

1 9 8 4 - 2

077490582

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS



LOS RECURSOS ACUATICOS DE LA SIERRA DE MANANTLAN:
INVENTARIO Y ANALISIS PRELIMINAR SOBRE
CONSERVACION Y UTILIZACION.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

SONIA NAVARRO PEREZ

GUADALAJARA, JAL. JULIO 1987

LOS RECURSOS ACUATICOS DE LA SIERRA DE
MANANTLAN: INVENTARIO Y ANALISIS PRELIMINAR
SOBRE CONSERVACION Y UTILIZACION.

TESISTA: SONIA NAVARRO PEREZ
DIRECTOR DE TESIS: M. en C. EDUARDO RIOS JARA

"... no hay en el agua, traése á cuestras de un río, grande trecho de allí; tienen los indios tres sisternas grandes junto al convento, las cuales antiguamente se henchían de buena agua que traían encañada desde la sierra, pero con un terremoto se hundió el manantial y se fue el agua por otra parte, y los algibes quedaron perdidos, pero el padre comisario dió orden á los indios para que los limpiasen y aderezasen y se hinchasen cada año de agua llovediza, porque - habria harta para el pueblo..."

(Ponce, 1873).

El presente trabajo es fruto de la idea de una persona; la dedicación dirección y cariño de muchas otras a quien deseo agradecer sinceramente.

El proyecto desde su inspiración, su desarrollo y ahora su culminación ha sido fielmente apoyado por mi amigo ...

Rafael Guzmán.

Este trabajo estuvo bajo la dirección del M. en C. Eduardo Santana C. a quien hago un reconocimiento especial por la excelente labor como director, por su paciencia, comprensión y por ser amigo. Gracias mil.

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer patente mi más sincero agradecimiento para todas las personas e instituciones que de alguna manera contribuyeron y sin cuya ayuda la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

- . En primer lugar a mi casa de estudios la Universidad de Guadalajara; a mis maestros ; al Laboratorio Natural Las Joyas su personal y exelente director.
- . Al Dr. John Lyons y Daniel Schneider de la Universidad de Wisconsin por su entrenamiento y dirección del trabajo.
- . A Allison Hiltner por la colección de dipteros y su apoyo en el trabajo de campo.
- . AL Dr. Jorge Carranza-F. y Ma. Teresa Gaspar-D. por las identificaciones de peces y por sus recomendaciones
- . A los Biol. Jose Luis Villalobos H. y Juan Carlos Nates y todo su equipo de carcinología por las identificaciones de crustaceos.
- . Al Biol. Edmundo Pérez por las identificaciones de anfibios
- . Al Dr. Manuel Guzman A. personal del Laboratorio de Limnología del Instituto de Biología, UNAM, por sus valiosas recomendaciones.
- . Al Biol. Gilberto Quiñonez L. y al Ing. Manuel Mendoza de la SEDUE por las facilidades del laboratorio de aguas.
- . Al Biol. Hector Romero R. y el Ing. Jesús Amezcua C. por su apoyo como dirigentes del Centro de Estudios Limnológicos de la S.A.R.H.
- . Al Biol. Maurilio Soto E. de la Delegación Federal de Pesca, por el apoyo con préstamo de equipo.
- . A la Lic. Rosa Rojas y sus equipo por su desinteresado apoyo en el trabajo de campo.
- . A todos mis compañeros del L.N.L.J. especialmente a Alicia Loeza, Carlos Palomera, Ignacio Iñiguez, Salvador García, Víctor Bedoy, Luis Rivera, Pedro Cruz, Margarita Anaya, Manuel Flores, Leticia Sencion, Arturo Solis y Claudia Torres.

- . A Don Jose , Doña Ofelia y Benedicto por asistirme, protegerme y guiarme en el campo.
- . A los ejidatarios de Ayotitlán, Telcruz, Cuzalapa y en general a todos los pobladores de la Sierra por su hospitalidad y desinteresado apoyo en mi trabajo.

A todos y cada uno mil gracias.

Con todo cariño para mi familia,
especialmente a mis padres.

Para tí, Antonio.

La presente investigación es un trabajo de tesis del Laboratorio Natural Las Joyas (L. N.L.J.) de la Sierra de Manantlán, Jalisco, que recibió apoyo del Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), mediante la beca tesis con registro: 48256.

INDICE

Reconocimientos	i
Indice de Tablas	ii
Indice de figuras	iii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
III. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	5
3.1.- Localización	5
3.2.- Rasgos físicos	5
3.3.- Vegetación	6
3.4.- Hidrología	8
3.5.- Historia geológica de cuencas	8
3.6.- Utilización de la Sierra	10
IV. ANTECEDENTES	
4.1.- Documentos históricos de la región	12
4.2.- Estudios sobre calidad de agua y recursos acuáticos	13
V. MATERIALES Y METODOS	16
5.1.- Trabajo de gabinete	16
5.2.- Trabajo de campo	16

VI. RESULTADOS	24
6.1.- Descripción de cuencas	24
6.2.- Factores físicos	24
6.3.- Calidad de agua	35
6.4.- Vegetación	42
6.5.- Invertebrados	44
6.6.- Peces	71
6.7.- Anfibios y reptiles	77
6.8.- Aves y mamíferos	78
6.9.- Utilización de los ríos y arroyos	82
VII. DISCUSION	87
VIII. RECOMENDACIONES	93
IX. CONCLUSIONES	97
X. BIBLIOGRAFIA	99
XI. APENDICE 1	105
XII. APENDICE 2	114

INDICE DE TABLAS

No. de Tabla	Descripción
1	Material y equipo de muestreo para la toma de datos de factores físicos y de calidad de agua.
2	Tipo y volumen de los envases.
3	Volumen de agua de los ríos y arroyos principales de la Sierra de Manantlán.
4	Parámetros químicos y de calidad de agua muestreada por el Método Standard en todas las localidades (Junio 1985-1986) en la Sierra de Manantlán.
5	Localidades y parámetros de calidad de agua muestreados con Equipo Hach en diferentes arroyos de la Sierra de Manantlán, (febrero y marzo de 1986).
6	Vegetación riparia de las vertientes norte y sur de los principales ríos en la Sierra de Manantlán, Jalisco.
7	Distribución de insectos acuáticos por órdenes y familias de las tres cuencas principales en la Sierra de Manantlán, Jalisco.
8	Distribución altitudinal de familias de insectos acuáticos.
9	Familias de insectos con distribución discontinua.
10	Riqueza de invertebrados acuáticos por microhábitat en la Sierra de Manantlán, Jalisco.
11	Presencia de invertebrados acuáticos por microhábitat en la Sierra de Manantlán, Jalisco.
12	Especies de peces encontradas en las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán Jalisco.
13	Especies nativas de peces en las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán, Jalisco.
14	Distribución (%) de especies nativas de peces de las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán, Jalisco.

- 15 Distribución (%) de especies de peces exóticas y nativas en las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán, Jal.
- 16 Máximas y mínimas de factores ambientales presentes para las especies de peces en la Sierra de Manantlán, Jalisco.
- 17 Aves asociadas a los arroyos de la Sierra de Manantlán, Jalisco.

INDICE DE FIGURAS

No. de Figura	Descripción
1	Localización e Hidrología de la Reserva de la Biósfera. Sierra de Manantlán, Jalisco.
2	Cuencas y ríos principales de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco.
3 a	Perfil de la cuenca del río Manantlán.
3 b	Perfil de la cuenca del arroyo La Yerbabuena.
3 c	Perfil de la cuenca del río Ayuquila (fracción)
3 d	Perfil de la cuenca del arroyo El Tecolote.
3 e	Perfil de la cuenca del río Ayotitlán.
4 a	Gasto de la corriente del río Marabasco. (Corte horizontal)
4 b	Gasto de la corriente del arroyo El Conejo. (Corte horizontal)
4 c	Gasto de la corriente del arroyo La Loma. (Corte horizontal)
4 d	Gasto de la corriente del arroyo Las Galeras. (Corte horizontal)
5	Relación entre el ancho del río y la altitud.
6	Relación entre la temperatura y la altitud en 30 ríos muestreados en la Sierra de Manantlán.
7	Relación entre la temperatura y el ancho del río.
8	Relación entre el oxígeno disuelto y la temperatura en los arroyos de la Sierra de Manantlán.
9	Cambios estacionales en temperatura del agua en la Sierra de Manantlán.
10	Variación en el número de familias por orden de insectos acuáticos.

- 11 Relación entre número de familias de insectos y la altitud en 21 arroyos muestreados en la Sierra de Manantlán.
- 12 Relación entre el número de microhabitats y altitud.
- 13 a Variación en proporción de microhabitats por altitud.
- 13 b Variación en proporción de microhabitats por altitud.
- 14 Número de microhabitats en relación al ancho del río en la Sierra de Manantlán.
- 15 Familias de insectos acuáticos en relación al ancho del río en la Sierra de Manantlán.
- 16 Relación entre insectos acuáticos y número de microhabitats en ríos y arroyos de la Sierra de Manantlán.
- 17 Número de familias de insectos en relación a la altitud.
- 18 Relación entre número de familias en el microhabitat de piedras y el número total de familias en el sitio muestreado en la Sierra de Manantlán.
- 19 Número de familias de insectos acuáticos en relación a la temperatura en 20 arroyos de la Sierra de Manantlán.
- 20 Relación entre el número de familias de insectos y el oxígeno disuelto.
- 21 Relación entre el número de especies de peces y la altitud.
- 22 Número de especies de peces en relación a la temperatura del agua en los arroyos de la Sierra de Manantlán.
- 23 Número de especies de peces en relación al ancho del río en 25 sitios de muestreo en la Sierra de Manantlán.

I. INTRODUCCION

El agua es un recurso natural indispensable para el ser humano. Fundamentalmente tiene tres usos: Irrigación agrícola (85%), uso industrial (7%) y consumo doméstico y comercial (5%); además de otros usos diversos (3%) (Miller ~~et~~, 1982). El agua es el medio en donde se desarrollan plantas y animales que también son importantes recursos utilizados por las sociedades humanas. La distribución de agua en el mundo y por ende la distribución de los recursos acuícolas no es homogénea, ni en el tiempo ni en el espacio. Este vital líquido escasea constantemente en algunas regiones del planeta y en otras es abundante solo en ciertas estaciones del año. Algunos de los retos más grandes que surgen en esta década son el problema de la reducción de la disponibilidad de agua en el mundo, la reducción de recursos acuícolas útiles para el hombre, la extinción de especies dulceacuícolas y el avance del proceso de desertificación (Owen, 1971).

La reducción del agua en el mundo se debe a numerosas causas pero las más importantes son: 1) el aumento en las demandas para todos los usos 2) el incremento en la contaminación y 3) las alteraciones ambientales - que modifican los regímenes hidrológicos y aceleran el proceso de eutroficación en diferentes regiones del planeta (Owen, 1971). Las consecuencias de la contaminación y degradación ambiental desencadenan una serie de reacciones que, dependiendo de su intensidad, pudieran llegar a causar condiciones negativas irreversibles (Miller ~~et~~, 1982).

México es un país con graves limitantes en el campo de la investigación científica relacionada con el manejo y aprovechamiento sostenido de recursos acuáticos. Los estudios sobre patrones de distribución, necesidades ecológicas y potencial de aprovechamiento sostenido de organismos acuáticos están restringidos a unas cuantas áreas de la República. De estos estudios dependen programas que determinan el aprovechamiento de especies mediante su explotación racional con la aplicación de técnicas de cultivo adecuadas. De estos estudios también dependen las estrategias para la conservación de las especies acuícolas del país (Gómez-Pompa, 1985).

EL desarrollo integral de la acuicultura es muy importante ya que "estudios realizados sobre el tema , demuestran que la cantidad de proteína animal que produce una hectarea de estanques bien manejados, no la supera ningún otro método de cría de animales" (Gómez-Pompa, 1985). Además presenta la ventaja de poder combinarse con la agricultura para una producción más intensiva. Este principio ya era conocido por los mayas en el sur del país y lo utilizaban en el sistema de chinampas (Gómez-Pompa, 1985).

La fauna dulceacuática de nuestro país que se utiliza en proyectos de producción son principalmente peces y langostinos. Esta fauna es muy diversa y debe conocerse mejor para hacer un buen manejo de ella, sin necesidad de introducir especies exóticas que en muchos casos ocasionan la extinción de especies autóctonas (Gómez-Pompa, 1985). Existen técnicas y métodos que aplicandolos adecuadamente, producen cultivos sostenidos de recursos acuáticos los cuales contribuyen a mejorar las condiciones en el déficit de la dieta del hombre (Sevilla, 1983).

En México existen 39 familias que conforman la ictiofauna de agua dulce de todo el país (Alvarez-V.,1970). En la plataforma central encontramos una diversidad de especies ícticas que suman casi 300 pertenecientes a 36 familias (Miller -b,1982). Asimismo, encontramos grupos de peces que encuentran su límite de distribución geográfico en esta zona. Comparada con otras áreas del país esta zona (incluyendo la cuenca del río Lerma Santiago) presenta un alto número de especies endémicas (Miller -b,1982). Sin embargo aún con la riqueza de peces existentes en el país las especies más utilizadas para producción son exóticas (Contreras- B y Escalante-C., 1984).

Estudios sobre invertebrados de ríos y arroyos también son importantes en la comprensión de la biota acuática. Patrones de distribución y ecología de insectos son aspectos poco estudiados. Algunas investigaciones de invertebrados acuáticos están avocadas al aprovechamiento de estos recursos, concentrándose en especies comestibles y comerciales. El grupo más conspicuo es el de los decápodos, que incluyen a los cangrejos, langostinos y chacales. Estos crustáceos además de tener un significado comercial, en algunos lugares de nuestro país constituyen parte importante

en la dieta de los pobladores de las zonas rurales. Además, son un interesante material para estudios faunísticos, dada su distribución geográfica (Villalobos-Figueroa, 1969).

El presente estudio pretende dar a conocer en forma general los recursos de los ríos y arroyos de la Sierra de Manantlán, la cual es una zona poco estudiada en nuestro país. Esto lleva la finalidad de iniciar un proceso de investigación y manejo de recursos acuáticos para que estos sean bien aprovechados y manejados por quien mejor conoce y merece este patrimonio: los pobladores de la Sierra de Manantlán.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer el potencial acuífero y biológico de los ríos y arroyos de la Sierra de Manantlán a través de un gradiente altitudinal para sugerir algunas recomendaciones sobre el uso y la conservación de estos recursos.

Objetivos específicos

- 1.- Identificar las especies de peces y describir otros animales y plantas asociadas a los ríos y arroyos de la Sierra de Manantlán a través de un gradiente altitudinal.
- 2.- Determinar el gasto de corriente de algunos ríos y arroyos de las principales cuencas de la Sierra de Manantlán.
- 3.- Conocer las especies acuáticas nativas e introducidas de la región, señalando las que son utilizadas tradicionalmente por lo lugareños de la Sierra de Manantlán.

III. Descripción del área de estudio

3.1. Localización

El área de estudio se localiza en la Reserva de la Biósfera, Sierra de Manantlán y lugares limítrofes al suroeste del estado de Jalisco. Esta sierra cuenta con una extensión de 140,000 has. aproximadamente, y se encuentra en las inmediaciones de Autlán, Jalisco y Manzanillo, Colima, a 52 kms. (en línea recta) de la costa del Pacífico (Figura 1). Este complejo montañoso pertenece a la Sierra Madre del Sur y se ubica entre los $19^{\circ}26'47''$ y los $19^{\circ}42'05''$ latitud norte y los $103^{\circ}51'12''$ y $104^{\circ}27'05''$ longitud oeste.

San Juan Cacoma, El Mamey y Perote son tres serranías que delimitan a la Sierra de Manantlán en el noroeste, sureste y suroeste respectivamente. Más alejadas se encuentran, al norte la Sierra de Tapalpa y al este el Volcán de Colima (Guzmán y López, 1987).

3.2. Rasgos físicos

Sus rasgos físicos caracterizan a Manantlán como una zona de pendientes muy pronunciadas con una variación altitudinal de rangos muy amplios que van desde los 400 hasta los 2,860 msnm. Aproximadamente el 80% del área total presenta pendientes mayores de un 30% (L.N.L.J., Documento - inédito).

Sus climas se han clasificado como cálidos A, semicálidos A(C) y (A)C y templados Ca y Cb (Guzmán 1985). Existen 11 tipos de suelos -- siendo los cambisoles, luvisoles y regosoles los más comunes (Guzmán y López, 1987). Los luvisoles son los suelos más desarrollados que contienen un alto porcentaje de arcilla, de materia orgánica y presentan una coloración rojiza por contener una alta cantidad de hierro presente.

Los suelos de la Sierra de Manantlán son de origen ígneo y sedimentario. Los sedimentarios forman un 30% del área y son bajos en su resistencia a la erosión. El macizo montañoso más grande la Sierra de Manantlán

es de origen volcánico (roca ígnea extrusiva) y la evolución de los suelos va de incipiente a moderada debido a la inestabilidad causada por las constantes elevaciones de las montañas. De todo ese complejo montañoso solo el 1% aproximadamente tiene suelos apropiados para cultivos - (Guzmán y López, 1987). La profundidad del suelo va desde 10 hasta 100 cm. aproximadamente. Presenta patrones de drenaje que van de bueno a - excesivo para la mayor parte de la Sierra y drenaje incipiente en algunas zonas de bosque mesófilo y sitios con vegetación poco perturbada. Cuando estas zonas de drenaje deficiente se encuentran en suelos con un porcentaje elevado de arcilla, se llega a observar hidromorfismos (formación - irregular del suelo con estancamiento de agua).

3.3. Vegetación.

Se han encontrado 9 tipos de vegetación (según la clasificación de Rzedowsky, 1981) en la Sierra de Manantlán: Bosque de pino, de abetos, de encino, mesófilo de montaña, tropical caducifolio, tropical subcaducifolio, de galería, vegetación sabanoide de Byrsonima y Curatella y vegetación se cundaria. Estos tipos de vegetación son descritos en detalle en Guzmán (1985).

La vegetación cambia a través del gradiente de altitud. Encontramos bosque de abetos (Abies religiosa) en las partes más altas de la sierra (2,200 a 2,400 msnm). Bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, prin cipalmente en las partes bajas (600,700 msnm). El bosque de abetos se - encuentra en pequeños manchones dispersos y en ocasiones entremezclado con el bosque mesófilo. El mesófilo es un bosque siempre verde y se encuentra distribuido generalmente en cañadas desde los 800 hasta los 2,500 msnm. El tipo de vegetación dominante en la Sierra de Manantlán es el - bosque de pino (Pinus sp.) y se encuentra de los 800 a los 2,800 msnm. La vegetación secundaria favorecida por el disturbio humano, es muy hetero- génea y la encontramos dispersa irregularmente en esta sierra.

3.4. Hidrología

Por su cercanía con la costa, la humedad que se capta en la Sierra de Manantlán procede principalmente del océano. Las corrientes cálidas y húmedas de aire provenientes del Pacífico encuentran en la Sierra su primer obstáculo. Al elevarse el aire se enfría a través del proceso adiabático y esto causa la condensación y precipitación del agua en las partes altas (Cole, 1975). La humedad captada por el bosque se infiltra con rapidez. Una parte forma corrientes subterráneas y la otra brota en diversos puntos de la Sierra formando riachuelos de flujo permanente que convergen hacia el mar. Estos irrigan valles muy importantes, reconocidos por su alta producción de alimentos: Autlán y Casimiro Castillo. Los ríos de la Sierra también proveen agua a las zonas agrícolas de los municipios cercanos como lo son Cuautitlán, Cuzalapa, Ayotitlán y Tuxcacuesco.

La Sierra cuenta con 12 subcuencas que alimentan el torrente de tres ríos importantes: Ayuquila, Purificación y Marabasco (Figura 1). El río Ayuquila una parte se forma de la vertiente norte de la Sierra y es el más grande de los tres sistemas, está conformado por 18 corrientes permanentes, además de las de temporal. Este sistema corre hacia el estado de Colima, en donde su desembocadura tiene el nombre de Río Armería. El río Purificación una parte se forma en el oeste de la Sierra y desciende irrigando la zona costera de Jalisco. El río Marabasco delimita a los estados de Jalisco y Colima y es el único de los tres sistemas que tiene su origen totalmente en la Sierra de Manantlán. Este irriga la región sur-oeste de Jalisco y desemboca en el mar con el nombre de río Cihuatlán.

3.5.- Historia geológica de las cuencas.

La Sierra de Manantlán ha sufrido un largo proceso de formación, que data aproximadamente del Oligo-mioceno (Miller y Smith, 1985). Parte del origen de la Sierra de Manantlán, al igual que el resto de toda la provincia geológica de Occidente se atribuye al choque de placas tectónicas de Cocos con la de Norteamérica. Este encuentro de placas originó en parte

CUENCAS Y RIOS PRINCIPALES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE MANANTLAN

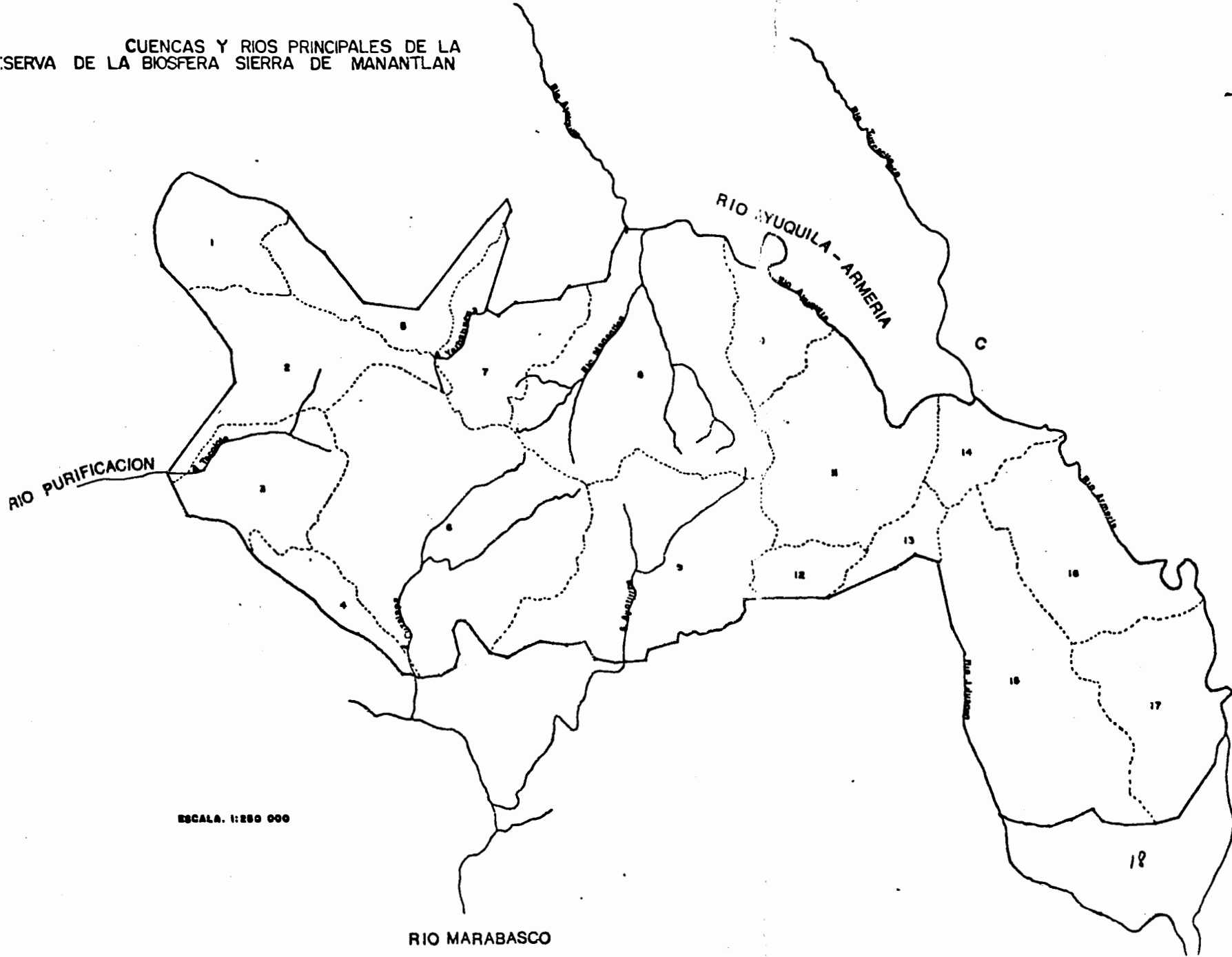


FIG. No. 2

que los materiales que se encontraban bajo la corteza terrestre (rocas ígneas intrusivas) surgieran a la superficie. Las rocas pertenecientes a este fenómeno corresponden posiblemente al periodo geológico denominado Cretácico (Julian Becerra, comunicación personal). Las presiones en este proceso originaron fracturas en la corteza terrestre desencadenando una serie de actividades volcánicas fisurales que determinaron la configuración actual de la Sierra de Manantlán. Es evidente que la erosión ha influido bastante en este proceso de caracterización de la Sierra, sin embargo, no se conoce aún claramente el proceso de erosión y su relación con el drenaje.

El macizo montañoso que comprende la parte más grande de la Sierra (porción occidental de la Sierra) está conformado de rocas ígneas extrusivas (volcánicas), mientras que la parte oriental está formada por rocas sedimentarias que forman el domo ó mesa denominado Cerro Grande. Estas últimas fueron originadas en antiguos pisos marinos. Por último en las partes bajas de la Sierra encontramos rocas metamórficas, originadas por las presiones de elevación de los granitos (L.N.L.J., documento inédito).

De acuerdo al origen de las rocas han existido cambios importantes en las tres cuencas que conforman a la Sierra de Manantlán. El origen de las cuencas de los ríos Purificación y Marabasco es el mismo (ígneo); - ambas cuencas se formaron casi a la par, permaneciendo unidas por un periodo prolongado hasta que, por un derrame de rocas volcánicas, se produjo un parteaguas que separó la comunicación entre ambas cuencas hace millones de años. Sin embargo la cuenca del río Ayuquila ha permanecido siempre separada de las otras dos cuencas por el complejo montañoso de la Sierra debido a su origen diferente.

3.6. Utilización de la Sierra.

Los bosques de la Sierra de Manantlán son muy importantes, tanto para la captación de agua, como para la conservación de los sistemas hídricos de la Sierra. Sin embargo, por cerca de 40 años, en la Sierra de Manantlán se han realizado explotaciones forestales no controladas. La parte que se conoce que con más antigüedad se ha sacado madera es

Cerro Grande . De zonas aisladas del centro y oeste de la Sierra, como Cuzalapa y Ayotitlán, se han extraído cerca de 4'000,000 de m³ de madera en un período de menos de 38 años (L.N.L.J., Documento inédito).

Uno de los problemas más preocupantes de la desmedida explotación forestal es la modificación de los regímenes hidrológicos. La corta de la cubierta vegetal (aclareos y desmontes), dejan al descubierto el agua; la erosión y el depósito de materia orgánica, sedimenta los cauces de los ríos con un consecuente secamiento a corto plazo. Todo esto sin contar otros factores importantes como son los cambios en la química (calidad de agua) y la contaminación.

En marzo de 1987 en la comunidad de Cuzalapa se recabó información que apoya estas observaciones: los moradores solicitaron que no se cortara más el bosque ya que esto ha propiciado una reducción notable en el recurso agua (L.N.L.J., Documento inédito). Por su importancia biológica y por ser proveedora de agua para las comunidades y valles agrícolas, el 5 de marzo de 1987 la Sierra de Manantlán fué declarada Reserva de la Biósfera. Proximamente se implementarán reglamentos para la conservación y uso adecuado de este recurso indispensable.

IV. ANTECEDENTES

4.1. Documentos históricos de la región.

Son pocos los datos históricos de la región. Los pueblos de la zona, en su mayoría, carecen de una historia escrita. La poca información se debe, en parte, a que los primeros pobladores de la Sierra de Manantlán habitaron esta región en casas hechas de material perecedero (raíces, ramas, lodo) que no dejaron un antecedente para la historia (Guzmán y López, 1987).

La información que se conoce de la Sierra de Manantlán es principalmente de la zona norte, que comprende Autlán, Manantlán y Tuxcacuesco. Los datos más completos se encuentran en los trabajos de Kelly (1945, 1949). En estos trabajos el autor cita las obras de Ponce (1873), Agüero (1878), Bárcena (1888) y Aguirre (1878); este último con información que data de 1525 y 1579.

La Sierra de Manantlán fue famosa por sus ríos, los cuales ofrecieron sustento a sus primeros moradores. Los nombres de los ríos y sus recursos se conocen desde el siglo XVI (Kelly, 1949). En los documentos de aquel tiempo se mencionan los ríos Tuxcacuesco, Zapotitlán, Cuscalapa, Purificación, Resolana y Ayaquyla. En base a las narraciones se deduce que el río Ayuquila fue quizá el más importante de todos. Se menciona que este río era rico en fauna y famoso por sus "bagres, truchas, camarones y otros pescadillos chicos y mojarras" (Agüero, 1878, citado por Kelly, 1949).

Desde el año 1525 se conoce que existían problemas por falta de agua en algunas zonas aledañas a la Sierra de Manantlán. En Zapotitlán, durante los períodos de secas, el agua escaseaba y la gente de la región caminaba varios kilómetros para proveerse de este líquido en los nacimientos y ojos de agua que había en la Sierra. La descripción de la región toma como base a los grandes ríos y se destaca como un lugar famoso por la gran cantidad de pozos y manantiales que ahí se encontraban, así como por los numerosos canales que abastecían de agua para riego a la región (Kelly, 1945, 1949).

4.2. Estudios sobre calidad de agua y recursos acuáticos.

Los estudios sobre calidad de agua en México han venido incrementándose en los últimos años a causa del aumento de problemas de contaminación (Mellanby, 1977). Tenemos como ejemplo los estudios realizados en el Lago de Chapala, Jalisco (Estrada Faudón et al., 1983), el río Lerma-Santiago (Bueno Soria et al., 1981) y los estudios a largo plazo que desarrolla la S.A.R.H. a través de la Red Nacional de Monitoreo de Aguas Interiores. Sin embargo, la literatura sobre el tema en México es limitada. Ros (1979) menciona la falta de información y compara varios manuales de técnicas de muestreo y de análisis de agua.

Los trabajos sobre calidad de agua en la Sierra de Manantlán son muy escasos. El único estudio que se conoce de la región es un trabajo inédito de la Red Nacional de Monitoreo de Aguas Interiores realizado de 1983 a 1986. Este estudio caracterizó las principales corrientes en el Estado de Jalisco midiendo 7 parámetros básicos (ph, turbidez, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos disueltos, sulfatos y alcalinidad). Cinco estaciones fueron ubicadas en el área de influencia de la Sierra de Manantlán; tres de ellas en el río Ayuquila en la Reserva de la Biósfera.

Existen numerosos estudios que describen los factores que afectan la distribución y abundancia de los invertebrados acuáticos y sus adaptaciones fisiológicas y anatómicas a factores como; temperatura, tamaño del río, sustrato, materia orgánica e inorgánica, factores químicos, oxígeno disuelto, velocidad de corriente, variabilidad de descarga y variedad y tipo de alimento (Hynes, 1970; Ward, 1981; Vannote et al., 1980; Resh y Rosenberg, 1984). Sin embargo, en los trópicos y en México estos tipos de estudios son escasos.

Los estudios sobre la distribución de invertebrados acuáticos a través de un gradiente altitudinal son relativamente recientes en las zonas tropicales. El trabajo de Illies (1964) en Perú, en donde encuentra que la fauna acuática de las zonas altas es completamente diferente a la de las zonas bajas, y el de Hynes (1971) en Trinidad, en donde reporta una zonación de insectos acuáticos a través de un gradiente altitudinal, son dos trabajos pioneros sobre el tema en la región neotropical. En Costa Rica, Stout y Vandermeer (1975) encontraron que en lugares donde

se secaban frecuentemente los arroyos, la diversidad de invertebrados en el microhábitat de piedras disminuía. También reportan encontrar mayor diversidad en altitudes medias. Correa et al. (1981) también realizaron estudios a través de un gradiente altitudinal en Colombia.

En México, uno de los trabajos más completos sobre organismos acuáticos es el trabajo editado por Hurlbert y Villalobos-Figueroa (1982), que recopila información sobre bibliografía, distribución, taxonomía y ecología de la biota de agua dulce en el país. Bueno Soria et al. (1981) estudiaron cambios en la comunidad de insectos acuáticos bajo diferentes condiciones ambientales en el río Lerma-Santiago. Trabajos sobre este tema no han sido realizados en el estado de Jalisco.

Los estudios que utilizan invertebrados acuáticos como índice de calidad de agua son relativamente recientes (Wilhm y Dorris, 1968; Hilsenhoff, 1977; Eckblad, 1978; Hilsenhoff, 1982). En México, algunas investigaciones de la U.N.A.M. se han abocado a este tema. Los estudios de Bueno Soria et al. (1981) y Manuel Guzmán (Documento inédito) son los primeros en el país que utilizan esta técnica de evaluación ambiental. No se han realizado trabajos de este tipo en Manantlán.

Los peces de las aguas dulces mexicanas fueron estudiados por Linneo desde principios del siglo XIX. En 1880 y 1890 Jordan y Woolman estudian en forma intensiva la zona central del país. Ellos realizan los primeros trabajos sobre Cyprinodontes de las familias Goodeidae y Poeciliidae. En el presente siglo los pioneros en el trabajo de la ictiofauna mexicana han sido C.L. Hubbs, R.R. Miller, F. De Buen y C.L. Turner (Alvarez, 1949).

La fauna de peces del territorio mexicano es rica y diversa. En las tierras altas de las montañas del centro del país existen numerosas especies endémicas, mientras que en las tierras bajas, principalmente en las zonas costeras, la ictiofauna está compuesta por especies de distribución amplia procedentes de las regiones Neártica y Neotropical (Miller y Smith, 1985). La distribución de peces en el país está relacionada a factores históricos como la formación de montañas y cuencas (Hendrickson et al., 1981) y a factores ecológicos como oxígeno disuelto en el agua, temperatura, velocidad de corriente, salinidad, barreras para la migración y nichos disponibles

(Follet et al., 1982). La composición de especies en distintas zonas depende de las características del río y la tolerancia ecológica de las especies. Las especies primarias son poco o nada tolerantes a aguas saladas y están restringidas a cuencas grandes; las especies secundarias viven en el agua dulce pero toleran el agua salada y tienen una distribución que incluye zonas costeras. Las especies periferales toleran mucho el agua salada y pasan la mayor parte de su vida en estuarios o en el océano (Follet et al., 1967; Hynes, 1970).

Gran parte de los trabajos sobre peces en México están relacionados con la acuicultura. Contreras-B. y Escalante-C. (1984) reportan 58 especies de peces exóticas en el país. De estas, 29 son introducidas y 29 son trasplantadas. Las razones principales por las cuales se introducen o trasplantan especies de peces en nuestro país son: 1. para obtener proteína animal como complemento de la dieta humana, 2. crear fuentes de trabajo en actividades pesqueras comerciales, 3. controlar malezas, 4. contribuir a la pesca deportiva y 5. producir especies ornamentales (Arredondo Figueroa, 1984).

De las especies exóticas de peces que prosperan en el país, cinco de ellas (Carpa dorada, Carassius auratus; Carpa herbívora, Ctenopharyngodon idella; Carpa común, Cyprinus carpio y tilapias, Tilapia aurea, T. melanopleura y T. mossambica) actualmente sostienen importantes pesquerías y proveen de alimento a comunidades rurales (Arredondo Figueroa, 1983). Sin embargo, las especies exóticas pueden llegar a causar la extinción de especies autóctonas como está ocurriendo en el Lago Chapala (Arredondo Figueroa, 1983; Contreras-B. y Escalante-C., 1984). Los motivos de la extinción son: depredación, competencia, hibridación, introducción de enfermedades y modificación de microhábitat (Arredondo Figueroa, 1983; Contreras-B. y Escalante-C., 1984).

En la región de Jalisco que comprende a la Sierra de Manantlán los estudios ictiológicos, tanto de acuicultura como los de distribución y ecología, son escasos. Los trabajos mas relevantes son los de Miller (1975, 1982, 1983). El más reciente el el que describe la nueva especie Poeciliopsis baenschi (Meyer et al., 1985). No se han realizado estudios sobre peces en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

V. Materiales y métodos

5.1. Trabajo de gabinete

Se recopiló información bibliográfica de recursos acuáticos cubriendo aspectos de distribución, relaciones ecológicas e importancia biológica y económica. Se incluyeron estudios en el trópico y de zonas templadas.

Para delimitar la zona de estudio se tomó como base la cartografía de DETENAL¹(ahora INEGI)² y los mapas elaborados por el L.N.LJ. Se emplearon tres escalas 1:25,000, 1:50,000 y 1:1'000,000. Se recopiló información básica sobre climas, topografía e hidrología y se eligieron los sitios de muestreo basándose en el estudio descriptivo de la Sierra de Manantlán (Guzmán, 1985). Con el mapa topográfico y de hidrología como base se hizo un recorrido para la corroboración de los sitios en el campo y se delimitó el área de trabajo.

Los criterios que se siguieron para la selección de los sitios de muestreo fueron los siguientes:

- 1.- Cubrir un gradiente altitudinal desde los 500 hasta los 2,600 msnm.
- 2.- Cubrir la Sierra de Manantlán y zonas aledañas
- 3.- Presentar cambios en el uso del agua
- 3.- Comprender poblados y rancherías en donde existan necesidades básicas de alimento y trabajo.

5.2. Trabajo de campo

Se realizaron muestreos de calidad de agua en 29 localidades en junio y noviembre de 1985, y febrero, marzo y junio de 1986. Los parámetros que se tomaron consistentemente fueron pH, oxígeno, disuelto, alcalinidad y conductividad. Otros parámetros fueron determinados solo en algunas ocasiones (Nutrientes: nitrógenos y fósforo, turbidez, dureza, sólidos,

1. Departamento de Estudios del Territorio Nacional.
2. Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática

demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales y coliformes totales.

Los muestreos de peces e invertebrados acuáticos se realizaron intensivamente en febrero y marzo de 1986 en 26 localidades, aunque se hicieron colectas esporádicas entre junio y diciembre de 1985. Durante todas las salidas se hicieron observaciones generales sobre el uso de los recursos y se le hicieron entrevistas a pescadores y personas que vivían en las riberas de los ríos. Los datos que se tomaron fueron los siguientes: especies presentes en el río, temporada de pesca, artes de pesca, especies comestibles, aceptación, preferencia, presencia de grupos de pescadores, migraciones de las especies, cantidad de cosecha y disponibilidad del recurso. Las salidas de campo tuvieron una duración de 7 a 12 días y el horario de muestreo fue de 9:00 a 16:00 hrs. Las tomas de muestras tuvieron una duración mínima de 4 hrs. y máxima de 6 hrs, para cada sitio muestreado.

5.2.1. Factores ambientales

5.2.1.1. Gasto de la corriente

El gasto de la corriente se midió por un método simple basado en el principio de Bernoulli (Trueba, 1981). Este consiste en medir un tramo del río, el largo, el ancho y varias medidas de la profundidad de orilla a orilla para calcular el área. Al mismo tiempo se mide la velocidad de la corriente tomando el tiempo en que un objeto flotante recorre una distancia en el tramo medido a lo largo del río.

Este principio está basado en el concepto de continuidad del río: $Q = V \times A$; donde Q = gasto (m^3 /seg); V = Velocidad (m/seg) y A = Area (m^2), con la cual se calcula la cantidad de agua que pasa por un punto determinado del río en una unidad de tiempo.

5.2.1.2. Temperatura

Durante dos períodos de muestreo (diciembre de 1985 y febrero-marzo de 1986) se tomó la temperatura en todas las localidades a

una profundidad de aproximadamente 5 cm con termómetro de Mercurio (escala 0 - 100 °C).

5.2.1.3. Calidad de agua

La calidad de agua se midió por dos métodos: el método estándar que establece la Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación (DGUAPC, 1982) establecido por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.), y con equipo Hach.

La metodología utilizada en el método Standard fue la siguiente: Se realizaron muestras simples (una toma por muestreo) y directa (extracción manual). Se tomó una sola muestra por parámetro por localidad. El material que se utilizó fue el mismo que establece la DGUAPC (Tabla 1) eligiéndose 4 parámetros básicos de muestreo: 1) Generales (ph, dureza, alcalinidad y conductividad), 2) Oxígeno disuelto, 3) Nutrientes (Fosfatos y Nitrógenos) y 4) Bacteriológicos (Coliformes fecales y Coliformes totales). Las muestras se fijaron en el campo y se trasladaron a la ciudad de Guadalajara para su análisis. Los análisis y la preparación de los envases para la toma de muestras fueron realizados por el Centro de Estudios Limnológicos de la S.A.-R.H.. Las muestras del mes de junio de 1986 fueron analizadas por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guadalajara.

Se utilizaron los tipos de envases recomendados por la DGUAPC (Tabla 2). El oxígeno disuelto se tomó con muestreador Winkler (modificación ácida de sodio); en los sitios con profundidad menor de 40 cm se empleó una cubeta, introduciendo en esta la botella directamente evitando el burbujeo. El muestreo para análisis bacteriológicos se realizó con botellas previamente esterilizadas. El resto de los parámetros se realizó por toma manual directa. Se empleó una hoja de campo con los siguientes datos: fecha, hora, localidad, altitud, temperatura, olor y color del agua.

El muestreo con el el Equipo Hach se realizó siguiendo el manual anexo al mismo equipo y los resultados se obtuvieron directamente en

Tabla 1. Material y equipo de muestreo para la toma de datos de factores físicos y de calidad de agua.

. Muestreador Winkler	. Altimetro Thommen
. Brújula	. Termómetro de Mercurio
. Caja de reactivos	. Pipetas graduadas (10 ml.)
. Cubetas	. Cronómetro digital

Tabla 2. Tipo y volúmen de los envases

Parámetro	Tipo de envase	Capacidad
1. Generales	Plástico	4 ó 5 lts.
2. Oxígeno disuelto	Vidrio tapón esmerilado	300 ml.
3. Fosfatos	Vidrio color ámbar	250 ml.
4. Bacteriológicos	Vidrio tapón esmerilado	125 ml.
5. Nitrógenos	Plástico	1 lt.

el campo. Con este método se midieron los siguientes parámetros: pH, alcalinidad, conductividad y oxígeno disuelto. El aparato fue calibrado antes de salir al campo.

5.2.2. Muestreo biológico

5.2.2.1. Vegetación

Se hicieron colectas incidentales de plantas vasculares asociadas a los arroyos. Estas se prensaron y herborizaron en estufa de secado para su posterior identificación y montaje. Las identificaciones las realizaron los Ings. Antonio Vázquez G. y Ramón Cuevas G. del área de flora del L.N.L.J. Con el montaje y etiquetado del material se inició una colección preliminar de referencia de plantas asociadas a los arroyos.

5.2.2.2. Invertebrados acuáticos.

En cada localidad se colectaron insectos acuáticos muestreando en los siguientes microhabitats: piedras, hojas, suelo, orillas, superficie, rápidos, pozos, madera y plantas. En cada localidad se muestrearon todos los microhabitats presentes. El muestreo se realizó con la ayuda de redes acuáticas y de cuchara y por toma manual directa (Merritt y Cummins, 1982). El microhabitat de piedras se muestreó tomando de 10 a 15 piedras de aproximadamente 20 cms. de diámetro. Se cepillaron y lavaron en una charola para obtener los organismos. Con red de cuchara se muestrearon los microhabitats de orillas, suelos, hojas y pozos. La superficie se muestreó con red acuática y los rápidos colocando la red de cuchara donde hubiera turbulencia, agitando las plantas y piedras que se encontraran en el rápido.

Las muestras fueron examinadas y separadas a simple vista en el momento de la colección. Se tomó una muestra representativa de cada grupo y se fijaron en alcohol al 70% , transplantándolas en bolsas de plástico

agrupadas por microhabitat y por localidad. La identificación de los ejemplares a nivel de familia la llevó a cabo Daniel Schneider del Laboratorio de Limnología de la Universidad de Wisconsin empleando las claves de Merrit y Cummins (1982).

Los demás invertebrados acuáticos no se muestrearon de manera tan sistemática. Los crustáceos se colectaron con arpón y visor. Las identificaciones de crustáceos las realizaron los Biólogos José Luís Villalobos H. y Juan Carlos Nates del Laboratorio de Carcinología del Instituto de Biología de la UNAM.

5.2.2.3. Peces

EL muestreo de peces se realizó utilizando arpón, visor y redes. Las redes que se emplearon fueron : red de cuchara, atarraya de 2" y chinchorro de 1/8" de luz de malla. EL método de muestreo fue por habitat; en cada sitio se muestrearon diferentes habitats (pozos, orillas, sitios con profundos, zonas de turbulencia, contracorriente, piedras y cuevas). El manejo de las redes fue distinto para cada habitat. El arpón y visor se emplearon para sitios con pozos profundos. Se utilizó red de cuchara para los arroyos de un cauce no mayor de 3 m. Los ejemplares - colectados se colocaban en cubetas con agua en donde se seleccionaba el material para fijación. Se tomaron notas sobre el tamaño, el color, posición de las aletas, sexo (cuando fue posible) y se tomaron fotografías (Apéndice 1). La fijación de las muestras fue en alcohol al 70% ó en formol al 12% . Las muestras se trasladaron en frascos de boca ancha; durante la fijación de las muestras estos se colocaban en la sombra para evitar la incidencia de los rayos solares en los ejemplares. Al llegar al laboratorio las muestras fueron cambiadas de alcohol y de etiqueta. Las identificaciones a nivel genérico y de especie fueron hechas con la ayuda del Dr. John D. Lyons, curador de ictiología del museo de zoología de la Universidad de Wisconsin. Se emplearon las claves y caracterizaciones de Hubbs y Turner (1939), Turner (1946), Hubbs y Miller (1954), Alvarez -V (1970), Miller (1975, 1983) y Meyer et al.(1985). Las muestras etiquetadas

se separaron por localidad realizando una colección de referencia.

La corroboración de las identificaciones a nivel de especie la realizó el Dr. Robert R. Miller de la Universidad de Michigan E.U. y el Dr. Jorge Carranza Fraser y la M. en C. Ma. Teresa Gaspar D. del Instituto de Biología de la UNAM.

Los anfibios se colectaron incidentalmente cuando fueron atrapados en la red acuática ó de peces. Las identificaciones fueron hechas en el Instituto de Biología, Laboratorio de Herpetología, por el Biol. Edmundo Pérez. En los sitios de colecta se hicieron observaciones de aves y mamíferos que utilizan los ríos y arroyos de la región. Se utilizaron guías de aves, de mamíferos (rastros) para la identificación de estos animales. La corroboración de las especies fué realizada conjuntamente con personal del área de fauna del L.N.L.J. (Eduardo Santana C., Salvador García R. y Luis I. Iñiguez D.).

VI. RESULTADOS

6.1. Descripción de cuencas

Los tres sistemas principales: Ayuquila, Marabasco y Purificación están conformados por 18 subcuencas (Figura 2). Existen 2,441 corrientes de las cuales 34 son permanentes y el resto presenta agua durante periodos de 6 a 8 meses del año de junio a diciembre o marzo. En la región norte de la Sierra existen 18 corrientes permanentes y en la región sur 16.

6.1.1. Perfil de pendientes

Se esquematizaron cinco corrientes permanentes de las cuencas más importantes de la Sierra. Las de la vertiente sur presentaron pendientes más pronunciadas que las de la vertiente norte (Figuras 3a, b, c, d, y e). En el río Marabasco y el río Ayuquila, ambos de la vertiente sur, alcanzaron pendientes de hasta un 90%.

6.2. Factores físicos

6.2.1. Volúmen de los arroyos

La configuración del fondo de los arroyos muestreados presentaron dos formas, simétrica en algunos como el Marabasco (Figura 4a), y asimétrica en otros (Figuras 4b, c y d). Los resultados de los volúmenes de agua en los 19 sitios de muestreo se presentan en la Tabla 3. El gasto encontrado a través del gradiente varió desde $0.003 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta $8.479 \text{ m}^3/\text{s}$. En 12 sitios el gasto fue menor de $0.100 \text{ m}^3/\text{s}$, 5 sitios presentaron gastos de 0.100 a $0.400 \text{ m}^3/\text{s}$, y dos localidades tuvieron gastos mayor que $0.900 \text{ m}^3/\text{s}$.

El volúmen y el ancho del río estuvieron correlacionados ($r=0.80$, $P < 0.001$). Como era de esperarse, el ancho del río estuvo correlacionado con la altitud en msnm (Figura 5); los ríos son más pequeños y

PERFIL DE LA CUENCA DEL RIO AYOTITLAN

FIG. 2ª

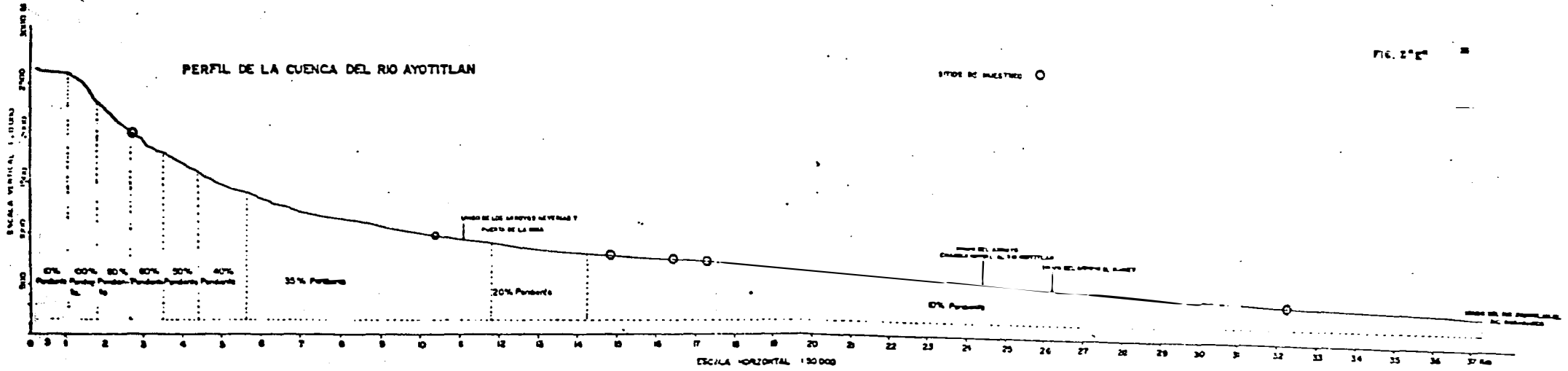


FIG: 3^{ra} D

PERFIL DE LA CUENCA DEL ARROYO EL TECOLOTE

SITIOS DE MUESTREO

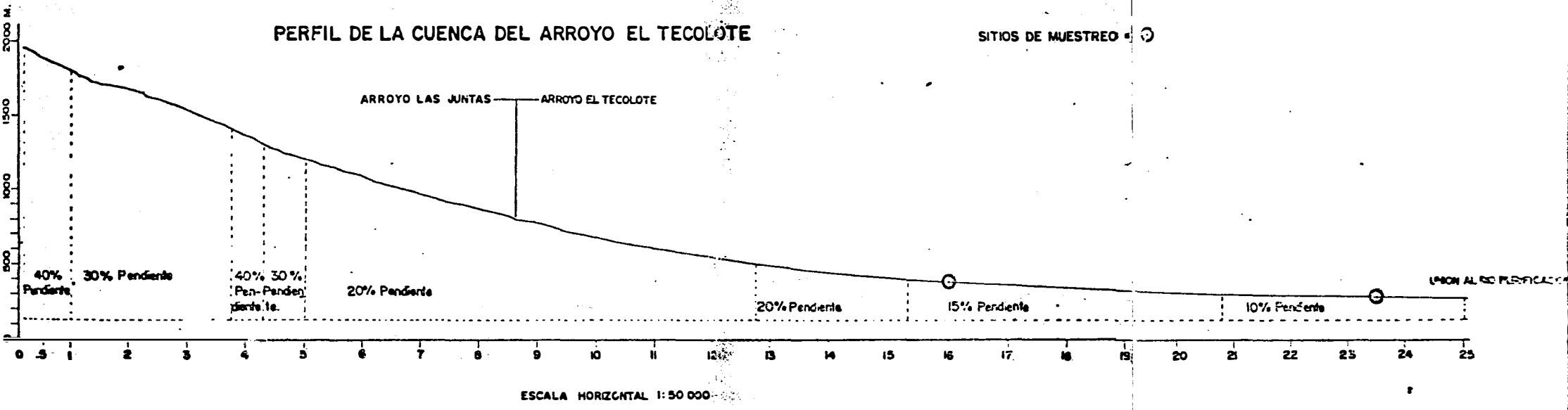
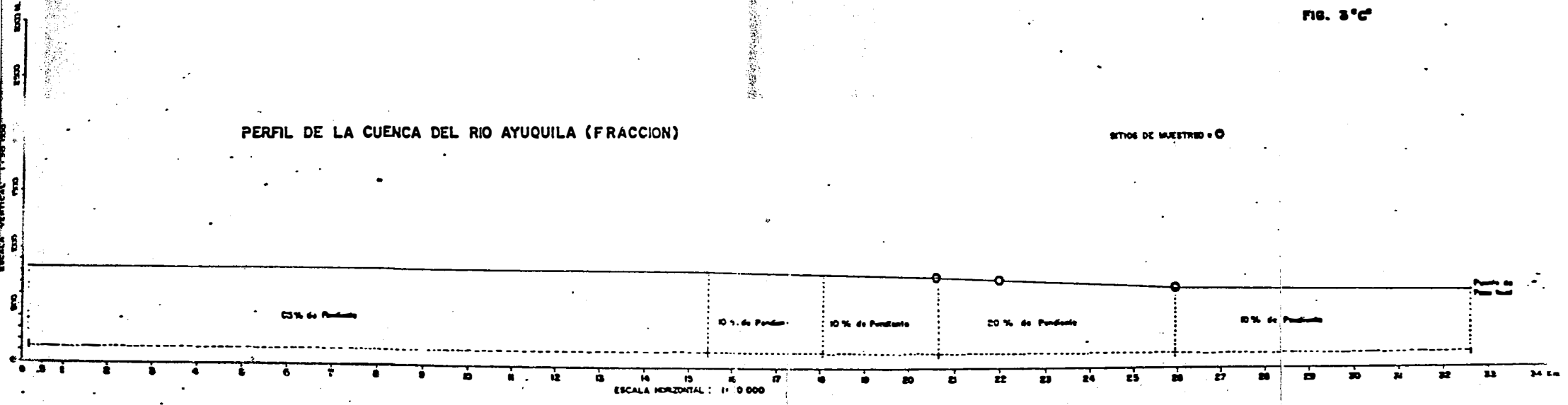


FIG. 3°C

PERFIL DE LA CUENCA DEL RIO AYUQUILA (FRACCION)

SILOS DE MUESTREO • ○



25% de Pendiente

10% de Pendiente

10% de Pendiente

20% de Pendiente

10% de Pendiente

ESCALA HORIZONTAL : 1:50 000

ESCALA VERTICAL 1:50 000

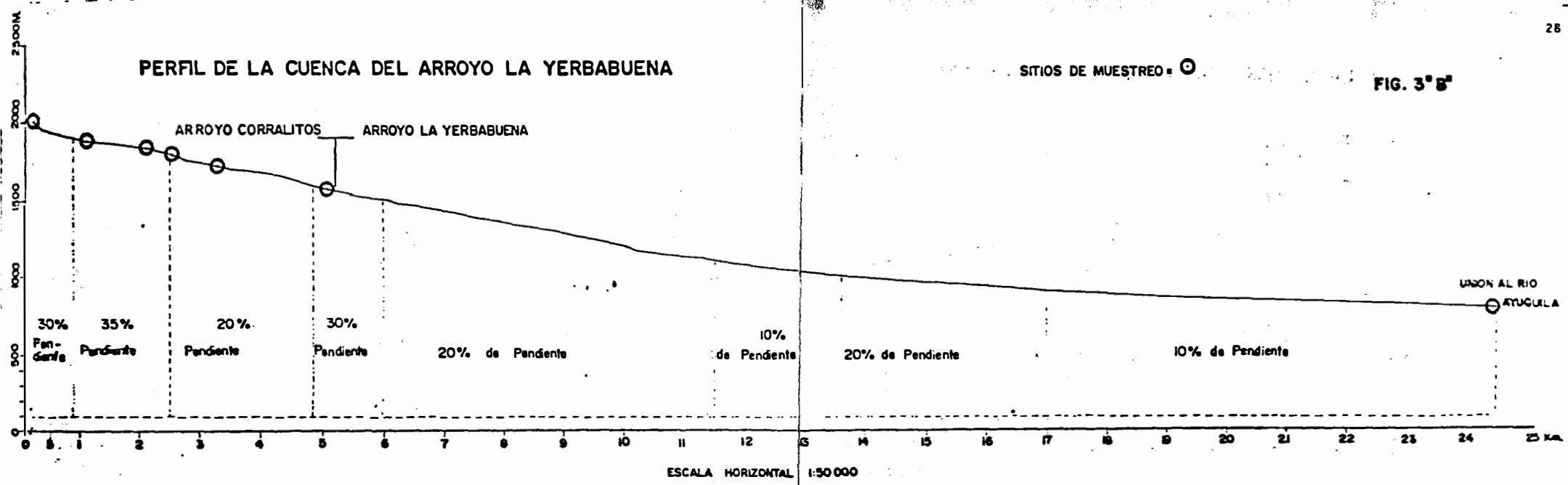
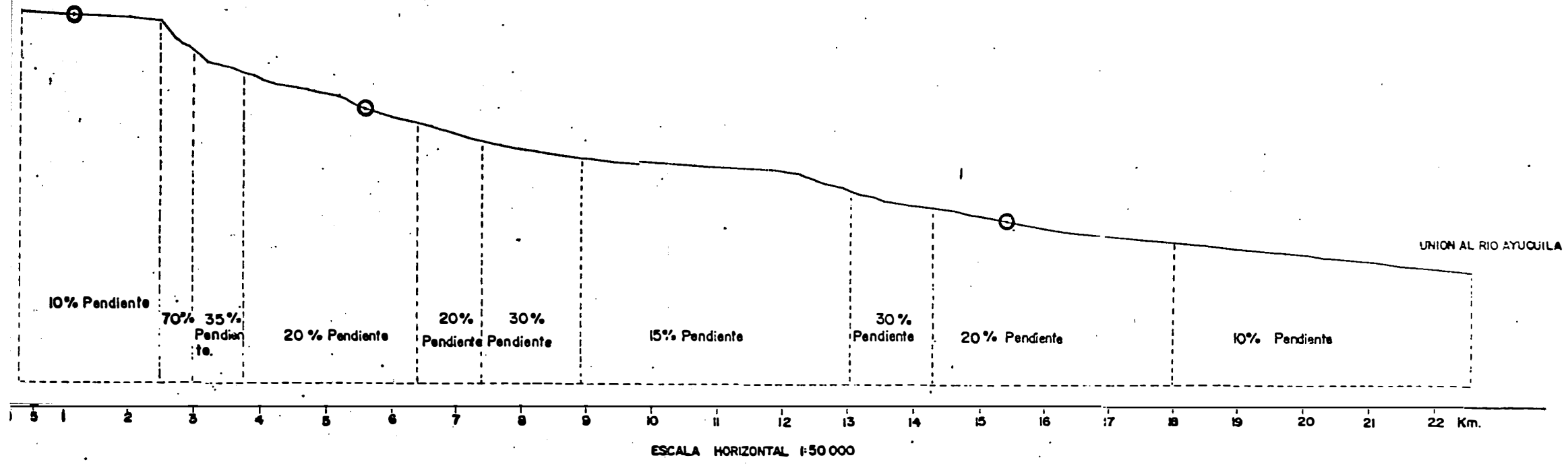


FIG. 3ª A

PERFIL DE LA CUENCA DEL RIO MANANTLAN

SITIOS DE MUESTREO • ⊙



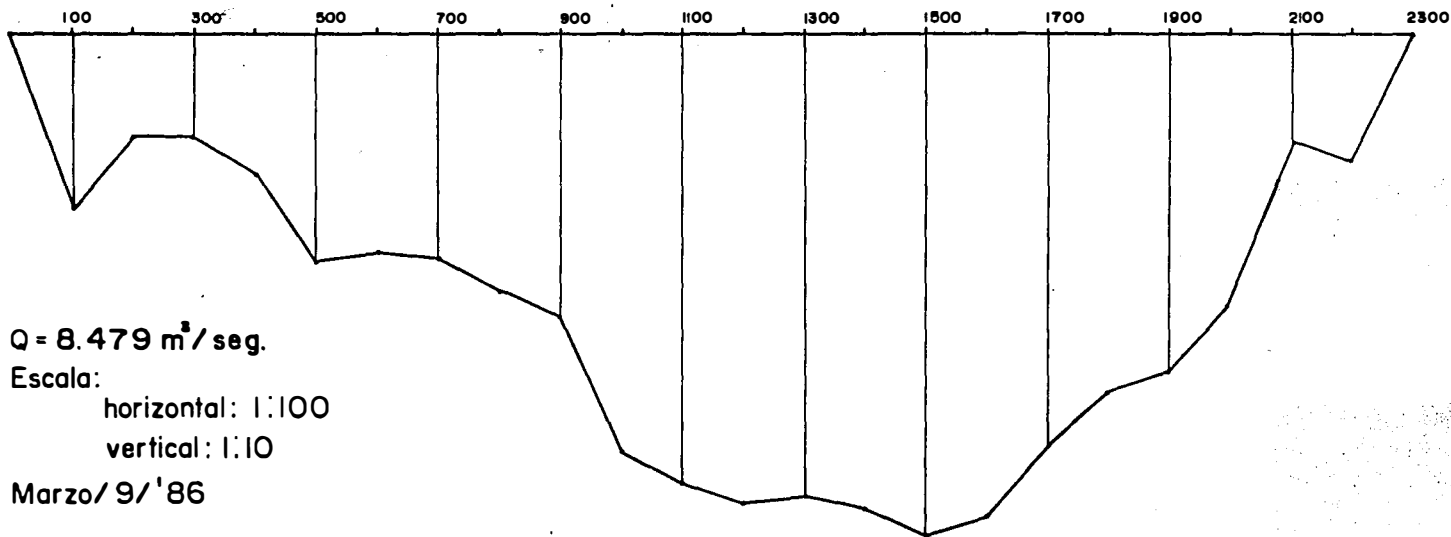


Fig. 4 o) - Gasto de la corriente del río Morobosco (corte horizontal)

ARROYO El Conejo

ESCALA:

horizontal: 1:50

vertical: 1:1

$Q = .005 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Marzo/6/'86

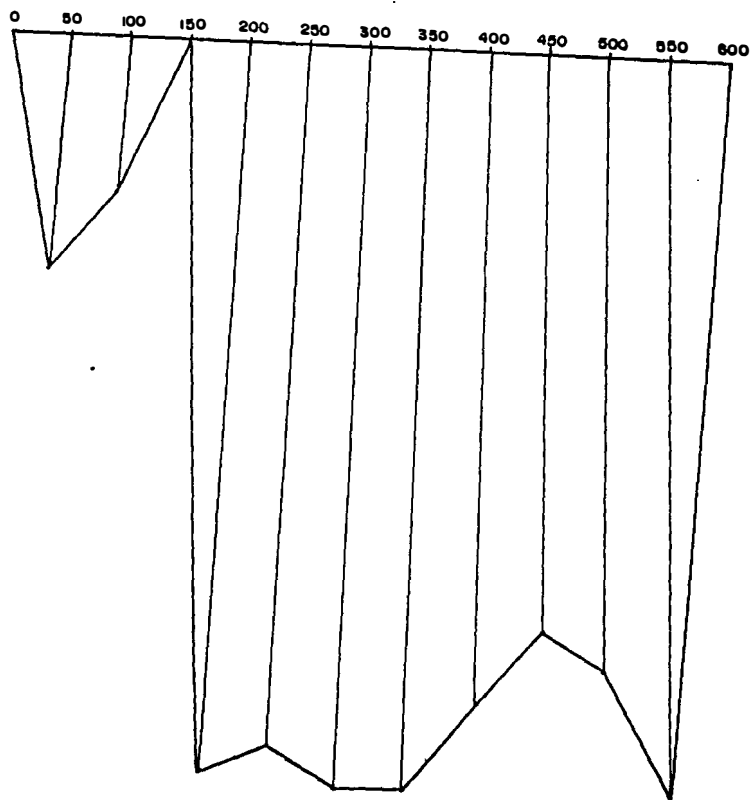


Fig. 4 b) - Gasto de la corriente del arroyo EL CONEJO (corte horizontal)

ARROYO La Loma

ESCALA:

horizontal: 1:25

vertical: 1:5

$Q = 0.033 \text{ m}^3/\text{seg}$

Marzo/20/86

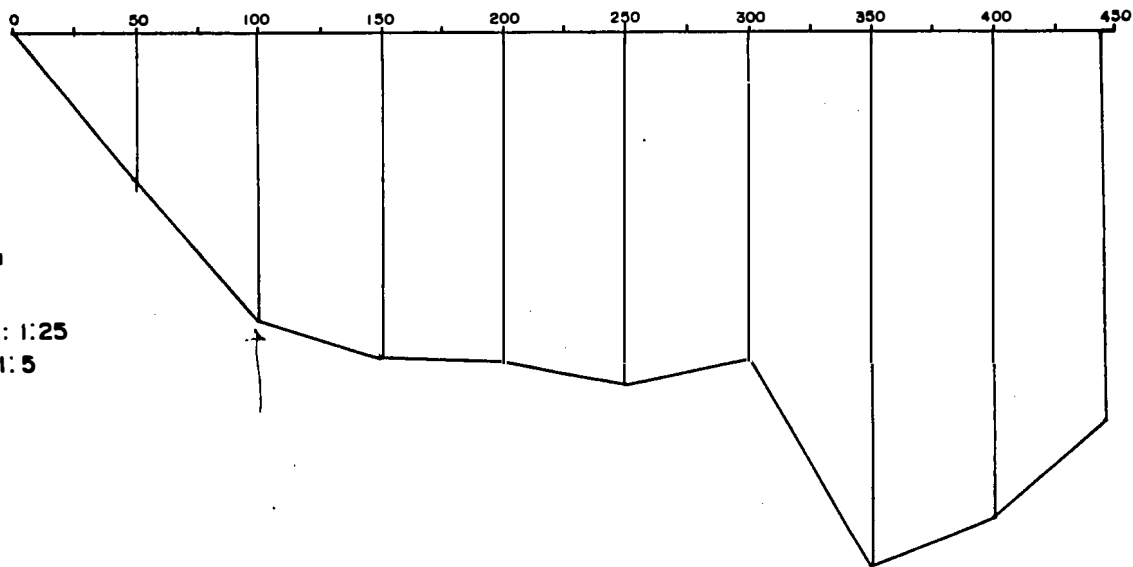
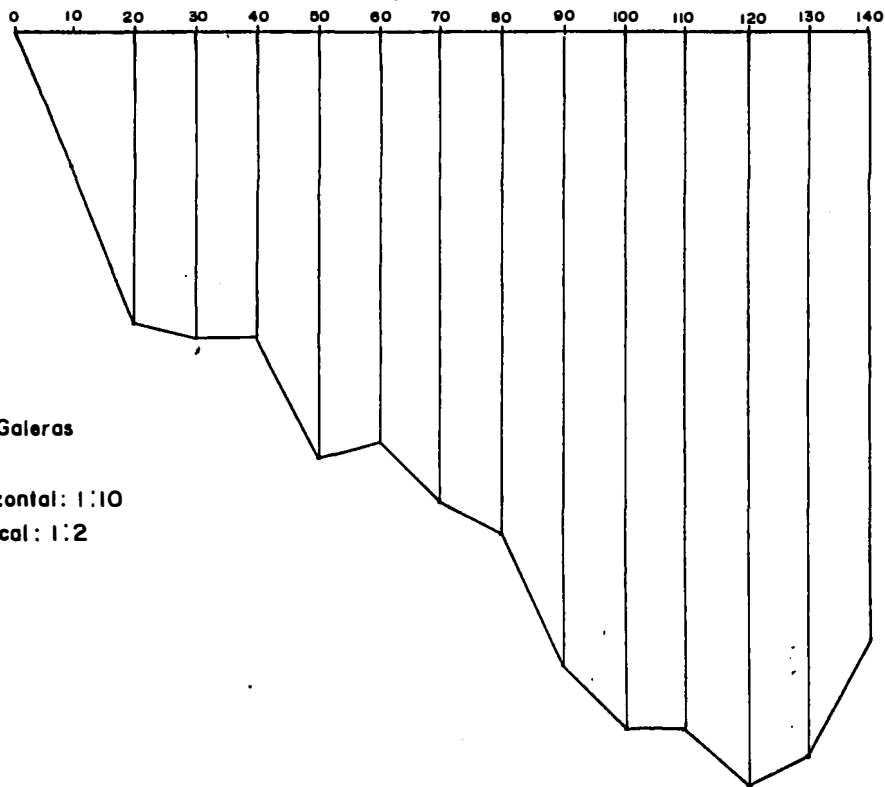


Fig. 4 c) - Gasto de la corriente del arroyo LA LOMA (corte horizontal)

ANCHO 510 (m)



ARROYO Las Galeras

ESCALA:

horizontal: 1:10

vertical: 1:2

Feb/11/'86

Fig. 4d)- Gasto de la corriente del arroyo Las Galeras (corte horizontal)

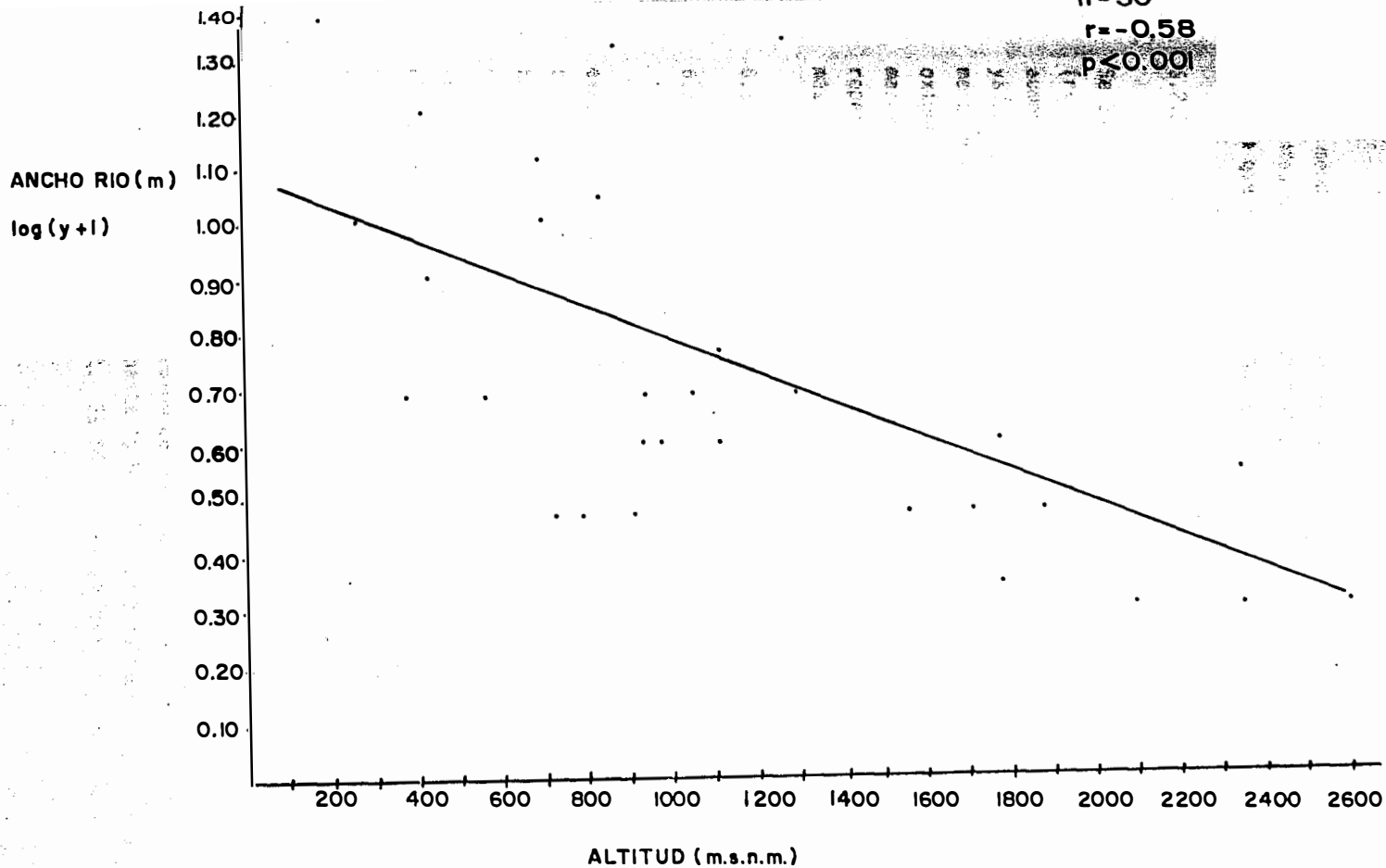


Fig. 5.- Relación entre el ancho del río y la altitud.
Ríos y arroyos de la Sierra de Manantlán.

llevan menos agua en las partes altas de la Sierra de Manantlán. Las corrientes de la vertiente sur de la Sierra presentaron mayor volumen de agua que la vertiente norte.

6.2.2. Temperatura

Se encontró que la temperatura disminuye conforme aumenta la altitud ($r = -0.85$, $P < 0.001$, Figura 6), y que la temperatura aumenta conforme aumenta el ancho del río ($r = 0.54$, Figura 7). Esto era de esperarse ya que el ancho del río, al igual que la temperatura, disminuyó conforme aumentó la altitud (Figuras 5 y 6). No se detectó relación entre el oxígeno disuelto y la temperatura del agua (Figura 8). Se detectaron marcados cambios estacionales en las tres localidades donde se pudo repetir la toma de datos en diferentes meses. La temperatura aumentó más de un 70% de invierno a primavera (Figura 9).

6.3. Calidad de agua

6.3.1. Método Stándard

Los resultados obtenidos utilizando el Método Stándard (Tabla 4), se evaluaron a base de los criterios de la American Public Health Association et al. (1965), para aguas sin contaminación. Muchos de los parámetros no presentaron mucha variación. Sin embargo, dos localidades, tuvieron valores diferentes a las demás. El Agua Mala presentó los valores más altos de ph, dureza, alcalinidad y conductividad. La localidad de El Salado, también tuvo valores altos de ph, oxígeno disuelto y fosfatos. Esto es ilustrativo de la importancia de los nombres locales como una fuente de información sobre los sitios.

Los valores de ph variaron de 6.2 a 8.3. El oxígeno disuelto no tuvo un rango de variación amplio, presentandose los valores más bajos en San Miguel (4.8) y Neverías (5.4), y los más altos en el Ocote (11.7) el Naranjo (11.1) y San Juan (10.4). Los valores de nutrientes (fósforo y nitrógeno) se encontraron en cantidades bajas. Nitrógeno amoniacal (NH_3) varió desde -0.005 hasta 19.8 mg/l. El nitrógeno orgánico varió desde -0.02 hasta 3.4 mg/l. El fósforo se encontró en cantidades

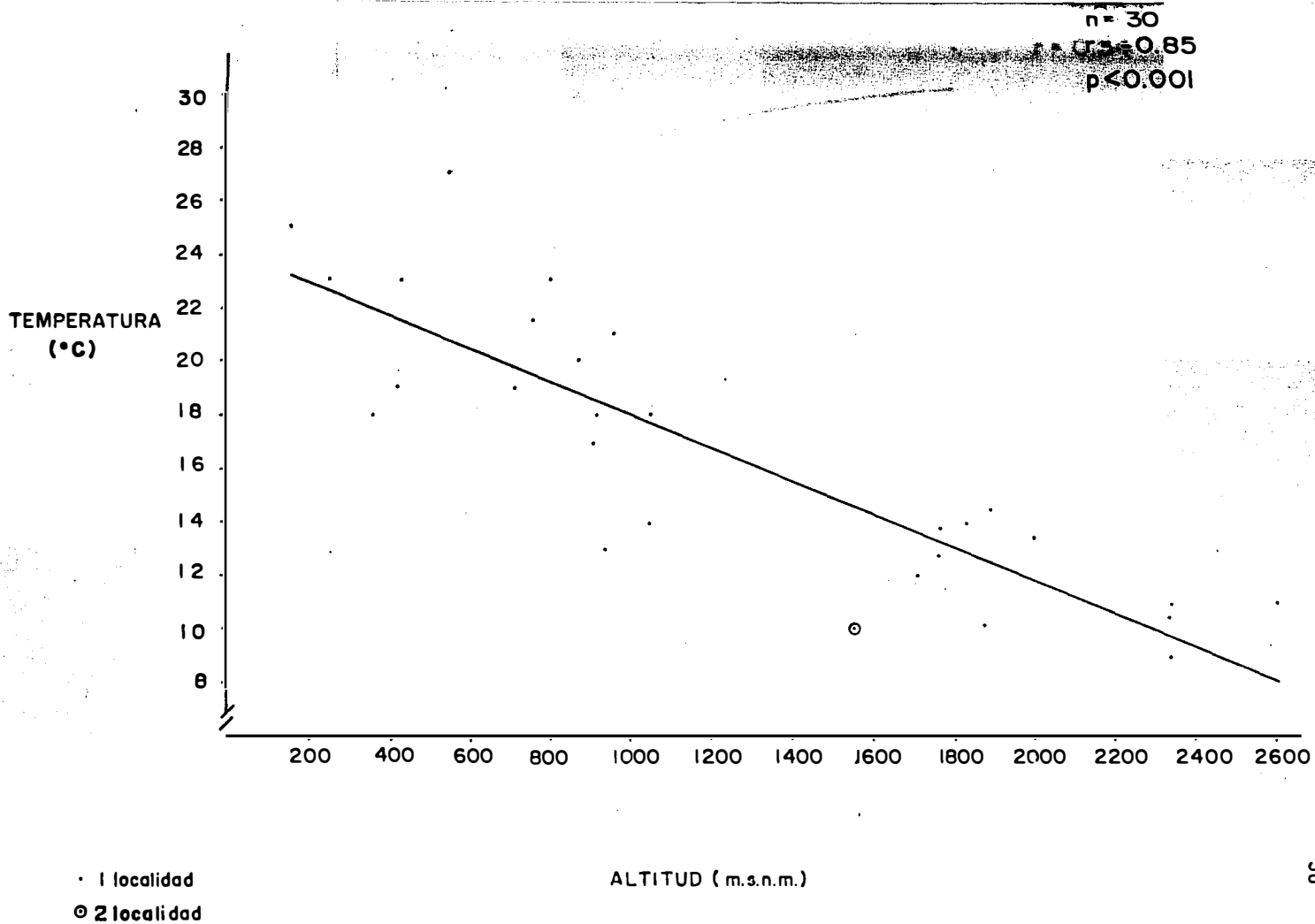


Fig. 6.- Relación entre la temperatura y la altitud de 30 ríos muestreados en la Sierra de Manantlán.

Temperatura (°C)

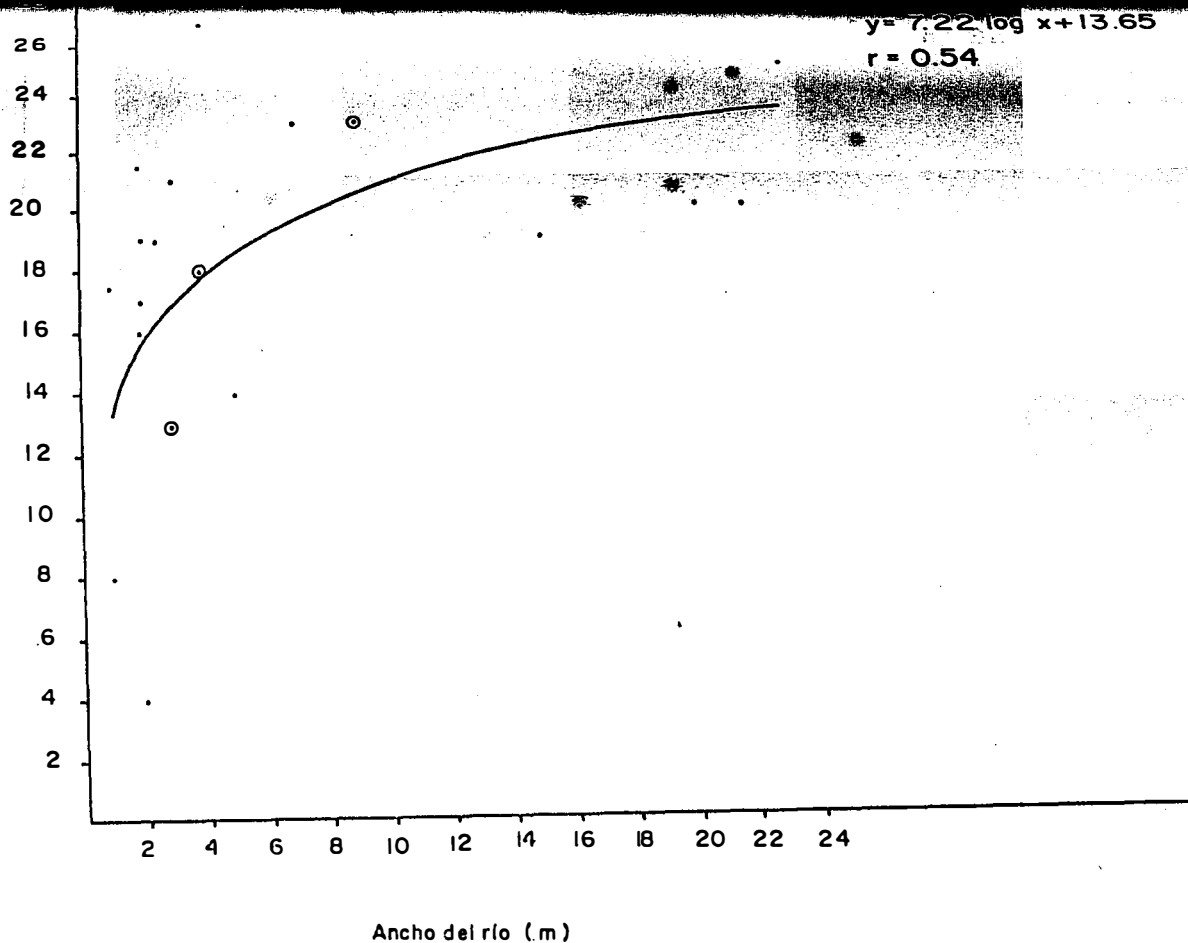
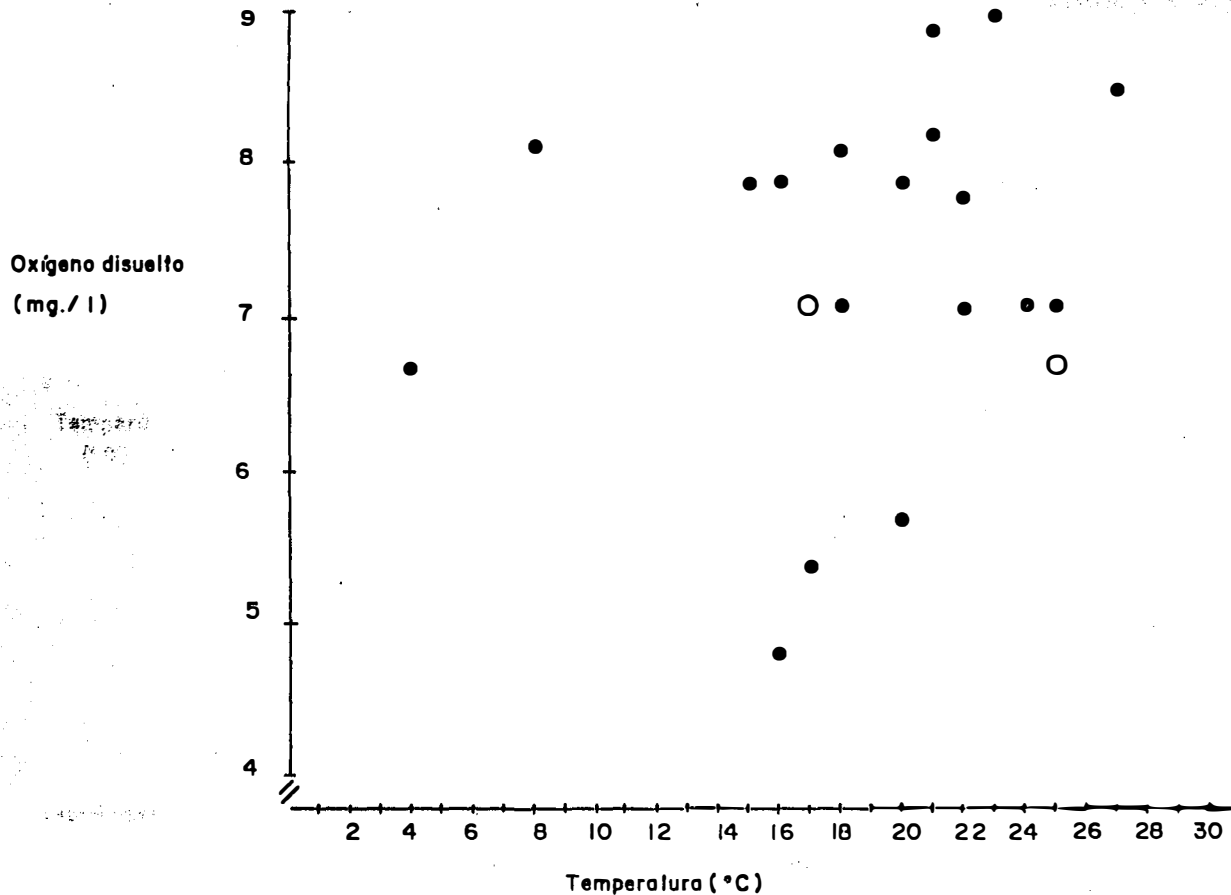


Fig. 7.- Relación entre la temperatura y el ancho del río.



- 1 localidad
- 2 localidades

Fig. 8.- Relación entre el oxígeno disuelto y la temperatura en los arroyos de la Sierra de Manantlán.

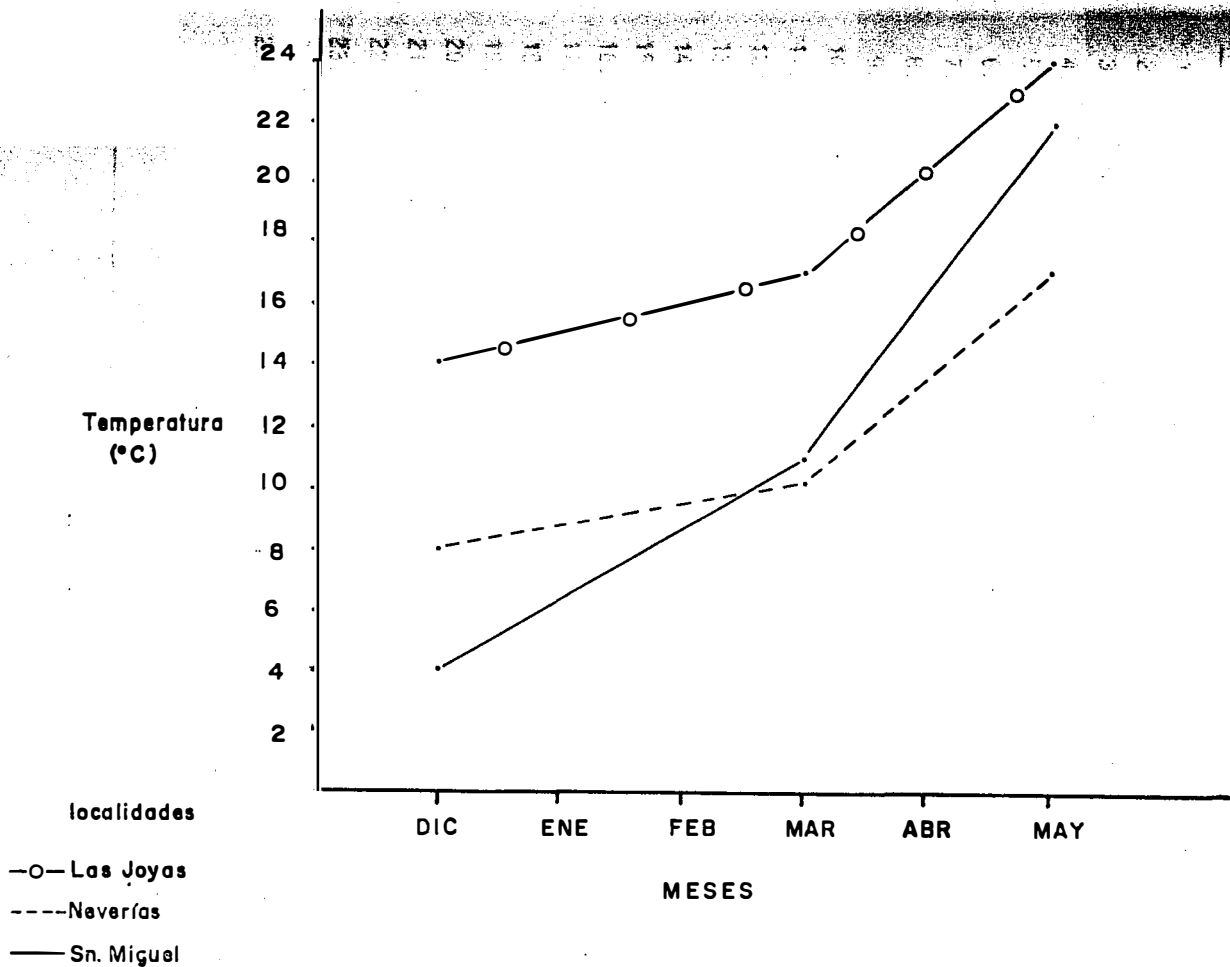


Fig. 9.- Cambios estacionales en temperatura del agua en la Sierra de Manantlán.

TABLA 3. Volumen de agua de los ríos y arroyos principales de la Sierra de Manantlán.

Localidad	Fecha	Altitud (msnm)	Volumen (m ³ /seg)	Velocidad (m/seg)	Ancho (m)
1. Marabasco	Marzo 19	180	8.479	0.74	23
2. El Tecolote	Marzo 16	270	0.087	0.56	9
3. El Conejo	Marzo 16	380	0.005	0.09	4
4. Las Patitas	Marzo 18	420	0.934	0.26	15
5. Las Marías	Marzo 18	710	0.396	0.21	9
6. La Paloma	Marzo 17	730	0.038	0.16	2
7. Ayotitlán	Marzo 18	790	0.239	0.19	10
8. Ayotitlán	Mayo 25	790	0.303	0.11	10
9. Ahuacapan	Marzo 27	910	0.125	0.62	5
10. Ahuacapan	Mayo 21	910	0.104	0.35	5
11. La Loma	Marzo 20	980	0.033	0.26	3
12. Ahuacapan	Feb. 13	1058	0.025	0.12	4
13. Manantlán I	Marzo 13	1120	0.056	0.14	5
14. Las Galeras	Feb. 11	1570	0.104	0.40	2
15. Los Cuatipinques	Feb. 10	1720	0.088	0.50	2
16. Manantlán II	Marzo 21	1780	0.192	0.27	4
17. Puerto de la Moza	Feb. 10	1790	0.012	0.09	3
18. Las Joyas	Feb. 08	1830	0.061	0.11	3
19. Las Joyas	Mayo 21	1830	0.025	0.23	3
20. Corralitos	Feb. 11	1880	0.013	0.25	2
21. El Tlacuache	Feb. 08	2000	0.003	0.19	3
22. San Miguel II	Feb. 09	2350	0.003	0.04	3
23. San Miguel I	Mayo 19	2350	0.015	0.03	4
24. Neverías	Feb. 09	2600	0.004	0.09	3
25. Neverías	Mayo 19	2600	0.005	0.16	3

4. Parámetros químicos y de calidad de agua muestreada por: el método standard en todas las localidades (Junio, 1985-1986) en la Sierra de Manantlán, Jalisco.																		
Localidad	Fecha	pH	Oxígeno disuelto mg/l	N (NH ₃) mg/l	N (Orgánico) mg/l	P(PO) mg/l	P(Orto) mg/l	Turbidez U.T.	Dureza CaCO ₃ -ME mg/l	Dureza Cálctica mg/l	Alcalinidad (HCO ₃ ⁻) mg/l	Productividad Mmos/cm	Coliformes Fecales	Coliformes Totales	DBO mg/l	Sulfatos mg/l	Cloruros mg/l	Sólidos Suspendidos mg/l
Arto La Mina	20/VI/85	7.4	5.7	0.13	2.7	1.1	0.4	10	36	29	40	100	15	43				
Maney	20/VI/85	7.3	6.7	0.005	2.4	0.72	0.56	3800	194	163	88	380	2,400	110,000				
Manantlán I	20/VI/85	7.8	5.7	0.005	2.3	1.1	0.66	28	207	154	105	380	1,100	1,100				
La Mala	20/VI/85	8.3	7.1	0.038	2.2	0.99	0.60	58	334	276	125	640	2,400	2,400				
Manantlán II	20/VI/85	7.7	7.1	0.067	2.4	0.66	0.44	54	92	67	80	200						
Las Marias	20/VI/85	7.1	7.1	0.082	3.4	0.59	0.13	1300	46	35	40	90						
Salado	18/IX/85	9.0	9.6			10.1			26	13	64		11,000					
Ocote	18/IX/85	7.1	11.7						17.3	17.3	51.4							
Naranjo	18/IX/85	7.1	11.1			7.1			26	18	51.4							
San Juan	18/IX/85	7.6	10.4			7.1			17.4	17.3	95.3	29	- 3	4	2.2		0.48	
San Grande	18/IX/85	8.3	8.8			8.2			14.9	14.5	51.4	19	15	15	2.6		0.20	
San Miguel I	09/XII/85		8.1	0.02	0.02	0.19	0.14					140	23	2,400	2.1		0.20	
Las Marias	09/XII/85		6.7	0.02	0.02	0.51	0.43						43	2,400				
Cascada	09/XII/85		7.1	0.02	0.02	0.27	0.15						23	2,400				
San Ilacayote	09/XII/85		7.9	0.37	0.21							38	4	1,100	2.0		0.48	
San Joyas	09/XII/85		7.9			0.27	0.24						- 3	21				
San Barbechos	09/XII/85		7.1	0.02	0.02	0.31	0.27						23	240				
Verabuena	09/XII/85		8.1	0.40	0.32							77	2,400	2,400	2.4		0.97	
Pila	09/XII/85			0.34	0.30								+ 3	450	1.96			260
Sanjalitos	09/XII/85		7.9	0.02	0.02	0.28	0.24								5.18			260
San Jacapán	01/VI/86	7.9	8.3	9.94		0.4	0.08		162	109.1	304		+ 3	+ 3	0.00			80
San Colote (La Naranjera)	01/VI/86	7.9	9.0	16.50		1.2	0.38		122	84.6	203.2		+ 3	120	2.75			100
San Miguel	01/VI/86	6.2	4.6	11.60		5.2	0.12		19	9.4	50.6		4	4	1.90			220
San Jalapa	01/VI/86	6.8	8.5	9.90		1.0	0.18		38	16.9	88.9		0	22,000	2.49			79
Manantlán	01/VI/86	8.1	8.9	11.60		7.2	0.03		128	98	177.8		43	2,400	0.00			100
San Joyas	01/VI/86	7.1	7.1	13.30		0.4	0.0		23	11	76.2		23	2,100	1.50			100
Las Marias	01/VI/86	6.6	5.4	8.20		4.6	0.1		24	24	63							120
Las Marias	01/VI/86	7.6	7.8	19.80		0.8	0.6		53	15	101.6							
Arco Hondo	01/VI/86	7.7		6.60		2.4	0.14		71	32	152.4							

bajas. El fósforo total inorgánico $P(PO_4)$ se encontró de 0.2 a 8.2 mg/l. El orto-fosfato fue de 0.03 a 0.6 mg/l. Los valores de dureza al magnesio (el cual incluye la dureza cálcica) tuvieron una variación desde 19 hasta 207 mg/l. El rango de variación en la alcalinidad (carbonatos) fué de 40 a 304 mg/l. Los valores de conductividad no fueron altos. El rango de variación fué de 19 a 380 μ mhos/cm.

Se encontraron concentraciones muy elevadas de bacterias coliformes totales. En 12 localidades el número de colonias de bacterias totales fué mas de 1,000. En Ayotitlán la cantidad de coliformes fecales fue de 1,000 colonias de bacterias y en El Mamey, El Agua Mala y Corralitos fué de 2,400.

La turbidez, Demanda Bioquímica de Oxígeno, sulfatos, cloruros y sólidos disueltos son parámetros que originalmente no se contemplaron para el estudio, pero de los cuales se obtuvieron algunos resultados. Se incluyen estos datos en la Tabla 4 para proveer mayor información sobre la calidad de agua de la Sierra de Manantlán.

6.3.2. Equipo Hach

Los resultados del muestreo con el equipo Hach se enlistan en la Tabla 5. Exceptuando a la conductividad, los resultados del equipo Hach fueron muy altos para casi todos los parámetros, aparentemente, debido a alteraciones de los reactivos. Sin embargo, las comparaciones entre sitios para estos meses es válida debido a que se utilizó el mismo equipo y los mismos reactivos.

Las cantidades de oxígeno variaron de 8.5 a 13.8 mg/l. El ph no presentó variación marcada, los valores más bajos fueron de 5.5 en tres estaciones. La conductividad presentó valores altos para la mayoría de las localidades. La alcalinidad varió desde 0.002 hasta 320 mg/l.

6.4. Vegetación

Se colectaron e identificaron 29 géneros pertenecientes a 20 familias de plantas vasculares asociadas a los ríos y arroyos de la

TABLA 5. Localidades y parámetros de calidad de agua muestreados con Equipo Hach en diferentes arroyos de la Sierra de Manantlán, Jalisco (Febrero y Marzo de 1986).

Cuenca	Localidad	O ₂ mg/l	ph	Conductividad Mmhos/cm	Alcalinidad mg/l
Mar	Marabasco	-	8.0	1360	27.5
Pur	El Tecolote	-	7.0	400	-
Pur	El Conejo	13.4	8.0	690	93.000
Mar	Las Patitas	-	8.0	600	47.500
Mar	Las Marías	-	8.0	140	46.000
Mar	La Paloma	-	8.0	130	67.000
Mar	Ayotitlán	12.0	7.5	375	74.000
Ayu	Ojo de agua La Taza	-	8.0	750	320.000
Mar	La Loma	-	7.0	1950	113.000
Ayu	Ahuacapan	11.8	7.5	390	282.000
Ayu	Manantlán I	13.4	8.0	260	127.000
Ayu	Los Cuatipinques	12.1	7.5	80	54.000
Ayu	Manantlán II	-	8.0	210	127.000
Ayu	Puerto de la Moza	11.4	7.0	133	104.000
Ayu	Las Joyas	11.5	7.5	95	72.500
Ayu	Corralitos	13.3	7.0	130	70.000
Ayu	El Tlacuache	11.7	7.5	110	0.002
Ayu	Las Galeras	13.8	7.0	130	97.000
Ayu	San Miguel I	11.5	6.5	28	16.000
Ayu	Manantlán Las Pilas	-	8.0	-	-
Ayu	San Miguel II	13.6	6.0	23	22.500
Ayu	San Miguel III	9.7	5.5	50	42.000
Mar	Neverfás	9.7	5.5	85	21.000
Ayu	La Pila	8.5	5.5	55	44.000

Mar= Marabasco, Pur= Purificación, Ayu= Ayuquila

Sierra de Manantlán (Tabla 6). De la vertiente norte se colectaron 19 especies y de la vertiente sur 13 especies.

6.5. Invertebrados

6.5.1. Insectos acuáticos

6.5.1.1. Familias de insectos acuáticos encontradas

Se colectaron insectos acuáticos pertenecientes a 62 familias de 9 órdenes en 26 localidades de la Sierra de Manantlán (Tabla 7). En la cuenca del río Purificación se encontraron 22 familias, en la del río Ayuquila 57 y en la del río Marabasco 41. Por las diferencias en el número de sitios muestreados, sus altitudes sobre el nivel del mar y las fechas de muestreo entre las tres cuencas, no se pudo hacer comparaciones entre las cuencas. Para realizar los análisis sobre abundancia, distribución y riqueza de familias de insectos acuáticos se eliminaron 5 de las 26 cuencas del análisis por existir diferencias en la manera (hora, duración, técnica) en que se realizó el estudio.

El número de familias fué diferente para los 9 órdenes encontrados; el orden Trichoptera presentó el mayor número de familias (26% del total, Figura 10).

6.5.1.2. Distribución altitudinal de las familias de insectos

Se dividió arbitrariamente el gradiente de altitud muestreado en cuatro rangos altitudinales para describir la distribución vertical (Tablas 8 y 9). De las familias que presentaron una distribución continua (Tabla 8), 10 se encontraron solamente en las partes bajas (abajo de 1,120 msnm) y 7 solamente en las partes altas (arriba de 1,570 msnm). El resto se encontraron en rangos de altitud más amplios, con excepción de la familia Leptoceridae. El 41.8% de las familias estuvieron presentes a través de todo el gradiente altitudinal. Seis familias presentaron una distribución altitudinal discontinua (Tabla 9).

TABLA 6. Vegetación riparia de las Vertientes Norte y Sur de los principales ríos en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

Familia Género y especie	Altitud (msnm)	Vertiente Norte	Vertiente Sur
AMARILIDACEA	570	-	x
COMPOSITAE			
* <u>Agaratum</u> sp.	570	-	x
* <u>Zinni</u> sp.	570	-	-
* <u>Pinaropappus</u> sp.	1750	-	x
* <u>Stevia</u> sp.	1750	-	x
* <u>Gnaphalhum</u> sp.	1830	x	-
* <u>Spilanthes americana</u>	1830	x	-
COMMELINACEAE			
* <u>Commelina</u> sp.	570	-	x
CRUCIFERA			
* <u>Nasturtium</u> sp.	1830	x	-
CYPERACEA			
* <u>Cyperus</u> sp.	790	-	x
EQUISETACEA			
* <u>Equisetum robustum</u>	1830	x	-
GRAMINEA			
* <u>Arudinella berteroniana</u>	1750	-	x
* <u>Cynodru dactylan</u>	570	-	x
* <u>Panicum</u> sp.	790	-	x
* <u>Eragrostis</u> sp.	790	-	x
* <u>Digitaria</u> sp.	790	-	x
HYDROPHILACEA			
* <u>Hydrolea spinosa</u>	570	-	x
JUNCACEA			
* <u>Luzula</u> sp.	570	-	x

TABLA 6. Vegetación riparia de las vertientes Norte y Sur de los principales ríos en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

Familia Género y especie	Altitud (msnm)	Vertiente Norte	Vertiente Sur
LABIATE			
* <u>Hyptis</u> sp.	940	x	-
LEGUMINOSAE			
* <u>Aeschynomene</u> sp.	570	-	x
LYTHRACEAE			
* <u>Heimia salicifolia</u>	570	-	x
ONAGRACEAE			
* <u>Jussiaea</u> sp.	940	x	x
OXALIDACEA			
* <u>Oxalis</u> sp.	1030	x	-
PLANTAGINACEA			
* <u>Plantago</u> sp.	940	x	-
POLYGONACEA			
* <u>Polygonum</u> sp.	1830 570/940	x	- x
SCROPHULARIACEAE			
* <u>Stemodia</u> sp.	570	-	x
SOLANACEAE			
* <u>Solanum</u> sp.	790	-	x
VERBENACEAE			
* <u>Verbena</u> sp.	940	x	-
* <u>Lypia</u>	940	x	-
POLYGONACEA			
* <u>Rumex</u> sp.	1839	x	-

TABLA 7. Distribución de insectos acuáticos por órdenes y familias de las tres cuencas principales en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

	C U E N C A S		
	Purificación	Ayuquila	Marabasco
Sitios de muestreo	2	17	7
Rango de altitud (msnm)	270-380	700-2350	180-2600
ORDEN Y FAMILIA			
TRICHOPTERA			
* Hidropsychidae	x	x	x
* Bracycentridae	-	x	-
* Calamoceratidae	x	x	x
* Hydrobiosidae	-	x	-
* Hydroptilidae	-	x	x
* Polycentropodidae	-	x	x
* Philopotamidae	-	x	x
* Lepidostomatidae	-	x	-
* Glossosomatidae	-	x	-
* Limnephilidae	-	x	-
* Xiphocentronidae	-	x	-
* Trichoptera	-	x	-
* Helycopsychidae	-	x	x
* Leptaceridae	-	x	-
* Ryacophilidae	-	x	-
COLEOPTERA			
* Curculionidae	-	x	-
* Dryopidae	-	x	x
* Elmidae	x	x	x
* Staphilinidae	-	x	x
* Dytiscidae	-	x	x
* Hydraenidae	-	x	-
* Psephenidae	x	x	x
* Gyrinidae	-	x	x
* Noteridae	-	-	x

TABLA 7. Distribución de insectos acuáticos por órdenes y familias de las tres cuencas principales en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

	C U E N C A S		
	Purificación	Ayuquila	Marabasco
Sitios de muestreo	2	17	7
Rango de altitud (msnm)	270-380	700-2350	180-2600
ORDEN Y FAMILIA			
HEMIPTERA			
* Hebridae	-	X	-
* Gerridae	X	X	X
* Veliidae	X	X	X
* Notonectidae	-	X	X
* Nepidae	-	X	X
* Corixidae	X	X	X
* Naucoridae	X	X	X
* Belostomidae	X	X	X
* Hydrometridae	-	X	-
DIPTERA			
* Tabanidae	X	X	X
* Simuliidae	-	X	X
* Dixidae	-	X	X
* Tipulidae	-	X	X
* Athericidae	-	X	-
* Stratiomyidae	-	X	X
* Chironomidae	X	X	X
* Culicidae	-	X	-
* Psychodidae	-	X	-
MEGALOPTERA			
* Corydalidae	X	X	X

TABLA 7. Distribución de insectos acuáticos por órdenes y familias de las tres cuencas principales en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

	C U E N C A S		
	Purificación	Ayuquila	Marabasco
Sitios de muestreo	2	17	7
Rango de altitud (msnm)	270-380	700-2350	180-2600
ORDEN Y FAMILIA			
LEPIDOPTERA			
* Pyralidae	x	x	x
PLECOPTERA			
* Neumoridae	-	x	-
* Perlidae	x	x	x
EPHEMEROPTERA			
* Ceptophelebiidae	x	x	x
* Siphonuridae	x	x	x
* Heptageniidae	x	x	x
* Baetidae	x	x	x
ODONATA			
* Calopterygidae	x	x	x
* Corduliidae	x	x	x
* Coenagrionidae	-	x	x
* Gomphidae	x	x	x
* Lestidae	-	x	x
* Aeahnidae	-	x	-
* Cordulegastridae	-	x	x

TABLA 8. Distribución altitudinal de familias de insectos acuáticos.

Familias	Altitud (msnm)			
	180-710 n = 4	730-1120 n = 6	1570-1880 n = 6	2000-2600 n = 5
CORDULEGASTRIDAE		
LIMNAPHILIDAE		
AESHNIDAE		
DIXIDAE		
LEPIDOSTOMATIDAE		
ATHERICIDAE		
GLOSSOSOMATIDAE		
HIPHOCENTRONIDAE	
NEUMORIDAE	
HYDROBIOSIDAE	
STRATIOMYDAE	
LEPTOCERIDAE	
NOTONECTIDAE
PHILOPOTAMIDAE
HYDROMETRIDAE
COEUAGRIONIDAE
TIPULIDAE
DYFISCIDAE
POLYCENTROPODIDAE
SIMULIIDAE
CHIRONOMIDAE
VELIIDAE
SIPHONURIDAE
LEPTOPHLEBIIDAE
HYDROPSYCHIDAE
NAUCORIDAE
CORDULIIDAE
GERRIDAE
HYDROPHILIDAE

TABLA 8. Distribución altitudinal de familias de insectos acuáticos.

Familias	Altitud (msnm)			
	180-710 n = 4	730-1120 n = 6	1570-1880 n = 6	2000-2600 n = 5
CORIXIDAE	_____	_____
TRICHORYTIDAE	_____	_____	_____	
GOMPHIDAE	_____	_____	
CALAMOCERATIDAE	_____	_____	
ELMIDAE	_____	_____	
TABANIDAE	_____	_____	
PSEPHENIDAE	_____	_____	
PERLIDAE	_____	_____	
BAETIDAE	_____	_____	
CALOPTERIGIDAE	_____	_____	
HEPTAGENIDAE	_____	
PYRALIDAE	_____	
CORYDALIDAE	_____	_____		
DRYOPIDAE	_____		
BRACHYCENTRIDAE			
TRICHOPTERA			
HELYCOPTERIDAE			
CURCULIONIDAE			
PSICHODIDAE			
HYDROPTILIDAE			
RHYACOPHILIDAE			
NOTERIDAE			

A:

Nota: De 1 a 2 veces presente
 _____ De 3 a 6 veces presente

TABLA 9. Familias de insectos con distribución discontinua.

Familias	Altitud (msnm)			
	180 - 710 n = 4	730-1120 n = 6	1570-1880 n = 6	2000-2600 n = 5
HIDRAENIDAE			_____
GYRINIDAE			_____
HEBRIDAE	
LESTIDAE
STAPHYLINIDAE	
NEPIDAE

Nota: De 1 a 2 veces presente
 _____ De 3 a 6 veces presente

Total
 Familias

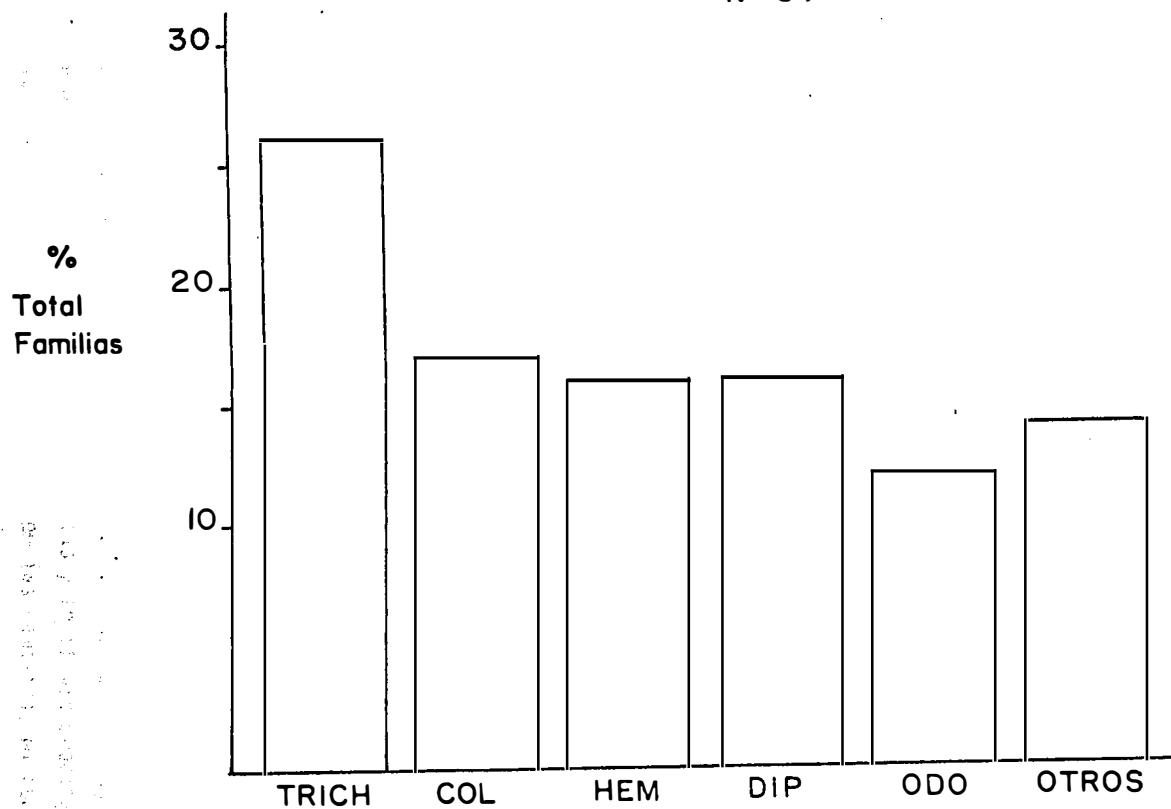


Fig. 10.- Variación en el número de familias por orden de insectos acuáticos.

La mayor riqueza de familias se encontró en zonas de altitud intermedia entre los 800 y los 1,200 msnm (Figura 11). La relación fué curvilínea.

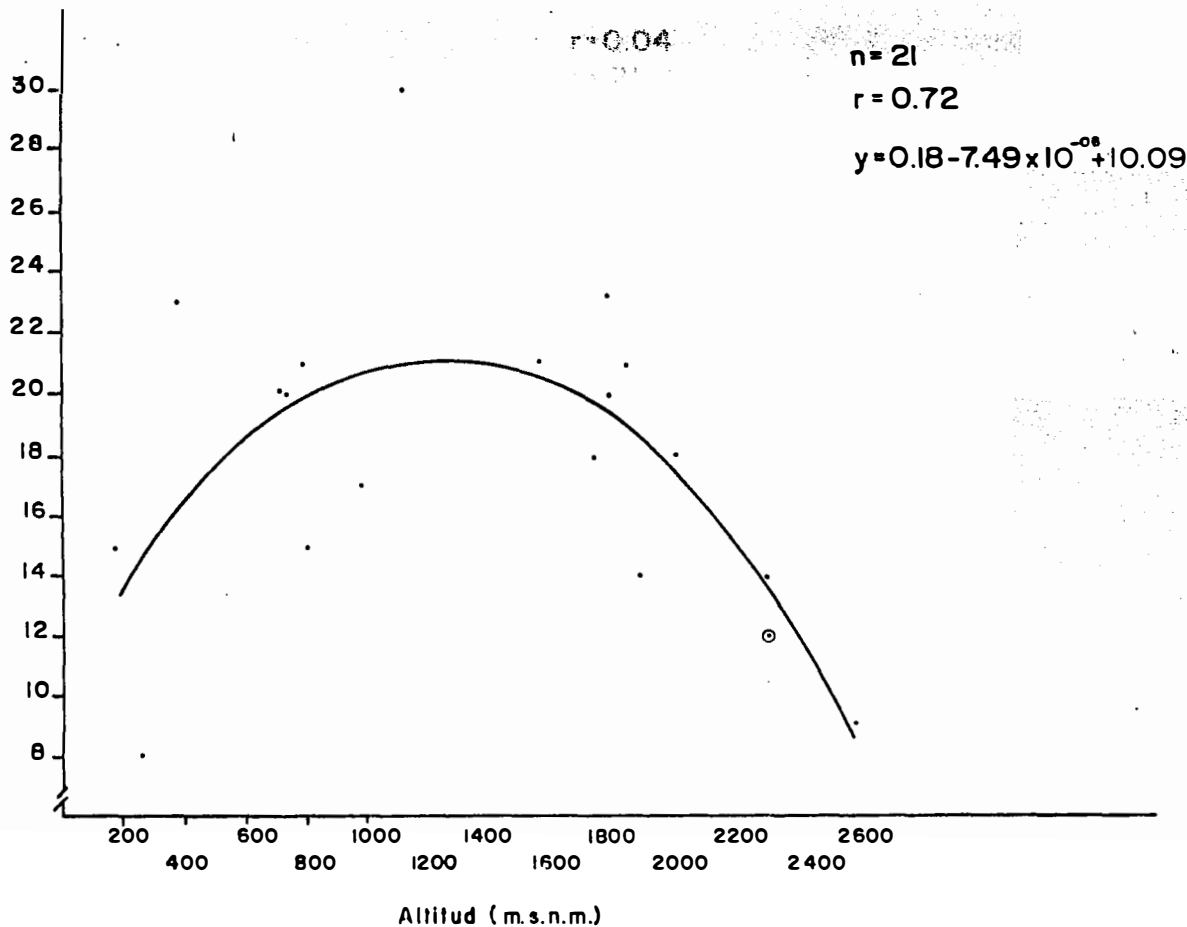
6.5.1.3. Análisis de microhábitats

En 21 sitios se tomaron datos sobre microhábitats. En cada sitio se muestrearon todos los microhábitats encontrados. Para relacionar los patrones de número de familias por altitud con la presencia de diferentes microhábitats fué necesario primero determinar la relación entre la altitud y el número de microhábitats encontrados. El número de microhábitats no varió de acuerdo a la altitud (Figura 12). Sin embargo, la proporción de cada tipo de microhábitat si varió de acuerdo a la altitud (Figuras 13a y b). El microhábitat de superficie, obviamente, se encontró en todas las localidades, mientras que el de suelos no se encontró en algunos sitios donde el fondo del arroyo estaba formado por piedras grandes. Los microhábitats de piedras y rápidos disminuyeron en las zonas más altas, siendo muy marcado el descenso para los rápidos. En contraste, las hojas y orillas fueron mas comunes en las localidades en altitudes medias y altas, respectivamente.

Aunque el ancho del río y la altitud estuvieron correlacionados (Figura 5), el ancho del río no mostró relación con el número de microhábitats encontrados (Figura 14), ni con el número de familias encontradas (Figura 15). Hubo muy pocos datos de ríos mayores de 4 m y eso hace difícil la interpretación de la relación. El número de familias de insectos aumentó conforme aumentó el número de microhábitats en una localidad (Figura 16). Esto refleja la importancia de la complejidad del ecosistema como factor que influye en el número de especies encontradas.

Se encontraron diferencias en el número de familias de insectos colectadas en cada microhábitats (Tabla 10). En las hojas, orillas y piedras se encontró el mayor número de familias y en el microhábitat de superficie el menor número. A diferencia de las familias, el número de órdenes encontrados fué igual para todos los microhábitats con la excepción de el suelo y la superficie. Ya que el mayor número de

FAM.
INSECTOS
ACUATICOS



• 1 localidad
 ⊙ 2 localidades

Fig. 11.- Relación entre número de familias de insectos y la altitud en 21 arroyos muestreados en la Sierra de Manantlán.

$r=0.04$
 $n=21$

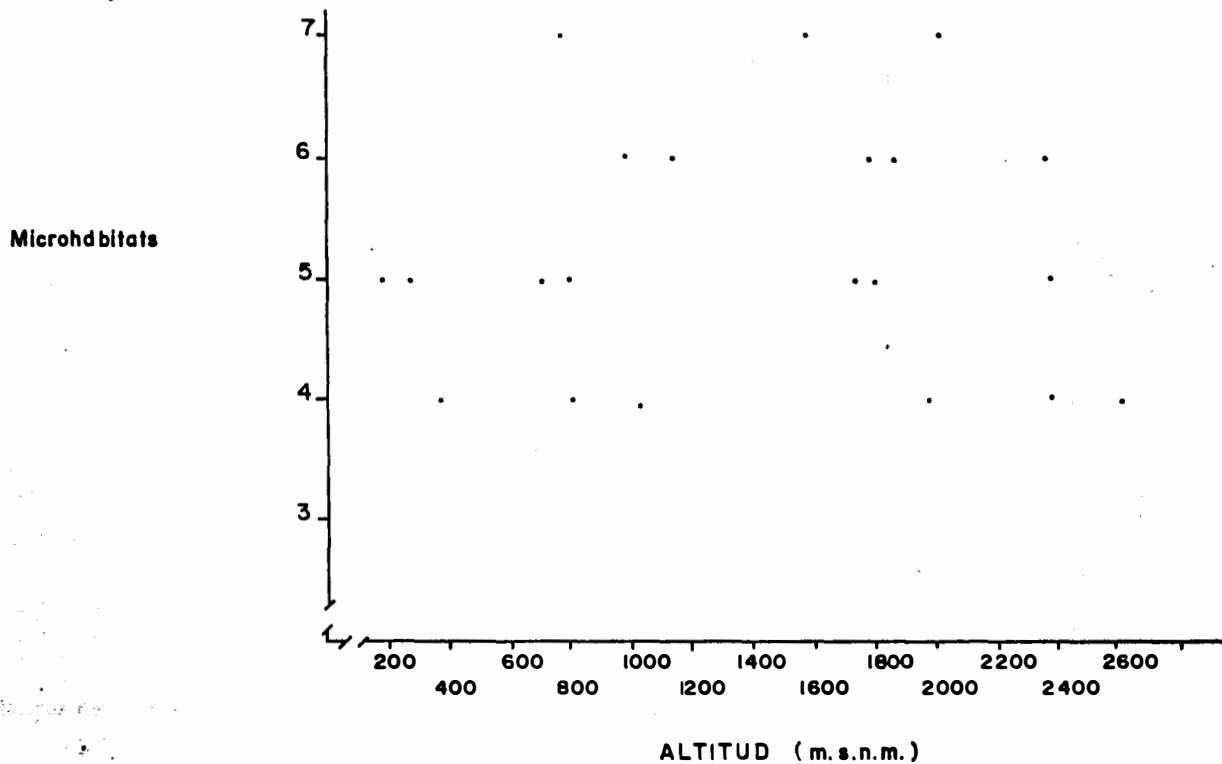


Fig. 12:- Relación entre el número de microhábitats y altitud.

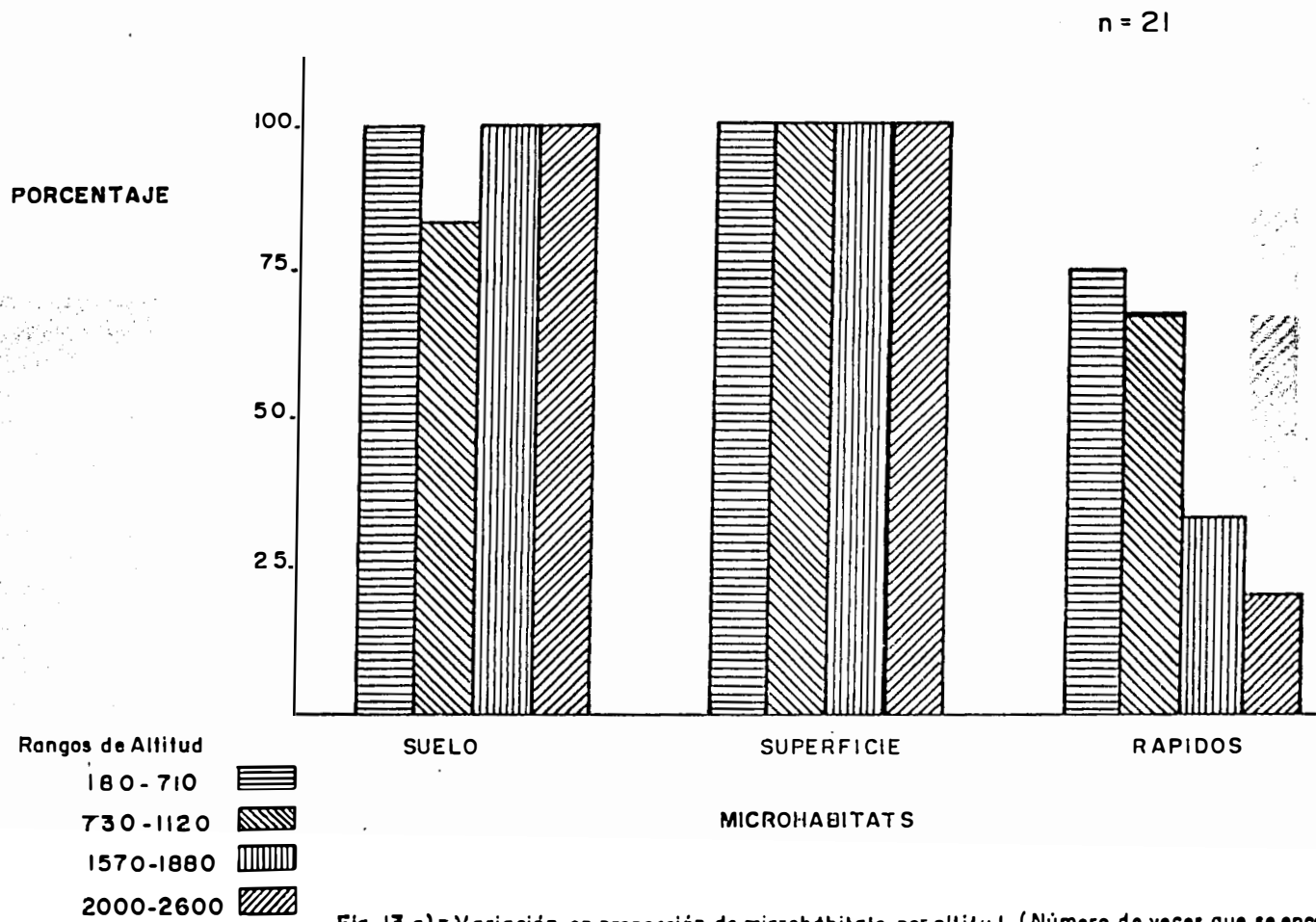
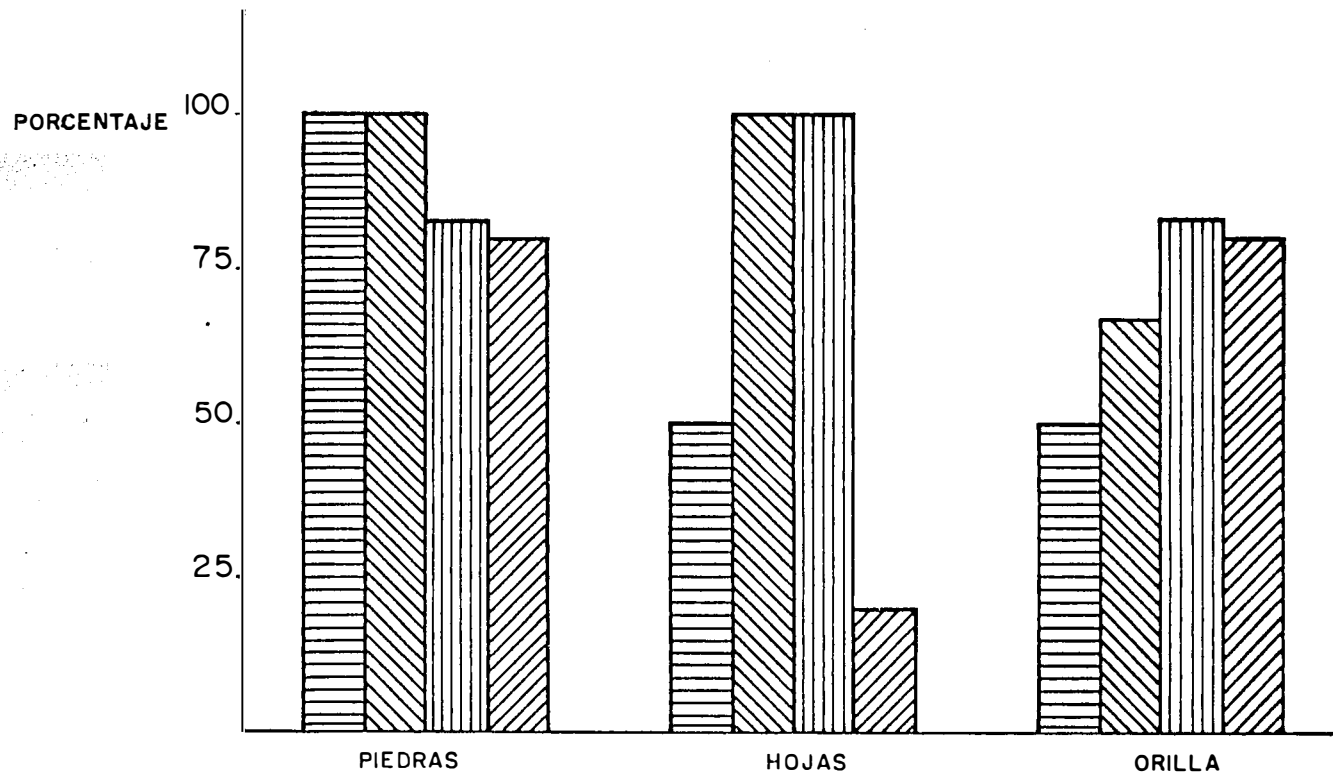


Fig. 13 a).- Variación en proporción de microhábitats por altitud. (Número de veces que se encontró el microhábitat en cada rango de altitud entre el número de sitios muestreados)



Rangos de Altitud

180-710



730-1120



1570-1880



2000-2600



MICROHABITATS

Fig. 13b)- Variación en proporción de microhábitats por altitud. (Número de veces que se encontró el microhábitat en cada rango de altitud entre el número de sitios muestreados)

n = 20

r = -0.10

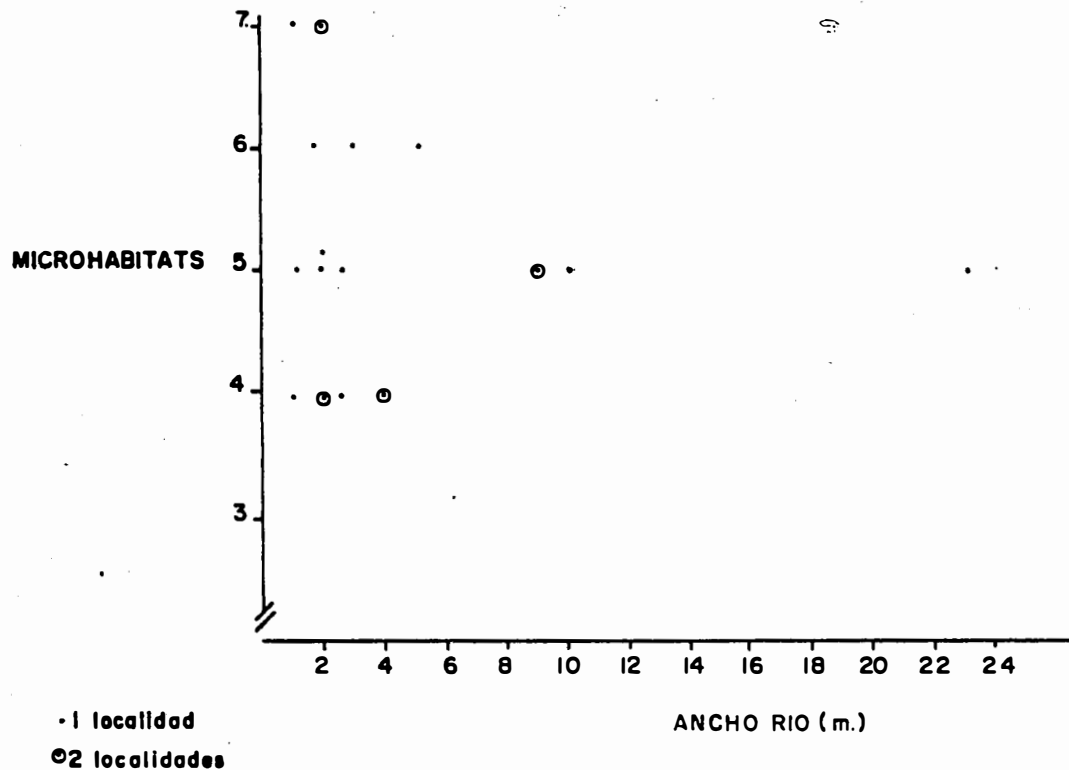
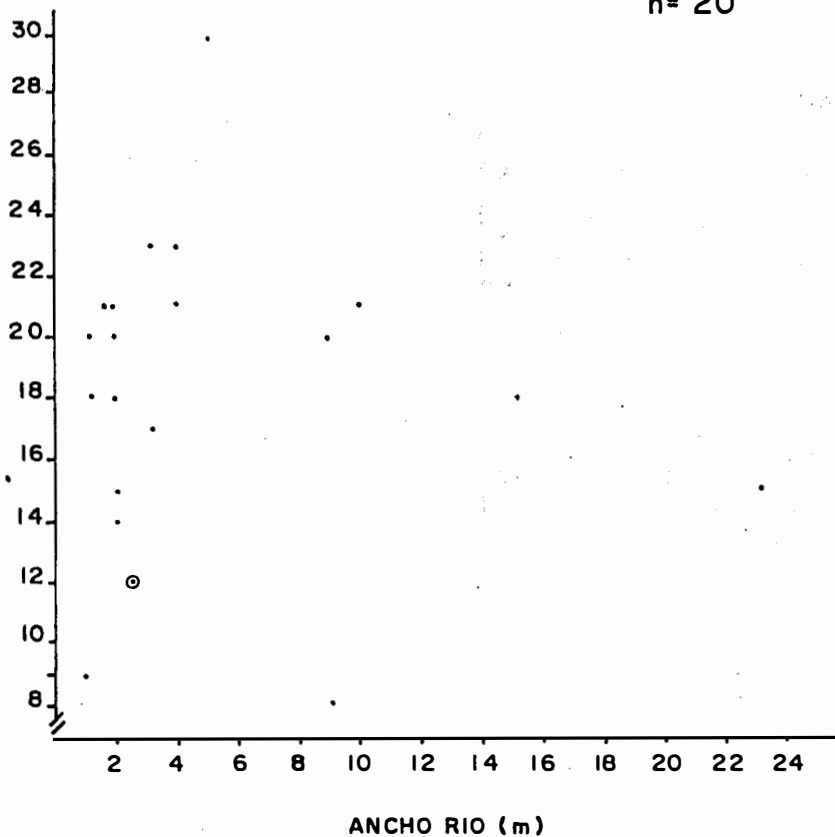


Fig. 14.- Número de microhabitats en relación al ancho del río en la Sierra de Manantlán.

FAMILIAS INSECTOS

n = 20



• 1 localidad

⊙ 2 localidades

Fig. 15.- Familias de insectos acuáticos en relación al ancho del río en la Sierra de Manantlán.

r = 0.37

p < 0.10

n = 21

Distribución de insectos acuáticos en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

N° DE FAMILIAS
INSECTOS
ACUATICOS

• 1 localidad

⊙ 2 localidades

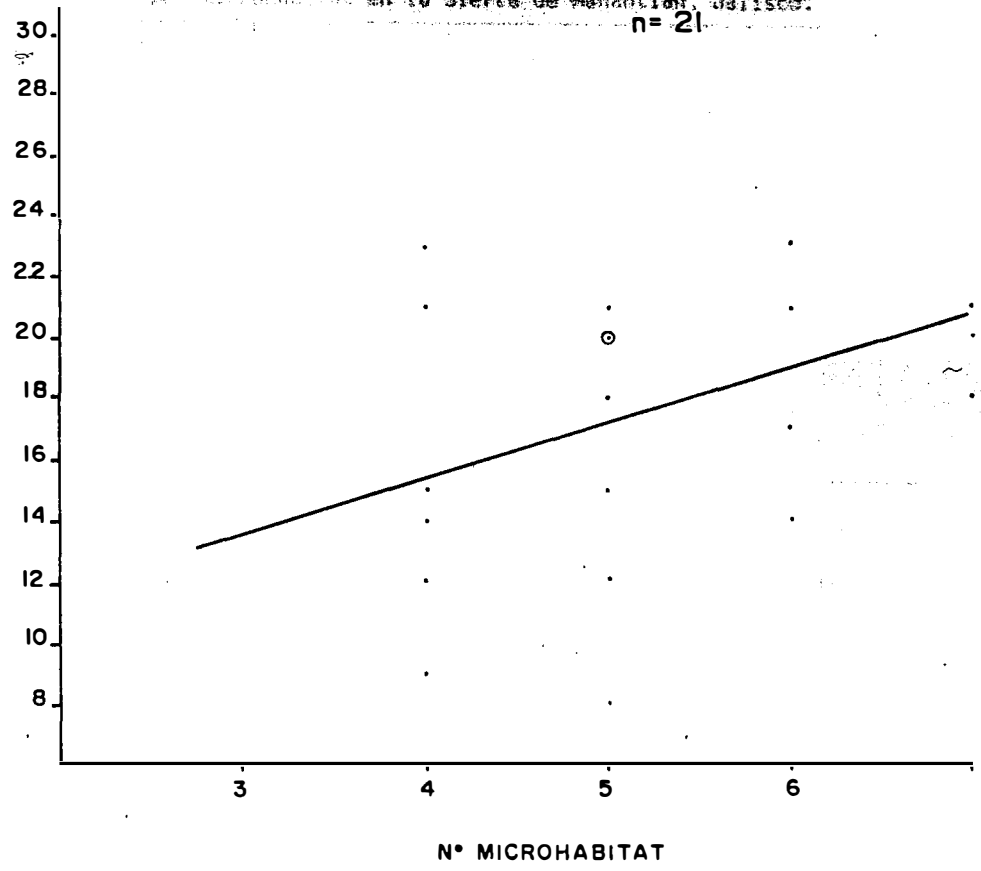


Fig. 16.- Relación entre insectos acuáticos y número de microhabitats en ríos y arroyos de la Sierra de Manantlán.

TABLA 10. Riqueza de invertebrados acuáticos por microhabitat en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

M I C R O H A B I T A T S

	Hojas n= 15	Piedras n= 19	Orillas n= 15	Rápidos n= 10	Suelos n= 20	Superficie n= 21	Otros* n= 10
NUMERO DE ORDENES	9	9	9	9	7	3	10
NUMERO DE FAMILIAS	42	37	38	29	27	9	33

n= Número de muestreos.

* Se refiere a los microhábitats de pozo, madera y plantas en donde se realizaron pocos muestreos.

familias de insectos se encontró en las hojas y en las orillas (Tabla 10) y estos fueron los dos microhábitats más frecuentes en las partes medias del gradiente de altitud (Figuras 13a y b), el mayor número de familias en las partes medias (Figura 11) se pudo deber a la mayor frecuencia de estos dos microhábitats.

La ocurrencia de los órdenes de insectos fue diferente en cada microhábitat muestreado (Tabla 11). Los Odonata, Díptera, y Hemíptera estuvieron presentes en todos los microhábitats; Coleoptera, Trichoptera y Plecoptera se presentaron en todos excepto en la superficie. Megaloptera y Lepidoptera se presentaron en 5 y 4 microhábitats, respectivamente en proporciones muy bajas (menos del 50%). Aunque muchos órdenes estuvieron presentes en la mayoría de los microhábitats, su abundancia (y posible preferencia de microhábitat, indicada por el porcentaje de veces que se encontraron) no fué igual en cada uno de ellos. Los Trichoptera, Diptera y Ephemeroptera se encontraron la mayoría de las veces (más del 50%) en hojas, piedras, rápidos y orillas; mientras que Hemiptera fué el único orden que se encontró comúnmente en casi todos los microhábitats (con excepción de piedras), incluyendo una alta (90%) presencia en la superficie.

Con el propósito de determinar si la variación en riqueza de familias a través del gradiente de altitud se debió a las diferencias en número de microhábitat presentes, se analizó el patrón de riqueza y altitud considerando solamente el microhábitat de piedras. La relación entre la riqueza de familias en piedras y la altitud (Figura 17) fué similar a la relación entre el número de familias en todos los microhábitat de un sitio y la altitud (Figura 11), ambas fueron una curva. Esto indica que las diferencias en riqueza de familias en diferentes altitudes no se debieron solamente al número de microhábitats presentes y factores ambientales también influyeron. Esto también lo sugiere la correlación entre la riqueza de familias en las piedras de un sitio y la riqueza de familias en el sitio ($r=0.63$, $P<0.005$, Figura 18).

TABLA 11. Presencia de invertebrados acuáticos por microhábitat en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

ORDENES	M I C R O H Á B I T A T S						
	Hojas	Piedras	Rápidos	Orillas	Suelo	Superficie	Otros ⁺
	* n= 15 ** No. (%)	n= 19 No. (%)	n= 10 No. (%)	n= 15 No. (%)	n= 20 No. (%)	n= 21 No. (%)	n= 10 No. (%)
1. DIPTERA	15 (100)	17 (89)	7 (70)	10 (66)	6 (30)	1 (4.8)	8 (80)
2. TRICHOPTERA	14 (93)	15 (78)	7 (70)	9 (60)	5 (25)	0 (0.0)	7 (70)
3. EPHEMEROPTERA	12 (80)	17 (89)	8 (80)	8 (53)	4 (20)	0 (0.0)	0 (0)
4. COLEOPTERA	11 (73)	13 (68)	4 (40)	6 (40)	3 (15)	0 (0.0)	4 (40)
5. ODONATA	11 (73)	4 (21)	6 (60)	9 (60)	6 (30)	1 (4.8)	7 (70)
6. PLECOPTERA	8 (53)	2 (10)	3 (30)	4 (26)	3 (15)	0 (0.0)	1 (10)
7. HEMIPTERA	7 (46)	2 (10)	5 (50)	9 (60)	10 (50)	19 (90.5)	5 (50)
8. MEGALOPTERA	2 (13)	3 (15)	4 (44)	1 (6.6)	0 (0)	4 (19)	0 (0)
9. LEPIDOPTERA	1 (6.6)	3 (15)	3 (30)	1 (6.6.)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

* n= Número de muestreos .

** No. (%)= Número y porcentaje de la muestra total en los cuales se encontró el orden.

+ Otros= Otros microhábitats (pozo, madera y plantas) en los cuales se realizaron pocos muestreos.

n = 21

r = 0.51

$$y = 7.84 \times 10^{-08} x^2 - 3.37 \times 10^{-06} x + 4.17$$

Número de familias
en piedras

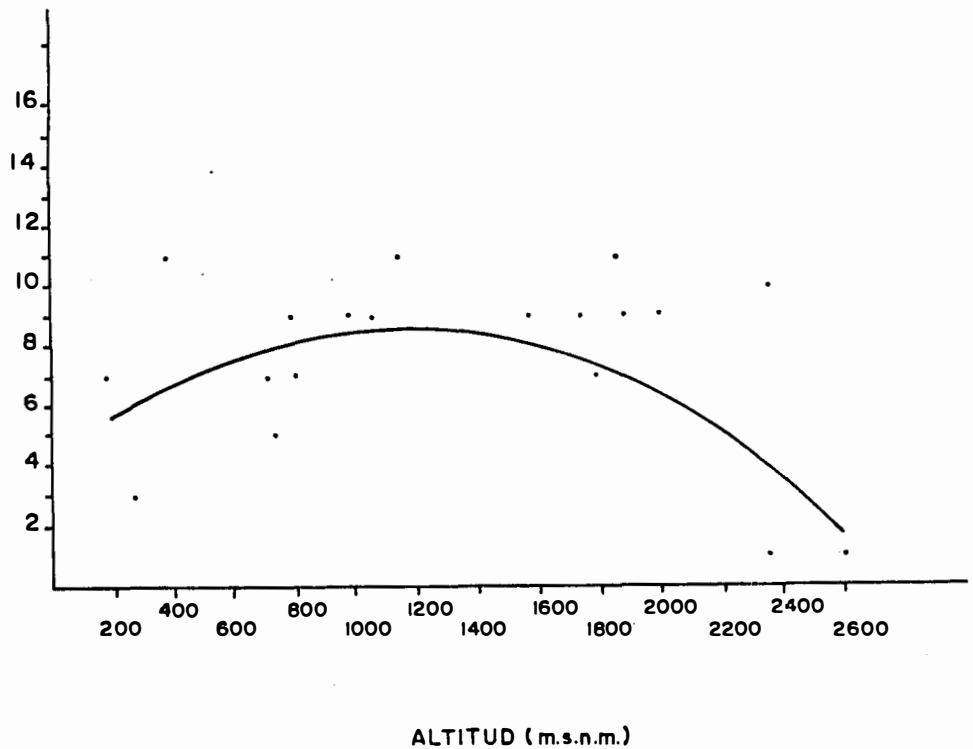
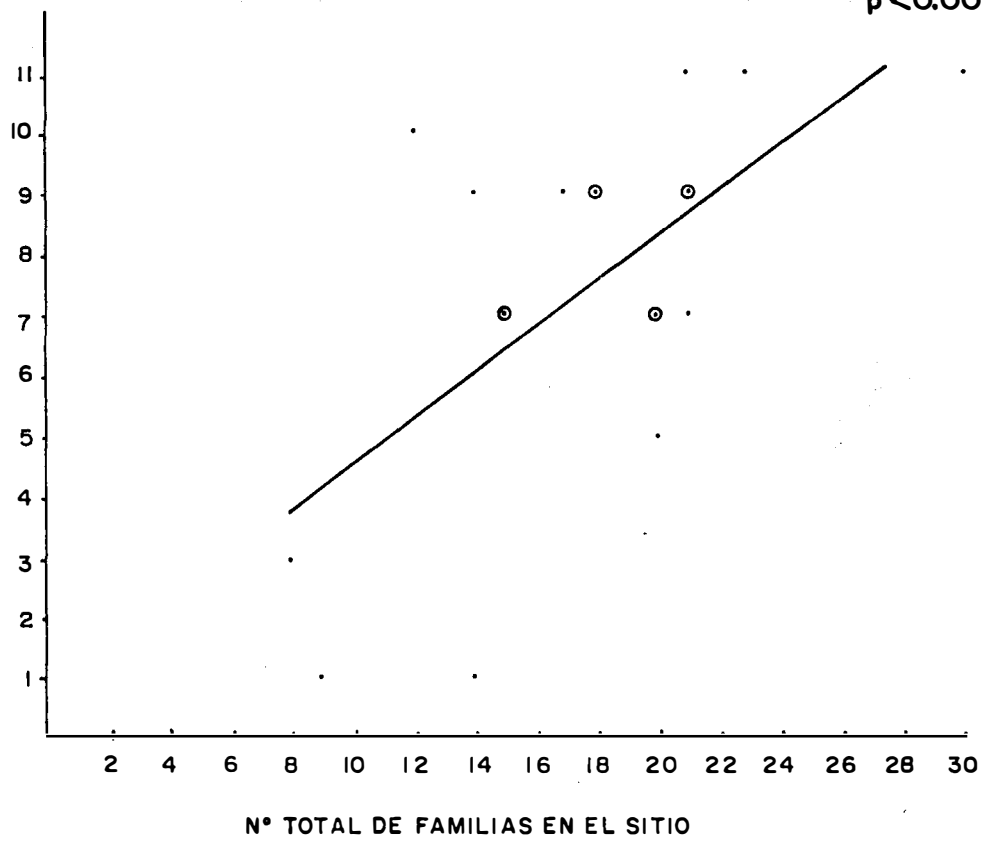


Fig. 17.- Número de familias de insectos en relación a la altitud.

n=19
r= 0,63
p < 0,005

N° FAMILIAS
EN PIEDRAS



- 1 localidad
- ⊙ 2 localidades

Fig. 18.- Relación entre número de familias en el microhabitat de piedras y el número total de familias en el sitio muestreado en la S. de M.

6.5.1.4. Relación entre insectos acuáticos y la temperatura y el oxígeno disuelto

Se encontró el mayor número de familias de insectos a temperaturas medias (12 a 22°C, Figura 19). Esto era de esperarse porque la temperatura presentó una correlación lineal con la altitud (Figura 6), y el mayor número de familias se encontró a altitudes medias. El número de familias aumentó conforme aumentó la concentración de oxígeno disuelto ($r = 0.57$, $P < 0.002$, Figura 20). La cantidad de datos obtenidos para los demás parámetros de calidad de agua no pudieron ser tomados en todas las localidades, razón por la cual resulta difícil relacionarlos con la riqueza de insectos acuáticos.

6.5.1.5. Insectos acuáticos como indicadores de calidad ambiental

Para determinar en forma preliminar la posible relación entre la presencia de insectos acuáticos y la contaminación de los arroyos de la Sierra de Manantlán se comparó el número de familias presentes en 3 y 2 arroyos similares en tamaño de las regiones altas (2,000-2,600 msnm) y bajas (270-380 msnm), respectivamente. Consideramos en forma subjetiva como arroyos contaminados aquellos que presentaron las siguientes características: color del agua de verde a café oscuro, mal olor, presencia de nata, burbujas ó espuma, exceso de materia orgánica (humus, excremento, etc.) y alta concentración de sólidos suspendidos. En las partes bajas, en el arroyo considerado como contaminado (El Tecolote) se encontraron 8 familias, mientras que el arroyo considerado como no contaminado (El Conejo) se encontraron 23 familias. En las partes altas en los tres sitios muestreados de los arroyos considerados como contaminados (Neverías y San Miguel) se encontraron 9, 12 y 12 familias; mientras que en el arroyo considerado como no contaminado (El Tlacuache) se encontraron 17 familias. Tanto en las partes altas como bajas, los arroyos no contaminados tuvieron un mayor número de familias.

También se comparó la presencia de familias que ya han sido clasificadas como indicadoras de calidad de agua. Según la nomenclatura de Hilsenhoff (1982), las familias indicadoras de buena calidad de

N° FAMILIAS
INSECTOS
ACUATICOS

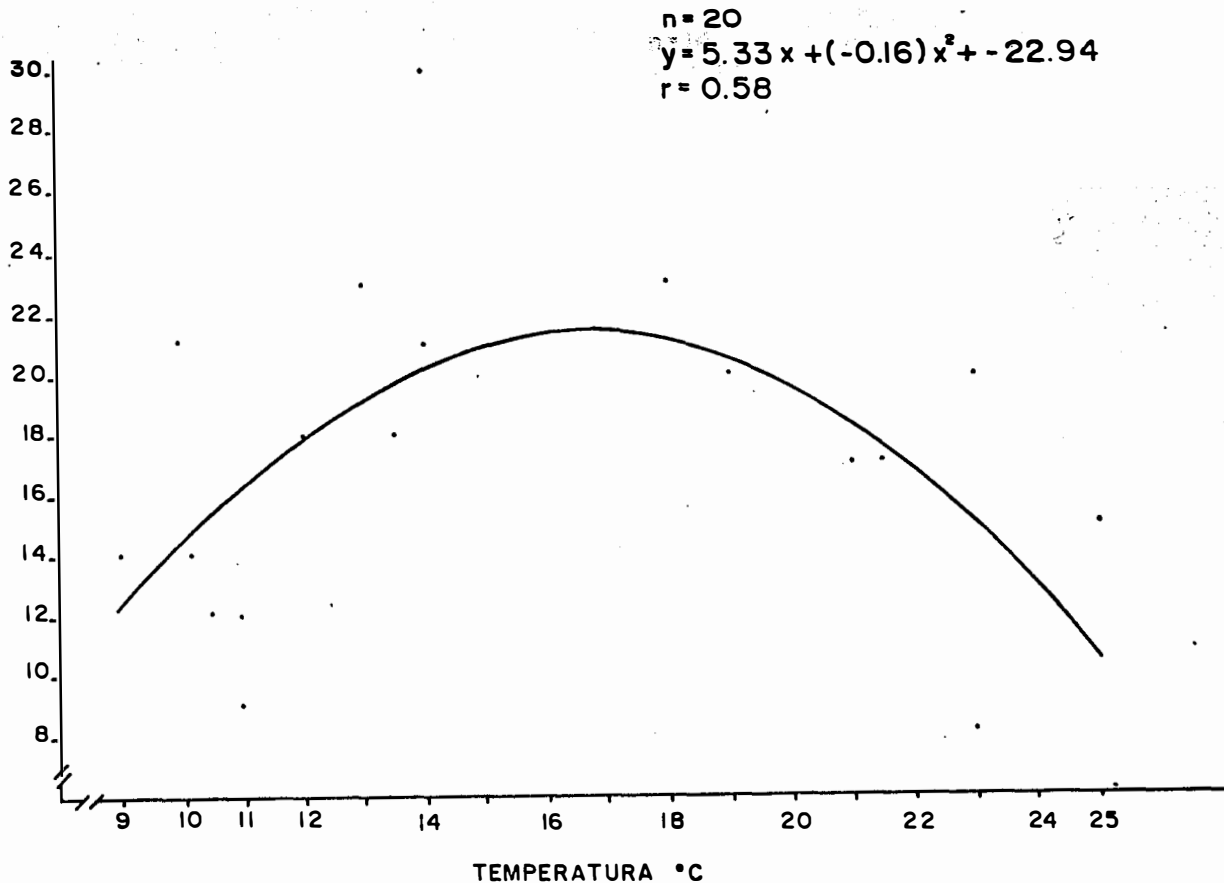


Fig. 19.- Número de familias de insectos acuáticos en relación a la temperatura en 20 arroyos de la Sierra de Manantlán.

n=14

r=0.57

p<0.02

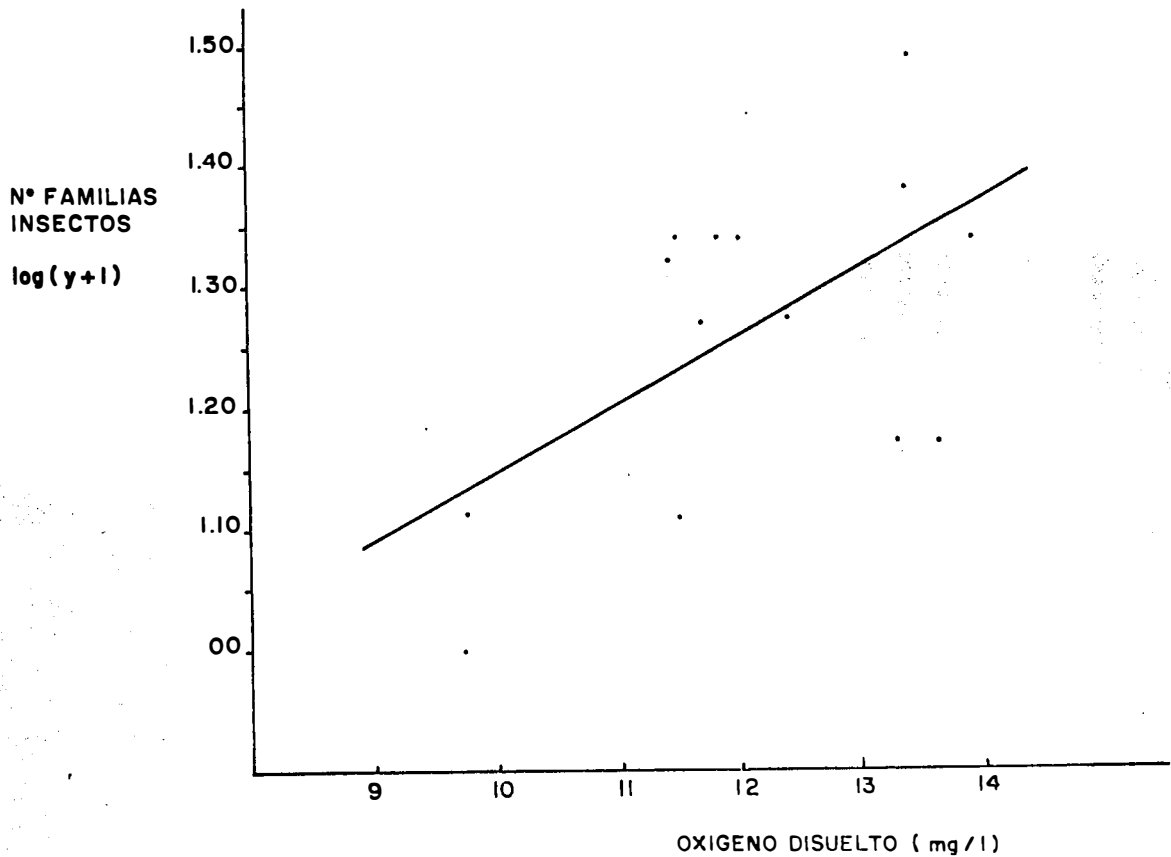


Fig. 20.- Relación entre el número de familias de insectos y el oxígeno disuelto.

agua tienen un valor de 0 al 1; mientras que las que indican una mala calidad de agua tienen valores de 2 al 5. En las partes altas sólo en el arroyo no contaminado (El Tlacuache) se encontró una familia con valor de 0. La proporción de familias con valores de 0 y 1 fue parecida entre el Tlacuache (23%) y Las Neverías (22%), pero fue mucho menor en el arroyo San Miguel (16%), posiblemente indicando peor calidad de agua. No se encontraron diferencias en la proporción de familias indicadoras de buena calidad de agua entre los arroyos de las partes bajas.

6.5.2. Otros invertebrados

Se colectaron 53 ejemplares de crustáceos de 11 localidades de la Sierra de Manantlán. Se encontraron tres especies de langostinos Macrobrachium occidentale, M. americanum y una especie aun no identificada. La colecta de M. occidentale resultó ser el registro mas al norte para esta especie en el Norte América, ya que su límite de distribución anterior era en el sur de México (Hurlbert y Villalobos-F., 1982). Posiblemente, la especie aún no identificada de Macrobrachium, sea nueva para la ciencia. Las especies de Macrobrachium en la Sierra realizan migraciones a las desembocaduras de los ríos para completar su ciclo de vida.

Se identificó el género Cambareilus sp., llamado camarón de río o chacal. Este se encontró únicamente en la cuenca del río Ayuquila y resulta interesante porque se consideraba estar restringida a la zona del Lago Chapala. También se colectaron tres especies del género Atya; A. ortmanniodes, A. margaritacea y A. sp.. La primera parece ser una especie endémica, distribuida de Nayarit a Colima.

Colectamos dos especies de cangrejos, Pseudothelphusa dilatata y P. sp.; esta última está aún en proceso de revisión y posiblemente sea una nueva especie para la ciencia. Las cuencas en las que se observaron el mayor número de crustáceos fueron en las de los ríos Ayotitlán y Cuzalapa.

6.6 Peces

6.6.1 Distribución de especies por cuenca

Se encontró un total de 16 especies de peces en las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán.

La distribución de las especies en las cuencas fué diferente (Tabla 12). Solamente dos especies pertenecientes a dos familias estuvieron presentes en las tres cuencas. Ocho especies se encontraron únicamente en la cuenca del Ayuquila y 6 especies estuvieron restringidas a las cuencas de los ríos Purificación y Marabasco. La cuenca que presentó el mayor número de especies (10) fue la del río Ayuquila. En Purificación y Marabasco se encontró el mismo número de especies (7). Radda, (1985) describe la distribución de la especie Poeciliopsis turneri para las cuencas de los ríos Purificación y Marabasco, pero en el muestreo fue encontrada únicamente en la cuenca del río Purificación. En general las especies de las familias Goodeidae y Poeciliidae fueron las de mayor abundancia y distribución.

Del total de especies colectadas en las tres cuencas el 81.2% son nativas (Tablas 13 y 14). De las especies nativas del río Ayuquila el 37.5% son primarias y en Purificación y Marabasco no se encontrarán. Las especies periferales constituyeron un 28.5% y un 33.3% de las especies encontradas en Purificación y Marabasco respectivamente, sin embargo en la cuenca del Ayuquila, especies periferales no estuvieron presentes. Las especies secundarias presentes en las tres cuencas representarán aproximadamente el 60% del total. El porcentaje de especies exóticas y nativas fué diferente en las tres cuencas (Tabla 15). En el río Purificación no se encontrarán especies exóticas aunque los lugareños reportan Tilapias para las partes más bajas de la cuenca. Dos especies Agonostomus monticola y Sicidium multipunctatum realizan migraciones desde la boca del río hasta la Sierra para completar su ciclo de vida (John Lyons comunicación personal).

6.6.2. Correlaciones medio-ambientales

Los datos sobre los valores máximo y mínimo de altitud, temperatura

TABLA 12. Especies de peces encontradas en las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán, Jal.

FAMILIAS	Río Purificación (3)*	Río Marabasco (11)*	Río Ayuquila (8)*
CHARACIDAE	-	-	<u>Astyanax fasciatus</u>
CATOSTOMIDAE	-	-	<u>Moxostoma austrinum</u>
ICTALURIDAE	-	-	<u>Ictalurus dugesi</u>
CICHLIDAE	-	<u>Tilapia aurea</u>	- <u>Tilapia nilotica</u> <u>Tilapia zilli</u> <u>Cichlasoma istlanum</u>
GOODEIDAE	<u>Xenotaenia resolanae</u> - <u>Ilyodon furcidens</u>	<u>Xenotaenia resolanae</u> - <u>Ilyodon furcidens</u>	- <u>Allodontichthys zonistius</u> <u>Ilyodon furcidens</u>

* Número de muestreos.

TABLA 12. (continuación)

FAMILIAS	Río Purificación (3)*	Río Marabasco (11)*	Río Ayuquila (8)*
POECILIIDAE	<u>Poecilia chica</u>	<u>Poecilia chica</u>	-
	=	=	<u>Poecilia butleri</u>
	<u>Poeciliopsis baenschi</u>	<u>Poeciliopsis baenschi</u>	<u>Poeciliopsis baenschi</u>
	<u>Poeciliopsis turneri</u>	-	-
GOBIIDAE	<u>Sicydium multipunctatum</u>	<u>Sicydium multipunctatum</u>	-
MUGILIDAE	<u>Agonostomus monticola</u>	<u>Agonostomus monticola</u>	-

* número de muestreos.

TABLA 13. Especies nativas de Peces en las tres Cuencas principales de la Sierra de Manantlán, Jalisco.

	PURIFICACION	MARABASCO	AYUQUILA
PRIMARIAS			<u>Astyanax fasciatus</u> <u>Moxostoma austrinum</u> <u>Ictalurus dugesi</u>
SECUNDARIAS	<u>Ilyodon furcidens</u> <u>Poeciliopsis baenschi</u> <u>Poeciliopsis turneri</u> <u>Poecilia chica</u> <u>Xenotaenia resolanae</u>	<u>Ilyodon furcidens</u> <u>Poeciliopsis baenschi</u> <u>Poeciliopsis turneri</u> <u>Poecilia chica</u> <u>Xenotaenia resolanae</u>	<u>Ilyodon furcidens</u> <u>Poeciliopsis baenschi</u> <u>Allodontichthys zonistius</u> <u>Poecilia butleri</u> <u>Cichlosoma istlanum</u>
PERIFERIALES	<u>Sicydium multipunctatum</u> <u>Agonostomus monticola</u>	<u>Sicydium multipunctatum</u> <u>Agonostomus monticola</u>	

TABLA 14. Distribución (%) de especies nativas de peces de las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán , Jalisco.

CATEGORIA ESPECIES	C U E N C A S		
	Río Purificación	Río Marabasco	Río Ayuquila
PRIMARIAS	0	0	37.5
SECUNDARIAS	71.4	66.6	62.5
PERIFERIALES	28.5	33.3	0
TOTAL DE ESPECIES	7	6	8

TABLA 15. Distribución (%) de especies de peces exóticas y nativas en las tres cuencas principales de la Sierra de Manantlán, Jalisco.

	RIO PURIFICACION	RIO MARABASCO	RIO AYUQUILA
ESPECIES NATIVAS	100.0	85.7	80.0
ESPECIES EXOTICAS	0.0	14.2	20.0
TOTAL DE	7	7	10

y oxígeno disuelto en las localidades en donde se encontraron las especies de peces se presentan en la Tabla 16.

El número de especies de peces disminuye paulatinamente conforme aumenta la altitud (Figura 21); a más de 1,120 msnm no se encontraron peces. El mayor número de especies estuvo entre el rango de 500 y 1,000 msnm. Las familias Poeciliidae y Mugilidae fueron estrictas de zonas bajas. Las doce familias restantes se presentaron a altitudes bajas y medias principalmente. Goodeidae fue la familia que se presentó en un rango de altitud más amplio, desde los 380 hasta los 1,200 msnm. El número de especies de peces disminuyó, conforme bajó la temperatura del agua ($r=0.486$, $P < 0.02$, figura 22). Esta relación era de esperarse debido a que la temperatura del agua al igual que el número de especies de peces, disminuyó conforme aumentó la altitud (Figura 6) y también existe correlación entre el número de especies de peces y el ancho del río ($r = 0.640$, $P < 0.001$, Figura 23) y eso también es lógico dada la relación entre el ancho del río y la altitud (Figura 5).

No se encontró una relación entre el número de especies de peces y el número de familias de insectos. Tampoco se detectó una relación entre el oxígeno disuelto y el número de especies de peces.

6.7. Anfibios y reptiles

Se colectaron 85 ejemplares de anfibios. Se identificaron tres especies: Rana pustulosa, Hyla sp. y Pachymedusa dacnicolor.

Se identificó una sola especie de reptil, Rinoclemmys pulcherrima, una tortuga asociada a los ríos y arroyos de las partes bajas de la Sierra. En 5 localidades se observaron tortugas y culebras en los ríos que no fue posible capturar e identificar.

6.8. Aves y mamíferos

Se observaron 28 especies de aves asociadas a los arroyos, los charcos y las zonas pantanosas de las zonas bajas adyacentes a la

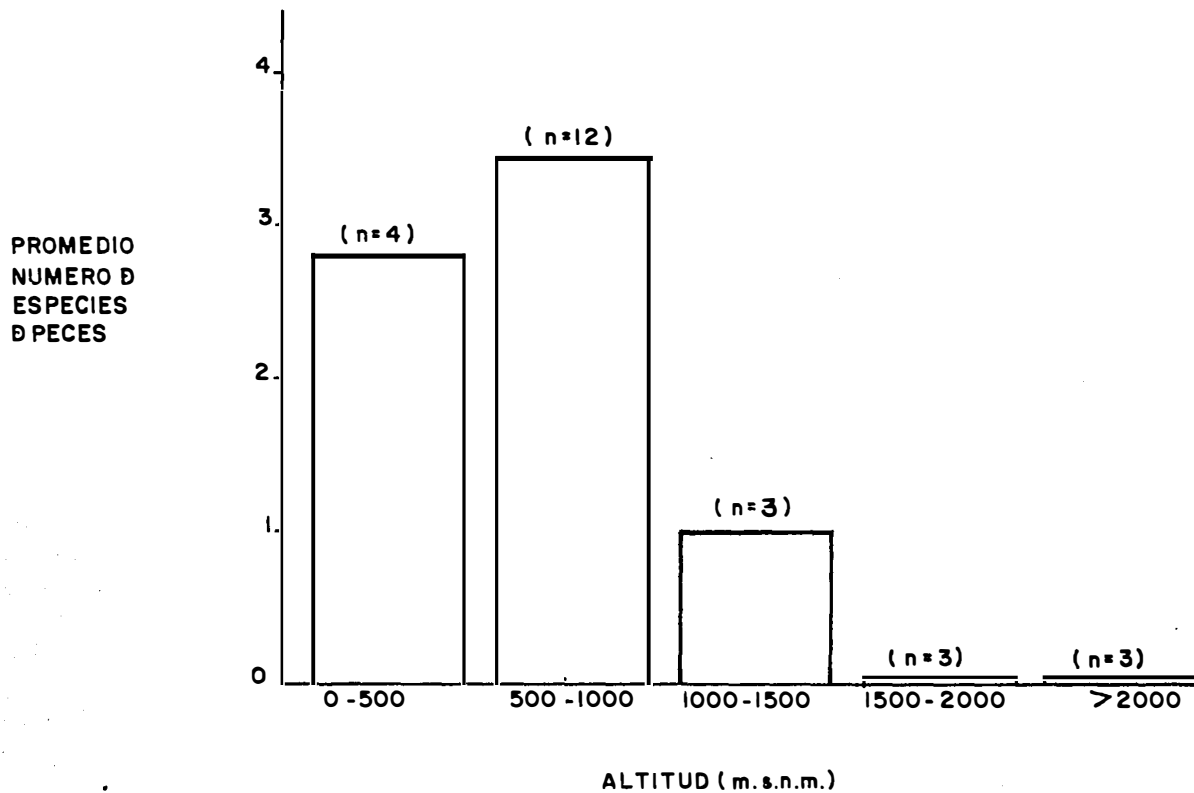


Fig. 21.- Relación entre el número de especies de peces y la altitud.

n = 25

r = 0.5

n = 17

r = 0.48

p < 0.02

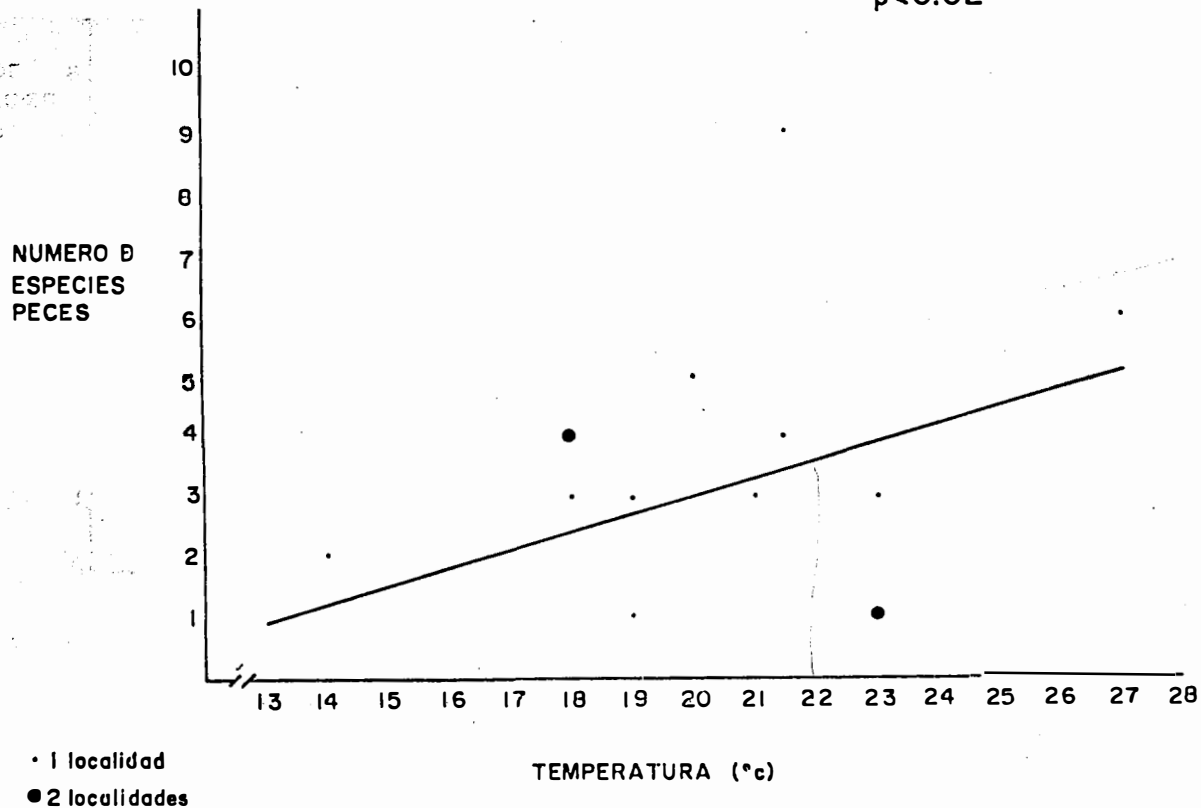


Fig. 22.- Número de especies de peces en relación a la temperatura del agua en los arroyos en la Sierra de Manantlán.

n = 25

r = 0.64

p 0.001

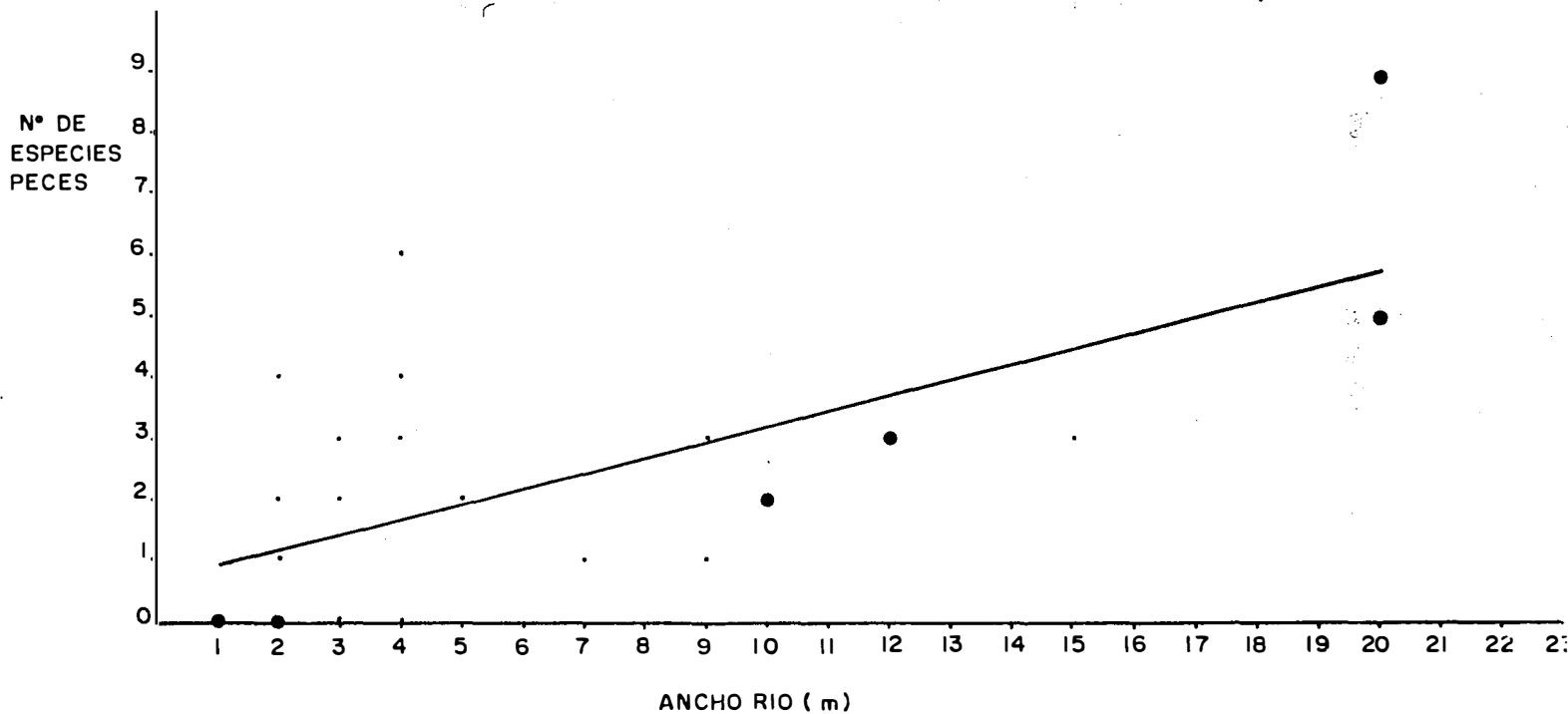


Fig. 23.- Número de especies de peces en relación al ancho del río en 25 sitios de muestreo en la Sierra de Manantlán.

TABLA 16. Máximas y Mínimas de Factores Ambientales presentes para las especies de peces en la Sierra de Manantlán, Jalisco.

FAMILIAS Y ESPECIES	ALTITUD		TEMPERATURA		OXIGENO	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
CHARACINIDAE						
<u>Astianax fasciatus</u>	780	920	17.0	21.5		18.38
CATOSTOMIDAE						
<u>Moxostoma austrinum</u>	780	940	18.0	21.5	11.88	18.38
ICTALURIDAE						
<u>Ictalurus dugesi</u>		780		21.5		18.38
MUGILIDAE						
<u>Agonostomus monticola</u>	180	380	18.0	25.0		13.43
GOBIIDAE						
<u>Sicydium multipunctatum</u>	180	980	18.0	27.0	12.07	13.43
CICHLIDAE						
<u>Cichlasoma istlanum</u>		780		21.5		18.38
<u>Tilapia aurea</u>	180	880	20.0	27.0		-
<u>Tilapia melanopleura</u>		780		21.5		18.38
POECILIIDAE						
<u>Poecilia chica</u>	270	570	19.0	27.0		-
<u>Poecilia butleri</u>		780		21.5		18.38
<u>Poeciliopsis turneri</u>		270		23.0		-
<u>Poeciliopsis baenschii</u>	270	780	18.0	27.0	13.43	18.38
GOODEIDAE						
<u>Xenotaenia resolanae</u>	380	980	18.0	27.0	13.43	18.38
<u>Allodontichthys zonistius</u>	780	1120	13.0	21.5	11.88	18.38
<u>Ilyodon furcidens</u>	380	1120	13.0	21.5	11.88	18.38

a la Sierra de Manantlán (Tabla 17). Se observó que los ríos y arroyos sirven como ruta ó avenida de penetración a la Sierra para las aves acuáticas que no viven en los bosques. Los mamíferos asociados al río fueron dos carnívoros : "perro de agua" (Lutra longicaudis) y "mapache" (Procyon lotor)

6.9. Utilización de los ríos y arroyos

6.9.1. Aguas

6.9.1.1. Doméstico

Todas las comunidades de la Sierra de Manantlán dependen del agua para sus servicios domésticos. En las comunidades su uso en las labores cotidianas es indispensable principalmente para cocinar y beber. Las mujeres en su gran mayoría salen a lavar y acarrear agua hasta sus casas todos los días.

6.9.1.2. Agricultura

En la Sierra de Manantlán el uso del agua en la agricultura es en pequeña y gran escala se refiere a la utilización moderada del agua en donde se emplean canales rústicos construidos con troncos de madera (algunos de aproximadamente 3 m. de alto y 40 m. de largo) y pequeñas represas rústicas que se forman en el lecho del río. Ambas estructuras se construyen para desviar y retener el agua que se llevará a campos de cultivo y pequeñas parcelas que derivan un beneficio familiar. De 26 poblados muestreados, en 15 se encontraron represas utilizadas para la agricultura, usos domésticos y la pesca.

El área de influencia de la Sierra de Manantlán, casi en su totalidad, se encuentra compuesta de grandes valles agrícolas y ganaderos. El agua que se capta en esta Sierra desciende por los ríos La Yerbabuena, Ahuacapán, Manantlán, EL Tecolote, Cuzalapa, Ayotitlán, Las Marías, Juluapan, EL Naranjo y Agua Mala principalmente, llegando a las zonas agrícolas

TABLA 17. Aves asociadas a los arroyos de la Sierra de Manantlán, Jalisco.

PODICIPEDIDAE

1. Podiceps dominicus
2. Podilymbus podiceps

PHALACROCORACIDAE

3. Phalacrocorax olivaceus

ARDEIDAE

4. Ardea herodias
5. Casmerodius albus
6. Egretta thula
7. Florida caerulea
8. Hydranassa tricolor
9. Bubulcus ibis
10. Butorides virescens

CICONIIDAE

11. Mycteria americana

THRESKIORNITHIDAE

12. Eudocimus albus
13. Plegadis chihi

ANATIDAE

14. Dendrocygna autumnalis
 15. Cairina moschata
 16. Oxyura jamaicensis
 17. Oxyura dominica
 18. Anas acuta
-

RALLIDAE

19. Gallinula chloropus
20. Porphyryla martinica

JACANIDAE

21. Jacana spinosa

CHARADRIIDAE

22. Charadrius vociferus

SCOLOPACIDAE

23. Tringa menoloneuca
24. Tringa solitaria
25. Actitis macularia
26. Colidris spp.

ALCEDINIDAE

27. Megaceryle alcyon
28. Chloroceryle americana

bajas en donde inmediatamente se destina para la irrigación a gran escala. Para este efecto se emplean represas que se instalan en los cursos de los ríos desde su nacimiento ó cabecera (Por ej. La Loma, Ojo de Agua, La Tasa); en estas se almacena agua que se emplea durante el tiempo de secas.

Existen valles agrícolas (Autlán, Casimiro Castillo, EL Grullo, Cuзалapa, San Pedro Toxín y La Huerta) que mantienen su producción con el agua de la Sierra de Manantlán. Los principales cultivos que se producen en esta zona son: caña de azúcar, maíz, jitomate y mango.

6.9.1.3. Industria

En el área de influencia de la Sierra de Manantlán existen dos industrias, el ingenio de azúcar de Casimiro Castillo y la mina de Peña Colorada, que dependen totalmente de agua de la Sierra de Manantlán.

La cuenca del río El Tecolote, al llegar al poblado de Casimiro Castillo es entubada y se destina una parte al uso público y otra parte (la mayor) se conduce al ingenio de este poblado, que es uno de los más grandes productores de azúcar de nuestro país desde hace más de 20 años. Este ingenio tiene una producción bastante importante en la región.

La mina de hierro de Peña Colorada, de importancia nacional, depende del agua del río Minatitlán que nace en la Sierra de Manantlán. Existen, además, pequeñas industrias del área de influencia que también dependen del agua de la Sierra.

6.9.2. Peces

Aunque en algunas zonas de la Sierra de Manantlán a los peces se les da uso limitado, en otras zonas se explotan intensivamente, lo cual ha causado la separación local de algunas especies. Los pobladores se avocan principalmente a la agricultura y la actividad pesquera queda como una parte complementaria de su dieta. Los peces que sirven como alimento en la Sierra de Manantlán pertenecen a 7 especies: Agonostomus monticola;

Moxostoma austrinum; Ictalurus dugesi; Cichlasoma istlanum; Tilapia aurea; Tilapia zilli y Tilapia nilotica. De estas, las tres primeras son las más utilizadas y las que pueden alcanzar tallas comerciales, aunque su pesca es difícil, ya que aparentemente no son abundantes. Las especies de Tilapia son bien aceptadas y utilizadas por pobladores de la Sierra, sin embargo, en 8 de los 12 poblados considerados en este estudio, las personas entrevistadas prefieren las especies nativas.

Otras especies de Poeciliidae y Goodeidos también son empleados en menor escala para consumo humano.

Las artes de pesca que se emplean son muy rústicas, por lo general utilizan arpón o flecha y visor. En las partes bajas de la Sierra y en los límites con Colima es más empleada la atarraya.

La pesca es una actividad popular y estacional. Durante el período de lluvias la cantidad de agua aumenta en el río y aumenta la población de peces. Esto está relacionado con las migraciones de algunas especies, y éstas son bien conocidas por sus moradores. Se llegan a presentar casos en esta temporada donde los moradores se trasladan kilómetros caminando hasta llegar al sitio donde se concentran las poblaciones de peces recién llegadas del mar.

6.9.3. Crustáceos

Los langostinos (Macrobrachium) y chacales (Atya y Cambarellus) en la Sierra de Manantlán también se utilizan como complemento en la dieta. El término "chacal" es empleado para todas las especies de los géneros Atya, Macrobrachium y Cambarellus. Los nombres comunes y más empleados en otras regiones del país, langostino y camarón de río, son muy poco conocidos por los pobladores de la Sierra. Las especies de "chacales" son muy bien diferenciadas y sus nombres los distinguen entre sí por las características físicas. Entre los más comunes se conocen: Chacal corrientero, avellano, burrita y burrerito.

La pesca de crustáceos es muy común y se practica principalmente en las zonas bajas, donde abunda más este recurso. Este tipo de pesca también es marcadamente estacional (de marzo a junio) y, al igual que la pesca de peces, está muy relacionada con las migraciones de las especies procedentes del mar que penetran a los ríos a desovar. En esta actividad se destaca la labor de

la mujer. En los poblados de Las Marías y Ayotitlán, durante el período de pesca, mientras los hombres se dedican a continuar la labor de la agricultura, las mujeres salen a pescar al río casi todos los días.

En la Sierra de Manantlán se emplean varios métodos y artes de pesca para obtener chacales y langostinos de los ríos. Lo más elaborado son las nasas o trampas chacaleras que se colocan en el lecho del río atravesando el cauce y con la entrada a la trampa contra la corriente. La trampa es más efectiva durante la noche. Otro método tradicional y práctico para los pobladores de la Sierra son los corrales que construyen al lado del cauce de los ríos. Los corrales consisten de pequeñas represas en donde se concentran los chacales con poca agua y donde son fáciles de capturar.

Otro sistema que es muy efectivo, pero que causa problemas en el ecosistema, es el uso de cal. El sistema consiste en vertir cal (carbonatos) en el río, causando la muerte de grandes cantidades de chacales. El sistema de arpón y flecha es el más empleado. El último método conocido es de forma manual directa: utilizando visor y una bolsa, se voltean las piedras capturando los animales que se quedan al descubierto, los cuales se llevan directamente a la bolsa.

De los langostinos y chacales se aprovechan todas sus partes. Se observaron las quelas y el rostrum de grandes ejemplares empleados como adorno en las casas. Los moradores indican que en muchos lugares, las poblaciones de chacales han disminuído.

VII. DISCUSION

Lo que más resalta de la descripción de las cuencas de la Sierra de Manantlán es su pendiente. La zona es muy escabrosa, la parte sur tiene una pendiente más pronunciada, en esta zona llueve más y los ríos y arroyos llevan más agua. Las diferencias en pendientes entre los arroyos (Figuras 3a, b, c, d, e) afecta diferencialmente la capacidad de los organismos para moverse río arriba (Hynes, 1970). El grado de pendiente también es importante porque afecta la erosión que ocurre en la cuenca.

El análisis de la variación de las corrientes demuestra que la mayoría son estacionales, secándose totalmente o parcialmente durante la época seca del año. Algunos arroyos tributarios, como el de la Yerbabuena, son perennes en las partes altas y se secan estacionalmente por tramos en las partes medias y bajas antes de su desembocadura en el cauce principal. Esto implica que muchos arroyos se quedan aislados por tramos grandes sin contacto con el cauce principal que llega al océano. Esto interrumpe los movimientos de la fauna acuática a través de un gradiente altitudinal formando "islas" de arroyos en las partes altas por breves períodos del año. Además, esto implica que cada año los organismos acuáticos deben recolonizar las partes altas durante la época de lluvias cuando se reestablece un flujo continuo de agua en todo el cauce del río.

La temperatura también demostró variaciones espaciales y estacionales; disminuyó conforme aumentó la altitud (Figura 6) y aumentó más de un 70 % de Invierno a Primavera (Figura 9). Esta variación en temperatura es un factor importante en la dinámica de comunidades acuáticas de los arroyos, ya que influye directa e indirectamente sobre la presencia de los organismos. Este factor afecta la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, la presencia de alimento, los procesos metabólicos y la distribución de los organismos en el río (Hynes, 1970).

En la Sierra de Manantlán la variabilidad espacial y temporal observada en factores como temperatura, volumen y oxígeno disuelto debe ser un factor que influye en la distribución local observada de orga-

nismos acuáticos en la zona (Figura 21, Tablas 8 y 9). Estudios posteriores con tasas específicas pudieran proveer datos más precisos sobre el efecto de estos factores ambientales en la distribución de organismos en la Sierra.

Aunque el análisis de la calidad de agua fue limitado debido a varios problemas logísticos (falta de equipo en el periodo de salidas y falta de transportación para las muestras) los datos son útiles para hacer una evaluación preliminar de la calidad de agua de la Sierra de Manantlán. La evaluación se enriquece con los datos inéditos proporcionados por el Centro de Estudios Limnológicos de la S.A.R.H. en Guadalajara (Apéndice 2). Estos últimos datos demuestran que en un año de muestreo en 5 estaciones en los ríos Armería/Ayuquila, Tuxcacuesco y Purificación, las condiciones del agua son relativamente buenas. El pH se mantuvo entre 7 y 8 (de neutro a básico) que es apropiado para la biota acuática (Hynes, 1970). La alta cantidad de oxígeno disuelto y la baja demanda bioquímica de oxígeno encontrada, sugiere la presencia de suficiente oxígeno libre en el agua, proveyendo condiciones adecuadas para muchos organismos. Los valores de turbidez son bajos, lo que permite una buena penetración de luz, favoreciendo los procesos fotosintéticos y de respiración de algunos organismos vegetales, así como el ciclo biológico de la fauna macrobentónica del río (Hynes, 1970; Resh y Rosenberg, 1984). Los sólidos por los regular tuvieron valores altos pero no de condiciones extremas que impidieran una buena calidad de agua. La conductividad se presentó alta en las tres localidades del río Armería, Ayuquila y Tuxcacuesco. Estos valores de conductividad altos se deben a la presencia de sales en el agua que provienen del deslave del suelo y de fertilizantes que se aplican en esta zona comprendida dentro de un extenso valle agrícola.

En el presente estudio se encontraron resultados similares, la calidad de agua en general fue buena (Tabla 4). El pH varió entre 7 y 8 y el oxígeno disuelto también se encontró a niveles apropiados para peces e insectos (Cole, 1975; Lagler et al. 1977). Los valores bajos de nutrientes (P y N) encontrados pudieron deberse principalmente al poco aporte de estos antes de las lluvias. El rango encontrado de carbonatos en los arroyos en la Sierra de Manantlán se encuen-

tra dentro de las condiciones aceptables para la salud humana (E.P. A., 1976). La cantidad de iones de Calcio y Magnesio (dureza) indica que las aguas de la Sierra son moderadamente duras. Las localidades de Ayotitlán y El Agua Mala presentaron valores superiores a los 200 mg/l, aparentemente a causa de los aportes de las lluvias que habían comenzado en Ayotitlán y, en el caso del Agua Mala, a causa del suelo cálcico en la cuenca. Los suelos cálcicos podrían, además, ser la causa de los altos valores de conductividad en esta misma localidad. Los otros sitios no presentaron una conductividad tan alta.

Las partes altas se caracterizan por tener agua clara y de mejor calidad que las partes bajas. Los resultados del análisis bacteriológico demostraron que existen problemas de contaminación (de 11,000 a 22,000 colonias de bacterias totales) en algunos arroyos que están próximos a ciudades, poblados o asentamientos. Existen varias fuentes de contaminación; las descargas de desechos industriales que se vierten directamente en los ríos, como en los casos del ingenio de azúcar Casimiro Castillo y la mina de hierro de Peña Colorada; la descarga de desechos, tanto orgánicos como inorgánicos, de los poblados y rancherías, como basura, detergentes, fertilizantes, pesticidas y excrementos. Este último viene primordialmente de animales domésticos y estabulados (puercos, caballos y vacas), que se encuentran en todos los poblados de la Sierra.

La contaminación por materia orgánica acelera el proceso de eutrofización en el río. Este efecto es ayudado, además, por otros factores que también se presentan en la Sierra. La erosión causa el asolvamiento de arroyos en algunas zonas. Además, el secamiento de los arroyos es acelerado por la desviación del agua para irrigación de las zonas agrícolas de poblados y rancherías, así como para irrigación en los grandes valles agrícolas,

La contaminación o perturbación observada en algunos arroyos influyó en la composición de las familias de insectos acuáticos. Empleando la nomenclatura de Hilsenhoff (1982) se identificaron las familias Philopotamidae, Lephlebiidae, Perlidae y Lepidostomatidae entre otras, como indicadoras de muy buena calidad en la mayoría de las zonas altas de la Sierra de Manantlán. Las familias Chironomidae,

Coenagrionidae, Aeshnidae y Tabanidae se encuentran en arroyos perturbados con baja calidad de agua. Estas las encontramos en sitios que consideramos subjetivamente como contaminados.

En general las características de los arroyos y de la comunidad de insectos concordó con los resultados esperados en base al concepto de continuidad propuesto por Vannote et al. (1980). La comunidad de insectos acuáticos tuvo mayor riqueza de familias en altitudes medias. Esto puede deberse a las fluctuaciones ambientales más marcadas y a las condiciones extremas existentes tanto en las partes bajas como en las partes altas. Las diferencias en distribución altitudinal de las familias y en su frecuencia de aparición en los diversos microhabitats se debe, en gran parte, a diferencias en tolerancia y en adaptaciones ecológicas. Algunos estudios han demostrado que diferentes taxas de invertebrados en una misma localidad están adaptados a diferentes condiciones microambientales (velocidad de corriente, tipo de substrato, temperatura) lo que produce diferencias en abundancia y distribución (Hynes, 1971; Resh y Rosenberg, 1984).

Es posible que los patrones en la distribución de las familias de insectos tengan importancia en la conservación de la fauna acuática, ya que los invertebrados son fuente importante de alimento para algunas especies de peces y también de mamíferos. Los patrones encontrados se consideran como preliminares dado que se conoce que existe una gran variabilidad en la composición y distribución de las familias de insectos (Hynes, 1970; Hurlbert y Villalobos-F., 1982; Resh y Rosenberg, 1984), y por lo tanto es necesario realizar más muestreos como replicados en diferentes altitudes.

La ictiofauna de la Sierra de Manantlán es interesante por tres razones: 1) La composición de especies de la vertiente norte es muy diferente a la de la vertiente sur, 2) El número de especies es bastante bajo pero el porcentaje de endemismos es alto y 3) Dos familias de afinidad Neártica y una familia de afinidad Neotropical alcanzan su límite de distribución en esa zona.

La ictiofauna de la vertiente norte (Ayuquila/Armería) compartió solamente dos de sus 8 especies nativas con la vertiente sur (Purificación y Marabasco) (Tabla 12). Sin embargo, las cuencas del Pu-

rificación y del Marabasco tuvieron una composición de especies nativas idénticas. Esta distribución de especies en la Sierra se atribuye al aislamiento que han tenido las cuencas de las vertientes norte y sur. Al formarse la Sierra de Manantlán las cuencas de los ríos Purificación y Marabasco estuvieron en contacto y, durante muchos años, compartieron las mismas especies de peces. Subsecuentemente se separaron pero mantuvieron las mismas especies.

La cuenca del río Ayuquila/Armería es mucho más grande y se formó por un proceso diferente. En este caso, la Sierra de Manantlán en sí se convirtió en una gran barrera entre las cuencas. Este sistema fluvial no se origina en la Sierra como los otros. Se inicia a cientos de kilómetros hacia el centro del estado, y en su historia geológica ha estado en contacto con otros sistemas de ríos, lo que ha permitido la migración de especies que nunca han llegado a la vertiente sur. La composición de la fauna de la vertiente sur está compuesta solamente por especies secundarias y periferales, mientras que la de la vertiente norte está compuesta solamente por especies primarias y secundarias (Tabla 13).

La Sierra de Manantlán es una zona con un alto grado de endemismos. Las especies endémicas se distribuyen en una región delimitada al norte por la cuenca del río Cuitzmala y al sur por la cuenca del río Armería. Cuatro especies se han encontrado únicamente en esta región (*Allodontichthys zonistiux*, *Xenotaenia resolanae*, *Poecilia chica* y *Poeciliopsis turneri*) (Turner, 1949; Miller, 1975; Miller y Smith, 1986). Otra especie, *Poeciliopsis baenschii*, tal vez también sea endémica ya que solamente se ha reportado desde el Tuito (Meyer et al., 1985) hasta el río Armería (el presente estudio). El alto porcentaje de especies endémicas y la pobreza en el número de especies se debe a que la zona costera en la cual se encuentran estas cuencas ha permanecido aislada de otros sistemas fluviales por millones de años y las montañas han constituido una barrera infranqueable para numerosas especies (Miller y Smith, 1986).

La Sierra de Manantlán también es una zona muy interesante por encontrarse en la zona de confluencia de los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical. Las familias Ictaluridae y Catostomidae, de

afinidad Neártica, y la familia Characidae, de afinidad Neotropical, alcanzan su límite de distribución geográfica en el occidente de Norte América en el río Ayuquila/Armería. Estas zonas de transición se consideran importantes desde el punto de vista evolutivo, ya que en ellas conviven especies que en pocos lugares se encuentran juntas y se dan diferentes tipos de interacciones inter-específicas.

VIII. RECOMENDACIONES

Como resultado del presente estudio se pueden hacer varias observaciones: 1) La fauna acuática de la zona presenta características ecológicas y biogeográficas interesantes que todavía se conocen y se entienden en forma muy incompleta; 2) Aunque en general la calidad de agua es buena, existen problemas de contaminación, asolvamiento y perturbación de regímenes hidrológicos a causa del mal manejo de cuencas; 3) En el presente los moradores están explotando los peces y crustáceos de la zona en forma intensiva en lo que aparentemente viene a ser una utilización no sostenida que está destruyendo el recurso y 4) Durante ciertas temporadas los recursos acuáticos de la Sierra de Manantlán son un importante complemento alimentario para los pobladores de las zonas marginadas de la Sierra.

En base a estas observaciones se pueden ofrecer algunas recomendaciones para el trabajo futuro en la zona. Es recomendable iniciar estudios sobre los ciclos de vida y la biología básica de las especies de peces y crustáceos nativos de la zona para identificar sus necesidades de conservación y presentar alternativas para su utilización. Los estudios sobre las interacciones entre especies nativas y especies exóticas también serán útiles para identificar el impacto de estas últimas.

Para iniciar un buen manejo de cuencas se debe iniciar un monitoreo hidrológico en diferentes cuencas que se realice conjuntamente con un estudio de calidad de agua y de diseño de un índice biológico de calidad de agua utilizando insectos acuáticos. Estos estudios pueden detectar los efectos en los ríos y arroyos causados por cambios en el uso de las cuencas.

Los análisis basados en la presencia de géneros y especies de insectos acuáticos como indicadores de calidad de agua son bastante precisos, reducen problemas relacionados al traslado de muestras de agua y costos de análisis químicos, son rápidos y los resultados reflejan un panorama amplio ya que la entomofauna refleja las condiciones ambientales a largo plazo y no solo las condiciones durante el día de muestreo.

Es necesario desarrollar proyectos de utilización sostenida de recursos acuáticos para incrementar el nivel de vida de los moradores y conservar las especies nativas. Los crustáceos y los peces son las dos clases de organismos más adecuados para utilizar.

El objetivo de conservar especies nativas de peces obliga a considerar cautelosamente los proyectos de producción utilizando especies exóticas. Es innecesario realizar investigaciones detalladas para desarrollar prototipos de producción con especies exóticas ya que las técnicas han sido estudiadas e implementadas ampliamente (Arredondo Figueroa, 1983; Hepher y Pruginin, 1985). La acción a seguir es determinar si se deben o no utilizar. El empleo de especies exóticas requiere de un control estricto, esto implica que, en caso de que se utilicen, estas especies se deben cultivar en estanques y no en el río.

Para las especies nativas, la limitante principal es la poca información existente sobre su biología, ecología y potencial para producción. En base a las observaciones de este estudio se recomienda estudiar el potencial productivo de algunas especies como: Cichlosoma istlanum, Ictalurus dugesi, Astyanax fasciatus, Moxostoma austrinum y Agonostomus monticola. Estas especies reúnen algunas de estas cualidades: alcanzan tallas comerciales, la calidad de la carne es buena, tienen un ciclo biológico que permite un rápido crecimiento, tienen dietas variadas, pueden tolerar condiciones adversas, ya están adaptadas a las condiciones locales y ya son aceptadas por los lugareños.

Los proyectos de prototipos productivos en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán deben cubrir las siguientes fases:

- 1.- Diagnóstico. Para elegir el sitio se deben considerar las condiciones ambientales del lugar como; gasto de agua durante períodos de lluvias y secas, fluctuaciones en temperatura, características físico-químicas del agua, tipo de suelo, especies presentes en el arroyo y disponibilidad de alimento. Por ejemplo, en base a nuestros datos sabemos que las partes altas de la Sierra no son óptimas para el cultivo de peces por las bajas temperaturas, los bajos volúmenes de agua, la ausencia de peces y la ausencia de asentamientos en la zona.

Un aspecto fundamental para escoger el sitio son las características de las comunidades. Los poblados deben encontrarse cerca de un río perenne en altitudes menores de 1,500 msnm en donde existan o hayan existido peces, los lugareños deben tener necesidades de índole económica o nutricional y debe existir un entusiasmo y compromiso de los lugareños hacia el proyecto. En base a estas consideraciones identificamos 14 poblados con potencial para iniciar un proyecto de prototipo productivo en acuicultura (La Yerbabuena, Tecopatlán, Ventanas, Zenzontla, Toxín, Telcruz, Ayotitlán, Las Marías, Cuzalapa, Charco Azul, La Naranjera, Ahuacapán, El Chante y La Cidrita).

- 2.- Elaboración de la propuesta. En base a la información generada del diagnóstico, se eligen las especies, las técnicas y tecnologías que se van a utilizar para la implementación del proyecto. Se elabora un proyecto detallado que contemple desde las construcciones y aspectos operativos, hasta el financiamiento, incluyendo un cronograma de actividades.
- 3.- Implementación del proyecto. La implementación del proyecto se inicia con la organización de la comunidad para adecuar los sitios de producción e iniciar la siembra de peces. La siembra de peces se realiza de acuerdo al ciclo biológico de la especie y de acuerdo al régimen anual de temperatura y gasto de corriente de la localidad.
- 4.- Evaluación del proyecto. Es necesario evaluar el proyecto durante su primera etapa. A la larga lo que determina el éxito del proyecto es: El logro de las metas de producción; Los beneficios que aporta esta producción a la comunidad; La continuidad del proyecto a través de la organización social y la utilización sostenida del recurso y La ausencia de efectos negativos en el ecosistema.

En forma general se sugiere lo siguiente: 1) Establecer períodos de veda en algunos ríos para crustáceos de los géneros Macrobrachium y Atya y para especies de peces migratorias que se capturan durante el desove; 2) Restringir la construcción de represas grandes que interfieran con las migraciones de peces y crustáceos; 3) Limitar el desvío de grandes cantidades de agua de los ríos para que no ocasione que sequen los mismos; 4) prevenir la introducción de especies exóticas en

los ríos; 5) realizar una ordenación de cuencas; 6) establecer programas sociales y de alternativas productivas para controlar los problemas de desmonte, sobrepastoreo, agricultura inadecuada y erosión; 7) continuar trabajos de investigación sobre la biología de las especies acuícolas de la Sierra de Manantlán y 8) iniciar prototipos de producción.

IX. CONCLUSIONES

1. En la Sierra de Manantlán se originan 2,441 corrientes, de las cuales 34 son permanentes.
2. Las corrientes de la vertiente sur tienen una mayor pendiente y llevan más agua que las de la vertiente norte.
3. A pesar de que las corrientes permanentes son relativamente pocas, el agua de éstas es de vital importancia para la economía de la región, ya que se utiliza para actividades industriales (minería e ingenios azucareros), agrícola comercial (jitomates, caña de azúcar, mangos), agrícola de autoconsumo, y para usos domésticos.
4. En general, la calidad del agua en la Sierra de Manantlán es buena, aunque existen problemas de contaminación y de perturbaciones de arroyos y ríos.
5. Los problemas observados en relación a la contaminación y perturbación de ríos son: contaminación por desechos industriales; contaminación por poblados; contaminación por animales domésticos y estabulados; asolvamiento de arroyos causado por la erosión de caminos, zonas agrícolas, zonas desmontadas y zonas quemadas; perturbación de regímenes hidrológicos causado por desmontes y desviación de aguas para irrigación.
6. Los arroyos en las partes altas son más pequeños, llevan menos agua, tienen temperaturas más bajas y tienen mejor calidad de agua que los de las partes bajas.
7. Se encontraron 62 familias de insectos acuáticos que pertenecen a 9 órdenes, siendo Trichoptera el orden con mayor número de familias.
8. Los órdenes y las familias demostraron diferencias en distribución altitudinal y distribución por microhábitat.
9. El mayor número de familias se encontró en las localidades muestreadas en altitudes medias y en los microhábitats de piedras, hojas y orillas.
10. Las especies de crustáceos encontradas son importantes por encontrarse en su límite geográfico de distribución, tener distribución restringida

y ser, posiblemente, nuevas especies para la ciencia.

11. Se identificaron 16 especies de peces, de las cuales 13 fueron nativas.
12. La vertiente norte de la Sierra de Manantlán tuvo una comunidad de peces muy diferente a la de la vertiente sur debido al prolongado aislamiento entre las cuencas.
13. Existe un alto grado de endemismos en la vertiente sur, la cual ha estado aislada de otros sistemas fluviales.
14. Dos familias de peces de afinidad neártica y una neotropical encuentran su límite geográfico de distribución en el sistema Ayuquila-Armería.
15. Se observaron 28 especies de aves y dos especies de mamíferos asociados a los ríos y arroyos de la Sierra de Manantlán.
16. Los lugareños utilizan 6 especies de peces y 8 especies de crustáceos para el consumo.
17. La pesca es temporal y se realiza para diferentes especies durante diferentes meses del año; en algunos lugares ocurre una sobre explotación del recurso.
18. Se deben realizar estudios de biología básica, ecología, conservación y producción de las especies acuáticas con potencial de utilización en la Sierra de Manantlán, y estudios de hidrología y caracterización de aguas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Amer. Pub. Health Ass. Amer. Water Works Ass. : y Water Pollu. Control Fed. 1965. Standard methods for the examintaion of water and wastewa-
ter including bottom sediments and sludges. Boyd Print Co., Alba
ny, New York.
- 2.- Aguilera, C. 1985. Flora y Fauna Mexicana. Mitología y Tradiciones. E-
ditorial Everest Mexicana, México, D.F.
- 3.- Aguirre, I. 1878. Noticias varias de Nueva Galicia, intendencia de
Guadalajara.
- 4.- Agüero, F. 1878. "Descripción de Zapotitlan, Tuscacuesco y Cusalapa
(1579)". Pp. 282-321. En: Noticias varias de Nueva Galicia, in-
tendencia de Guadalajara.
- 5.- Alvarez, J. 1949. Ictiología dulceacuícola mexicana. Revista de la
Sociedad Mexicana de Historia Natural 10:309-327.
- 6.- Alvarez-V., J. 1970. Peces mexicanos (Claves). Instituto Nacional de
Investigaciones Biológico - Pesqueras. Serie Investigación Pe-
queras. Estudio 1:1-166.
- 7.- Arredondo-Figueroa, J.L. 1983. Especies animales acuáticas de impor-
tancia nutricional introducidas en México. Biotica 8: 175-199.
- 8.- Bárcena, M. 1888. Ensayo estadístico del estado de Jalisco. Secreta-
ría de Fomento. Ciudad de México.
- 9.- Boyd, C.E. 1979. Water quality in warm water fish ponds. Auburn Univ.,
Alabama.
- 10.-Bueno-Soria, J., J.B. López Aguado y C. Márquez Mayaudón. 1981. Con-
sideraciones preliminares sobre la ecología de los insectos a-
cuáticos en el Río Lerma. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.,
UNAM. 8:175-182.
- 11.-Cole, G.A. 1975. Textbook of Limnology. C.V. Mosby Co., St. Louis, Mo.
- 12.-Contreras-V. y M.A. Escalante-C. 1984. Distribution and known impacts
of exotic fishes in Mexico. Pp. 102-130. En: Distribution, bio-
logy and management of exotic fishes. (Courtenay, W.R. and J.R.

Stauffer, Eds.) John Hopkins Univ. Press., Baltimore.

- 13.-Correa, M., T. Machado y G. Roldán. 1981. Taxonomía y ecología del orden Trichoptera en el departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. *Actualidades Biológicas* 10:35-48
- 14.-D.G.U.A.P.C. 1982. Técnicas de análisis fisicoquímicos para aguas. SARH, México, D.F.
- 15.-Eckbald, J.W. 1878. Laboratory manual of aquatic biology. W.C. Brown Co., U.S.A.
- 16.-E.P.A. 1976. Quality criteria for water. U.S. Gov. Press., Washington, D.C.
- 17.-Estrada Faudón, E., E. Flores Tritschler y J.E.R. Michel. 1983. Lago de Chapala. Investigación actualizada 1983. Univ. de Guadalajara
- 18.-Follet, W.I. 1967. The fresh-water fishes - Their origins and affinities. *Syst. Zool.* 9:212-232.
- 19.-Gómez-Pompa, A. 1985. Los recursos bióticos de México (Reflexiones). Editorial Alhambra Mexicana, México, D.F.
- 20.-Guzmán Mejía, R. y E. López Zavala. 1987. Reserva de la Biósfera de la Sierra de Manantlán - Plan Operativo 1987. Laboratorio Natural Las Joyas, Univ. de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.
- 21.-Guzmán, R. 1985. Reserva de la Biósfera de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Estudio descriptivo. *Tiempos de Ciencia* No. 1, 10-26.
- 22.-Hepher, B. y Y. Pruginin. 1985. Cultivo de peces comerciales. Editorial Limusa, México.
- 23.-Hedrickson, D.A., W.L. McKinley, R.R. Miller, D.J. Siebert y P.H. Minkley. 1981. Fishes of the Rio Yaqui basin, Mexico and United States. *J. Arizona-Nevada Acad. Sci.* 15:65-106.
- 24.-Hilsenhoff, W.L. 1977. Use of arthropods to evaluate water quality of streams. *Tech. Bull. No. 100.* Dept. of Natural Resources, Madison, Wisconsin.

- 25.-Hilsenhoff, W.L. 1982. Using a biotic index to evaluate water quality in streams. Tech. Bull. No. 132. Dept. of Natural Resources, Madison, Wisconsin.
- 26.-Hocutt, C.H. y F.O. Wiley. 1986. The zoogeography of North American freshwater fishes. J. Wiley and Sons, New York.
- 27.-Hubbs, C.L. and R.R. Miller. 1954. Studies of ciprinodont fishes. XXI. Glaridodon latidens, from Northwestern Mexico, redescribed and referred to Poeciliopsis. Zoologica 39:1-12.
- 28.-Hubbs, C.L. y C.L. Turner. 1939. Studies of the fishes of the order Cyprinodontes. XVI. A revision of the Goodeidae. Misc. Publ. Museum of Zoology, Univ. of Michigan, Ann. Arbor., Michigan.
- 29.-Hurlbert, S.H. y A. Villalobos-F. 1982. Aquatic biota of Mexico, Central America, and the West Indies. San Diego State Univ. Press., San Diego, California.
- 30.-Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running waters. Univ. Toronto Press., Toronto, Canada.
- 31.-Hynes, H.B.N. 1971. Zonation of the invertebrate fauna in a West Indian stream. Hydrobiologia 38:1-8.
- 32.-Illies, J. 1964. The invertebrate fauna of the Huallaga, a Peruvian tributary of the Amazon river, from the sources down to Tingo Maria. Verh. Internat. Verein. Limnol. Bd. 15:1077-1083.
- 33.-Kelly, I. 1945. The Archaeology of the Autlan-Tuxcacuesco area of Jalisco, II: The Autlan zone. University of California Press. Berkeley, California.
- 34.-Kelly, I. 1949. The Archaeology of the Autlan-Tuxcacuesco area of Jalisco. II: The Tuxcacuesco-Zapotitlan zone. University of California Press., Berkeley, California.
- 35.-Krebs, C.J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Harla. México.
- 36.-Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller y D.R.M. Passino. 1977. Ichthyology. J. Wiley Sons. New York.

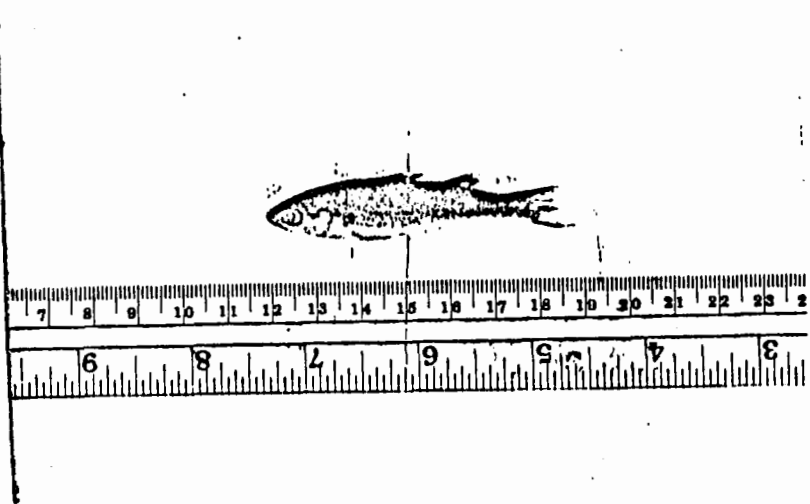
- 37.-Lot, A., F. Chiang. 1986. Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D.F.
- 38.-Mellabny, K. 1977. Biología de la polución. Ediciones Omega, Barcelona, España.
- 39.-Merritt, R.W. y K.W. Cummins. 1978. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa.
- 40.-Meyer, M.K., A.C. Radda, R. Riehl y W. Feichtinger. 1985. Poeciliopsis baenschi n. sp., un nouveau taxon de Jalisco, Mexique (Teleostei, Poeciliidae). Revue. Fr. Aquariol. 12:79-84.
- 41.-Miller -a, G.T. 1982. Living in the environment. Wadsworth Publ. Co., Belmont, California.
- 42.-Miller -b, R.R. 1982. Pisces. Pp. 486-501. En: Aquatic biota of Mexico, Central America, and the West Indies. (Hurlbert, S.H. y A. Villalobos-F., Eds.). San Diego State Univ. Press., San Diego, California.
- 43.-Miller, R.R. 1975. Five new species of mexican poeciliid fishes of the genera Poecilia, Gambusia, and Poeciliops. Occ. Papers Museum of Zoology, Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan, No. 672.
- 44.-Miller, R.R. 1983. Checklist and key to the mollies of Mexico (Pisces: Poeciliidae: Poecilia, subgenus Molliensia). Copeia 1983: 817-822.
- 45.-Miller, R.R. y M.L. Smith. 1986. Origin and geography of the fishes of Central Mexico. Pp. 487-518. En: The Zoogeography of North American freshwater fishes (Hocutt, C.H. y E.O. Wiley, Eds.). John Wiley and Sons, New York.
- 46.-Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders, Filadelfia.
- 47.-Owen, O. 1971. Conservación de recursos naturales. Pax-México, México, D.F.
- 48.-Pantle, R. y H. BUCK. 1955. Die Biologische überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas und Wasserfach. 96:604.

- 49.-Ponce, A. 1873. Relación breve y verdadera de algunas cosas de las muchas que les sucedieron al padre Fray Alonso Ponce en las provincias de Nueva España. Vol.2., Madrid.
- 50.-Radda, A.C. 1985. Studien an Cyprinodonten fischen in Mexiko. Sonderdruck aus aquaria 32:81-92.
- 51.-Resh, V.H. y D.M. Rosenberg. 1984. The ecology of acuatic insects. Praeger, New York.
- 52.-Robins, C.R. y E.C. Raney. 1957. The systematic status of the suckers of the genus Moxostoma from Texas, New Mexico and Mexico. Tulane studies in Zoology, No. 5., New Orleans.
- 53.- Ros, J. 1979. Prácticas de Ecología. Ed. Omega, Barcelona, España.
- 54.-Rzedowski, J. 1966. Vegetación de México. Ed. Limusa, México.
- 55.-Sevilla, M.L. 1983. Biología pesquera. Ed. Continental. México.
- 56.-Stout, J. y J. Vandermeer. 1975. Comparision of species richness for stream - inhabiting insects in tropical and mid-latitude streams. American Natur. 109:263-280.
- 57.-Trueba, C.S. 1981. Hidráulica. Ed. Continental, México.
- 58.-Turner, C.L. 1946. A contibution to the taxonomy and zoogeography of the goodied fishes. Occ. Papers of the Museum of Zoology. Univ. Michigan, Ann Arbor, No. 495.
- 59.-Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell y C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. Ca. J. Fish Aquat. Sci. 37: 130-137.
- 60.-Villalobos Figueroa, A. 1969. Problemas de especiación en América de un grupo de Palaemonidae del género Macrobrachium. Actas de la Conferencia Científica Mundial sobre Biología y Cultivo de camarones y gambas. F.A.O.
- 61.-Ward, J.V. 1981. Altitudinal distribution and abundance of Trichoptera in a Rocky Mountain stream. Pp. 375-381. En: Proc. 3rd. Int. Symp. on Trichoptera (Moretti, G.P., Ed.). Series Entomológica, Vol. 20. Junk Publ., Hague.

- 62.-Whilm, J.L. y T.C. Dorris. 1968. Biological parameters for water quality criteria. *Bio-science* 18:477-481.
- 63.-Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall Inc., New Jersey.

APENDICE 1

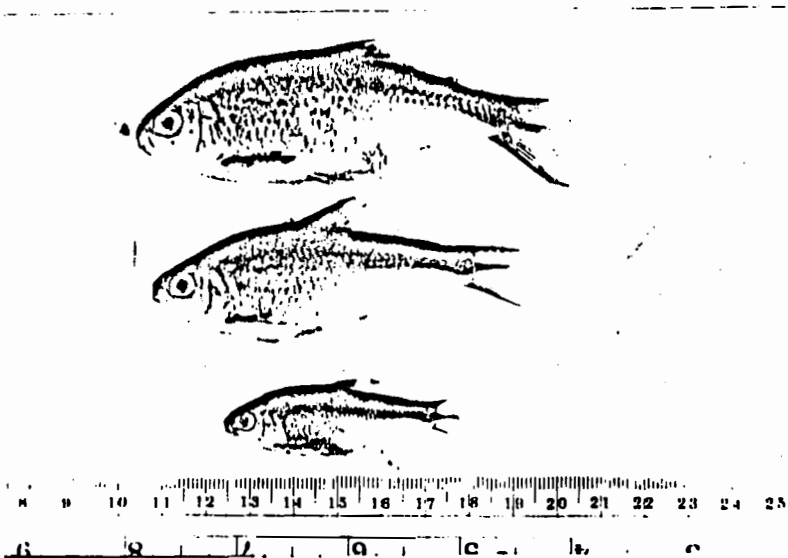
Fotografías de 13 especies de peces de la Reserva de la Biósfera de la Sierra de Manantlán.



RIO MARABASCO

Agonostomus monticola

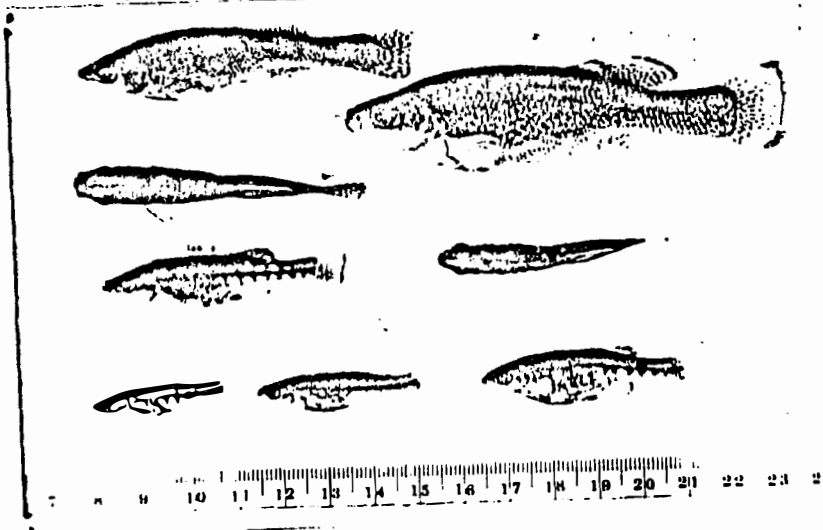
1 juvenil. Reproductores colectados en localidades más altas. "Las Juntas", río Ayotitlán, misma cuenca río - Marabasco.



ARROYO LA CIDRITA

Astianax fasciatus

Ejemplar más grande presentó fungosis.

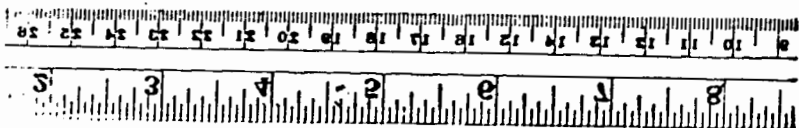
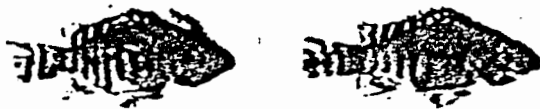


Iliodon furcidens

LOCALIDADES.- A. La yerbabuena, poblado La Cidrita

Ojo de Agua La Taza próximo a San Pedro Toxín

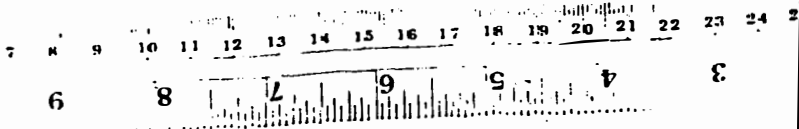
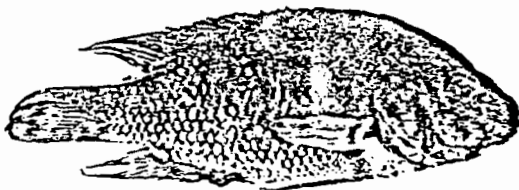
2 juveniles, 3 hembras y 3 machos.



RIO AYUQUILA

Tilapia aurea

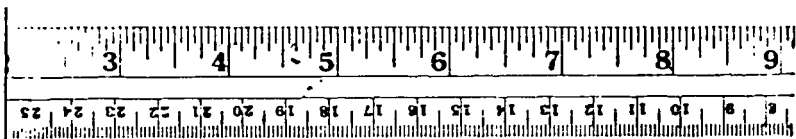
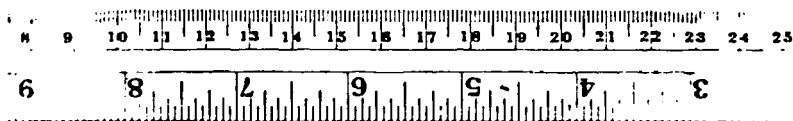
2 juveniles



RIO AYUQUILA.

Cichlasoma istlanum

Especie nativa de potencial alimenticio muy alto.

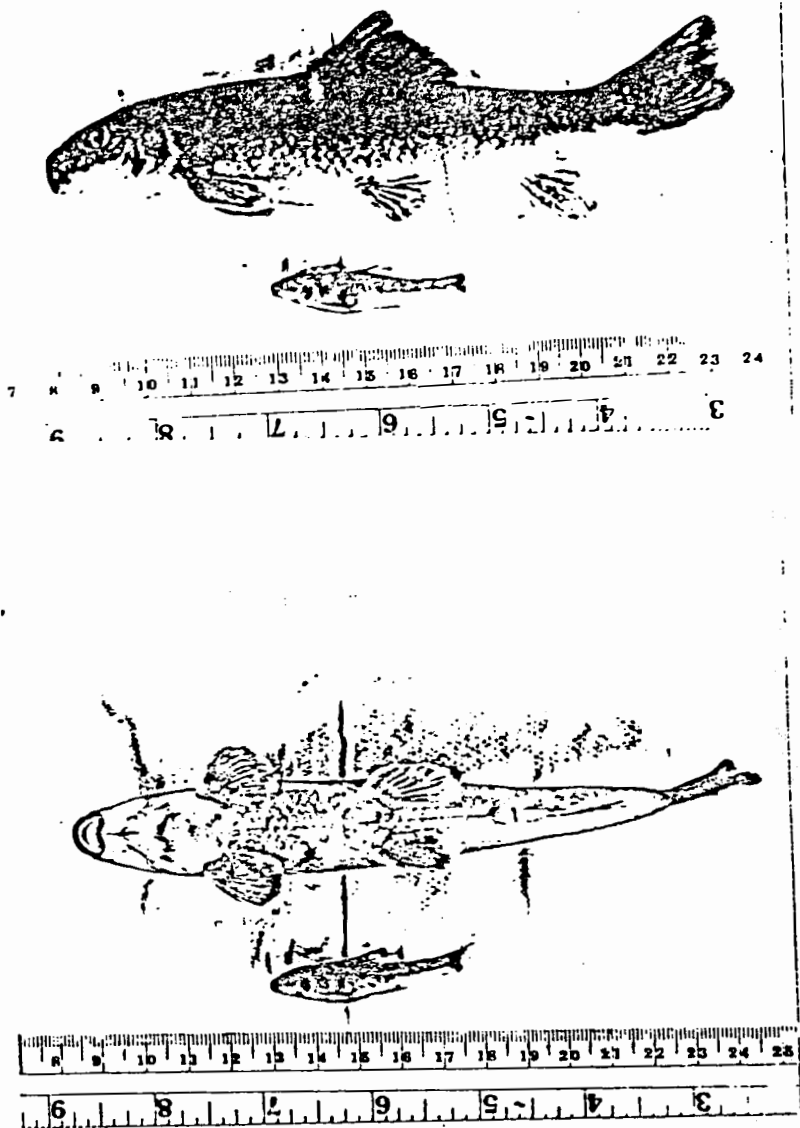


RIO MARABASCO

Sicydium multipunctatum

Macho vista lateral y ventral .

Familia caracterizada por la modificación de las aletas pélvicas, fusionadas formando un disco ventral que les permite adherirse a las rocas y al fondo de los ríos. ocupando así los sitios de turbulencia y partes bajas de los sistemas lóxicos . Habitat diferente y con más probabilidad de alimento.

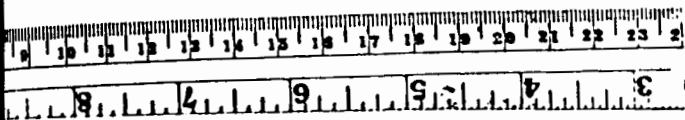
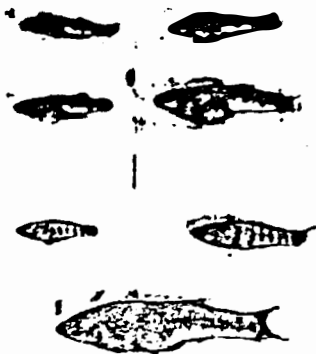


RIO AHUACAPAN

Moxostoma austrinum

Vista ventral y lateral. 1 macho, 1 juvenil.

Talla aproximada: 17 cms.



RIO CUZALAPA

Poeciliopsis baenschi. Loc. Las Patitas. 1 macho, 1 hembra.

Poeciliopsis turneri. Loc. El Tecolote. 1 macho, 1 hembra.

Talla más grande 1 hembra.

Poeciliopsis baenschi. Loc. El Tecolote. 1 macho, 1 hembra.

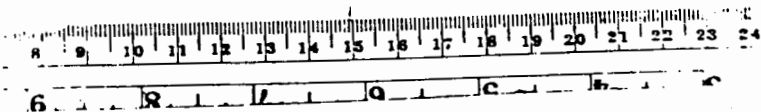
Especímenes de la parte superior. Poecilia chica

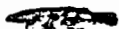
RIO CUZALAPA. 1 macho,
1 hembra.



Especímenes parte inferior

Poecilia butleri. RIO AYU-
QUILA. 1 macho, 1 hembra.





RIO AYUQUILA.

Allodontichthys zonistius

Ventanas, macho y juvenil

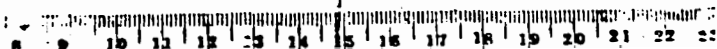
RIO AHUACAPAN macho y hembra.

RIO CUZALAPA

Xenotaenia resolanae

Dos ejemplares de la parte superior

machos, los tres de la parte inf. hembras.



APENDICE 2

Parámetros físico-químicos de 5 estaciones en el área de influencia de la Sierra de Manantlán. Datos inéditos del estudio preliminar de la caracterización de las principales corrientes en el estado de Jalisco de la Dirección General de Administración y Control de Recursos Hidráulicos, S.A.R.H.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CARACTERIZACION DE LAS PRINCIPALES
CORRIENTES EN EL ESTADO DE JALISCO

ESTACION: CP-02.- RIO PURIFICACION, EN LA HUERTA, JAL.

PARAMETROS	1983			1984		
	AGOSTO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	FEBRERO	ABRIL	JUNIO
P. H.	6.8	7.79	8.0	8.2	7.6	7.9
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	6.2	6.1	7.1	6.45	5.1	3.9
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO AL 5° DIA (mg/l)	2.0	0.8	0.3	2.2	1.7	0.9
TURBIEDAD (UTJ)	300	60		7.5	3.7	11
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	96	180	204	344	482	277
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	324	56	26	22	14	23
CONDUCTIVIDAD μ mhos	160	130	270	475	700	305

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CARACTERIZACION DE LAS PRINCIPALES
CORRIENTES EN EL ESTADO DE JALISCO

ESTACION: ARROYO TECOMATES ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO
PURIFICACION CP-01

PARAMETROS	1983			1984		
	AGOSTO	OCTUBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	ABRIL	JUNIO
P. H.	6.9	7.7	7.6	6.9	7.3	7.9
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	7.0	7.1	6.7	0.0	5.5	5.8
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO AL 5° DIA (mg/l)	1.0	0.8	1.4	2.1	2.4	0.90
TURBIEDAD (UTJ)	20	44		65	4.1	5.8
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	145	145	166	350	231	210
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	21	43	45	116	11	28
CONDUCTIVIDAD μ mhos	165	190	210	235	259	195

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CARACTERIZACION DE LAS PRINCIPALES
CORRIENTES EN EL ESTADO DE JALISCO

ESTACION: CAA-05.- RIO AYUQUILA, ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL
RIO ARMERIA

PARAMETROS	1983			1984		
	AGOSTO	OCTUBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	ABRIL	JUNIO
P. H.	7.25	8.4	8.5	8.2	8.05	8.2
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	6.7	7.5	8.1	7.4	6.6	9.1
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO AL 5° DIA (mg/l)	1.4	1.0	0.6	2.2	1.2	0.7
TURBIEDAD (UTJ)		47	3.8	5	3.5	15
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	186	299	495	415	778	675
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	124	15	7	5	8	1
CONDUCTIVIDAD μ mhos	300	475	625	625	810	830

**ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CARACTERIZACION DE LAS PRINCIPALES
CORRIENTES EN EL ESTADO DE JALISCO**

**ESTACION: CAA-14.- RIO ARMERIA, AGUAS ABAJO DE LA CONFLUENCIA
DE LOS RIOS TUXCACUESCO Y AYUQUILA**

PARAMETROS	1983			1984		
	AGOSTO	OCTUBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	ABRIL	JUNIO
P. H.	7.4	8.35	8.5	8.1	8.0	7.5
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	7.1	7.3	7.9	7.0	7.0	4.4
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO AL 5° DIA (mg/l)	1.1	1.4	0.6		1.0	11
TURBIEDAD (UTJ)			3.2	4	7.4	4,500
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	285	322	503	435	466	1,674
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	115	20	18	57	20	3,810
CONDUCTIVIDAD μ mhos	280	525	690	425	680	

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CARACTERIZACION DE LAS PRINCIPALES
CORRIENTES EN EL ESTADO DE JALISCO

ESTACION: CAA-13.- RIO TUXCACUESCO ANTES DE LA CONFLUENCIA
CON EL RIO ARMERIA

PARAMETROS	1983			1984		
	AGOSTO	OCTUBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	ABRIL	JUNIO
P. H.	7.2	8.5	8.3	8.6	8.0	7.5
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	9.1	6.1	7.1	6.8	7.4	4.3
DEMANDA BIQUIMICA DE OXIGENO AL 5° DIA (mg/l)	3.5	2.6	1.0	2.5	0.5	12
TURBIEDAD (UTJ)			7	10	15	3,500
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	338	753	914	403	380	360
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	340	3	18	63	10	3,810
CONDUCTIVIDAD μ mhos	385	900	1,180	370	540	420



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Ciencias

Expediente

Número 714/87

SRITA. SONIA NAVARRO PEREZ
P R E S E N T E . -

Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis " Los recursos acuíferos de la sierra de Marantlan: Inventario y analisis preliminar sobre conservación y utilización, para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo informo a usted que ha sido aceptado como Director de dicha tesis al M. en C. Eduardo Rios Jara.



FACULTAD DE CIENCIAS

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., Junio 18 de 1937
El Director

Dr. Carlos Astengo Osuna

El Secretario

Jose Manuel Copeland
Dr. José Manuel Copeland Gurdíel

c.c.p. El M. en C. Eduardo Rios Jara.- Pte.
c.c.p. El expediente del alumno

Guadalajara, Jal. Junio 27 de 1987.

Dr. Carlos Astengo Osuna
Director de la Facultad de Ciencias
Universidad de Guadalajara
P R E S E N T E

Me permito manifestar que una vez revisada la tesis " Los recursos acuáticos de la Sierra de Manantlán: inventario y análisis preliminar sobre conservación y utilización" presentada por la C. Sonia Navarro Pérez y haber realizado las observaciones pertinentes, considero que se puede imprimir y solicito a usted atentamente se realicen los trámites para el examen respectivo.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E



M. en C. Eduardo Ríos Jara
Director de tesis.