

Universidad Autónoma de Baja California

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS



**"PROPOSICION DE METODOLOGIA PARA EL CULTIVO
PILOTO DE HIBRIDOS DE TILAPIA ROJA (Oreochromis
mossambicus X Oreochromis hornorum) PARA AUTOCONSUMO
EN EL EJIDO NATIVOS DEL VALLE DE MEXICALI,
MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"**

**Informe-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:**

Ignacio Quintana Lucero

Ensenada, B. C.

Abril de 1987


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS


"PROPOSICION DE METODOLOGIA PARA EL CULTIVO PILOTO DE HIBRIDOS DE TILAPIA ROJA (Oreochromis mossambicus X Oreochromis hornorum) PARA AUTOCONSUMO EN - EL EJIDO NATIVOS DEL VALLE DE MEXICALI, MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA!"

INFORME-MEMORIA
DEL CURSO DE TITULACION
QUE PRESENTA:
IGNACIO QUINTANA LUCERO

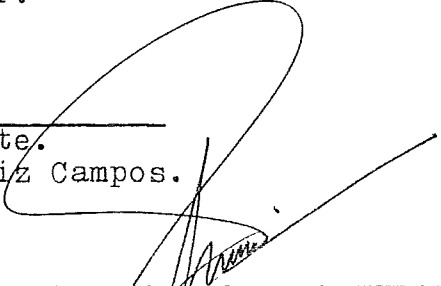
Aprobado por:



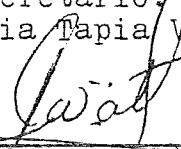
Sinodal Presidente.
M.C. Gorgonio Ruiz Campos.

~~APROBADO~~



Sinodal Secretario.
BIOL. Glavia Tapia Vásquez.



Sinodal (1er. Vocal).
BIOL. Marcelo Rodriguez Meraz.



Sinodal (2do. Vocal).
BIOL. Walterio Garcia Franco.



Sinodal (3er. Vocal).
Oc. Ma. del Pilar Sanchez S.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS

"PROPOSICION DE METODOLOGIA PARA EL CULTIVO PILOTO DE HIBRIDOS DE TILAPIA ROJA (Oreochromis mossambicus X Oreochromis hornorum) PARA AUTOCONSUMO EN - EL EJIDO NATIVOS DEL VALLE DE MEXICALI, MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA".

INFORME-MEMORIA

DEL CURSO DE TITULACION:

"EVALUACION DE RECURSOS BIOTICOS DE UN ECOSISTEMA MEDITERRANEO (EJIDO NATIVOS DEL VALLE DE MEXICALI)".

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

PRESENTA

IGNACIO QUINTANA LUCERO

ENSENADA, B.C. ABRIL DE 1987.

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	7
AREA DE ESTUDIO	8
MATERIALES Y METODOS	12
RESULTADOS	16
A).- Desarrollo bibliográfico	16
1).- Biología de las tilapias	16
2).- Métodos para obtener poblaciones monosexuales	30
3).- Fertilización de cultivos piscícolas	35
4).- Encalado de estanques	38
5).- Transporte de peces	40
B).- Resultados del área de estudio	42
1).- Descripción fisiográfica del área de estudio	42
2).- Condiciones ambientales de la zona de estudio	47
3).- Dimensiones del embalse en estudio	47
4).- Parámetros físico-químicos del agua del embalse	53
5).- Técnica de cultivo para el embalse en estudio	59
DISCUSIONES	64
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
LITERATURA CITADA	71

INDICE DE TABLAS

TABLA I	Características que permiten el sexado en tilapias (según Maar <u>et al.</u> , 1966)	28
TABLA II	Descripción de perfiles en el área de estudio .	45
TABLA III	Análisis de los perfiles descritos y del sedimento del embalse	46
TABLA IV	Composición de la vegetación del área de estudio, que influye directamente en el embalse aportando: sombra, humedad, materia orgánica y reteniendo la erosión	48
TABLA V	Resultados de parámetros físico-químicos, realizados en el embalse durante un ciclo de 24 - Hrs., los días 2 y 3 de noviembre de 1986	56
TABLA VI	Resultados de nutrientes del agua en miligramos/litro en un ciclo de 24 horas, durante el 2 y 3 de noviembre de 1986.....	60

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Localización del ejido Nativos del Valle de Mexicali, municipio de Ensenada, Baja California	9
Fig. 2	Mapa con las 3 secciones del ejido Nativos del Valle de Mexicali, Ensenada, Baja California	10
Fig. 3	Distribución mundial de Cíclidos (según Balarin -- 1979)	19
Fig. 4	Diagrama de los genitales de los peces adultos: macho y hembra de <u>O. mossambicus</u> (según Maar, <u>et al.</u> , 1966)	27
Fig. 5	Reducción del plano de la zona urbana del ejido ...	43
Fig. 6	Descripción fisiográfica del área de estudio	44
Fig. 7	Registro promedio mensual de temperaturas durante -- 10 años (1976-1986). Estación Meteorológica No. 52 de Santo Tomás, División Hidrométrica (SARH), Ensenada, Baja California	49
Fig. 8	Registro promedio mensual de lluvias durante 10 años (1976-1986). Estación Meteorológica No. 52 de Santo Tomás, División Hidrométrica (SARH), Ensenada Baja California	50
Fig. 9	Registro promedio mensual de evaporación durante -- 10 años (1976-1986). Estación Meteorológica No. 52 de Santo Tomás, División Hidrométrica (SARH), Ensenada, Baja California	51
Fig.10	Esquema con las dimensiones del embalse	52
Fig.11	Medidas del dique del embalse	54
Fig.12	Esquema con la Batimetría del embalse	55
Fig.13	Registro de la temperatura ambiente en el embalse -- cada 3 horas, durante un ciclo de 24 horas (día y -- noche), 2 y 3 de noviembre de 1986.....	57
Fig.14	Registro de la temperatura, oxígeno disuelto y pH -- del agua del embalse cada 3 Hrs., durante un ciclo de 24 Hrs. (día y noche), del 2 y 3 de noviembre de 1986	58
Fig.15	Etapa de duración del cultivo basado en las temperaturas medias mensuales registradas durante los últimos 10 años, por la Estación Meteorológica No. 52 -- de Santo Tomás, dependiente de la SARH.....	62

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio preliminar para realizar un cultivo piloto de peces, en un embalse localizado en el ejido Nativos del Valle de Mexicali, municipio de Ensenada, Baja California, México. El cultivo propuesto es para engorda, con juveniles híbridos machos de tilapia roja (Oreochromis mossambicus X Oreochromis hornorum), con una duración de 5 meses, de mayo a octubre considerado como siembra de verano.

El propósito de sembrar híbridos de tilapia es, el de evitar el problema que se presenta en los cultivos con las poblaciones mixtas (de machos y hembras), al alcanzar a reproducirse a una temprana edad, provocando una alta densidad en la población, originándose el enanismo en los peces.

El género Oreochromis sp., se caracteriza por ser omnívoro y puede aprovechar al máximo el alimento natural, producido en el embalse. Dicho alimento se pretende incrementar por medio de la fertilización, aplicando estiércoles orgánicos principalmente vacunos, porcícolas y avícolas, los cuales se producen en el mismo ejido.

El trabajo en parte es de carácter bibliográfico, donde se exponen los siguientes temas: Biología de las tilapias; métodos para obtener poblaciones monosexuales; fertilización de aguas piscícolas; encalado de estanques y técnica para el transporte de peces.

En la investigación práctica se realizaron estudios preliminares de los parámetros físico-químicos del agua y del medio ambiente, tipo de suelo, topografía, vegetación y finalmente se desarrolló una técnica de cultivo para el embalse en estudio.

La piscicultura, es una rama de la acuicultura que tiene por objeto el cultivo racional de peces, y que comprende particularmente el control de su crecimiento y reproducción (Huet, 1970).

Con el propósito, de incrementar la producción de proteínas de origen animal, los investigadores se han abocado a la búsqueda de especies acuáticas que por sus características sean susceptibles para cultivo. El curso de éstas investigaciones ha permitido asegurar que la tilapia, constituye una especie dulceacuícola con amplias posibilidades de cultivarse para la obtención de proteínas a bajo costo (Anónimo, 1983).

El inconveniente fundamental, en el cultivo de la tilapia es su precoz maduración sexual, lo que impide continúe su desarrollo y crecimiento en un corto plazo (Aguilera y Noriega, 1985). Sin embargo, una de las soluciones -- que se han propuesto para resolver éste problema es la producción de híbridos ya que la cruce entre dos determinadas especies de tilapia, produce progenie que en su mayoría resultan de sexo masculino.

El presente trabajo desarrolla un estudio preliminar para implementar un cultivo piloto de engorda con juveniles híbridos de tilapia roja (Oreochromis mossambicus hembra X Oreochromis hornorum macho) en un embalse localizado en el ejido "Nativos del Valle de Mexicali", a 16 Km. del poblado de Santo Tomás, municipio de Ensenada, Baja California, México.

Se realizaron actividades originales de investigación con relación al área de estudio, y una revisión bibliográfica con temas de interés para el desarrollo del cultivo. En el primer caso se desarrollaron las siguientes actividades: se realizó una descripción fisiográfica del área de -

estudio, considerando el tipo de suelo, las pendientes y la vegetación presente; se describió la forma y el tamaño del embalse; se determinó de manera preliminar la calidad del agua del embalse; se investigaron las condiciones ambientales (temperaturas, precipitaciones, y evaporaciones), que prevalecieron durante los últimos 10 años en la zona de estudio, considerando los datos registrados por la Estación Meteorológica No. 52 del poblado Santo Tomás, dependiente de la S.A.R.H.

Para la revisión bibliográfica se consideraron los siguientes temas: la biología de las especies en estudio, considerando básicamente los hábitos ecológicos, alimenticios y reproductivos; otro tema describe los métodos para obtener poblaciones monosexuales de solamente machos, entre los que destaca el de hibridación; también se revisan los aspectos de fertilización del agua, principalmente a través de la aplicación de fertilizantes orgánicos y los últimos temas tratan el encalado de estanques y técnica para el transporte de peces vivos.

Se propone el cultivo de tilapias omnívoras, ya que se espera aprovechen al máximo el alimento natural producido en el estanque, y éste alimento a su vez, puede ser mantenido por medio de fertilizantes orgánicos que se pueden adquirir en los cultivos porcícolas y avícolas del ejido; también se pueden aprovechar los subproductos agrícolas.

El ejido prácticamente no cuenta en la actualidad con fuentes de trabajo permanentes, ya que no existen los medios para realizar actividades de trabajo. El ejidatario regularmente lleva a cabo sus labores en las zonas aledañas de la región; la propuesta del trabajo pretende vincular a la comunidad ejidal con actividades piscícolas que no requieran de serios gastos. El cultivo de peces vendría a favorecer la dieta de los pobladores a bajos costos.

Los primeros testimonios fidedignos sobre acuicultura - provienen de China, en los que se describe el cultivo de carpas, tanto para fines ornamentales como para alimentación, - lo que se remonta al siglo V a.C. (Aguilera y Noriega, 1985).

En México, la piscicultura tuvo un gran desarrollo muchos siglos atrás, en lo que fue el vasto Imperio Azteca. En nuestra desaparecida Tenochtitlan, el cultivo de peces y la venta de pescado fresco fue una de las actividades que más - sorprendieron a los conquistadores (Morales, 1975).

En 1884, Esteban Chazari hace su aparición en el panorama de la piscicultura en México, presentando un trabajo a la entonces Secretaría de Fomento, titulándolo como: "Ideas sobre la importancia de impulsar vigorosamente la piscicultura en el país". Además, en su libro "Piscicultura de agua dulce" resume todos los conocimientos de piscicultura de la época y plantea sus ideas para llevarlas a la práctica, especialmente en aguas interiores (Morales, op. cit.).

En 1903, la Secretaría de Fomento y Colonización introdujo por primera vez en México la carpa (Cyprinus carpio) en el Río Lerma. En los años subsecuentes, prevaleció una floreciente actividad piscícola, que se vió paralizada en la época de la Revolución de 1910, y es hasta 1923, cuando vuelve a resurgir las actividades piscícolas (Morales, op. cit.).

Mientras que en México se reiniciaba el desarrollo piscícola en 1924, en el continente africano se iniciaban los primeros cultivos experimentales con tilapia, principalmente en Kenia y el Zaire (Congo), hasta que se popularizaron en Sudafrica y Rodesia; simultáneamente la tilapia fue introducida en la isla de Java (Indonesia), donde se difundió en todo el Sureste Asiático. Los primeros resultados obtenidos en Malasia, causaron grandes expectativas en relación - a su potencial reproductivo, contribuyendo a que de 1950 a

a 1970, fuese distribuida al resto del mundo (Aguilera y No riega, op. cit.).

En México, de 1930 a 1976, la piscicultura se desarrollaba bajo dos tendencias: una para la práctica deportiva y la otra para el consumo rural. De 1930 a 1950 predomina la primera surgiendo los clubes deportivos de pesca, en cambio de 1950 a 1976 prevalece la piscicultura rural y precisamente es cuando se introduce en nuestro país, en 1964, las primeras tilapias procedentes de Auburn, Alabama, U.S.A, cultivándose por primera vez en Temascal, Oaxaca, dos años después se sembró en la presa Miguel Alemán del mismo estado. En la actualidad existen varios centros piscícolas que trabajan con tilapia, así como también se ha adaptado a un gran número de ríos y embalses, donde se puede obtener (Anónimo, 1983).

En 1976, se introdujo tilapia por vez primera en Baja California, implementándose cultivos extensivos, en los canales de riego del Valle de Mexicali, posteriormente, en 1983, se difundió al municipio de Ensenada, Baja California (Oscar Baylón, com. pers.*).

En el ejido El Porvenir, localizado en el Valle de Guadalupe, delegación de Ensenada, Baja California, se inició en 1984, una granja piscícola con cultivos semi-intensivos con producciones de tilapia. La granja cuenta con almacenamiento de crías y reproductores (Oscar Baylón, com. pers.).

En la Bahía San Quintín, localizada aproximadamente a 200 Km. al sur de Ensenada, sobre la costa del Océano Pacífico, se está practicando el cultivo de tilapias en jaulas con agua de mar. Estos cultivos los está realizando la Soc. Coop. de Producción Pesquera Bahía Falsa, S.C.L., asesorados por la Delegación Federal de Pesca de Ensenada, Baja California (Guillermo Rubio, com. pers.**).

* Oscar Baylón.- Jefe del Depto. de Acuicultura de PESCA, en Ensenada, Baja California.

** Guillermo Rubio.- Investigador del Depto. de Acuicultura de PESCA, en Ensenada, Baja California.

La tilapia es una mojarra perteneciente a la familia - Cichlidae, que comprenden alrededor de más de 100 especies, donde la mayoría son de origen africano, otras de Asia Me-- nor y algunas de Centro América (Huet, 1970).

Las ventajas de la tilapia para cultivarse son: gran - resistencia física, rápido crecimiento, resistencia a enfer- medades, tolera altas densidades de población, habilidad pa- ra sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno, es muy -- eurihalina, y tiene gran capacidad para nutrirse a partir - de una amplia gama de alimentos naturales y artificiales (- Aguilera y Noriega, 1985).

La hibridación de dos especies de tilapias para obte-- ner una población de machos híbridos, fue iniciada por --- Hickling (1960; citado por Hopher y Pruginin, 1981), quien cruzó a O. mossambicus hembra con O. hornorum macho, obte-- niendo un 100% de machos.

La presencia de hembras de tilapia en los estanques de engorda ocasiona dos problemas mayores en el cultivo de es- tos peces: (1) Los alevines compiten por el alimento con -- los peces adultos, (2) Las hembras crecen más despacio que los machos, disminuyendo la producción de carne (Sipe, 1981). Por éstas razones se ha orientado la investigación al desa- rrollo de métodos para depositar solamente machos en los es- tanques de engorda.

Una población monosexual de sólo machos puede obtener- se de 3 formas (Hopher y Pruginin, op. cit.): (1) separan-- do machos de hembras por diferencias en sus papilas genita- les. (2) por medio de una reversión sexual a temprana edad, alimentándolos con hormonas. (3) cruzando dos especies de - Sarotherodon u Oreochromis para obtener sólo machos híbri-- dos, o un alto porcentaje de machos, ya sea del 90% a más.

Según Lovshin (1982), los híbridos de tilapia han de-- mostrado un crecimiento potencial impresionante, aceptando

una amplia variedad de dietas, tanto comerciales como agrícolas.

Los acuicultores han utilizado desde la antigüedad subproductos y desechos, incluyendo los del hombre, para fertilizar sus estanques con el objeto de aumentar el crecimiento de los organismos acuáticos y la producción, dándose un mayor énfasis al empleo de las excretas porcinas (Pretto, --- 1980).

OBJETIVOS

Objetivo general.

Proponer la metodología adecuada para el aprovechamiento integral de los recursos hidrológicos, mediante un cultivo piloto de peces de engorda para autoconsumo.

Objetivos particulares.

- a).- Conocer mediante la consulta bibliográfica, la biología de las tilapias y los requerimientos básicos para su -- cultivo.
- b).- Reconocimiento fisiográfico del área de estudio, determinando la calidad del suelo, la topografía y la vegetación presente.
- c).- Determinar algunos parámetros físico-químicos del agua del embalse.
- d).- Definir el tamaño del embalse para determinar su capacidad de carga.
- e).- Determinar las condiciones ambientales de la zona de estudio.
- f).- Utilizar los subproductos agrícolas y ganaderos para la alimentación de los peces.

AREA DE ESTUDIO

Localización geográfica.

El ejido "Nativos del Valle de Mexicali", se encuentra situado aproximadamente a 16 Km. al Suroeste del poblado de Santo Tomás, municipio de Ensenada, Baja California (Fig.1). Está dividido de la siguiente manera:

Sección A: 4,188 Has.

Sección B: 1,332 Has.

Sección C: 294 Has.

El embalse donde se propone el cultivo de peces está ubicado en la Sección A, precisamente donde se localiza la zona urbana del ejido (Fig. 2). Dicho embalse se localiza en un pequeño valle de sedimentación pluvial, entre áreas cerriles alimentado por pequeños arroyos.

La Dirección de Estudios del Territorio Nacional ----- DETENAL, dentro de sus cartas topográficas ubica a la zona del ejido dentro de Punta San Isidro (HIIB32) y San Vicente (HII33).

Las coordenadas de su ubicación son:

Sección A: 31° 26' 25" N y 116 21' 18" W

Sección B: 31° 23' 00" N y 116 26' 30" W

Sección C: 31° 20' 37" N y 116 16' 24" W

Clima.

Presenta un clima tipo BSK de acuerdo con la clasificación de Koppen: clima seco o estepario templado, con verano cálido y lluvias en invierno (Rzedowski, 1983).

Fisiografía.

Está representada por lomeríos bajos, medianos, altos y cerriles, con pendientes que varían desde un 40 hasta un 55% quedando dentro de la clasificación de "ondulada a quebrada" y de "quebrada a cerriles" (COTECOCA-SARH, 1976; citado por Acosta, 1985).

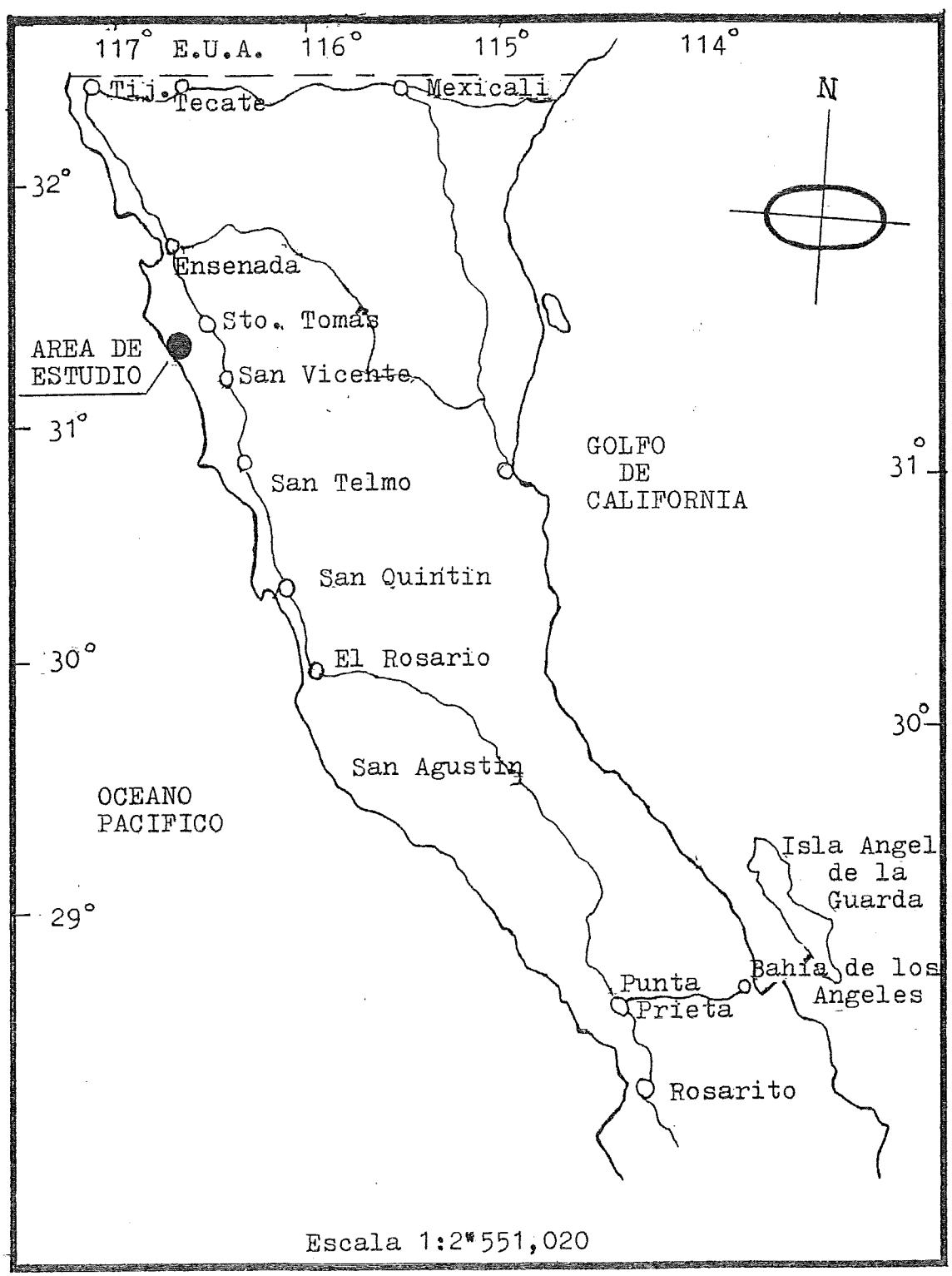


Fig. 1 Localización del ejido Nativos del Valle de Mexicali municipio de Ensenada, Baja California.

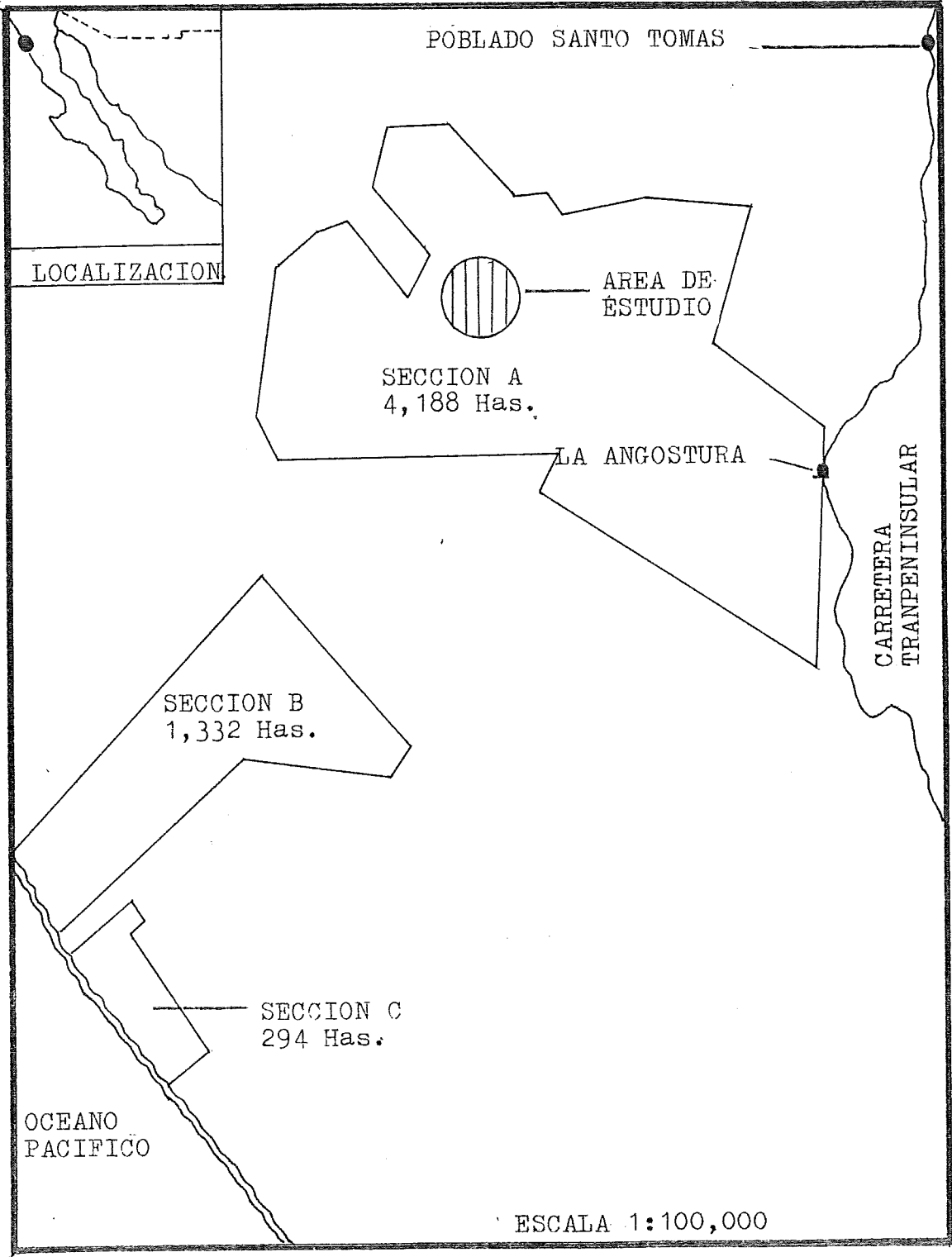


Fig. 2 Mapa con las 3 secciones del ejido Nativos del Valle de Mexicali, Ensenada, Baja California.

Esta zona descansa sobre formaciones del Cretácico Inferior, representada por rocas ígneas extrusivas ácidas; además, pequeñas áreas con formaciones del período Cuaternario, tiempo Pleistoceno Reciente, representado por aluviones y médanos, en menor proporción, formaciones del Mesozóico y Paleozóico, representado por rocas Metamórficas y Sedimentarias como: calizas, ludolitas, arcillas y areniscas; existen también formaciones del Período Terciario, representado por basalto y brechas volcánicas, además de pequeñas áreas con riolita de intemperismo somero y baja permeabilidad (según la Carta Geológica de Baja California, elaborada por el Instituto de Geología de la UNAM, 1983; citado por Acosta, 1985).

Suelo.

Es de origen "in situ" coluvial, de textura limo-arenoso y arcilloso-arenoso, de estructura angular y blocosa subangular, de consistencia firme. La profundidad varía de media a profunda (0.50 cm. a más) y, en algunos casos somero; el drenaje va de medio a lento. El relieve varía de normal a ligeramente excesivo, presentándose escurrimiento superficial moderado a rápido. La erosión es hídrica laminar y en surcos grado moderado; presenta en mayor proporción la erosión eólica, ocasionada por los vientos procedentes del Océano Pacífico. La pedregosidad es casi nula, localizándose pequeñas áreas de suelo gravoso y de rocosidad. La coloración varía de claro a rojizo (COTECOCA-SARH, 1976; citado por Acosta, 1985).

Vegetación.

El ejido queda comprendido entre los tipos de vegetación de: Matorral Mediano Esclerófico y Matorral Mediano Crasísimulifolio Subespinoso (COTECOCA-SARH, 1976; citado por Acosta, 1985).

MATERIALES Y METODOS

Revisión bibliográfica.

Se realizó una revisión bibliográfica considerando los temas siguientes: Biología de las tilapias; métodos para la obtención de poblaciones monosexuales de machos; fertilización de estanques; encalado de estanques y transporte de peces.

Actividades de campo y laboratorio.

Para la descripción fisiográfica del área de estudio, se procedió a mapear, describir perfiles de las unidades mapeadas y, llevar a cabo análisis químicos de los perfiles de los suelos.

Mapeo del área.

Para ubicar el paisaje, donde se encuentra localizado el embalse, fue necesario, realizar unidades de mapeo por medio de un plano (escala 1:2500), de la zona urbana del ejido.

En el campo se utilizó, la técnica de mapeo de Elbersen (1974), que consiste en delimitar las líneas de división de las unidades de suelos, considerando su tipo, la pendiente, y la vegetación presente. Se consideraron en el mapeo, tres unidades: la cerril, la zona de sedimentación, y la última unidad fue la corriente pluvial que cruza longitudinalmente la zona de sedimentación y va a desembocar en el represo o embalse.

Descripción de perfiles.

Para comprobar si las unidades de mapeo fueron correctas se hicieron tres perfiles en la zona cerril, y tres más en la zona de sedimentación. Los perfiles fueron descritos siguiendo los métodos sugeridos en el Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo, propuesto por Cuanalao de la Cerda (1975).

El material utilizado consistió del equipo elemental -- edafológico.

Análisis de suelo y sedimento.

Se tomaron muestras de suelo de los perfiles descritos y de sedimento del embalse para realizar su posterior análisis en el laboratorio de Edafología de la Escuela Superior de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.

Básicamente se analizó la materia orgánica y el Potencial de Hidrógeno (pH). Para la determinación de materia orgánica (M.O.), se utilizó el método de Walkley y Black; y para determinar el pH se utilizó el método del Potenciómetro; ambos métodos publicados por Franco (1981).

Vegetación.

Se tomaron muestras de las especies vegetales presentes en el área de estudio, colocándolos en las prensas botánicas siendo posteriormente trasladadas al laboratorio de Botánica de la Escuela Superior de Ciencias, U.A.B.C., con el propósito de conocer la identidad taxonómica de los ejemplares colectados.

Características climáticas.

Para conocer algunas de las características climáticas de nuestra zona de estudio, se procedió a recopilar la información de los últimos 10 años (1976-1986), principalmente sobre temperatura, precipitación, evaporación, registradas por la Estación Meteorológica No. 52, ubicada en el poblado de Santo Tomás, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Características morfológicas del embalse.

Dimensiones.

Para hacer la medición del embalse se utilizó una cuerda, con acotaciones de 5 m. La medición de lo largo del em--

balse se hizo a través del contorno que originaba el nivel del espejo de agua. Para calcular la anchura del embalse se hicieron medidas transversales cada 5 m. de distancia a lo largo del estanque.

Batimetría.

Para conocer la profundidad promedio del cuerpo de agua se usó un estadal, efectuando mediciones a lo largo del embalse, cada 5 m. de distancia.

Volúmen de agua.

Para calcular el volúmen de agua contenida por el embalse, se multiplicaron los resultados de: largo, ancho y profundidad promedio del embalse.

Características físico-químicas del agua y ambiente.

Para conocer los parámetros físico-químicos más importantes que prevalecían en el cuerpo de agua, se proyectó una estación de muestreo de 24 Hrs., en la que se tomaron datos a intervalos de 3 Hrs., iniciando a las 10:00 A.M. del día 2 de noviembre de 1986, y terminando a las 7:00 A.M. del día 3 de noviembre del mismo año. Se tomaron "in situ", los siguientes parámetros:

Oxígeno disuelto.

La determinación de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, se realizó por medio de un oxímetro modelo 57YSI.

Potencial de hidrógeno.

Los valores del pH se determinaron "in situ", por medio de métodos colorimétricos, y en el laboratorio, con el auxilio de un Potenciómetro marca Corning Modelo 310 con electrodos de vidrio y precisión (0.1 unidades).

Temperatura del agua y del ambiente.

Para medir la temperatura del agua y del ambiente se utilizaron dos termómetros con escala de -30 a 50°C .

Se midió la turbidez del agua, por medio del disco de Secchi, construido con plástico de 30 cm. de diámetro.

Determinación de nutrientes.

Se tomaron muestras de agua, cada tres Hrs. utilizando botellas ámbar de 300 ml., agregando a cada muestra 2 o 3 - gotas de Cloruro de Mercurio (HgCl) como fijador, siendo - trasladadas al laboratorio. Los nutrientes analizados son - los siguientes:

Nitratos (NO_3).- Se determinaron utilizando el método colorimétrico del ácido fenol-disulfónico (Franco, 1981).

Fosfatos (PO_4).- Se determinaron a través del método - colorimétrico, basado en la reducción del molibdato de amonio a ácido ascórbico (Franco, op. cit.).

Amonio (NH_4).- Este compuesto fue determinado por medio del método colorimétrico de fenato (Franco, op. cit.).

Alcalinidad.- Se determinó por métodos volumétricos, - titulando con ácido sulfúrico y usando como indicador anaranjado de metilo (Franco, op. cit.).

RESULTADOS

A).- Desarrollo bibliográfico.

1).- Biología de las tilapias.

Descripción taxonómica (según Lagler et. al.).

Phylum:	Vertebrata.
Subphylum:	Craneata.
Superclase:	Gnathostomata.
Serie:	Pisces.
Clase:	Osteichthyes.
Subclase:	Actinopterygii.
Superorden:	Teleostei.
Orden:	Perciformes.
Suborden:	Percoidei.
Familia:	Cichlidae.
Géneros:	<u>Tilapia</u>
	<u>Sarotherodon</u>
	<u>Oreochromis</u>

Nombre común: Tilapia, Mojarra, Mojarra africana.

En el presente trabajo se plantea el cultivo del híbrido: Oreochromis mossambicus Peters (hembra) X Oreochromis hornorum Trewavas (macho).

Dada la gran diversidad de las especies pertenecientes al grupo de las tilapias*, su clasificación taxonómica resulta muy compleja. En la actualidad se ha aceptado dividir al grupo generalmente conocido como tilapia en tres géneros, -- atendiendo a su origen, morfología, hábitos alimenticios y reproductivos.

Características de los géneros de tilapias (según Aguilera y Noriega, 1985).

* Se utilizará el nombre común de tilapia para referirse de manera general al grupo. Cuando se haga alusión al género Tilapia spp, se nombrará anteponiendo el término: "género".

Tilapia spp: Hábitos alimenticios generalmente herbívoros. La incubación de huevos y protección de los alevines se realiza sobre el substrato del fondo.

Sarotherodon spp: Hábitos alimenticios, que tienden a ser plantófagos. La incubación de huevos y protección de los alevines la efectúa el macho en su cavidad bucal (en algunas especies la efectúan ambos sexos).

Oreochromis spp: Hábitos alimenticios generalmente omnívoros. La incubación de huevos y protección de los alevines la efectúa la hembra en su cavidad bucal, la que emigra a una área más protegida.

Diagnósis de los Cíclidos (según Aguilera y Noriega, 1985).

- La familia Cichlidae está compuesta por más de 700 especies.

- Se diferencian de las percas verdaderas (Percidae) y otras mojarras (Centrarchidae) por la presencia de una nostrila a cada lado de la región cefálica.

- El cuerpo es generalmente comprimido lateralmente, a menudo discoidal, raramente alargado.

- En muchas especies, la región cefálica del macho es más grande que la de la hembra; algunas veces, con la edad y el desarrollo se presentan en el macho tejidos adiposos en la región distal y dorsal de dicha región.

- Presentan boca protractil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios hinchados.

- Las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Pueden o no presentar un puente carnos, encontrado en la parte media del maxilar inferior, debajo del labio.

- Presentan radios branquiostegos de 5 a 6, y un número variable de branquiespinas según la especie.

- La parte anterior de las aletas dorsal y anal, es siempre corta y consta de una espina y de radios en su parte ter-

minal, que en los suelen estar fuertemente pigmentadas.

- La aleta caudal es homocerca, redondeada, truncada o raras veces escotada según la especie.

- La línea lateral está interrumpida dividiéndose en dos partes: la porción anterior que se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal, y la porción posterior aparece por debajo donde termina la línea lateral anterior, hasta el final de la aleta caudal.

- Presentan escamas de tipo ctenoideas.

- El número de vertebras aumenta con la edad y pueden -- ser de 8 a 40.

Distribución geográfica.

La familia Cichlidae se encuentra distribuida naturalmen de en las zonas tropicales de: Africa, Palestina, América, In dia y Ceylán (Fig. 3). El grupo más importante perteneciente a ésta familia es el de los peces comunmente conocido como tilapias. Sin embargo, las tilapias son endémicas, únicamente - de Africa y Palestina (Lagler et. al., 1977).

En la actualidad, las tilapias han sido distribuidas en el resto del mundo atendiendo a introducciones artificiales.- Su distribución natural queda circunscrita a las áreas tropi cales y subtropicales, delimitadas por las isoterms inverna les de los 20°C. La amplia distribución de algunas especies - se debe a los trasplantes deliberadamente realizados por el - hombre (Aguilera y Noriega, op. cit.).

Las especies: Oreochromis mossambicus y Oreochromis hor norum, tienen una distribución natural al Suroeste de las cos tas de Africa (Fig. 3), por lo que tienden a ser muy eurihali nas (Baron, 1974; citado por Pullin y McConell, 1982)

Requerimientos ecológicos.

Temperatura.

Las tilapias prefieren temperaturas elevadas, y por lo --

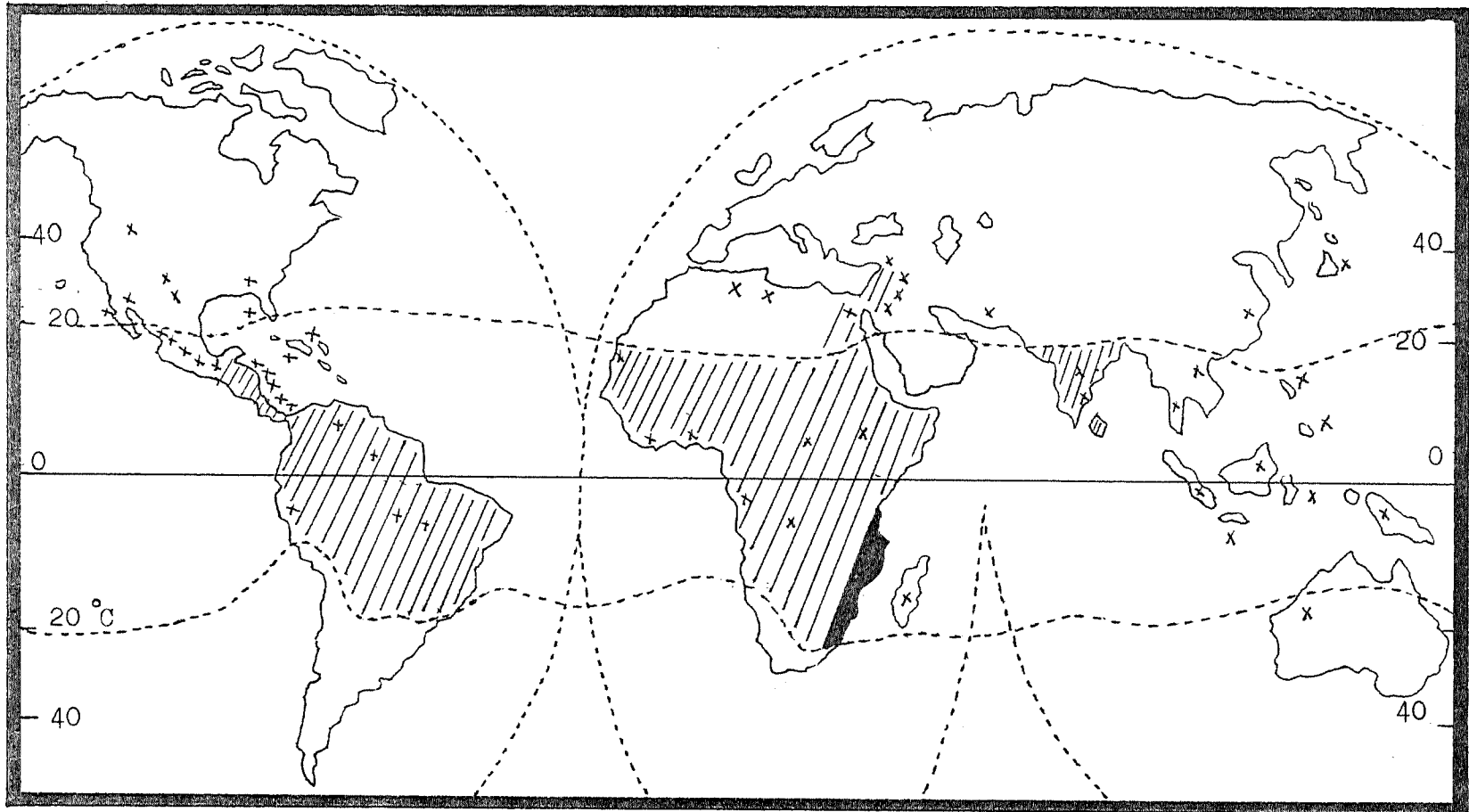





Fig. 3 Distribucion mundial de Cíclidos (según Balarin, 1979).

-  Distribución natural de Cíclidos.
-  Introducciones de O. mossambicus y O. hornorum.
-  Distribución natural de O. mossambicus y O. hornorum.

tanto es uno de los factores ambientales que se deberán tomar en cuenta al elegir el sitio para su cultivo.

Las tilapias son capaces de existir en un amplio rango de temperatura que va de 8 a 40°C y pueden adaptarse a diferentes condiciones siempre y cuando se practique la aclimatación (Maar et. al., 1966).

El rango natural de temperatura en el que habita la tilapia oscila entre los 18 y 30°C. aunque pueden soportar temperaturas menores, y las requeridas para el desove se encuentran entre 26 a 29°C (Huet, 1970).

Salinidad.

Las tilapias son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un ancestro marino; por lo tanto, conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en -- aguas saladas (Kirk, 1972).

Oreochromis mossambicus, es una especie altamente eurihalina, ya que puede tolerar altos niveles de salinidad. Muchos investigadores reportan sobre su capacidad para crecer y aún más para reproducirse en agua de mar (Uchida y King, 1962; Poper y Lichatowich, 1975).

Las tilapias dejan de reproducirse cuando la salinidad del agua excede al equivalente de 50% de la del mar; ésta -- imposibilidad a reproducirse quizá se debe a que los huevecillos no soportan altas presiones osmóticas (Chervinski, -- 1974; citado por Kirk, op. cit.).

Oxígeno disuelto.

La tilapia es capaz de sobrevivir en condiciones extremadamente adversas y son frecuentemente encontradas donde -- no pueden sobrevivir otras especies. La baja demanda de oxígeno de este grupo es un factor que les permite ocupar medios ambientes extremos (Morgan, 1972; citado por Pruginin, 1975).

Las tilapias tienen la capacidad de saturar de oxígeno su sangre, cuando la presión parcial de éste es baja. Así - mismo, tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno - cuando la concentración en el medio es baja (inferior a 3 - mg/l), y cuando ésta concentración disminuye aún más, su me- tabolismo se vuelve anaeróbico (Doudoroff y Ahumay, 1970; - citado por Hora y Pillan, 1982).

En observaciones en medios naturales, estanques y jau- las, se ha comprobado que las tilapias son muy resistentes a bajos niveles de oxígeno disuelto (Balarin, 1979).

Los niveles más bajos de oxígeno disuelto que han sido registrados en O. mossambicus y O. hornorum son de 0.1 ppm (Hepher, 1977).

Cuando la concentración de oxígeno en el medio es baja el consumo de alimento se reduce y por lo mismo, también el crecimiento de los peces. Para ello es conveniente que las condiciones de un cultivo no permitan que el oxígeno disuel- to descienda a niveles críticos, inferiores a 2 o 3 mg/l, - particularmente en ausencia de luz (Hepher, op. cit.).

Potencial de hidrógeno.

Los valores del pH del agua requeridos en un cultivo, no se refieren tanto a su efecto directo sobre la tilapia, sino más bien, a que se favorezca la productividad natural del estanque. El rango óptimo del pH del agua para fines -- piscícolas oscila entre 7 y 8. Por otra parte, mientras más estable permanezca el pH, mejores condiciones se propicia-- rán para la productividad natural; lo que constituirá una - fuente importante de alimento para la tilapia cuando el cul- tivo se desarrolle en estanques (Huet, 1970).

Swingle (1961) recomienda que las mediciones del pH pa- ra determinar la adecuabilidad de las aguas para el culti- vo de peces, debe hacerse antes del inicio del día, ya que

es cuando el pH está más bajo, debido a las altas concentraciones de Bióxido de Carbono. Una mejor información puede obtenerse si se registra un ciclo completo de pH diario, desde el amanecer hasta el ocaso.

Los huevos y los alevines pueden ser afectados por un pH mayor de 9 (Elster y Mann, 1950; citado por Swingle, op. cit.), pero la mayoría de los autores en piscicultura coinciden en que los peces son afectados sólo cuando el pH alcanza valores entre 10 - 10.5; y que el pH de 11 es letal para los peces (Swingle, op. cit.; Alabaster y Lloyd, 1980).

El agua con un pH bajo (5.5 - 6.5), puede ser corregido con cal para neutralizar la acidez. La acidez no sólo depende del pH sino también de la composición química del agua, especialmente de la concentración de bicarbonato de calcio y su relación con el Bióxido de Carbono y carbonatos (Hepher, 1977).

Turbidez.

A lo largo de su evolución, la tilapia se ha adaptado a medios muy diversos en cuanto a la composición y calidad del agua; la turbidez del agua puede ser causada por un alto contenido de sólidos suspendidos, como minerales de barro, ó ser originada por una excesiva producción de fitoplancton (Hepher, op. cit.).

La turbidez puede afectar directamente a los peces, ya sea ocasionando mortalidad, reduciendo su tasa de crecimiento ó impidiendo su reproducción. También puede afectarlos in directamente, reduciendo el alimento natural disponible (--- Kirk, 1972).

El principal efecto de los sólidos suspendidos es el daño a la estructura branquial. El daño va a depender de la especie y de su resistencia, así como de la naturaleza de las partículas sólidas suspendidas y su dureza (Alabaster y Lloyd, 1980).

La turbidez al impedir la libre penetración de la luz solar limita la productividad primaria en el estanque; reduciendo así el alimento para el pez (Hepher y Pruginin, 1981).

Alcalinidad.

Los efectos de la alcalinidad y la dureza del agua no son directos sobre los peces, sino más bien sobre la productividad del estanque (Huet, 1970).

Hicling (1982), afirma que hay una relación entre la alcalinidad y la producción del estanque: es decir mientras más baja es la alcalinidad, más baja es la productividad y viceversa.

En el agua existen en solución distintos elementos alcalinos indispensables para la vida piscícola. Los más frecuentes son el calcio y magnesio; el primero es más abundante en forma de bicarbonato cálcico y la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua se expresa como la alcalinidad (Huet, op. cit.).

Altitud.

La altitud como un factor limitante de la distribución de la tilapia, se relaciona, no a la presión barométrica, si no fundamentalmente a la temperatura. La isoterma invernal de 20 °C constituye el límite de su distribución natural (-- Aguilera y Noriega, 1985).

Oreochromis mossambicus, tiene una distribución natural por debajo de los 916 m. s.n.m., después de un gran porcentaje de éstos peces se les encuentra entre los 0 - 500 m. s.n.m. (Crass, 1959; citado por Pullin y McConell, 1982).

Maar et. al. (1966) recomendó altitudes menores de 914 m. s.n.m. para llevar a cabo prácticas de cultivo de tilapia.

Substancias tóxicas.

Las tilapias en comparación con otros peces, son relati

vamente tolerantes a diversas sustancias tóxicas, ya sea orgánica o inorgánicas natural o artificial; la toxicidad de éstas afectan a los peces ya sea a través del medio acuático o del alimento (Barden, 1972; citado por Aguilera y Noriega, 1985).

Los tóxicos pueden ser variados: sustancias excretadas por los mismos peces (metabolitos como el amoníaco), sobresaturación de gases (CO_2 , O_2 , H_2S , etc.), toxinas producidas por el fitoplancton (*Prymnesium*), o por otras plantas (Acaacias), anoxia ocasionada por el florecimiento de fitoplancton (algas azul-verde), aflotoxinas producidas por hongos (deficiente almacenamiento de alimentos), metales pesados, insecticidas y otros pesticidas organoclorados (DDT, Edrin, Aldrin), fertilizantes, detergentes, tinturas, etc. (Maar et al., 1966).

Aunque no se han determinado los límites de tolerancia de la tilapia, a cada una de las anteriores sustancias tóxicas, es conveniente asegurarse que las aguas utilizadas para el cultivo de peces se encuentra libre de todo polutante (Aguilera y Noriega, 1985).

Características biológicas.

Crecimiento y alimentación.

En la mayoría de las tilapias, los machos tienen mayor capacidad de crecimiento que las hembras, aún cuando se críen por separado (Mabaye, 1971; citado por Hopher y Pruginin, 1985). Fryer e Iles (1972), confirman este hecho en varias especies y atribuyen ésta característica a causas genéticas. Sin embargo, también puede estar relacionado con el desove de las hembras, las que continúan con el desove a intervalos aún cuando los huevos no sean fertilizados, así, la energía es canalizada, del crecimiento a la producción de huevos.

En una población mixta, cuando los huevos son fertilizada

dos y se desarrollan, las hembras no se alimentan durante la incubación bucal, ni durante el período de crianza; lo que representa un considerable gasto energético de las reservas corporales (Chimits, 1975; Huet, 1970).

Las formas más grandes de tilapias alcanzan tallas de 40 cm. y un peso de 1,200 a 1,300 gr. en condiciones naturales. En piscifactorías lo ideal en algunas regiones, sería producir para su venta organismos de 20 cm. y peso de 150 gr. (--- Huet, op. cit.).

El rango de crecimiento animal es determinado por los efectos combinados de cantidad y calidad de alimento. La cantidad de alimento consumido es regulado a través del apetito para satisfacer los requerimientos de energía animal (Caulton, 1982).

En común, con casi todos los estadios del desarrollo de los peces, las larvas y los alevines de tilapias se alimen--tan de pequeños invertebrados, especialmente crustáceos (--- Chimits, 1975).

El cambio de una dieta de invertebrados a otra típica - de los adultos es generalmente bien marcada, pero en algunas ocasiones puede ser gradual a través de un período de 1 año o más (Bowen, 1976; Moriarty, 1973; citados por Caulton, --- 1982).

La dieta de tilapias adultas por lo regular es materia vegetal como detritus de origen vegetal, algas verde-azul, -- algas clorofíceas, diatomeas, macrofitas y detritus amorfo, son todos los componentes de una dieta de tilapia adulta (-- Bowen, 1976; citado por Caulton, op. cit.); sin considerar -- la diversidad, la dieta de las tilapias es muy similar en -- mezcla de algas, bacterias y detritus, con o sin macrofitas.

La dieta reportada para la tilapia adulta de O. mossam--bicus, se compone de macrofitas, zooplancton, larvas de pe--

ces, huevos de peces, detritus, algas bentónicas, fitoplanc_{ton} y perifiton (Munró, 1967; Naik, 1973; Man y Hodgkiss, - 1977; Bowen, 1980; citados por Caulton, 1982).

Factores que afectan el crecimiento.

a).- Factores intrínsecos tales como sus características genéticas y su estado fisiológico (estado de salud, madurez sexual, etc.).

b).- Factores extrínsecos relacionados con el medio, - de los cuales los más importantes son:

- Composición química del agua del estanque y el fondo del mismo.

- Temperatura del agua.

- Nivel de metabolitos (productos de excreción).

- Oxígeno disponible.

- Alimento disponible.

Reproducción.

Las tilapias alcanzan la madurez sexual desde los dos a seis meses de edad, dependiendo de la temperatura y la talla del organismo. Pueden realizar desoves cada 3 o 7 semanas. Sólo se reproducen cuando la temperatura es superior a 20 °C, por lo que, en los países tropicales los desoves se - presentan todo el año. El número de huevos por desove varía entre 100 - 1,500. Los huevos tienen un diámetro de 2.5 mm. (Dadzie, 1970; Bardach, 1972; Chen, 1976; Huet, 1978; citados por Coll, 1982).

Caracteres sexuales.

La diferencia externa de los dos sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre (Fig. 4): - el ano y el poro urogenital, mientras que la hembra posee - tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario. La papila genital es más pequeña en la hembra que en el macho -- (Tabla I) (Maar et al., 1966).

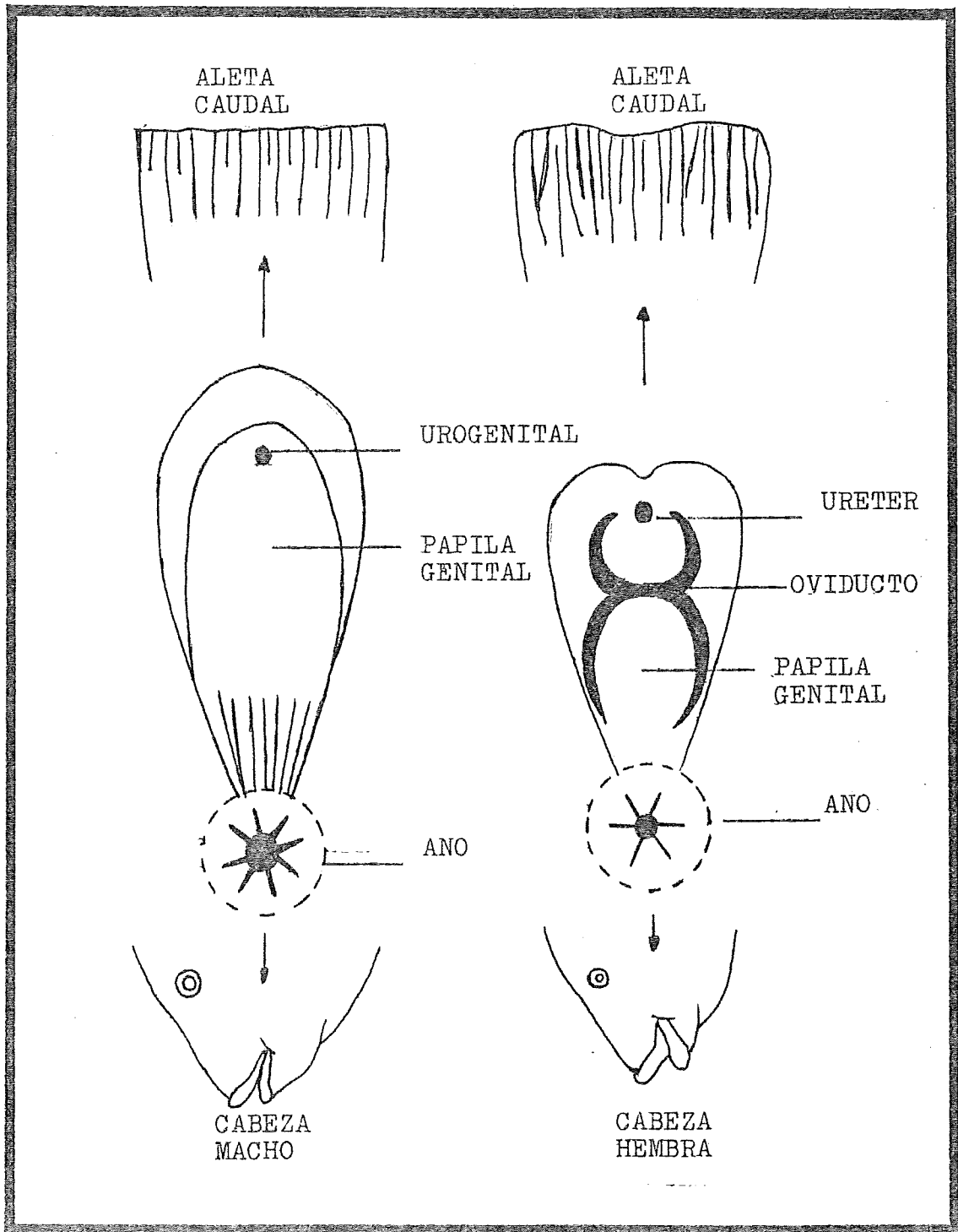


Fig. 4 Diagrama de los genitales de los peces adultos:macho y hembra de *O. mossambicus* (según Maar, et al., 1966).

TABLA I.- Características que permiten el sexado en tilapias.
(según Maar, et al., 1966).

C A R A C T E R I S T I C A S	HEMBRAS	MACHOS
Papíla urogenital	2 poros	1 poro
Región cefálica	Pequeña	Grande
Boca		Achatada
Labios	Gruesos	Delgados
Aleta caudal	Ligera- mente bilobu- lada.	Más o me- nos cua- drada.
Coloración		Rojiza en época nup- cial.

Desove y fecundación.

El evento de la reproducción empieza cuando los machos ocupan un territorio particular, cavando el nido para el desove en forma de cráter de volcán, y cuidan su territorio. La hembra madura, desova en el nido, e inmediatamente después de la fertilización por el macho, ésta incuba los huevos en su boca por espacio de dos semanas, y cría a los alevines después de la eclosión hasta que miden 4 mm. (Hepher y Pruginin, 1981).

La cantidad de huevos por desove puede variar con las especies, pero en cualquier especie, mientras más grande sea la hembra, mayor es la cantidad de huevos que puede desovar. Una hembra de 100 gr. puede reproducir 100 huevos por desove mientras que otra hembra de la misma especie que pesa de 600 a 1000 gr. puede desovar de 1000 a 1,500 huevos (Hepher y Pruginin, op. cit.).

El macho permanece en su territorio cuidando del nido; después que la crianza del primer desove finaliza, es capaz de fecundar los huevos de varias hembras. Por ello, es obvio que el número de hembras en un estanque de desove debe exceder al de los machos, ya que el número de alevines producidos dependerá del número de hembras en cautiverio (Hawser, 1975; citado por Hepher, 1977).

Desove en clima templado con estación térmica diferente.

En regiones con distintas estaciones térmicas (invierno verano), el desove se limitará al verano. La estación de desove en verano puede repetirse hasta tres o cuatro veces, por eso la cantidad total de huevos producidos por hembra puede alcanzar cerca de 8,000 (Hepher, op. cit.).

Profundidad del desove.

Puesto que las tilapias son criadas en la cavidad bucal de la hembra, no hay necesidad de hacer modificaciones espe--

ciales en los estanques. La mayoría de las tilapias manteni en los estanques desovan a una profundidad no mayor de 50 a 60 cm., por lo que, es conveniente utilizar en este proceso estanques con una ligera pendiente. En un estanque de mayor profundidad todos los nidos de desove se concentran en una angosta franja cerca a las orillas de los estanques, a profundidades menores de 60 cm., así, el área para la crianza será limitada (Yashouv, 1970).

Densidad óptima para la reproducción.

La densidad óptima de adultos maduros, está relacionada con el hecho de que durante la estación de reproducción, la tilapia macho es territorial, y cada uno requiere de --- cierto espacio físico para la ubicación y construcción de - su nido (Pruginin, 1975). La densidad de referencia por lo general es de 100 a 250 organismos/ha., dependiendo desde - luego, del tamaño de la hembra. Cuando las hembras son meno res de talla requiere un menor número de machos.

Parece ser, que un número de machos no necesariamente dá un mayor número de alevines por unidad de área. Debido a que las tilapias no son monogámicas, el número de hembras - debe ser mayor que el de los machos, en una proporción de - 3:1 o 4:1. Sin embargo, si los machos y las hembras son de diferente especie, se necesitan más machos para la hibridación, y la proporción será de 1:1 (Guerrero, 1975).

- 2).- Métodos para obtener poblaciones monosexuales de ma --- chos.
 - a).- Separando machos de hembras por diferencias morfo lógicas en sus papilas genitales.
 - b).- Reversión sexual en la temprana edad, al incluir hormonas en el alimento.
 - c).- Cruzando dos especies de Oreochromis para obtener sólo machos híbridos.

Separación manual por sexos.

La separación es relativamente simple. En la mayoría - de los casos, la tilapia macho se puede distinguir de la -- hembra porque la papila genital en el primero, tiene un ori-- ficio y en la hembra dos. La hembra a menudo también tiene una papila genital más pequeña (Maar et al., 1966).

La separación manual por sexo, requiere que el pez alcance un peso mínimo de 50 a 70 gr., para poder realizar di-- cha operación con un alto grado de confiabilidad (Mironova, 1969).

Reversión sexual.

Otro método para lograr la obtención monosexual de machos, es la llamada "reversión sexual" (Shelton et al., --- 1978). Dos cualidades relacionadas con la determinación del sexo de la tilapia permiten la reversión sexual:

a).- El sexo se determina en un estado relativamente -- final en el desarrollo de los alevines (durante las prime-- ras 3 o 4 semanas después de la eclosión), cuando los alevi-- nes miden menos de 18 a 20 mm.

b).- El sexo es muy inestable poco después de la eclo-- sión y puede ser afectado por factores intrínsecos y extrín-- secos.

Se ha encontrado que al suministrar andrógenos durante éste período crítico, puede revestir por completo la pobla-- ción de alevines (o al menos a la mayoría) en machos efecti-- vos (Pruginin, 1975). Esto se ha intentado de muchas mane-- ras, una de ellas sumergiendo a los alevines en una solu-- ción de hormonas acuosas (Eckstein y Spira, 1965), o inyec-- tando hormonas. Sin embargo, el método más eficiente es el suministro oral, también las hormonas pueden ser incorpora-- das en el alimento (Guerrero, 1975). Hay muchos andrógenos que pueden ser utilizados, pero cuando se suministran oral--

mente, los más efectivos son el etiniltestosterona (ET) y el metiltestosterona (MT).

Hibridación.

Los biólogos que trabajan con tilapias han experimentado por muchos años con métodos para reducir o eliminar el desove incontrolado en los estanques de crecimiento. Un método encontrado para reducir la reproducción de tilapias es hibridando dos especies de tilapia, lo cual ocasiona que todos sean machos o contengan un alto porcentaje de éstos; además de que los híbridos de tilapia han demostrado un crecimiento potencial impresionante utilizando una amplia variedad de -- dietas de productos comerciales y agrícolas (Lovshin, 1982).

Hickling (1982), fue el primero en reportar la posibilidad de producir híbridos, todos machos. Intentó producir híbridos estériles con potencial de crecimiento superior cuando cruzó Oreochromis mossambicus (hembra) con Oreochromis -- hornorum (macho), produciendo híbridos, todos machos. Los híbridos no fueron nullos o estériles, sino fértiles y capaces de reproducirse.

Cruzas genéticas de tilapia.

- En el oeste de Africa, Pullin y McConell (1982), cruzaron S. niloticus con S. 'macrochir, produciendo una descendencia del 100% de machos.

- En Uganda, Pruginin (1975) obtuvo un 100% de machos -- híbridos cruzando S. niloticus con O. hornorum. Esta crusa -- ha sido repetida en muchos lugares del mundo.

- Salgado (1979), determinó que el 85% de los híbridos de O. mossambicus con S. niloticus son machos.

- En Israel, Pruginin et al. (1981) reportaron la pro-- ducción de descendencia, todos machos, cuando S. niloticus -- se cruzó con S. aureus.

- Pruginin et al. (op. cit.) se refieren a otras cruzas que han producido una descendencia del 98 a 100% de machos,

cruzando S. niloticus con S. variabilis, S. spilurus niger - con O. hornorum. S. vulcanis con O. hornorum y S. vulcanis - con S. aureus.

- Chen (1975) informa que la cruce de O. mossambicus y O. hornorum, es muy popular en Taiwán y las granjas prefieren éste híbrido debido a su mayor crecimiento.

- Delgadillo y Morales (1976), determinaron que el 75% de los híbridos de S. niloticus y O. mossambicus, resultan machos: llevándose a cabo los experimentos en Temaxcal, Oaxaca, México.

- En Costa Rica Bonilla (1978; citado por Salgado, 1979) informa haber obtenido híbridos 100% machos del cruce entre el macho de O. hornorum y la hembra de O. mossambicus, con una relación de 2:1, respectivamente. El área por hembra fue de 20 m².

- En El Salvador Sánchez (1979; citado por Salgado, op. cit.), produjo híbridos 100% machos con el cruce O. hornorum macho con la hembra de O. mossambicus. La relación entre machos y hembras fue de 1:3, y el área por hembra fue de 34 m². La producción promedio de alevines por hembra fue de 290.

- En el noroeste de Brasil, en 1979, se produjeron 60 toneladas métricas del híbrido O. mossambicus con O. hornorum. Por otra parte en Panamá y Costa Rica, una cantidad no conocida por nosotros del mismo híbrido, ya se produjo (Sipe, 1981).

Determinación genética.

Chen (1969) sugirió que O. mossambicus tiene una hembra homogamética (XX), y un macho heterogamético (XY), aunque el reverso se observa en el caso de O. hornorum, donde el macho es homogamético (ZZ) y la hembra heterogamética (WZ). Chen demostró que la descendencia todos machos, se puede obtener cruzando la hembra O. mossambicus (XX) con el macho O. hornorum (ZZ).

O. mossambicus (hembra) X O. hornorum (macho)

XX

ZZ

XZ

Todos los machos híbridos.

Producción de híbridos en medios artificiales.

El control del desove de las tilapias y la formación de las larvas frezas es por lo regular más efectivo en medios artificiales: acuarios, estanques de concreto, tanques de plástico, etc. El uso de sistemas artificiales para producir híbridos de tilapia en climas templados permite el control del medio, lográndose desoves a lo largo del año. Tomando los huevos de hembras incubadas, incrementa la frecuencia de desove y consecuentemente el número de híbridos que pueden ser producidos en determinado período de tiempo. La supervivencia de los huevos hasta la larva freza es alta, debido a las condiciones de control y al buen cuidado. Finalmente, el control genético es más grande debido a que se reduce la posibilidad de contaminar las líneas genéticas puras (Lovshin, 1982).

Técnicas para inducir el desove en medios artificiales.

Pruginin (1975), describió una técnica para inducir el desove de O. mossambicus y O. hornorum, para producir híbridos entre las dos especies. Se utilizaron acuarios de 200 cm. de largo, 50 cm. de ancho y 40 cm. de altura, en los que se colocó un macho de O. hornorum y 7 a 10 hembras de O. mossambicus. Se utilizaron peces inmaduros y permitieron su maduración en el acuario para formar gremios de desove, las cuales redujeron en gran parte la agresión del macho sobre las hembras. El desove pudo llevarse a cabo en forma natural o artificial; ésto es tomando los huevecillos de las hembras grávidas y fertilizando con el semen del macho. Los huevos fueron incubados artificialmente. Al mantener la temperatura

del agua entre 25 y 29°C y la iluminación artificial diaria de 12 horas, permitió el desove en todo el año.

Hepher (1977), produjo híbridos de tilapia colocando 3 machos y 9 hembras en estanques de plástico de 3 m. de diámetro y de 3,500 l. con o sin sustrato.

Técnica de remoción de la premaxila en el macho.

Algunas cruzas de híbridos son difíciles de llevar a cabo debido a la agresión del macho, que ocasiona la muerte de la hembra. Lovshin (op. cit.), eliminó la mortandad de hembras de 100 a 1 en acuarios, introduciendo un macho y 3 hembras y removiendo o extirpando quirúrgicamente la premaxila del macho. El macho continúa su conducta agresiva, pero es incapaz de dañar a la hembra. Esta técnica incrementa el número de desoves en acuarios.

Técnica para remover los huevos de la cavidad bucal.

Lovshin (op. cit.) incrementó la frecuencia del desove en O. mossambicus y O. hornorum, sin disminuir la producción de huevos, removiéndolos e incubándolos artificialmente. Los intervalos de desove de las hembras cuyos huevos fueron removidos fluctuaron entre 13 y 18 días contra 30 a 60 días de los desoves en hembras que si criaron en la boca.

3.- Fertilización de cultivos piscícolas.

Un incremento en la producción de alimento natural se obtiene introduciendo fertilizantes de origen químico, abonos orgánicos o ambos a la vez.

El alimento natural, que es producido en los estanques casi a ningún costo, reemplaza la alimentación complementaria. Debido a que el alimento natural es rico en proteínas, vitaminas y otros factores de crecimiento, pueden utilizarse alimentos complementarios simples, que contienen niveles relativamente bajos en proteínas y vitaminas, favoreciendo la economía del cultivo (Caulton, 1982).

Induciendo en lo posible la producción de alimento natural en el estanque, se logrará un incremento en la densidad de peces, sin reducir en forma apreciable la tasa de crecimiento individual, e incrementándose la producción total (Caulton, op. cit.).

En condiciones naturales, cada eslabón de la cadena alimenticia en un estanque depende del suministro de alimentos de niveles tróficos inferiores, siendo el primer eslabón las algas como productores primarios que convierten a los nutrientes minerales en materia orgánica (Hepher y Pruginin, 1981).

La experiencia en cultivos piscícolas ha demostrado -- que el fósforo, potasio y nitrógeno, tienen un mayor número de probabilidad de encontrarse al mínimo en los estanques -- (Huet, 1970). De ahí la utilidad del abonado con sustancias que contengan dichos elementos.

El incremento en el zooplancton y los quironómidos es sin duda alguna, el resultado del incremento en la producción de bacterias y protozoarios que se desarrollan en la materia orgánica del abono, aunque otras formas de utilización del abono, como la toma de materia orgánica soluble, -- también puede influir en el incremento del zooplancton (-- Rappaport et. al., 1977).

Cualquiera que sea la composición del alimento natural de los peces, es claro que su producción en estanques abonados aumenta en gran medida, al igual que la producción y -- crecimiento de los peces (Moav et al., 1977).

Tipos de abonos.

Cualquier abono de origen animal, así como otras fuentes de materia orgánica, como el agua de desecho municipal o heces fecales que satisfaga las dos condiciones (partículas finas de fácil dispersión) es adecuado para el uso en -- los estanques (Hepher, 1977).

Tapiador et al. (1977) mencionan que el abono derivado de la cría de cerdos, se usa ampliamente en China, donde se crían de 30 a 40 cerdos a fin de abastecer adecuadamente de abono orgánico para cada estanque de peces.

Woynarovich (1979) reporta del uso de abono de cerdo - en Hungría, en donde el abono suave y fresco se mezcla con el agua del estanque y se distribuye en forma repetida, sobre toda la superficie del estanque.

El uso del excremento humano como fertilizante es una práctica tradicional en China. Se estima que las heces fecales, constituyen más de un tercio de los recursos de fertilización total en China (Tapiador et al., op. cit.).

El cultivo de peces y patos no es una práctica nueva, los patos se han mantenido en estanques de peces, desde hace siglos en Europa Central y China, pero no en escala comercial. No fue sino hasta la Segunda Guerra Mundial, que se comenzó a desarrollar el cultivo simultáneo de peces y patos a escala comercial en Europa (Woynarovich, op. cit.). Según éste autor, cada pato produce alrededor de 6 Kg. de excremento en 30 a 40 días, equivalente a 70 Kg. de abono - al año.

Hepher y Pruginin (1981) mencionan que en Israel se -- crían hasta 1,500 patos por hectárea del estanque y la cantidad de producción de peces es alrededor de 3,500 Kg/ha., - sin fertilización adicional o alimentación complementaria.

Proporción y frecuencia en la aplicación del abono.

El principal problema que se presenta en la aplicación indiscriminada de volúmenes de abono es el efecto sobre la concentración de oxígeno disuelto en el agua del estanque. La descomposición de la materia orgánica por bacterias consume una gran cantidad de oxígeno. En casos extremos, esto puede causar la muerte de los peces por anóxia, por lo que es importante determinar la cantidad máxima de materia orgánica

nica que puede agregarse, sin causar daño a los peces (Rappaport et al., 1977).

El peligro de la desoxigenación como resultado de la aplicación del abono, requiere de un cuidadoso monitoreo del oxígeno disuelto por parte del piscicultor antes y después de agregar el abono. Esto se debe hacer midiendo el oxígeno disuelto antes de la salida del sol, cuando la concentración del oxígeno está en su punto más bajo (Schroeder, 1974).

Es recomendable aplicar el abono en forma periódica para lograr una población constante de toda la cadena alimenticia. Los niveles máximos de las bacterias, después del abono de rutina, son muchos más bajos que después de aplicaciones poco frecuentes, ya que los protozoarios y otros organismos, siempre presentes en una gran cantidad, consumen muchas bacterias y limitan su crecimiento (Woynarovich, 1979). Los protozoarios constituyentes del zooplancton son también devorados por otros organismos y no alcanzan niveles excesivos. De ésta manera, grandes cantidades de materia orgánica pueden ser aplicadas e "ingeridas", sin afectar mucho el nivel de oxígeno, mientras que a la vez se producen grandes cantidades de alimento natural, habiendo un constante flujo de carbono orgánico, del abono a los peces a través de la cadena alimenticia (Woynarovich, op. cit.).

La fertilización se inicia con el recalentamiento del agua (verano-otoño), por lo que las aplicaciones se hacen a intervalos de días o semanas, hasta el momento en que el agua se torna verde o parda, como consecuencia del desarrollo del plancton. Las distribuciones del abono se suspenden cuando alcanza éste objetivo, volviéndose a empezar de nuevo --- cuando el agua se vuelve clara (Swingle, 1961).

4.- Encalado de los estanques.

El encalado es una medida de conservación de los estan-

ques y tiene una acción muy variada y benéfica sobre el estado sanitario de los peces por un lado, y sobre los factores biológicos de la producción, por otro (Huet, 1970).

Acciones del encalado en cultivos piscícolas.

De acuerdo con Schaeperclaus (1966; citado por Huet, op cit.), el encalado en cultivos piscícolas efectúa las siguientes acciones:

a).- El encalado del fondo efectuado con cal viva o cálcida cálcica tiene una relación antiparásitaria. Actúa destruyendo los parásitos de los peces o matando los peces parasitados, también destruye por un corto período las plagas y plantas acuáticas enemigas de los peces.

b).- El encalado de las aguas ácidas trae como consecuencia una elevación del pH a valores más favorables, es decir, ligeramente alcalinos (pH 7.0 a 8.0).

c).- El encalado tiene como resultado acrecentar las reservas alcalinas, constituyéndose las suficientes reservas de CO_2 como para eliminar las descalcificaciones biológicas, y permitir su asimilación por las plantas.

d).- El encalado del suelo disminuye los riesgos de propagación de ciertas enfermedades bacterianas y parasitarias, pues las materias orgánicas se mineralizan. Por otra parte, el peligro de que se produzca un déficit de oxígeno se reduce por la misma razón.

e).- El encalado del agua provoca la precipitación de las materias orgánicas putrescibles que se encuentran en exceso y en suspensión dentro de la columna de agua.

f).- La transformación de los compuestos amoniacales en nitritos y nitratos exigen también la presencia de una cantidad suficiente de cal.

Métodos de encalado.

El encalado puede realizarse de tres formas distintas:

- a).- Encalado del fondo del estanque vacío.
- b).- Encalado de la masa de agua del estanque.
- c).- Encalado del agua de alimentación.

Como regla general, se puede utilizar indistintamente - cualquiera de las formas enunciadas.

5.- Transporte de peces (según Rubin, 1974).

Para trasladar los peces de un estanque a otro, de una granja a otra granja vecina, o bien a los centros de distribución y consumo, se requiere de bolsas de polietileno semi-transparente y gruesas, de 70 cm. de ancho por 1 m. de alto. Se debe contar con un tanque portátil de oxígeno, con una -- manguera de hule para abastecer de oxígeno el agua contenida en la bolsa. En éste sencillo método de transporte permite - trasladar hueva fecundada, crías o juveniles y peces adultos, es preferible realizar el transporte por la noche cuando las temperaturas son más bajas.

La cantidad de ejemplares por bolsa, para un viaje de 6 Hrs., se recomienda introducir 250 alevines de menos de 1 -- mes o 100 juveniles de 8 cm. de longitud y 40 con más de 12 cm., y 8 adultos de más de 18 cm. por bolsa; la norma es la misma para bagre, tilapia y lobina.

Ejemplares adultos con hembras ovuladas y machos sexualmente maduros de tamaño mayor, deben ir más ralos, 3 o 4 e-- jemplares del mismo sexo en cada bolsa.

Se recomienda no darles de comer a los peces, desde un día antes de su traslado para evitar defecaciones que ensu-- cien el agua.

Antes de vaciar los peces en su nuevo medio, debe com-- probarse que no haya diferencia muy grande de temperaturas, entre el agua que llevan y aquella en la que serán deposita-- dos; de existir la diferencia tendría que irse mezclando po--

co a poco, el agua de la bolsa hasta igualar la temperatura sin cambios bruscos con respecto a el agua donde vivirán los peces.

B).- Resultados del área de estudio.

1).- Descripción fisiográfica del área de estudio.

Mapeo del área de estudio.

El reconocimiento fisiográfico del área de estudio (Fig. 5 y 6), nos indica que el embalse está situado en una zona de sedimentación, donde el suelo es más profundo que el area cerril que le rodea. El embalse es alimentado por pequeños a rroyos, cuyo caudal aumenta en época de lluvias (noviembre, diciembre, enero y febrero).

La pendiente de la zona de sedimentación cuenta con una inclinación del 2 al 3% considerada como plana y la zona cerril una pendiente convexa con una inclinación del 13%.

Descripción de perfiles.

Los perfiles ayudaron para comprobar que la zona de sedimentación es una unidad de suelo diferente a la unidad cerril. También se verificó la composición en su cara interna, (Tabla II).

Análisis de suelo y sedimento.

De los análisis de los perfiles descritos, se encontró que los valores de materia orgánica son más altos en la zona de sedimentación que en la cerril (Tabla III). Los valores - del pH resultaron similares fluctuando entre 7.2 y 7.6; también se encontró buenas proporciones de limo y arcilla; se - recogieron muestras del fondo del embalse y al ser analiza-- das se encontró un pH de 5.7, tendiendo a ácido; ésto posi-- blemente se deba a la alta composición orgánica vegetal que se encuentra en el sedimento, ya que el porcentaje de mate-- ria orgánica fue muy alto y la textura es muy arcillosa.

Vegetación presente.

La vegetación presente con mayor área foliar, la consti-- tuyen los alisos y álamos que son los árboles que aportan la

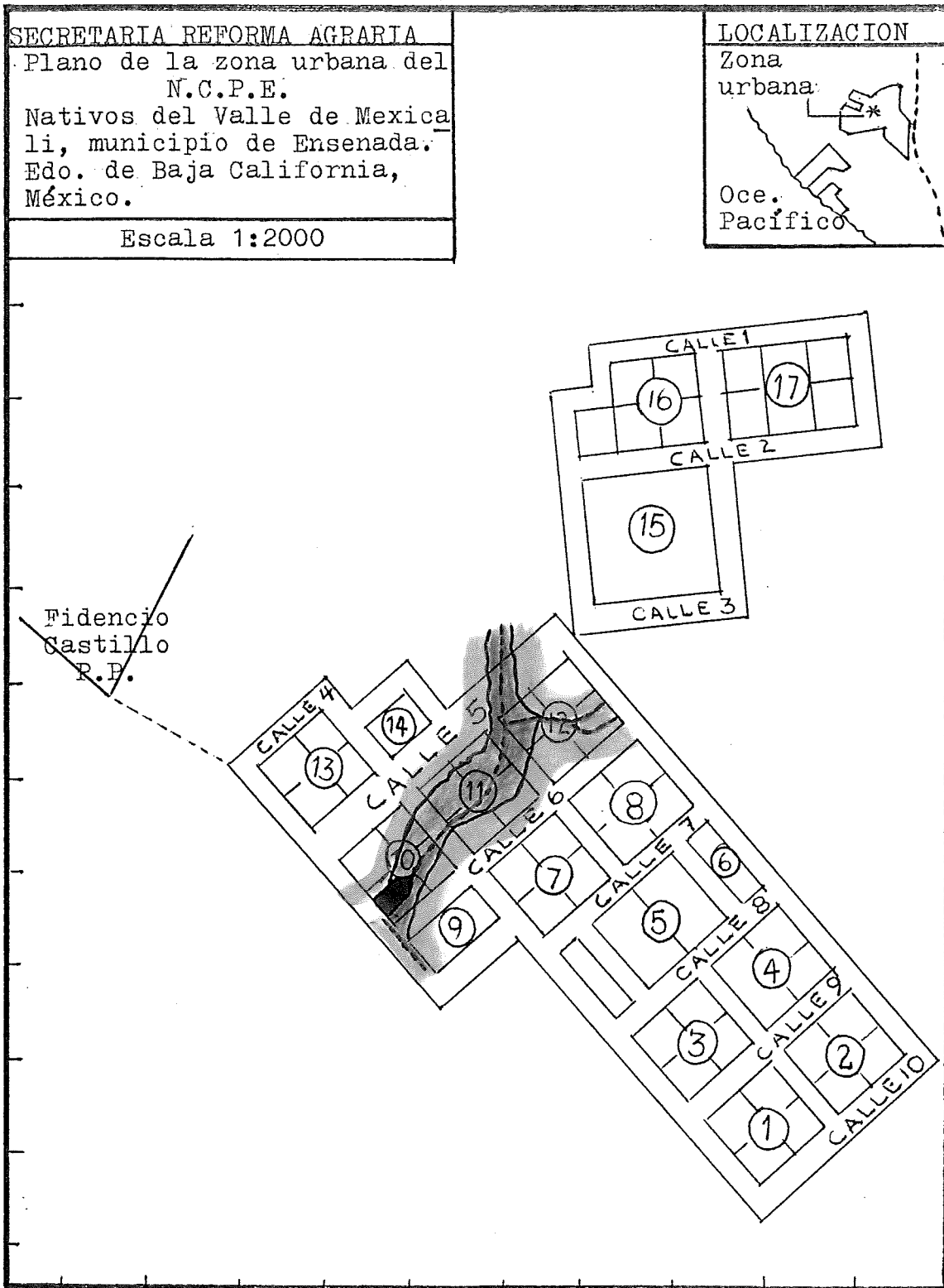


Fig. 5 Reducción del plano de la zona urbana del ejido.

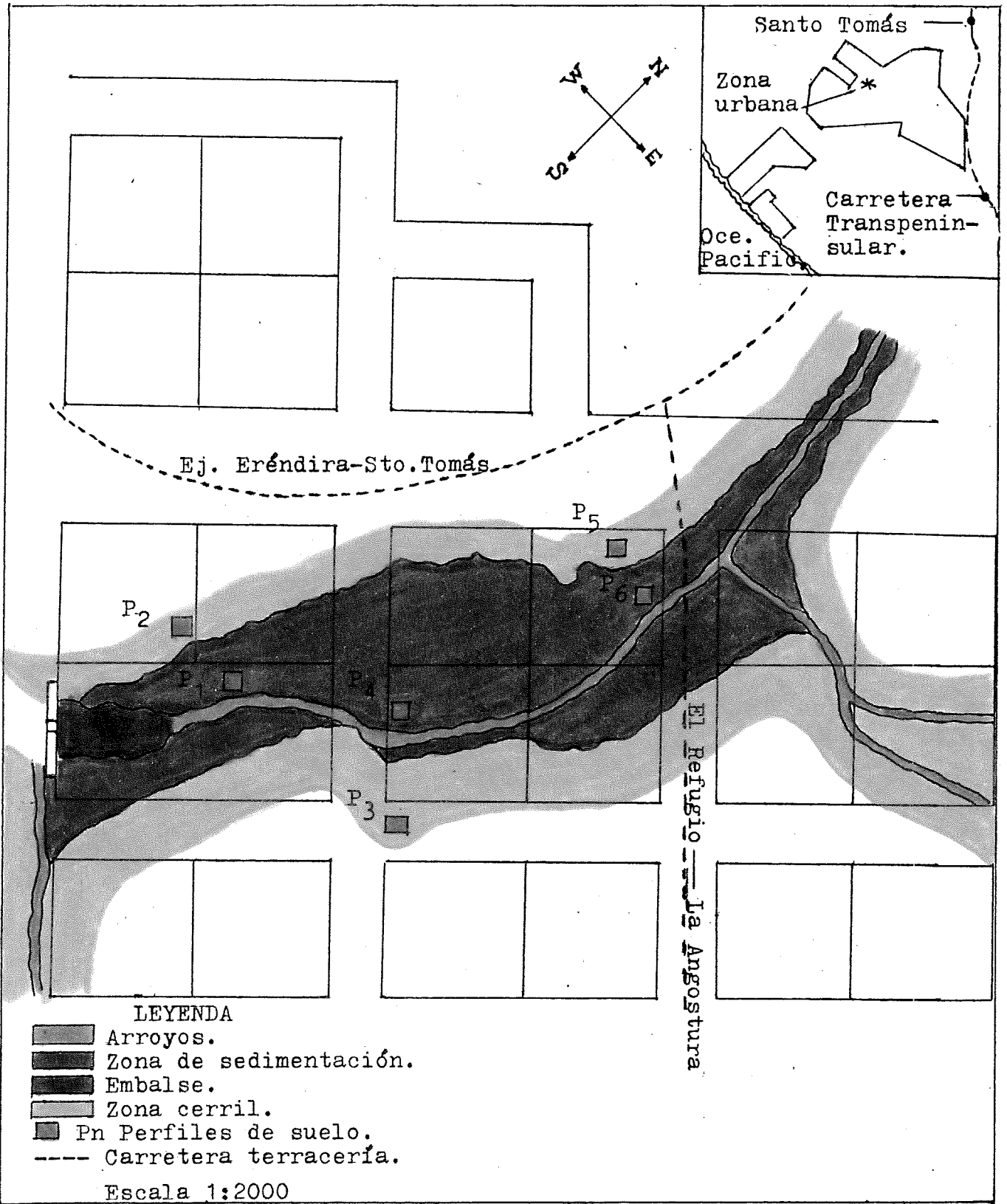


Fig. 6 Descripción fisiográfica del área de estudio.

TABLA II Descripción de perfiles en el área de estudio.

PERFIL	PROFUN- DIDAD.	LIMITE	COLOR	TEXTURA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA
P ₁	0-35 cm.		café - oscuro	limo-are noso.	déb.bloq. suban.peq.	fir., lig, plas lig. peg.
	35-57	abrup- plano	café - oscuro	aren.lim.	fuer.bloq. granul.peq.	frieab., no peg no plástico
	57-100	abrup- plano	café - oscuro	arena fina	mod. bloq. ang. peq.	ligeramente frieable
P ₂	0-23	abrup- plano	café - amarill.	franco arcill.	déb.bloq. ang. peq.	fir. lig. peg lig. plást.
P ₃	0-28	abrup- plano	café	franco arcill.	mod. bloq. ang. med.	fir. lig. peg plástico
	28-53	abrup- plano	café oscuro	franco arcill.	mod. peq. ang. med.	fir. lig. peg lig. plást.
	53-72	abrup- plano	café - rojizo	arena		pedras
P ₄	0-47		café oscuro	franco arenoso	déb.bloq. ang.med.	no plást. no pegajoso
	47-48	abrup- plano	café fuerte	franco limoso		fria., lig. -- peg. lig. -- plástico.
P ₅	0-35	abrup- plano	café amarill.	franco arcill.	déb.bloq. angulares	fir., lig. - plást., peg.
P ₆	0-45		café muy oscuro	franco limoso	mod. bloq. ang. med.	frieab. lig. plást., peg.
	45-100	gradual plano	café oscuro	franco limoso	déb.bloq. ang. med.	fir., lig. - plást., --- lig. peg.

TABLA III.- Análisis de los perfiles descritos y del sedimento del embalse.

Z O N A	No. PERFIL	pH	MATERIA ORGANICA	TEXTURA
Sedimento pluvial	P-1	7.3	2.60	Limo-arenoso
Cerril	P-2	7.2	.48	Areno-arcilloso
Cerril	P-3	7.3	.55	Franco-arcilloso
Sedimento pluvial	P-4	7.6	2.81	Franco-limoso
Cerril	P-5	7.4	2.00	Limo-arenoso
Sedimento pluvial	P-6	7.6	2.62	Franco-limoso
Sedimento del embalse	Sedimento	5.7	4.4	Arcilloso

sombra al embalse; además aportan materia orgánica por medio de la caída de sus hojas durante el invierno (caducifolios). Las otras plantas como el romerillo y el sauce (Tabla IV), - están ubicados en el arroyo inmediatamente después del embalse sobre el canal de alimentación de agua.

2).- Condiciones ambientales de la zona de estudio.

Temperatura.

La temperatura es más baja en los meses de diciembre y enero (Fig. 7), incrementándose en febrero, marzo y abril, y observándose un aumento exponencial en mayo. La temperatura se mantiene alta hasta septiembre para empezar a declinar en octubre y registrarse bajas temperaturas en los últimos días de octubre y primeros de noviembre.

Precipitación.

Las lluvias son más abundantes en enero y febrero; en marzo se observa una baja precipitación (Fig. 8), y nula en los meses de abril a septiembre; en octubre se inician las precipitaciones aumentando en noviembre y diciembre.

Evaporación.

Los valores de evaporación son mayores en los meses de verano (Fig. 9), cuando se propone el cultivo (de mayo a octubre) y menores en los meses de invierno. Se espera que la evaporación no sea un factor limitante, ya que el embalse en estudio es pequeño y está rodeado por barreras geográficas - que le permiten contener humedad y evitar la evaporación.

3.- Dimensiones del embalse (Fig. 10).

El embalse presenta las siguientes dimensiones:

Largo: 40 m.

Anchura: 6.7 m.

Profundidad promedio: 0.82 m.

Area: 268 m².

Volúmen: 220 m³.

TABLA IV.- Composición de la vegetación del área de estudio, que influye directamente en el embalse aportando: sombra, humedad, materia orgánica y reteniendo la erosión.

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN
COMPOSITAE	<u>Baccharis emoryi</u>	
COMPOSITAE	<u>Baccharis glutinosa</u>	
COMPOSITAE	<u>Happlopopus venetus</u>	Romerillo
THPHACEAE	<u>Typha sp.</u>	Tule
LABIATAE	<u>Marrubium vulgare</u>	
SALICACEAE	<u>Populus deltoides</u>	Alamo
SALICACEAE	<u>Salix lavigata</u>	Sauce
PLATANACEAE	<u>Platanus racemosa</u>	Aliso

(Identificación basada en: Wiggins, 1980).

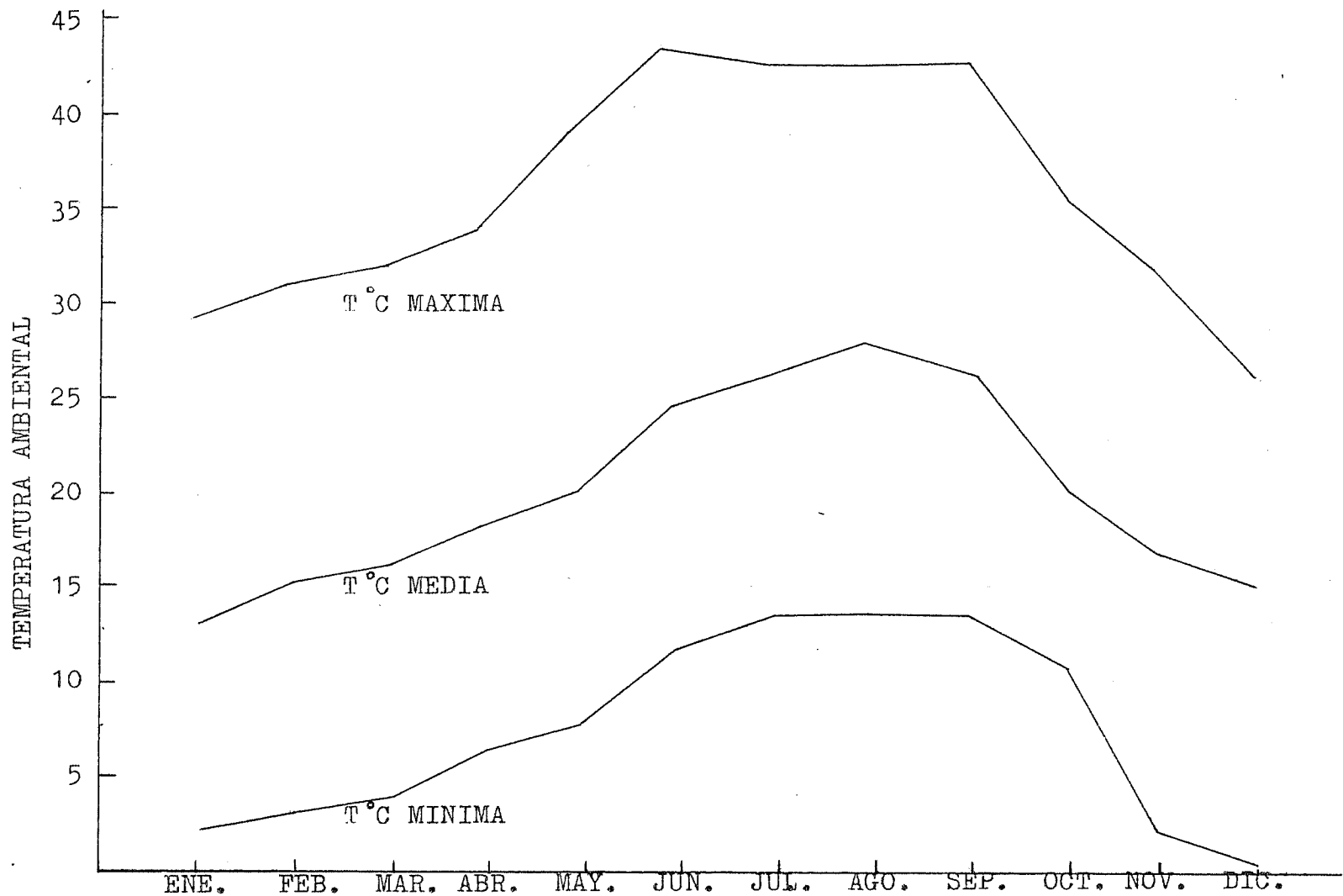


Fig. 7 Registro promedio mensual de temperaturas durante 10 años (1976-1986). Estación Meteorológica No. 52, de Santo Tomás, División Hidrométrica - (SARH), Ensenada, Baja California.

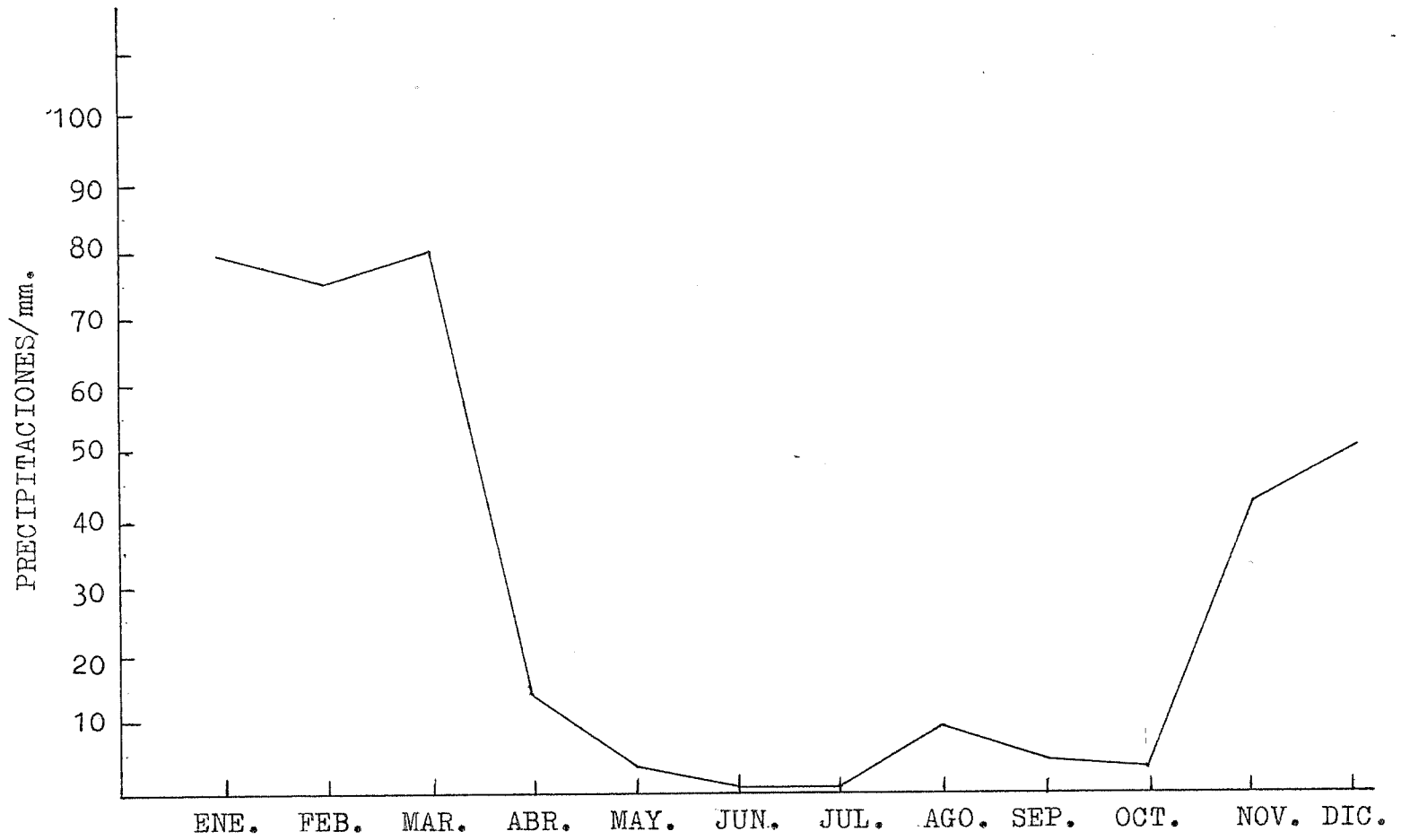


Fig. 8 Registro promedio mensual de lluvias durante 10 años (1976-1986). Estación Meteorológica No. 52 de Santo Tomás, División Hidrométrica (SARH), Ensenada, Baja California.

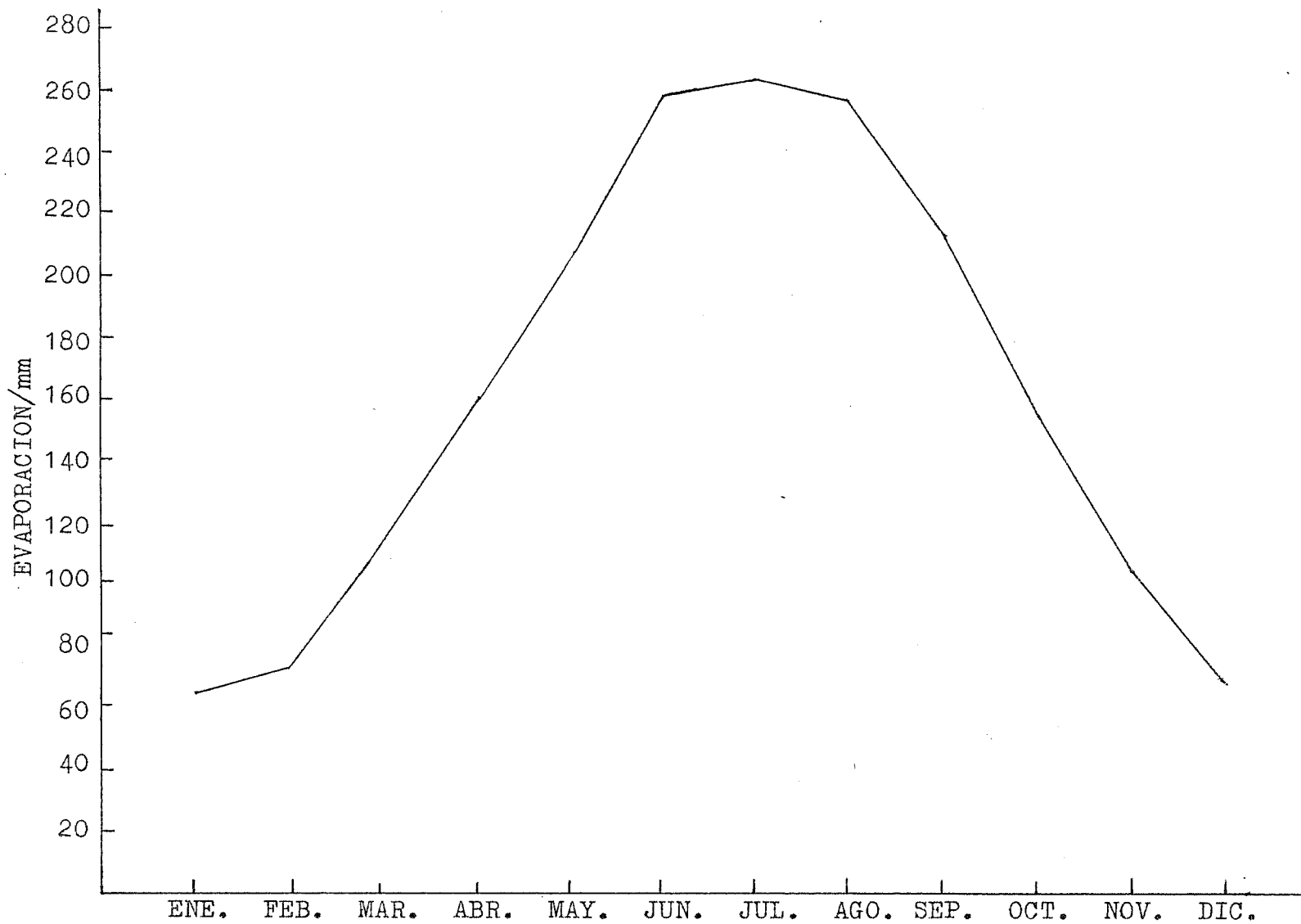


Fig. 9 Registro promedio mensual de evaporación durante 10 años (1976-1986).
 Estación Meteorológica No. 52 de Santo Tomás, División Hidrométrica -
 (SARH), Ensenada, Baja California.

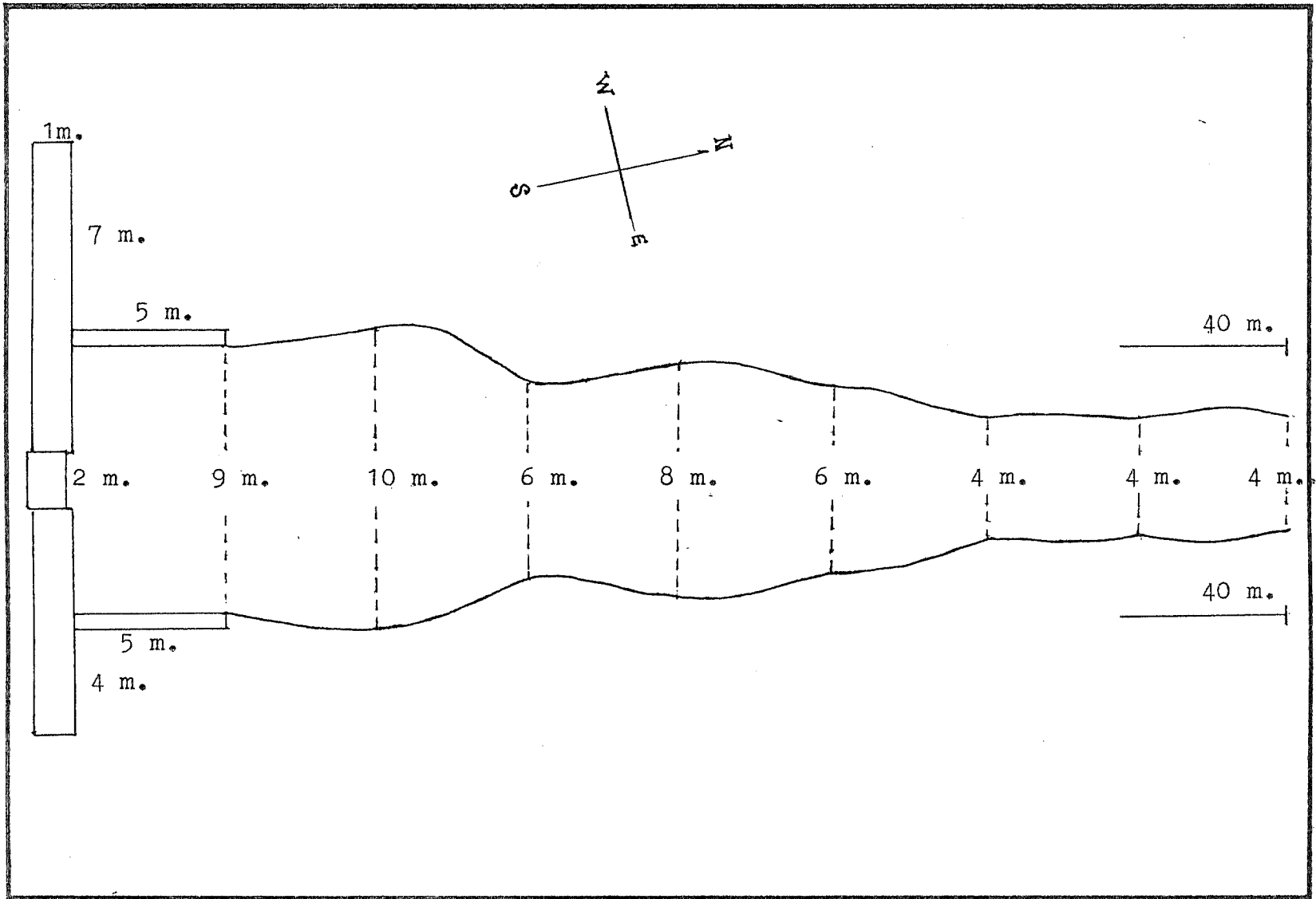


Fig. 10 Esquema con las dimensiones del embalse.

El embalse presenta un contorno irregular, por lo que se calculó la media aritmética de la anchura y la profundidad.

Las medidas del dique se presentan en la Fig. 11.

La Batimetría se representan en la Fig. 12.

4).- Condiciones físico-químicas del agua del embalse (Tabla V).

Temperatura ambiental.

La temperatura ambiental presentó un valor de 20 °C a las 10:00 A.M., pero durante el transcurso del día, bajó paulatinamente hasta 12 °C, a las 19:00 P.M.; bajando hasta 8 °C a las 04:00 A.M., cuya oscilación fue la más baja presentada durante el ciclo (día-noche), para después subir un grado más a las 07:00 A.M. y se recuperó nuevamente a las 10:00 A.M. con 21 °C (Fig. 13).

Temperatura del agua.

La temperatura del agua, se mantuvo en 14 °C (Fig. 14), incrementándose a 15 °C a las 19:00 P.M., para volver a permanecer constante en los 14 °C, durante el resto del ciclo de 24 horas.

Oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto en el agua experimentó oscilaciones de 4 a 5 ppm (Fig. 14), bajando hasta 3.5 ppm a las 04:00 A.M., para volver a recuperar a las 07:00 A.M.

Potencial de hidrógeno.

Los valores del pH en el agua se mantuvo constante (Fig. 14), entre 7.5 y 7.8, manifestándose el más bajo a las 04:00 A.M., con valor de 7. Dichos valores son considerados como óptimos para el cultivo de peces.

Turbidez.

La turbidez del agua del embalse, medida con el disco -

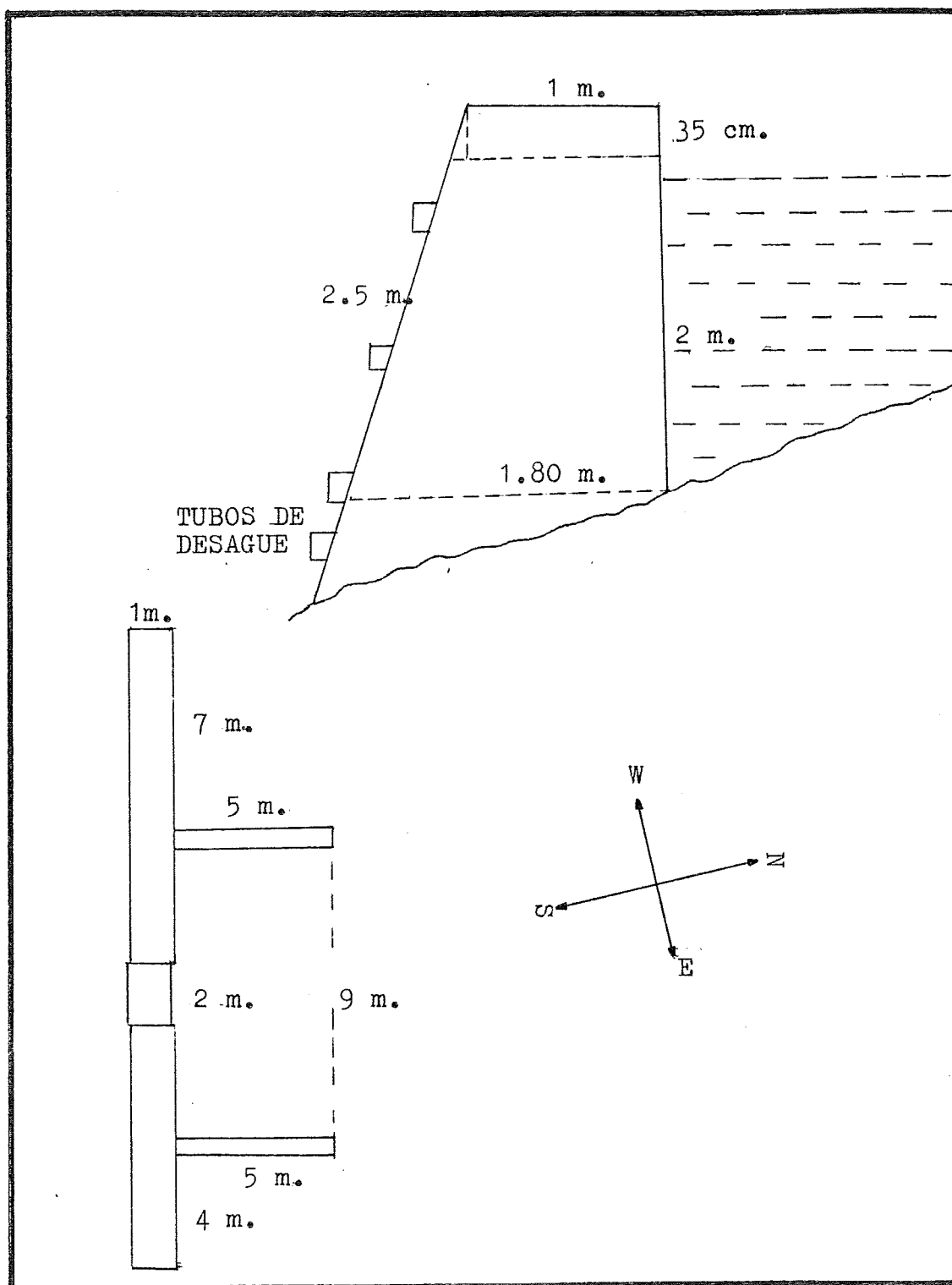


Fig. 11 Medidas del dique del embalse.

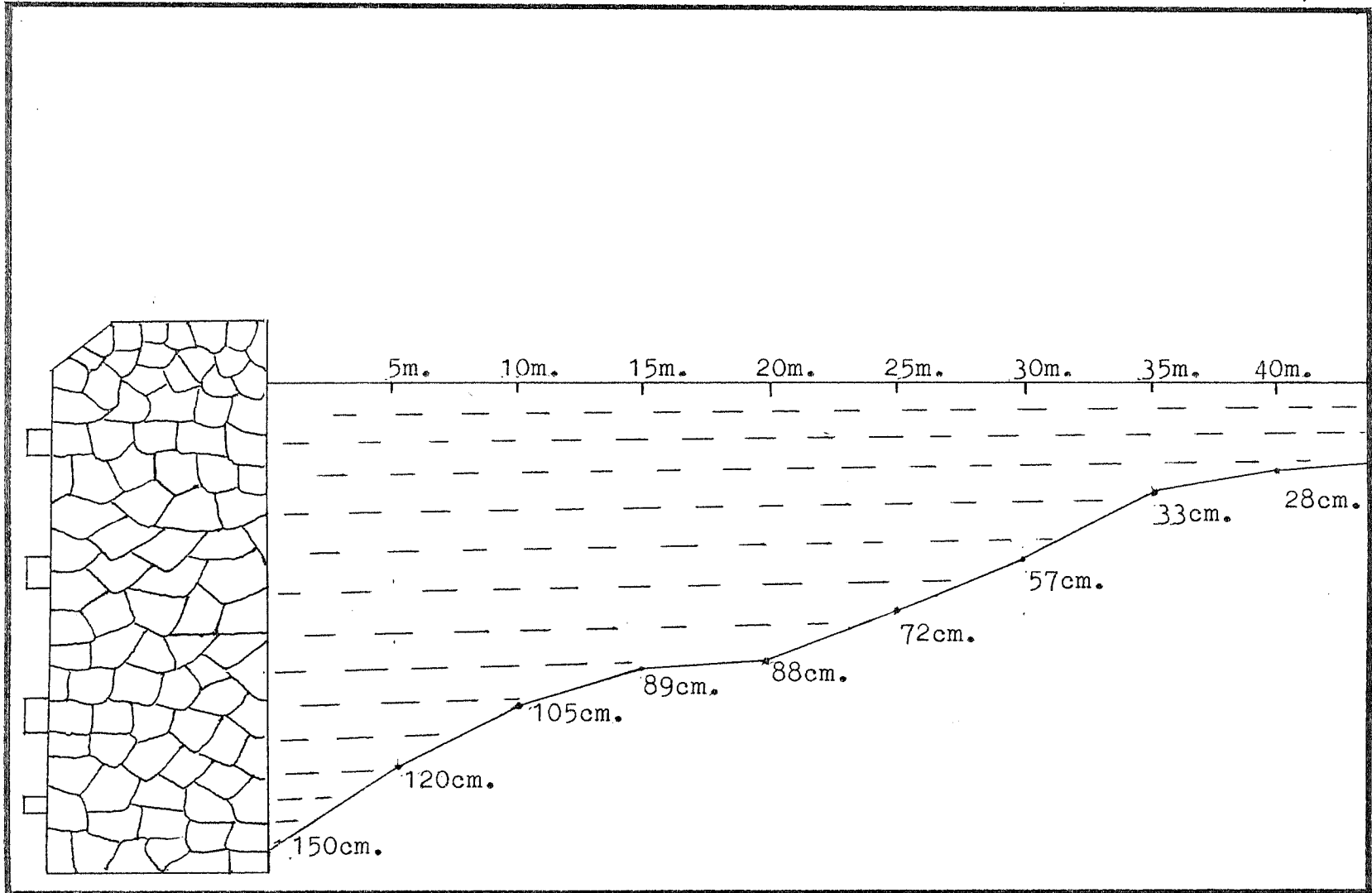


Fig. 12 Esquema con la Batimetría del embalse.

TABLA V Resultados de parámetros físico-químicos, realizados en el embalse durante un ciclo de 24 Hrs., los días 2 y 3 de noviembre de 1986.

HORARIO		10:00 A.M.	13:00 P.M.	16:00 P.M.	19:00 P.M.	22:00 P.M.	01:00 A.M.	04:00 A.M.	07:00 A.M.	10:00 A.M.	M E D I A
TEMP. AMB.		20.0	20.5	19.0	12.0	12.0	11.0	8.0	9.0	21.0	14.7
TEMP. DEL AGUA	FON	14.0	14.0	14.1	15.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.1
	SUP	14.2	14.2	14.1	15.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.00	14.2
O ₂ ppm	FON	4.5	4.6	4.7	5.1	4.1	4.0	3.3	4.6	4.5	4.8
	SUP	4.6	5.5	5.6	5.1	4.6	4.3	4.2	4.8	4.6	4.8
pH	FON	7.72	7.70	7.72	7.76	7.72	7.41	7.17	7.66	7.78	7.63
	SUP	7.69	7.68	7.70	7.79	7.74	7.46	7.20	7.62	7.80	7.63
PROFUN- DIDAD	FONDO	1.35 cm.									
	SUPERFICIE	35 cm.									
TURBIDEZ	100 cm.										
ALTITUD	1,300 pies										

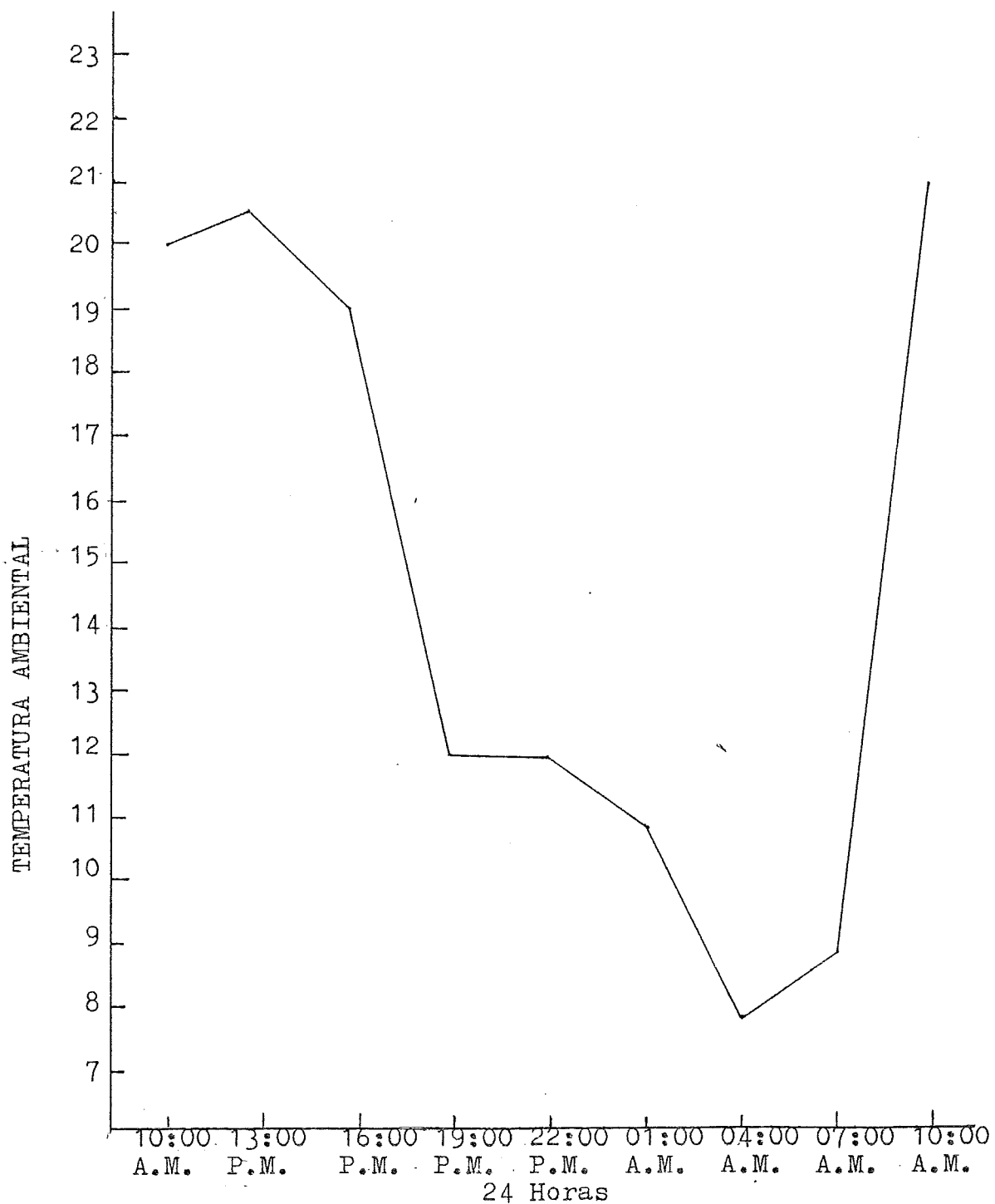


Fig. 13 Registro de la temperatura ambiente en el embalse cada 3 horas, durante un ciclo de 24 Hrs. (día y noche). 2 y 3 de noviembre de 1986.

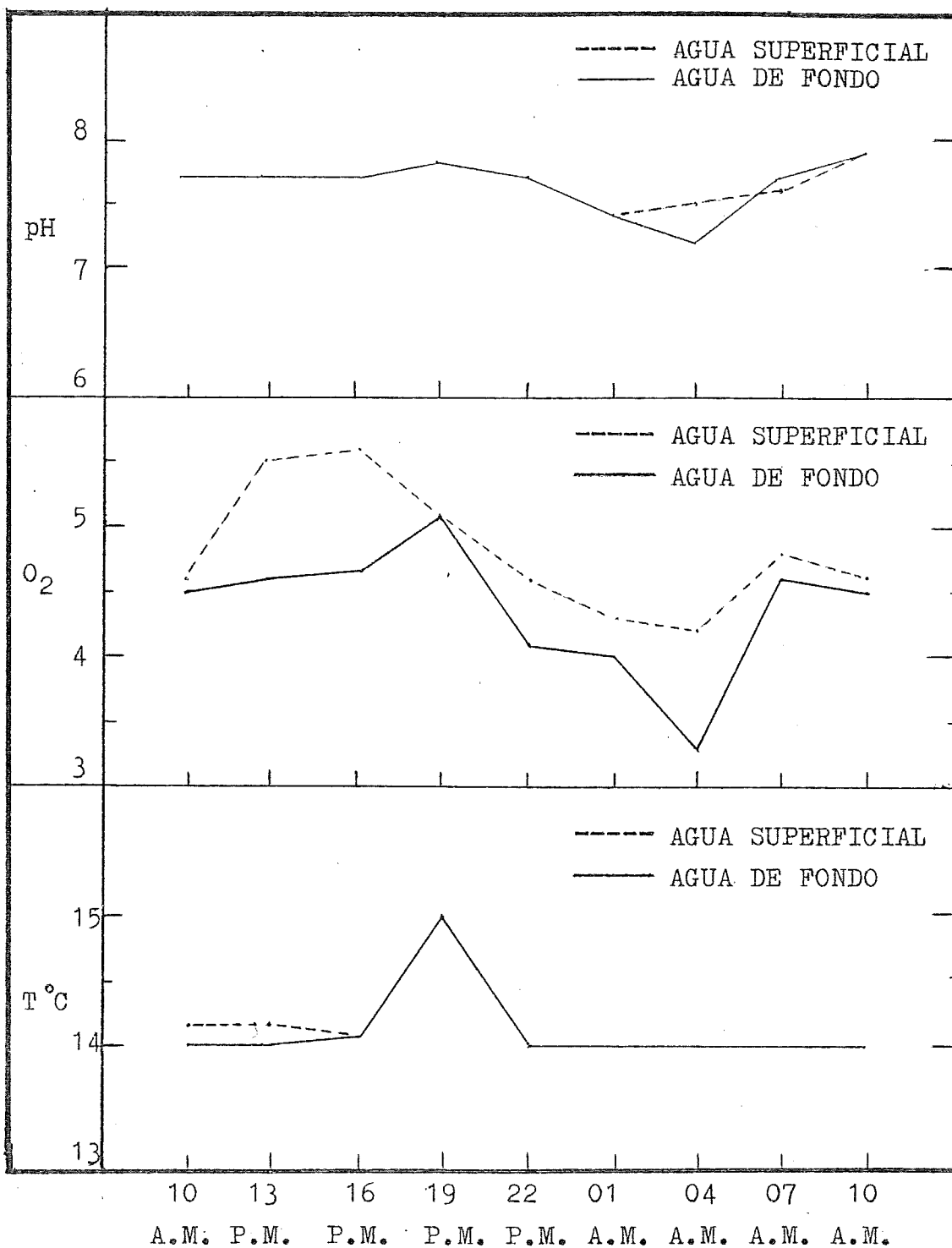


Fig. 14 Registro de la temperatura, oxígeno disuelto y pH - del agua del embalse cada 3 Hrs., durante un ciclo de 24 Hrs. (día y noche), del 2 y 3 de noviembre de 1986.

de Secchi, dió un valor de 1.0 m. La medición indicó escasos sólidos disueltos y una baja productividad primaria, ya que una turbidez normal o productividad fértil, el disco se pierde a los 30 a 40 cm.

Determinación de nutrientes.

Al hacer el análisis químico de los nutrientes, se constató la presencia de éstos (Tabla VI).

5).- Técnica de cultivo para el embalse en estudio.

Tratamiento del estanque.

El embalse, deberá desaguarse antes de iniciar la siembra con el propósito de darle un tratamiento sanitario al piso, y así aumentar el pH, ya que éste se encuentra por debajo de lo normal. Inmediatamente de haber desaguado el embalse se aplicarán 6 Kg. de cal viva, esparciéndola por el fondo y se dejará el embalse sin agua aproximadamente de 1 a 2 semanas para que con la ayuda de los rayos solares y el aire se limpie y evitar así, infecciones a los peces. Después de pasar el tiempo requerido, se volverá a llenar y se procederá a la fertilización.

Tipo y cantidad de fertilizantes.

Se utilizará estiércol para fertilizar el estanque, aplicando las siguientes cantidades (según Aguilera y Noriega, 1985):

Estiércol de vaca -----	3 Kg.
Estiércol de cerdo ----	28 Kg.
Estiércol de pollo ----	11 Kg.

Las cantidades de estiercoles están calculadas para una área de 268 m²., que es la del embalse en estudio. La cantidad de estiércol podrá ser aplicada en la forma indicada o combinada. La periodicidad de fertilización se llevará a cabo, dependiendo de la transparencia que manifieste el agua del embalse.

TABLA VI.- Resultados de nutrientes del agua en miligramos/litro, en un ciclo de 24 horas durante el 2 y 3 de noviembre de 1986.

HORARIO	N U T R I E N T E S			
	NITRATOS (NO ₃)	FOSFATOS (PO ₄)	AMONIO (NH ₄)	ALCALINIDAD
10:00 A.M.	.028	.0116	.317	66.5
13:00 P.M.	.025	.0014	.299	67.5
16:00 P.M.	.025	.0021	.299	67.0
19:00 P.M.	.030	.0013	.246	67.2
22:00 P.M.	.035	.0	.299	66.8
01:00 A.M.	.030	.0018	.317	66.7
04:00 A.M.	.035	.0019	.317	66.3
07:00 A.M.	.035	.0119	.317	65.5
MAXIMA	.035	.210	.317	67.5
MINIMA	.025	.0011	.246	65.5
MEDIA	.030	.0015	.301	66.7

Duración del cultivo.

La duración del cultivo será de 4 a 5 meses de mayo a octubre (Fig. 15), comprendiendo parte del ciclo primavera--verano, en el que se registran las temperaturas más altas de la región.

Densidad de siembra.

De acuerdo con la literatura consultada, la densidad de siembra para la tilapia en embalses naturales, está calculada en 4 organismos por metro cúbico, en etapa de engorda.

El embalse del ejido en estudio cuenta con una área cultivable de 220 m^3 ; la densidad de siembra será pues, de 880 organismos para el área total del embalse, los organismos se rán obtenidos a través del Departamento de Extensionismo de la Secretaria de Pesca, o bien, de la granja piscícola establecida en el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (C.I.C.T.U.S.), que se encuentra localizado en Puerto Peñasco, Sonora.

Considerando la pérdida de peces por transporte, manejo y otros factores, se aumentará la densidad de organismos de 880 a 900 ejemplares, es decir, se introducirán 20 organismos más de los requeridos por la capacidad de carga normal del embalse.

Talla y peso inicial de siembra.

Se sembrarán juveniles híbridos con una talla inicial de 8 a 10 cm. cuya medida es el tamaño mínimo requerido para un cultivo de engorda de tilapia. El peso de cada organismo sembrado será de 7 a 12 gr. y el peso total de los organismos será de 8.4, sin considerar el excedente de los 20 organismos.

Talla y peso final de cosecha.

Al finalizar el período de duración del cultivo, se es-

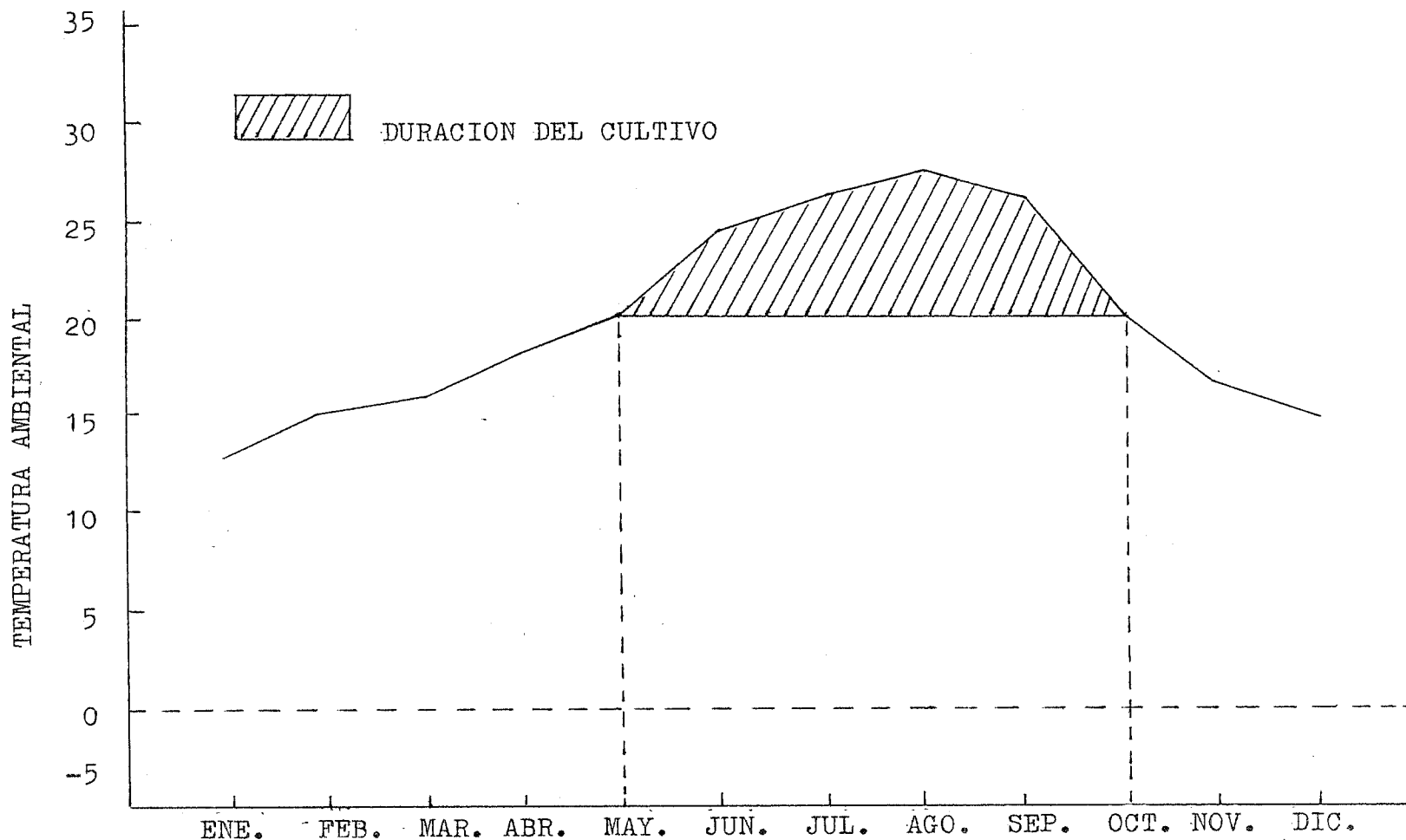


Fig. 15 Etapa de duración del cultivo basado en las temperaturas medias mensuales registradas durante los últimos 10 años, por la Estación Meteorológica No. 52, de Santo Tomás, dependiente de la SARH.

para que los ejemplares alcancen una talla de 20 a 30 cm. El peso para cada organismo será de 200 a 360 gr. aproximadamente. El peso total de los organismos cultivados, se espera -- sea de 246 Kg. sin considerar el excedente de los 20 ejemplares que se sumaron a la carga inicial del embalse.

DISCUSIONES

En nuestra zona de estudio se determinaron siembras de tilapia en verano, debido a que son organismos de orígenes tropicales, adaptados a temperaturas cálidas.

Por otra parte el oxígeno disuelto registrado en el agua del embalse en estudio, no representa un inconveniente para el cultivo, ya que la baja demanda de oxígeno del grupo de las tilapias es un factor que les permite ocupar medios ambientales extremos (Morgan, 1972; citado por Pruginin, 1975).

Los valores del pH registrados en el agua del embalse, fueron adecuados para el cultivo de peces, ya que oscilaron entre 7 y 8, siendo el rango óptimo que soportan los peces (Huet, 1970). Aguilera y Noriega (1985), definen un pH de 7 a 8 como el óptimo para el cultivo de tilapias. Se recomienda según Swingle (1961), hacer mediciones del pH antes del inicio del día, porque es cuando se encuentra más bajo, debido a las altas concentraciones de Bióxido de Carbono, y además se puede obtener una mejor información, si se registra un ciclo completo del pH diario, desde el amanecer hasta el ocaso. El pH registrado en el agua del embalse durante las 24 horas, presentó el comportamiento esperado. El pH del agua del embalse presentó valores constantes, fluctuando entre 7 y 8, que son los recomendados para los cultivos piscícolas.

El disco de Secchi se perdió a los 100 cm., indicando así una turbidez mínima, ya que una transparencia o productividad fértil del agua normal, el disco se pierde a los 45 cm. (según Rubin, 1974); por lo tanto, los sólidos disueltos no representan un problema para el cultivo, al menos en la fecha en que se realizó la medición (2 y 3 de noviembre de 1986) la cual es considerada como etapa final del cultivo.

La alcalinidad del agua del embalse, presentó valores entre 65.5 y 67.5 mg/l, considerados como adecuados para el cultivo de peces, ya que según (Huet, 1970), un valor de 175 mg de Carbonato de Calcio/l. resulta perjudicial debido a las

formaciones calcáreas que se producen, afectando tanto a la productividad del estanque, como a los peces al dañar sus branquias. Una alcalinidad de 75 mg/l. aproximadamente, la considera como adecuada, para propiciar el enriquecimiento de la productividad natural, y un valor inferior a 5 mg./l., se manifiesta como ambiente pobre para dicha productividad.

Hepher y Pruginin (1981), han realizado determinaciones de Nitratos y Fosfatos en aguas de estanques piscícolas sin fertilizarse, encontrando valores de 0.37 y 0.004 mg./l. de Nitratos y Fosfatos respectivamente. Los valores de nutrientes del embalse en estudio (Tabla VI), fueron muy similares en Nitratos y Fosfatos, considerados como valores normales para estanques piscícolas no fertilizados.

El crecimiento de las tilapias se desarrolla mejor en los machos que en las hembras, aún cuando se críen por separado (Fryer e Iles, 1972). Este hecho viene a reforzar la idea de trabajar con poblaciones monosexuales de puros machos. Según Caulton (1982), el rango de crecimiento animal es determinado por los efectos combinados de cantidad y calidad del alimento. Para el cultivo propuesto se pretende alcanzar un crecimiento superior en los peces, considerando una buena producción periódica y constante de alimento natural; el cuál es rico en proteínas, vitaminas y otros factores de crecimiento. La producción de alimento natural se puede mantener a través de la fertilización con estiércoles porcícolas y avícolas.

La dieta natural de las tilapias adultas del género Oreochromis, es muy variada desde macrofitas, fitoplancton, perifiton, zooplancton, detritus, algas bentónicas (Bowen et al., 1980; citado por Caulton, op. cit.). Esta variedad en la dieta aconseja retomar la fertilización en forma permanente y adecuada, para mantener la producción de alimento natural.

La composición química del agua del embalse y el fondo del mismo, son factores extrínsecos del crecimiento de la tilapia; que deberán ser tomados muy en cuenta, y tratar de corregir a través de los métodos de encalado, cuando sea necesario.

Cabe señalar que la madurez en la tilapia, a una temprana edad, quedará truncada con la propuesta de cultivar poblaciones monosexuales de solamente machos, a través principalmente del método de hibridación. En relación a los métodos para obtener poblaciones monosexuales de mayor aplicación es el de hibridación, debido a la mayor facilidad para realizarlo, y a la vez permite mejorar las líneas de cultivo. En cambio el sexado de las tilapias requiere de más esfuerzo para realizar la separación de hembras y machos; además se requiere de bastante práctica para poder diferenciar los caracteres sexuales externos. El método de Reversión Sexual requiere de elaborar dietas para agregar en ellas, la producción de hormonas para aplicarlas en la alimentación de las tilapias, dicho método resulta más sofisticado para realizarse en cultivos rústicos.

Con respecto a las técnicas para inducir el desove en medios artificiales son una alternativa, sobre todo en climas templados, porque se pueden ejecutar desoves en invierno bajo ambiente controlado, con relación principalmente a la temperatura; además al inicio del verano se cuenta con un mayor número de alevines machos para su crecimiento o engorda.

Se espera obtener un crecimiento óptimo por parte de las tilapias híbridas de sexo masculino que se propone sembrar, ya que éstas han demostrado un crecimiento muy superior al de sus progenitores, además de que los machos crecen más rápido que las hembras, ya que éstas últimas dejan de crecer para orientar su energía a los eventos de la reproducción (Mabaye, 1971; citado por Hopher y Pruginin, 1981).

Los resultados de los parámetros físico-químicos obtenidos en el agua del embalse, nos indica la factibilidad de realizar el cultivo propuesto porque resultaron valores que son adecuados para el cultivo de tilapias. Los resultados -

obtenidos son válidos para la fecha en que se realizó el -- muestreo, faltaría realizarlo durante todo el año.

La ventaja de sembrar híbridos de la cruce propuesta, es que provienen de progenitores que cuentan con una alimen tación de hábitos omnívoros, lo que permite que acepten una amplia variedad de alimentos tanto naturales como artificia les, lo que resulta que el costo de la alimentación sea más económico. Las tilapias aprovechan al máximo el alimento na tural disponible en el agua y dicho alimento puede ser man- tenido a través de la fertilización con estiércoles porcíco las y avícolas, principalmente. Como lo señala Caulton (--- 1982), el alimento natural es rico en proteínas y vitaminas y otros factores de crecimiento, pudiéndose utilizar alimen tos complementarios relativamente bajos en proteínas y vita minas favoreciéndose la economía del cultivo.

Por otra parte, la principal limitación en la cantidad de abono que puede ser usado, en su efecto sobre la concen- tración de oxígeno, ya que la composición de la materia or- gánica por bacterias consume una gran cantidad de oxígeno, lo que puede ocasionar en casos extremos la muerte de los - peces por anoxia (Rappaport et al., 1977). Debido a lo ante- rior es importante determinar la cantidad de materia orgáni ca que puede agregarse sin causar daño a los peces. Cuando los niveles de oxígeno disminuyan en el cultivo, originado por la fertilización de estiércoles, se puede solucionar el problema aplicando cal uniformemente sobre la superficie - del agua, con el fin de precipitar el exceso de las partícu las orgánicas en suspensión.

Es también importante observar que la gráfica de preci- pitaciones nos indica que precisamente en la etapa de dura- ción del cultivo, que se propone entre los meses de mayo a octubre, es cuando las lluvias disminuyen casi en su totali dad; con ésto podemos predecir que las lluvias no afectarán al cultivo o al embalse con altas crecidas de agua, ya que las lluvias se manifiestan en la época de invierno, durante

los meses en que el cultivo no se estaría llevando a cabo.-

Al realizar los análisis de suelo de las áreas que rodean al embalse, se pudo comprobar que los suelos cuentan con un pH ligeramente alcalino, lo cual indica que los arrastres por erosión de material del suelo, no perjudicará la composición química del agua del embalse, además, que son suelos donde se pueden construir estanques rústicos sin temor a enfrentar suelos ácidos con una alcalinidad baja para cultivar peces; también la textura es arcillosa lo que ayuda a evitar la filtración del agua, en caso de que se construyeran estanques.

CONCLUSIONES

1.- La tilapia es una especie ictica muy adecuada como -
candidata para cultivo en estanques rústicos, debido a su al-
ta capacidad del aprovechamiento del alimento natural, fácil
manejo, y alta tolerancia a los factores físico-químicos y en-
fermedades.

2.- El aprovechamiento de las excretas porcinas y avíco-
las, es una alternativa para mantener el alimento natural del
embalse incrementado permanentemente, a través de la fertili-
zación.

3.- La tilapia es un pez que acepta fácilmente su manejo
por lo consiguiente, es conveniente familiarizar al ejidatario
con dicha especie.

4.- Según las condiciones ambientales registradas en la
zona de estudio, durante los últimos 10 años, las tilapias po-
drán cultivarse en verano entre mayo y octubre, cuando las --
temperaturas son más cálidas.

5.- Los costos de mantenimiento de la tilapia en cultivo
se ven favorecidos por la adaptación digestiva para consumir
una amplia variedad de alimentos naturales y artificiales.

6.- El método de hibridación entre dos especies de tila-
pia ha venido destacándose como el más apropiado para obtener
poblaciones monosexuales de solamente machos.

7.- Los métodos de encalado es una medida que deberá po-
nerse siempre en práctica en los cultivos piscícolas, ya que
evitan enfermedades, incrementa las reservas alcalinas y man-
tiene en buen estado la productividad biológica.

8.- Las introducciones artificiales de tilapias por el -
hombre ha sido el factor determinante para encontrarlas dis-
tribuidas en climas templados, porque son de origen intertro-
picales.

9.- El estudio preliminar de los factores físico-quími-
cos del agua del embalse nos indican la factibilidad de intro-
ducir sin problema alguno a las tilapias, durante la fecha en
que se tomaron los muestreos, considerandose como la parte fi-
nal del cultivo propuesto.

RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda aumentar la altura del dique del embalse como mínimo medio metro más, con el propósito de aumentar el nivel de agua retenida y a su vez poder incrementar la densidad o capacidad de carga del cultivo propuesto.

2.- Es importante realizar una poda parcial de los árboles que rodean al embalse, para permitir un mayor calentamiento del agua y suministro de luz solar para la producción de fitoplancton.

3.- Se recomienda aprovechar las excretas porcícolas y avícolas de la comunidad ejidal para fines de fertilización -- del agua del cultivo.

4.- Se recomienda la necesidad de realizar mediciones de parámetros físico-químicos del agua del embalse, durante todo el año, principalmente en la época de siembra propuesta.

5.- Se recomienda el aprovechamiento de otros represos y la construcción de estanques rústicos en el ejido.

6.- En la descripción fisiográfica se localiza una zona de sedimentación, que puede ser aprovechada para construir -- pequeños estanques en serie y aprovechar el arroyo que la cruza, como canal de alimentación de agua.

7.- Como medida profiláctica y forma de aumentar las reservas alcalinas del suelo del embalse, se recomienda vaciarlo 15 días antes de iniciar el cultivo y aplicarle 6 Kg. de cal.

8.- Se recomienda realizar cultivos de tilapias con agua de mar, ya que son especies altamente eurihalinas y el ejido colinda con la costa.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, B.L.E. 1985. Estudio de los Principales Recursos Naturales Terrestres y Perspectivas de su Aprovechamiento en el Ejido Nativos del Valle de Mexicali. Tesis de la Escuela de Ciencias Biológicas. U.A.B.C.
- AGUILERA, H.P. y C.P. NORIEGA. 1985. La Tilapia y su Cultivo. Departamento de Pesca. Dirección General de Acuicultura. México, D.F. 50 pp.
- ALABASTER, J.S. y R. LLOYD. 1980. Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Aquaculture 15:25-27.
- ANONIMO, 1983. Cultivo de la tilapia. Serie de cuadernos de trabajo sobre Piscicultura. Departamento de Pesca. Dirección General de Acuicultura. México, D.F. 8:1-23.
- BALARIN, D.J. 1979. Tilapia a Guide to their Biology and Culture in Africa. University of Stirling, Scotland 151 pp.
- CAULTON, M.S. 1982. Feeding, Metabolism and Growth of Tilapias some Quantitative Considerations. Aquaculture 18:157-159.
- COLL, M.J. 1982. Acuicultura Marina Animal. Ediciones, Mundiprensa, Madrid. 1982. 629 pp.
- CUANALAO DE LA CERDA, E. 1975. Manual para la Descripción de Perfiles en el campo. Rama de Suelos. Escuela Nacional de Agricultura, Chapin go, México.
- CHEN, F.V. 1969. Preliminary Studies on the Sex, Determining Mechanim of Tilapia mossambica Peters and T. hornorum Trewavas. Verh. Int. Ver. Limnol. 17:720-723.
- CHEN, T.P. 1975. Acuaculture Practices in Taiwan. Fishing News Book Limited. 360 pp.
- CHIMITS, P. 1975. Tilapia and its Culture: A preliminary Bibliography. FAO Fish, Bull. 8(1):1-4.
- DELGADILLO, M.S. y A. MORALES. 1976. Hibridación con Tilapia; Tilapia nilotica (Linn) X T. mossambica (Peters) (Perciformes): Cichlidae; en la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, Oax., con fines de Cultivos Monosexuales Intensivos. Mem. Simp. sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tomo I:119-131.
- ECKSTEIN, B. y M. SPIRA. 1965. Effect of Sex Hormones in the Gonadal Differentiation in Cichlid, Tilapia aurea. Biol. Bull., 129-485.
- ELBERSEN, G.W.W. 1974. Metodología para Levantamientos Edafológicos. (Especificaciones y Manual de Prodedimien-

- tos). Centro Interamericano de Fotointerpretación. Bogotá, Colombia. 1974. 80 p.
- FRANCO, L.F. 1981. Manual de Prácticas de Ecología y Biología de Campo. ENEP., Iztacala. Escuela Nacional de Estudios Profesionales. UNAM.
- FRYER, G. y T.D. ILES. 1972. The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa, their Biology and Evolution. Oliver and Boyd Edinburgh. 641 pp.
- GUERRERO, R.D. 1975. Use of Androgens for the Production of all male Tilapia aurea Steindachner. Trans. Am. Fish. Soc. 104:342.
- HEPHER, B. 1977. Ten years of Research in Fishpond Fertilization in Israel. The effect of Fertilization on Fish yield. Bamidgeh 14(2):29-31.
- HEPHER, B. y Y. PRUGININ. 1981. Comercial Fish Farming, with special Reference to Fish Culture in Israel. Wiley and sons, New York. 309 pp.
- HICKLING, C.F. 1982. Fish Culture. Faber, London 295 pp.
- HORA, S.L. y T.V. PILLAN. 1982. Hand Book on Fish Culture in the Indo-Pacific Fisheries Region. FAO Fish Tech.Pap. 14:204.
- HUET, M. 1970. Tratado de Piscicultura. 3a. Edición, Mundo--Prensa. Madrid, España. 745 pp.
- KIRK, R.G. 1972. A Review of Recent Developments in Tilapia Culture with Reference to Fish Farming in the Heated - of Powers Stations. Aquaculture 1(1):1-3.
- LAGLER, K.F.; J.E. BARDACH; R.R. MILLER; y D.R.M. PASSINO. -- 1977. Ichthyology. John Wiley and sons. New York. -- 506 pp.
- LOVSHIN, L.L. 1982. Tilapia Hybridization. Auburn University 204 pp.
- MAAR, R.G.; G.L. WOHLFARTH; G. SCHROEDER; G. HULATA y H. --- BARASH. 1966. Intensive Polyculture of Fish in Freshwater Ponds. I. Substitution of Expensive Feed by Liquid Cowmanure. Aquaculture 10:25-27.
- MIRONOVA, N.V. 1969. The Biology of Tilapia mossambica Peters under Natural and Laboratory Conditions. Aquaculture 9(4):628-629.
- MOAV, R.G.; G.L. WOHLFARTH; G. SCHROEDER; G. HULATA y H. --- BARASH. 1977. Intensive Polyculture of Fish in Freshwater Ponds. Aquaculture 10:25-26.
- MORALES, D.A. 1975. Breve Historia sobre la Piscicultura Mundial y Nacional. Instituto Nacional de Pesca, México, D.F. p. 1-33.

- POPPER, D. y T. LICHATOWICH, 1975. Preliminary Success in -- Predator Control of Tilapia mossambica. Aquaculture 5(2):213-214.
- PRUGININ, Y. 1975. Weeb Control in Fish Ponds in the Near -- East. FAO Fish. Rep. 44(5):18-22.
- PRETTO, M.R. 1980. Aprovechamiento de las Aguas y Excretas -- de la Explotación Porcina para el Cultivo de Peces -- en Panamá. Rev. Lat. de Acui. Lima, Perú 3:29.
- PULLIN, V.S.R. y R.H. MCCONELL. 1982. The Biology and Culture of Tilapias., Published by ICLARM, Manila - - - - Philippines. 426 pp.
- RAPPAPORT, U.; S. SARIG y Y. BEJARANO. 1977. Observaciones -- on the Use of Organic Fertilisers in Intensive -- Fish Farming at the Ginosar Station in 1976. --- Bamidgeh. 29(2):57-59.
- RUBIN, R.R. 1974. La Piscifactoría. Cría Industrial de los Peces de Agua Dulce. Editorial C.E.C.S.A., México. -- 187 pp.
- RZEDOWSKY, J. 1983. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. México, D.F. 397 pp.
- SALGADO, F.R. 1979. El Efecto de Diferentes Tasas de Siembra, Manejo en la Producción de Híbridos Intreespecíficos del Género Tilapia Sarotherodon. Rev. Lat. Acui. Lima, Perú, 2:1-150.
- SCHROEDER, G.L. 1974. Use of Fluid Cowshed Manure in Fish -- Ponds, Bamidgeh 26(3):84-86.
- SHELTON, W.L.; K.V. HOPKINS y G.L. JENSEN. 1978. Use of Hormones to Produce Monsex Tilapia por Aquaculture. -- Fisheries Society, Auburn, Alabama 4:10.
- SIPE, M. 1981. Control de Reproducción de Tilapia. Sistemas Naturales, Palmeto, Florida, 1981 50 pp.
- SWINGLE, H.S. 1961. Relationship of pH of Pond Waters to -- their Suitability for Fish. Aquaculture 12(4):110-114.
- TAPIADOR, D.D.; H.F. HENDERSON; M.N. DELMENDO y H. TSUTSUI. 1977. Freshwater Fisheries and Aquaculture in China FAO. Fish. Tech. Pap. 168:83.
- UCHIDA, R.N. y I.E. KING. 1962. Tank Culture of Tilapia. -- Serv. Fish. Bull. 62:21-22.
- WIGGINS, I.L. 1980. Flora Of Baja California, Stanford University Press 1025 pp.
- WOYNAROVICH, E. 1979. The Feasibility of Combining Animal -- Husbandary with Fishfarming with Special Reference to Duck and Pig Production. Aquaculture 15:203-205.

YASHOUV, A. 1970. Contribution to the Know Ledge of Eggs and
Early Larval Stages of Mulletts along Israel Coast.
Bamigh 22(3):72-75.