

LAGUNA DE TORTUGUERO:
RECOPIACION COMPRENSIVA DE DATOS
SOBRE LA ESTRUCTURA, FUNCIONAMIENTO Y UTILIZACION
DE ESTE RECURSO NATURAL



RAFAEL NEVAREZ Y JOHNNY VILLAMIL

MARZO, 1980



CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH
UNIVERSITY OF PUERTO RICO - U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

LAGUNA DE TORTUGUERO
Recopilación Comprensiva de Datos Sobre
La Estructura, Funcionamiento y Utilización
De Este Recurso Natural

Rafael Nevárez (a)
Johnny Villamil (b)

(a) Universidad de Puerto Rico
Recinto de Ciencias Médicas
Facultad de Ciencias Biosociales
Escuela Graduada de Salud Pública
Departamento de Salud Ambiental

(b) Universidad de Puerto Rico
Centro de Estudios Energéticos y Ambientales
División de Ecología Terrestre
(autor al cual toda correspondencia debe ser dirigida)

marzo, 1980

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
NOTA DE AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA.	x
RESUMEN.....	xi
 PARTE I:	
 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LA LAGUNA TORTUGUERO.....	
	1
INTRODUCCION.....	2
CARACTERISTICAS FISICAS.....	3
Geología.....	7
Hidrología.....	11
Precipitación y evaporación.....	15
Escurrimiento.....	16
CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICAS.....	17
Nutrientes.....	22
Pesticidas y Metales Pesados.....	24
Oxígeno Disuelto.....	24
Temperaturas.....	26
Dióxido de Carbono.....	28
Sedimentos.....	28
Salinidad.....	33
SUELOS Y FLORA.....	34
COMUNIDADES BIOTICAS DEL LITORAL DE LA LAGUNA....	48
Bacterias Coliformes.....	61
Fitoplancton, Perifiton y Zooplancton.....	61
Fitoplancton.....	61
Perifiton.....	65
Zooplancton.....	65
Insectos.....	73
Poríferos.....	73
Coelenterados.....	74
Peces.....	76
Moluscos.....	81
Anfibios.....	86
Aves.....	87
Reptiles.....	100
Mamíferos.....	101
INTERACCIONES QUIMICAS, FISICAS Y BIOLÓGICAS EN LA LAGUNA TORTUGUERO.....	102

PARTE II:

PROPUESTAS DE MANEJO Y RECREACION PARA EL AREA DE LA LAGUNA TORTUGUERO.....	106
Introducción.....	107
Manejo.....	107
Recreación.....	110
CONCLUSION.....	111
BIBLIOGRAFIA.....	113

LISTA DE FIGURAS

	<u>Página</u>
FIGURAS:	
I	Localización Laguna Tortuguero 5
II	Batimetría Laguna Tortuguero..... 6
III	Geología General..... 9
IV	Ilustración Mogotes y Su Desarrollo. 10
V	Hidrología Laguna Tortuguero..... 12
VI	Aguas Superficiales..... 14
VII	Provisión de Agua..... 18
VIII	Cloruros y Conductancia Específica..... 20
IX	Fósforo y Nitrógeno..... 23
X	Provisión de Nutrientes..... 25
XI	Temperatura vs. Profundidad..... 27
XII	Espesor Sedimentos Fondo..... 29
XIII	Carbonatos y Bicarbonatos..... 31
XIV	Manantiales Area Norte..... 35
XV	<u>Casuarina equisetifolia</u> 38
XVI	<u>Panicum, Ipomoea, Psicolaria y Lageno</u> <u>carpus spp.</u> 40
XVII	<u>Drosera s.p.</u> 42
XVIII	Comunidades Litorales..... 51
XIX	<u>Cocos nucifera</u> 52
XX	<u>Cecropia peltata</u> 53
XXI	<u>Ficus sintensisii</u> 54
XXII	<u>Opuntia rubescens</u> 55
XXIII	<u>Calypttranthes krugii</u> 56
XXIV	<u>Cordia borinquensis</u> 57
XXV	<u>Typha dominguensis</u> y <u>Cladium jamaicensis</u> 59
XXVI	<u>Eleocharis caribea</u> 60
XXVII	<u>Chara spp.</u> y <u>Najas marina</u> 62
XXVIII	Coliformes Fecales y Totales..... 63
XXIX	<u>Lyngbya spp.</u> y <u>Nitzchia spp.</u> 66
XXX	<u>Navicula sp.</u> y <u>Fragilaria sp.</u> 67
XXXI	<u>Diaptomus sp.</u> y <u>Diaphanosoma sp.</u> 69
XXXII	<u>Spongilla spp.</u> y <u>Hydra spp.</u> 75
XXXIII	<u>Caranx latus</u> , <u>Centropomus undecimalis</u> y <u>Macrobrachium carcinus</u> 77
XXXIV	<u>Anguilla rostrata</u> , <u>Gerres cinereus</u> y <u>Poecilia reticulata</u> 78
XXXV	Lechos de Conchas Marinas..... 84

XXXVI	<u>Xiphocaris elongata</u> y <u>Callinectes danae</u>	85
XXXVII	<u>Coereba flaveola portoricensis</u>	89
XXXVIII	<u>Icterus dominicensis portoricensis</u>	89
XXXIX	<u>Spindalis zena portoricensis</u>	90
XL	<u>Tanagra musica sclateri</u>	90
XLI	<u>Oxyura jamaicensis jamaicensis</u>	91
XLII	<u>Pandion haliaetus</u>	91
XLIII	Fluctuación Diurna Oxígeno Disuelto.....	104

LISTA DE TABLAS

TABLAS:		<u>Página</u>
I	Características Físicas Laguna Tortuguero...	7
II	Concentración de Metales Selectos y Nutrientes Componentes de los Sedimentos de la Laguna..	32
III	Plantas Endémicas del Area de la Laguna Tortuguero, Puerto Rico.....	43
IV	Plantas que no se encuentran en otras áreas de Puerto Rico.....	44
V	Plantas de distribución limitada o raras en Puerto Rico presentes en el área de la Laguna Tortuguero.....	45
VI	Asociación de los tipos de suelos circundantes del área de Tortuguero y la flora allí existente	46
VII	Arboles más comunes que componen los bosques del litoral de la Laguna Tortuguero.....	48
VIII	Plancton reconocido por Candelas en 1972-73...	70
IX	Plancton reconocido por Fusté y Quiñones (1978)	71
X	Insectos identificados por Reyes de Ruiz (1971) en los litorales de la Laguna Tortuguero.....	73
XI	Peces identificados por Reyes de Ruiz (1971) en la Laguna Tortuguero.....	79
XII	Peces identificados por Erdman (1972) como autóctonos de la Laguna Tortuguero.....	80
XIII	Peces identificados por Candelas (1974) en la Laguna Tortuguero.....	80
XIV	Peces identificados en la Laguna Tortuguero por el Departamento de Recursos Naturales en 1976	81
XV	Decápodos identificados por Reyes de Ruiz (1971) en la Laguna Tortuguero.....	86
XVI	Gastrópodos reconocidos por Reyes de Ruiz (1971) en la Laguna Tortuguero.....	86
XVII	Lista de aves identificadas por Neris Reyes de Ruiz (1971) en el área de la Laguna Tortuguero	92
XVIII	Lista de aves en peligro de extinción en el área de la Laguna Tortuguero y sus alrededores....	95
XIX	Lista de aves en la Laguna Tortuguero y áreas circundantes, Pérez Rivera.....	97
XX	Aves endémicas en el área de Tortuguero, Pérez Rivera (1980).....	99

TABLAS:		<u>Página</u>
XXI	Aves raras o amenazadas en el área de Tortuguero, Pérez Rivera (1980).....	99
XXII	Exóticos del área de Tortuguero, Pérez Rivera (1980).....	100

NOTA DE AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a aquellas personas las cuales colaboraron en alguna u otra forma a la realización de este documento. Por la información prestada al Dr. Gustavo Candelas, Mayra López, profesora Vivian Mestey, profesor Raúl Pérez Rivera, Ramón Martínez, profesor Jorge L. Piñero, Bárbara Cintrón y al Dr. Douglas Reagan. Agradecemos profundamente los comentarios y revisión del documento al Dr. Laurence J. Tilly, Dr. Manuel J. Vélez, Dr. Douglas Reagan, Miguel Canals, José A. Colón, Bárbara Cintrón e Iris Corujo. Mención especial deseamos brindarle a Rafael Feliciano por la colaboración en la ilustración del documento. A Marta, por la preparación de los borradores y a Norma, por su paciente y delcada labor preparando el documento final. Nuestra gratitud a todos estos compañeros.

Rafael Nevárez Nieves
Johnny Villamil Casanova

marzo, 1980

A Marta

R. N. N.

RESUMEN

La Laguna Tortuguero constituye una de las reservas naturales más ricas y preciadas de nuestra isla. Localizada una vez en la librería del olvido, hasta hace escasamente dos décadas, ha cobrado sumo interés dentro de la comunidad científica continental y puertorriqueña, a la vez que ha despertado y promovido el movimiento de conservación de este recurso tan único y valioso que forma parte de nuestro aservo ambiental. Plantas endémicas, aves autóctonas y migratorias, magníficas playas de doradas arenas, abastecimientos naturales de aguas subterráneas y la laguna como sistema aislado, todo constituye un paisaje de admirable belleza al cual no se le pueden asignar valores monetarios... sólo 20 millones de años de evolución son capaces de suplir todo el conglomerado que compone el ecosistema de la Laguna Tortuguero.

El propósito de este documento es el de recopilar datos dispersos en la literatura referentes a la Laguna de Tortuguero sin pretender abarcar ni profundizar todos los aspectos relacionados a la ecología de este sistema, mas enfoca los puntos más interesantes que se han estudiado hasta el momento. Además presentamos datos y observaciones llevados a cabo por los Autores. En la primera parte, los subtemas a discutirse, entre otros, figuran la geología (hidrología,

estratigráfica), características y parámetros químicos y físicos (salinidad, nutrientes, pH, vientos), aspectos y características biológicas (plancton, ornitología, moluscos, crustáceos, reptiles, anfibios, botánica, aspectos limnológicos) y otros. Algunas gráficas y figuras tomadas de trabajos originales son incluidas en diversos temas para dar un enfoque más objetivo. Por último, en la segunda parte, se discute en forma breve, algunas medidas y proyectos diseñados con el propósito de la debida protección y manejo para el disfrute de este valioso recurso natural propuestos por agencias gubernamentales, entidades privadas y la ciudadanía en general al momento de publicación de este documento.

PARTE I

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA
DE LA LAGUNA DE TORTUGUERO

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LA LAGUNA DE TORTUGUERO

INTRODUCCION

La Laguna Tortuguero está localizada al norte de Puerto Rico entre los ríos Cibuco y Manatí, a unos 35 Kms. (22 millas) al oeste de San Juan, entre las latitudes 10°, 30' y 18°, 25' y las longitudes 66°, 30' y 66°, 25'. Junto a la Laguna Cartagena, son las únicas lagunas de agua dulce naturales en la Isla. Forma parte de una cadena de lagunas, charcas y pantanos costeros que se extienden desde San Juan a Arecibo en la costa norte de Puerto Rico. Es la laguna de agua dulce de mayor tamaño en la Isla. Políticamente se encuentra entre los barrios Algarrobo, Yeguada y parte de Puerto Nuevo del Municipio de Vega Baja y el barrio Tierras Nuevas Salientes, del Municipio de Manatí. Constituye uno de nuestros más valiosos recursos naturales, ya que es hábitat específico para una gran diversidad de plantas, entre ellas, endémicas al lugar y para Puerto Rico, peces, aves y otros organismos acuáticos y terrestres.

Esta sección pretende aglutinar en una forma comprensible todos aquellos aspectos químicos, físicos y biológicos investigados por varios grupos e individuos. La sección ha sido diseñada de tal manera para ofrecerle una idea clara y completa hasta donde la información

recopilada lo permite, de cual es la estructura y como es el funcionamiento del sistema de la laguna. Dentro del marco físico químico y geológico enfocamos las especies más revelantes del sistema las cuales son las que llevan a cabo los cambios en la geomorfología y estructura biológica del área.

CARACTERISTICAS FISICAS

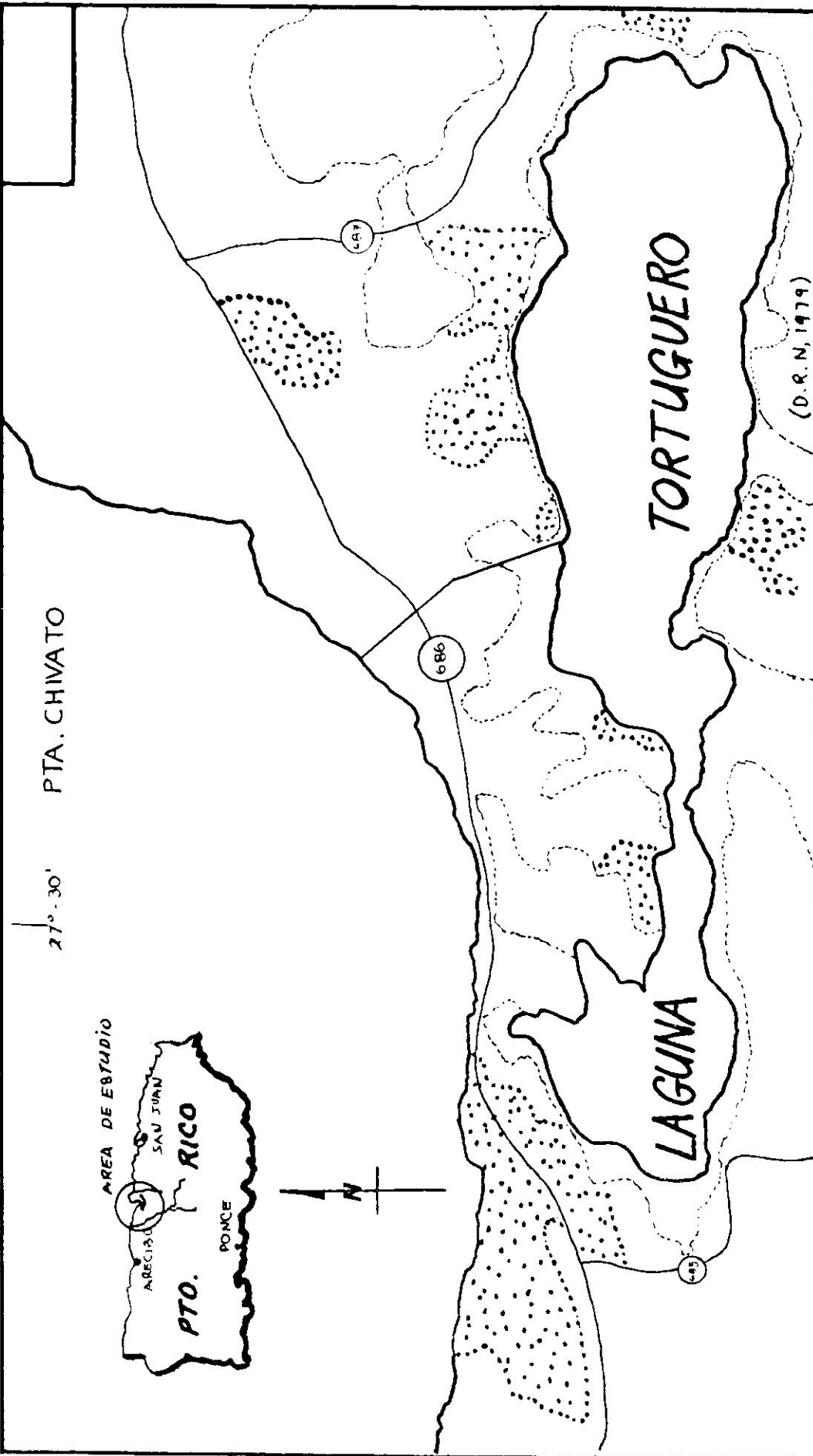
La Laguna Tortuguero posee un área de superficie de cerca de 2.43 Km.² (0.9382 mi.²), de las cuales, dos terceras partes (2/3) están localizadas en el lado este de la laguna (conocida también como Laguna Grande). La sección oeste ocupa el restante del área total, permaneciendo conectadas entre sí por un angosto canal (Angostura) con capacidad para un bote a la vez debido a la invasión de la planta acuática enea (Reyes de Ruiz, 1971).

La Laguna contiene un volumen total aproximado de 2.68 Mm.³, (707.98 M gal.), alimentada por una serie de manantiales de agua dulce y aguas salobres, que hacen poseer a la laguna un gran contenido de minerales (Candelas, 1974). En el área, el movimiento de percolación del agua casi no existe, pero por otro lado, subsiste uno de subida (upwelling) del agua del acuífero subyacente, el cual nutre a la laguna que es la única razón de existencia de ésta. (Fusté; Quiñones Márquez, U.S.G.S., 1978). A medida que el agua dulce se mueve hacia el mar, existe un correspondiente movimiento del agua salada tierra adentro a



través de la parte inferior del acuífero, moviéndose hacia arriba, mezclándose con el agua salada y formando una zona de interfase a lo largo del contacto del agua dulce y el agua de mar, atribuyéndose a este movimiento el carácter ligeramente salado de la laguna, considerada a estar en la actualidad en un balance dinámico (U.S.G.S., 1978).

Una de las perturbaciones llevadas a cabo por parte del hombre a la Laguna Tortuguero, fue el dragado de un canal de desagüe con salida al mar por el litoral norte de Laguna Grande construido por el Ejército de Estados Unidos en el 1940 con el propósito de controlar el mosquito Anófeles (Reyes de Ruiz, 1971). Su longitud es de 0.6 Km., 8.5 m. de amplitud y 1.0 m. de profundidad promedio. El dragado de este canal en la laguna afectó el nivel del agua de este cuerpo sobre el nivel del mar, el cual previo a la construcción, fluctuaba entre 0.5 a 1 m. El dragado de este canal se considera que no afectó el equilibrio dinámico de la laguna, ya que previamente existía uno similar, a la vez que el canal posee un leve gradiente de la laguna hacia el mar, el cual dificulta la entrada de agua salada por el canal (U.S.G.S., 1975). La diferencia entre el nivel del agua de la laguna y el nivel del mar es de alrededor de 1 m.

La profundidad de la laguna es relativamente baja, con un promedio de 1.2 m. (3.94 pies) registrado por el Geological Survey (U.S.G.S., 1978) comparado con el determinado por Candelas, cuyo promedio fue de 0.91 m. (Candelas, 1974).

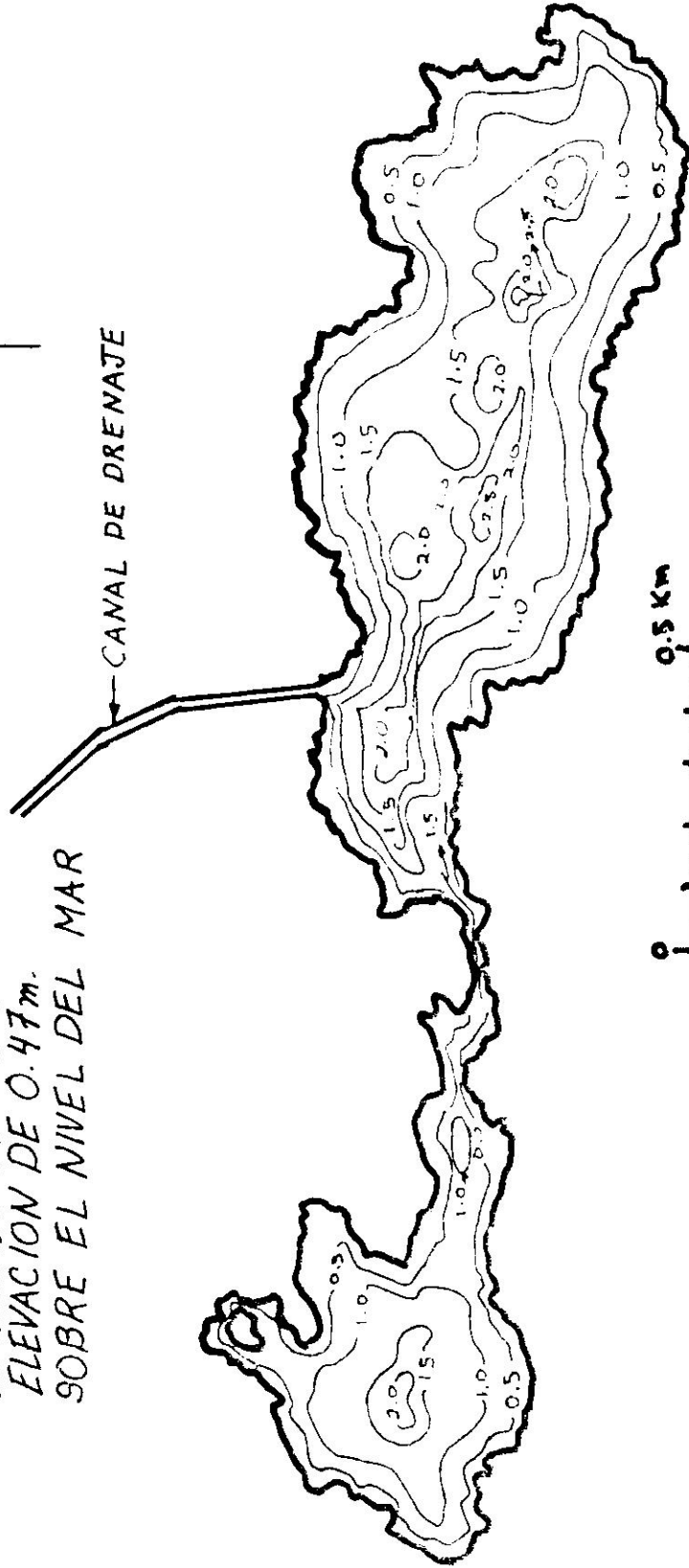


AREA LAGUNA TORTUGUERO	
SCALE: 1" = 1.74 KM	APPROVED BY
DATE:	DRAWN BY <i>RNN</i>
LAGUNA TORTUGUERO	
FIGURA I LOCALIZACION	
DRAWING NUMBER	

-  BOSQUE
-  PANTANO

LEYENDA

— 2.0 — LINEA DE CONTORNO
INTERVALO DE 0.5 m.
ELEVACION DE 0.47 m.
SOBRE EL NIVEL DEL MAR



(U.S.G.S., 1978)

PROFUNDIDAD PROMEDIO (METROS)

SCALE 1" = 0.279 Km

APPROVED BY

DRAWN BY R.A.M.

DATE:

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA II BATIMETRIA

DRAWING NUMBER

Un estudio batimétrico (Fig. 2) reveló que la parte este (Laguna Grande) por lo general es más profunda que la parte oeste (Laguna Pequeña), aunque la profundidad mayor se registró al oeste del canal que une ambas partes, con una profundidad de 2.8 m. (9.19 pies) (U.S.G.S., 1978).

A continuación se resumen las características físicas de la Laguna Tortuguero (Tabla I):

TABLA I: RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA LAGUNA TORTUGUERO.

PARAMETRO	SISTEMA METRICO	SISTEMA INGLES
Area (A)	2.24 Km ²	1.39 mi.
Volúmen (V)	2.68 Mm ³	94.63 m.pies ³ (707.88 M. gal.)
Profundidad prom. (V/A)	1.2 m.	3.94 pies
Profundidad máxima	2.8 m.	9.19 pies
Largo máximo (este a oeste)	4.6 Km.	2.86 mi.
Ancho máximo (lado este)	0.9 Km.	0.56 mi.
Ancho máximo (lado oeste)	1.0 Km.	0.6214 mi.

(U.S.G.S., 1978)

GEOLOGIA

El área de Tortuguero está circunscrita por Calizas Terciarias,

las cuales se sumergen hacia el mar apareciendo en sucesión desde las más jóvenes a las más antiguas a medida que aumenta la distancia de la costa. La más importante de estas calizas (Fig. 3) como acuffero es la Caliza Aymamón, cuya cima es una superficie kárstica, compuesta de colinas aisladas que están sobre la capa de arenas y arcillas (denominadas comúnmente como "blanket") cuyo espesor es de 15.24 m. a 18.29 m.; son éstas de un color rojizo-marrón y su formación es más temprana que la caliza (Bennett & Giusti, U.S.G.S., 1976). Estos depósitos, los cuales se le asignan al Período Cuaternario, llenan los huecos y los valles de esta superficie kárstica surgiendo así los denominados mogotes (Fig. 4A). Estos son la última fase de la expresión kárstica antes de la completa denudación (U.S.G.S., 1976). Siguen en orden, la Caliza Aguada, la Formación Cibao, la Caliza Lares y la Formación San Sebastián, todas del período Terciario (62 millones de años). Las porciones de roca madre que surgen del suelo se cruzan hacia el sur en ese orden (Bennett & Giusti, U.S.G.S., 1972).

La Caliza Aymamón, en el área costera, constituye un acuffero prolífico, cuya capacidad de los pozos puede variar de 378 a 3,785 ppm. (litros por minuto) por pie de excavación. Este acuffero se compone de tres zonas: La inferior, de baja permeabilidad, compuesta de caliza cristalizada (Fig. 5) de 70 m. (230 pies); la zona media, está formada de caliza altamente porosa y una zona superior, la cual se localiza al

LEYENDA



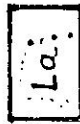
DEPOSITOS TERCARIOS Y CUATERNARIOS



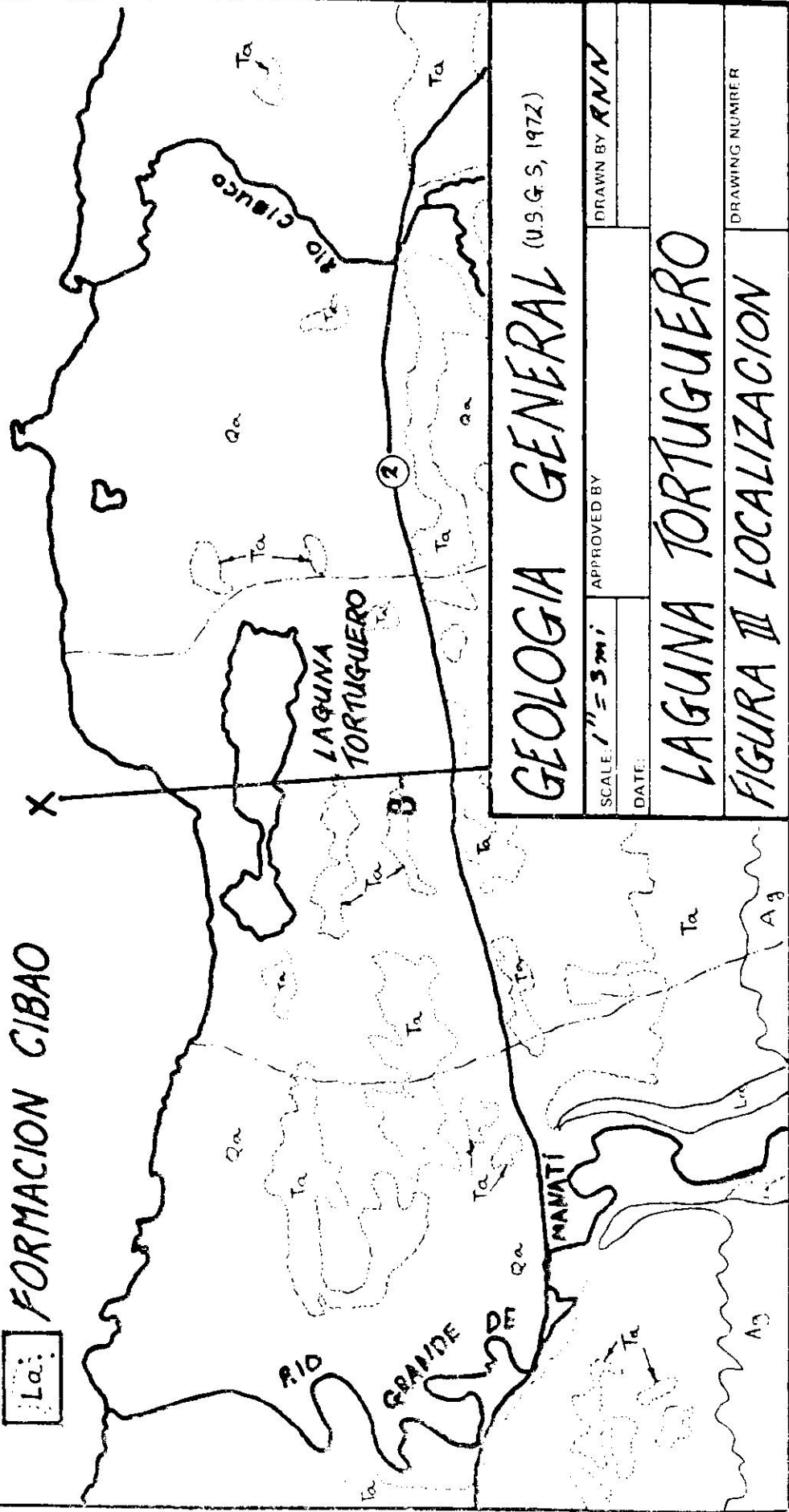
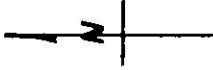
CALIZA AYMAMON



CALIZA AGUADA



FORMACION CIBAO



GEOLOGIA GENERAL (U.S.G.S, 1972)

SCALE 1" = 3 MI APPROVED BY DRAWN BY RNN

DATE:

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA III LOCALIZACION

DRAWING NUMBER

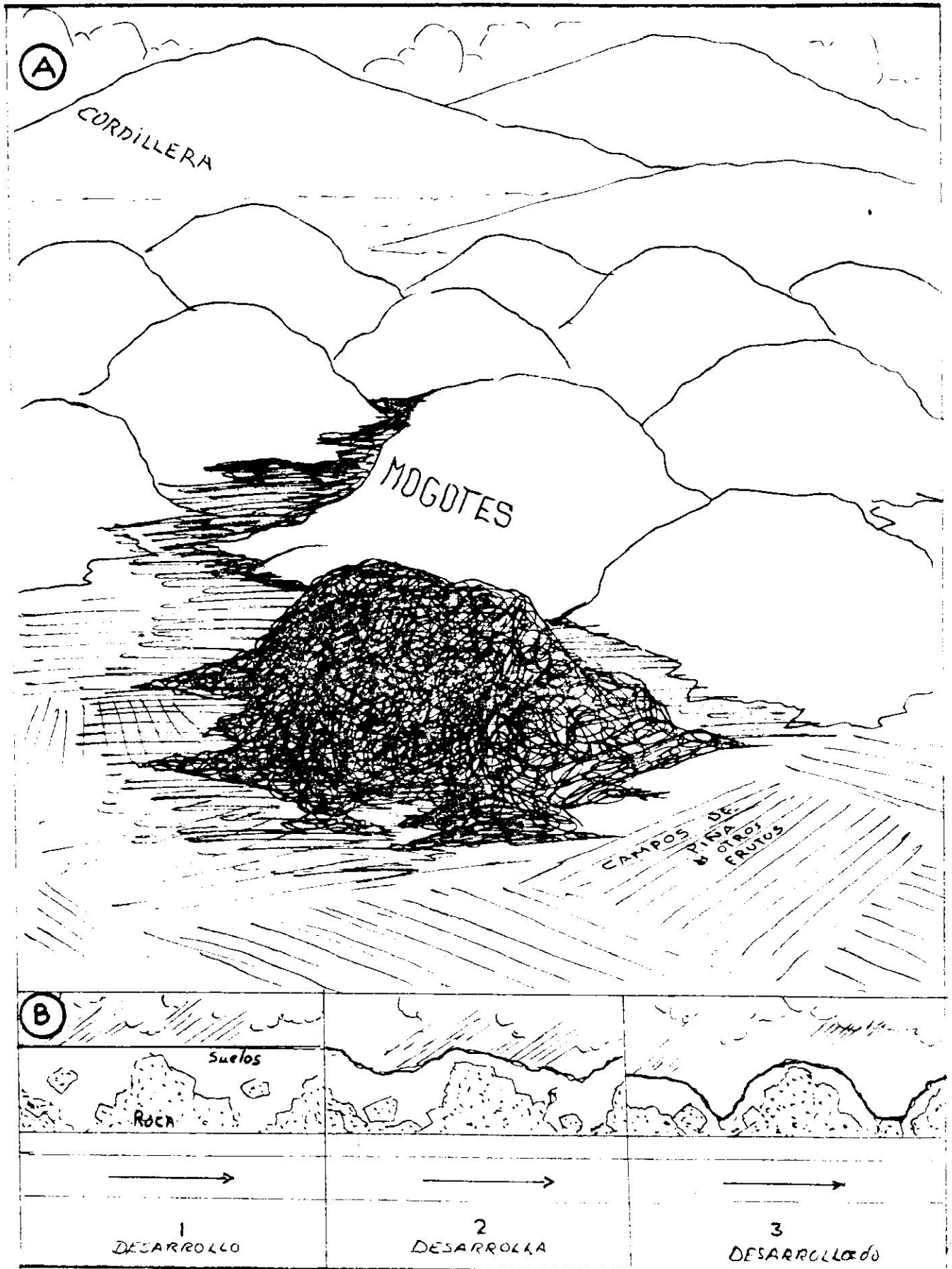


FIGURA 4: DESARROLLO GEOMORFOLOGICO DE LOS MOGOTES.

noreste de la laguna, compuesta de una caliza densa estrechamente cementada (U.S.G.S., 1972).

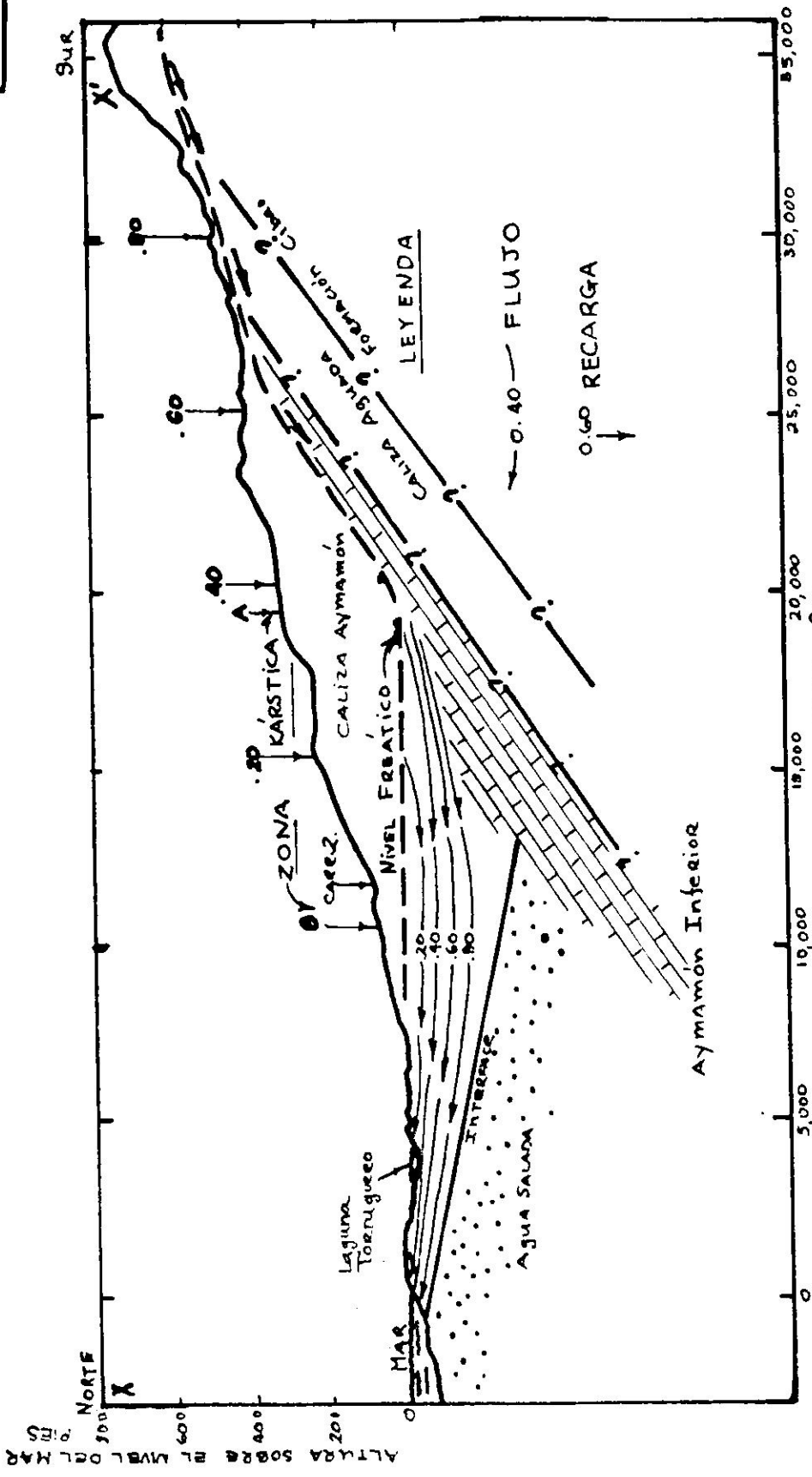
El acuífero Aymamón se extiende cerca de 6.44 km. tierra adentro de la costa. Hacia el sur el nivel freático cambia gradualmente en posición estratigráfica, ocurriendo en la región inferior de la Aymamón, en el Aguada y en la parte superior del Cibao y sus áreas, siendo ésta baja en permeabilidad.

HIDROLOGIA

Condiciones Generales de Recarga, Flujo y Descarga:

Dentro del mapa de la Figura 5, se muestra una sección hidrológica generalizada a través de la línea X-X', siendo aproximadamente de norte a sur.

A una distancia de 6.44 km. tierra adentro desde la costa, en el punto A, la línea de sección está circunscrita por la zona medianamente permeable de la Caliza Aymamón, tendida sobre depósitos de arcilla y caliza ("blanket"). El nivel freático en esta región es extremadamente plano, teniendo sólo un gradiente de 3 a 6 pie/mi. (pie por milla). El flujo hacia la costa se sostiene gracias a la alta permeabilidad del acuífero. Al sur del punto A, el gradiente del nivel freático se convierte en uno más empinado, llegando a un valor de 250 pie/mi. Este cambio en gradiente coincide con la reducción de la zona media de Aymamón, por lo que el gradiente empinado está en la



SECCION X - X' (U.S.G.S., 1972)


SCALE: 1" = 4444'	APPROVED BY	DRAWN BY RNN
DATE:		
LAGUNA TORTUGUERO		
FIGURA I HIDROLOGIA		
		DRAWING NUMBER


parte menos permeable de la zona inferior. Este gradiente continúa a través de la Caliza Aguada y la Formación Cibao (de baja permeabilidad) hasta 11.26 Km. al sur de la costa. Este gradiente es consecuencia de la baja permeabilidad de estas formaciones y también indican que la consistencia del flujo es baja, esto es, la permeabilidad de las formaciones probablemente disminuye con la profundidad, haciendo que el movimiento de aguas subterráneas esté en su mayoría restringida a la zona poco profunda de material saturado cercano a la superficie. Además, el flujo es de tipo cascada, en forma de película paralelo a la topografía. Cuando este flujo alcanza el área circunscrita por la zona media del Aymamón, se extiende verticalmente a través del espesor del intervalo de alta permeabilidad. Esta combinación, de alta permeabilidad y mayor flujo-espesor resulta en la reducción drástica del gradiente (U.S.G.S., 1972).


Igualmente del flujo de aguas subterráneas que recibe el sur, el acuífero Aymamón recibe recarga directa entre las latitudes de los puntos A y B (Fig. 5) el cual pertenece a la zona kárstica, y de acuerdo al patrón de circulación de esta área, el cual no permite las escorrentías y sí una rápida percolación, fluyendo esencialmente el agua hacia el norte y desbordando en la laguna. La cantidad de recarga por la cascada del sur se estima en 0.42 mcs. (metros cúbicos por segundo) equivalentes a 6732.47 gpm. (galones por minuto). La recarga entre las latitudes de los puntos A y B se estima en 0.37 mcs. (5834.81 gpm.). En

LEYENDA

 PANTANO

 AREAS HUMEDAS

 MANANTIAL

 ---300--- CONTORNO DE ALTITUD EN
PIES SOBRE EL NIVEL DEL MAR

LAGUNA TORTUQUERO

RIO GRANDE
de MANATI



RIO CIBUCO

RIO
Indio

(U.S.G.S., 1976)

AGUAS SUPERFICIALES

SCALE: 1" = 2.47km APPROVED BY

DATE:

DRAWN BY RNN

LAGUNA TORTUQUERO

FIGURATI AREA DE ESTUDIO

DRAWING NUMBER R

otras palabras, el flujo total del acuífero Aymamón en el punto B se estima en 0.79 mcs. (12567.3 gpm. ó 18.096912 Mgal./día (millones de galones por día) (U.S.G.S., 1972). El flujo total por descarga del acuífero Aymamón es de 0.02 Ml./día por Km. (millones de galones) de extensión del acuífero (U.S.G.S., 1976).

Evidencia visual recogida en el campo indica que mucha de la descarga hacia la tierra ocurre a través de manantiales y escapes superficiales (Fig. 6) que abundan el área. El patrón de flujo del sector establece como promedio, que el 25% del flujo subterráneo, o sea 0.20 mcs., se descargan directamente al mar (3141.8 gpm.); del 20 al 30% descargan al sur de la laguna, o sea de 0.17 a 0.23 mcs. (de 1513.5 a 3770.2 gpm.) a través de manantiales o escapes de superficie, que drenan a la laguna. El flujo restante, de 0.37 a 0.42 mcs. (5834.8 a 6732.5 gpm.) se distribuyen entre flujo directo a la laguna y descarga a través de manantiales en el fondo y áreas pantanosas en el norte de la laguna, que subsecuentemente drenan hacia la laguna. En otras palabras, la Laguna Tortuguero recoge finalmente todo el flujo de aguas subterráneas, excepto aquel que descarga directamente al mar (U.S.G.S., 1972).

Precipitación y Evaporación:

En el año 1971, Reyes de Ruiz reportó una precipitación total anual de 1,731.3 mm. para 1969 y de 2125.2 mm. para 1970, equivalentes a 3.88 Mm.³ y 4.76 Mm.³ respectivamente. Candelas

(1974) reportó 1,357.9 mm. durante los años 1972-73, aportando así 3.04 Mm.³ de agua. Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978) en su estudio del 1974-75, registraron una precipitación de 1,521 mm./año contribuyendo con 3.41 Mm.³/año de agua a la laguna. Adicionalmente, la evapotranspiración se estimó en 1,274 mm./año o aproximadamente 2.85 Mm.³/año (U.S.G.S., 1978).

Escorrentía:

La escorrentía hacia la laguna sólo ocurre durante los períodos de lluvias intensas principalmente en las montañas al sur de la laguna (cuando la precipitación excede la razón de percolación) fluyen directamente a la laguna (U.S.G.S., 1978).

El flujo de salida de la Laguna Tortuguero es sólo a través del canal de desague en el norte. Candelas (1974) estipula que previamente al dragado del canal la descarga ocurría posiblemente por evapotranspiración de la superficie de la laguna y sus alrededores pantanosos, flujos intermitentes a través de canales y zanjas durante períodos de inundaciones y por medio de flujos subterráneos de la laguna hacia el mar, contrariamente a como lo hace en la actualidad. Este canal, aunque su flujo está afectado por la acción de las mareas, el fluye constantemente, descartándose la posibilidad de que el agua de mar fluya a través del canal hacia la laguna, ya que según estudios de conductancia específica y medidas de flujo así lo demostraron (Fusté y Quiñones, 1978) contrario a Carvajal (1974) que asocia el carácter

oligohalino de la laguna con la acción directa de las mareas en el canal. Queris y Villamil (1977) encontraron que la intrusión salina en el canal llega hasta un promedio de 100 m. tierra adentro. Sin embargo, consideramos que la sal en aerosol proveniente de la cercana costa puede ser uno de los causantes de la concentración de sal, hasta el presente este aspecto no ha sido cuantificado.

Medidas de descarga total durante el año 1974-75 (Fusté y Quiñones, U. S. G. S., 1978), indicaron que la descarga total fue de 20.1 Mm.^3 (5309.9 M. gal.) equivalentes a una razón de flujo de $7.5 \text{ Mm.}^3/\text{año}$ (flushing rate) que es la razón entre la descarga anual a la laguna (u otro cuerpo de agua) y el volúmen de la laguna (u otro cuerpo de agua). Este parámetro nos indica que el canal descargó 7.5 veces el volúmen total de la laguna. La figura 7 resume el flujo hidrológico de la Laguna Tortuguero para el período de julio de 1974 a junio de 1975.

CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICAS

Análisis químicos a través de la laguna mostraron mayor concentración de iones en la parte oeste que en la parte este. Esta diferencia puede ser causada por diversos factores, como por ejemplo: el lado oeste de la laguna no posee un sistema abierto de drenaje hacia el océano como el canal de la parte este, trayendo como resultado que la descarga de la laguna ocurra principalmente en la parte este, mientras

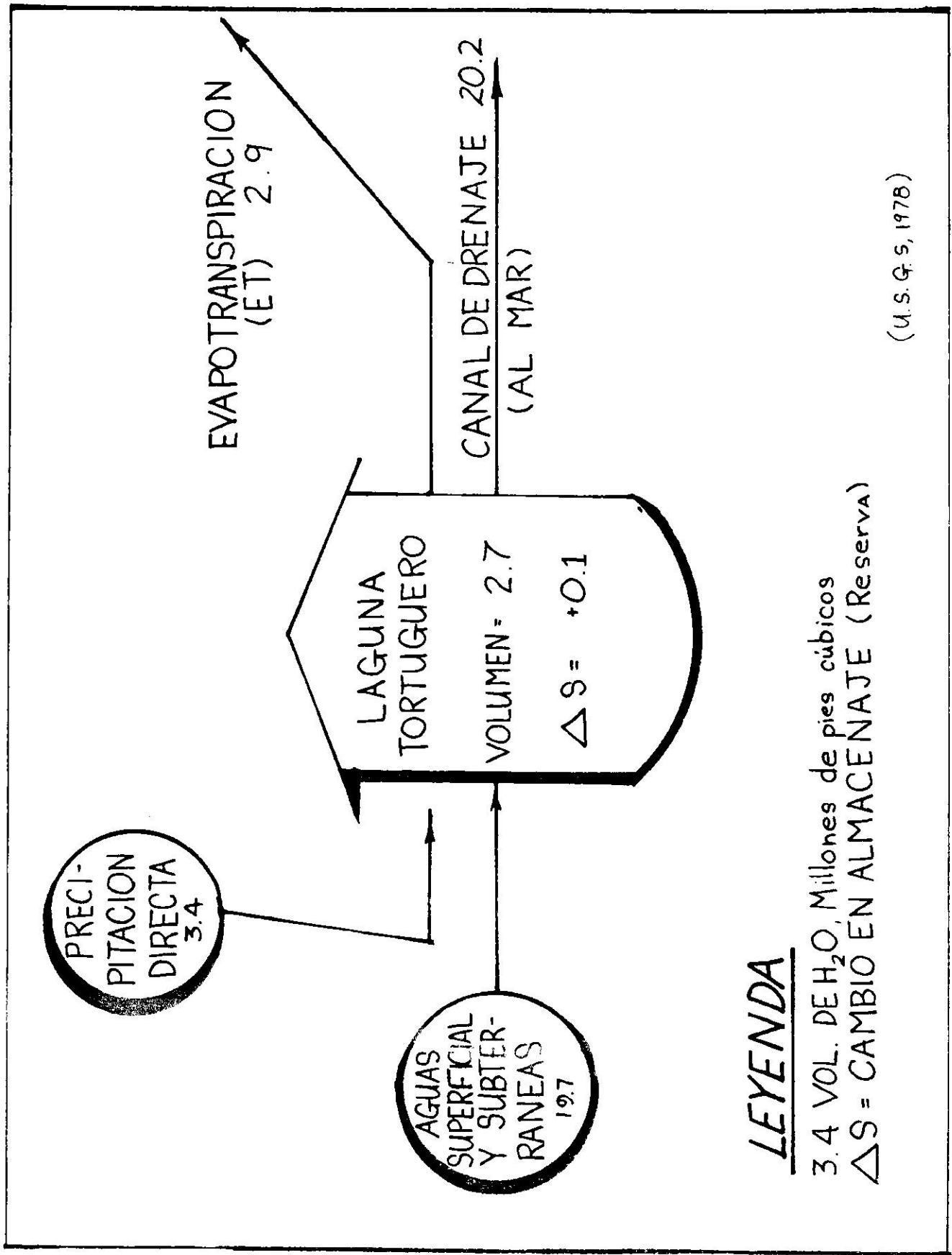
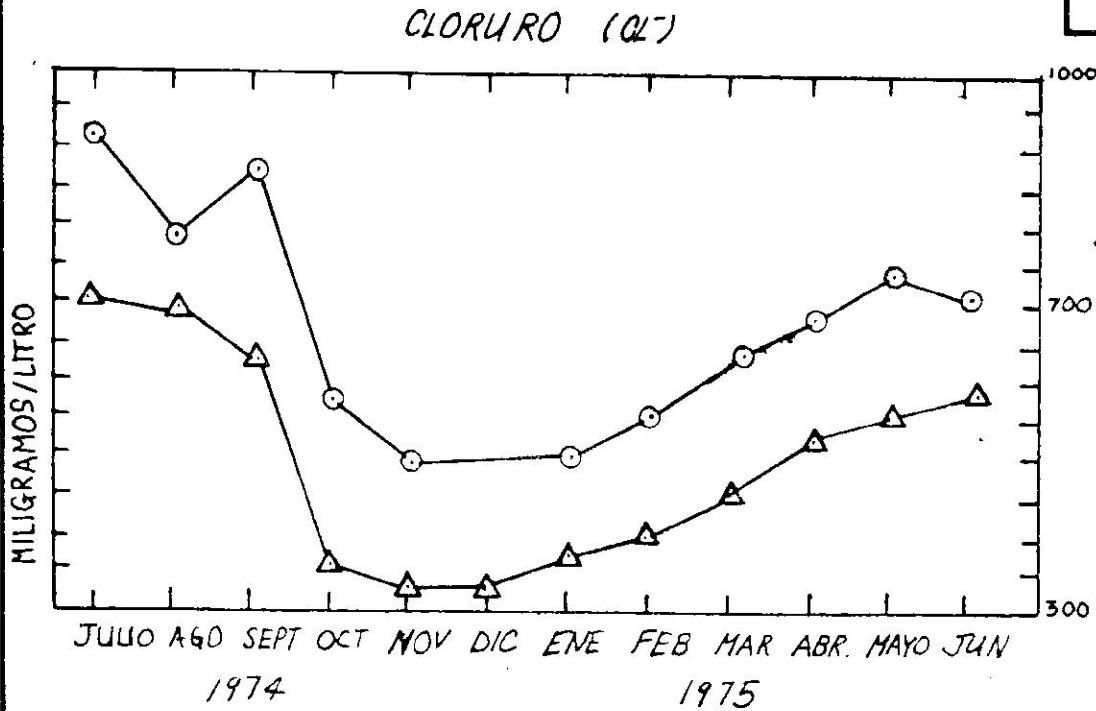
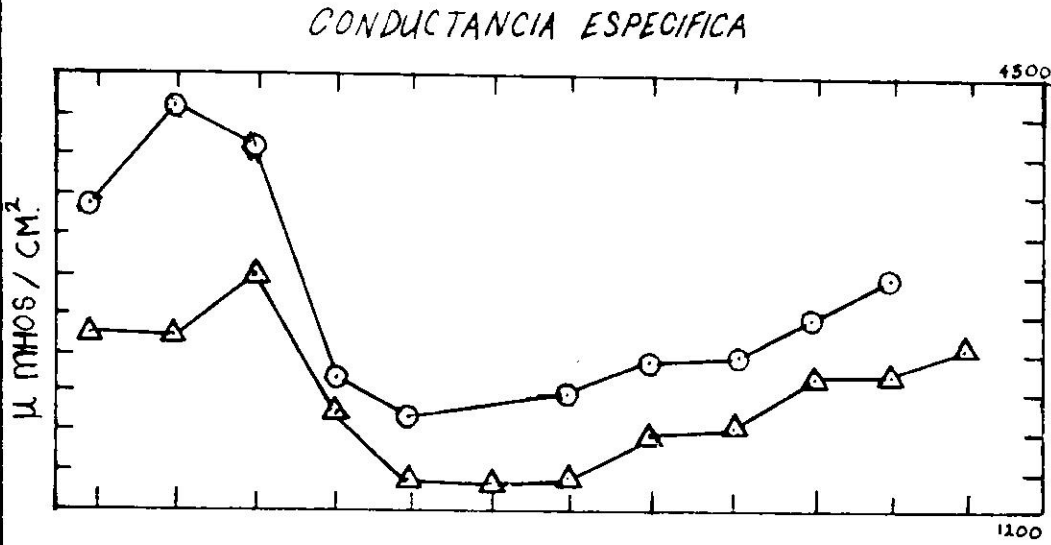


FIGURA 7:

que las aguas del lado oeste permanecen estancadas. Además, el patrón general de vientos en la laguna es de este a oeste, lo cual restringe el flujo del lado oeste (Laguna Pequeña) a el lado este (Laguna Grande), lo cual disminuye el drenaje, concentrando la evaporación de iones. "Upwelling" del agua salada al lado oeste está atado a que ocurra a una mayor razón que en el este, ya que la parte oeste de la laguna está más cerca del océano (U.S.G.S., 1978).

Los principales iones disueltos en el agua de la Laguna Tortuguero son: cloro (Fig. 8) y sodio, los cuales provienen en gran parte del agua salada que fluye en la zona de interfase, como también de los sulfatos y magnesio en solución. La concentración de cloruros (Cl^-) varió estacionalmente desde 300 a 700 mg./l., mientras que la de sodio (Na^+) fue de 150 a 400 mg./l. Estas variaciones se deben a las lluvias ocurridas dentro del intervalo de estudio (1974-75), lo cual comprueba que la concentración de estos iones varía con el anual de precipitación, por dilución o concentración de los mismos (U. S. G. S., 1978).

Medidas de la conductancia específica (sólidos disueltos) fluctuaron (Fig. 8) de 1,500 a 2,800 $\mu\text{ohms./cm.}$ a 25°C en la parte este y 2,000 a 4,300 $\mu\text{ohms/cm}$ en parte oeste (U.S.G.S., 1978). Reyes de Ruiz (1971) registró 2.6 a 4.50 $\mu\text{ohms./cm.}$ (2,600 a 4,500 $\mu\text{ohms./cm.}$) como promedio para toda la laguna. Candelas (1974) estableció un promedio de 2,270 mg./l de sólidos disueltos, para la



LEYENDA

- LADO OESTE
- △ LADO ESTE

CLORUROS Y C.E. (U.S.G.S, 1978)

SCALE:

APPROVED BY

DRAWN BY RNN

DATE:

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA VIII GRAFICAS

DRAWING NUMBER

laguna. La alta concentración de sólidos disueltos se le atribuye probablemente a que la laguna se nutre de aguas subterráneas que llevan una gran concentración de sólidos disueltos (Candelas, 1974) o a la continua llovizna de agua salada proveniente de la cercana costa a que está expuesta la laguna (Reyes de Ruiz, 1971).

El pH del agua de la Laguna Tortuguero no varió significativamente, fluctuando de 6.8 a 8.2, observándose una moda de 8.0. La alta concentración de calcio (Ca^{++}) y bicarbonatos (HCO_3^{-2}) proveen un sistema amortiguador alcalino que mantiene el pH sin cambios drásticos (U.S.G.S., 1978). Candelas (1974) registró pH de 6.5 a 8.4. Reyes de Ruiz (1971) determinó valores de 6.8 a 7.4, siendo la moda 7.2.

Sulfato (SO_4^{-2}), calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}) siguen en orden de abundancia entre los iones en la Laguna Tortuguero. La concentración de sulfatos en la parte este fluctuó entre 60 a 95 mg./l., mientras que en el lado oeste fue de 85 a 130 mg./l. Las concentraciones de Mg^{+2} fluctuaron de 20 a 45 mg./l y 25 a 55 mg./l respectivamente para las partes este y oeste. La concentración de calcio a través de toda la laguna fluctuó entre 70 y 100 mg./l en la parte este pero permaneció prácticamente constante a 75 mg./l en la parte oeste, comparada con el agua de mar que contiene hasta 400 mg./l de calcio (U.S.G.S., 1978).

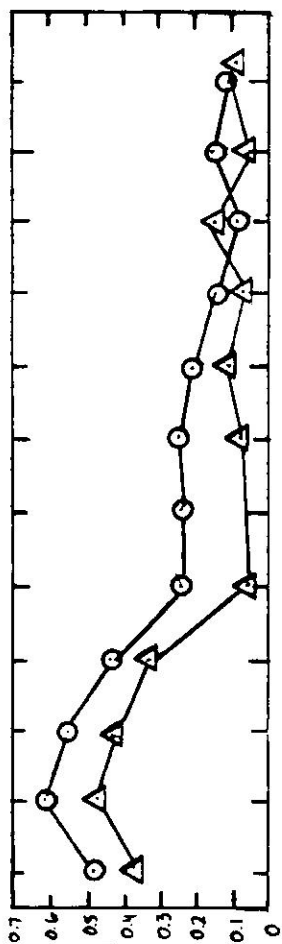
La razón registrada de sodio a sulfato ($\text{Na}^+/\text{SO}_4^{-2}$) promedio a través de la laguna fue de 4, la cual es similar a la razón de esos iones en el agua salada, indicando, junto a la concentración de cloruro (Cl^-)

la intrusión de agua salada por el acuífero subyacente (U.S.G. S., 1978).

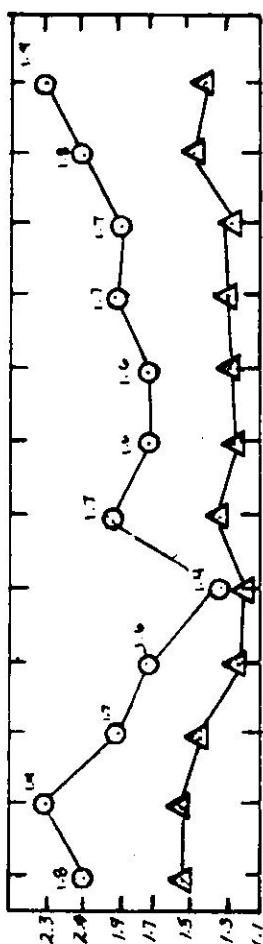
Nutrientes:

Nitrógeno (N) es el principal nutriente en el agua de la Laguna Tortuguero del cual el nitrógeno orgánico constituye un 60% del nitrógeno total (TKN) de la laguna y un 70% en forma orgánica y amoníaco (NH_3). Su concentración fluctúa entre 0.5 a 1.1 mg./l, promediando 0.9 mg./l, siguiéndolos el amoníaco (NH_3) y los nitratos (NO_3^-) en orden de abundancia (Fig. 9). La concentración de amoníaco (NH_3) resultó ser generalmente más alta en la parte este que en la oeste, fluctuando la concentración total de 0.6 mg./l en la parte este y 0.45 mg./l en la parte oeste. La concentración de nitratos (NO_3^-) varió de 0.53 mg./l en la parte este y 0.27 mg./l al oeste, compartiendo el mismo fenómeno de ser más alta en la parte este que en la oeste, como el amoníaco. La concentración total de nitrógeno (TKN) también resultó ser más elevada en la parte este por lo general, promediando 1.7 mg./l y en el oeste 1.3 mg./l. En el canal de desagüe al mar se registró 1.7 mg./l (U.S.G.S., 1978). Candelas (1974) encontró valores de 0.03 a 0.3 mg./l de nitratos en la laguna, asociándolos con el decrecimiento y aumento de las poblaciones de algas azul-verdosas (Cyanophyta).

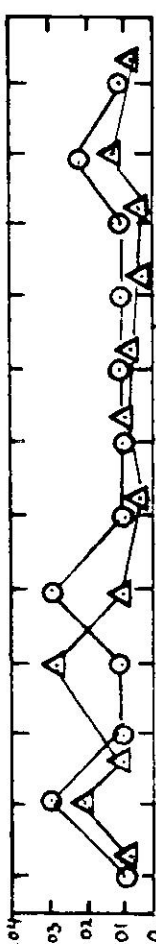
La concentración total de fósforo (P) en la laguna fluctuó de 0.0 a 0.03 mg./l, promediando un valor de 0.01 mg./l, sugiriendo que el fósforo es el factor limitante en el crecimiento de fitoplancton en la



AMONIACO (NH₃)
EN MG/Lt



NITROGENO TOTAL
EN MG/Lt



FOSFORO TOTAL
EN MG/Lt

JUL. AGO. SEPT. OCT. NOV. DIC. ENE. FEB. MAR. ABR. MAYO. JUN.
1975

(U.S.G.S., 1978)

FOSFORO Y NITROGENO

SCALE:	APPROVED BY	DRAWN BY RNN
DATE:		
LAGUNA TORTUGUERO		
FIGURA IX NUTRIENTES		
		DRAWING NUMBER

laguna, ya que el nitrógeno lo excede por una razón de peso de 170:1 (U.S.G.S., 1978). La provisión de nutrientes de la Laguna Tortuguero muestra que la precipitación contribuyó con 1.9 toneladas métricas (2.095 toneladas) de nitrógeno y 0.35 toneladas métricas (0.386 toneladas) de fósforo. Un total de 31.3 toneladas métricas (34.508 toneladas) de nitrógeno y 0.31 toneladas métricas (0.342 toneladas) de fósforo fueron aportadas a la laguna por flujos de aguas subterráneas. Esta, a la vez, exportó al mar 34.0 toneladas de nitrógeno (37.49 toneladas) y 0.42 toneladas métricas (0.46305 toneladas) de fósforo, (U.S.G.S., 1978). Un resumen de la provisión de nutrientes de la laguna se describe en la Figura 10.

Pesticidas y metales pesados:

Pesticidas no fueron detectados disueltos en las aguas, más residuos de D.D.T., D.D.D. y Dieldrin fueron detectados en los sedimentos, los que probablemente son de origen reciente. Análisis de metales pesados seleccionados (cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y zinc) variaron de 0.0 a 67 mg./l para níquel (U.S.G.S., 1978).

Oxígeno disuelto (D.O.):

Las medidas de la concentración de oxígeno disuelto encontrados a través de la literatura en la laguna demostraron que los mismos exceden los valores de saturación en la gran mayoría de las estaciones a través del tiempo. Medidas mensuales llevadas a cabo por el

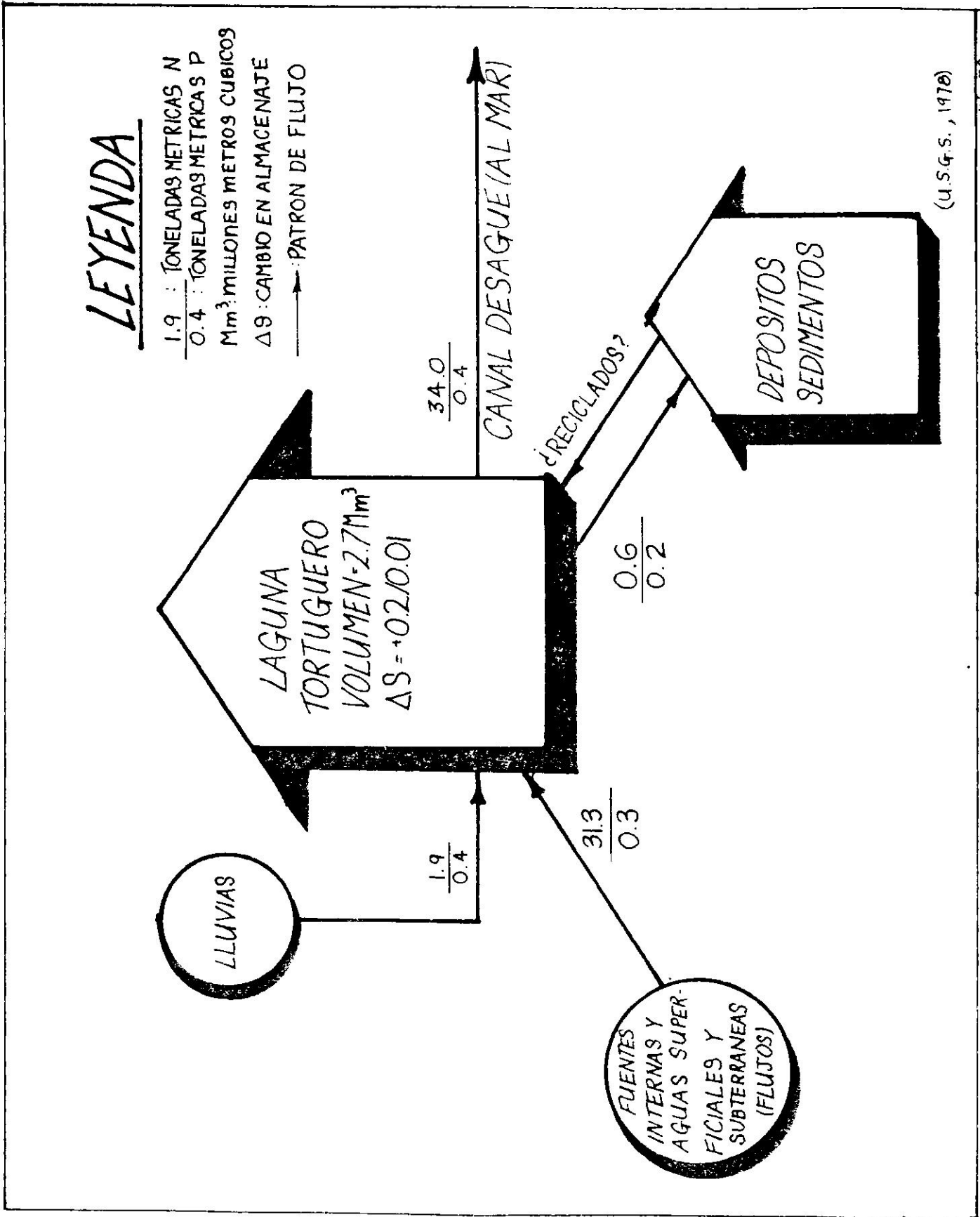


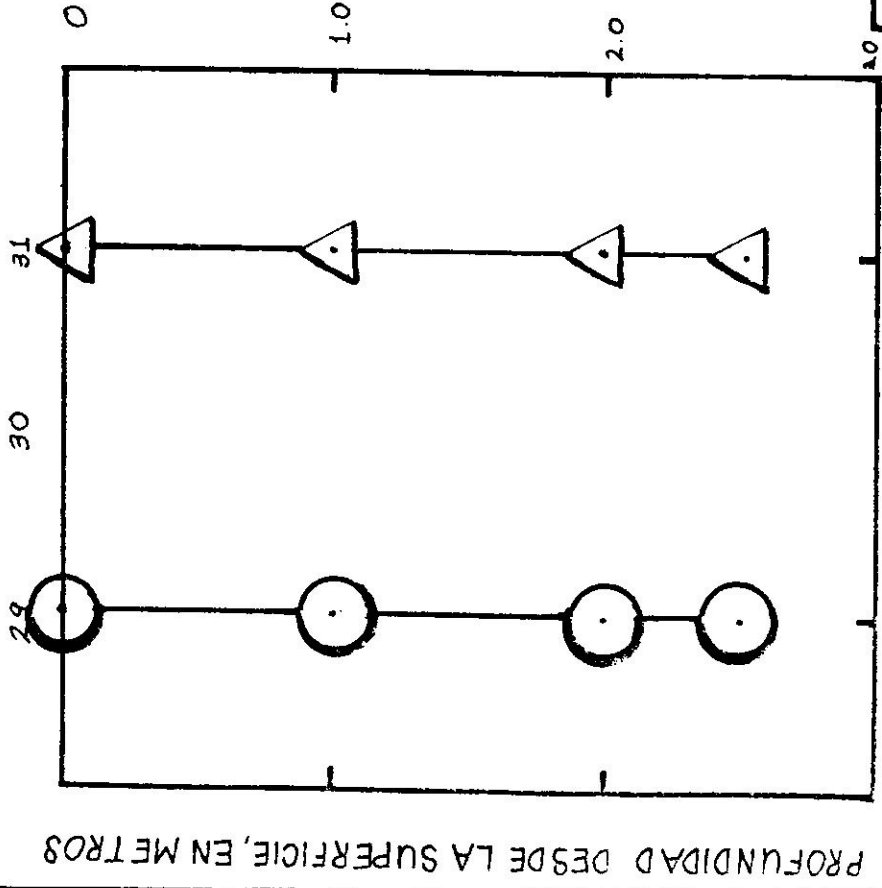
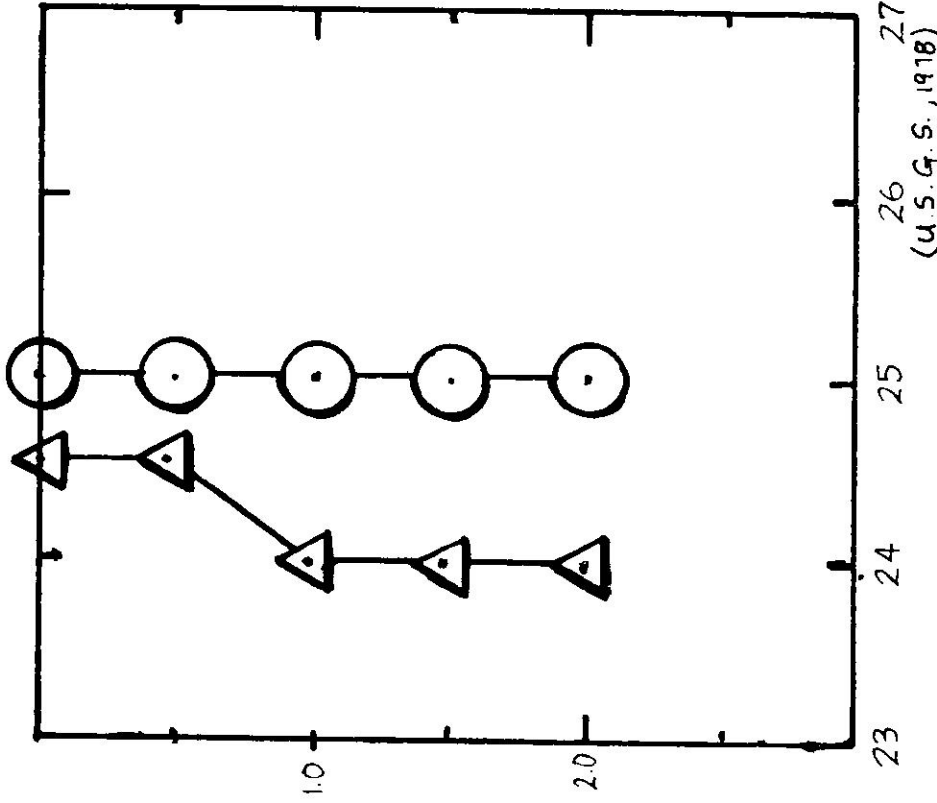
FIGURA 10:

U. S. G. S., variaron de 7 a 11 mg./l, con un promedio de 8.2 mg./l. Esta concentración aumenta hacia el fondo como resultado de la producción de oxígeno por el perifiton. El viento juega un papel muy importante en la concentración de oxígeno a través de la laguna, ya que ayuda en la saturación del agua con oxígeno de la atmósfera. El movimiento del agua por el viento provocó crestas de hasta 2 pies (U. S. G. S., 1978), mientras que Reyes de Ruiz (1971) registró un máximo de hasta 3 pies. Candelas (1974) determinó un promedio mensual de 4.7 mg./l de oxígeno disuelto y Reyes de Ruiz (1971) le promedió 4.94 mg./l en toda la laguna. Queris y Villamil (1977) encontraron en el extremo oeste concentraciones de 0.5 mg./l en zonas bordeadas por eneas, las cuales protegen el área del viento.

Temperatura:

Los datos obtenidos en varios estudios reflejan que la estratificación por temperatura en la columna de agua en la Laguna Tortuguero es mínima, resultado de la poca profundidad de la misma y por el efecto de mezcla provocado por el viento. Se estableció una pequeña diferencia en temperatura entre el lado oeste (Laguna Pequeña) y el lado este (Laguna Grande), (Fig. 11) debido al volumen menor del lado oeste. El volumen mayor de agua en el lado este es capaz de absorber y difundir más energía con un cambio pequeño en temperatura. Por estaciones del año, existe una diferencia de 5°C, aproximadamente entre los meses de verano e invierno en la columna de agua (U.S.G.S., 1978).

21 DE ENERO DE 1975



TEMPERATURA, GRADOS CELCIUS

24 DE JULIO DE 1974

LADO OESTE

LADO ESTE

SCALE:

DATE:

APPROVED BY

DRAWN BY **SMN**

PROFUNDIDAD vs. TEMPERATURA

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA XI PERFIL

DRAWING NUMBER

Bióxido de carbono (CO₂):

De acuerdo con Candelas (1974), la Laguna Tortuguero es el ecosistema de agua dulce de la Isla que contiene más CO₂ libre en solución. Los valores por él determinados fluctuaron de 0.0 a 655 mg./l. Los resultados de este estudio indican que los procesos biológicos que toman lugar en la laguna juegan un papel muy importante en la determinación de CO₂ libre, ya que resulta bajo de mayo a agosto, período durante el cual los principales componentes del fitoplancton son más abundantes y por lo tanto, fijan más CO₂. El bióxido de carbono se mantiene a mayor concentración durante el resto del año, cuando la densidad del fitoplancton se encuentra en sus niveles inferiores. Candelas estima que si el pH se mantiene en 8.2, casi ningún CO₂ se puede encontrar en el agua, ya que éste es recogido en forma de bicarbonatos (HCO₃⁻) y carbonatos (CO₃⁻²) a una mayor razón que a la que los carbonatos son precipitados (CaCO₃).

Sedimentos:

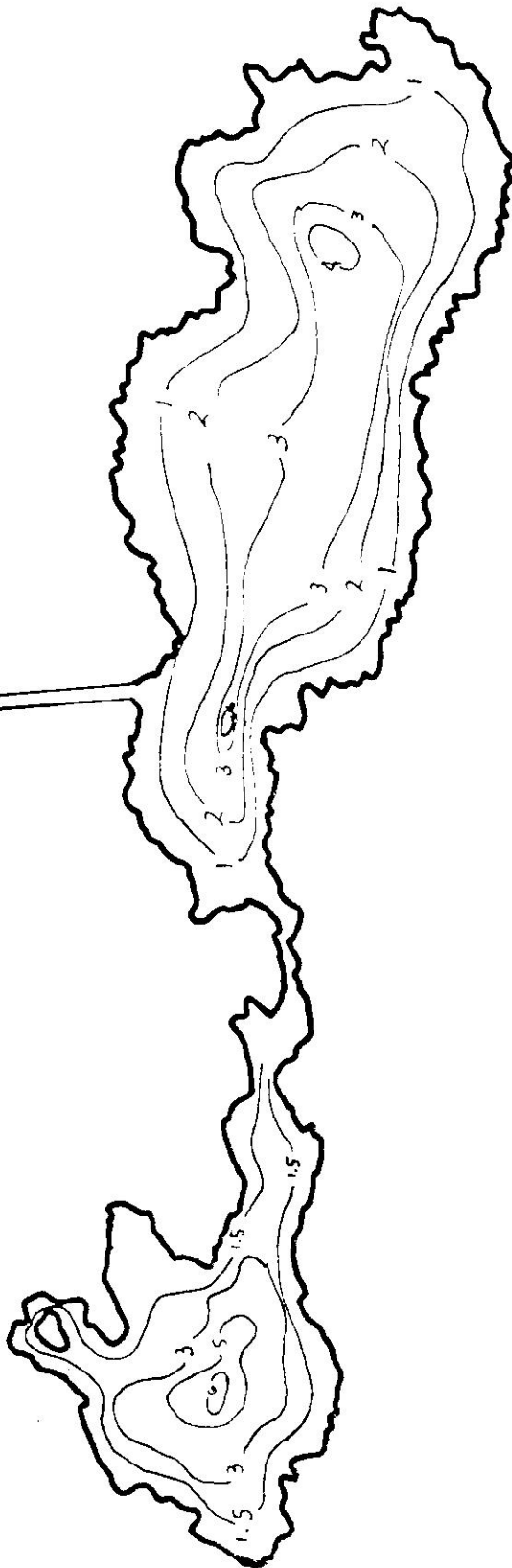
Los sedimentos del fondo de la laguna Tortuguero ocupan un volumen de cerca de 4.5Mm.³ ó 1.7 veces el volumen total del agua. El espesor de los sedimentos es variable a través de la laguna, alcanzando un espesor máximo de 6m., tomando un valor de 2m. como representativo de la laguna (Fig. 12). Estos sedimentos están compuestos principalmente de carbonato de calcio (CaCO₃), dentro del cual el calcio (Ca⁺) juega un importante papel en la sedimentación de

LEYENDA

— 7.0 — PROFUNDIDAD
 SEDIMENTOS (m).
 CONTORNO VARIABLE



CANAL DE DRENAJE



(U.S. G.S., 1978)

ESPEJOR GENERAL FONDO (metros)

SCALE: 1" = 0.29 Km

APPROVED BY

DRAWN BY RNN

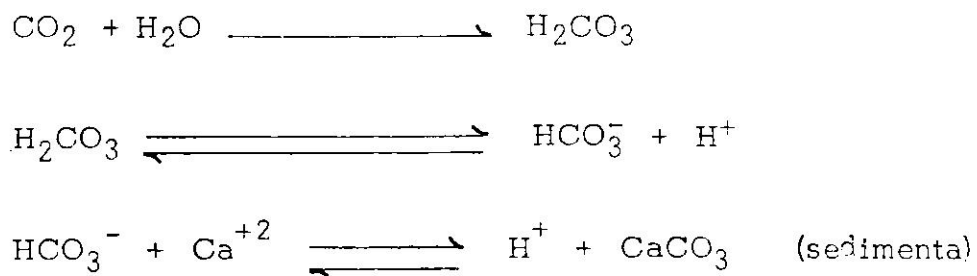
DATE:

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA XII SEDIMENTOS

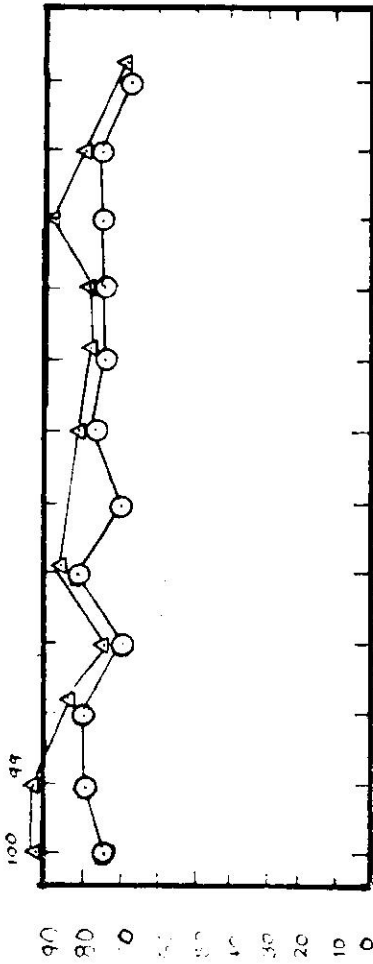
DRAWING NUMBER

nutrientes en la laguna, proveniente en su mayoría de las aguas subterráneas que nutren a la laguna, el acuífero Aymamón, cuyas aguas están saturadas o supersaturadas de calcio. El equilibrio químico de estas aguas mantienen en solución concentraciones de hasta 100 mg./l de calcio. La concentración de calcio en solución está regulada por el equilibrio:

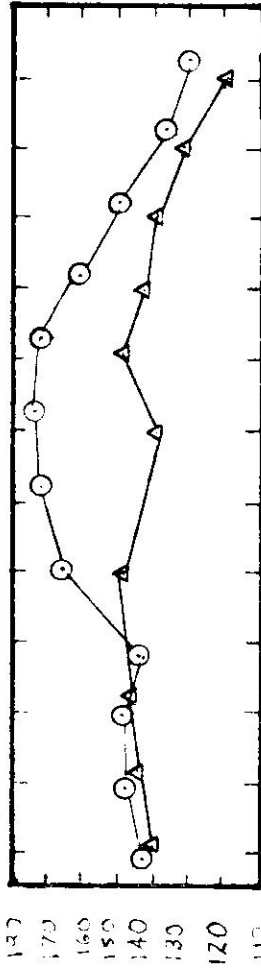


Para concentraciones de bicarbonato y calcio de 75 y 143 mg./l respectivamente y pH mayor de 7.6, la precipitación de calcio ocurre. Los datos recopilados demuestran que en la mayoría del tiempo estas condiciones se exceden (Fig. 13) indicando que la precipitación ocurre prácticamente todo el tiempo, disminuyendo lentamente el volumen de la laguna (U.S.G.S., 1978). Los suelos ácidos de los litorales a la laguna son importantes en el equilibrio anterior, ya que la escorrentía proveniente de las arenas silíceas contribuye a la estabilización del pH de la laguna (D.R.N., 1979).

Análisis químicos de la laguna demuestran concentraciones uniformes entre los metales más importantes, carbón orgánico y nutrientes en el fondo de la laguna (Tabla II). Carbón orgánico, el componente principal de los sedimentos, además del calcio, está en



CALCIO, mg/L



BICARBONATO, mg/L

(U. S. G. S., 1978)

JUL. AGO SEP. OCT. NOV. DEC ENE FEB MAR ABR MAY JUN
1974 1975

LEYENDA

○ LADO ESTE

△ LADO OESTE

CARBONATOS Y BICARBONATOS

SCALE: _____ APPROVED BY: _____ DRAWN BY: RNN
 DATE: _____

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA XIII CONCENTRACION DRAWING NUMBER

promedio en un 6.8% por peso seco, siendo la fuente principal de carbón la descomposición de las plantas litorales que abundan en la laguna, restos de peces y plancton. Entre otros nutrientes, el nitrógeno ocupa el 0.8% por peso seco de los sedimentos y el fósforo promedia un 0.014%, constituyendo el fondo un almacén de nutrientes (U.S.G.S., 1978).

TAFLA II: CONCENTRACION DE METALES SELECTOS Y NUTRIENTES COMPONENTES DE LOS SEDIMENTOS DEL FONDO DE LA LAGUNA TORTUGUERO (Concentraciones están dadas en microgramos/g. de sedimentos secos.)

PARAMETRO	PROMEDIO
Carbón orgánico	68,000
Hierro (Fe)	2587.5
Manganeso (Mn)	56.3
Zinc (Zn)	12.5
Nitrógeno total (TKN)	8250.6
Fósforo total como (P)	187.5

(U.S.G.S., 1978)

En todos los sistemas acuáticos el hierro (Fe), el manganeso (Mn) y el fósforo (P) están relacionados íntimamente. La concentración de fósforo en solución está relacionada con el estado de oxidación de hierro (Fe^{+3}), manganeso (Mn^{+2}) y el pH del medio. Debido al pH

registrado en la laguna (cuya moda fue de 8.0, U.S.G.S., 1978) los ortofosfatos ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$ y HPO_4^{-2}) son las especies de fósforo dominantes (Stumm & Leckie, 1970). A mayor los estados de oxidación de los iones férrico y mangánico se tornan más insolubles. Una alta concentración de oxígeno y condiciones aeróbicas favorecen estos estados oxidativos, trayendo la precipitación cuantitativa de fosfato férrico (FePO_4) y fosfato mangánico (MnHPO_4). Por lo tanto, la alta concentración de oxígeno en el agua actúa como un mecanismo regulador contra los brotes de algas súbitos limitando el fósforo disponible en solución para la fotosíntesis. En resumen, concentraciones de oxígeno disuelto alta los fosfatos en solución bajan mientras que van formando parte del 0.014% por peso de los sedimentos del fondo, hacen que las aguas sean cristalinas y que gran parte de la flora sea perifítica. Una reducción en la concentración del oxígeno disuelto traería como consecuencia la disolución de los fosfatos precipitados y posiblemente un aumento en la concentración de las algas (U.S.G.S., 1978).

Salinidad:

La salinidad de la laguna fluctuó entre 1,000 y 3,600 mg./l, lo cual caen bajo la clasificación de cuerpo de agua oligohalino (Candelas, 1974). Estas fueron mayores que los reportados por Reyes de Ruiz (1971) cuyos valores estaban entre 1,590 a 2.620 mg./l. De acuerdo a Bennet y Giusti (1972), la concentración de sales disueltas en la laguna sugieren que algunos de los manantiales o áreas de descarga

superficiales que alimentan la laguna, y más probablemente los cercanos a la región norte, pueden ir introduciendo paulatinamente sales de la zona de interfase. Algunos de éstos fueron localizados por Queris y Villamil (1977) en el área norte de la laguna (Fig. 14). Otras posibilidades son el flujo ocasional de agua salada de mareas extremadamente altas en el período de noviembre a febrero, ya sea por el flujo reversible de aguas subterráneas y las ya discutidas anteriormente, como el paso de mareas por la superficie del terreno, la entrada de agua salada a lo largo del canal de desagüe durante mareas excesivamente altas y la portación de gotas de agua salada de la playa vecina. De éstas, la primera sólo puede ocurrir durante tormentas intensas y la segunda fue descartada por Fusté y Quiñones (1978) al no registrar ningún flujo hacia la laguna durante su investigación aunque el corto período de estudio no ofrece la oportunidad para realizar tal aseveración. Estudios de mayor duración son necesarios para explicar el carácter oligohalino de la laguna. Una de las consideraciones a tomar debe ser la aportación de sales provenientes en el viento, especialmente durante el período de octubre a marzo.

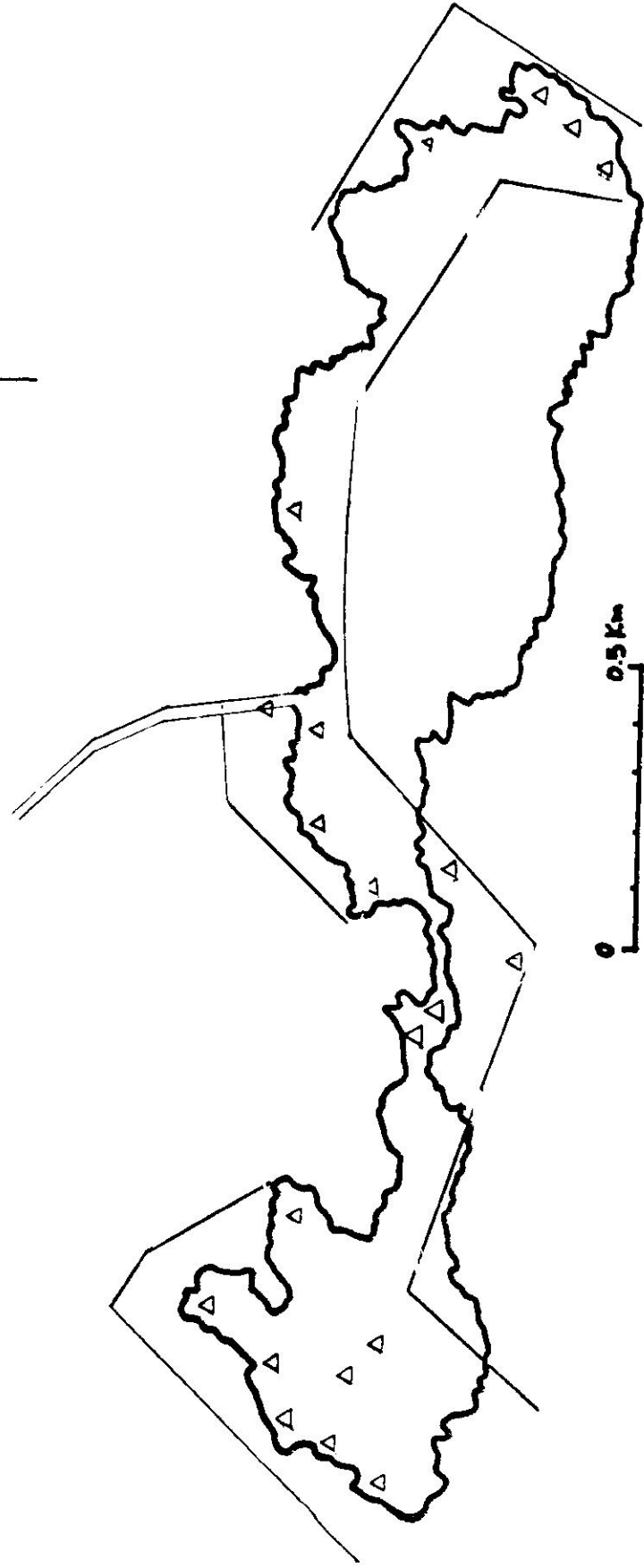
SUELOS Y FLORA

Una de las características que hacen exclusiva el área de la Laguna Tortuguero recae en su flora silvestre la cual se ha desarrollado en las condiciones poco usuales de su geología y de sus suelos. Sus

LEYENDA



FRANJA DE MANANTIALES



(QUERIS Y VILLAMIL, R.N.)

MANANTIALES AREA NORTE

SCALE: 1" = 0.29 Km

APPROVED BY

DRAWN BY RNN

DATE:

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA XIV LOCALIZACION

DRAWING NUMBER

arenas silíceas casi blancas son una de sus más notables facciones. Se teoriza que el levantamiento regional comenzó hace 20 millones de años durante el período del Mioceno, rejuveneciendo los sistemas de ríos y causó una erosión extensiva en el interior, depositando una cubierta de arena a lo largo de la costa, extendiéndose en una banda discontinua desde Aguadilla hasta Lofza Aldea. La mayor parte de las montañas centrales de Puerto Rico están formadas de roca andesítica que suple arcilla más bien que material erosivo arenoso. Al sur de Tortuguero, por el contrario, se encuentra granodiorita, una roca ígnea ácido plutónica, que contiene grandes cantidades de cuarzo. Como resultado las arenas de Tortuguero están compuestas de excepcionalmente sílica pura (SiO_2) (Whelan, sin fecha).

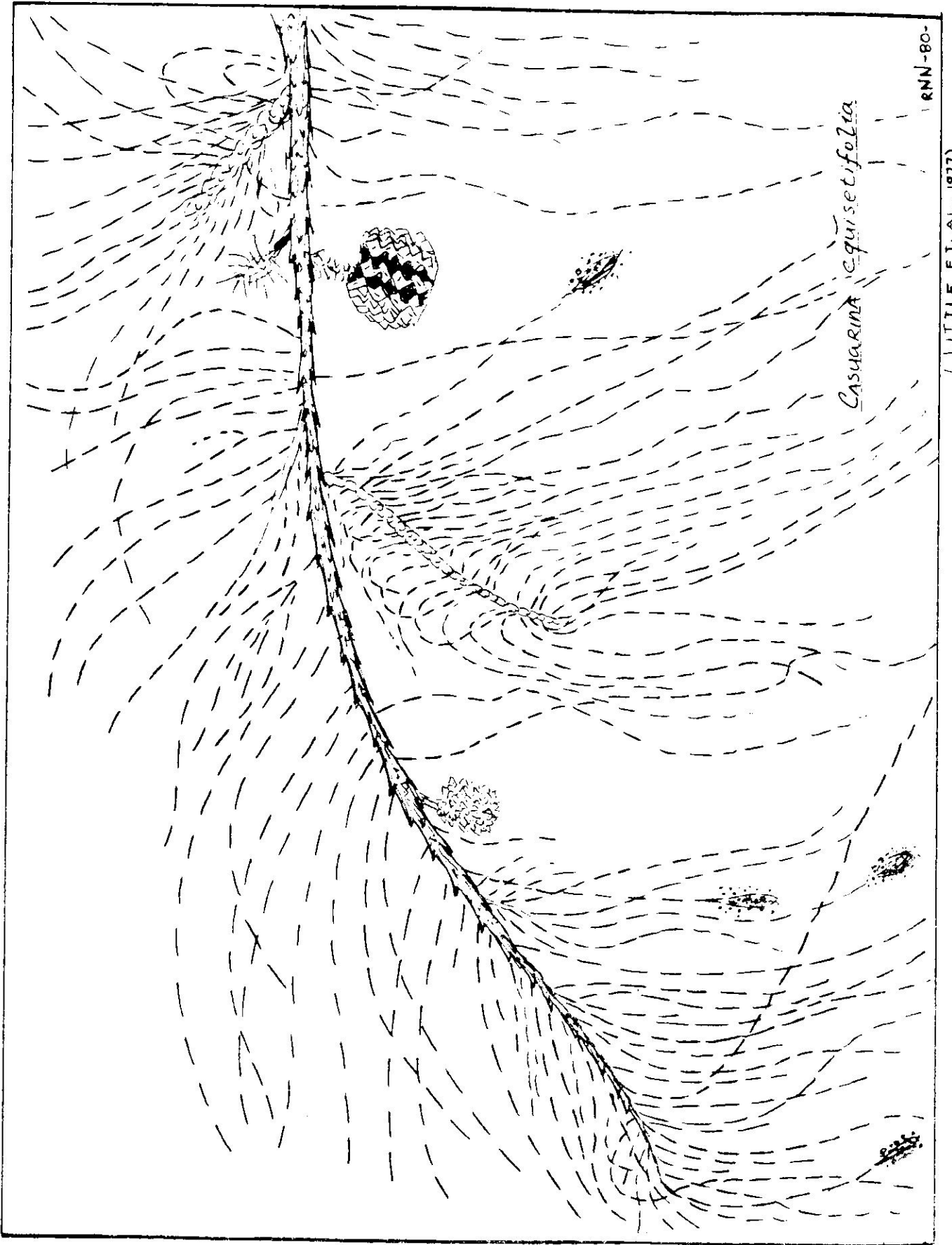
El nivel de los suelos del área de la Laguna Tortuguero varía de cero a 3.3 m. (0-10 pies) sobre el nivel del mar. Prácticamente se componen de dos tipos de suelos: los suelos arenosos y los suelos pantanosos. Los primeros, los suelos arenosos, pertenecen a las series Guaynabo, Corozo, Algarrobo y Santa Lucía, distinguiéndose de los demás por poseer una capa de arena suelta blanca o casi blanca (Reyes de Ruiz, 1971). Materia orgánica de la esparcida vegetación creó unos depósitos que se fueron colocando a través de millones de años subsiguientes, a lo largo de la arena altamente permeable y gradualmente cementada en una capa de subsuelo duro, a una profundidad de 30 a 40 cm. (11.81 a 15.75 pulgs.). Este tipo de suelos también se

conoce como "Spodosols" y son raros en los trópicos, de los cuales las arenas puras de sílice son un prerequisite. Este tipo de suelo (Spodosols) en el área de Tortuguero son los más ácidos en Puerto Rico, llegando a valores tan bajos de pH como 3.5 (Whelan, sin fecha). Por la composición silícea de estas arenas, este último se degrada mediante acción natural del ácido silícico (H_2SiO_3) impartiendo las características ácidas al suelo. (Departamento de Recursos Naturales, Plan de Manejo Laguna Tortuguero, 1979). Por otro lado, la capa superficial de estos suelos es altamente permeable, más el subsuelo (capa cementada) retarda el descenso del agua obligándola a correr paralela a la superficie. Como característica adicional, son pobres en nutrientes por tres razones:

1. su productividad inherente es baja debido a la textura gruesa del suelo superficial,
2. al llover, los nutrientes solubles son fácilmente lavados, y
3. el suelo es ácido, poroso y pobre en materia orgánica.

Este tipo de terreno abunda más al sur y sureste de la laguna (Reyes de Ruiz, 1971). En la actualidad la vegetación de esta área está mayormente compuesta de Casuarinas (Casuarina equisetifolia L) (Fig. 15) e icacos (Chrysobalanus icaco), a la misma vez que se notó la presencia frecuente de Chenopodium creciendo junto a Cathranthus y Achyranthes (Reyes de Ruiz, 1971).

El suelo pantanoso pertenece a dos series: Tiburones Muck y



RNN-80-

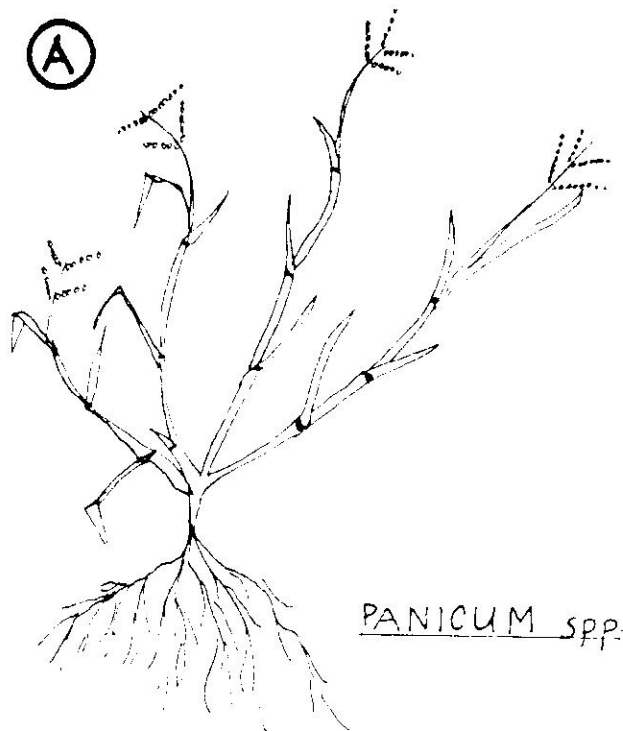
(LITTLE ET AL., 1977)

FIGURA 15

Saladar Muck (D.R.N., 1979). Los primeros se caracterizan por permanecer cubiertos de agua la mayor parte del año. La vegetación representativa consiste de juncos, eneas, helechos y gramíneas. El subsuelo se compone mayormente de materia orgánica en descomposición conocida como turba. Tanto la capa superficial como el subsuelo son ligeramente ácidos, por la acción natural anaeróbica de descomposición de la materia orgánica, los cuales produce ácidos orgánicos y finalmente suelos ácidos (Departamento de Recursos Naturales, 1979). El Saladar Muck consiste de una capa muy húmeda de turba y un subsuelo de arena blanca propio de gramíneas o ciperáceas, siendo la mayor parte del área total alrededor de la Laguna Tortuguero de estas dos series de terrenos (Reyes de Rufz, 1971).

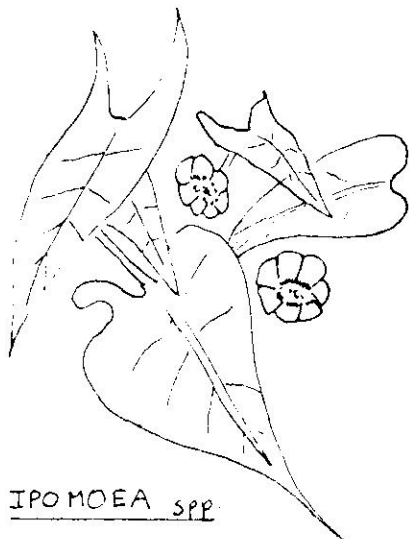
Bajo estas condiciones poco frecuentes en el suelo del área de la Laguna Tortuguero, es lógico pensar que haya dado origen al crecimiento de una rara variedad de vida vegetal. Whelan (sin fecha) menciona seis especies que se han encontrado en el área de la Laguna Tortuguero que no se han encontrado en ningún otro lugar de la Tierra (endémicas), mientras que Roy Woodbury (comunicación personal) halló siete de estas especies endémicas. Las plantas mencionadas por Whelan son: "panic grass" (Pelos del Diablo - Panicum stevensianum) (Fig. 16 A); "maiden hair fern" (Lindsaea portoricensis); "water morning glory" (Bejuco de Puerco-Ipomoea palustris) (Fig. 16 B); botón blanco (Metracarpus portoricensis); Lagenocarpus portoricensis (Fig. 16 D) y Psilocarya portoricensis

(A)



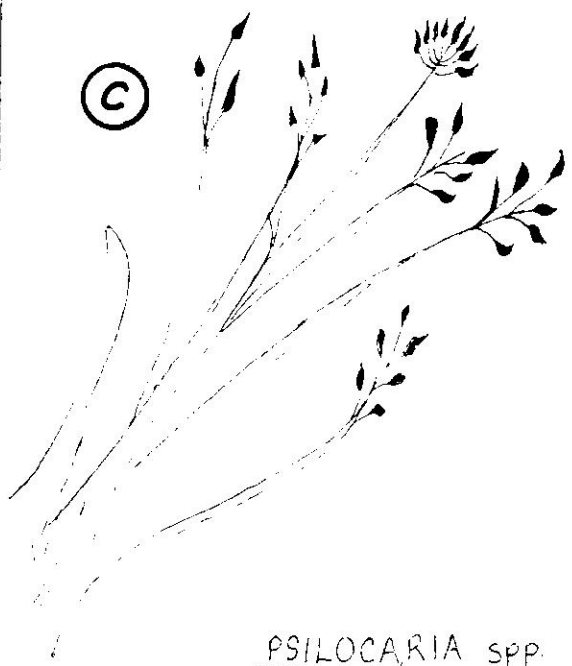
PANICUM spp.

(B)



IPOMOEA spp.

(C)



PSILOCARIA spp.

(D)



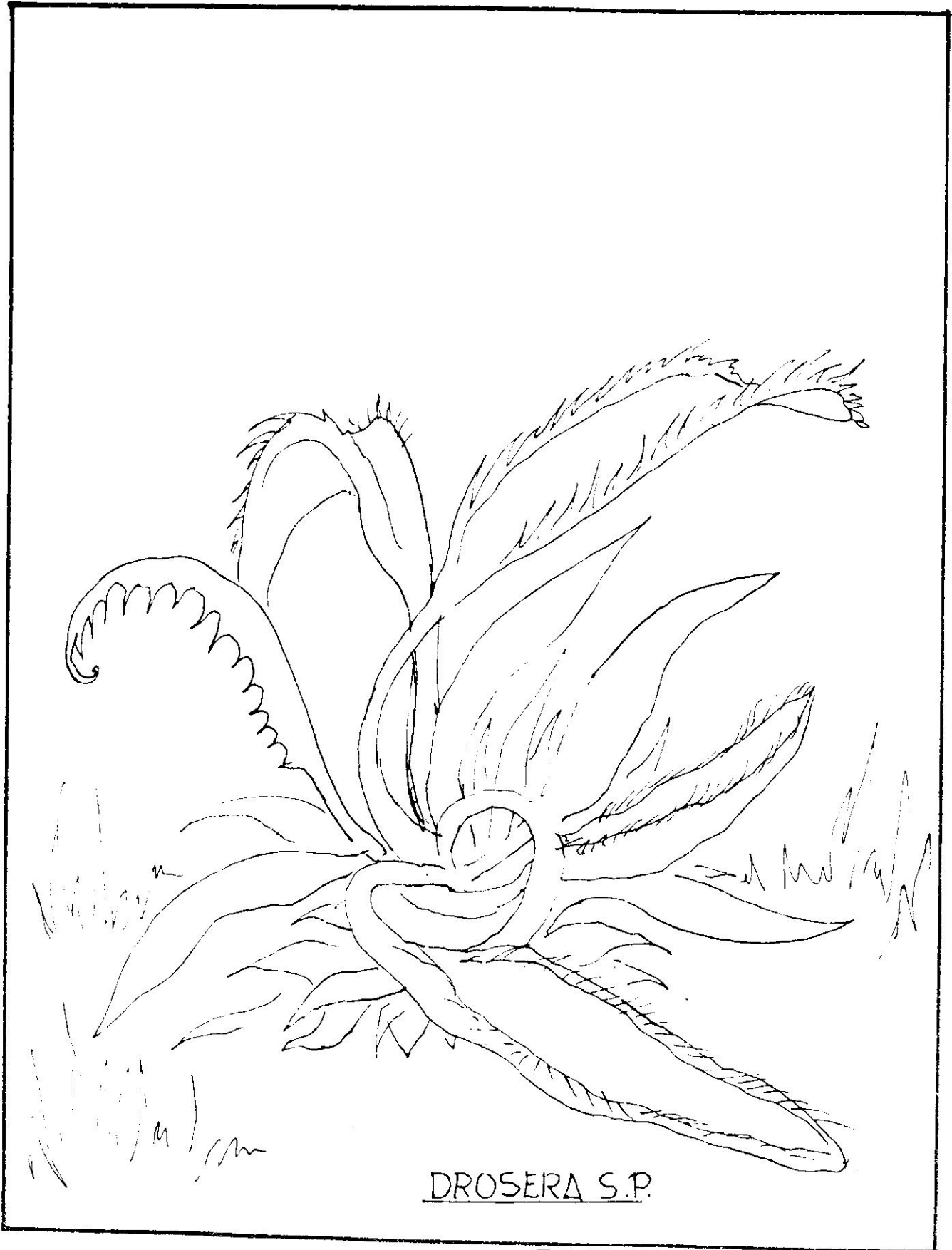
LAGUNCULARIA spp.

FIGURA 16

(A) Y (B) BRISTOW ET AL., 1972; RMV-80
(C) BLACKBURN ET AL., 1969;
(D) GONZALEZ MAS, 1964).

(Fig. 16 C). El señor Woodbury añade a esta lista Cassia mirabilis.

Un dato característico al cual llama especial atención Whelan es la presencia de dos plantas insectívoras (carnívoras) en el área de la laguna. Ellas son: "sundew" (Rocío del Sol - Drosera capilaris) clasificada por Woodbury como una especie no endémica en peligro de extinción en Puerto Rico (Woodbury et al, 1975) la cual no se encuentra en ningún otro lugar en Puerto Rico. Es una pequeña planta la cual captura insectos voladores (Fig. 17) por un sistema de vellos pequeños y pegajosos. También la "terrestrial bladderworth" (Utricularia gibba) se encuentra sólo en la laguna y en algunos pequeños parajes en el área del Yunque, donde existen depósitos volcánicos de granito, llamados "blow-stones", los cuales han sido erosionados y al final producido unos suelos ácidos. Esta planta posee la peculiaridad de que sólo crece donde el nivel freático está casi en la superficie, viviendo de insectos que se mueven cerca de la arena y el agua justamente debajo de la superficie. La Utricularia está clasificada como una planta no endémica y rara en Puerto Rico (Woodbury et al, 1975). Otras plantas raras las cuales no se encuentran en ningún otro lugar de la Isla son: el "cinnamon fern" (Osmunda cinnamomea); "curly grass" (Schizaca pennula); "meadow beauty" (Rhexia cubensis); Aristida speciformis; Aptera himenantha y Buchanera elongata. Otras plantas que se encuentran en el área de la Laguna Tortuguero y en áreas limitadas de Puerto Rico son: "yellow eyed grass"



DROSERA S.P.

FIGURA 17

70

(Xyris spp.), la cual posee una flor parecido a una iris, se encuentra solamente en algunas partes del Yunque. Mamey del cura (Ternstroemia stahlii) y el único musgo terrestre, Reindeer moss (Cladonia spp.) sólo se hallan en algunas partes del Monte del Estado, cerca de Maricao (Whelan, sin fecha).

A continuación se ofrecen una serie de tablas III, IV y V que resumen la flora endémica y rara que se encuentra en la Laguna Tortuguero:

TABLA III: PLANTAS ENDEMICAS DEL AREA DE LA LAGUNA TORTUGUERO - PUERTO RICO (Woodbury et al, 1975).

NOMBRE CIENTIFICO	TIPO DE PLANTA (HABIT)
<u>Cassia mirabilis</u>	arbusto
<u>Ipomoea palustris</u> *	enredadera
<u>Lagenocarpus portoricensis</u> *	junco
<u>Metracarpus portoricensis</u> *	hierba
<u>Panicum stevensianum</u> *	hierba
<u>Psilocarya portoricensis</u> *	arbusto
<u>Lindsaea portoricensis</u> *	hierba

*Mencionados por Whelan (sin fecha).

TABLA IV: PLANTAS QUE NO SE ENCUENTRAN EN OTRAS AREAS DE PUERTO RICO (NO ENDEMICAS)(Woodbury et al, 1975).

NOMERE CIENTIFICO	TIPO DE PLANTA (HABIT)
<u>Osmunda cinnamomea</u> *	hierba (helecho)
<u>Drosera capillaris</u> *	hierba
<u>Schizaea pennula</u> *	hierba
<u>Rhexia cubensis</u> *	hierba
<u>Aristida specifformis</u> *	gramínea
<u>Aptera hymenantha</u> *	-
<u>Buchnera elongata</u> *	hierba
<u>Naias marina</u>	hierba acuática
<u>Utricularia gibba</u>	hierba
<u>Acnida cuspidata</u>	arbusto
<u>Ambrosia tenuifolia</u>	hierba
<u>Bulbostylis junciformis</u>	junco
<u>Rhynchospora microcarpa</u>	junco
<u>Psilocarya nitens</u>	junco
<u>Rhynchospora rariflora</u>	junco
<u>Scleria gracilis</u>	junco
<u>S. pariciflora</u>	junco
<u>Cymnapagan foliosus</u>	gramínea
<u>Raspallum parviflorum</u>	gramínea
<u>Syntherisma argillacea</u>	gramínea
<u>Briosema crinatum</u>	enredadera
<u>Hemicarpha micrantha</u>	junco

*Mencionadas por Whelan (Sin fecha).

TABLA V: PLANTAS DE DISTRIBUCION LIMITADA O RARAS EN
 PUERTO RICO PRESENTES EN EL AREA DE LA
 LAGUNA TORTUGUERO (Woodbury et al, 1975).

NOMBRE CIENTIFICO	AREA DE DISTRIBUCION
<u>Scleria doradoensis</u>	áreas pantanosas de Dorado
<u>Xyris</u> spp.*	área del Yunque
<u>Ternstroemia stahlia</u> *	Monte del Estado
<u>Cladonia</u> spp.*	Monte del Estado
<u>Lagenocarpus guianensis</u>	arenas silíceas de Dorado
<u>Rhynchospora oligantha</u>	Dorado y Sierra de Luquillo
<u>R. oligantha</u> , var. <u>breviseta</u>	Dorado y Sierra de Luquillo
<u>Crotolaria marítima</u>	arenas silíceas Costa Norte
<u>Periqueta viscosa</u>	Culebra, St. Thomas, Cuba
<u>Pelicanthium tenellum</u>	distribución esparcida
<u>Enallagma latifolia</u>	costas húmedas América Tropical
<u>Bulbostylis pariciflora</u>	bosques secos Guánica, Vieques
<u>Eleocharis rostellata</u>	E.U., México y Cuba
<u>Rhynchospora plumosa</u>	Dorado y Sierra de Luquillo
<u>R. tenuis</u>	El Yunque y Dorado, Sur E. U.
<u>Scleria ciliata</u>	Antillas Mayores
<u>S. secans</u>	Caguax, Centro y Sur América
<u>S. triglomerata</u>	áreas húmedas; este de E. U.
<u>S. verticillata</u>	este E.U., México e Indias Occ.
<u>Setaria magna</u>	pantanos desde Tortuguero a Humacao
<u>Panicum tenerum</u>	arenas silíceas oeste Florida
<u>Sorghastrum pariciflora</u>	áreas abiertas arenas silíceas
<u>Utricularia subulata</u>	sábanas húmedas de Sierra Luquillo
<u>Utricularia gibba</u> *	algunos parajes del Yunque
<u>Utricularia pusilla</u>	algunos parajes del Yunque
<u>Utricularia juncea</u>	algunos parajes del Yunque
<u>Polypremum procumbens</u>	pastizales arenas silíceas
<u>Nymphaea ampla</u>	lagunas, canales y ríos América Tropical
<u>Nymphaea odorata</u>	Vega Baja; zanjas América Tropical

Tabla V, Cont.

<u>Nymphaea pulchella</u>	lagunas y pantanos América Tropical
<u>Phaseolus trichocarpus</u>	pantanos norte y oeste de P. R.; Antillas Mayores y Sur América
<u>Polypodium decumanum</u>	bosques húmedos costeros Trinidad, Centro y Sur América

*Mencionadas por Whelan

TABLA VI: ASOCIACION DE LOS TIPOS DE SUELOS CIRCUNDANTES DEL AREA TORTUGUERO Y LA FLORA ALLI EXISTENTE.

SERIE DE SUELOS PANTANOSOS	CARACTERISTICAS	ASOCIACIONES DE PLANTAS DOMINANTES
Tiburones	Suelo pantanoso ligeramente ácido. Provee albergue a 101 especies de las cuales 28 son raras o en peligro de extinción.	<u>Cladium jamaicense</u> ; <u>Andropogon glomeratus</u> ; <u>Centella dichromena</u> ; <u>Panicum condensum</u> ; <u>Eleocharis</u> ; <u>Rhynchospora globularis</u> ; <u>Scleria distaus</u> ; <u>Cynoctonum</u> ; <u>Panicum tenerum</u> ; <u>Centella erecta</u> ; <u>Cassytha filiformis</u> ; <u>Typha dominguensis</u> ; <u>Rhynchospora cypercides</u> ; <u>Sagittaria lancifolia</u> ; y <u>Eleocharis caribea</u>
Saladar	Suelo altamente ácido. Produce 79 especies, 24 de las cuales son raras o en peligro de extinción.	<u>Rhynchospora gigantea</u> ; <u>Rhynchospora cyperoides</u> ; <u>Eleocharis caribea</u> ; <u>Eleocharis mutata</u> ; <u>Rhexia cubensis</u> ; <u>Blechnum indicum</u> ; <u>Hibiscus scrub</u> ; <u>Ludurgia octovalvis</u> ; <u>Andropogon virgatus</u> ; <u>Panicum tenerum</u> ; <u>Centella spp.</u>

SERIES DE ARENAS SILICEAS	CARACTERISTICAS	ASOCIACIONES DE PLANTAS DOMINANTES
Algarrobo	Arena fina cubierta con tierra.	<u>Xyris</u> spp.; <u>Utricularia</u> spp.; <u>Aristida</u> <u>speciformis</u> ; <u>Drosera</u> spp.; <u>Panicum tenerum</u> ; <u>Andropogon virgatus</u> ; <u>Elechnum</u> spp.; <u>Panicum pauciflora</u> ; <u>Rhynchospora foveicularis</u> <u>Centella</u> spp.; <u>Cyperus</u> spp.; <u>Eleocharis caribea</u> ; <u>Myrcia</u> spp.; <u>Hibiscus</u> spp.; <u>Lichen</u> spp.; <u>Panicum portoricensis</u> ; <u>Seleria distans</u> ; Bosques <u>Chrysabalanus icaco</u>
Corozo	Arena fina gris con poca cantidad de materia orgánica. Produce 365 spp. de plantas, 65 de las cuales son raras o en peligro de extinción.	<u>Utricularia</u> spp.; bosques densos en áreas de pendientes; plantas herbáceas en áreas planas.
Santa Lucía	Arena blanca fina. Tipo de suelo menos húmedo. Produce 256 spp. de plantas de las cuales 26 son raras o en peligro de extinción.	Bosque semi-seco con arenas blancas descubiertas. La planta endémica <u>Cassia mirabilis</u> y el liquen Musgo de Venado son comunes. Asociación única como resultado de las comunidades de líquenes.

COMUNIDADES BIOTICAS DEL LITORAL DE LA LAGUNA

El mapa de la Figura 18 encierra la región en que se encuentran y desarrollan aquellas especies raras y en peligro de extinción, al mismo tiempo que señala las comunidades litorales. La Tabla VII ilustra los árboles más comunes que componen la población de bosques del litoral y la región en donde se encuentran.

En las Figuras subsiguientes (19-24) se ilustran algunos integrantes de la flora del bosque del litoral de la laguna.

TABLA VII: ARBOLES MAS COMUNES QUE COMPONEN LOS BOSQUES DEL LITORAL DE LA LAGUNA TORTUGUERO (Reyes de Ruiz, 1971)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	LOCALIZACION*
<u>Acrocomia media</u>	Palma de corozo**	O, SO, NE, SC, NC
<u>Cocos nucifera</u>	Palma de coco	SC, E, O, NE, NO,
<u>Casuarina equisetifolia</u>	casuarina	SC, SE
<u>Piper aduncum</u>	higuillo	O, NC
<u>Cecropia peltata</u>	yagrumo	O, NC
<u>Ficus laevis</u>	jaguey blanco	SC, O, NO, NE, NC
<u>Ficus sintenisii</u>	jaguey colorado*	SC, O, NO, NC
<u>Coccoloba diversifolia</u>	uvilla	SC, SE
<u>Coccoloba pubescens</u>	moralón	SC, E
<u>Coccoloba uvífera</u>	uva de playa	O, NE, SC
<u>Annona montana</u>	guanábana cimarrona	O, SO
<u>Chrysobalanus icaco</u>	icaco	SE, E
<u>Nectandra coriacea</u>	laurel avispillo	SE
<u>Rourea surinamensis</u>	Juan caliente	SE, E, O
<u>Adenantha paronina</u>	peronfas	O

Tabla VII, Cont.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	LOCALIZACION
<u>Inga laurina</u>	guamá	SE
<u>Senegalia mestiana</u>	zarza	O, NE
<u>Hymenaea coubaril</u>	Algarrobo	E, NO, O
<u>Audira inervais</u>	moca	SE
<u>Erythrina glauca</u>	bucaré	O, SO
<u>Securidaca virgata</u>	bejuco de sopla	NO, NC
<u>Xantheoxylum martinicense</u>	espinó rubial	NO, NE, NC
<u>Bursera simuraba</u>	almácigo	SC, O, NC
<u>Guarea trichilioides</u>	guaraguao	SC, NE, NC
<u>Anacardium occidentale</u>	pajuil	SO
<u>Cupania americana</u>	guara	NO, NC
<u>Serjania polyplulla</u>	bejuco de canastas	NO, NC
<u>Salophyllum brasiliensis</u>	maría	O, NO, NC
<u>Clusia rosea</u>	cupey	NO, O, NE, NC
<u>Casentria sylvestris</u>	cafeillo	SC, O, NO, NE, NC
<u>Opuntia rubescens</u>	tuna de petate	SO
<u>Bucida buceras</u>	úcar	SC, SO, NO, NE, O
<u>Terminalia catappa</u>	almendro	SC, O, E, SE
<u>Calyptanthus krugii</u>	limoncillo*	SC, NC
<u>Eugenia jambos</u>	pomarrosa	SO
<u>Eugenia chombea</u>	hoja menuda	O, NC
<u>Psidium guajava</u>	guayaba	SC, O, NE, NC
<u>Heterotrichum cymosum</u>	camasey peludo*	O, NO
<u>Cordia alliodora</u>	capá prieto	NC, NO
<u>Tournefortia hirsutissima</u>	nigua	NO, O, SC, NC
<u>Cordia corymbosa</u>	saraguero	NO, IC
<u>Cithrarexylum caudatum</u>	péndula de sierra	NO, E
<u>Lantana camara</u>	cariaquillo	O, SC, NC
<u>Tabebuia heterophylla</u>	roble blanco	SC, NE, NO, NC
<u>Randia aculeata</u>	tintillo	SC, O, E, NO, NE, NC
<u>Pluchea odorata</u>	salira	SC, O, NO, NE, NC
<u>Pluchea purpurescens</u>	salira	SC, O, NO, NE, NC
<u>Cordia boricuensis</u>	muñeco*	NO, O, NE, NC

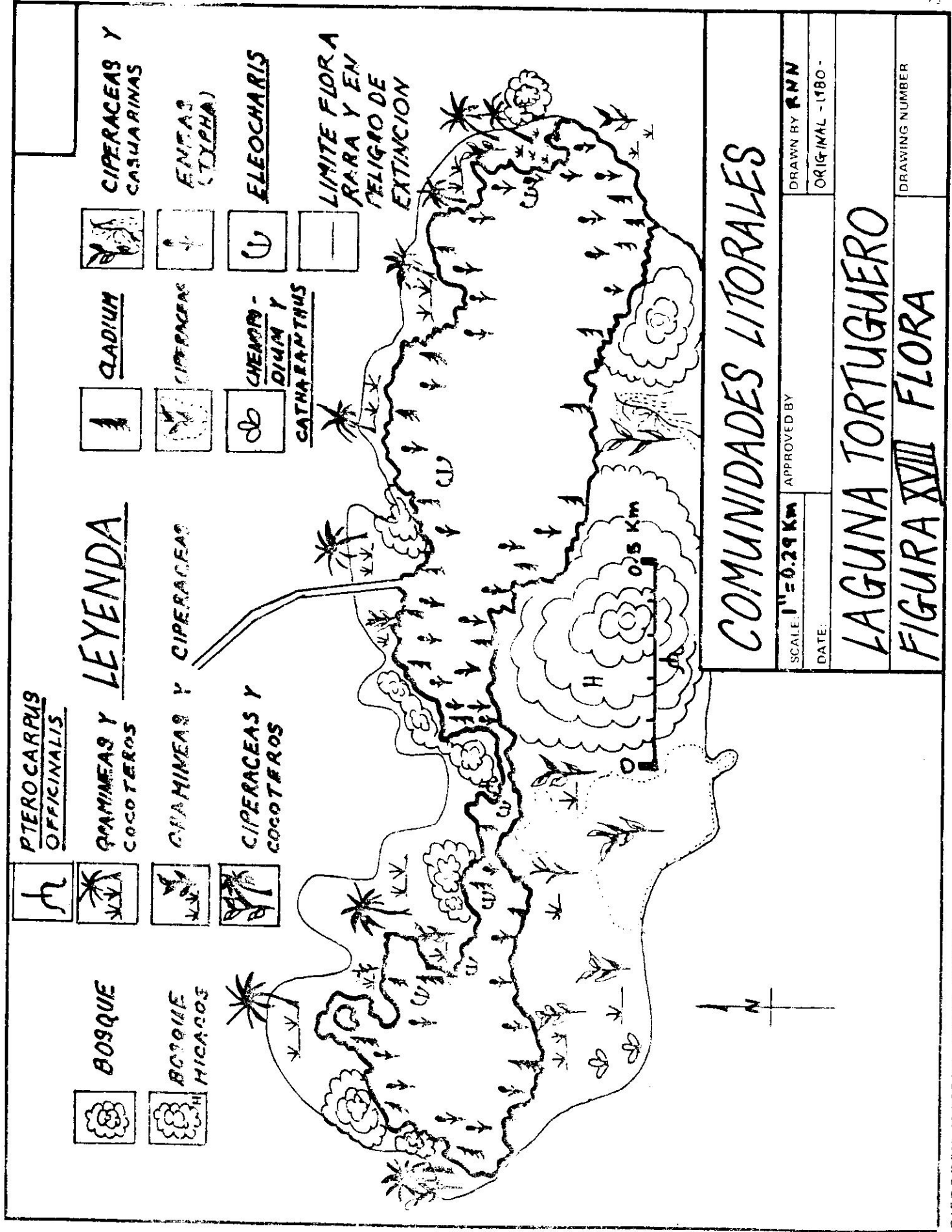
*Leyenda de la Tabla VII:

N	=	Norte
O	=	Oeste
S	=	Sur
E	=	Este
NE	=	Nordeste
NO	=	Noroeste
SE	=	Sureste
SO	=	Suroeste
NC	=	Nor-central
SC	=	Sur-central
*	=	Autóctono de Puerto Rico
**	=	Puerto Rico y Saint Thomas

En términos generales, en el litoral Sur y Oeste dominan las ciperáceas; en el Norte y Este las gramíneas y cocoteros y el área del bosque Sur-central es dominada prácticamente icacos (Chrysobalanus icaco (Reyes de Ruiz, 1971)).

Según el señor Woodbury (The Vegetation of Tortuguero Lagoon, 1979), el contaje de plantas en el área de Tortuguero fue de 672 especies de plantas vasculares; 217 especies de plantas de pantano; 17 especies de orquídeas; 38 especies de helechos; 69 especies raras y en peligro de extinción; 17 especies de plantas endémicas para Puerto Rico; 7 especies endémicas para la laguna y 26 especies adicionales a la flora de Puerto Rico. Whelan (sin fecha) menciona 500 especies representadas en 83 familias y 236 géneros.

En prácticamente todo el litoral interior de la laguna existe una completa ausencia de costas. De esta manera el área de bosques comienza inmediatamente luego de las colonias extensas de eneas (Typha



PTEROCARRUS OFFICIALIS

LEYENDA

GRAMINEAS Y COCOTEROS

GRAMINEAS Y CIPERACEAS

CIPERACEAS Y COCOTEROS

CIPERACEAS Y CASUARINAS

ENFES (TYPHA)

ELEOCHARIS

LIMITE FLORA RARA Y EN PELIGRO DE EXTINCION

CLADIUM

CIPERACEAS

CHEMPO-DIUM Y CATNARANTHUS

BOSQUE

BOSQUE HICACOS

DRAWN BY RNN

ORIGINAL - 1980 -

APPROVED BY

SCALE: 1" = 0.29 KM

DATE:

COMUNIDADES LITORALES

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA XVIII FLORA

DRAWING NUMBER

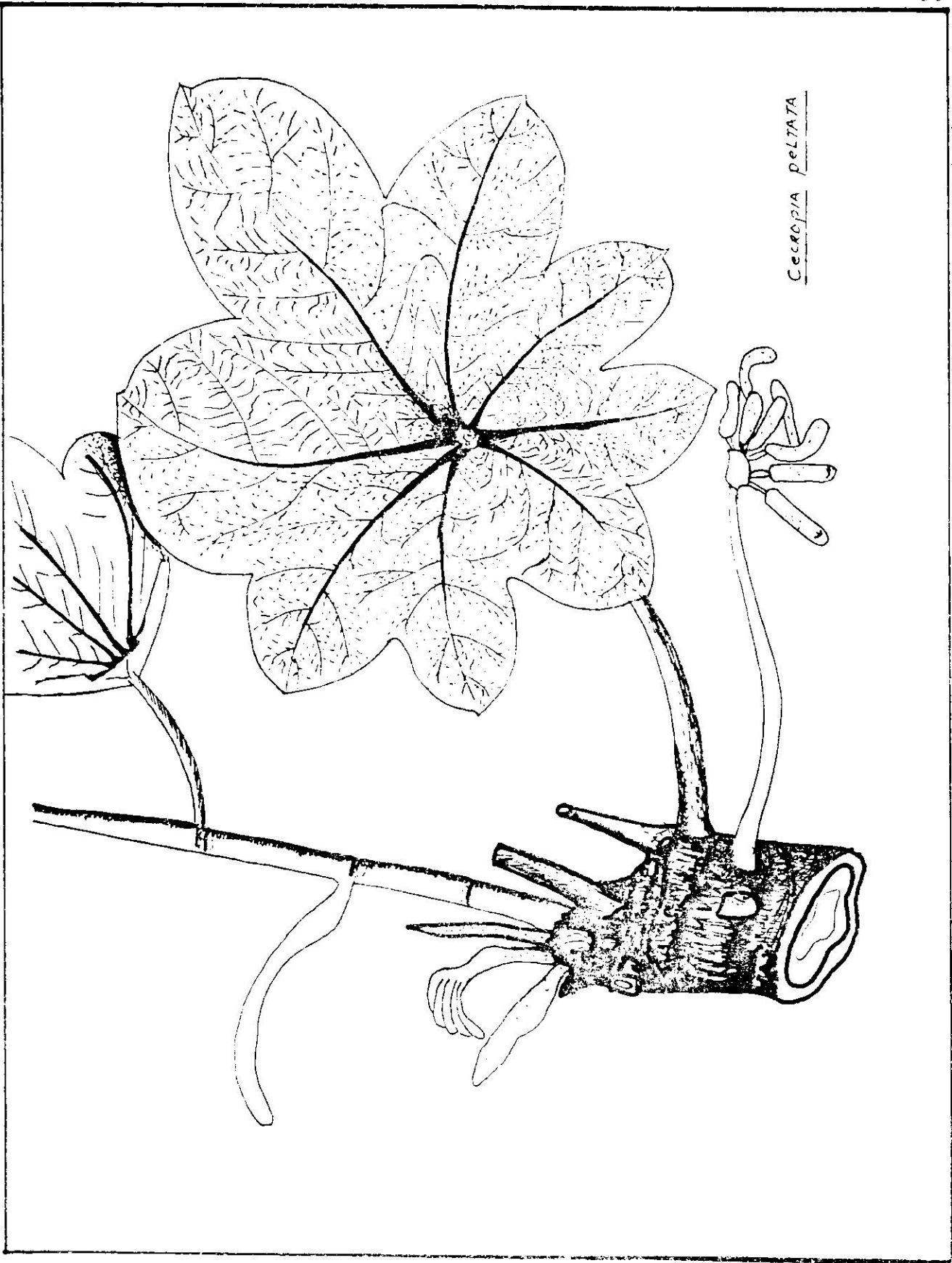


COCOS NUCIFERA

(ARBOLES DE P.R., 1977)

RNM-80-

FIGURA 19



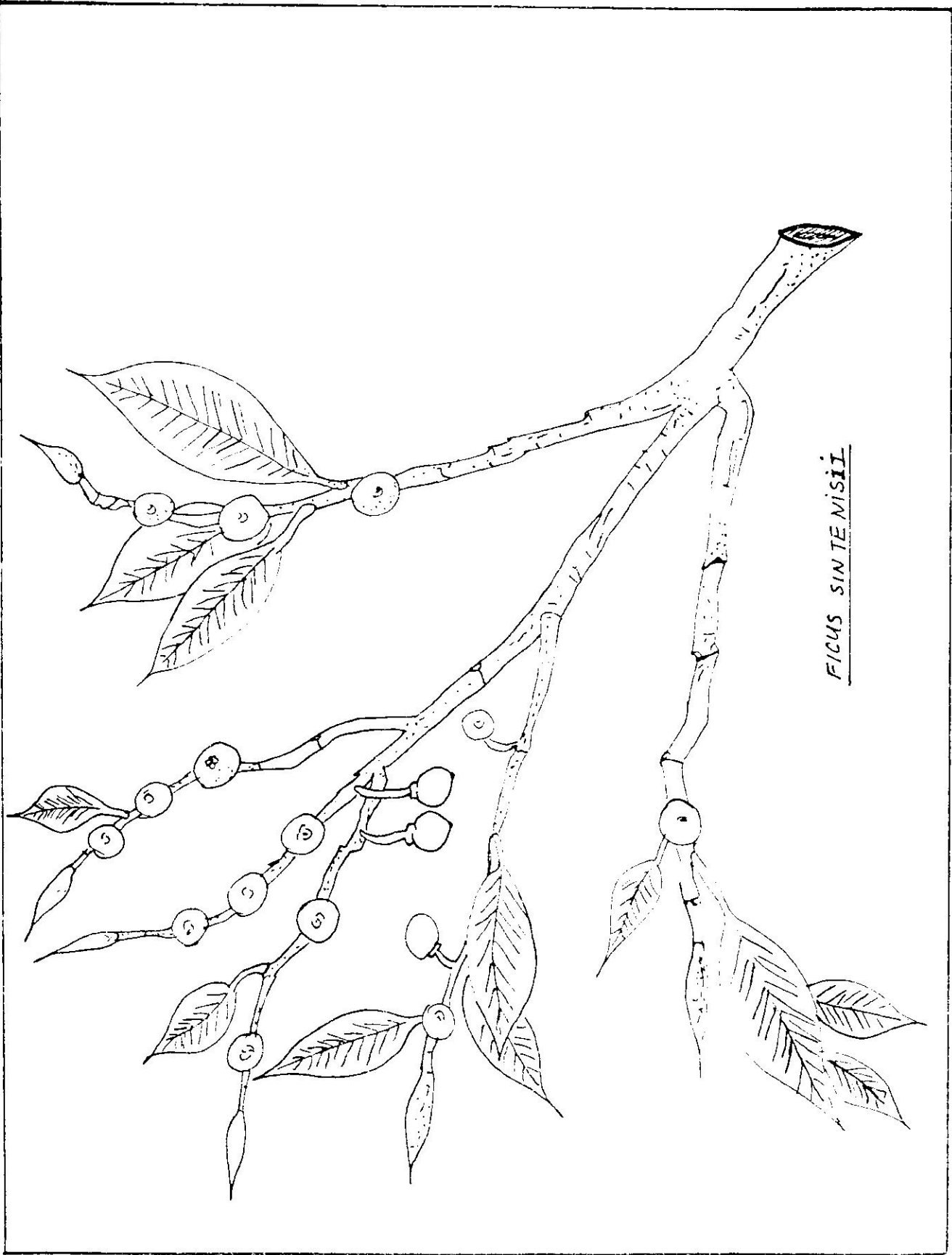
Cecropia peltata

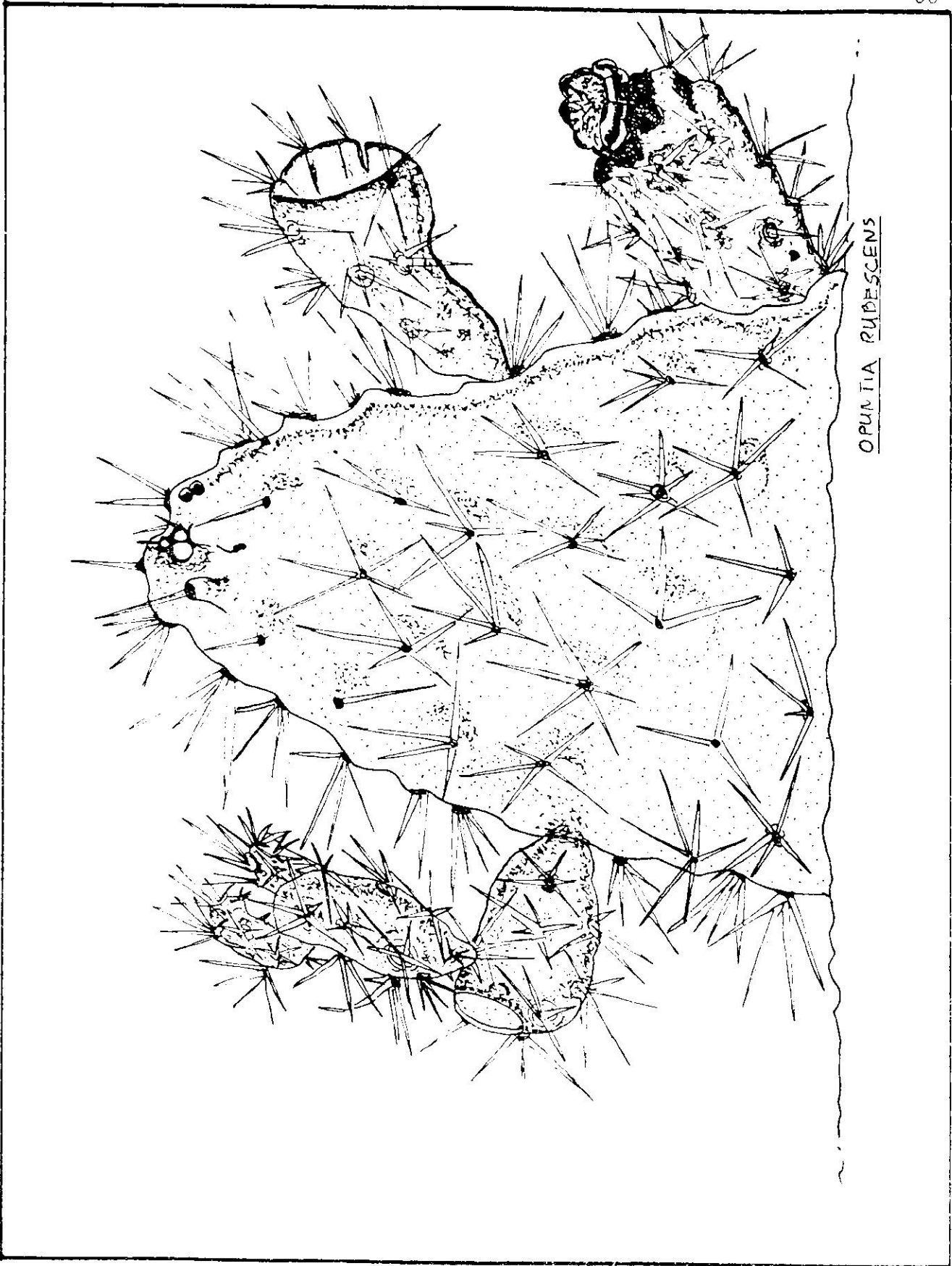
RMN-80

(Arboles de P.R., 1977)

FIGURA 20

FIGURA 21



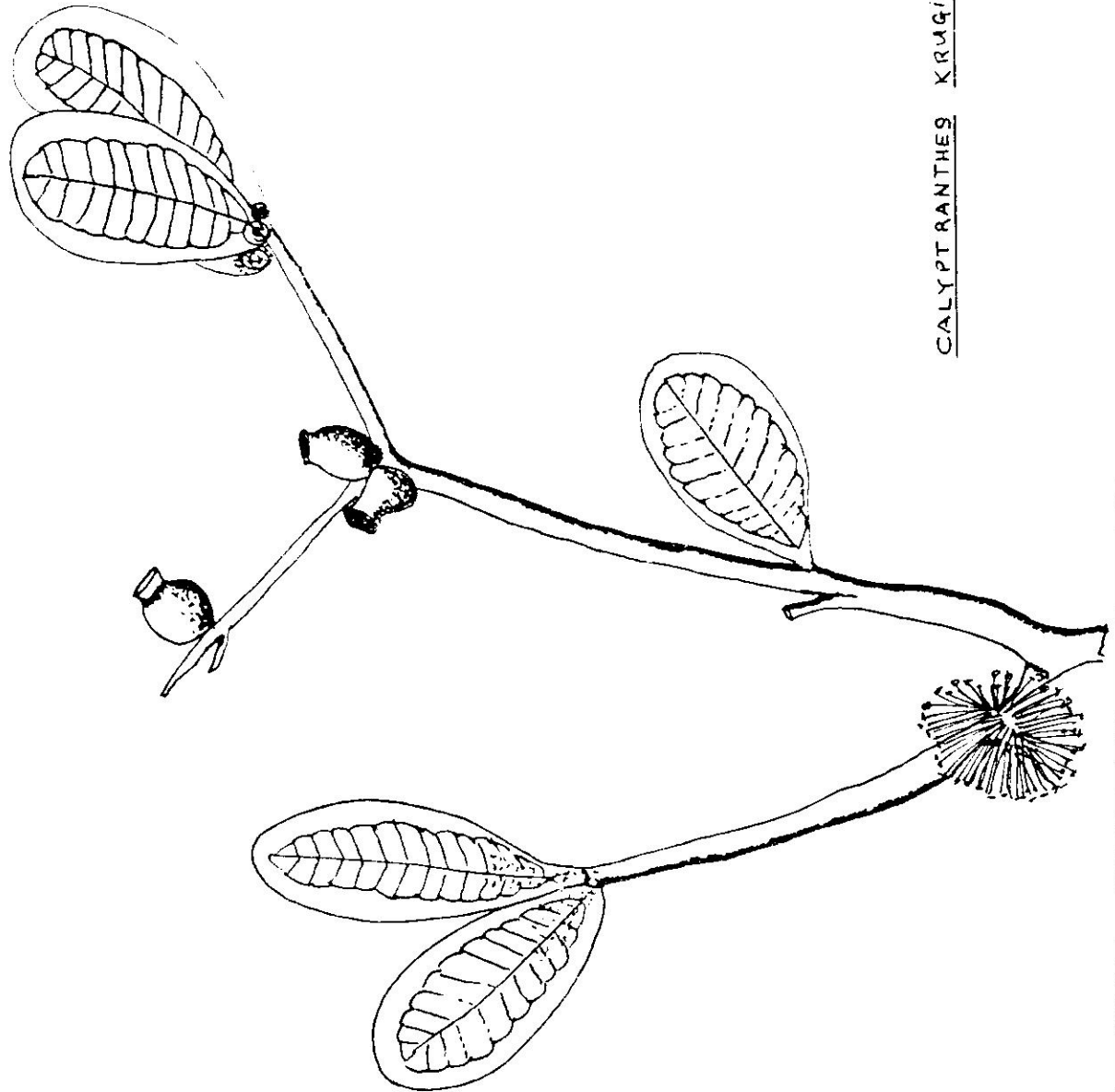


OPUNTIA RUBESCENS

RNN-80-

(ARBOLES DE P.R. 1977)

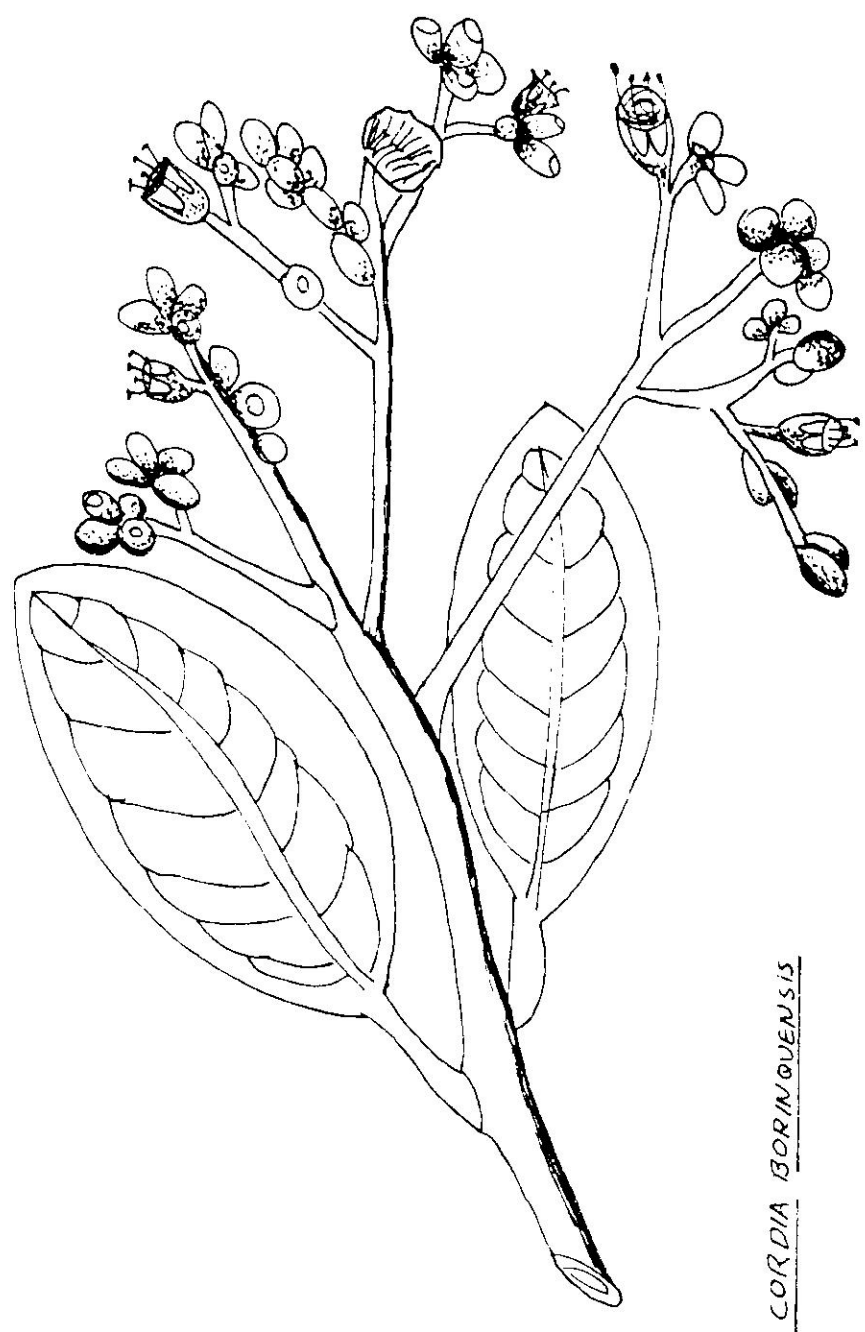
FIGURA 22



CALYPTANTHES KRUGII

(ARBOLUS DE P.R., 1917)

FIGURA 23

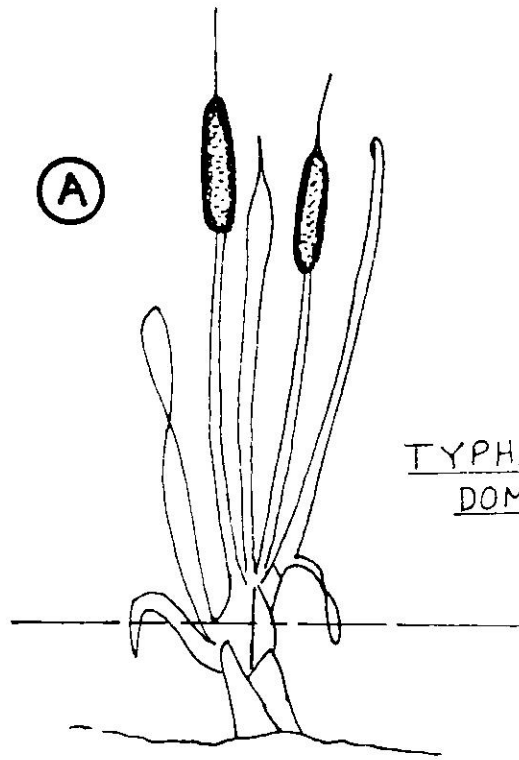


CORDIA BORINQUENSIS

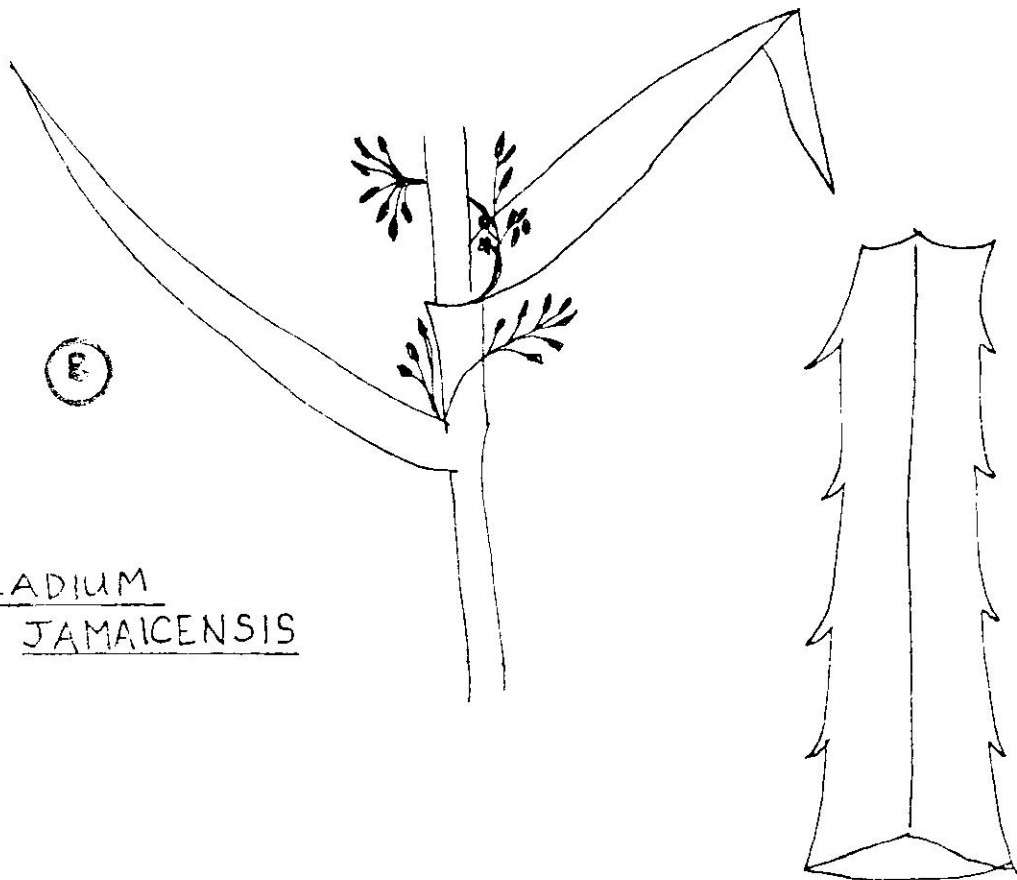
FIGURA 24

dominguensis (Fig. 25 A); que en algunas ocasiones alterna con Cladium jamaicensis (Fig. 25 B) sin área alguna de transición entre ellos. Esto se debe a la alta permeabilidad del terreno y a que una pequeña elevación es suficiente para cambiar su vegetación y, por otro lado, los bordes abruptos que posee la laguna (Reyes de Ruiz, 1971). La dominancia de estas dos plantas en el área es tal que pueden prácticamente excluir todas las demás comunidades, a excepción del helecho acuático (Blenchnum indicum) y el junco Eleocharis caribea (Fig. 26) (Candelas, 1974). Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978) observaron entre las anteriores especies, especies de Chara (Fig. 27) menores en abundancia. Candelas (1974) observó colonias de Nymphaea ampla en las aguas tranquilas de la laguna. Cerca de la orilla, sumergidas, encontró masas de Ceratophyllum demersum y de Potamogeton fluitans.

Dentro de las asociaciones de agua abierta, que incluyen las plantas de tallo largo enraizadas y de hojas flotantes; plantas flotantes, semiemergentes y sumergidas. En la sección oeste la planta dominante es Chara (Fig. 27 A) mientras que en la sección este resultó ser Naias marina (Fig. 27 B) siendo la Laguna Tortuguero el único lugar en Puerto Rico donde hasta ahora se ha encontrado. Las poblaciones más abundantes en esa asociación resultaron ser: Naias guadalupensis, Naias marina, Nymphaea pulchella, Chara spp., Potamogeton fluitans, R. foliosus y Ceratophyllum demersum (Reyes de Ruiz, 1971).



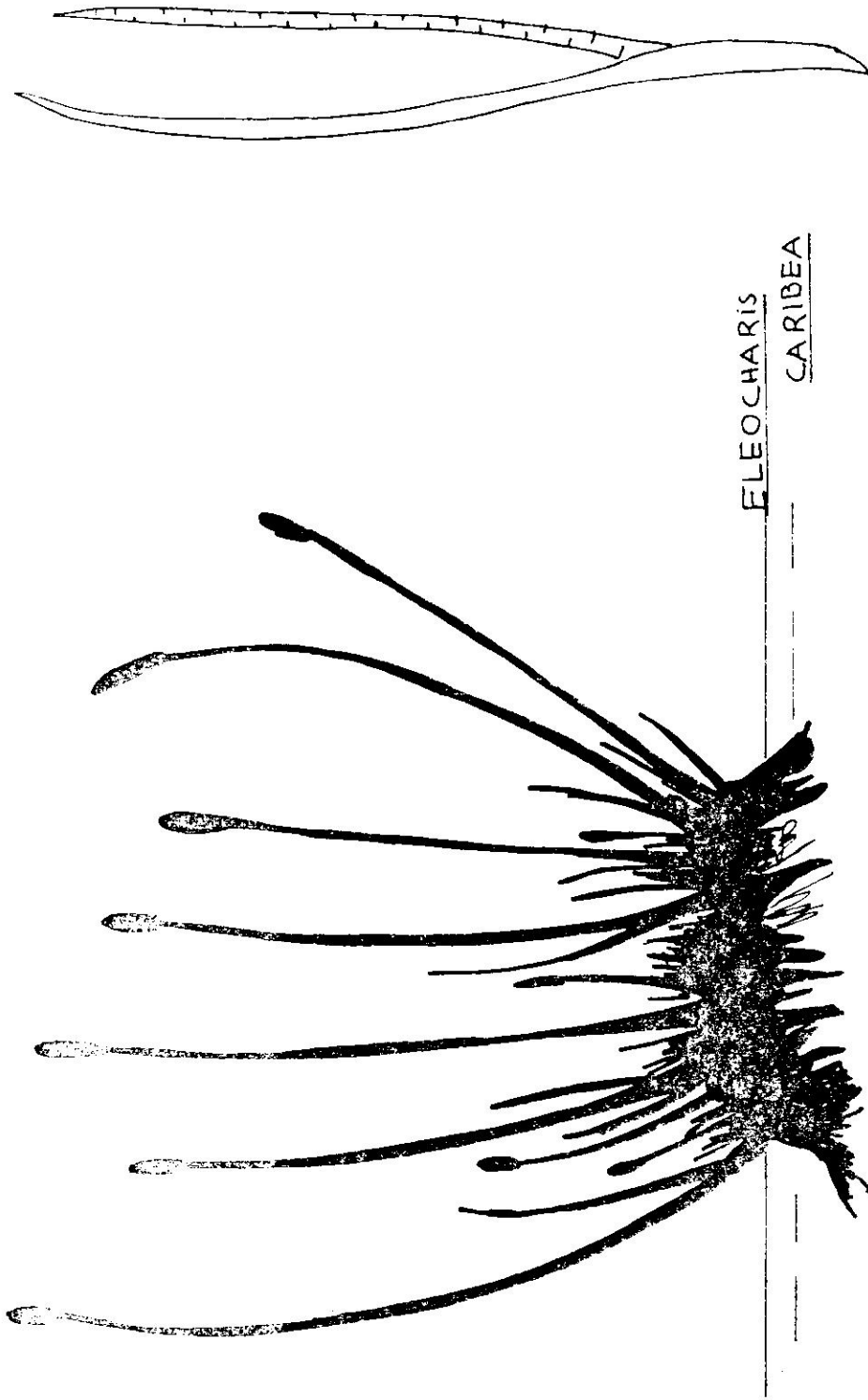
TYPHA
DOMINGUENSIS



CLADIUM
JAMAICENSIS

FIGURA 25

(A) Ecologia, 1971; (B) Common Aquatic Weeds, 1969) R/W-80-



FLEOCHARIS
CARIBEA

(Aquatic Weeds, 1972)

FIGURA 26

Bacterias Coliformes:

Reyes de Ruiz (1971) en su estudio durante los años 1969-70, determinó que existía contaminación fecal en la laguna pero de menor grado, aunque se encontró un MPN (número más probable) de 278 Escherichia coli /100 ml., atribuyéndoselo a la localización de dos pozos sépticos al suroeste de la laguna, a unos 13.72 metros (45 pies) del litoral. Candelas (1974) registró la presencia de E. coli en su estudio, más no especificó la concentración. Sin embargo, Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978) encontraron contajes muy bajos a través de la laguna (Fig. 28), calculando razones de coliformes fecales a estreptococos fecales menores de uno (1) indicando que la fuente de estas bacterias es por animales, como en este caso específico, por el ganado vacuno que pastorea la vecindad de la laguna, seguida en cantidades menores por peces, pájaros y otras especies de organismos.

Fitoplancton, Perifiton y Zooplancton:

Fitoplancton:

La concentración de fitoplancton a través de la Laguna Tortuguero es baja comparada con otros cuerpos de agua interiores de la Isla, según Candelas (1974) y Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978). Reyes de Ruiz realizó un estudio cualitativo del plancton en la laguna, logrando identificar 73 familias con cerca de 155 géneros en la microbiota examinada, desafortunadamente no especifica cuáles son los más abundantes o cuál fue el contaje de células encontrado. Por el

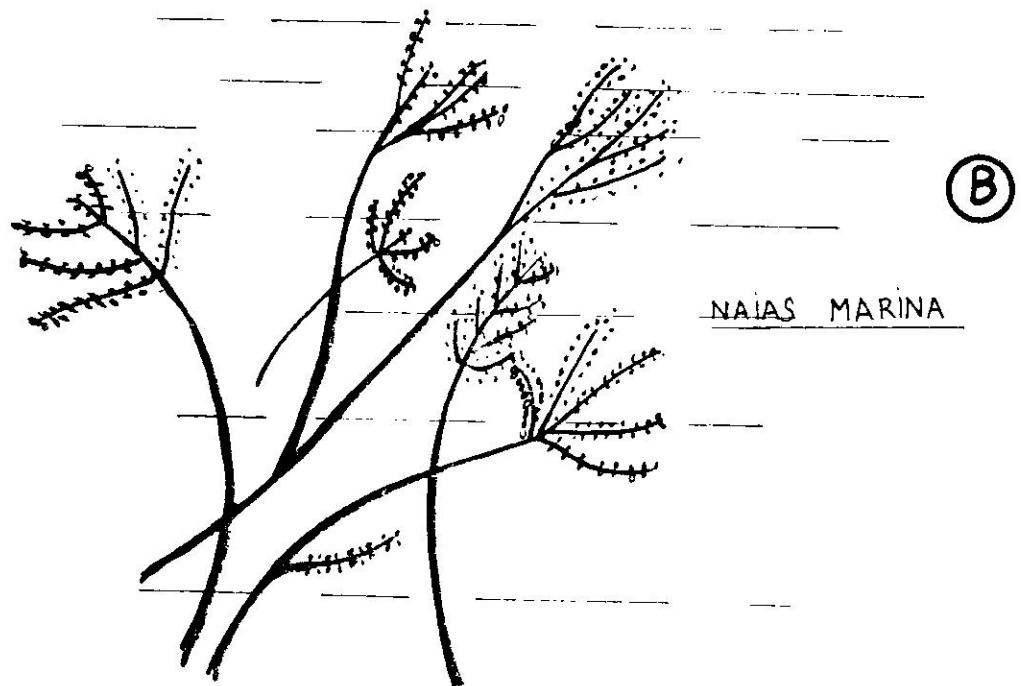
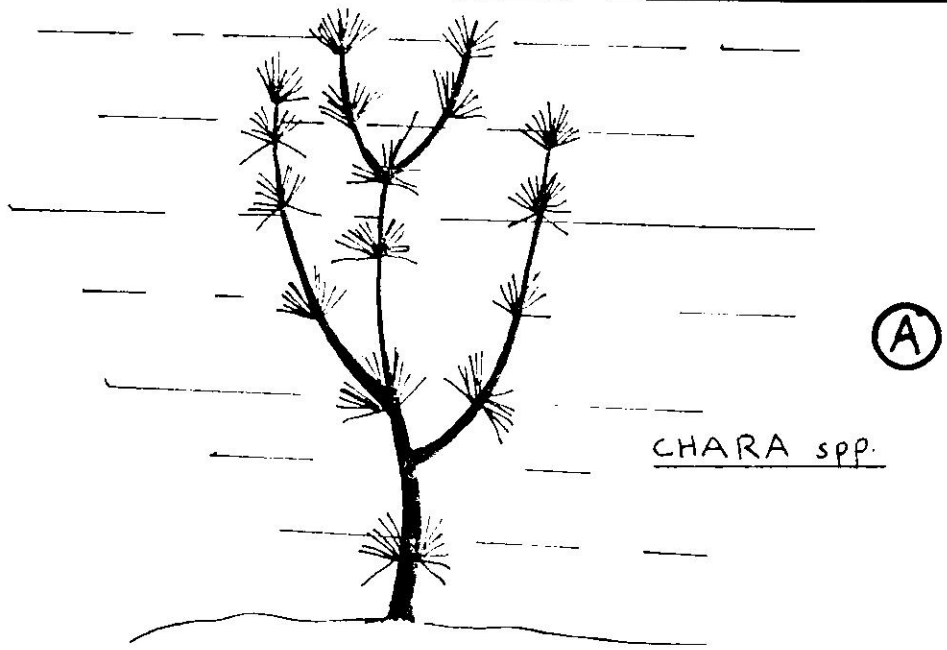
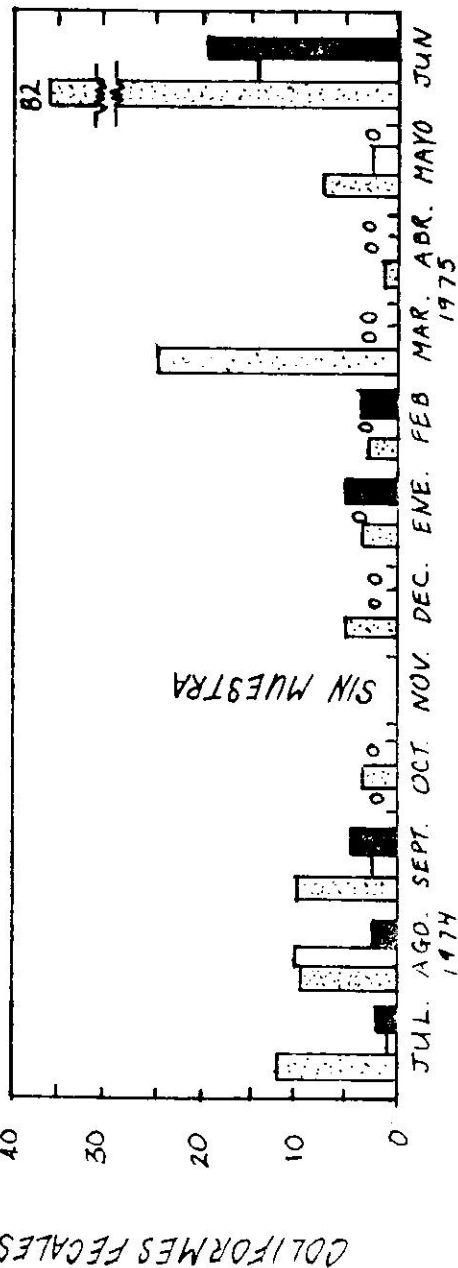
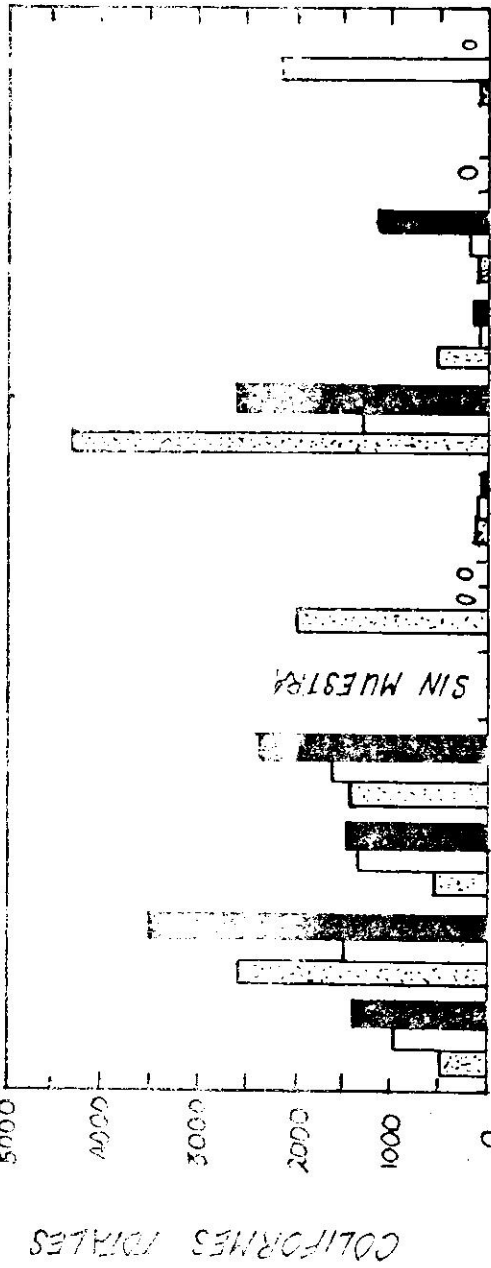


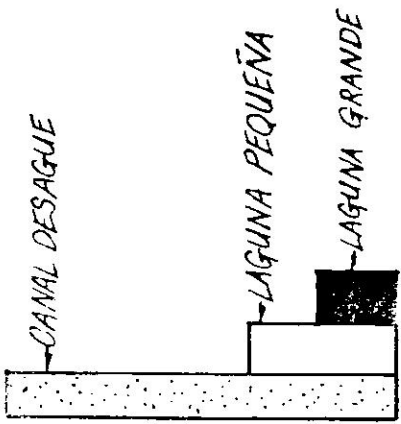
FIGURA 27

(A) y (B) : Aquatic Weeds, 1972)

RNN -80-



LEYENDA



(U.S.G.S, 1978)

COLIFORMES FECALES Y TOTALES

SCALE:

APPROVED BY

DRAWN BY RNN

DATE:

LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA XXVIII FLORA: BACTERIAS

DRAWING NUMBER

contrario, Candelas (1974) determinó que de 27 géneros identificados en la laguna sólo 16 géneros (9 fitoplancton, 7 zooplancton) fueron lo suficientemente abundantes en las muestras utilizadas para contajes de células. En comparación con el resto de los lagos interiores de la Isla, la laguna resultó con el menor número de géneros lo suficientemente abundante para conteo (16 géneros) de todos los lagos de Puerto Rico, a excepción del Lago Dos Bocas, que marcó 15 géneros (Candelas, 1956).

En cuanto al fitoplancton se refiere, el promedio mensual de células llevado a cabo por Candelas (1974) fue de 3,997 células por mililitro comparado con el obtenido por Fusté y Quiñones (1978) con 6,000 células/ml. Otras diferencias entre ambas investigaciones estriba en la cantidad de géneros encontrados. Candelas (1974) identificó sólo 2 géneros de diatomeas (Chrysophyta), 8 géneros de algas azul-verdosas (Cyanophyta) y 6 géneros de algas verdes (Chlorophyta) contra un total de 47 especies registradas por Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978), entre ellas, 16 especies no diatomeas (Chrysophyta), 12 especies de algas azul-verdosas (Cyanophyta), 9 algas verdes (Chlorophyta) y el resto entre las demás divisiones. Entre las especies más abundantes reconocidas por Candelas se encuentran las especies Lyngbya (Fig. 29 A) y Merismopedia (Cyanophyta) y la diatomea Synedra (Chrysophyta). Por parte de Fusté y Quiñones (Fusté y Márquez, 1978) el alga que mostró su dominante y codominante en la laguna fue Anacystis un alga azul-verdosa típica de

sistemas eutróficos y lagos o lagunas tropicales de poca profundidad. Promedia el 75% de las células identificadas, demostrando una baja diversidad entre el fitoplancton. Probablemente, las diferencias entre ambos trabajos se encuentra relacionada a la metodología utilizada.

Perifiton:

El perifiton cubre el fondo entero de la laguna. Está en extrema relación con el fitoplancton, pero es más abundante y diverso. Dentro de esta comunidad, se identificaron 65 especies, de las cuales 44 son diatomeas (Chrysophyta) y 20 azul-verdosas (Cyanophyta). Estas algas diatomeas periformes constituyeron más del 25% de todos los organismos observados. Estas son características de sistemas bajos en nutrientes, especialmente nitrógeno (N) y fósforo (P), de aguas transparentes, cuyos sedimentos son mayormente inorgánicos, además de existir una buena provisión de O₂ que se extiende hacia el fondo oligotrófico. Ejemplo de estos géneros son: Cymbella spp., Nitzschia spp., (Fig. 29 B), Navicula spp., (Fig. 30 A), Synedra spp., Homodadia spp. y Fragilaria spp. (Fig. 30 B) entre las diatomeas; Anacystis spp., Oscillatoria spp., Arthrospira spp. entre las azul-verdosas, (Fusté y Quiñones, U.S.G.S., 1978). La razón de algas azul-verdosas sobre las algas verdes mostró que en la laguna resultó ser de 3 a 1, siendo la razón más alta que el resto de los cuerpos de agua interiores (Candelas, 1974).

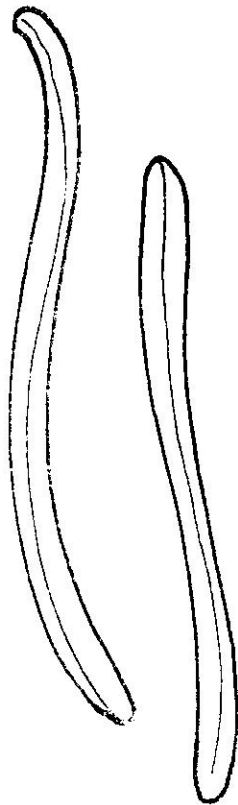
Zooplancton:

El conteo del zooplancton en la laguna registró un promedio



(A)

Lyngbya spp.



(B)

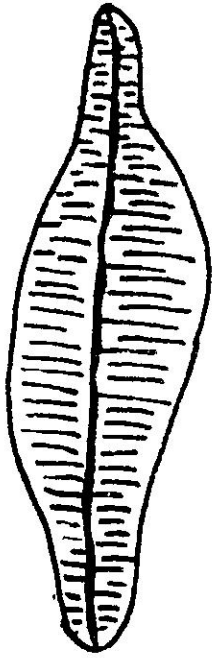
Nitzschia spp.

FIGURA 29

(© y ©: Ecología, 1971)

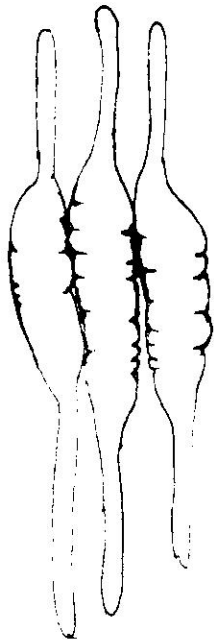
RNN-80-

(A)



NAVICULA sp.

(B)

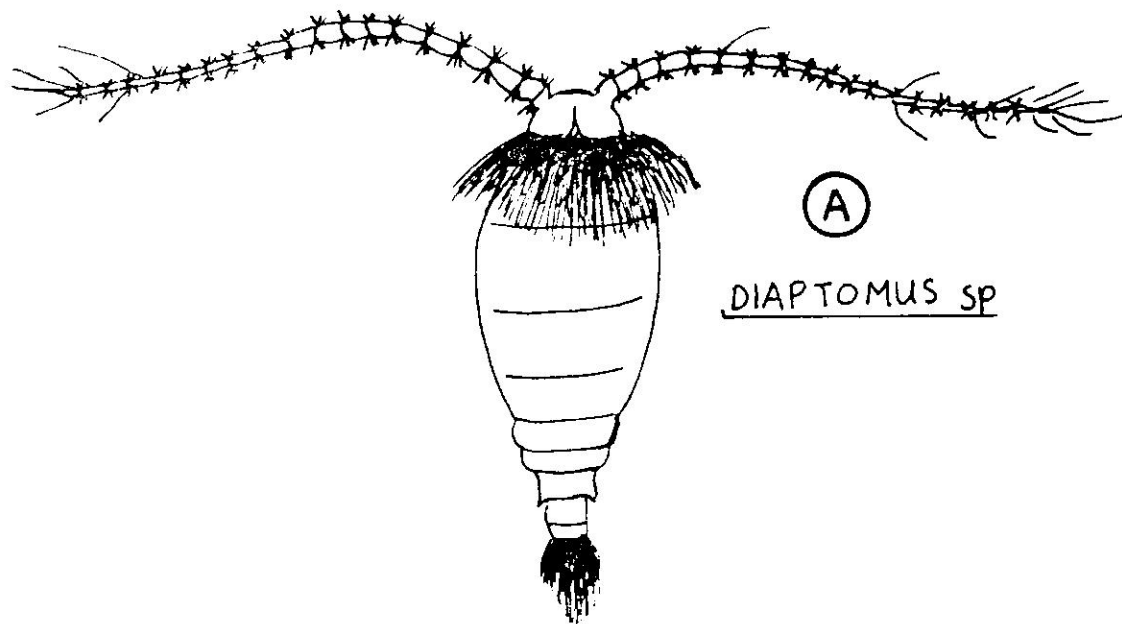


FRAGILARIA sp.

(A) y (B) : ODUM (1971)

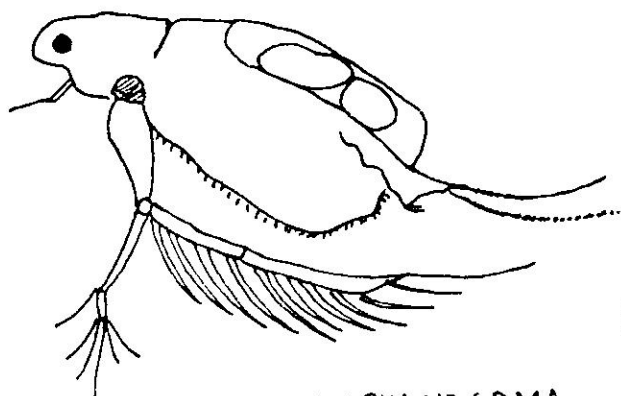
FIGURA 30

mensual de 2,053 células/ml., (Candelas, 1974) comparado con 100 células/ml. (U.S.G.S., 1978). En éstos, aproximadamente el 50% fueron identificados como rotíferos, probablemente debido a la abundancia de materia orgánica en la laguna de la cual ellos derivan su alimento (U.S.G.S., 1978). Candelas (1974) informó 11 especies de las cuales resultaron más abundantes Ceriodaphnia laticauda, Latonopsis serricauda y Diaptomus dorsalis. Por otra parte, Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978) lograron identificar un total de 17 especies, entre las cuales Diaptomus dorsalis, Diaphanosoma brachyrum (Fig. 31, A y B) y Filinia apolensis son dominantes. Un hecho contrario a lo concluido por los datos de Fusté y Quiñones (1978) indica que el número de rotíferos es pequeño en la laguna, dominados por los copépodos y cladoceros (Candelas, 1974). En términos del plancton total, este mismo autor encontró que el número de especies de plancton en la Laguna Tortuguero sobrepasa considerablemente a otros cuerpos de agua interiores (6,050,000 células/m³), siguiéndole en orden de magnitud el Lago Guayabal con un total de 2,732,000 células/ml. y el Lago Matrullas con 1,244,000 células/ml. Esto demuestra que, aunque la laguna no es muy diversa en especies, es rica en número comparado con los demás ecosistemas de agua dulce de la Isla. A continuación, se ofrecen resumidos los datos de las especies de plancton identificados por Candelas (1974) y Fusté y Quiñones (1978) (Tablas VIII y IX).



(A)

DIAPTOMUS SP



(B)

DIAPHANOSOMA SP

FIGURA 31

(A) y (B) Ecología, 1971

RNN-80-

TABLA VIII: RESUMEN DEL PLANCTON RECONOCIDO POR
CANDEIAS EN 1972-73.

Phytoplankton

Cyanophyta (azul-verdosas)

Aphanocapsa spp.

Chroococcus spp.

Coelospherium spp.

Lynghya spp.

Merismopedia spp.

Mycrorystis spp.

Oscillatoria spp.

Schizothrix calcicola

Chrysophyta (diatomeas)

Synedra sp.

Botryococcus braunii

Chlorophyta (verdes)

Ankistrodesmus sp.

Cosmarium sp.

Pediastrum sp.

Sphaerocystis sp.

Spirogyra sp.

Staurastrum sp.

Zooplankton

Protozoa

Peridinium sp.

Rotifera

Brachionus caleyflorus

Filina spp.

Hexarthra mira

Keratella cochlearis

Cladocera

Alona rectangula

Ceriodophnia cornuta

Latonopsis senicauda

Copepoda

Diaptomus dorsalis

Ostracada

Cypridopsis vidua

Physocypria xanabanica

TABLA IX: RESUMEN DEL PLANCTON RECONOCIDO POR FUSTE Y QUIÑONES (1978).

Fitoplancton

Chrysophyta (diatomeas)

Amphriproea sp.

Amphora sp.

Achnantes sp.

Cymbella sp.

Gomphosphaeria sp.

Melosira sp.

Nitzschia sp.

Synedra

Chlorophyta (algas verdes)

Ankistrodesmus sp.

Collastrum sp.

Coecoehlaris sp.

Elakatohrrix sp.

Mouegeotia sp.

Tetraedron sp.

Cyanophyta (azul-verdosas)

Anabaena sp.

Porzia sp.

Johanesbaptistia sp.

Oscillatoria sp.

Cyclotella sp.

Cymatoplena sp.

Diatoma sp.

Penticula sp.

Mastogloia sp.

Navicula sp.

Pennularia spp.

Chlamydomonas sp.

Chlorella sp.

Dictyosphaenuria

Sconedesmus sp.

Anacystis sp.

Dactylocercopsis sp.

Lyndiya sp.

Plorimidium sp.

Otras:

Acnemellum sp.

Chodatella sp.

Euelena sp.

Gymnodinium sp.

Phacus sp.

Rhoicosphenia sp.

Cryptomonas sp.

Dinobryon sp.

Glenodium sp.

Mallomonas sp.

Peridinium sp.

Algas perifíticas:

Chrysophyta (diatomeas)

Navicula palpebralis

Navicula braunii

Navicula inoculata

Navicula decurrens

Navicula scurum

Cymbella lanceolata

Navicula viridis

N. pupula, var. capitata

N. circumtexas

N. radiosa

N. pseudo sentiformis

Denticula thermalis

- Cymbella cymbiformis
Cymbella pusilla
Dipeaneis elliptica
Terpsinal musica
Cyrtoplema gibba
Stauroneis anceps
Eunotia paralella
- Mastocloia smithii
N. smithii, var. locustris
Synedra tabulata
Synedra ulna
Synedra fasciculata
Synedra spp.
- Homocladia fasciculata
Homocladia spp.
Fragilaria spp.
E. crotonerisis
- Cyanophyta (azul-verdosas)
Gomphosphaeria spp.
Oscillatoria forosa
O. geminata
Aphonotheca spp.
Symploca thermalis
Coelospharium spp.
Synechococcus
Cloethece spp.
Anacystis dimidiata
Anacystis cyanea
- Chlorophyta (algas verdes)
Staurastrum furcigenum
- Zooplankton:
- Rotifera
Brachionus stylifer
Filinia apoliensis
Hexartha mira
Keratella americana
K. cochlearis
- Cladocera
Ceriodaphnia reticulata
Diaphanosopha brachyurum
Latonopsis occidentalis
Cladocera spp.
- Asterionella spp.
Amphora protens
Cyclotella meneghiniana
Coratoneis arcus
Gomphonema spp.
Scoliopleura
Anomoconeis
sphaerophora
Meidima dubium
Pinnularia rupestris
Pinnularia spp.
Synedia delicatissima
S. minuscula
Homocladia linearis
H. anuphtoxys
Amphiprora spp.
- Eucapsis spp.
Chroococcus spp.
Borzia trilocularis
Aphonoupsa spp.
Spirulina principis
Cloccocapsa spp.
Arthrospira gamontiana
Arthrospira khanual
Phormidium subfuscum
Johanesbaptistia pellucida
- Ostracoda
Ostracoda spp.
- Copepoda
Calanoida spp.
Paracyclops fimbriatus
Paracyclops sp.
Diaptamus purpureus
Halicyclops spp.

Insectos:

Se han coleccionado en el área de la laguna unas 14 familias representadas por 15 géneros. Entre éstos se encuentran 3 de importancia para el hombre, ya que son vectores de varias enfermedades. Ellos son: Aedes, Anopheles y Culex (D.R.N., 1979). La Tabla X resume los insectos identificados por Reyes de Ruiz en su investigación de la Laguna Tortuguero (1971).

Poríferos:

Esponjas de agua dulce del género Spongilla (Fig. 32 A) por primera vez en la Isla fue descubierta entre la vegetación sumergida en descomposición de la enea (Typha dominguensis) y troncos sumergidos (Reyes de Ruiz, 1971).

TABLA X: INSECTOS IDENTIFICADOS POR REYES DE RUIZ (1971)
EN LOS LITORALES DE LA LAGUNA TORTUGUERO.

ODONATA

AeschinidaeAnax sp.Coryphaschha sp.LibellulidaeTramea sp.Pantola sp.Leptemis vesiculosaAgrionidae (Loenaguonidae)Lestes sp.Ischnura sp.E. nalloqmaAnomalagrion hastatumArgiallagma minutum

HEMIPTERA

HydrometridaeHydrometra sp.GerridaeGerris sp.PleidaePlea striolaP. punctiferNotonectidaeNotonecta sp.NepidaeRanotra sp.CorixidaeTrichocorixa sp.

COLEOPTERA

DysticidaeMegadystes sp.Eretes sp.GyrinidaeGyrinus rugiferDineutus sp.

DIPTERA

CulicidaeAnopheles sp.Culex sp.Aedes aegyptiTendipedidaeTendipesHeleidaeCulicoides

TARDIGRADA

ScutechiniscidaeMopsechiniscus imbertisCoelenterados:

Reyes de Ruiz (1971) informó haber recolectado por primera vez en Puerto Rico Hydra (Fig. 32 B) junto a colonias de Ceratophyllum demersum (candelabro de agua). Queris y Villamil (1977) reportan en su trabajo esqueletos del coral masivo Diploria sp. tanto en el canal de desagüe como en la zona noroeste de Laguna Grande.

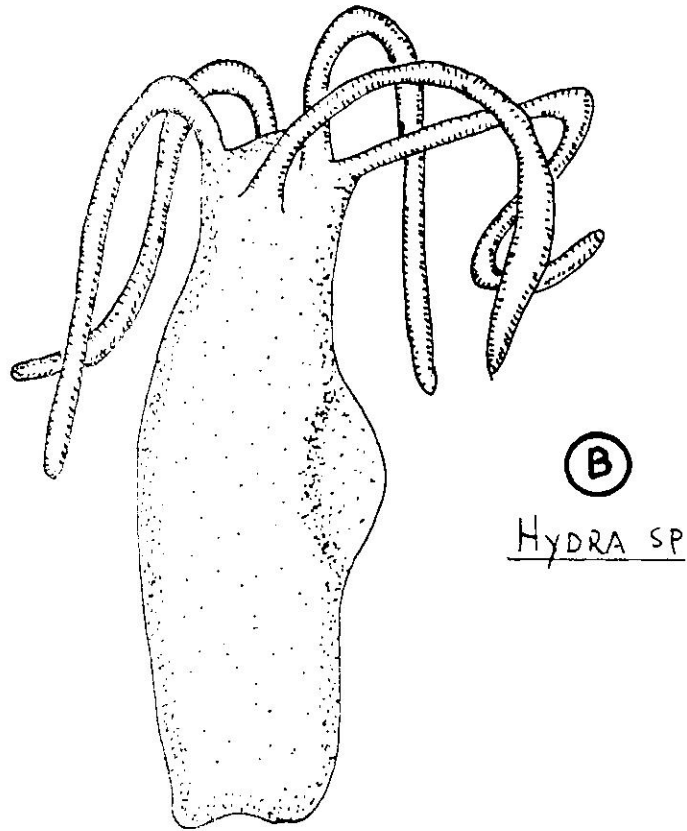
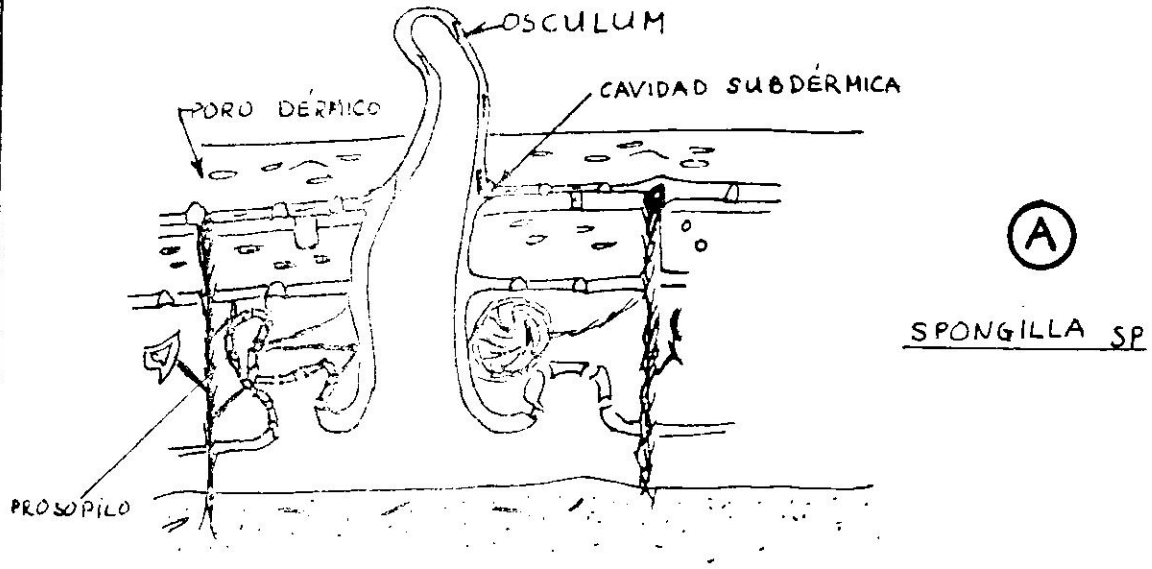


FIGURA 32

(© y ©: Invertebrate Zoology, 1972)

RNV-80-

Peces:

La fauna macroscópica fue inicialmente estudiada por Reyes de Ruiz (1971) seguido por Erdman (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 1972), Candelas (1974) y el más reciente por el Departamento de Recursos Naturales (informe no publicado, 1976). En su estudio de 1969 al 70, Reyes de Ruiz identificó 21 especies de peces en la laguna, de las cuales 6 especies Erdman (1967) no las relaciona con la Laguna Tortuguero. La Tabla IX resume los peces reconocidos por Reyes de Ruiz durante su estudio.

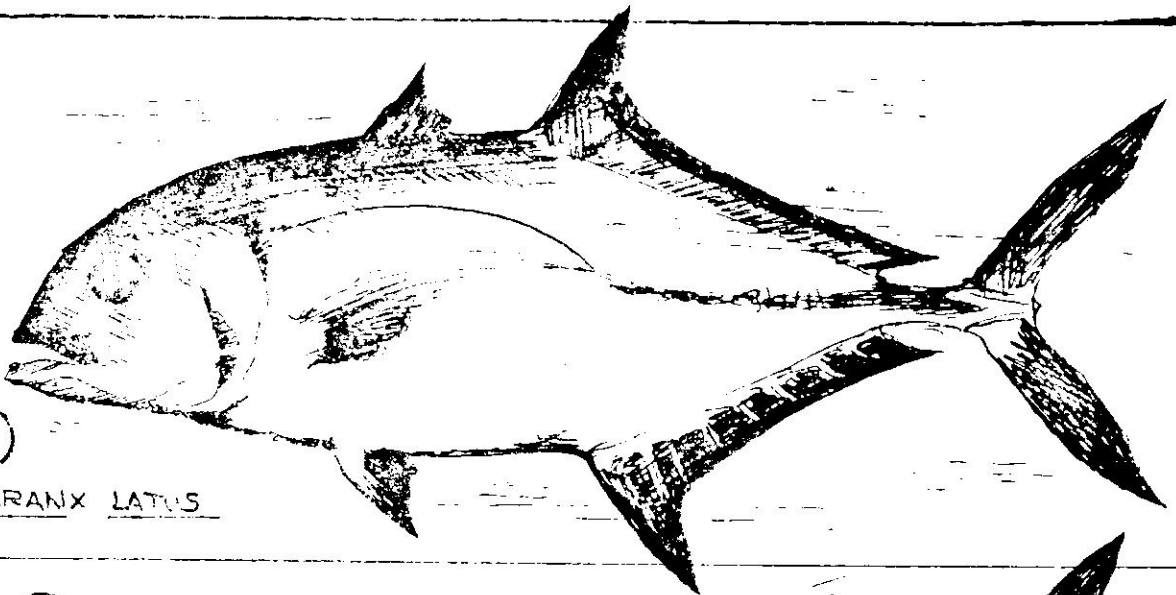
Erdman (1972) observó en el canal de desague de la Laguna la entrada de diversas especies marinas, como el jurel ojón (Caranx latus,) (Fig. 33 A), agujones (Belone marina), róbalo (Centropomus spp.) (Fig. 33 B), sábalo (Megalops atlantica) y pargos (Lutjanus spp.).

La Tabla XII resume los peces cuyo habitat Erdman (1922) determinó era la Laguna Tortuguero.

Candelas (1974) en su estudio de la Laguna Tortuguero reportó 18 especies de peces en el área, en las cuales se destaca la aparición de peces ovovivíparos pertenecientes al género Poecilia, Poecilia reticulata (guppy, Fig. 34 C) y Poecilia vivípara. Es muy probable que estas especies no hayan sido descubierta en estudios precedentes y subsiguientes debido a su pequeño tamaño, el cual unido a la preferencia de habitar entre las plantas acuáticas litorales (eneas, juncos, etc.) dificultan su colección. La Tabla XI reúne los peces reportados por

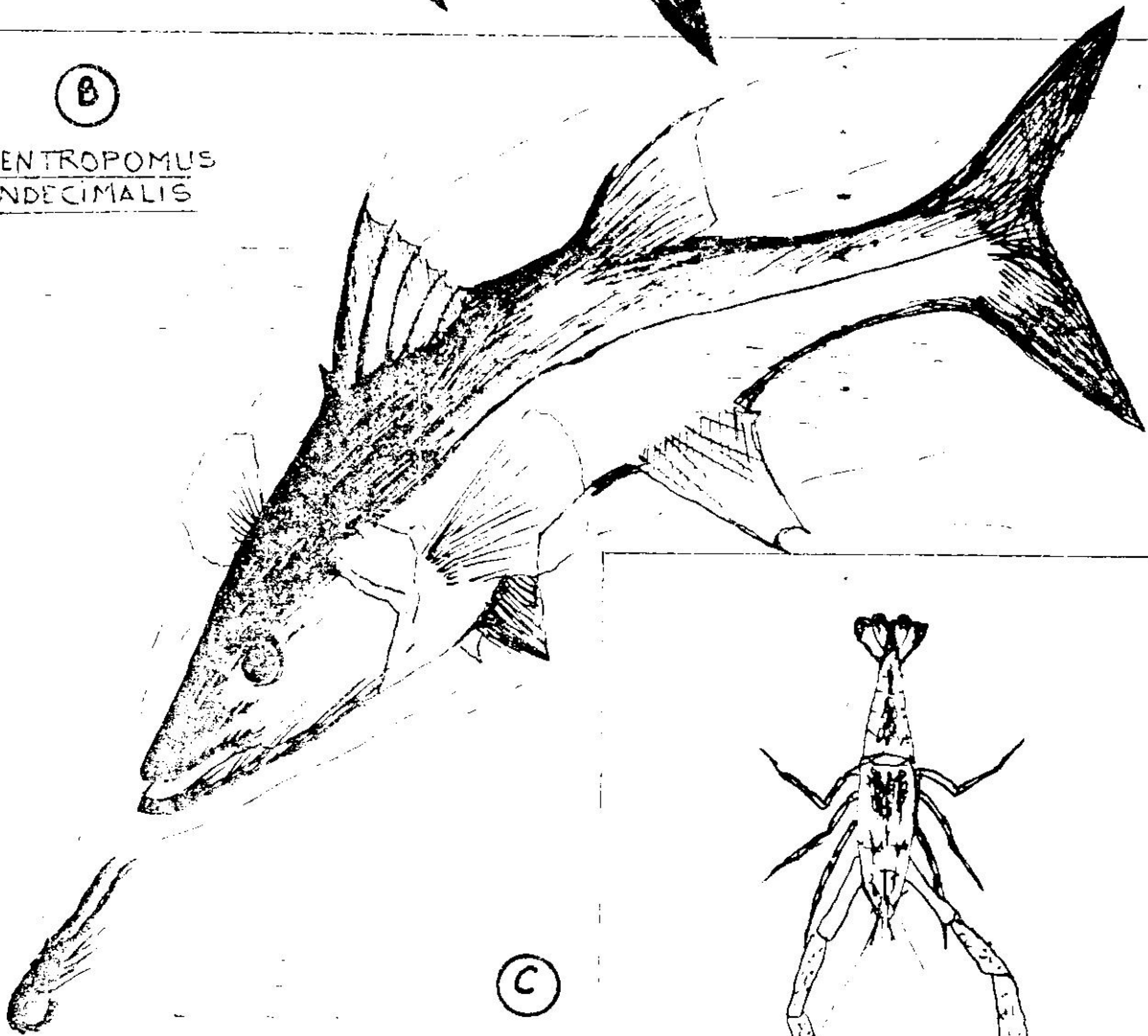
(A)

CARANX LATUS



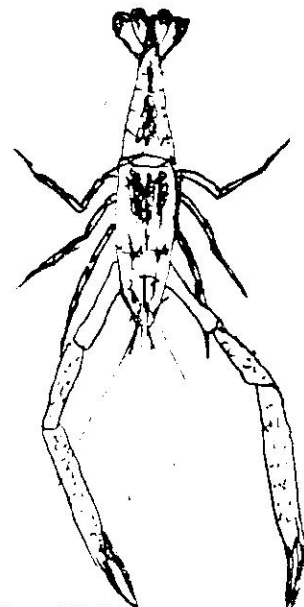
(B)

CENTROPOMUS UNDECIMALIS



(C)

MACROBRACHIUM CARCINUS



(©, ©, ©: EGDMAN, 1972)

FIGURA 33

Springer C. 1966 70

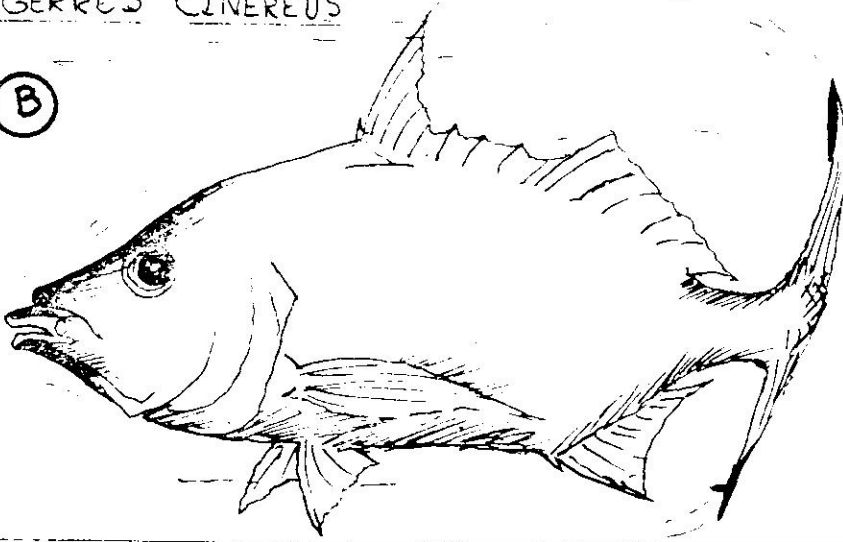
(A)

ANGUILLA
ROSTRATA



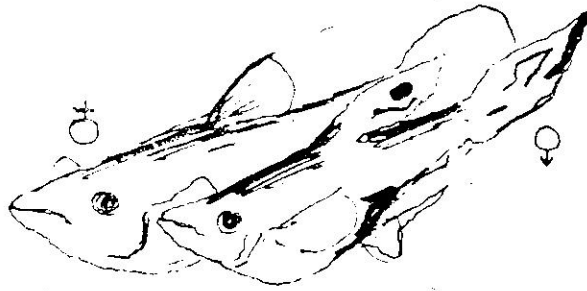
GERRES CINEREUS

(B)



(C)

POECILIA RETICULATA



(A) ERDMAN, 1972; (B) RANDALL, 1968;
(C) ORIGINAL 1980)

FIGURA 34

Candelas en su estudio de 1972-73.

El estudio llevado a cabo por el Departamento de Recursos Naturales durante el 1976 reveló la identificación de 14 especies en la laguna, siendo la especie Gerres cinereus la más común, resultando cerca de 93% de los peces capturados en las nazas. La Tabla XIV presenta los peces coleccionados en la Laguna Tortuguero durante el período de estudio.

TABLA XI: PECES IDENTIFICADOS POR REYES DE RUIZ (1971) EN LA LAGUNA TORTUGUERO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Anguila rostrata</u>	anguila
<u>Belone spp*</u>	agujón
<u>Megalops atlantica</u>	sábalo
<u>Mugil curema</u>	jarea
<u>Mugil trichodon</u>	jarea
<u>Agonostomus monticola*</u>	dajao
<u>Centropomus undecimalis*</u>	róbalo flamasón
<u>Caranx latus</u>	jurel ojón
<u>Eleotris pisonis</u>	morón
<u>Gobiomorus dormitor</u>	guavina
<u>Dormitator maculatus</u>	mapiro
<u>Eucinostomus pseudogula</u>	munlama
<u>Gerres cinereus</u>	rayado
<u>Diapteurs rhombeus</u>	mojarreta
<u>Diapteurs plumiei</u>	espuelúa
<u>Micropterus salmoides</u>	lobina
<u>Lepomis microlophus</u>	chopa
<u>Tilapia mossambica</u>	tilapia
<u>Tilapia redalli*</u>	tilapia
<u>Lutjanus griseus*</u>	pargo prieto
<u>Lutjanus jocu*</u>	pargo sama

*Erdman (1967) no los relaciona a la Laguna Tortuguero.

TABLA XII: PECES IDENTIFICADOS POR ERDMAN COMO AUTOCTONOS DE LA LAGUNA TORTUGUERO.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Mugil trichodon</u>	jarea
<u>Diapterus plumiei</u>	espuelúa
<u>Diapterus rhombeus</u>	mojarreta
<u>Gerres cinereus</u>	rayado
<u>Encinostomus gula</u>	blanquilla

TABLA XIII: PECES IDENTIFICADOS POR CANDELAS (1974) EN LA LAGUNA TORTUGUERO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Megalops atlantica</u>	sábalo
<u>Anguila rostrata</u>	anguila
<u>S. timucu</u>	timucu
<u>Centropomus undecimalis</u>	róbalo flamasón
<u>Caranx latus</u>	jurel ojón
<u>Gerres cinereus</u>	rayado
<u>Diapterus rhombeus</u>	mojarreta
<u>Diapterus plumiei</u>	espuelúa
<u>Encinostomus pseudogula</u>	muniamá
<u>Mugil curema</u>	jarea
<u>Mugil trichodon</u>	jarea
<u>Gobiomorus dormitator</u>	guavina
<u>Lutjanus griseus</u>	pargo prieto
<u>Tilapia mossambica</u>	tilapia
<u>Poecilia vivipara</u>	---
<u>Poecilia reticulatus</u>	guppy
<u>Lepomis microlophus</u>	chopa
<u>Lepomis macrochirus</u>	chopa

TABLA XIV: PECES IDENTIFICADOS EN LA LAGUNA TORTUGUERO
 POR EL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
 EN 1976

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Awoaous tajasica</u>	saga
<u>Caranx latus</u>	jurel ojón
<u>Dormitator maculatus</u>	mapiro
<u>Giapterus plumiei</u>	mojana
<u>Gerres cinerus</u>	rayado
<u>Gobiomorus dormitor</u>	guavina
<u>Lepomis microlophus</u>	chopa
<u>Lophogobius cyprinoides</u>	morón
<u>Lutjanus apodus</u>	pargo rubio
<u>Megalops atlantica</u>	sábalo
<u>Mugil liza</u>	liza
<u>Mugil curema</u>	jarea
<u>Pimephales promelas</u>	mino
<u>Tilapia rendalli</u>	tilapia

Moluscos:

Existen en la Laguna Tortuguero, según Neris de Ruiz (1971) representantes de 16 familias y 18 géneros. Al presente esta lista ha aumentado con varios nuevos reportes. Entre las especies reportadas encontramos Biomphalaria glabrata coleccionada por Reyes de Ruiz entre un manto de jacintos de agua (Eichhornia crassipes). Jobin y Brown (1977) reportan Biomphalaria glabrata para los años de 1956 y 1976 y ausencia de estos entre el período de muestreo entre 1962-1966. Mestey (comunicación personal, 1980) reporta el avistamiento de Biomphalaria glabrata en el litoral sur de Laguna Grande durante el primer trimestre de

1980. Jobin y Brown (1977) especulan que la intermitencia en la colección de Biomphalaria podría ser debido, posiblemente, a cambios en la salinidad de la laguna y consideran que las relaciones inter-específicas no están jugando un papel de importancia en la regulación de esta especie. Se realizó un estudio entre los habitantes del área para la incidencia de schistosomiasis y este fue negativo.

Marisa cornuarietis es reportada por Jobin et al. (1977) desde el 1976. No fue, esta especie encontrada durante los períodos de 1956, 1957-1961 y durante el período de 1962-1966. Marisa se encuentra aparentemente restringida, según resultado de observaciones, al litoral sureste de la Laguna Grande. La población de éstas se encuentra bien establecida y en alta densidad en la zona antes mencionada (Queris y Villamil, 1977) Reyes de Ruiz (1971) también reportó Marisa cornuarietis más no especificó lugar.

Thiara granifera es abundante en todas sus etapas de desarrollo (Reyes de Ruiz, 1971). Podemos encontrar gran número de estos individuos a lo largo del canal de desague. Mestey (comunicación personal, 1980) reporta haber coleccionado individuos aparentemente adultos en el extremo este sureste de Laguna Grande.

Reyes de Ruiz (1971) reporta por primera vez un hecho peculiar y hasta el presente sin explicación. Descubre esta investigadora en el 1971, un lecho de conchas de origen marino en el canal de conexión (angostura) entre las dos lagunas. Queris y Villamil (1977) reportan

haber encontrado otro lecho de conchas de origen marino a la entrada del canal de desagüe. Mestey (comunicación personal, 1980) clasificó las desgastadas conchas de los lechos como pertenecientes a los géneros Ceritium spp. y Arca spp., conchas marinas cuyas especies no pudieron ser identificadas debido al deterioro de éstas. Conchas de Biomphalaria glabrata también fueron identificadas por Mestey en esta zona. Se reporta en el documento de Queris y Villamil (1977) descubrimiento de otro lecho de conchas de aparente composición similar a los anteriores pero de menor densidad que el encontrado en el canal de conexión, en el litoral sur central de Laguna Grande (Fig. 35).

La familia Neritidae es representada en la laguna por Neritina clenchi, Puperita tristis y Neritina virginea (Mestey, 1979). Estos individuos fueron localizados en mayor cantidad en el canal de desagüe. Mestey (1979) discute en gran extensión este grupo en su trabajo. Reyes de Ruiz (1971) sólo menciona a la especie Neritina clenchi en su estudio.

Puperita pupa (Mestey, 1980) es reportada en la costa del Océano Atlántico al este de la desembocadura del canal de desagüe. Esta especie es una especie rara y su distribución es muy restringida en Puerto Rico. Se encuentra establecida en las charcas de intermarea en la costa rocosa.

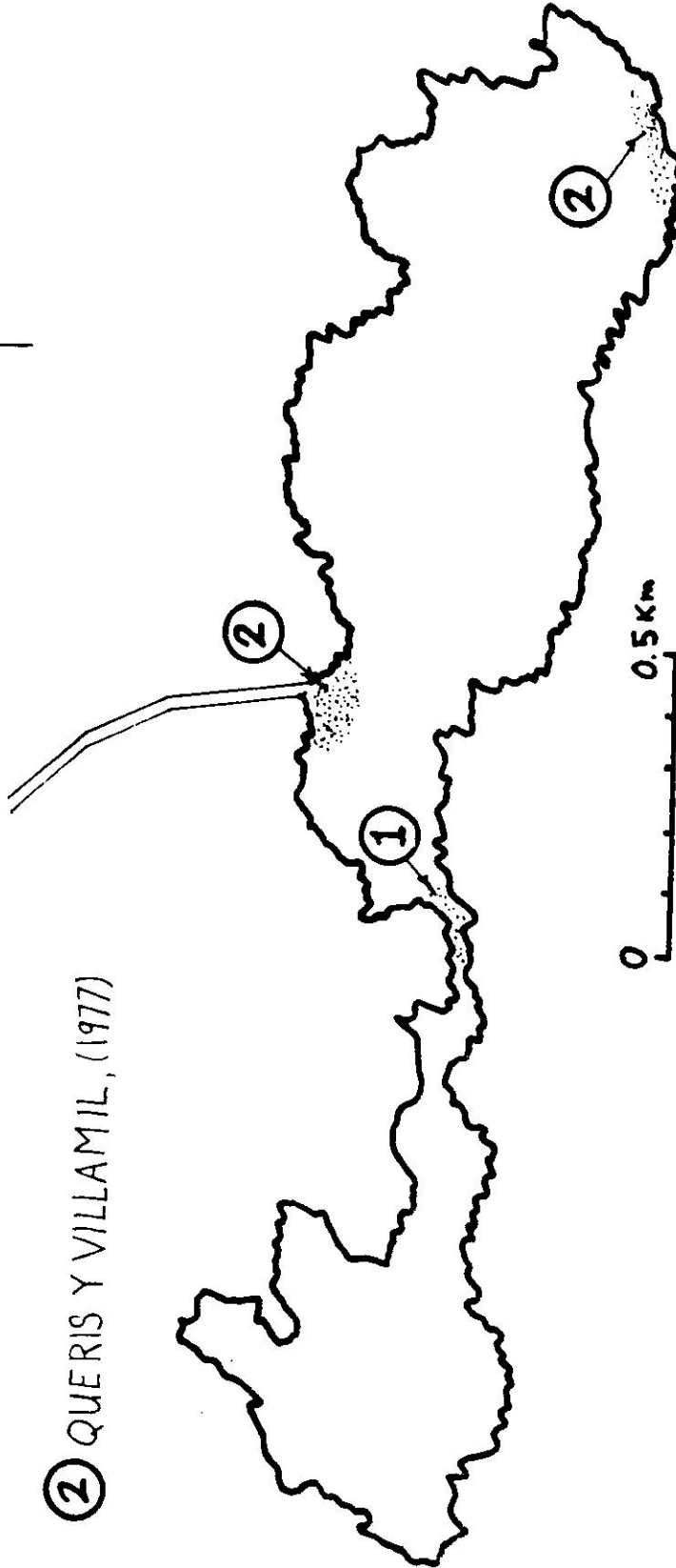
Crustáceos-Decapoda:

Reyes de Ruiz (1971) reporta la presencia del cangrejo azul (cocolia) Callinectes danae (Fig. 36), el cangrejo de tierra Cardiosoma quahumi y al igual que Erdman (1972) el camarón de agua dulce Macrobrachium

LEYENDA

① REYES DE RUIZ, (1971)

② QUERIS Y VILLAMIL, (1977)



(ORIGINAL, 1980)

LECHOS CONCHAS MARINAS

SCALE: 1" = 0.21 Km

APPROVED BY

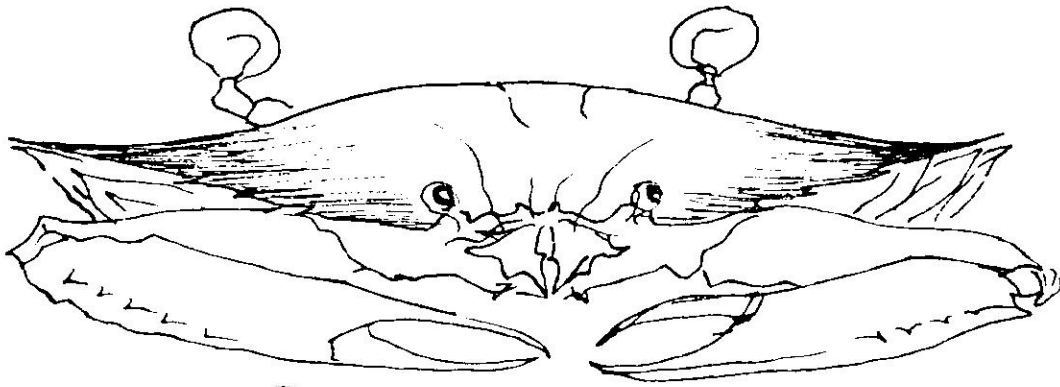
DRAWN BY RNN

DATE:

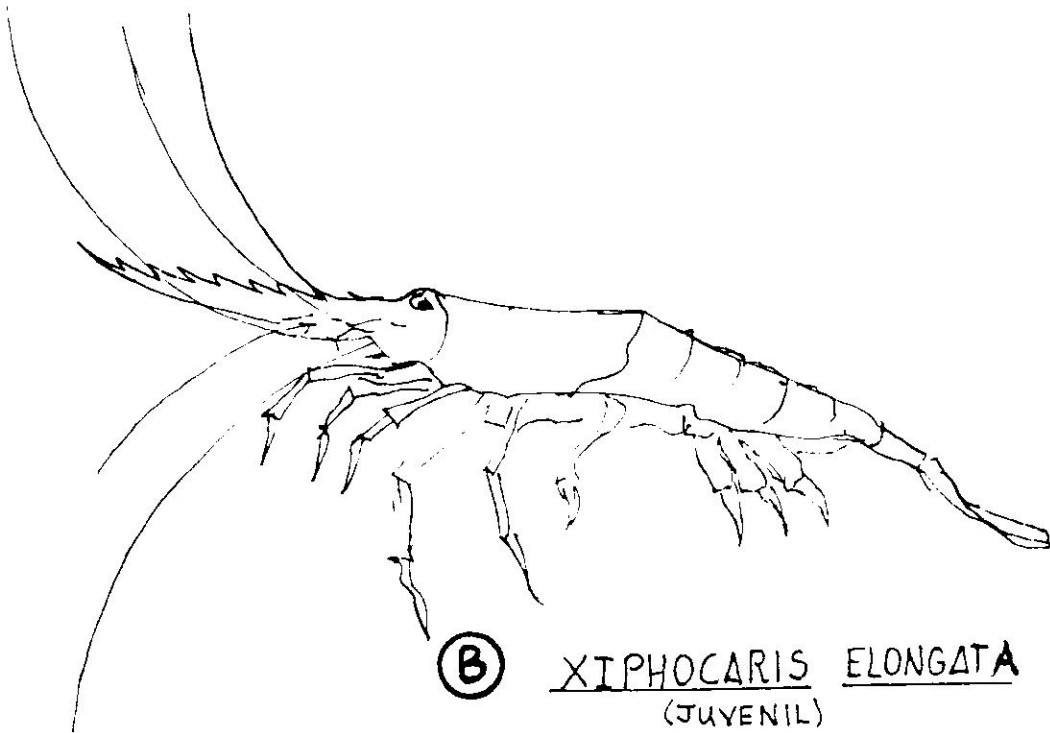
LAGUNA TORTUGUERO

FIGURA XXXV LOCALIZACION

DRAWING NUMBER



Ⓐ CALLINECTES DANAЕ



Ⓑ XIPHOCARIS ELONGATA
(JUVENIL)

FIGURA 36

Relisano et al.

carcinus (Fig. 33 C) Queris y Villamil (1977) reportan en su documento al camarón de agua dulce Xiphocaris elongata (Fig. 35) al igual que Reyes de Ruiz (1971). Estos se encontraron en el canal de desagüe. Los organismos observados por Queris y Villamil eran juveniles, sospechando con esto el que una población de los mismos se encuentra bien establecida en la laguna. Las Tablas XV y XVI muestran los decápodos y gastrópodos identificados por Reyes de Ruiz (1971) en la Laguna Tortuguero.

Anfibios:

Rana catesbeiana, Bufo marinus y Leptodactylus albilabris fueron reportados por Reyes de Ruiz (1971) para la zona de la laguna.

TABLA XV: DECAPODOS IDENTIFICADOS POR REYES DE RUIZ (1971) EN LA LAGUNA TORTUGUERO

DECAPODA

1. Callinectes danae
2. Macrobrachium carcinus
3. Jonga serrei
4. Xiphocaris elongata
5. Cardiosoma guanhumi

TABLA XVI: GASTROPODOS RECONOCIDOS POR REYES DE RUIZ (1971) EN LA LAGUNA TORTUGUERO

HELICINIDAE

* Alcacia striata

SUBULINIDAE

* Obeliscus swiftianus

ANCYLIDAE

Gundachia radiata

TRUNCATELLIDAE
Lyrodes coronatus
 AMPULLARIIDAE
Marisa cornuarietis
 SUBULINIDAE
 * Subulina octona
 PLANORBIDAE
Biomphalaria glabrata
Drepanotrema anatum
D. parapseides
 THIARIDAE
Thiara granifera
 PHYSIDAE
Physa cubensis
P. marmorata
 LIMNAEIDAE
Lymnaea cubensis
L. columella
 MARGINELLIDAE
Hyalina renuilabra
 PYRAMIDELLIDAE
Odostomia sp.
 POTAMIDAE
Batillaria minima
 NERITIDAE
Nerftina clenchi

*No son acuáticos

Aves:

El área de Tortuguero ofrece un refugio ideal para las aves por la abundante y exótica flora y las fuentes de alimento continuas. Tanto Reyes de Ruiz (1971), Tabla XVII, como el Departamento de Recursos Naturales (1979) reportan 39 especies de aves distribuidas a través de toda el área de la laguna, incluyendo pantanos, mogotes y las áreas de arbustos y yerbajos. De éstas 39 especies, 14 son migratorias y el resto son residentes en Puerto Rico. De éstas, 4 son autóctonas. Estas son: Reinita de Puerto Rico (Coereba flaveola portoricensis)

(Fig. 37); Calandria de Puerto Rico (Icterus dominicensis portoricensis) (Fig. 38); Mozambique de Puerto Rico (Quiscalus niger brachypterus) y la Reina Mora de Puerto Rico (Spindalis zena portoricensis) (Fig. 39). Reyes de Ruiz (1971) añade otra ave autóctona a esta lista: el Jilguero de Puerto Rico (Tanagra muscia scloteri) (Fig. 40).

La alta y espesa vegetación acuática emergente dominada por la enea (Typha dominguensis) provee un buen refugio y lugar de anidaje a varias especies de aves que son típicas de áreas como ésta. Entre otras, se encuentran 4 especies muy raras en Puerto Rico, que son: Tigua (Podiceps dominicus), el Pato Chorizo (Oxyura jamaicensis) (Fig. 41); la Gallareta Inglesa (Porphyllura martinica) y el Gallito (Porzana carolina). Las primeras tres son aves residentes en Puerto Rico, mientras que Porzana carolina es un ave migratoria extremadamente rara (D.R.N., 1979). Whelan (?) menciona entre las aves raras en la laguna al Aguila de mar (Pandion haliactus carolinensis) (Fig. 42), el Pato Chorizo (Oxyura jamaicensis), la Tigua (Podiceps dominicus dominicus) y el Pato Quijada Colorada (Anas bahamensis bahamensis). Entre otras aves acuáticas que viven en el área de la laguna están: Gallareta (Gallinula chloropus), Gallinazo (Fulica caribea), Pato Zarcel (Anas americana), Zaranago (Podylimbus podiceps) y el Playero Becasina (Galinago galinago). Dentro de las asociaciones de arbustos y matorros al sur de la laguna se pueden encontrar la Perdiz Grande (Geotrichon chrya) y la Yaboa Real (Nycticorax nycticorax) siendo ambas especies muy raras en Puerto Rico.

COEREBA FLAVEOLA
PORTORICENSIS



FIGURA 37

ICTERUS DOMINICENSIS
PORTORICENSIS



(37,38: AVES DE P.R., 1974)

FIGURA 38

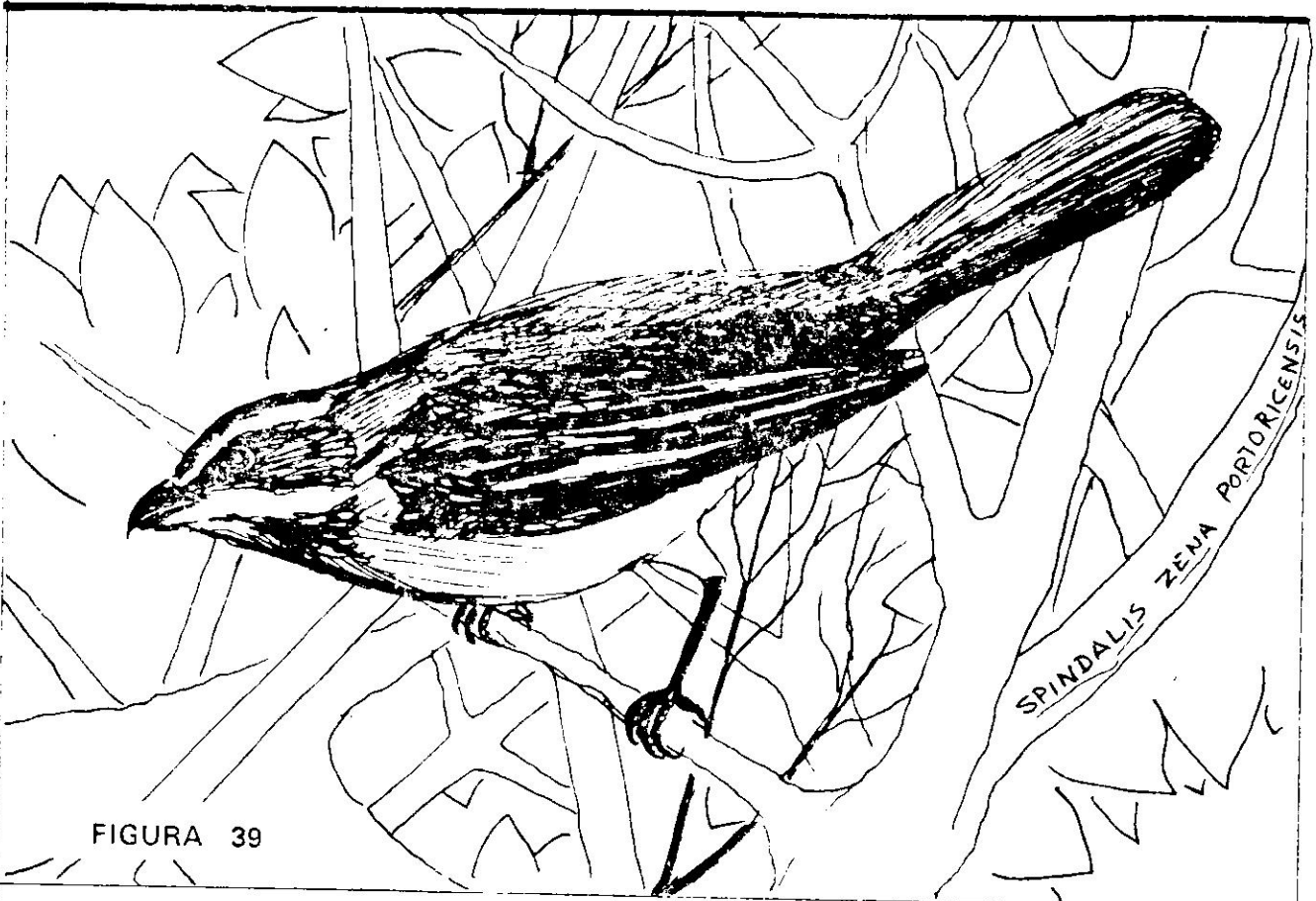
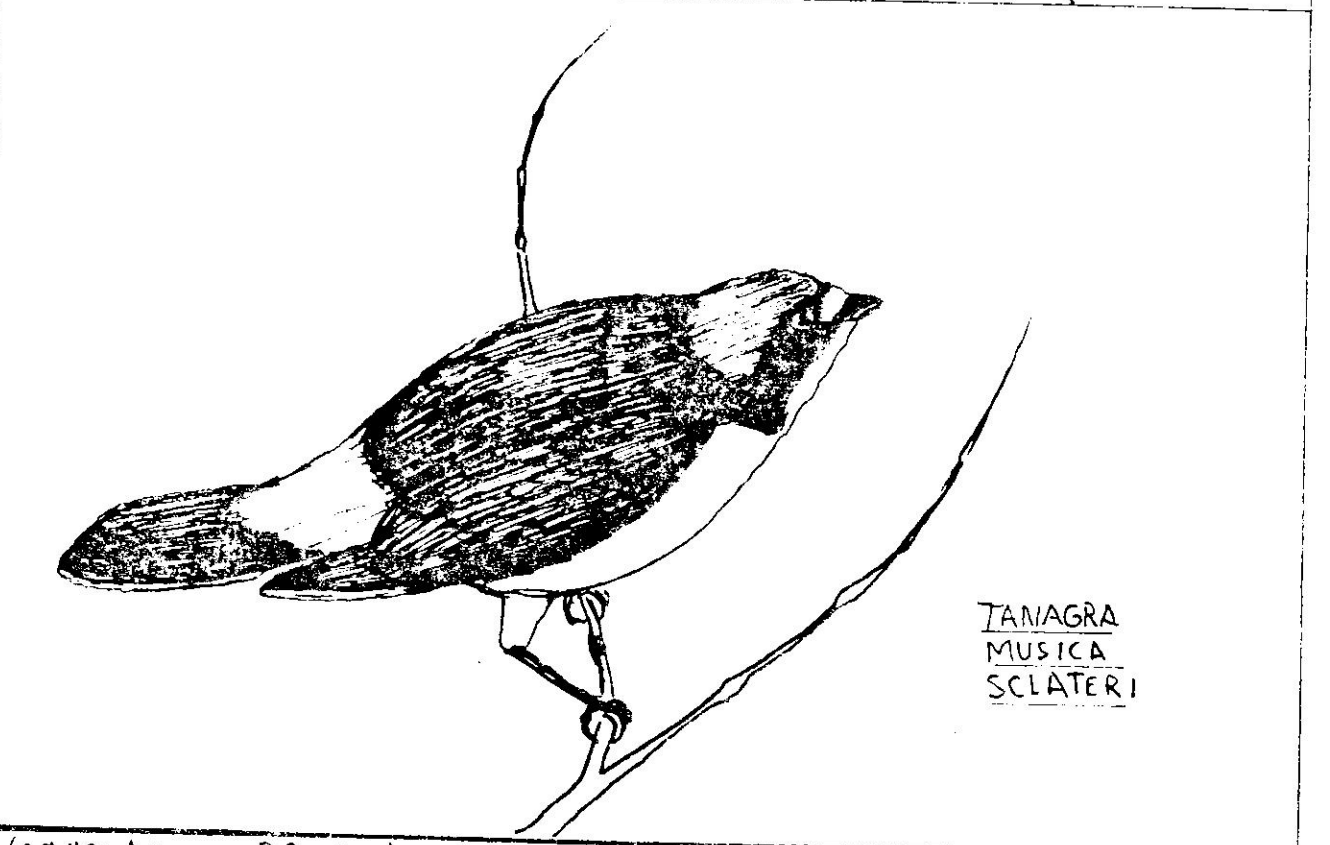


FIGURA 39



TANAGRA
MUSICA
SCLATERI

(39,40: AVES DE P.R., 1974)

FIGURA 40

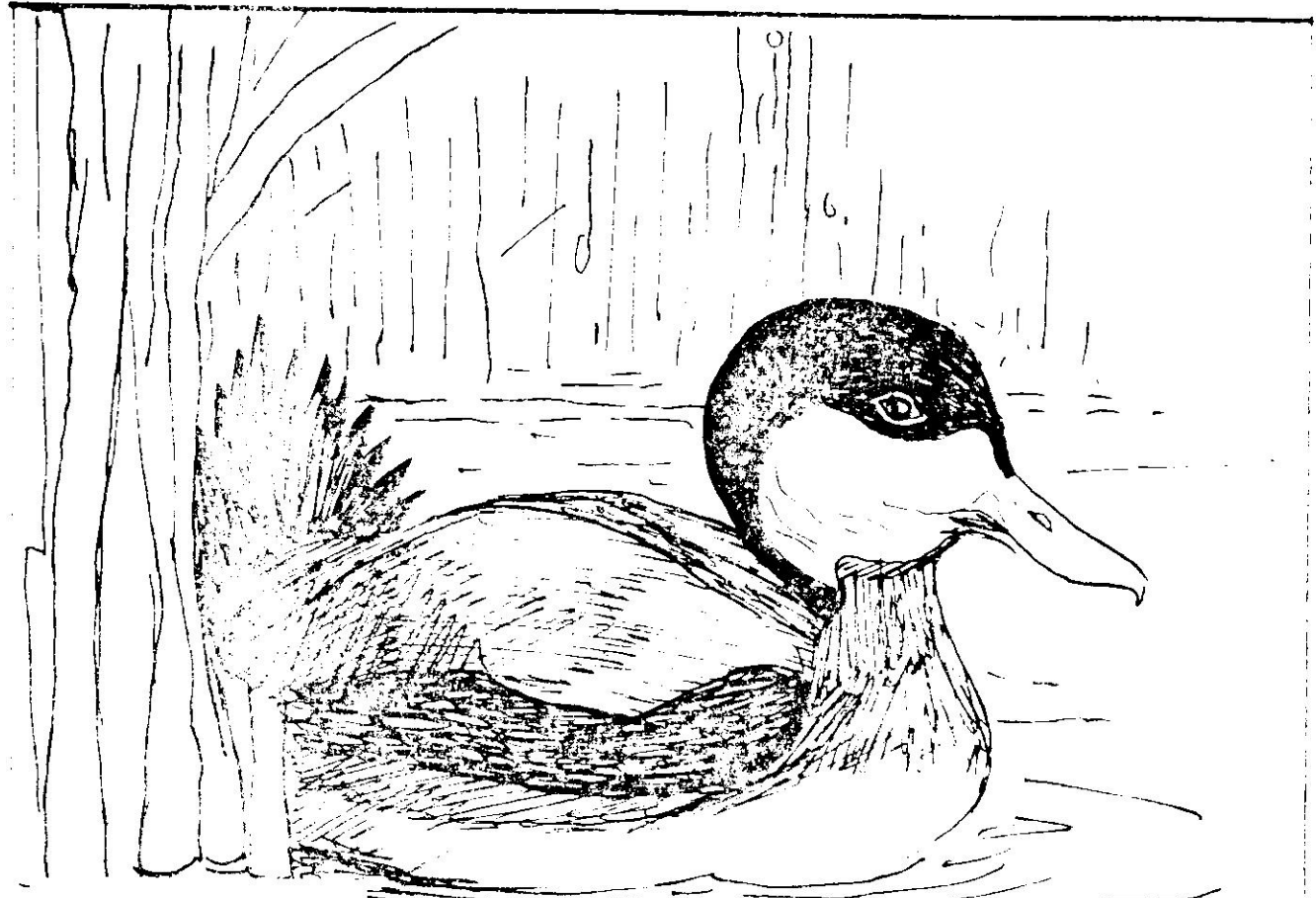
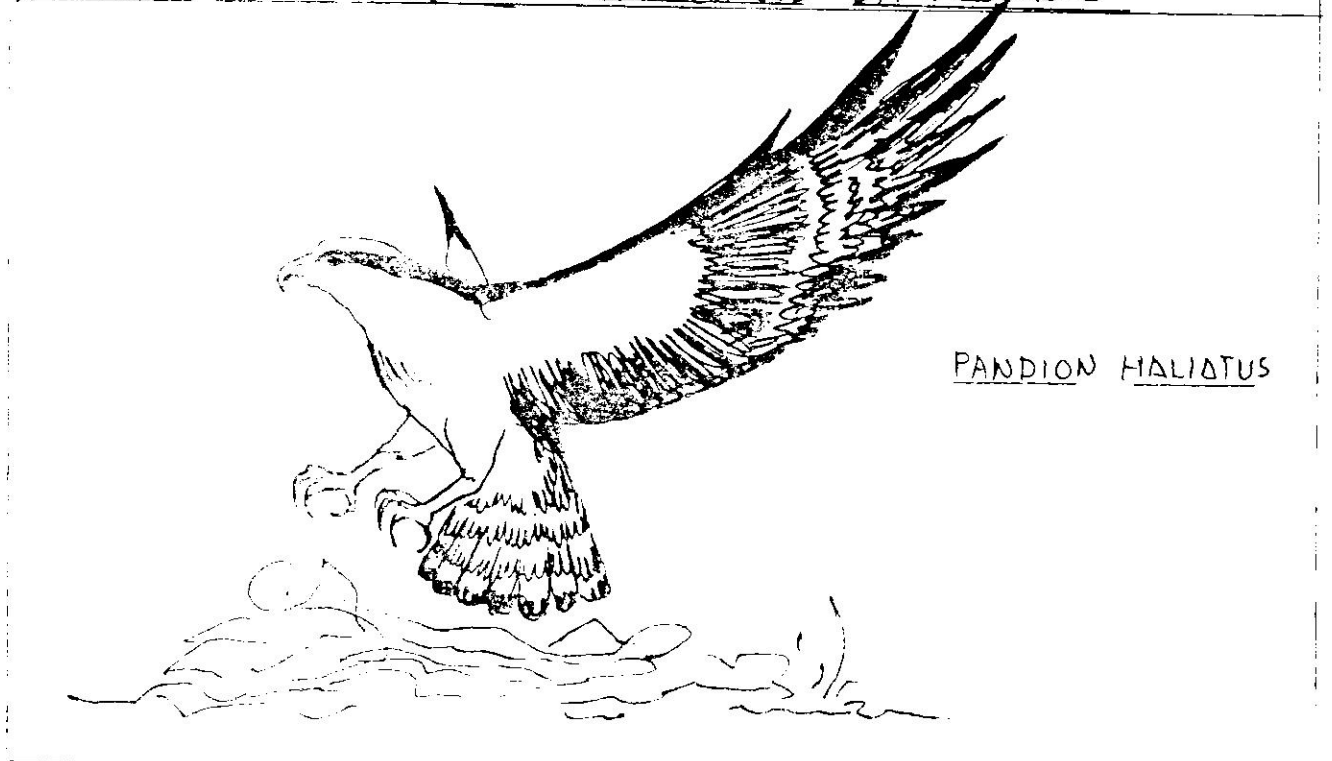


FIGURA 41

OXYURA JAMAICENSIS JAMAICENSIS



PANDION HALIATUS

(41, 42: Aves de P.R., 1974)

FIGURA 42

[Handwritten signature and date]

Por último, se encuentran dos especies de aves codiciadas por los cazadores de la Isla, como la Tórtola (Zenaida aurita) y la Paloma Cabeblanca (Columba leucephala), informada como una especie en peligro de extinción (D.R.N., 1979).

Un estudio realizado por el Departamento de Recursos Naturales a cargo de Herbert A. Raffaele (D.R.N., 1977) preparó una lista de las aves en peligro de extinción residentes de la Laguna Tortuguero. Esta lista se presenta en la Tabla XVIII.

TABLA XVII: LISTA DE AVES DE LA LAGUNA TORTUGUERO, IDENTIFICADAS POR NERIS B. REYES DE RUIZ (1971)

AVES			
FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	
Podicipedidae	1. <u>Podiceps dominicus dominicus</u> Linnaeus	Tigua	R.
	2. <u>Policymbus podiceps antillarum</u> Bangs	Zaramago	R., C.
Ardeidae	3. <u>Butorides virescens masculatus</u> Boddaert	Martinete	R.
	4. <u>Nycticorax nycticorax hoactli</u> Gmelin	Yaboa Real	R.
Anatidae	5. <u>Ana discors discors</u> Linnaeus	Pato zarcel	M., C.
	6. <u>Marecca americana</u> Gmelin	Pato Cabeblanco	M., C. M., C.
	7. <u>Aythya affinis</u> Eyton	Pato turco Pato pechiblanco	M., C.

Tabla XVII, Cont.

AVES			
FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	
	8. <u>Oxyura jamaicensis</u> jamaicensis Gmelin	Pato Chorizo	R., C.
	9. <u>Dendrocygna arborea</u> Linnaeus	Yaguasa, Chirirfa	R., C.
	10. <u>Anas platyrhynchos</u> <u>platyrhynchos</u> Linnaeus	Pato Inglés	M., C.
	11. <u>Anas acuta</u> Linnaeus	Pato Pescue- cilargo	M., C.
	12. <u>Anas Bahamensis</u> <u>bahamensis</u>	Pato de la Florida	R., C.
Rallidae	13. <u>Rallus longirostris</u> <u>caribaeus</u> Ridgway	Pollo de Mangle	R.
	14. <u>Porzana flaviventer</u> <u>hendersoni</u> Bartsch	Gallito	R.
	15. <u>Porphyryla martinica</u> Linnaeus	Gallareta Inglesa	R., C.
	16. <u>Gallinula chloropus</u> <u>cerceris</u> Bangs	Gallareta de Pico Rojo	R., C.
	17. <u>Fulica caribaea</u> Ridgway	Callinazo	R., C.
Charadriidae	18. <u>Charadrius vociferus</u> <u>ternominatus</u> Bangs y Kennard	Playero Sabanero	R.
Scolopacidae	19. <u>Actitis macularia</u> Linnaeus	Playero Coleador	M.

Tabla XVII, Cont.

AVES			
FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	
	20. <u>Erolia melanotos</u> Vieillot	Playero Manchado	M.
	21. <u>Erolia minutilla</u> Vieillot	Playero Menudo	M.
	22. <u>Ereunetes pusillus</u> Linnaeus	Playerito Gracioso	M.
Columbidae	23. <u>Columba leucocephala</u> Linnaeus	Paloma Cabe- ciblanca	R., C.
	24. <u>Columba squamosa</u> Bonaterre	Paloma Turca	R., C.
	25. <u>Zenaida aurita zenaida</u> Bonaparte	Tórtola	R., C.
Alcedinidae	26. <u>Megaceryle alcyon</u> <u>alcyon</u> Linnaeus	Martín Pescador	M.
Tyrannidae	27. <u>Tyrannus dominicensis</u> <u>dominicensis</u> Gmelin	Pitirre	R.
Mimidae	28. <u>Mimus polyglottos</u> <u>orpheus</u> Linnaeus	Ruiseñor	R.
Coerebidae	29. <u>Coereba flaveola</u> <u>portoricensis</u> Bryant	Reinita de Puerto Rico	R., A.
Parulidae	30. <u>Mniotilta varia</u> Linnaeus	Reinita Tre- padora	M.
	31. <u>Parula americana</u> Linnaeus	Reinita Pechi- dorada	M.
	32. <u>Dendroica petechia</u> <u>cruciana</u> Sundevall	Canario de Mangle	R.
	33. <u>Setophaga ruticilla</u> <u>ruticilla</u> Linnaeus	Candelita	M.

Tabla XVII, Cont.

AVES			
FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN	
	35. <u>Seiurus noveboracensis</u> <u>noveboracensis</u> Gmelin	Pizpita de Mangle	M.
Icteridae	36. <u>Icterus dominicensis</u> <u>portoricensis</u> Bryant	Calandria de Puerto Rico	R.,A.
	37. <u>Quiscalus niger</u> <u>brachypterus</u> Cassin	Mozambique de Puerto Rico	R.,A.
Thraupidae	38. <u>Tanagra muscia</u> <u>sclateri</u> Sclater	Jilguero de Puerto Rico	R.
	39. <u>Spindalis zena</u> <u>portoricensis</u> Bryant	Reina Mora de Puerto Rico	R.,A.

Leyenda: R. - Aves residentes de Puerto Rico
M. - Aves migratorias
A. - Aves autóctonas o nativas de
Puerto Rico
C. - Aves de caza y deportes

TABLA XVIII: LISTA DE AVES EN PELIGRO DE EXTINCION EN EL AREA
DE LA LAGUNA TORTUGUERO Y SUS LITORALES
(Raffaele, 1977)

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Chirria	<u>Dendrocygna arborea</u>
Perdiz de Martinica	<u>Geotrygon mystocea</u>
Yaboa Americana	<u>Botaurus lentiginosus</u>
Gallito Negro	<u>Laterallus jamaicensis</u>
Múcaro Real de Puerto Rico	<u>Asio flammeus portoricensis</u>
Tigua	<u>Podiceps dominicus</u>
Gallito Amarillo	<u>Porzana flaviventer hendersoni</u>

Tabla XVIII, Cont.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Pato Silvón	<u>Dendrocygna bicolor</u>
Perdiz Grande	<u>Geotrycan chrysis</u>
Pato Cuchareta	<u>Anas clypeata</u>
Pato Pescuecilargo	<u>Anas acuta</u>
Gallito	<u>Porzana carolina</u>
Pato Chorizo	<u>Oxyura jamaicensis</u>
Gallareta Inglesa	<u>Pophyrula martinica</u>
Pato de Carolina	<u>Anas crecca</u>
Aguila de Mar	<u>Pandion haliaetus carolinensis</u>
Playero Dorado	<u>Pluviales dominica</u>

Una de las listas más completas de la avifauna del área de Laguna Tortuguero fue preparada por Pérez Rivera (1980). Pérez Rivera observó en el área un total de 64 especies (Tabla XVIII) de las cuales once (11) (Tabla XIX) son especies endémicas, siete (7) son consideradas especies raras o amenazadas (Tabla XX) y otras siete (7) son clasificadas como aves exóticas (Tabla XXI). Enumera Pérez Rivera cuarenta y tres (43) especies las cuales no fueron mencionadas como avistadas por Neris Reyes de Ruiz (1971). Entre las aves avistadas por Pérez Rivera (1980) deseamos señalar al Múcaro de sabana, Asio flammeus portoricensis, el carpintero de Puerto Rico, Melanerpes portoricensis y el Bien-te-veo, Viteo latimeri como aves endémicas.

La distribución zoogeográfica de las aves en la zona de Tortuguero y/o descripción del macrohabitat de cada una de las especies no son mencionadas por los autores de los varios trabajos relacionados con la

avifauna de la zona. La fecha en que cada una de las especies anteriormente mencionadas fueron avistadas no es presentada por los autores. Los aspectos autoecológicos de la avifauna así como las épocas en que se encuentran algunas de las especies consideradas raras o amenazadas no son presentadas en la literatura hasta el presente momento. Sugerimos que estos factores sean tomados en cuenta en futuras investigaciones.

TABLA XIX: LISTA DE LAS AVES DE LA LAGUNA TORTUGUERO Y AREAS CIRCUNDANTES, PEREZ RIVERA (1980).

<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>	<u>NOMBRE COMUN</u>
<u>Podiceps dominicus</u>	Tigua
<u>Podylimbus podiceps</u>	Zaramago
<u>Pelacanus occidentalis</u>	Pelicano
<u>Butorides viresceus</u>	Martinete
<u>Ardeola ibis</u>	Garza del Ganado
<u>Nycticorax nycticorax</u>	Yaboa Real
<u>Nyamassa violacea</u>	Yaboa Común
<u>Ixobrychus exilis</u>	Martinetito
<u>Deudrocygna arborea</u>	Chirria Nativa
<u>Anas cieca</u>	Pato de Carolina
<u>Anas discors</u>	Pato Zarcel
<u>Aythya collaris</u>	Pato del Medio
<u>Aythya affinis</u>	Pato Pechiblanco
<u>Oxyura jamaicensis</u>	Pato Chorizo
<u>Buteo jamaicensis</u>	Guaraguao
<u>Pandion halietus</u>	Aguila de Mar
<u>Falco sparuerias</u>	Falcón Común
<u>Porzana carolina</u>	Gallito
<u>Porzana flaviventis</u>	Gallito Amarillo
<u>Porphyryula martinica</u>	Gallareta Inglesa
<u>Callinula chloropus</u>	Gallareta Común
<u>Fulica americana</u>	Gallinazo Americano
<u>Charadrius semipalmatus</u>	Playero Acollarado

Tabla XIX, Cont.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Charadrius wilsonia</u>	Playero Marítimo
<u>Charadrius vociferus</u>	Playero Sabanero
<u>Capella gallinago</u>	Becasina
<u>Tringa flavipes</u>	Playero Guineilla Pequeño
<u>Calidris minutilla</u>	Playerito Menudo
<u>Larus atricilla</u>	Gaviota Cabecinegra
<u>Sterna dougallii</u>	Palometa
<u>Columba leucocephala</u>	Paloma cabeciblanca
<u>Zenaidura macroura</u>	Tórtola cerdoscutera
<u>Columbiga passerina</u>	Rolita
<u>Geotrygon mystracea</u>	Perdiz de Martinica
<u>Geotrygon chrysis</u>	Perdiz Grande
<u>Myiopsitta monachus</u>	Perico Monge
<u>Crotophaga ani</u>	Judfo
<u>Otus nudipes</u>	Múcaro Común
<u>Asio flammeus</u>	Múcaro de Sabana
<u>Anthracoceros dominicus</u>	Zumbador Dorado
<u>Megasceryle alcyon alcyon</u>	Pájaro del Rey
<u>Melanerpes portoricensis</u>	Carpintero
<u>Tyrannus caudifuscatus</u>	Clérigo
<u>Tyrannus dominicensis</u>	Pitirre
<u>Iridoprocne bicolor</u>	Golondrina de Vientre Blanco
<u>Petrochelidon fulva</u>	Golondrina de Cuevas
<u>Margarops fuscatus</u>	Zorzal Pardo
<u>Vireo latimeri</u>	Bien-te-veo
<u>Coereba flaveola</u>	Reinita
<u>Parula americana</u>	Reinita Pechidorada
<u>Dendroica adelaidae</u>	Reinita Mariposera
<u>Seiurus noronhaiensis</u>	Pizpita de Mangle
<u>Lonchura cucullata</u>	Diablito
<u>Lonchura punctulata</u>	Gorrión Núez Moscada
<u>Lonchura malabarica</u>	Pico Plateado de la India
<u>Lonchura malacca</u>	Gorrión Monjita Tri-color
<u>Estrilda melprode</u>	Veterano
<u>Euplectes orix</u>	Obispo Rojo
<u>Amandara amandara</u>	Amandarat
<u>Quiscalus niger</u>	Mozambique
<u>Molothrus bonariensis</u>	Tordo
<u>Icterus dominicensis portoricensis</u>	Calandria
<u>Spiridalis zena</u>	Reina Mora
<u>Tiaris bicolor</u>	Gorrión Negro
<u>Ammodramus savannarum borinquensis</u>	Gorrión Chichara

TABLA XX: AVES ENDEMICAS EN TORTUGUERO
PEREZ RIVERA (1980)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Asio flammeus portoricensis</u>	Múcaro de Sabana
<u>Otus nudipes nudipes</u>	Múcaro Común
<u>Columbina passerina portoricensis</u>	Rolita
<u>Melanerpes portoricensis</u>	Carpintero
<u>Tyrannus caudifaciatus taylori</u>	Clerigo
<u>Viteo latimeri</u>	Bien-te-veo
<u>Coereba flaveola portoricensis</u>	Reinita
<u>Icterus dominicensis portoricensis</u>	Calandria de Puerto Rico
<u>Quiscalus niger brachypterus</u>	Mozambique
<u>Spindalis zena portoricensis</u>	Reina Mora
<u>Ammodramus savannarum boricuensis</u>	Gorrión Chicharra

TABLA XXI: AVES RARAS O AMENAZADAS DE TORTUGUERO
PEREZ RIVERA (1980)

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Fodiceps dominicus dominicus</u>	Tigua (A)
<u>Oxyura jamaicensis</u>	Pato Chorizo (R)
<u>Porphyrola martinica</u>	Gallareta Inglesa (R)
<u>Porzana flaviventer</u>	Gallito Amarillo (A)
<u>Geotrygon mystacea</u>	Perdiz de Martinica (R)
<u>Geotrygon chrysis</u>	Perdiz Grande (R)
<u>Columba leveocephala</u>	Paloma Cabeciblanca (R)

TABLA XXII: EXOTICOS EN LA AREA DE TORTUGUERO
PEREZ RIVERA (1980).

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<u>Lonchura cucullata</u>	Diablito
<u>Estrilda nelprode</u>	Veterano
<u>Lonchura malabarica</u>	Pico Plateado
<u>Lonchura punctulata</u>	Gorrión Nuez Moscada
<u>Euplectes orix</u>	Obispo Rojo
<u>Amandara amandara</u>	Amandarat
<u>Lonchura mialacca</u>	Gorrión Monjita Tri-color

Reptiles:

La clase reptilia se encuentra representada en el área por varios especímenes. Entre estos reportamos la boa puertorriqueña, Epicrates inornatus, listada como especie endémica en peligro de extinción. Otra de las culebras residentes en la zona circundante a la laguna es Alsophis sp.

El caimán de anteojos (Caiman crocodilus) (Vélez, 1977) fue introducido durante la década del setenta a la laguna. Actualmente su probable distribución es en los pantanos del litoral norte de la laguna. Sus hábitos son mayormente nocturnos, aunque hemos observado alguna actividad durante las horas de la tarde. Al momento se han capturado alrededor de seis (6) individuos por los pescadores del área. Los tamaños de los caimanes hasta el momento capturados y/o observados es entre 0.66 metros a 1.33 metros.

La tortuga común del área es la Chrysemus decussata stejnerei (Reyes de Ruiz, 1971) conocida como jicotea. Piñero (comunicación personal, 1980) apunta de que existen informes de la existencia de grandes poblaciones durante la década del cincuenta de la tortuga de oreja roja Pseudemys scripta elegans. Esta tortuga era abundante en el área de los canales del este de laguna grande. Hoy día esta especie no se encuentra en el área, este aspecto amerita estudio más profundo.

El Departamento de Recursos Naturales (D.R.N., 1979) menciona que en las costas arenosas de Tortuguero viene a desovar la tortuga de mar Eretmochelys imbricata, cuyo nombre común es Carey de concha.

En el área cercana a la playa y en la zona de gramíneas al norte de la laguna, Reagan (comunicación personal, 1980) reporta el avistamiento de la siguana común, Ameiva exsul. Entre los almendros y otros árboles que circundan el área de la laguna se encuentra el lagartijo común, Anolis cristatellus, (Reagan, comunicación personal, 1980).

Mamíferos:

La rata negra (Rattus rattus) y la mangosta de la india (Herpestes javanicus auripunctatus) son habitantes de la zona de gramíneas, así también como de la zona de bosques. Las mangostas han sido predominantemente avistadas en las gramíneas (Reagan, comunicación personal, 1980).

La zona de Tortuguero se encuentra poblada por cuatro especies de murciélago (Martínez, R., comunicación personal, 1980). Estos son

el murciélago pardo, Eptesicus fuscus wetmorei, el murciélago de lengua larga Monophyllus redmani portorricensis y el más común y numeroso en las cuevas del área, el murciélago frutero, Artibeus jamaicensis. El murciélago casero, Molossus molossus fortis es muy comúnmente observado sobrevolando la zona.

INTERACCIONES QUIMICAS, FISICAS Y BIOLOGICAS EN LA LAGUNA TORTUGUERO

Los principales factores externos que influyen en la Laguna Tortuguero son el viento, la energía solar y los flujos de agua y materiales.

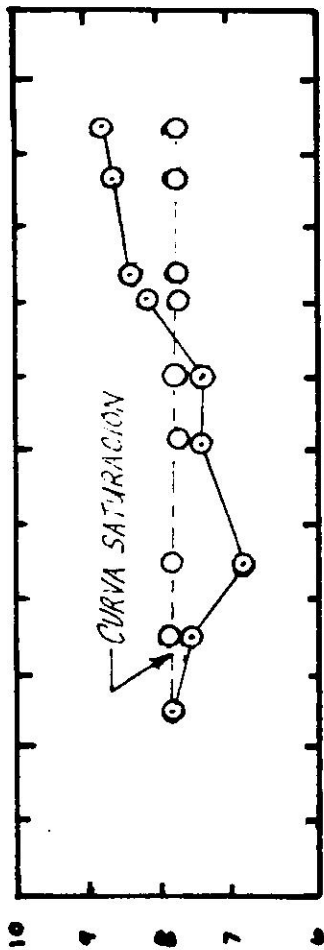
El viento (Fig. 43) es el factor más importante en mantener una concentración alta de oxígeno disuelto en la laguna y en la mezcla de los organismos y nutrientes, como también en la circulación de sus aguas, ya que la mayor parte del tiempo el viento sopla en dirección oeste restringiendo el movimiento de las aguas del lado este (Laguna Pequeña) al lado oeste (Laguna Grande). El sol provee la energía necesaria para mantener los productores de la laguna en constante actividad. No se posee, al momento, datos sobre la radiación solar en el área. Aunque la laguna posee una baja diversidad de fitoplancton, la transparencia de sus aguas permite la transmisión de la luz a la capa periférica, promoviendo una alta productividad. Los nutrientes que fluyen a la laguna mantienen una alta concentración de nitrógeno, pero baja en fósforo en solución. Algunos de los nutrientes en el agua se

precipitan y son almacenados en los sedimentos del fondo, regulados por los estados de oxidación de los iones férrico (Fe^{+3}) y manganésico (Mn^{+2}) y la alta concentración de oxígeno disuelto en el agua. En otras palabras, los sedimentos constituyen una reserva de nutrientes que bajo condiciones adversas a las discutidas (baja en la concentración de oxígeno, cambios en el pH) pueden ser alteradas las condiciones existentes, rompiendo el delicado equilibrio y como consecuencia la liberación de estos nutrientes al agua, trayendo un posible aumento en la biomasa del fitoplancton (U.S.G.S., 1978) y por consiguiente, un posible aumento en la razón de eutroficación.

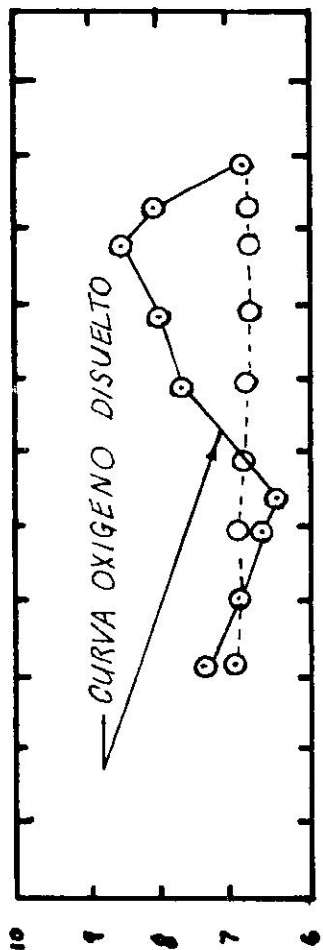
Gran parte de los nutrientes que fluyen a la Laguna Tortuguero son descargados al océano, manteniéndose la concentración en el reservorio de nutrientes constante. En este caso específico, el factor limitante y el que mantiene el equilibrio de las poblaciones, ya sea de fitoplancton, y progresivamente de las asociaciones perifíticas, el zooplancton, los peces y demás miembros del ecosistema es el fósforo (P). Un cambio en el flujo o la provisión de nutrientes podría causar un aumento progresivo en todos los niveles tróficos del sistema de la laguna.

El subsistema de oxígeno disuelto es importante en el entendimiento de las condiciones de la laguna, ya que éste es producido en parte por el fitoplancton, el perifiton y la aeración mecánica producto de la acción del viento sobre la superficie de las aguas. El zooplancton y la macrofauna de los peces crustáceos y otros son los consumidores primarios

OXIGENO DISUELTO, EN Mg/LITRO



LADO OESTE



HORA DEL DIA

LADO ESTE

(U.S.G.S, 1978)

FLUCTUACION DIURNA	
SCALE:	DRAWN BY:
DATE:	APPROVED BY:
LAGUNA TORTUGUERO	
FIGURA XLIII OXIGENO	
DRAWING NUMBER	

de oxígeno.

Dicho subsistema está íntimamente relacionado al subsistema de materia orgánica, por el hecho de que el oxígeno es utilizado para degradar la materia orgánica disponible en la laguna, depositada en su mayoría por las plantas microscópicas acuáticas. La demanda bioquímica de oxígeno (BOD₅) promedia menos de 2.0 mg/l (U.S.G.S., 1972), al igual que Reyes de Ruiz (1971), con valores de 1.09 a 1.58 mg/l y Candelas (1974) registrando promedio de 1.3 mg/l. Estos valores ínfimos, unidos con el carbono orgánico total (TOC) que promedia 10 mg/l, hacen que la cantidad requerida de oxígeno disuelto para oxidar la materia orgánica sea por lo tanto proporcionalmente baja, demostrando así la estabilidad dinámica del sistema de la Laguna Tortuguero.

PARTE II
PROPUESTAS DE MANEJO Y RECREACION
PARA EL AREA DE LA LAGUNA TORTUGUERO

INTRODUCCION

Las propuestas de manejo, de la Laguna Tortuguero responden al crecido interés público y privado sobre este preciado recurso natural. La propuesta de establecimiento de industrias privadas (farmacéuticas, metalúrgicas, etc.); de corporaciones públicas (planta nuclear para generar energía eléctrica por la A.E.E.) y hasta la posible construcción de un puerto en las aguas de la laguna han movlizado a la Legislatura y a las autoridades públicas estatales y federales a tomar cartas sobre el asunto y estudiar profundamente este valioso recurso para evaluar los posibles impactos a su flora y fauna. Brevemente, a continuación se mencionan algunos de los documentos más importantes hasta el momento.

MANEJO

La Laguna Tortuguero ha sido considerada como área de planificación especial (área de importantes recursos costeros, sujetos a serios conflictos en el uso presente y futuro) y como área de reserva natural (área para conservarlas en su estado natural) por el Departamento de Recursos Naturales en su informe sobre el programa de manejo de la zona costanera de Puerto Rico (Informe Preliminar para Vista Pública, octubre, 1977) por su importancia ecológica. En el año de 1978, mediante la Orden Ejecutiva Núm. 3437 del Gobernador de Puerto Rico, se creó un

Comité Interagencial coordinado por la Junta de Planificación con la encomienda de establecer unos reglamentos que regulen el uso ordenado y un desarrollo apropiado de la laguna, como también el de designar unos límites razonables para el área circundante a la laguna. Aquí se establecen 7 tipos de distritos especiales (distrito A-1, A-2, A-3, B-1, CR, PR) y una zona de áreas desarrolladas, las cuales responden a usos de terrenos, ya sea agrícola, bosques, etc. y a la prioridad que tenga un sector en cuanto a preservación o conservación. Cada distrito posee sus propias regulaciones, en cuanto a tamaño de fincas, áreas de estacionamiento, rótulos, etc. Además, se discuten posibles concesiones y autorizaciones directas en proyectos públicos que redunden en beneficio para la ciudadanía (Junta de Planificación, Reglamento Cuenca Hidrográfica Laguna Tortuguero, octubre, 1978). Más recientemente, al Departamento de Recursos Naturales se le delegó el diseño de un plan de manejo especial para el área de la Laguna Tortuguero. Este Departamento definió cuatro zonas de protección para la laguna y sus recursos, a saber:

- Zona I : Area que incluye la laguna y las áreas más críticas. Aquí se localizan la Laguna Tortuguero, la Laguna Rica y la flora y la fauna de importancia ecológica, así como la mayor parte de los depósitos de arenas silíceas y terrenos de alta permeabilidad.
- Zona II : Area que se localiza a ambos lados de la carretera estatal Núm. 2 (norte y sur) e incluye desarrollos de

carácter urbano y terrenos de alta productividad agrícola dedicados a la piña.

Zona III : Area de topografía kárstica (mogotes) al sur de la carretera estatal Núm. 672, considerada como un área crítica, ya que constituye la zona principal de recarga del acuífero Aymamón, constituido por una caliza altamente porosa, que es el que suple de agua a la laguna. Su topografía es abrupta, alta permeabilidad y alta productividad agrícola.

Zona IV : Area donde se origina la cuenca hidrográfica del sistema; consta de terrenos muy abruptos y que se prestan únicamente para bosques y pastos. Son terrenos de baja permeabilidad (D.R.N., Plan de Manejo del Area de Planificación Especial de la Laguna Tortuguero, 1979).

Las zonas de protección establecidas por el plan de manejo de la cuenca hidrográfica de la laguna a nuestro juicio nos parecen muy superficiales y de muy poco valor por su naturaleza no ajustada a la realidad del sistema. Consideramos que las mismas deben ser objeto de revisión para definir más específicamente la extensión y límites de las zonas antes descritas. Aunque este plan de manejo resulta más completo que el reglamento de la Junta de Planificación.

RECREACION

La Laguna Tortuguero y sus áreas adyacentes se han considerado potenciales recursos de recreación pasiva. El Servicio de Conservación de Suelos Federal en su informe Recreación al Aire Libre, Evaluación de las Potencialidades, Distrito de Conservación de Suelos Norte (1969) ve buenas perspectivas para el desarrollo del ciclismo, áreas para pasadfas y áreas para deportes acuáticos. La laguna no fue considerada como área para caza menor de aves acuáticas debido a que "la fauna es considerada como demasiado baja o ninguna para los efectos de caza" ni como área pesquera debido a "la contaminación con Bilharzia de las aguas dulces del distrito", (Servicio de Conservación de Suelos, 1969). Resultan ser dos afirmaciones que están lejos de la realidad. Es muy probable que la información hasta el momento de presentar ese documento de la evaluación de las posibilidades del Distrito Norte haya sido el factor limitante para desembocar en las citadas afirmaciones.

Dos estudios realizados por el Departamento de Recursos Naturales, uno a cargo del Bureau of Outdoor Recreation (Potential Recreation Site Selection for the Lakes and Lagoons of Puerto Rico, 1976) sugiere el establecimiento de la recreación pasiva, dándole especial atención al desarrollo de áreas de pasadfa y para paseo en bote; área propicia para la pesca, ciclismo y "camping" (acampar); el segundo (Area de Planificación Especial de la Laguna Tortuguero, D. R. N., 1979),

sugiere el establecimiento de áreas de acampar, polos recreativos, áreas de jiras, área de carros de carrera, desarrollo de un balneario, un área de conservación y otra de preservación, establecimiento de áreas de investigación científica y otra de flora y fauna endémica, y para terminar, un área turfstico-recreativo.

CONCLUSION

Sin duda alguna, la Laguna Tortuguero y sus áreas limítrofes poseen una belleza natural única, típica de nuestro aservo tropical. Encontramos en ella un constante reto para nuevos estudios biológicos (ecología, limnología), químicos (parámetros orgánicos e inorgánicos), físicos (temperaturas, corrientes) y geológicos (aguas subterráneas, suelos, etc.).

Los estudios conducidos en ella, aquí discutidos, proveen algunos datos básicos sobre la misma, mas Candelas (1974) y Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978), concuerdan que algunos parámetros merecen más atención, como por ejemplo estudios contínuos sobre aspectos biológicos (estudios cuantitativos de plancton), químicos (pH, DO, CO₂, salinidad, Cu y Zn) y físicos (temperatura, color, turbidez y transparencia) y un estudio más extensivo en relación a la concentración de metales pesados en la laguna (Fusté y Quiñones, 1978). Reyes de Ruiz (1971) menciona que se deben de llevar a cabo otros estudios con el fin de conocer mejor la ecología del sistema.

Consideramos que el estudio más completo y abarcador sobre la

laguna fue el llevado a cabo por Reyes de Ruiz (1971). El plan de manejo especial preparado por el Departamento de Recursos Naturales (D.R.N., 1979) resultó poco descriptivo, en aspectos técnicos, y más bien resulta una antología incompleta de las anteriores investigaciones. Los restantes estudios resultan ser de carácter específico como por ejemplo el trabajo de Woodbury (1975 y 1979) sobre la ecología de plantas y las investigaciones sobre hidrología y estratigrafía efectuadas por Bennet & Giusti (U.S.G.S., 1972 y 1976) respectivamente. De los estudios más importantes conducidos hasta el momento, Bennet & Giusti (U.S.G.S., 1972) es el más completo en cuanto a geología se refiere, Reyes de Ruiz (1971) y Candelas (1974) se destacan en el enfoque biológico, mientras que el estudio de Fusté y Quiñones (U.S.G.S., 1978) es hasta el presente el más importante en aspectos químicos y físicos, los cuales son parámetros fundamentales que le imparten a la Laguna Tortuguero sus características tan peculiares, para el desarrollo de su flora y fauna.

Los estudios llevados a cabo en la laguna concuerdan de una u otra forma en que la laguna constituye una reserva natural de vida silvestre digna de la conservación y preservación de su flora, fauna y sus características químicas, físicas y geológicas por parte de las autoridades gubernamentales. Esto debe constituir, además, un reto a toda la ciudadanía y público en general, concientes del valor natural que posee este bello paraje.

BIBLIOGRAFIA

- Bennet, G. D.; E. V. Giusti (1972)
Groundwater in the Tortuguero Area
Water Resources Division, U. S. Geological Survey
Water Resources Bulletin 10.
- Bennet, G. D.; E. V. Giusti (1976)
Water Resources of the North Coast Limestone Area, Puerto Rico
U. S. Geological Survey, W. R. D.
WRI 42-75.
- Blackburn, R. D ; D. S. Harrison; L. W. Weldon (1969)
Common Aquatic Weeds
U. S. Department of Agriculture
Agricultural Research Service
Agricultural Handbook No. 352.
- Blaggi, Virgilio
Las Aves de Puerto Rico
Editorial Universitaria, U. P. R.
Segunda Edición (1974).
- Bristow, C., Fullerton & Sierra (1972)
Aquatic Weeds
International Plant Protection Center
Oregon State University.
- Candelas, G. (1974)
Limnological Survey of Tortuguero Lagoon
Final Report to E. I. Du Pont de Nemours & Co. and Du Pont,
Puerto Rico, Inc.
- Carvajal, J. R. (1974)
La Laguna Tortuguero
Primer Simposio del Departamento de Recursos Naturales
Lagos y Ríos de Puerto Rico, agosto, 1974.
- Cotte, R.; W. Cumpiano; W. Keil; H. Raffaele; J. Wheelan; and
M. Vélez (1977)
Animales Raros y en Peligro de Extinción
D. R. N. & Servicio de Conservación de Suelos.

Department of Natural Resources
Potential Recreation, Site Selection for the Lakes and
 Lagoons of Puerto Rico
 Bureau of Outdoor Recreation, Parks & Recreation, 1976.

Departamento de Recursos Naturales
Programa de Manejo de la Zona Costera de Puerto Rico
Informe Preliminar para Vista Pública
 Programa de Zona Costera; octubre, 1977.

Departamento de Recursos Naturales
Plan de Manejo del Área de Planificación Especial de la
 Laguna Tortuguero
 Borrador para Vistas Públicas
 Programa Zona Costera; septiembre, 1979.

Erdman, D. S. (1972)
Inland Game Fishes of Puerto Rico
 Department of Agriculture, Fish & Wildlife Division
 Centralized and Arcillary Operation Services
 Vol. IV, (2).

Fusté, L. A.; F. Márquez (1978)
Limnology of Laguna Tortuguero, Puerto Rico
 U.S. Geological Survey, W. R. D.
 WRI 77-122.

González, M. A. (1964)
Cyperaceae of Puerto Rico
 Tesis, Louisiana State University.

Jobin, W.R.; R.A. Brown; S.P. Vélez & F.F. Ferguson (1977)
Biological Control of Biomphalaria glabrata in Major Reservoirs
 of Puerto Rico
 Am. Journ. Trop. Med. and Hygiene
 Vol. 26, (5).

Little, E.; F. Wadsworth & J. Marrero (1977)
Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes
 Editorial Universitaria, U.P.R.

Martínez, R. (1980)
 Comunicación personal.

Meglitsch, P. A. (1972)
Invertebrate Zoology
 Oxford University Press, Second Edition.

- Mestey, V. (1979)
Biosistemática de la Familia Neritidae en Puerto Rico.
Tesis de Maestría, Universidad de Puerto Rico
Facultad de Ciencias Naturales, Departamento de Biología.
- Mestey V. (1980)
El status de algunos moluscos marinos de Puerto Rico
Segundo Coloquio de la Fauna Puertorriqueña
Colegio Universitario de Humacao
Universidad de Puerto Rico.
- Mestey, V. (1980)
Comunicación personal.
- Odum, E. (1971)
Ecología
Traducción al español por Carlos Gerhard
Nueva Editorial Interamericana, México
Tercera Edición.
- Oficina del Gobernador, Junta de Planificación
Reglamento de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Tortuguero
Resolución Núm. Z 83, octubre, 1978.
- Pérez Rivera, R. (1980)
Las aves del área Tortuguero
Datos no publicados.
- Piñero, J. L. (1980)
Comunicación personal.
- Queris, N. y J. Villamil (1977)
La Laguna Tortuguero
Datos sin publicar.
- Randall, J. E. (1968)
Caribbean Reef Fishes
TFH Publications Inc.
- Reagan, D. (1980)
Comunicación personal.
- Reyes de Ruiz, N. B. (1971)
Estudio Ecológico de la Laguna Tortuguero, Puerto Rico
Water Resources Research Institute
Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de
Mayaguez, Puerto Rico.

Smith, R. L. (1977)
Elements of Ecology and Field Biology
Harper & Row Publications
New York.

U. S. Department of Agriculture
Recreación al Aire Libre, Evaluación de las Potencialidades en
el Distrito de Conservación de Suelos Norte
U. S. Soil Conservation Service, 1969.

Vélez, M. J. (1977)
Catálogo general de los nombres vulgares y científicos de
la fauna puertorriqueña, Parte I: Los Vertebrados
Science - Ciencia
5: 1 pp - 12-37.

Woodbury, R.; H. Raffaele; M. Fram; C. Ríos; L. Liegel; W. Cumplano;
A. Sierra; J. Marrero y J. Whelan (1975)
U. S. Department of Agriculture
Rare and Endangered Plants of Puerto Rico, A Committee Report
Soil Conservation Service and Department of Natural Resources,
Commonwealth of Puerto Rico.

Woodbury, R. (1979)
The Vegetation of Tortuguero Lagoon
Unpublished Report.

Woodbury, R. (1980)
Comunicación personal.

Whelan, J. J.
Tortuguero Lagoon
Memorando enviado al Sr. Gwynn Hitchers, Presidente de la
Sociedad de Historia Natural (sin fecha).