio)"

Muestreo No. 3.

Fecha de Muestreo: 18 de Octubre de 1982.

PARAMETROS MUESTRAS	pH	CE mhos X 10 ⁻⁶	C A T I O N E S Meq/litro				A N I O N E S Meq/litro			
			Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	SO ₄ ⁻⁻
1	6.9	100	0.22	0.14	0.33	0.30	0.0	1.11	0.0	0.0
2	6.9	100	0.22	0.14	0.33	0.30	0.0	1.54	0.0	0.0
3	6.9	100	0.21	0.14	0.42	0.30	0.0	1.26	0.0	0.0
4	6.8	100	0.21	0.14	0.42	0.30	0.0	1.59	0.0	0.0
5	7.5	100	0.21	0.14	0.33	0.30	0.0	1.73	0.0	0.0
6	6.9	100	0.21	0.13	0.42	0.30	0.0	1.17	0.0	0.0

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Antonio A. Sandoval S.', written over a horizontal line.



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O