

# Universidad Autónoma de Baja California

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS



**PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE EL AGUA  
EMBALSADA EN LA ZONA URBANA DEL EJIDO NATIVOS  
DEL VALLE DE MEXICALI, MUNICIPIO DE ENSENADA, B. C.  
MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE UN CULTIVO PILOTO  
DE MOJARRA (Oreochromis mossambicus Trewavas, 1982).**

**Memoria del Curso de Titulación:  
Evaluación de Recursos Bióticos de  
un Ecosistema Mediterráneo (Ejido  
Nativos del Valle de Mexicali).**


**Que como requisito parcial para  
obtener el título de **BIOLOGO**  
Presenta:**

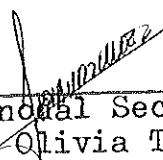
**Oswaldo A. Santillán Langarica**

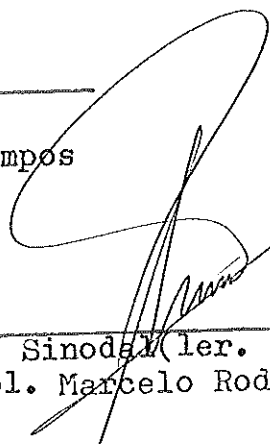
PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL AGUA  
EMBALSADA EN LA ZONA URBANA DEL EJIDO NATIVOS DEL VALLE  
DE MEXICALI, MUNICIPIO DE ENSENADA, B.C. MEDIANTE LA IM-  
PLEMENTACION DE UN CULTIVO PILOTO DE MOJARRA (Oreochro-  
mis mossambicus Trewavas, 1982).

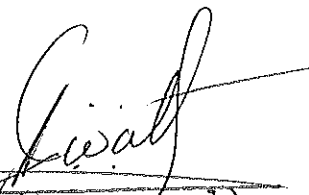
INFORME-MEMORIA  
DEL CURSO DE TITULACION  
QUE PRESENTA:  
OSWALDO A. SANTILLAN LANGARICA.


Aprobado por:

  
\_\_\_\_\_  
Sinodal Presidente  
M.C. Gorgonio Ruiz Campos

  
\_\_\_\_\_  
Sinodal Secretario  
Biol. Olivia Tapia Vázquez

  
\_\_\_\_\_  
Sinodal (1er. vocal)  
Biol. Marcelo Rodríguez Meraz

  
\_\_\_\_\_  
Sinodal (2do. vocal)  
Walterio Garcia Franco

  
\_\_\_\_\_  
Sinodal (3er. vocal)  
Oc. Mª del Pilar Sánchez S.

## A G R A D E C I M I E N T O S

A mis padres por haberme guiado con cariño y esfuerzo al logro de una meta más.

A mis hermanos por compartir tristezas, alegrías, éxitos y fracasos.

A mis maestros por ser los dirigentes de mi formación y por su ayuda, dedicación y amistad que me brindaron en el transcurso de mi carrera.

A mi novia por todos los detalles que me ha brindado durante mi vida como estudiante.

A todas las personas ligadas a mi vida cotidiana que contribuyeron a lograr un anhelo.

Al pueblo de Baja California contribuyente anónimo que con sus aportaciones sostiene nuestra Universidad.

A ustedes compañeros y amigos de escuela, que más que nuestro recuerdo.

## R E S U M E N

Se hace una revisión en forma general de la topografía del Ejido Nativos del Valle de Mexicali, en la cual se utilizan los criterios de Huet (1972) y Hopher y Pruginin (1981) para determinar las áreas susceptibles de cultivo piscícola dentro del ejido. Así mismo se realizaron análisis físico-químicos para el agua embalsada que reunió parte de los requisitos empleados para la determinación de áreas y épocas susceptibles de cultivo piscícola.

Mediante la compilación de datos sobre la temperatura ambiental y las precipitaciones pluviales de los últimos diez años (1976-1985) del ejido, se hace una correlación de los factores mencionados con las características del embalse.

## C O N T E N I D O

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS . . . . .	V y VI
RESUMEN. . . . .	..III
INTRODUCCION. . . . .	.1
ANTECEDENTES. . . . .	.3
OBJETIVOS. . . . .	.5
AREA DE ESTUDIO. . . . .	.6
METODOS Y MATERIAL. . . . .	..10
RESULTADOS. . . . .	..14
1.- Areas susceptibles de cultivo piscícola. . . . .	.19
2.- Temperatura ambiental y precipitación pluvial de los últimos diez años (1976-1985). . . . .	.19
3.- Monitoreo de los parámetros físico-químicos en un ciclo de 24 horas durante el otoño de 1986. . . . .	.19
4.- TECNICA Y PLANIFICACION DEL CULTIVO	
4.1 Fertilización del estanque. . . . .	32
4.2 Alimentación. . . . .	32
4.3 Crianza y cosecha. . . . .	34
4.4 Temporada de reproducción. . . . .	35
4.5 Medidas profilácticas. . . . .	.37
DISCUSION. . . . .	.39
CONCLUSIONES. . . . .	..49
RECOMENDACIONES. . . . .	.50
LITERATURA CITADA. . . . .	.51
APENDICE. . . . .	..56

## I N D I C E   D E   F I G U R A S

Figura 1 Localización del área de estudio (Ejido Nativos del Valle de Mexicali. . . . .	7
Figura 2 Mapa del Ejido Nativos del Valle de Mexicali y sus tres secciones (A, B y C). . . . .	8
Figura 3 Forma del estanque y localización de los puntos de muestreo. . . . .	12
Figura 4 Tipos de perfiles transversales, para la utilización de los distintos valles en la construcción de estanques piscícolas. . . . .	15
Figura 5 Represa de la zona urbana "El Refugio" del Ejido Nativos del Valle de Mexicali. . . . .	16
Figura 6 Vista frontal del dique de la represa del Ejido Nativos del Valle de Mexicali. . . . .	18
Figura 7 Temperatura ambiental (máxima, media y mínima) y precipitaciones pluviales en los últimos diez años (1976-1985), en el poblado de Santo Tomás, B. C. . . . .	20
Figura 8 Temperatura ambiental y del estanque registradas durante el ciclo de 24 horas. . . . .	23
Figura 9 Fluctuaciones del oxígeno disuelto en el embalse durante un ciclo de 24 horas en otoño. . . . .	24
Figura 10 Fluctuaciones del CO <sub>2</sub> disuelto en el embalse durante un ciclo de 24 horas en otoño. . . . .	27

Figura 11 Perfil de la batimetría del embalse del  
Ejido Nativos del Valle de Mexicali. . . . .31

I N D I C E   D E   T A B L A S

Tabla I Temperaturas y precipitaciones medias mensuales  
en los últimos diez años (1976-1985) en el pobla-  
do de Santo Tomás, B.C.. . . . .21

Tabla II Parámetros físico-químicos registrados durante  
el ciclo de 24 horas. . . . .25

Tabla III Concentraciones de los nutrientes encontrados  
en el embalse ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ). . . . .28

Tabla IV Valores de alcalinidad ( $\text{CaCO}_3$ ) expresados  
en ml/HCl/0.1 N. . . . .30

Tabla V Subproductos agro-pecuarios del ejido. . . . .33

## I N T R O D U C C I O N

La península de Baja California se encuentra situada en el noroeste de México; es una franja de tierra paralela al continente, que forma, junto con las costas de los estados de Sonora y Sinaloa, el Mar de Cortés o Golfo de California. Posee 1540 Km. de litoral en su contorno Oriental, mientras que por el lado Occidental su costa es de 1740 Km. (Acosta, 1985). Su topografía es accidentada y predomina el clima semi-árido (Rzedowski, 1978), lo que determina, en parte, que no existan cuerpos de agua continental permanente en forma natural y en grandes volúmenes; esta característica trae como consecuencia la existencia de un reducido número de peces dulceacuícolas nativos (Follett, 1960). Cabe hacer notar que de las 38 especies ícticas nativas continentales reportadas para la península de Baja California, el 89 % son de derivación marina y el resto (11 %) de estirpe dulceacuícola, confinadas a la cuenca del Bajo Río Colorado (Ruiz y Contreras, en prensa); ésta situación y la ausencia parcial de cuerpos de agua dulce a lo largo de la península, constituyen un factor limitante para el desarrollo de la piscicultura a nivel comercial; sin embargo, es factible el desarrollo del cultivo de peces a baja escala, utilizando algunos embalses en que se mantiene el agua casi permanente, mediante la aplicación de técnicas acuiculturales sujetas a las condiciones del terreno y medio ambiente.

Por tal motivo, en el presente estudio se pretende establecer las bases técnicas para el cultivo de la mojarra (Oreochromis mossambicus), por medio del cual se puede optimizar el uso del agua embalsada, al integrar las actividades agrícolas y pecuarias con la piscicultura; aportando además alternativas de su desarrollo para el consumo de pescado dentro del Ejido Nativos del Valle de Mexicali, municipio de Ensenada, B.C.

La elección de la mojarra (Oreochromis mossambicus) para este proyecto, se basa en las características particulares que presenta, como son su rápido crecimiento (Hickling, 1962), alto índice de conversión alimenticia (Hepher y Pruginin, 1981), resistencia a las enfermedades y a las condiciones de mala calidad del agua (Huet, 1972); otro de sus atributos es el bajo costo en su cultivo y la simplicidad de los procesos de reproducción dentro de los cultivos piscícolas (Pullin y Lowe, 1982).

En un encuentro nacional celebrado en Brasil sobre limnología, piscicultura y pesca continental, Bard (1976) hace mención que la mojarra o tilapia fue nombrada como el "Pez Milagro", debido precisamente a las características ideales para su cultivo.

La acuicultura tuvo su origen en las antiguas civilizaciones del Asia Menor, sin embargo, los primeros testimonios fidedignos de esta actividad provienen de China, en donde se describen los cultivos de la carpa con fines tanto ornamentales como alimentarios, los cuales datan del siglo V a.c. En la Edad Media los monasterios contaban con estanques para la cría de peces. En México existen datos que se remontan al período prehispánico, donde los peces eran cultivados por los Aztecas con fines religiosos y ornamentales; según lo relatan los escritos de Francisco Javier Clavijero, Fray Juan de Torquemada y Hernán Cortés (Aguilera y Noriega, 1985).

Esteban Cházari es considerado como el pionero de la piscicultura en México, en 1883 escribió el primer tratado de acuicultura; posterior al reconocimiento de su trabajo, en 1886 se construye el Vivero Nacional en Chimaleapan; además de poblar artificialmente los lagos de Chalco y Xochimilco (Sierra y Sierra, 1977).

La piscicultura en la actualidad se ha desarrollado bajo dos tendencias: a) La práctica de la pesca deportiva continental y b) La piscicultura rural. Se considera que a partir de 1976 surge en México la piscicultura industrial para la producción de la trucha y bagre principalmente, realizadas por la iniciativa privada (Aguilera y Noriega, op. cit.).

En Baja California los antecedentes relacionados con la introducción de peces, es sabido que algunas de ellas han sido realizadas por particulares, en pequeños embalses sin un control registrado por las autoridades del ramo; otras de las introducciones de peces se han hecho por instituciones educativas y dependencias de gobierno, en los que se persiguen objetivos de estudio.

Los inicios de la acuicultura comercial y no comercial en Baja California, surgen en 1976. Para el Valle de Mexicali con el cultivo no comercial de peces dulceacuícolas y para la zona costera del Pacífico, el cultivo comercial de algunos moluscos y experimentalmente crustáceos (Leyva, 1983).

Los antecedentes de la introducción de la mojarra (Oreochromis mossambicus) al estado de Baja California, datan de 1976, cuando en Mexicali se iniciaron los cultivos extensivos en los canales de riego agrícola; posteriormente, en el año de 1983, dicha especie fue introducida al Valle de Guadalupe, municipio de Ensenada, B.C. por el Departamento de Acuicultura de la Secretaría de Pesca \*(Baylón com. pers.).

\*Oscar Baylón Grecco. Jefe del programa de Acuicultura; Secretaria de Pesca en Ensenada, B.C.

## O B J E T I V O S

Objetivo general.

Determinar en forma preliminar las áreas susceptibles de cultivo piscícola dentro del Ejido Nativos del Valle de Mexicali.

Objetivos específicos.

Determinar en forma preliminar los factores físico-químicos del embalse de la zona urbana del Ejido, así como la correlación de los factores ambientales con las características del estanque; para preestablecer el diseño de un cultivo piloto de mojarra (Oreochromis mossambicus) con las técnicas básicas de un cultivo rústico, aunado a modificaciones pertinentes que permitan integrar las actividades agro-pecuarias para optimizar el uso del agua embalsada.

## A R E A D E E S T U D I O

El Ejido Nativos del Valle de Mexicali se localiza --- aproximadamente a 12 Km. al Suroeste del poblado de Santo - Tomás municipio de Ensenada, B.C. (Fig.1); Esta localidad - se subdivide en tres secciones en forma de polígono (Fig.2), cuyas coordenadas son:

Sección A)  $31^{\circ}26'25''$  N y  $116^{\circ}21'18''$  W.

Sección B)  $31^{\circ}23'00''$  N y  $116^{\circ}26'30''$  W.

Sección C)  $31^{\circ}20'37''$  N y  $116^{\circ}16'54''$  W.

(Acosta, 1985).

El área específica de estudio se encuentra en la --- sección "A" (Fig.2); en la que se localiza el embalse ubi--- cado en la zona urbana del ejido conocida como "El Refugio"; sus colindantes son: Al Norte los ranchos "El Escondido y El Paraíso"; al Sur con "Las Cruces"; al Este con la carretera Transpeninsular Ensenada-La Paz y el predio la "Angostura"; y al Oeste el rancho "Santa Rosa"

La fisiografía esta representada por lomeríos bajos, - medianos, altos y cerriles, con pendientes que varían desde un 40 % a un 55 %, quedando dentro de la clasificación de - "Ondulada a Quebrada y de Quebrada a Cerriles"(Acosta, op. cit.).

El embalse se encuentra a una altitud de 260 m.s.n.m. y el clima de la zona es tipo BSKs en la clasificación de - Koppen: Clima seco o estepario templado, con verano cálido

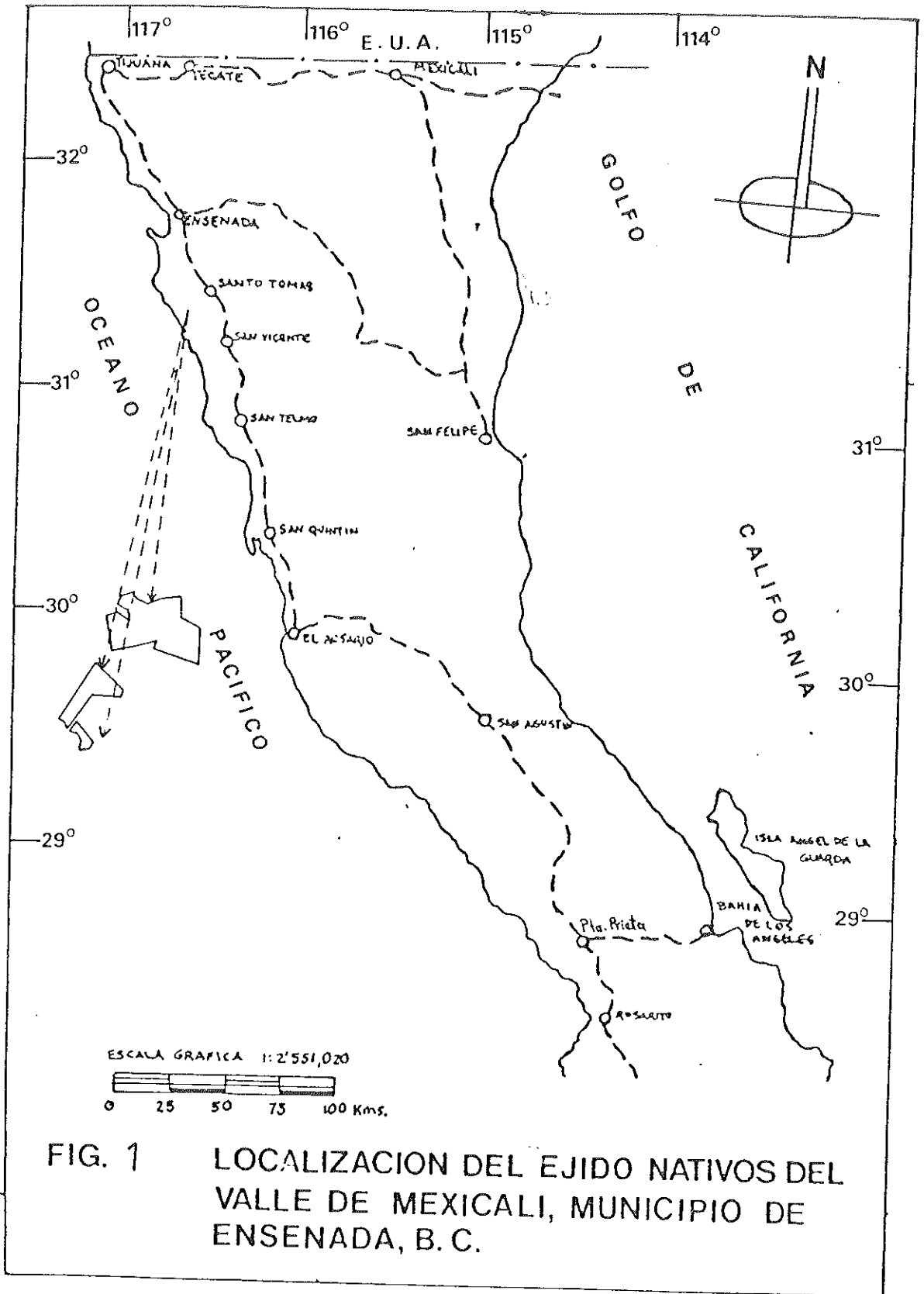


FIG. 1 LOCALIZACION DEL EJIDO NATIVOS DEL VALLE DE MEXICALI, MUNICIPIO DE ENSENADA, B. C.

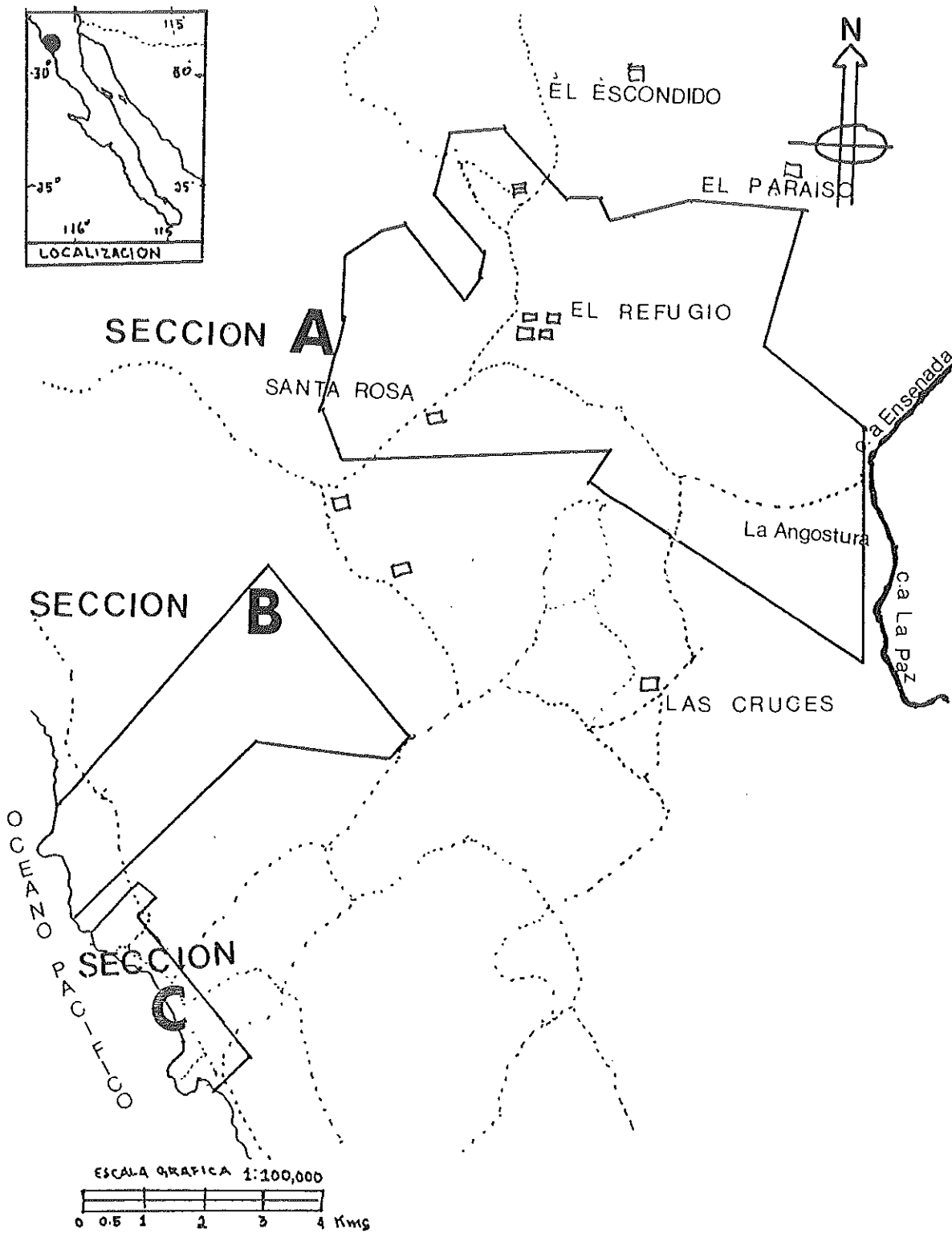


Fig.2. Mapa del Ejido Nativos del Valle de Mexicali y sus tres secciones (A, B y C).

y lluvias en invierno (Rzedowski, 1978). La temperatura media anual es de 17 °C y la precipitación pluvial media anual es de 320.3 mm., según las precipitaciones medias anuales registradas en los últimos diez años (1976-1985) (S.A.R.H., 1985). El suelo representativo del ejido es de origen in situ coluvial, de textura limo-arenosa y arcillo-arenosa, de estructura angular y blocosa subangular, de consistencia firme, y su profundidad varía de media a profunda (0.50 cm. a más), en algunas áreas es somera; el drenaje va de medio a lento. El relieve varía de normal a ligeramente excesivo, presentándose escurrimiento superficial de moderado a rápido. La erosión es hídrica laminar y en surcos grado moderado; presenta en mayor proporción la erosión eólica, ocasionado por los vientos procedentes del Océano Pacífico. La pedregosidad es casi nula, localizándose pequeñas áreas de suelo gravoso y de rocosidad. La vegetación del ejido queda comprendida entre los tipos: matorral mediano esclerófilo y matorral mediano crasirrusilifolio subespinoso (COTECOCA-S.A.R.H., citado en Acosta, 1985).

## M A T E R I A L Y M E T O D O S

La metodología empleada para la obtención de información de campo cubrió dos aspectos:

1.- Recopilación de información climatológica de las dependencias oficiales de la S.A.R.H. (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), obteniendo de ellas datos de temperatura y precipitación pluvial para la estación climatológica más cercana al área de estudio, correspondiendo ésta a la ubicada en el poblado de Santo Tomás, Baja California. Los datos antes mencionados fueron los valores medios mensuales de diez años (1976-1985), a cuyos valores se les determinó la media aritmética para ese período, con la finalidad de obtener en forma aproximada el comportamiento de esos factores ambientales, dentro de un ciclo anual.

2.- El segundo aspecto consistió en determinar las áreas susceptibles de cultivo piscícola dentro del ejido, basándose en el método y criterio utilizado por Hepher y Pruginin (1981). Para la selección del lugar y sus condiciones previas a la construcción de estanques piscícolas se siguió el criterio de Huet (1972), el cual consiste básicamente en escoger superficies con pendientes entre 1 y 2.5 % como óptimas, y la presencia de agua que cubra los requerimientos mínimos para un cultivo piscícola. Así mismo, este punto se encaminó a la determinación de los parámetros físico-químicos del embalse de la zona urbana del

Ejido Nativos del Valle de Mexicali; en el mes de noviembre de 1986, monitoreando durante un ciclo de 24 horas cada tres horas.

La temperatura se midió con un termómetro convencional, la turbidez con un disco de Secchi con cuerda graduada en cm., el pH (concentración de hidrogeniones), oxígeno disuelto ( $O_2$ ) y el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) se midieron con equipo limnológico portátil marca Hatch

Para obtener los parámetros mencionados anteriormente, se diseñó un sistema de muestreo, el cual consistió en trazar imaginariamente dos líneas paralelas de Suroeste a Noroeste y una transversal cada cinco metros, simulando así una cuadrícula sobre el estanque. De acuerdo con lo anterior se establecieron 16 puntos de muestreo (Fig.3) incluyendo superficie y fondo, de los cuales se colectaron muestras de agua que fueron fijadas con cloruro de mercurio y colocadas en hielo; posteriormente se analizaron estas muestras en el laboratorio de la Escuela Superior de Ciencias (U.A.B.C.), determinando las concentraciones de nitratos por el método colorimétrico del ácido fenol-disulfónico (Chapman y Parker, 1979); los nitritos por el método colorimétrico (Strickland y Parsons, 1972); amoníaco por el método colorimétrico, basado en la reducción del molibdato de amonio a ácido ascórbico (Strickland y Parsons, *op. cit.*) y la alcalinidad se determinó por el método volumétrico, neutralizando a diez ml. de la muestra de agua con HCl 0.1 N usando

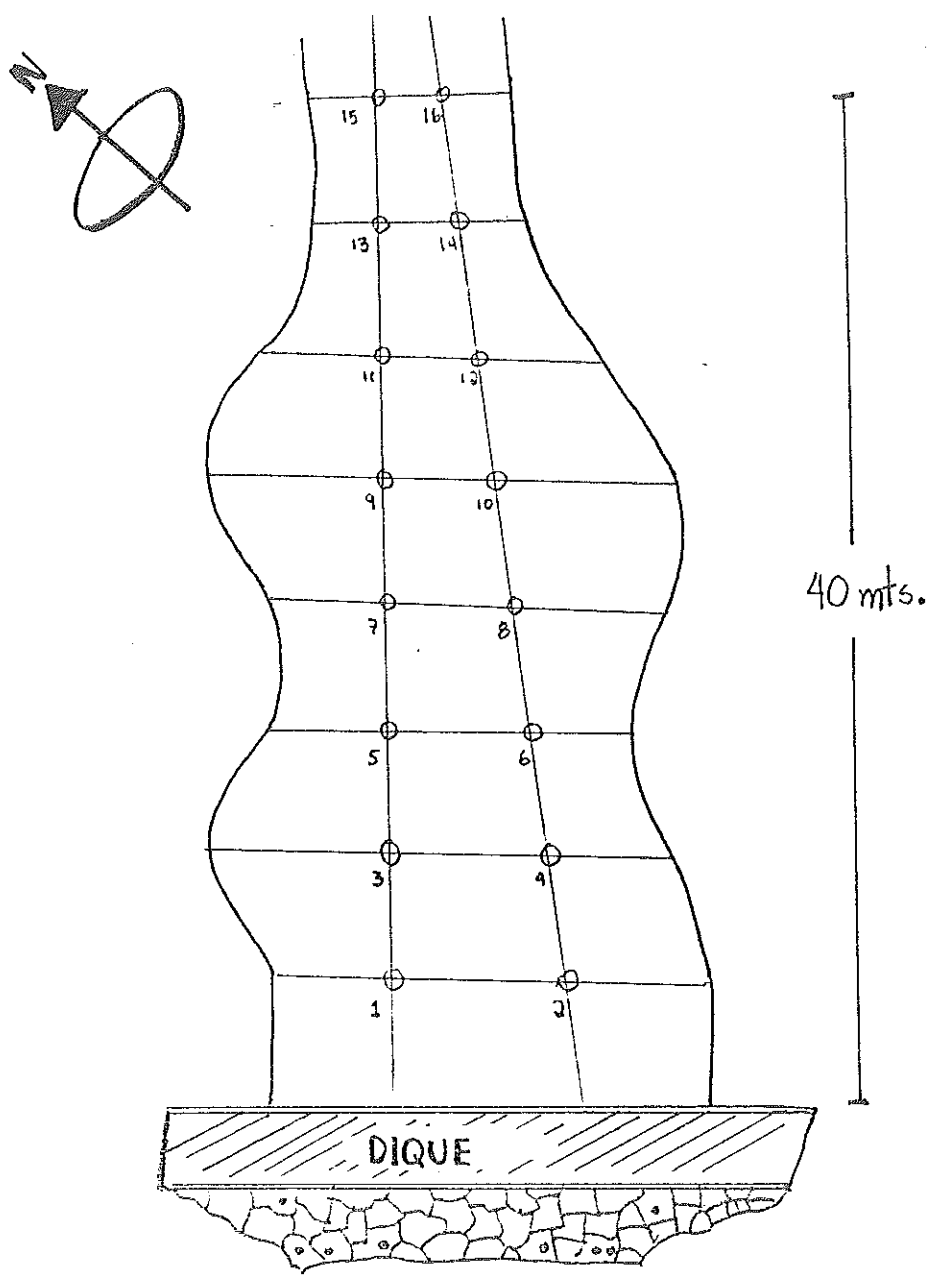


Fig.3 Forma del estanque y localización de las 16 estaciones de muestreo dentro del embalse de el Ejido Nativos del Valle de Mexicali, municipio. de Ensenada, B.C.

como indicador el anaranjado de metilo (Schäperclaus, 1933, citado en Hickling, 1962). Para medir la concentración de nutrientes en las muestras, se interpolaron los valores de transmitancia en rectas patrón ajustadas por el método de mínimos cuadrados (Strickland y Parsons, 1972).

Algunas de las características del embalse, como la batimetría, área y volumen se determinaron tomando en cuenta el trazo imaginario de la cuadrícula. La batimetría se determinó midiendo con el estadal la profundidad en cada punto de muestreo, obteniendo así el promedio de la profundidad. El área aproximada se determinó midiendo la anchura del embalse cada cinco metros, obteniendo el promedio de la anchura, la cual, multiplicada por la longitud del estanque nos dio el área; y esta última multiplicada por la profundidad promedio, da como resultado el volumen aproximado.

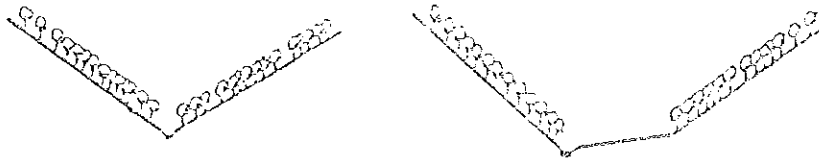
## R E S U L T A D O S

## 1.- Areas susceptibles de cultivo piscícola.

Debido a la fisiografía que prevalece dentro de las tres secciones del ejido, no se presentaron áreas con pendientes adecuadas para la instalación de estanques piscícolas, además de que no se encontró ningún cuerpo de agua en forma natural.

Huet (1972) hace mención sobre la utilización de los distintos tipos de valles para instalación de estanques piscícolas, de los cuales clasifica y da a conocer, cuatro tipos de valles por donde fluye el agua en el medio natural (Fig.4); de ésta clasificación no recomienda los valles en forma de "V" no truncada, para la instalación de estanques piscícolas, debido a la pendiente tan pronunciada, que trae como consecuencia una alta velocidad de escurrimiento en la parte más baja del valle. Para el caso del ejido predomina este tipo de valles (tipo 1 a, Fig.4), siendo esta la razón, de la baja retención de agua para la zona estudiada; sin embargo en la sección "A" del ejido, en la parte urbana llamada "El Refugio", se encontró una pequeña represa artificial construida sobre el cauce de un arroyo de escurridero (Fig.5), la cual se puede clasificar dentro de los perfiles que presentan un valle en "V" ligera y oblicuamente truncado (tipo 1 b, Fig.4); éste tipo de perfil, Huet (op. cit.) lo recomienda muy poco, debido al peligro que presenta en

Tipo 1.—Valles en V no truncada o suave y oblicuamente truncada o redondeada. (Valles no truncados horizontalmente.)

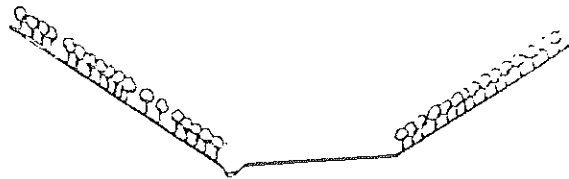


Tipo 1a.—Valle en V no truncada.

Tipo 1b.—Valle en V ligera y oblicuamente truncada.



Tipo 1c.—Valle en V redondeada.



Tipo 2.—Valle en V suave y horizontalmente truncada. El curso de agua recorre la parte inferior de la ladera del valle.



Tipo 3.—Valle en V muy truncada. El curso de agua cuebrea en la planicie aluvial.



Tipo 4.—Valle en V muy o totalmente truncada.

Fig.4 Tipos de perfiles transversales, para la utilización de los distintos valles en la construcción de estanques piscícolas (tomado de Huet, 1972).



Fig. 5 Represa de la zona urbana "El Refugio" del  
Ejido Nativos del Valle de Mexicali, municipi-  
pio de Ensenada, B.C.

la temporada de lluvias; este embalse presentó una pendiente de 3.7 %, un suelo con alto contenido de arcillas y un requerimiento mínimo de agua aceptable para mantener estable su nivel en el estanque durante tres estaciones del año: primavera, verano y otoño (\*Aguilera y Sánchez, com. pers.).

Las características generales de la represa son: poseer un dique de concreto que se eleva desde la parte más profunda y sólida del suelo (Fig.6), este tipo de construcción, hace que las pérdidas de agua por filtración sean mínimas, por esta razón en la temporada más seca del año, cuando el arroyo no se observa superficialmente, el agua corre por el subsuelo del cauce, siendo esta retenida casi al máximo por este tipo de embalse en barrera. En la temporada de lluvias (invierno), se incrementa la velocidad de escurrimiento sobre el cauce, y es entonces cuando los ejidatarios abren los ocho drenes del dique para evitar el azolvamiento, una vez pasada la temporada de lluvias, cierran sólo siete drenes, dejando uno abierto para dejar escapar el excedente del flujo constante, durante lo que resta del año (\*Aguilera y Sánchez, com. pers.).

\* Sres. Mariano Aguilera y Ernesto Sánchez; Presidente y tesorero respectivamente del Ejido Nativos del Valle de Mexicali, mpio. de Ensenada, B.C.



Fig.6 Vista frontal del dique construido sobre la  
"roca madre" del fondo del cauce.

2.- Temperatura ambiental y precipitación pluvial en los últimos diez años (1976-1985) dentro del ejido.

Estos datos recopilados por la S.A.R.H., representan los valores medios mensuales de diez años; a los cuales se les determinó la media aritmética para obtener un valor promedio que represente los diez años.

En relación con la temperatura, se encontró que los meses más fríos del año corresponden a diciembre, enero y febrero, con temperaturas medias de  $-0.7^{\circ}$ ,  $-1.1^{\circ}$  y  $-0.6^{\circ}\text{C}$  respectivamente; los meses más cálidos correspondieron a julio, agosto y septiembre, con temperaturas promedio de  $38.3^{\circ}$ ,  $39.6^{\circ}$  y  $40.2^{\circ}\text{C}$ , respectivamente; mientras que las precipitaciones pluviales máximas para la zona, comprendieron a los meses de enero, febrero y marzo; la mínima precipitación pluvial abarcó los meses de mayo, junio y julio (Fig.7 y Tabla I).

3.- Monitoreo de los parámetros físico-químicos en un ciclo de 24 horas, realizado en otoño de 1986.

Se analizó la temperatura ambiental, superficial y fondo del estanque. Para el medio ambiente se registró una temperatura máxima de  $21^{\circ}\text{C}$  a las 10:00 horas del día, la mínima fue de  $8^{\circ}\text{C}$  a las 04:00 horas, y la temperatura media ambiental fue de  $14^{\circ}\text{C}$ ; ahora bien, en lo concerniente

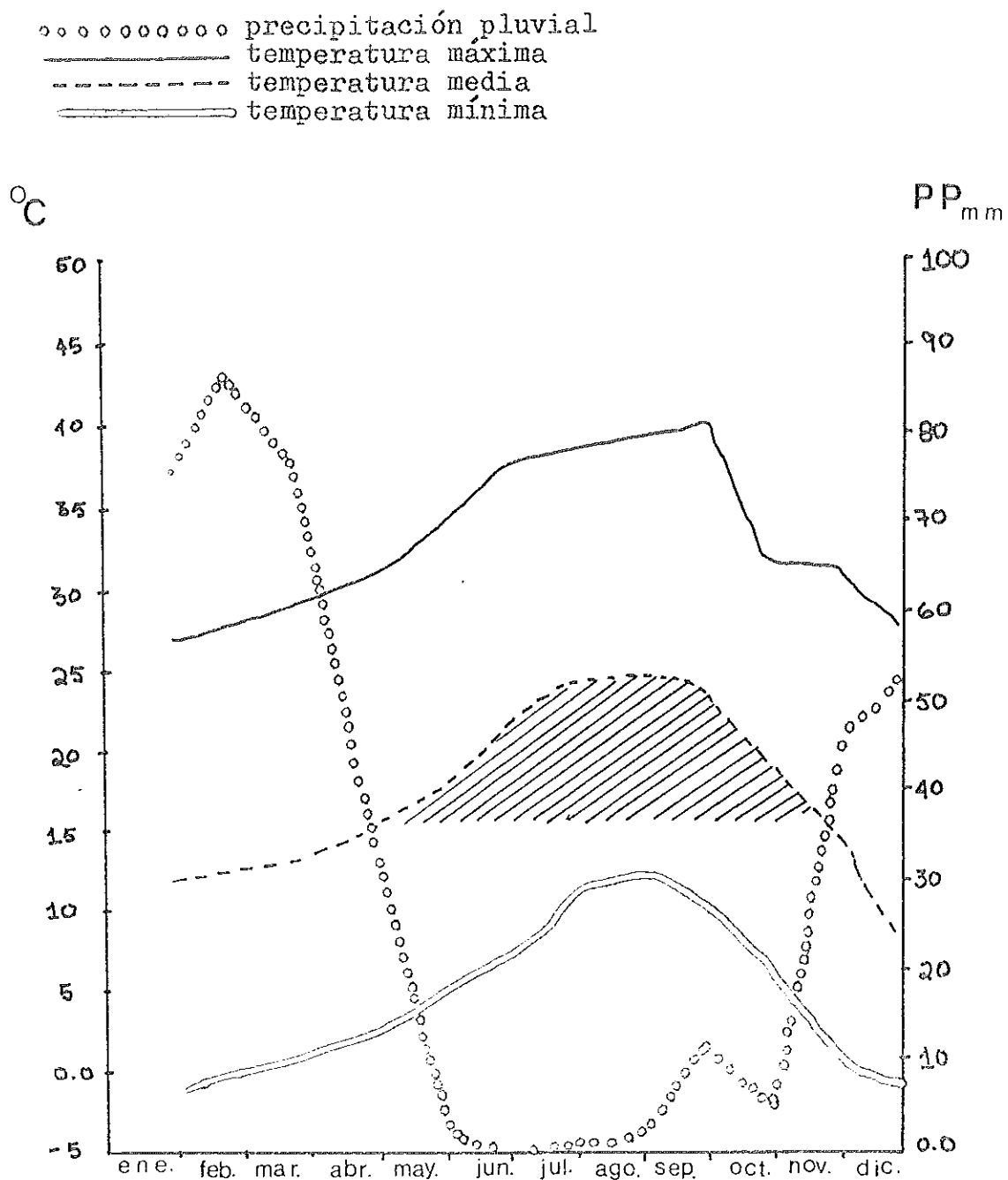


Fig.7 Temperaturas ambientales (máxima, media y mínima) y precipitaciones pluviales en los últimos diez años (1976-1985), en el poblado Santo Tomás, B.C. (S.A.R.H., 1985).

Tabla I Valores medios de las temperaturas mensuales, y sus precipitaciones pluviales en los últimos diez años (1976-1985) registradas en el poblado de Santo Tomás, B.C. (S.A.R.H., 1985).

T E M P E R A T U R A				
mes	máxima	media	mínima	p.p (en mm)
Enero	27.1	12.4	-1.1	74.04
Febrero	28.5	13.0	-0.6	85.20
Marzo	29.5	13.9	1.2	76.83
Abril	31.3	15.5	2.4	17.27
Mayo	34.5	17.5	5.4	2.96
Junio	38.4	21.3	7.6	0.0
Julio	38.3	24.0	10.5	0.84
Agosto	39.6	24.5	11.4	0.59
Septiembre	40.2	24.0	9.3	12.74
Octubre	32.6	19.1	5.1	5.08
Noviembre	32.6	14.7	0.9	44.79
Diciembre	28.6	12.7	-0.7	<u>52.07</u>
Precipitación media anual de las medias mensuales en 10 años.				373.27 mm.

a las temperaturas del estanque éstas se mantuvieron relativamente estables al compararlas con las ambientales; la temperatura mínima fue de  $14^{\circ}\text{C}$  incluyendo superficie y fondo, predominando a lo largo del ciclo de 24 horas; la máxima se registró a las 19:00 horas del día con una temperatura de  $15^{\circ}\text{C}$ , sin que esta última permaneciera por más de tres horas durante el ciclo; la temperatura media del estanque fue de  $14.1^{\circ}\text{C}$ , la cual es muy similar a la temperatura media ambiental del mismo ciclo de 24 horas y a la media mensual del mes de noviembre cuya temperatura es de  $14.7^{\circ}\text{C}$  (Fig.8 y Tabla II).

En lo referente a los valores medios de las concentraciones de oxígeno disuelto ( $\text{O}_2$ ) dentro del agua embalsada, la máxima concentración para la superficie es de  $5.6 \text{ mg/l}$  registrándose a las 16:00 horas, y para el fondo su concentración fue de  $5.1 \text{ mg/l}$  a las 19:00 horas; la concentración mínima media para el fondo fue de  $3.3 \text{ mg/l}$  presentándose ésta a las 07:00 horas del día, y la máxima se registró a las 19:00 horas con un valor de  $5.1 \text{ mg/l}$ ; el valor medio de las concentraciones de oxígeno disuelto para la superficie es de  $4.7 \text{ mg/l}$  y para el fondo  $4.2 \text{ mg/l}$  (Fig.9 y Tabla II).

Los valores medios de las concentraciones de dióxido de carbono disuelto registradas para la superficie y fondo fueron las siguientes: La máxima concentración para la superficie fue de  $15.6 \text{ mg/l}$  y para el fondo  $16.3 \text{ mg/l}$ , regis-

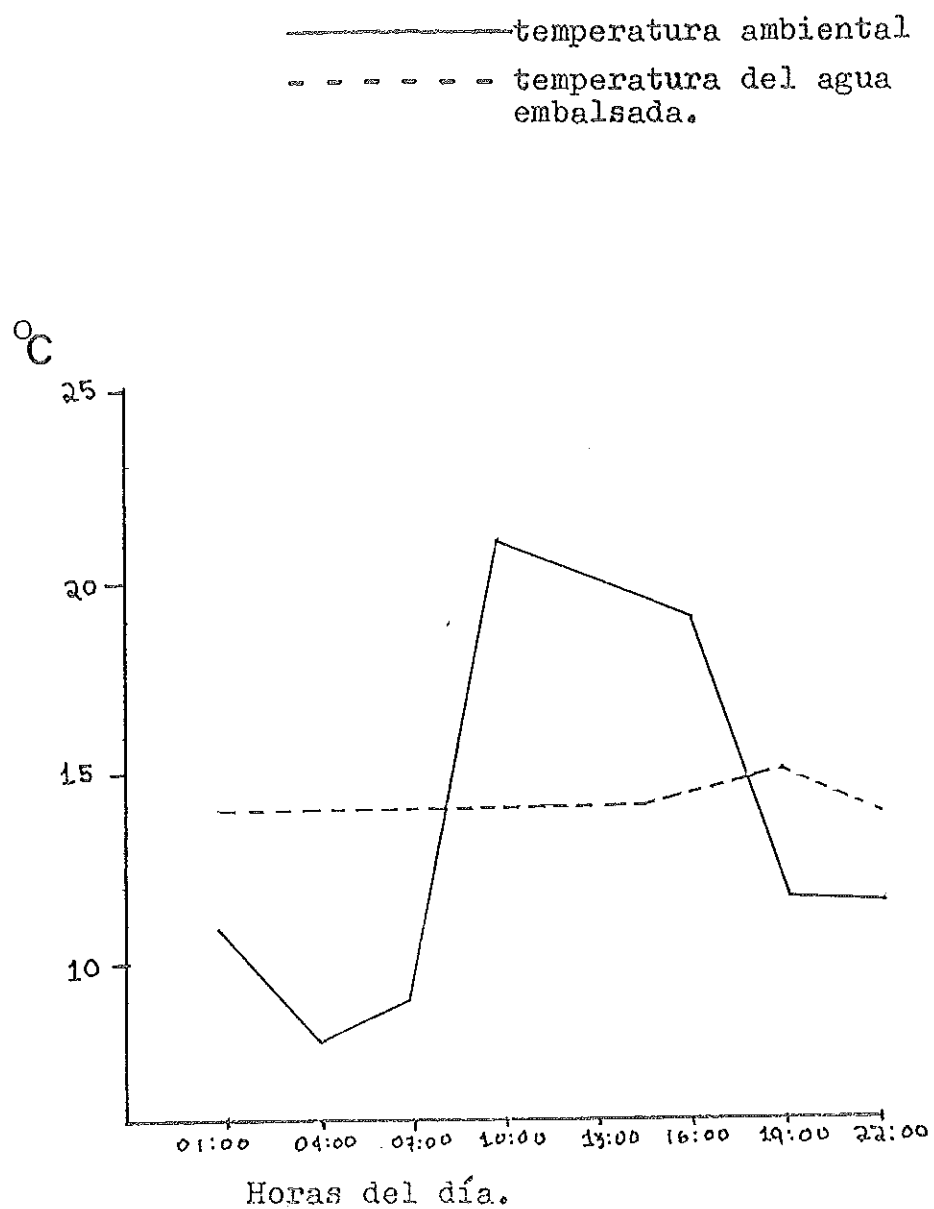


Fig.8 Temperatura ambiental y del agua de el embalse, registradas durante el monitoreo de 24 horas, realizado en el otoño de 1986.

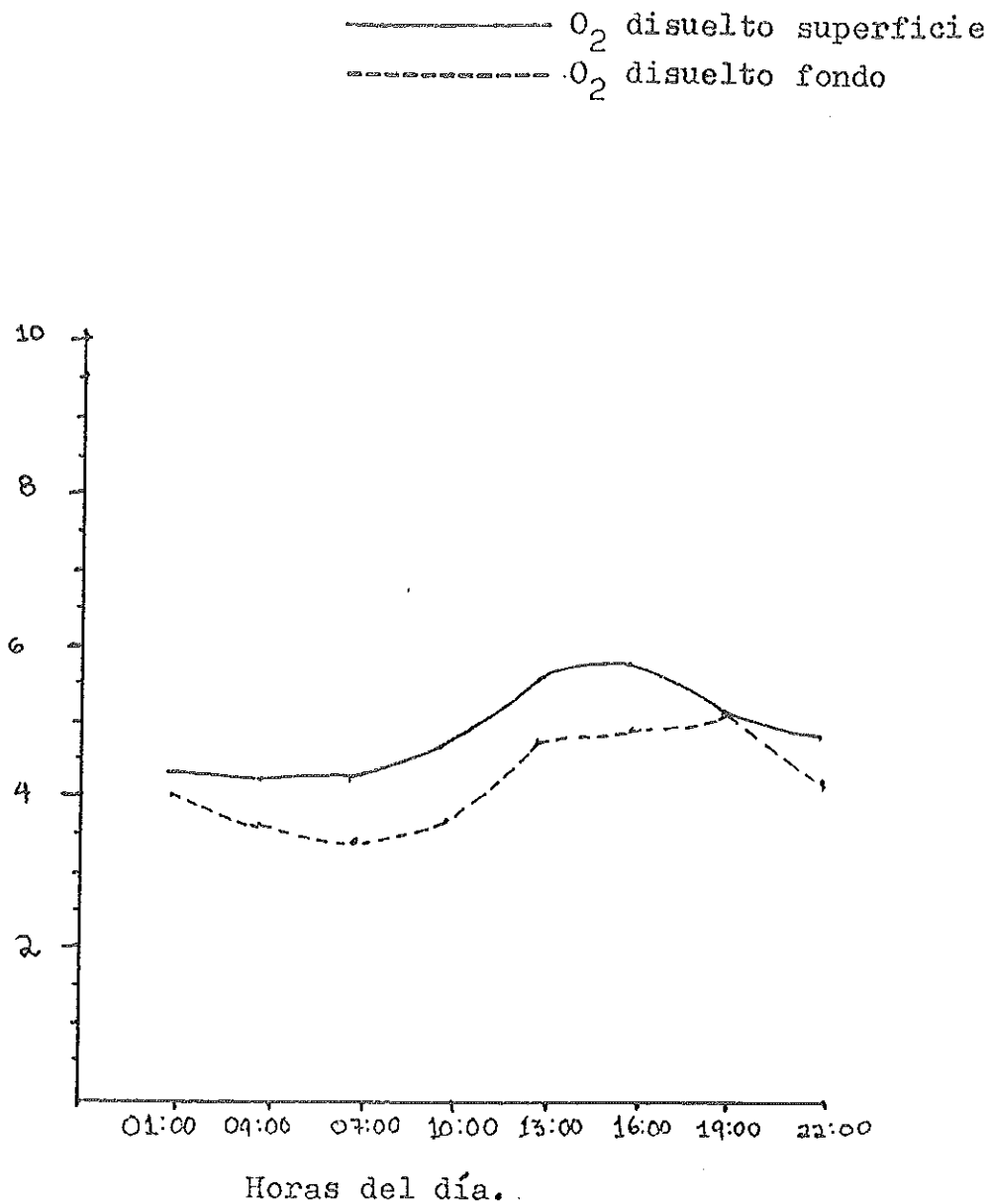


Fig.9 Concentraciones de O<sub>2</sub> disuelto para la superficie y fondo del estanque, registradas durante el monitoreo de 24 horas realizado en el otoño de 1986.

Tabla II Parámetros físico-químicos registrados durante el ciclo de 24 horas en el embalse de el Ejido Nativos del Valle de Mexicali, municipio de Ensenada, B.C.

FACTOR	H O R A S D E L D I A												máx. med.	mín.	
	01:00	04:00	07:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00	22:00	22:00	22:00	22:00			
Temperatura ambiental (°C)	11	8	9	21	20	19	12	12	12	12	12	12	21	14	8
Temperatura superficial (°C)	14	14	14	14	14.1	14.2	15	14	14	14	14	14	15	14.1	14
Temperatura fondo (°C)	14	14	14	14	14	14.1	15	14	14	14	14	14	15	14.1	14
O <sub>2</sub> disuelto (mg/l) superficie	4.3	4.2	4.2	4.6	5.5	5.6	5.1	4.6	5.6	4.7	4.6	4.6	5.6	4.7	4.2
O <sub>2</sub> disuelto (mg/l) fondo	4	3.6	3.3	3.6	4.6	4.7	5.1	4.1	4.7	5.1	4.1	4.1	5.1	4.2	3.3
CO <sub>2</sub> disuelto (mg/l) superficie	15.4	15.5	15.6	14.0	13.4	13.4	14.0	15.0	13.4	13.4	14.0	15.0	15.6	14.6	13.4
CO <sub>2</sub> disuelto (mg/l) fondo	16.0	16.0	16.3	16.0	15.3	15.0	14.0	15.8	15.0	14.0	15.8	15.8	16.3	15.5	14.0
pH superficie	7.6	7.4	7.2	7.6	7.7	7.8	7.7	7.7	7.8	7.7	7.7	7.7	7.8	7.8	7.2
pH fondo	7.6	7.4	7.1	7.3	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.5	7.1
Turbidez (cm.)	-	-	100	100	100	100	-	-	100	100	-	-	100	100	100

trándose a las 07:00 horas del día; la concentración de CO<sub>2</sub> mínima media para la superficie fue de 13.4 mg/l registrándose a las 16:00 horas, para el fondo su concentración mínima se registró a las 19:00 horas con un valor de 14 mg/l (Fig.10 y Tabla II).

El pH (concentración de hidrogeniones) presento su valor mínimo medio a las 07:00 horas del día con un valor de 7.2 para la superficie, y para el fondo 7.1; la máxima media para la superficie fue de 7.8 a las 16:00 horas y para el fondo 7.7 (Tabla II).

En lo referente al análisis de los nutrientes (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> y PO<sub>4</sub>), las concentraciones registradas se presentan muy similares en los 16 puntos de muestreos, sin embargo se encuentran ligeras diferencias entre las muestras de superficie y fondo. Los valores obtenidos están expresados en mg/l y sólo se anotan los valores medios de las concentraciones mínimas, medias y máximas del total de puntos muestreados, como se muestra en la Tabla III.

Con respecto a la alcalinidad en carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) del embalse, se encuentra también en concentraciones muy similares en los puntos de muestreo y relativamente estables durante el ciclo de 24 horas; sus valores son expresados en ml. de HCl 0.1 N gastados para neutralizar el carbonato de calcio contenido en 10 ml. de la muestra de agua. La concentración máxima se registró a las 16:00 Hs.,

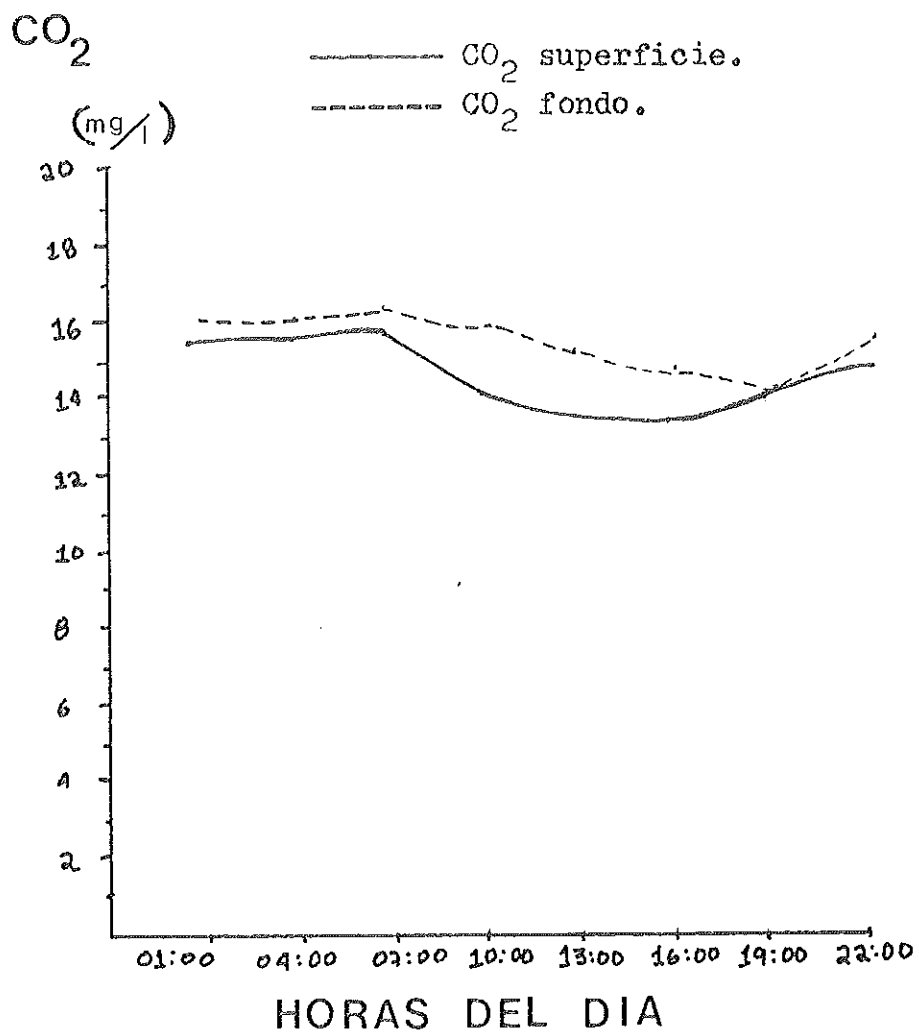


Fig.10 Concentraciones de CO<sub>2</sub> disuelto en el embalse del ejido, durante un ciclo de 24 horas en otoño de 1986.

Tabla III. Valores de las concentraciones de nutrientes registrados en la superficie y fondo del estanque, durante un ciclo de 24 horas en el otoño de 1986.

	Superficie			Fondo		
	Máx.	Med.	Mín.	Máx.	Med.	Mín.
Nitratos ( $\text{NO}_3$ ) mg/l	0.28	0.25	0.26	0.35	0.28	0.30
Nitritos ( $\text{NO}_2$ ) mg/l	0.055	0.049	0.052	0.059	0.059	0.057
Fosfatos ( $\text{PO}_4$ ) mg/l	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001
Amonio ( $\text{NH}_4$ ) mg/l	0.250	0.188	0.216	0.317	0.200	0.253
Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) mg/l	0.236	0.177	0.203	0.299	0.188	0.238

Concentraciones medias totales

$\text{NO}_3(\bar{x})$	= 0.28
$\text{NO}_2(\bar{x})$	= 0.55
$\text{NH}_4(\bar{x})$	= 0.237
$\text{NH}_3(\bar{x})$	= 0.223
$\text{PO}_4(\bar{x})$	= 0.001

con un valor de 2.4 ml. de HCl 0.1 N, la mínima fue de 2.1 ml. de HCl 0.1 N registrándose entre las 04:00 y las 07:00 horas del día; el valor promedio la determinación de carbonatos de calcio para el estanque durante el ciclo, fue de 2.2 ml. de HCl 0.1 N (Tabla IV).

La turbidez registrada en el embalse fue de 100 cm. durante el día; no se presentaron fluctuaciones durante el muestreo.

La batimetría del embalse mostró su máxima profundidad promedio de 150 cm. en el dique, la mínima promedio fue de 28.5 cm. para parte más alejada del dique y la profundidad promedio para el embalse fue de 82 cm. (Fig.11).

Tabla IV. Valores de la alcalinidad (CaCO<sub>3</sub>) expresados en ml. de HCl 0.1 N, encontrados en el otoño de 1986 durante un ciclo de 24 horas.

Horas del día.	01:00	04:00	07:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00
superficie	2.2	2.1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.3	2.3
fondo	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.2	2.2

Superficie

Máxima media = 2.4 ml/HCl/0.1 N

Mínima media = 2.1 ml/HCl/0.1 N

Media ( $\bar{x}$ ) = 2.2 ml/HCl/0.1 N

Fondo

Máxima media = 2.3 ml/HCl/0.1 N

Mínima media = 2.1 ml/HCl/0.1 N

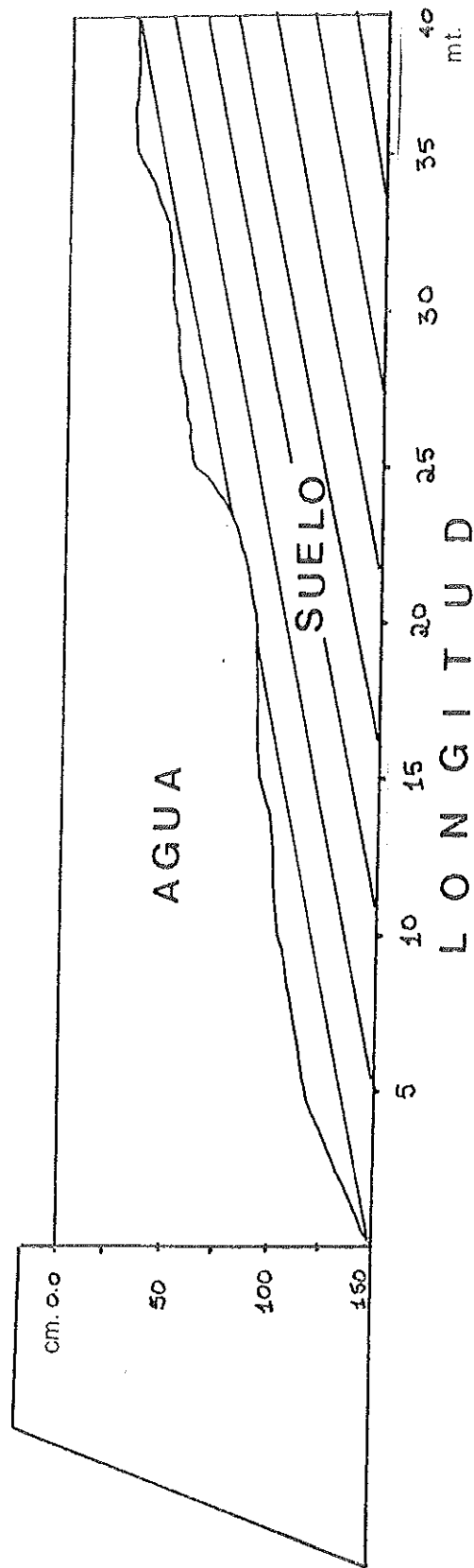


Fig.11 Perfil de la batimetría del embalse de el Ejido Nativos del Valle de Mexicali.

#### 4.- Técnica y Planificación del Cultivo.

##### 4.1 Fertilización del estanque:

En el Ejido Nativos del Valle de Mexicali, se desperdician una serie de subproductos agrícolas y pecuarios (Tabla V), los que podrían utilizarse en la fertilización del estanque, mediante su previa degradación en biodigestores para obtener fertilizantes de tipo líquido, los cuales se pueden aplicar directamente en el agua del embalse (Martínez, 1984); otros tipos de fertilizantes económicos que se podrían utilizar, son los sólidos y semisólidos orgánicos (composta), los cuales se componen generalmente de estiércoles o combinados con subproductos agrícolas.

Utilizando esta alternativa, la fertilización inicial generalmente se efectúa una semana antes de la introducción de los peces, la dosis varía de acuerdo al tipo de fertilizante; posterior a la primer fertilización, se aplican periódicamente en concentraciones del 50. % de la inicial, y la frecuencia puede ser diaria (Porrás, 1981). Se debe tomar en cuenta que la turbidez adecuada para un cultivo de mojarra (Oreochromis mossambicus), es de 40-45 cm. (Martínez, op. cit.).

##### 4.2 Alimentación:

Los hábitos alimenticios de la mojarra (O. mossambicus) son de tipo plantófago, pero también acepta otros alimentos

Tabla V. Algunos subproductos agrícolas y pecuarios  
del Ejido Nativos del Valle de Mexicali ---  
(Aguilera y Sanchez, com. pers.)

DESECHOS AGRICOLAS DE:

calabazas	cebada	cebolla
frijol	lechuga	maíz
melón	rábanos	sandía
sorgo	trigo	tomates
zanahoria	acelgas	

DESECHOS DE ORIGEN ANIMAL

estiércol de caballo

"	"	vaca
"	"	cabra
"	"	cerdo
"	"	gallina
"	"	paloma

\* Mariano Aguilera y E. Sánchez, presidente y tesoro-  
rero del Ejido Nativos del Valle de Mexicali, mpio.  
de Ensenada, B.C.

de tipo agrícola o pecuario (Huet, 1972; Chen, 1976; Hopher y Pruginin, 1981; Hickling, 1962). Esta particularidad de la especie permite que su alimentación sea de fácil obtención y económica.

El mantener una buena fertilización en el estanque, asegura una alimentación natural inducida de buena calidad, pero al mantener una alta densidad de organismos con un crecimiento constante, aumentan las necesidades nutricionales; y para cubrirlas se requiere de proporcionarles un alimento suplementario que aporte una cantidad extra de proteínas a los peces (Aguilera y Noriega, 1985).

#### 4.3 Crianza y cosecha:

En la piscicultura, se debe tomar en cuenta que la temperatura es un factor limitante para el cultivo de peces, y más aún, las temperaturas frías para los peces tropicales. Para la mojarra (Oreochromis mossambicus); se señala que la temperatura mínima requerida para su cultivo es de 16°C, que corresponde a la mínima para el crecimiento normal (Chervinski, 1982); en base a esto se considera que un cultivo de la mojarra (O. mossambicus) para el embalse del ejido, sería factible de iniciarlo en el mes de abril y concluirlo en noviembre, por ser este período cuando las temperaturas del estanque estarían por arriba de la mínima requerida para su desarrollo. En base a lo anterior, considero que se pueden implementar dos períodos de crianza, debido a que en 3 ó 4 meses la mojarra alcanza su madurez sexual.

Al iniciar, las crías se introducirían en el mes de abril, y en el verano se cosecharía parte de los peces, los restantes serán los reproductores preseleccionados, los cuales permanecerán en el estanque hasta que su etapa reproductiva concluya; una vez que los alevines reabsorban el saco vitelino y alcancen una talla de 10 mm., se separan de los adultos para que continúe su engorda dentro del segundo período de crianza, el cual comprendería a partir del momento su nacimiento hasta noviembre, mes en el cual se realizaría la segunda cosecha y selección de las últimas crías nacidas, incluyendo los reproductores para el siguiente año; a éstos peces se les separara para mantenerlos en invernaderos durante la estación fría del año, y así continuar el cultivo en la primavera.

La carga de densidad varía de acuerdo a la etapa en que se encuentre el cultivo; para la etapa de reproducción se recomienda 1 pez/m<sup>2</sup> en una proporción de dos hembras por macho; para la etapa de crianza, hasta la talla de 8 cm. su densidad recomendada es de 37 peces/ m<sup>3</sup>, y para la etapa de engorda 16 peces/ m<sup>3</sup> según lo recomendado por la Secretaría de Pesca para la mojarra (Anónimo, 1982).

#### 4.4 Temporada de reproducción:

En los sistemas acuáticos, la temperatura es el factor ambiental que más interviene en la estimulación a la reproducción de los peces, sin embargo, cada especie presenta su rango óptimo. Para la mojarra (Oreochromis mossambicus)

bicus) es de los 26° a 29°C (Hepher y Pruginin, 1981); pero también se reproducen a temperaturas entre los 20° y 22° (Chervinski, 1982). En los cultivos rústicos de esta misma especie, en el Ejido El Porvenir, municipio de Ensenada, B. C., se registran desoves a temperaturas de 20°C (\* Baylón, com. pers.); estas últimas temperaturas corresponden a los rangos alcanzados durante los meses más cálidos de la zona de estudio (Fig.7 y Tabla I).

Al aproximarse la temporada de reproducción, la mojarra (O. mossambicus) presenta un comportamiento característico; el macho construye nidos en forma de olla en el fondo del estanque, y atrae a las hembras, que nadan en forma inquieta de un lado a otro en busca de nido hasta encontrarlo. En él depositan sus óvulos que el macho inmediatamente fertiliza y la hembra los recoge e introduce en su cavidad bucal para incubarlos, proceso que dura de 4 a 6 días. Al eclosionar los alevines continúan en la boca de la madre hasta que se reabsorbe el saco vitelino; posteriormente empiezan a salir de la boca, pero regresan a ella en busca de protección; cuando finalmente han alcanzado una talla de 10 mm., se alejan definitivamente, pero continúan agrupados en busca de alimento y protección, prin

\* Oscar Baylón Grecco, jefe del departamento de AGUACULTURA, Secretaría de Pesca, Ensenada, B.C.

principalmente cerca de las orillas del estanque (Aguilera y -  
Noriega, 1985).

#### 4.5 Medidas profilácticas:

Para combatir las enfermedades de los peces de culti--  
vo en estanques, es sin lugar a dudas, su prevención. Para  
ello, se han establecido una serie de reglas muy sencillas  
que deben de seguirse según Hickling (1962):

a) Debe de existir un abastecimiento de agua de buena  
calidad y ser lo suficientemente abundante para cubrir los  
requerimientos mínimos de un cultivo piscícola intensivo; -  
como ejemplo, el mantener un nivel estable de agua dentro -  
de los estanques.

b) Existen diferentes tipos de baños químicos para los  
peces, que generalmente se aplican previo a su introducción  
en los estanques; con la finalidad de combatir y prevenir -  
posibles epizootias.

c) Se debe evitar peligros dentro del estanque, como  
ejemplo la disminución de oxígeno disuelto y la contami---  
nación.

d) Mantener el agua del estanque en buenas condicio--  
nes, evitando el crecimiento de malezas acuáticas y el flo--  
recimiento explosivo de microalgas.

e) Presencia de un buen sistema de drenado, que per---  
mita la evacuación total del agua.

f) Mantener las mejores condiciones posibles para los  
peces; evitando las muy altas densidades y el sobremanejo.

g) También es importante mantener los estanques ricos en alimento natural.

h) Cuando mueren los peces por alguna enfermedad contagiosa, es necesario sacarlos inmediatamente del estanque, quemarlos y enterrarlos con cal viva (CaO); como consecuencia se deberá desinfectar el estanque y los medios de captura.

i) Según Amlacher (1964), antes y después del cultivo de peces, se debe lavar el fondo del estanque, removiendo los sedimentos, incluyendo la materia orgánica acumulada del cultivo anterior; posteriormente se desinfecta, aplicando, homogéneamente por toda la superficie del fondo cal viva (CaO), en una proporción de 3 Kg./m<sup>2</sup>, hasta que se reseque.

Nota: Por medio de la Secretaría de Pesca, en su Departamento de Acuacultura de la ciudad de Ensenada, B.C., es posible abastecerse de crías de mojarra (Oreochromis mossambicus), ya que posee un cultivo permanente en el Ejido El Porvenir, municipio de Ensenada, B.C.

## D I S C U S I O N

En los sistemas acuáticos, la temperatura es considerada como uno de los factores más importantes, debido a la gran influencia que presenta sobre la productividad de los mismos, al causar tan variados efectos directos e indirectos (Welch, 1952; Brett, 1979).

En el registro de las temperaturas del embalse, se observó, que no hubo una fluctuación marcada de las temperaturas durante el ciclo de 24 horas, pues su oscilación fue de  $1^{\circ}\text{C}$ ; comparado con las temperaturas ambientales del mismo ciclo, en la que presentó una oscilación de  $13^{\circ}\text{C}$ , sin embargo la temperatura media del estanque y ambiental fueron de  $14^{\circ}\text{C}$ ; esto concuerda con lo reportado por Parks et al. (1975), en donde la temperatura del agua de un estanque no fluctúa gradualmente con la del medio ambiente y donde hay una estrecha coorrelación entre la temperatura ambiental y la del epilimnion. Por otra parte, Welch (op. cit.) menciona que se mantiene una tendencia similar tanto en las variaciones diurnas como en las estacionales en la mayoría de los cuerpos de agua.

Según las temperaturas medias ambientales registradas en los últimos diez años en la zona de estudio, se espera que éstas alcancen temperaturas entre los rangos de  $15^{\circ}$  y  $24^{\circ}\text{C}$  de abril a septiembre, bajando en el mes de noviembre hasta los  $14^{\circ}\text{C}$  aproximadamente; en cuyo rango térmico, la

mojarra (O. mossambicus) puede desarrollar todas sus funciones vitales, aunque no en su óptimo desarrollo. En base a lo anterior, se puede inferir que éste factor no representa una limitante para el cultivo de la mojarra (Oreochromis mossambicus). Por tal motivo se propone que para un cultivo de la mojarra (O. mossambicus) dentro del ejido, su inicio sea en el mes de abril y su conclusión en noviembre.

Con respecto al oxígeno disuelto en los sistemas acuáticos, éste es otro de los parámetros de mayor importancia, ya que es el factor crítico en un cultivo intensivo de peces (Hepher y Pruginin, 1981).

En el monitoreo realizado en el estanque, el oxígeno disuelto mostró valores relativamente bajos, pero se encuentran dentro de los rangos normales que Dimitrov (1974) reportan para estanques someros de pH neutro, para la misma estación del año. Debido a lo anterior, se espera que en las estaciones de primavera y verano aumente este rango, debido a varios factores, como la cantidad de horas luz y temperatura principalmente.

Chervinski (1982) menciona que la mojarra (O. mossambicus) puede tolerar concentraciones de 1 mg./l utilizando el oxígeno atmosférico de la interfase del agua, y hace notar que se han registrado en estanques de experimentación disoluciones de oxígeno hasta de 0.1 mg./l a las que ha sobrevivido por poco tiempo; Amant (1966, citado en Sandoval, 1984) reporta que la condición óptima de oxígeno disuelto

para su desarrollo, es de 6 a 7.5 mg./l, y sus rangos máximos de tolerancia subletal son aquellos menores de 2.9 mg./l y mayores de 10 mg./l; quedando así la concentración de oxígeno disuelto del embalse, dentro de los rangos viables para la mojarra (O. mossambicus).

El dióxido de carbono libre en el agua, se presenta -- en cantidades muy variables debido principalmente a procesos como la respiración, fotosíntesis, descomposición de -- la materia orgánica y por el intercambio gaseoso de la interfase del agua (Welch, 1952). Este factor presenta una -- relación directa con el pH; durante la noche, los procesos respiratorios se invierten, liberando anhídrido carbónico -- al sistema acuático, produciendo un decremento en el pH (Boyd, 1979; Odum, 1972; y Wheaton, 1982).

Las concentraciones de dióxido de carbono para el embalse, registradas para el otoño de 1986 durante un ciclo -- de 24 horas, concuerdan con lo reportado por Odum (op. cit.) y Wehaton (op. cit.).

Otro de los gases disueltos en el agua es el nitrógeno presente en forma de amoníaco. La mayoría de las excreciones nitrogenadas de los peces, son evacuadas por las branquias en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), estado en que se encuentra antes de ser nitrificado, y que además es altamente tóxico para la mayoría de los organismos del medio acuático (Chervinski, 1982). Generalmente los peces mueren a muy

bajas concentraciones de amoníaco disuelto; en el caso particular de la mojarra (Oreochromis aureus) su concentración subletal es de 0.43 - 0.53 mg./l, a las cuales se les considera altas comparándolas con otras especies de peces (Amant, 1966, citado en Sandoval, 1984); mientras que la concentración letal es de 2.4 .g./l soportando hasta un lapso de 48 horas. Sin embargo cuando los peces son aclimatados a concentraciones subletales por 45 días, pueden soportar concentraciones hasta de 3.4 mg./l sin causar la muerte por un período de 48 horas (Chervinski, 1982). Esto da una idea de la resistencia a las altas concentraciones de  $\text{NH}_3$  que soporta esta especie congénérica a la especie aquí propuesta.

El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) no ionizado se encuentra en equilibrio con el amonio ( $\text{NH}_4$ ), el cual no es tóxico para los peces. La toxicidad del amoníaco depende de la concentración de oxígeno disuelto en el agua; cuando es baja aumenta el nitrógeno en forma de amoníaco, incrementándose de esta forma su toxicidad en el medio acuático; de esta manera el pH también se relaciona a lo anterior, es decir que un pH arriba de 7 mantiene al nitrógeno en su forma de amoníaco (Chervinski, op. cit.).

El pH es el factor de mayor importancia asociado al crecimiento de la mojarra (O. mossambicus), según lo observado en los estanques de cultivo por Chervinski (op. cit.). Swingle (1961) reporta que en cultivos de peces, los puntos críticos del pH ácido y alcalino están entre 4 y 11 respec-

tivamente. Mount (1973) hace referencia al pH, y afirma que para la mayoría de los peces un pH menor de 6.5 y mayor de 9, disminuye el crecimiento y la reproducción. Por otro lado, Huet (1972) recomienda para los cultivos de peces un pH entre los 7 y 8 como óptimos.

En lo concerniente al análisis del pH en el embalse -- del ejido, en sus resultados se observa que, aún con su --- fluctuación en un ciclo de 24 horas en el otoño, su valor -- se encontró dentro de lo recomendado por Huet (op. cit.); -- sin embargo cabe citar que la fluctuación de el parámetro -- pH se acentúa más durante la estación de verano para la ma- yoría de los medios acuáticos (Hepher y Pruginin, 1981).

En lo referente a los nutrientes, es conocido que las principales fuentes de nitrógeno en un cuerpo de agua, son la atmósfera y la descomposición de la materia orgánica. -- Estos elementos nutricionales se encuentran disueltos en -- forma inorgánica o en forma orgánica como aminoácidos, pro- venientes de la descomposición de la materia orgánica (Le- vinton, 1982); otra es el nitrógeno amoniacal en forma de nitrito, que también es utilizado por los vegetales (Boyd, - 1979).

El nitrógeno es uno de los factores limitantes en el crecimiento del fitoplancton de los estanques; cuando en -- ellos se agrega fertilizantes ricos en nitrógeno, aumenta -- notablemente la biomasa del fitoplancton y con ello la pro-

ductividad del estanque (O'Brien y Noyelles, 1974).

Wahby (1973) realiza estudios sobre la variación de la concentración de nutrientes para dos estanques, utilizando para cada uno diferente tipo de fertilizante; para el primer estanque reporta un valor inicial de 0.039 mg/l de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) posterior a su fertilización con estiércol de caballo encontró una concentración de 0.112 mg./l, mientras que para un segundo estanque determinó un valor inicial de 0.035 mg./l ( $\text{NO}_3$ ), y un valor de 0.56 mg./l después de haber adicionado un fertilizante inorgánico. Relacionando lo anterior, con las concentraciones de nitratos registradas en el estanque del embalse del ejido, podemos inferir que se encuentran relativamente altas, debido probablemente al aporte natural de materia orgánica que recibe el embalse.

En lo referente a el efecto directo que tiene la concentración de nitratos sobre la mojarra (O. mossambicus), Amant (1966, citado en Sandoval, 1984) reporta concentraciones subletales, al pasar de los 28 mg./l; comparando con las concentraciones encontradas en el agua del embalse, se infiere que las concentraciones del embalse no presentan riesgo para la mojarra (O. mossambicus).

Otra de las formas en que se encuentra el nitrógeno en los medios acuáticos, es a nivel amoniacal combinada con nitrito, el cual es nociva para los peces. Boyd (1979) re-

porta que el nitrito es un factor limitante para la producción de peces en cultivos, ya que la intoxicación por nitritos, produce transformación de la hemoglobina en metemoglobina.

Las concentraciones subletales para la mojarra (O. mossambicus) son de 4.9 mg./l (Amant, 1966, citado en Sandoval op. cit.); al comparar la concentración subletal con el valor medio del estanque (0.055 mg./l), se observa que esta última concentración queda dentro de un rango amplio de seguridad para la mojarra (O. mossambicus).

En el medio acuático el fósforo se encuentra en tres formas distintas: fósforo inorgánico, fósforo orgánico disuelto y fósforo orgánico particulado. Al fósforo inorgánico se le considera la forma de ortofosfatos, el orgánico particulado es aquel que se encuentra en suspensión en el protoplasma, ya sea vivo o muerto, y el fósforo orgánico disuelto o soluble que se deriva de los sólidos por la excreción y descomposición; siendo el ión de ortofosfatos la forma más usada por el fitoplancton (Levinton, op. cit.).

Wahby (op. cit.) reporta que la variación del fósforo en estanques fertilizados con abonos orgánicos e inorgánicos; como en el caso de los nitratos, la concentración de fósforo muestra un rápido incremento después de la adición de fertilizante al estanque; reporta incrementos de 0.003 mg./l a 0.102 mg./l de  $PO_4$  para el fertilizante inorgánico,

y encontró además valores más bajos en la poza fertilizada con el abono orgánico, siendo estos de 0.003 mg. a 0.019 mg. de  $PO_4/l$ , no persistiendo por más de una semana.

En lo referente a la concentración de ortofosfatos en el estanque del ejido, el valor máximo fue de 0.002 mg. de  $PO_4/l$ , siendo muy similar a la reportada por Wahby (op. cit.), esto puede estar relacionado a la cantidad y calidad de materia orgánica aportada al embalse.

La baja concentración de ortofosfatos solubles no afecta directamente a los peces, pero sí a la productividad de fitoplancton, de la cual depende en gran medida la mojarra (O. mossambicus) cuando no se le suministra alimento suplementario.

La alcalinidad es de gran importancia en los cultivos piscícolas, ya que este factor se asocia al pH y a la productividad de un estanque (Hickling, 1962); también hace referencia sobre las aguas calcáreas, afirmando que son más productivas en biomasa de peces que las que no lo son. Schäperclaus (1933, citado en Hickling, op. cit.) presenta un cuadro en el cual correlaciona la alcalinidad de un estanque con la productividad del mismo (ver apéndice). En lo que respecta a los resultados obtenidos del análisis de este parámetro en el embalse del ejido; su valor promedio de 2.2 ml. de HCl 0.1 N, al ser comparado con el cuadro de Schäperclaus (1933, citado en Hickling, 1962), se observa

que dicho valor indica una concentración adecuada para la viabilidad de un cultivo piscícola.

En lo relacionado con la turbidez, ésta es causada--- por un alto contenido de sólidos suspendidos, representa--- dos por minerales de la arcilla; sin embargo, también puede ser causada por una excesiva producción de fitoplancton (Hepher y Pruginin, 1981). La turbidez puede afectar directamente a los peces matándolos, reduciendo su velocidad de crecimiento e impidiendo su reproducción. El mayor efecto mecánico de los sólidos suspendidos, es el daño causado a las estructuras branquiales; y el tamaño del efecto depende de la especie íctica, resistencia, naturaleza de las --- partículas sólidas suspendidas, dureza y angularidad de --- las mismas (Hepher y Pruginin, 1981).

Nikolski (1963) menciona que los efectos mecánicos de los sólidos en suspensión se acentúan cuando el agua contiene cerca del 4 % del volumen en sólidos.

Alabaster y Lloyd (1980) realizaron experimentos sobre la resistencia a las altas concentraciones de arcilla en suspensión, sobre varias especies de peces; en la cual reportan que la mayoría de éstas soportan concentraciones máximas de 100,000 mg./l por una semana o más.

Los sólidos suspendidos también dañan a los peces en forma indirecta; cuando disminuye la penetración de la luz en el agua, la productividad primaria baja al igual que la de los peces (Hickling, 1962).

Morales (1974) recomienda para la mojarra (O. mossambicus) una turbidez de 45 cm., siempre y cuando ésta no sea debida a sólidos suspendidos de arcillas, sino a base de la productividad primaria.

En lo concerniente a la turbidez del estanque del ejido; ésta es causada principalmente por la productividad primaria, y no por sólidos suspendidos de arcillas; pero aún así, su turbidez de 100 cm. no es adecuada para el cultivo de la mojarra (O. mossambicus); por lo que requiere de la fertilización artificial.

La profundidad es un factor que también se toma en cuenta sobre los cultivos piscícolas para optimizar el desarrollo de los peces y facilitar su manejo. Hickling (1962); Aguilera y Noriega (1985) recomiendan para los cultivos rústicos profundidades de 50 a 150 cm. y como óptima 100 cm. En lo que respecta a la profundidad del embalse del ejido; la batimetría mostró un promedio de 82 cm., quedando así, dentro del rango recomendado por Hickling (op. cit.) y Aguilera y Noriega (op. cit.).

## C O N C L U S I O N E S

1.- El Ejido Nativos del Valle de Mexicali, no reúne satisfactoriamente las características adecuadas para el establecimiento de un cultivo piscícola a nivel comercial; sin embargo, el embalse de la zona urbana "El Refugio" dentro del mismo ejido, presentó para el otoño de 1986, algunos parámetros en condiciones favorables para el cultivo no comercial de mojarra (Oreochromis mossambicus).

2.- Se encontró que los factores limitantes de mayor importancia para un cultivo de mojarra (O. mossambicus) dentro del embalse; serían las bajas temperaturas y precipitaciones pluviales de la estación invernal.

3.- La calidad del agua y los parámetros físico-químicos registrados durante la estación otoñal, se encontraron dentro de los rangos aceptables para el cultivo de la mojarra (O. mossambicus).

4.- Según el análisis, del factor temperatura relacionada a la fase de programación del cultivo de mojarra (O. mossambicus) para el embalse; teóricamente es factible obtener dos cosechas de mojarra por año.

## R E C O M E N D A C I O N E S

1.- En el presente estudio, se buscaron áreas susceptibles de cultivo piscícola únicamente en la parte continental del Ejido Nativos del Valle de Mexicali, encontrándola inapropiada; por lo que sugiero que se realicen estudios del mismo tipo para la zona costera del ejido.

2.- Los parámetros físico-químicos que fueron encontrados en condiciones favorables para el desarrollo de la mojarra (O. mossambicus), no son confiables para inferir un éxito en su cultivo; por tal motivo, sugiero que se efectúen monitoreos periódicos de los mismos parámetros, cuando menos en las estaciones anuales de primavera y verano, con la finalidad de aumentar la probabilidad de su éxito.

## L I T E R A T U R A   C I T A T A D A

- ACOSTA, B.L. 1985. "Estudio de los principales recursos naturales terrestres y perspectivas de su aprovechamiento en el Ejido Nativos del Valle de Mexicali", municipio de Ensenada, B.C. 66 pp.  
Informe-Memoria de la Escuela de Ciencias Biológicas, U.A.B.C.
- AGUILERA, H.P. y P.C. NORIEGA, 1985. Que es la Acuicultura. Secretaría de Pesca, México. 57 pp.
- ALABASTER, J.S. y R. LLOYD, 1980. Water Quality Criteria for Freshwater Fish, Butterworths, Londres y Boston. 297 pp.
- AMLACHER, E. 1964. Manual de Enfermedades de los Peces. Ed. Acriba, España. 320 pp.
- ANONIMO, 1982. Manual Programado Para el Cultivo de Tilapia. Secretaría de Pesca, México. 29 pp.
- BARD, J. 1976. Piscicultura intensiva y extensiva en regiones tropicales. En: Anais Do I Encontro Nacional Sobre Limnología, Piscicultura e Pesca Continental. Vargas, J.I., C.G. Cid y R. Milward (1976). Centro de Recursos Naturales de Brasil. 108-137 pp.
- BRETT, E.E. 1979. Environmental factors and growth. En: -- Hoar, W.S. y D.J. Randall, 1979. Fish Physiology. Vol. VIII, Acad. Press. N.Y. 599-667 pp.

- BOYD, C.E. 1979. Lime requirement and application in fish ponds. En T.V.R. Pillay y Wn. A. Dill, (1979). - Advances in Aquaculture. Fishing News Books, Farnham, Surrey, Inglaterra. 120-122 pp.
- CHAPMAN, H.D. y F.P. PARKER, 1979. Metodos de Análisis Para Suelos, Plantas y Agua. Ed. Trillas. 195 pp.
- CHEN, T.P. 1976. Aquacultural Practices in Taiwan. Ed. Page Bros. 162 pp.
- CHERVINSKI, J. 1982. Environmental physiology of Tilapias. - 119-128 pp. En: Pullin, R.S.V. y R.H. Lowe-McConnell (1982). The Biology of Tilapias. ICLARM. Conference Proceeding 7. 432 pp.
- DIMITROV, V. 1974. Mineral fertilization of carp pond in polycultural rearing. Aquaculture 3:273-285 pp.
- FOLLETT, W.I. 1960. The fresh-water fishes-their origins and affinities. En: Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. Syst. Zool. 9(3-4): 212-232.
- HEPHER, B.Y. y Y. PRUGININ, 1981. Comercial Fish Farming. - J. Willey and Sons, Nueva York. 238 pp.
- HICKLING, C.F. 1962. Fish Culture. 2 ed. Faber and Faber, - Londres. 317 pp.
- HUET, M. 1972. Breeding and Cultivation of Fish. Fish News - (Book) LTD, Surrey, Inglaterra. 436 pp.
- LEVINTON, J.S. 1982. Marine Ecology. Prencite-Hall. Inc. - Nueva York. 525 pp.

- LEYVA, M.X. 1983. El Nacionalismo Revolucionario en Baja California. Ed. Penínsular, Tijuana, B.C. Méx. 114 pp.
- MARTINEZ, Z.T. 1984. Modelo de Policultivo en México. Datos Biológicos, Instituto Nacional de Pesca. México. 105 pp.
- MORALES, D.A. 1974. El Cultivo de la Tilapia en México. Datos Biológicos, Instituto Nacional de Pesca. México. 124 pp.
- MOUNT, D.I. 1973. Chronic effect of low pH on fathead minnow survival, growth and reproduction. Water Res. 7:987-993
- NIKOLSKI, G.V. 1963. The Ecology of Fishes. 5 ed. Academic Press. Londres y Nueva York. 352 pp.
- O'BRIEN, W.J. y NOYELLES, 1974. Relationship between nutrients enriched experimental ponds. Hidrobiologia vol. 44(1):105-125
- ODUM, P.E. 1972. Ecologia. 3 ed. Ed. Interamericana. 639 pp.
- PARKS, R.W., E. SCARSBROOK y C.E. BOYD, 1975. Phytoplankton and Water Quality in Fertilized Fish Pond. Auburn Univ. Agr. Exp. Sta. Cir. 224 pp.
- PORRAS, D. 1981. Sobre la utilización en la acuicultura de fertilizantes orgánicos (desechos y excretas). Rev. Latinoamericana de Acuicultura. 9:1-10
- PULLIN, R.S.V. y R.H. LOWE-McCONNELL, 1982. The Biology of Tilapias. ICLARM, Conference Proceeding. 432 pp.

- RUIZ - CAMPOS, G. y S. CONTRERAS - BALDERAS. (en prensa) - Ecological and zoogeographical check-list of the inland fishes from the Baja California península, México. California Fish and Game.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S.A - México. 432 pp.
- SANDOVAL - GONZALES, C.A. 1984. Cultivo Experimental de Tilapia zilli en un Sistema Semicerrado Intensivo, en el Campo Geotérmico de Cerro Prieto, Baja California. Tesis profesional Escuela Superior de - Ciencias Marinas, U.A.B.C. 58 pp.
- S.A.R.H. 1985. (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) Registro de datos estadísticos de precipitación pluvial y temperaturas ambientales de 1976 a 1985. División Hidrométrica de Ensenada, B.C. - Estación Num. 54 Santo Tomás, B.C. Méx.
- SIERRA, C. y J. SIERRA, 1977. Reseña Histórica de la Pesca en México. Departamento de Pesca, México. 95 pp.
- STRICKLAND, J.D.H. y T.R. PARSONS, 1972. A practical handbook of sea water analysis. Fisheries Research - - Board of Can. Bull. 167:77-89
- SWINGLE, H.S. 1961. Relationship of pH of pond waters to - - their suitability for fish culture. Proc. Pacific. Sci. Congress 9(1957), vol. 10(Fish):72-75

- WAHBY, S.D. 1973. Fertylizing fish ponds. I- Chemistry of -  
the water. Auburn Univ. (Ala.) Agr., Exp. Sta. Cir.  
105. 14 pp.
- WELCH, S.D. 1952. Limnology. McGrand-Hill Book. Co. N.Y. ---  
538 pp.
- WHEATON, F.W. 1982. Acuacultura. Ed. AGT. EDITOR, S.A. 704  
pp.

## A P E N D I C E

Cuadro comparativo de Schäperclaus (1933), donde correlaciona la alcalinidad de los estanques con la viabilidad de un cultivo de peces (tomado de Hickling, 1963).

ALCALINIDAD EXPRESADA EN ml. DE HCl 0.1 N REQUERIDO PARA NEUTRALIZAR 10 ml. DE AGUA DEL EMBALSE.	SIGNIFICADO DEL ESTANQUE DE CULTIVO.
Cero ó negativo	Agua fuertemente ácida, no recomendable para la crianza de peces; adicionando cal (CaO) al agua puede ser productiva en la mayoría de los casos.
0.1 - 0.5 ml. equivalente de 2 - 8 gotas de HCl 0.1 N.	Alcalinidad muy baja. Peligro de mortalidad para los peces; pH variable; pobre disponibilidad de dióxido de carbono, agua no muy productiva.
0.5 - 2 ml. equivalente de 8 - 30 gotas de HCl 0.1 N.	pH variable, disponibilidad media de dióxido de carbono y productividad media.
2 - 5 ml. equivalente de 30 a 75 gotas de HCl 0.1 N.	Varía el pH pero en un rango muy corto, dispone de dióxido de carbono y presenta una óptima productividad.

Raramente encontrados. pH muy estable, productividad supuesta mente en declive; la salud de los peces no presenta riesgo.

---

5 ó más ml. equivalente a más de 75 gotas de HCl 0.1-N.