

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



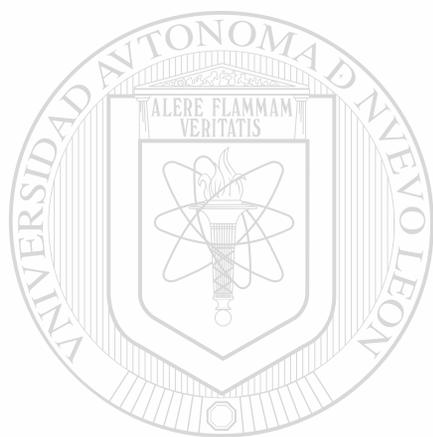
**ESTADO ACTUAL DE LA POBLACION DE LA  
SARDINA DE ARTEAGA *Gila modesta* (GARMAN, 1881),  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

**T E S I S**

**QUE EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA Y PESCA  
PRESENTA  
BIOL. LOURDES ARCELIA BARAJAS MARTINEZ**

**CD. UNIVERSITARIA, NUEVO LEON NOVIEMBRE DEL 2000**





# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

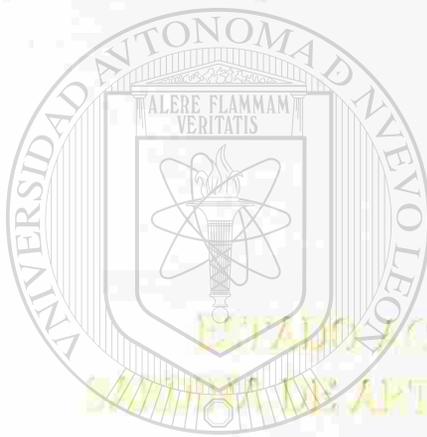


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



U A N L

ESTADION ACUATICA DE LA ASOCIACION DE LA  
SIERRA DE ARTEAGA *Gilgus y castoreo* (GORMAN, 1981),  
EL CHICHO, ARTEAGA, COAHUILA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TESIS

QUE EN OPCION AL GRADO DE

MAESTRIA EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA ACUATICA Y TERRESTRE

PRESENTA

BIOL. LOURDES ARCELIA BARAJAS MARTINEZ

CD. UNIVERSITARIA, NUEVO LEÓN NOVIEMBRE DEL 2006

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**ESTADO ACTUAL DE LA POBLACIÓN DE LA SARDINA DE ARTEAGA  
*Gila modesta* (GARMAN, 1881),  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**TESIS**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**QUE EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN ECOLOGÍA ACUÁTICA Y PESCA  
PRESENTA:**

**BIOL. LOURDES ARCELIA BARAJAS MARTINEZ**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**ESTADO ACTUAL DE LA POBLACIÓN DE LA SARDINA DE ARTEAGA  
*Gila modesta* (GARMAN, 1881),  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

**TESIS**

**QUE EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRIA EN CIENCIAS  
ESPECIALIDAD EN ECOLOGÍA ACUÁTICA Y PESCA  
PRESENTA:**

**BIOL. LOURDES ARCELIA BARAJAS MARTINEZ**

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**COMISION DE TESIS**

**PRESIDENTE:**

  
DR. ARCADIO VALDEZ GONZALEZ

**SECRETARIO:**

  
DR. DENIS RIQUE MARIE

**VOCAL:**

  
DR. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ

# INDICE

Indice .....	i
Dedicatoria .....	li
Agradecimientos .....	iii
Resumen .....	iv
Introducción .....	1
Antecedentes .....	2
Material y Métodos .....	6
Area de Estudio .....	13
Resultados .....	26
Reconocimiento de la especie <i>Gila modesta</i> (Garman) .....	26
Análisis Trófico .....	28
Reproducción .....	32
Madurez Sexual .....	32
Epoca de Reproducción .....	33
Fecundidad .....	34
Desarrollo larvario .....	37
Crecimiento y Condición .....	38
Relación Longitud-Peso .....	38
Peso Relativo .....	38
Incremento Absoluto .....	41
Incremento Relativo .....	44
Estructura Demográfica .....	45
Comunidad Planctónica .....	48
Comunidad Bentónica .....	57
Comunidad asociada a Macrofitas .....	63
Calidad del hábitat .....	71
Discusión y Conclusiones .....	76
Literatura Citada .....	80

## **DEDICATORIA**

**A mi esposo**

**MANUEL TORRES MORALES**

**Con amor y respeto.**

**Gracias por compartir toda una vida dedicada a la biología.**

**A mis hijos**

**MANUEL, ALFONSO Y LOURDES GABRIELA**

**Con todo mi amor.**

**Gracias por ser testigos y compañeros de mi desarrollo profesional.**

**A mis padres**

**Alfonso Barajas Sepúlveda y Arcelia Martínez**

**Por impulsarnos siempre a nuestra superación.**

**A Mis hermanos:**

**Sonia y Dionisio, Sylvia y Gerardo, Alfonso y Laura. Patricia y Raymundo, José Luis y Teresa, José Antonio y Gabriela. Con un gran cariño.**

**A mis suegros:**

**Manuel Torres Alvarado y Ma. Guadalupe Morales. Con cariño.**

**A mis hermanos políticos:**

**Refugio y Carmen, Ma. de los Angeles y Nicolas, Esther y Luis, Carmen y Jaime, Ma. Guadalupe y Antonio, Magdalena, Martha y Luz Maria. Con cariño.**

**Y en especial a todos mis sobrinos:**

**Sonia, Dionisio, Enrique, Elizabeth, Gerardo, Laura, Claudia, Alfonso, Patricia, Raymundo, Erick, Marta, Sandra, Mellisa, Brenda, Oscar, Omar, Carolina, Mariana, Jaime, Antonio, a José Luis y Daniela, todos ellos el alma de nuestras familias. Con todo mi cariño.**

## RESUMEN

Se evaluaron parámetros poblacionales de la sardina de Arteaga, *Gila modesta*, en el arroyo El Chorro, tributario del río Salinas, la población actual proviene de un programa de rehabilitación debido a un derrame de tolueno que se registro en la zona. La población se encuentra establecida, ocupa el nivel trófico de Insectivoro Generalizado, el índice de valor biológico indica que los items más importantes fueron insectos, algas bacillariophytas, microcrustáceos y algas cyanophytas, la disponibilidad de los items en el medio ambiente permite que los insectos y las algas cyanophytas registren un alto valor de electividad. La reproducción in situ ocurre de marzo a mayo, la maduración de óvulos registra una relación proporcional a la talla de los especímenes.

El crecimiento es de tipo alométrico, obteniendo una ecuación de alometría donde  $P = 0.00000107 L^{3.488}$ , el peso relativo promedio fué de 124.56(%) lo que se considera aceptable ya que lo ideal es 100(%). Se determinó, para el ciclo 2000, la presencia de cuatro grupos edad, correspondiendo a la edad I la talla de 37.96 mm, edad II 57.46 mm, edad III 74.15 mm, edad IV 88.42 mm. Se colectaron ejemplares en fase de protolarva a los cuales se les dio seguimiento determinando incrementos absolutos y relativos que muestran que en condiciones favorables, disponibilidad de alimento de alto valor nutricional, el crecimiento se incrementa alcanzando en 6 meses tallas comparables a especímenes que en ambiente natural registran una edad de  $\pm 2$  años.

La calidad del habitat y las características de las comunidades biológicas, plancton, bentos y asociados a macrofitas, soportan el desarrollo de la población definiendo parámetros a niveles aceptables.

## INTRODUCCIÓN

El Programa de Areas Naturales Protegidas de México 1995-2000 indica que más de 2000 especies de peces se encuentran incluidas en el listado nacional de Especies Raras, Amenazadas o en Peligro de Extinción y bajo Protección Especial, de estas menos de 100 están incluidas en Normatividad.

La sardina de Arteaga *Gila modesta* es una especie tipificada en peligro de extinción y que, considerando su área de distribución, esta constantemente expuesta a cambios en la caracterización de su medio ambiente.

Los programas de protección de las especies se fundamentan en el conocimiento de su bionomía y ciclo de vida, definiendo parámetros de sus poblaciones como alimentación, reproducción, natalidad, crecimiento y condición, estructura demográfica.

La población de *Gila modesta* localizada en el arroyo El Chorro se ve constantemente impactada por la alta incidencia de accidentes vehiculares que provocan la contaminación del arroyo, el trabajo se inició precisamente después de la descarga de tolueno que elimino a toda la biota (plancton, bentos, peces, plantas) en un area de  $\pm 3$  km, el Laboratorio de Ecología Pesquera participó en un programa de Restauración que incluyo propagación de la biota, dada la importancia de la especie se efectuó un seguimiento de la población para la determinación de sus parámetros que permitan fundamentar programas de protección.

## ANTECEDENTES

La descripción original de la especie proviene de Garman (1881) donde la define como *Cheonda modesta*.

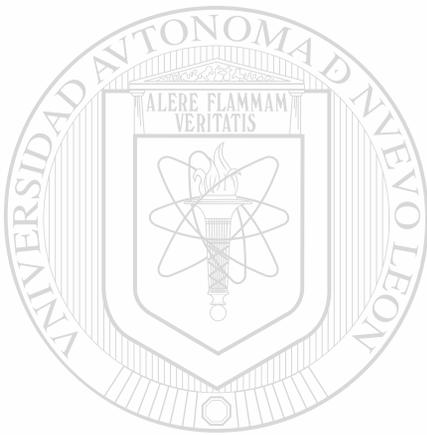
Contreras (1964), la registró como *Gila modesta* sardina de Arteaga y la considera especie endémica del arroyo El Chorro, la localidad tipo fue descubierta en 1963, la situación de la población es considerada seria, las obras de embellecimiento del parque nacional que incluyeron modificaciones al hábitat como represas pequeñas y canales y la introducción de especies como *Carasius auratus* son factores que han afectado a la población, considerada en aproximadamente 3,000-4,000 ejemplares.

Salas Martínez(1971), incluyó en su trabajo la ictiofauna del arroyo El Chorro, donde además de *Gila modesta* reporta a *Carasius auratus*. La variación merística de algunas características selectas incluyen Escamas en la línea lateral 58(3), 60(12), 63(2) y 65(3), Escamas en línea transversal 20(1), 22(6), 23(10), 25(3), Dientes faríngeos 1,4-4,1(4). 2,4-4,2(4), 1,5-4,1(4), 2,5-4,2(8), los registros morfométricos indican una longitud patrón mínima de 37.0 y una máxima de 57.4 mm.

Rodríguez G. y Vega T.(1977), en un estudio comparativo de la ictiofauna del Sureste de Coahuila, reportaron la presencia de *Gila modesta* y *Xiphophorus helliri*, en colectas realizadas en 1977, en el arroyo del Bajío, arroyo El Chorro y en los canales de Bella Unión. La especie se distribuye preferentemente en áreas con vegetación riparia como sauces, jarilla, berro y con vegetación acuática como *Chara*, *Spirogyra* y algas verdes.

Deacon et al (1979), conjuntó información referente a las especies de peces consideradas En peligro, Amenazada y de Especial Interés, la clasificación se

*Fragilaria sp.*, *Tabellaria sp.*, *Asterionella sp.*, *Hyalella azteca*, *Candona sp.*, *Pisidium sp.* y Gasteropoda tipifican el arroyo en un estado oligotrófico, en proceso de recuperación después del impacto por derrame de tolueno, al evidenciar un incremento en la abundancia y diversidad de organismos.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se efectuó registro merístico que incluyó cuantificación de escamas en la línea lateral, sobre la línea lateral, radios en la dorsal para obtener la identificación correcta de los especímenes.

Los ejemplares se disectaron, separando el tracto digestivo que se seccionó y se lavó para evaluar el material presente; se determinó el grado de madurez sexual en base a la Escala Internacional de Maduración Sexual propuesta por Solórzano (1961) para ovoposidores totales.

El contenido alimenticio recolectado al disectar y lavar el tercio anterior del tracto digestivo, se cuantificó en forma directa y los datos se presentan en Frecuencia de Ocurrencia y Porcentaje Relativo (Bowen 1996), para poder definir el nivel trófico, en base a la propuesta de Schlosser (1982).

El porcentaje relativo se empleó en la determinación del Índice de Valor Biológico propuesto por Sanders (1968), que indica cuáles ítems alimenticios se presentan con mayor abundancia y que representan un valor biológico importante en la dieta de la especie, los ítems se ordenan jerárquicamente en orden descendente y se van sumando hasta completar  $\pm 95\%$ , el resto de los ítems presentes se consideran de menor importancia e incluso su presencia no es frecuente.

La preferencia de la dieta se determinó, con el Índice de Electividad  $E_i^*$  de Vanderploeg y Scavia (1979), en base a la ecuación:

$$E_i^* = (W_i - (1/n)) / (W_i + (1/n))$$

donde  $W_i = (r_i / p_i) / \sum_{l=1}^n (r_l / p_l)$

Con la estimación del crecimiento alométrico se ajusto el peso estándar y se determino el Peso Relativo (Pr), asociando el Peso empírico con el Peso Estándar en términos porcentuales (Wege y Anderson, 1978), con la siguiente ecuación :

$$P r = (P / P s) \times 100,$$

Donde P = Peso empírico, peso real del ejemplar

Ps = Peso estandarizado a la talla específica, obtenido del ajuste de la relación peso – talla.

cuando el valor se ubica dentro del rango de 80-120 se considera que los ejemplares tienen una condición adecuada, valores menores a 80 reflejan baja condición.

En la determinación de la ecuación de alometría y en el cálculo del peso relativo, se empleo el programa FISHPARM (BFBP, 1985) y el paquete EXCEL (Office 2000).

Para determinar el crecimiento de los peces se utilizo un método directo como es la observación de individuos, en base a registros alocrónicos de peso y/o talla de las crías del año, se determinaron tasas de crecimiento, recomendadas por Ricker (1975) como son el Incremento Absoluto y el Incremento Relativo, el Incremento Absoluto es considerado como la expresión del cambio del peso o talla en un periodo firme de tiempo, con la siguiente ecuación:

$$I. A. = G2 - G1$$

donde : G2 registro del peso o la talla en el tiempo 2

G1 registro de peso o la talla en el tiempo 1

El Incremento Relativo se estandariza a la longitud o el peso inicial y se representa como Z en la ecuación:

$$\text{I. R.} = \left( \frac{G2 - G1}{Z} \right) \times 100$$

Para determinar la estructura demográfica de la población se utilizó el Análisis de Frecuencia de Longitudes que permite separar los grupos edad, es la forma simple del método de Petersen (Isaac, 1990) el cual consiste en un gráfico donde la frecuencia de los individuos se coloca en el eje de las y en función de la longitud del mismo en el eje x; para que el método sea válido la muestra tiene que tener representados todos los grupos edad (longitud), registrar un ciclo reproductivo anual y que el crecimiento de los individuos dentro de cada grupo edad de una distribución normal (DeVries y Frie, 1996).

Determinadas las edades se alimento el programa FISHPARM (Estimación no lineal de parámetros pesqueros) Versión 3.0S utilizando la opción del modelo de crecimiento de von Bertalanffy el cual calcula la longitud en un tiempo dado en base a la longitud infinita, la k metabólica y el tiempo cero (Gulland, 1971; Busacker et. al. 1990). Este programa ajusta diversos modelos de pesquerías no lineales y ecológicos por medio del algoritmo Marquardt's para mínimos cuadrados, encontrado automáticamente el inicio de la estimación para un juego de datos:

$$L_t = L_{\infty} [ 1 - e^{-k(t-t_0)} ]$$

donde:

$L_t$  = talla del espécimen a un instante t.

$L_{\infty}$  = Talla máximo promedio alcanzado (asíntota).

k = constante de significación fisiológica (metabolismo).

t = grupo edad.

$t_0$  = instante teórico donde  $L = 0$ .

e = base del logaritmo neperiano.

La muestra de plancton obtenida se separó en alícuotas con un Separador Folsom y se cuantificó en Celdillas Sedgewick Rafter de 1 ml y/o Palmer de 0.1 ml; en el caso del bentos se cuantificó todo el material biológico separado al igual que el material retirado de la alga carofítica *Chara spp.*

El material biológico del plancton, bentos y el asociado a la *Chara spp.* se identificó siguiendo los criterios y las claves de Borror (1976), Edmonson (1959), Merrit y Cummins (1983), Pennak (1978), Prescott (1971) y Whitford y Schumacher (1973).

En la definición de la estructura de la comunidad planctónica, bentónica y la asociada a *Chara spp.* se tomó el registro total de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), determinando la abundancia por unidad de área, se aplicó Índices Ecológicos para valorar el grado de asociación entre los componentes a nivel estación de monitoreo (Brower, Zar y Von Ende, 1990), estos incluyeron la determinación de :

#### **Índice de Diversidad de Shannon – Weiner**

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_{10} P_i$$

donde  $P_i = n_i/N$

$n_i$  = Número de organismos de la especie  $i$

$N$  = Número total de organismos

#### **Diversidad Máxima**

$$H'_{\max} = \log_{10} S$$

donde  $S$  = Número de especies

## AREA DE ESTUDIO

El área se ubica en el cañon El Chorro, formado sobre la Sierra La Nieve, se localiza sobre la carretera Federal No. 57 en su trayecto Matehuala – Saltillo, Arteaga, Coahuila, entre las coordenadas :

LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE
25° 22 ' 34.3 "	100° 47 ' 14.8 "
25° 23 ' 43.9 "	100° 47 ' 54.2 "

Se muestreo en 12 estaciones, en las siguientes coordenadas (Fig. 1, 2):

Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste
I	25° 22 ' 34.3 "	100° 47 ' 26.5"
II	25° 22 ' 44.6 "	100° 47 ' 24.7"
III	25° 22 ' 48.0 "	100° 47 ' 19.1"
IV	25° 22 ' 52.2 "	100° 47 ' 16.6"
V	25° 22 ' 57.6 "	100° 47 ' 14.8"
VI	25° 23 ' 06.1 "	100° 47 ' 27.1"
VII	25° 23 ' 09.5 "	100° 47 ' 28.9"
VIII	25° 23 ' 17.4 "	100° 47 ' 30.1"
IX	25° 23 ' 21.8 "	100° 47 ' 22.1"
X	25° 23 ' 25.6 "	100° 47 ' 22.9"
XI	25° 23 ' 43.9 "	100° 47 ' 54.2 "
XII	25° 24 ' 13.9 "	100° 47 ' 52.0"

Las coordenadas fueron determinadas con Geoposicionador Trimble Navigation y referenciadas en Cartografía de INEGI Carta Topográfica Cetenal G14C34 Arteaga, Coahuila. Escala 1:50000

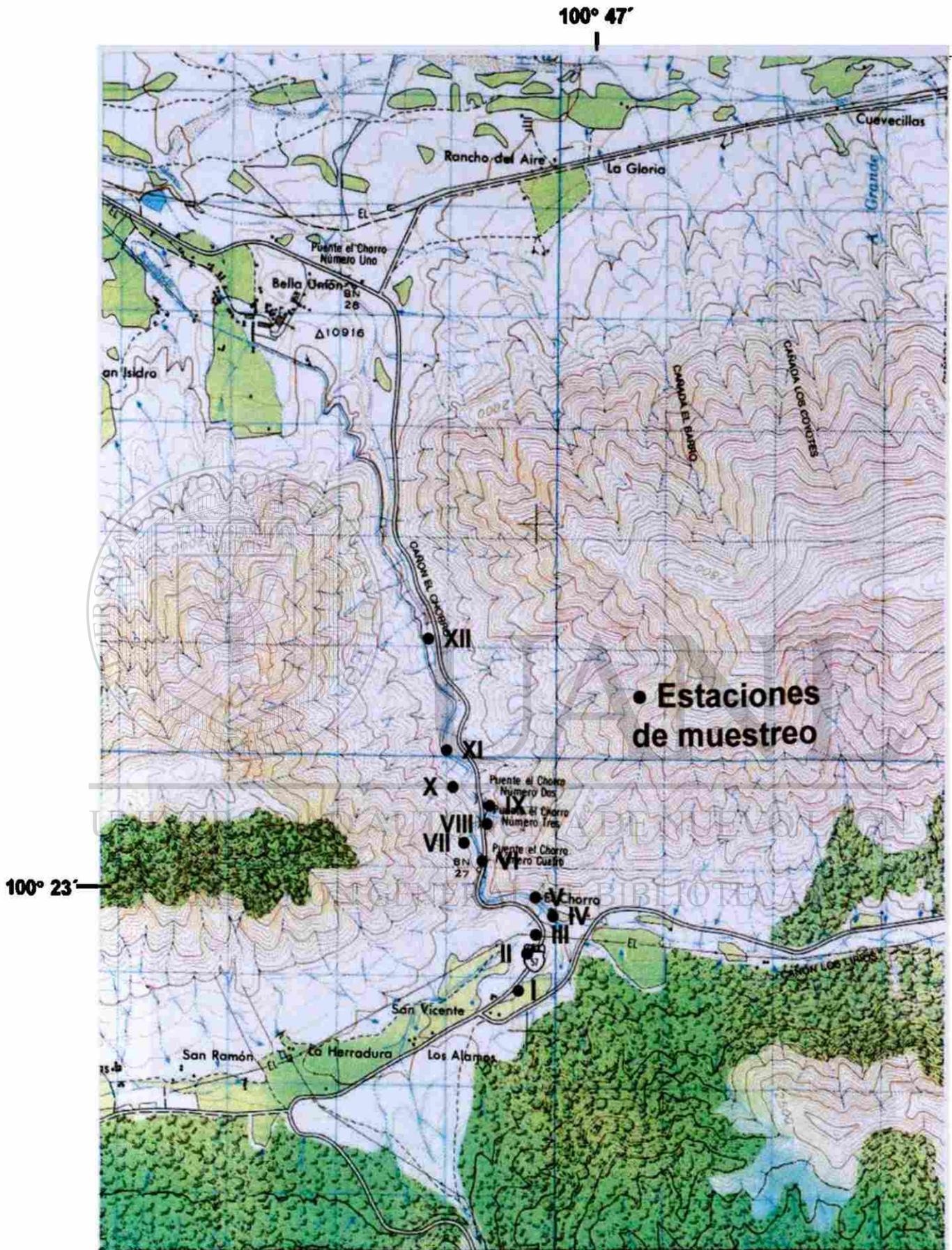


Fig. 1 Ubicación del área de Estudio, arroyo El Chorro, Carta Topográfica, G14C34, Arteaga. Coahuila.



**Fig. 2 Foto Aérea del arroyo El Chorro, Arteaga, Coahuila, INEGI, SINFA, ESC. 1:7500, Zona G14-7, Linea 149**

## Climatología

El área de estudio se ubica en una zona de clima Templado Subhúmedo que corresponde a las sierras situadas al sur de Saltillo, con una temperatura media anual entre 12 - 16 °C y una precipitación media anual en el orden de los 500 mm.

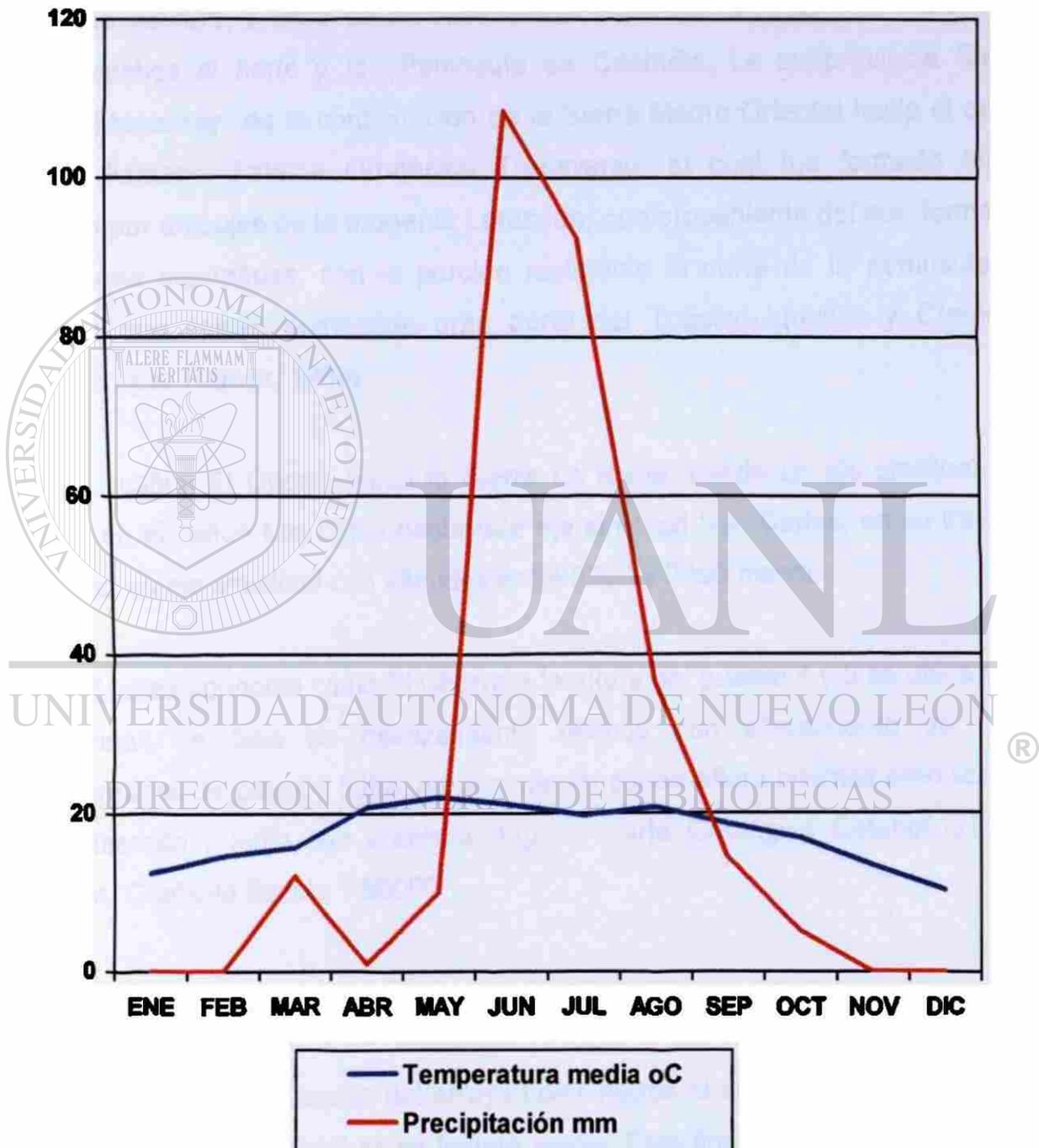
Información de la Comisión Nacional del Agua indica que durante los periodos comprendidos de 1997 a 1999 los parámetros registraron la siguiente variación:

	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media	Precipitación total
Ciclo 1997	29.3	4.1	16.2	564.2
Ciclo 1998	31.2	6.0	17.5	463.0
Ciclo 1999	30.1	3.8	17.2	280.2

La temperatura máxima de 1997 fue de 33.0 °c en el mes de junio, 37°c para 1998 en el mes de mayo y de 35°c para 1999 en mayo y junio. La temperatura mínima para 1997 fue de -8.2 °c en el mes de diciembre, de -2.7°c en enero de 1998 y de -5.6°c en diciembre de 1999. La temperatura media mensual varió de 9.4 a 21.5 en diciembre y junio de 1997 respectivamente, en 1998 de 12.4 a 24.6 en enero y abril y en 1999 de 10.2 a 22.0 en diciembre y mayo. De lo anterior se concluye que el periodo con temperatura más baja corresponde a los meses de diciembre y enero y más alta en mayo y junio.

El registro de mayor precipitación en 1997 correspondió al mes de agosto con 8.9 mm, en 1998 al mes de septiembre con 139.1 mm y en 1999 al mes de junio con 108.4 mm. El ciclo de 1999 es el registro de precipitación más baja en la

última década, el inmediato anterior fué en 1989 con 326.2 mm. En la Fig. 3 se aprecia el Climograma de Gausson para el ciclo 1999.



**FIG. 3 CLIMOGRAMA DE GAUSSEN, ESTACION SALTILLO, CICLO 1999**

## Geología

Se ubica en la provincia geológica de Coahuila en la subprovincia de la Sierra de Torreón-Monterrey. La provincia geológica de Coahuila abarca el estado del mismo nombre, y tiene en su subsuelo el Golfo de Sabinas y la Plataforma Burro-Picachos al norte y la Península de Coahuila. La subprovincia Sierra Torreón-Monterrey es la continuación de la Sierra Madre Oriental hacia el oeste también llamado Sistema Orogénico Transverso, el cual fue formado en el Terciario por empujes de la orogenia Laramide, que proveniente del sur, formaron una cadena montañosa, con la porción resistente al norte de la península de Coahuila que estuvo sumergida gran parte del Triásico-Jurásico y Cretácico Inferior (López Ramos, 1980)

El cañon El Chorro cruza la Sierra La Nieve, desde un eje sinclinal San Andres en el cañon Los Lirios hasta otro eje sinclinal San Carlos, en su trayecto atraviesa un eje anticlinal con altitudes entre 2300 y 2200 msnm.

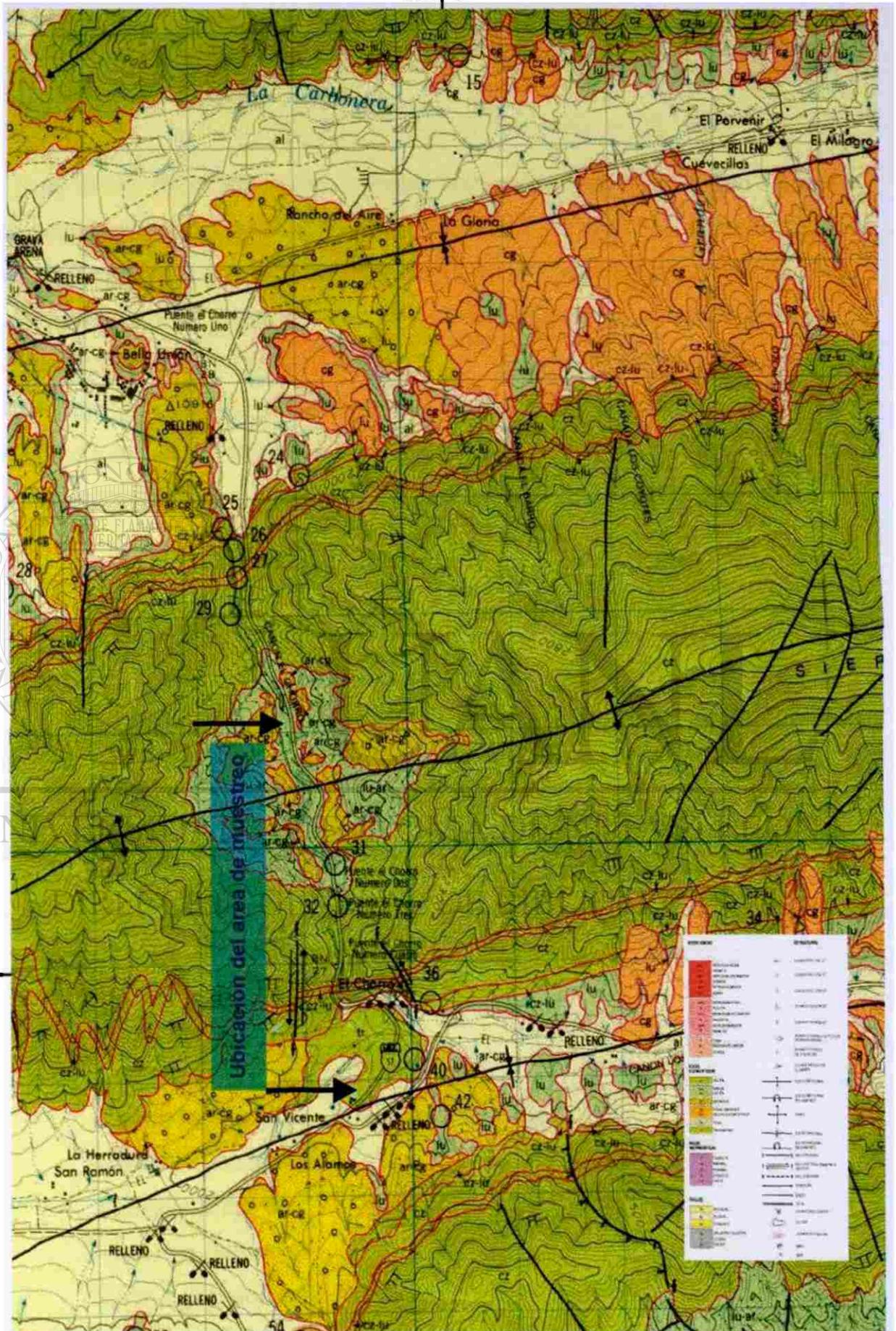
El area conocida como El Chorro a la altura del puente 4 y 5 se ubica entre dos lineas de falla de deslizamiento oblicuo con afloramiento de rocas sedimentarias de caliza y lutita, en la zona del cañon aflora además arenisca con conglomerado y lutita con arenisca (Fig. 4) Carta Geológica Cetenal G14C34 Arteaga, Coahuila. Escala 1:50000

## Edafología

En el borde del cauce del arroyo Los Chorros el suelo es de tipo Rendzina que en su capa superficial es de textura media. Este tipo de suelo se presenta en climas cálidos o templados con lluvias moderadas o abundantes, se caracterizan por poseer una capa superficial rica en humus y muy fértil que descansa sobre roca caliza, no son muy profundos, generalmente son arcillosos, su susceptibilidad

100° 47'

25° 23'



**Fig. 4** Caracterización geológica del área de Estudio, Carta Geológica Cetenal G14C34, Arteaga, Coahuila.

a la erosión es moderada (Fig. 5 Carta Edafológica, Cetenal G14C34 Arteaga, Coahuila. Escala 1:50000

Las áreas aledañas al cañon presentan suelo predominante tipo Litosol y suelo secundario tipo rendiza con clase textural media. El suelo litosol se caracteriza por tener una profundidad menor a 10 cm hasta la roca o caliche duro, se ubica en toda la sierra, laderas y barrancas. En el área alcanza una profundidad de 30 cm., limitado por roca, es de textura media y registra una reacción muy fuerte al HCl, su estructura es en forma de bloques subangulares de tamaño fino y desarrollo moderado, de denominación molico al presentar una capa superficial oscura fértil, suave y rica en humus.

### Vegetación

La vegetación dominante en las laderas y en la parte baja del cañon El Chorro es Matorral rosetofoilo espinoso, de tipo subinermes, además de pastizal natural (Fig. 6 Carta Uso del Suelo, Cetenal G14C34 Arteaga, Coahuila, Escala 1:50000). Las especies más representativas de estas asociaciones son:

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo
<i>Leucophyllum</i>	Cenizo
<i>Dasyllirion</i>	Sotol
<i>Agave lechugilla</i>	Lechuguilla
<i>Jathropa dioica</i>	Sangre de drago
<i>Mimosa pringlei</i>	
<i>Viguiera deltoidea</i>	
<i>Lippia graveolones</i>	Oreganillo



100° 47'

25° 23'

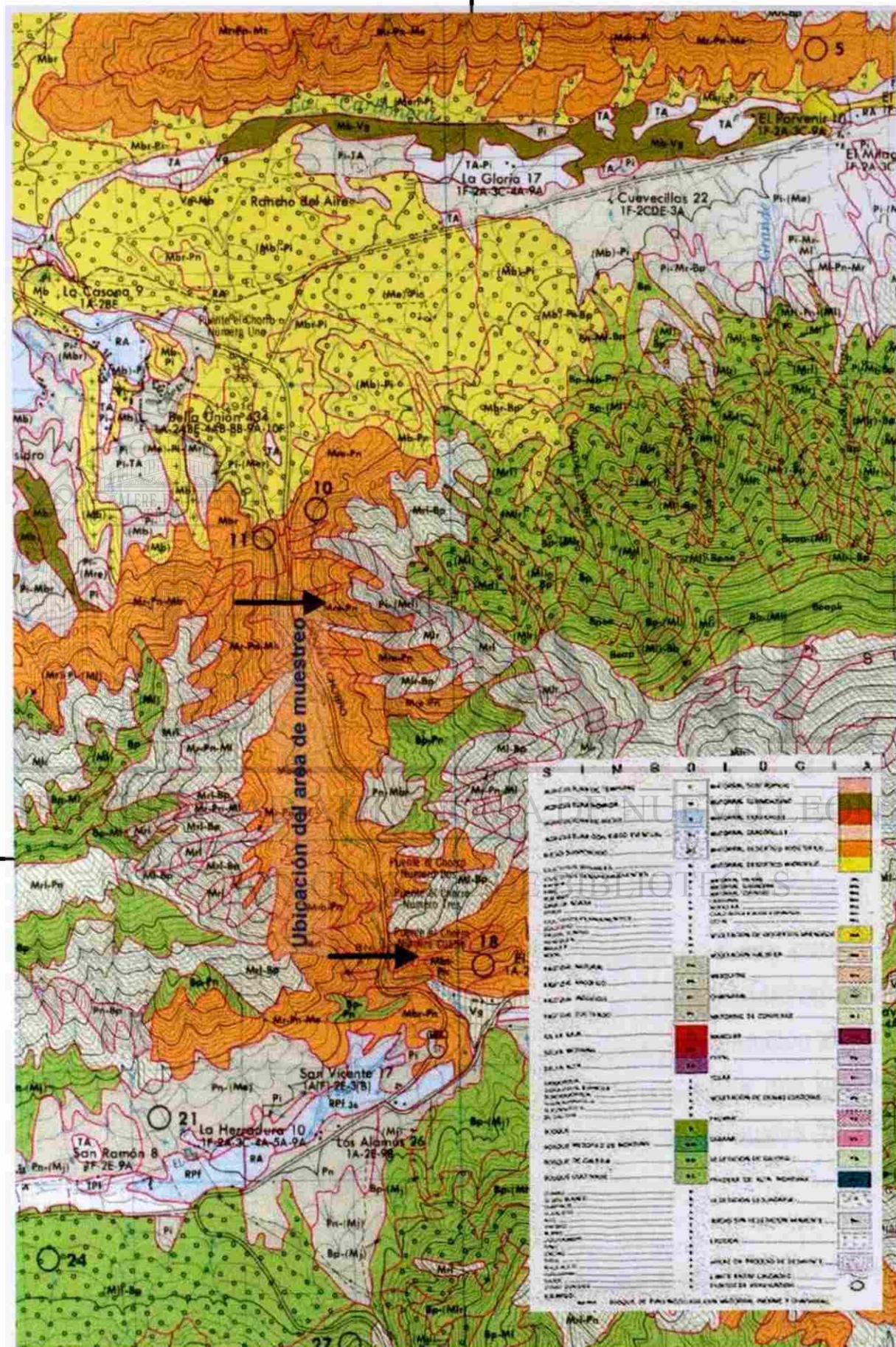
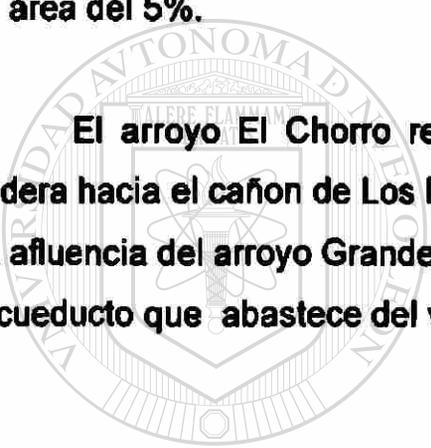


Fig. 6 Asociaciones vegetales del área de Estudio, Carta Uso del Suelo G14C34 , Arteaga, Coahuila.

**El río San Juan es un escurrimiento perenne, muy importante en el noreste del país, dada la ubicación de zonas urbanas en su cuenca, desemboca al río Bravo a 58 km aguas debajo de la Presa Falcón. El régimen del río es irregular y esta conformado por los afluentes Salinas, Pesquería, Santa Catarina, Ramos, Pílon y Mohino, los dos primeros nacen en Coahuila.**

**Registra una precipitación media anual de 300 mm, con un volumen precipitado anual de 3,660 millones de m<sup>3</sup> y un volumen de escurrimiento estimado de 183 millones de m<sup>3</sup>, con un coeficiente de escurrimiento promedio en el área del 5%.**

**El arroyo El Chorro recibe escurrimientos de la Sierra La nieves en su ladera hacia el cañon de Los Lirios, en el area conocida como El Chorro se integra la afluencia del arroyo Grande y en su trayecto por el cañon El Chorro se integra al Acueducto que abastece del vital líquido a Arteaga, Coahuila.**



**UANL**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## RESULTADOS

### RECONOCIMIENTO DE LA ESPECIE

*Gila modesta* (Garman, 1881)



#### UBICACIÓN TAXONOMIA

REINO: Animalia

PHYLLUM: Vertebrata

SUPERCLASE: Pisces

CLASE: Osteichthyes

SUBCLASE: Actinopterygii

ORDEN: Cypriniformes

SUBORDEN: Cyprinoidei

FAMILIA: Cyprinidae

GENERO: *Gila*

ESPECIE: *Gila modesta*

La clasificación hasta familia esta en base a Berg (1940).

**Nombres comunes:** Sardina de Arteaga, Charalito de Saltillo, Carpita Saltillo,  
Sardina Salinas.

**Reconocimiento:** Cuerpo delgado, cabeza cuatro veces en la longitud patrón, escamas en la línea lateral 65, dientes faríngeos 1,5-5,1.

**Descripción:** Longitud cefálica más que la altura del cuerpo, éste moderadamente robusto, comprimido, curvado regularmente desde la cabeza hasta la dorsal. Una barra vertical en la extremidad anterior de la dorsal, pasa detrás de la ventral. Dorsal convexa en su borde posterior. Anal truncada.

**Coloración:** Café, mejillas plateadas.

Coloración epigámica acentuada sobre la base de las aletas pectorales, pélvicas y anal con una marcada banda de coloración rojiza, que también se presenta en la parte inferior de las mejillas en la zona preopercular.

**Distribución local:** Región intermontana de la Sierra La Nieve en el cañon El Chorro.

**Distribución general:** Se conoce como pez nativo del arroyo El Chorro, según Contreras (1969).

**Variación Merística y Morfometría:** Escamas en la línea lateral 62(2), 65(6), 68(2), Radios en la dorsal 9 (10), Branquiespinas 8(19) consideradas cortas, ligeramente más altas que la anchura de su base.

## ANÁLISIS TRÓFICO

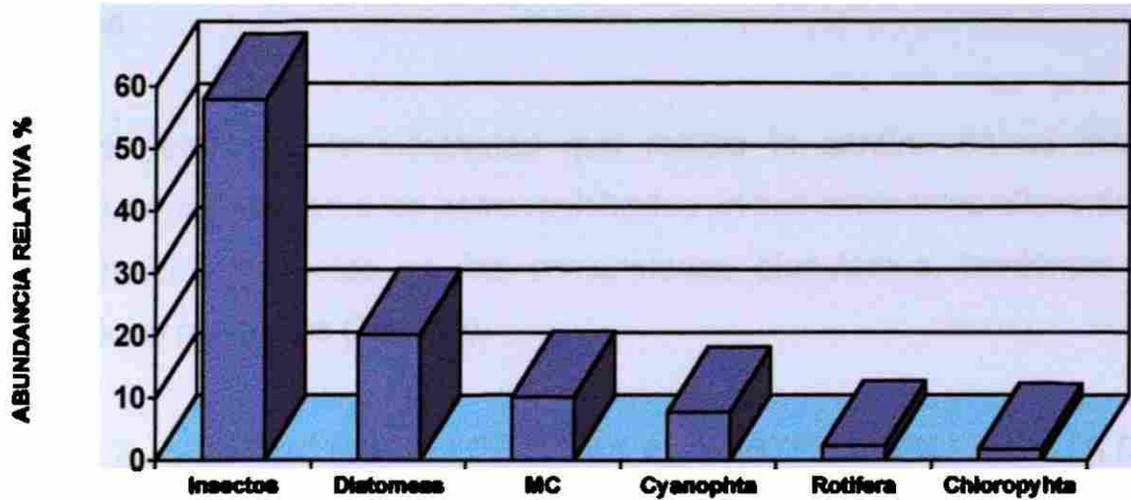
Se efectuó análisis cualitativo y cuantitativo del material contenido en tractos digestivos de 20 ejemplares, con un rango de talla entre 74 - 93 mm y un rango en peso de 5.2 a 8.3 gr., se identificaron restos de insectos, formas larvarias y adultas de insectos acuáticos y terrestres, algas de tipo clorofitas, bacilariofitas, cianofitas y microcrustáceos.

El índice de valor biológico I.V.B. que representa los items considerados más importantes en la dieta incluye a restos de insectos 58 %, bacillariophytas 20.1%, restos de microcrustáceos 10.2% y cyanophytas 7.7%, como se muestra en la Fig. 8 y 9 y Tabla 1.

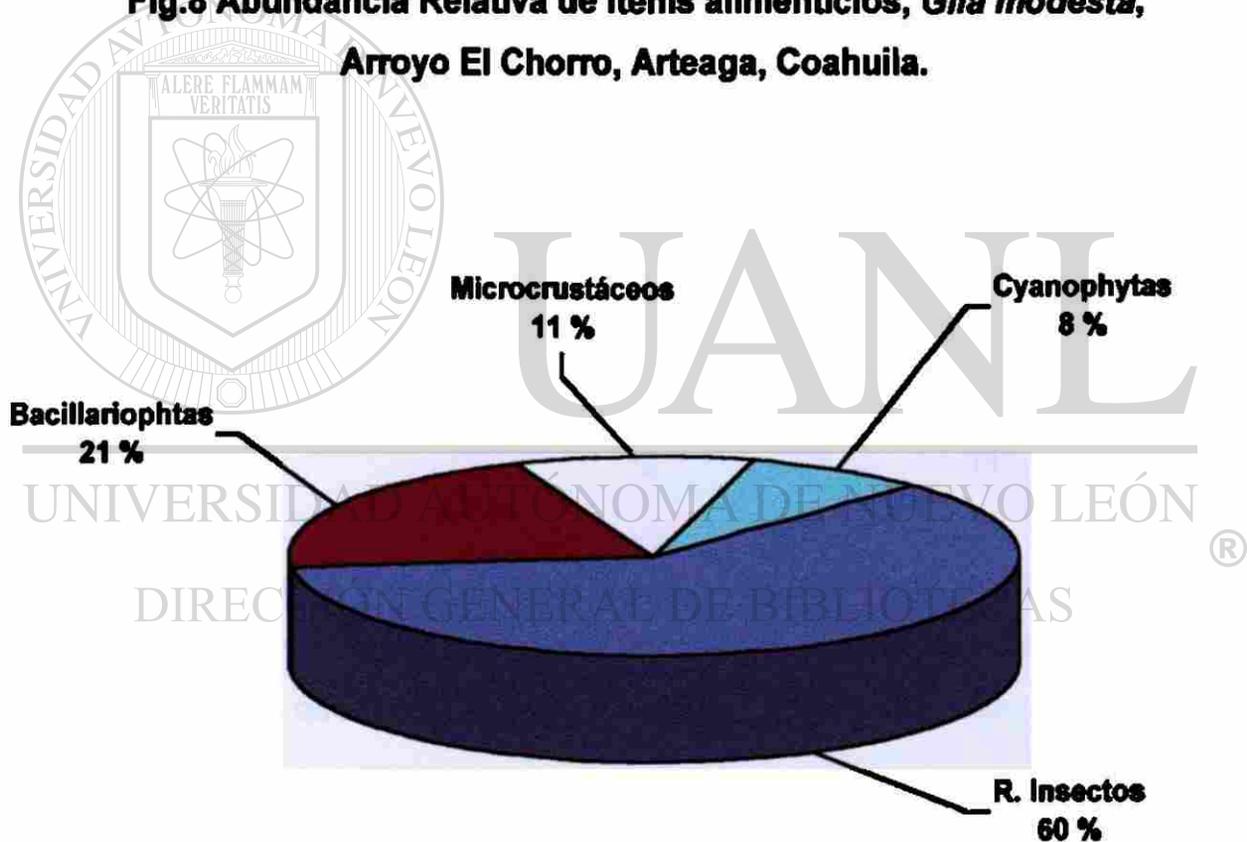
**TABLA 1. INDICE DE VALOR BIOLÓGICO DE ITEMS ALIMENTICIOS.**

ITEM	ABUNDANCIA	I. V. B.
	%	% ACUMULATIVO
Insectos (Restos)	58	58
Bacillariophyta	20.1	78.1
Microcrustáceos (Restos)	10.2	88.3
Cyanophyta	7.7	<u>96</u>
Rotifera	2.3	
Chlorophyta	1.8	

En base a la abundancia relativa de los items alimenticios, la especie *Gila modesta* se clasifica como Insectívoro Generalizado al incluir en su dieta restos de insectos (larvas-adultos, acuáticos-terrestres), complementando con restos de microcrustáceos, diatomeas y otras algas.



**Fig.8 Abundancia Relativa de items alimenticios, *Gila modesta*, Arroyo El Chorro, Arteaga, Coahuila.**



**Fig. 9 Indice de Valor Biológico, Items alimenticios, *Gila modesta*, Arroyo El Chorro, Arteaga, Coahuila.**

## Electividad

Para determinar la electividad que realiza la sardina en su proceso alimenticio, se consideraron los items registrados en sus contenidos alimenticios y las proporciones de estos en las comunidades planctónica, bentónica y la asociada a las macrofitas (Tabla 2).

**TABLA 2. PROPORCION DE LOS ITEMS ALIMENTICIOS EN LA DIETA DE LA SARDINA DE ARTEAGA *Gila modesta* Y EN SU AMBIENTE.**

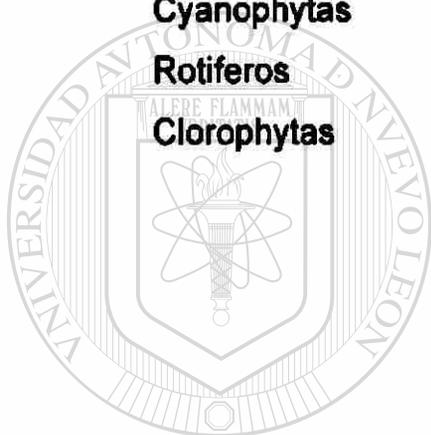
ITEM ALIMENTICIO	PROPORCION EN LA DIETA	PROPORCION EN EL AMBIENTE
Restos de Insectos	58	34
Bacillariophytas	20	30
Restos Microcrustáceos	10	14
Cyanophytas	8	4
Rotíferos	2	6
Clorophytas	2	11

Los restos de insectos, las bacillariophytas y los restos de microcrustáceos registran proporciones bastante similares tanto en la dieta como en el ambiente no así las clorophytas que registran mayor proporción en el ambiente.

La aplicación de la ecuación de Vanderploeg y Scavia da valores positivos para todos los items indicando una selección activa, siendo las cyanophytas y los restos de insectos los que dan valores más cercanos a uno 0.9455 y 0.9364 respectivamente (Tabla 3).

**TABLA 3. VALOR DE ELECTIVIDAD EN LA DIETA DE *Gila modesta*,  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

<b>ITEM ALIMENTICIO</b>	<b>VALOR DE ELECTIVIDAD</b>
<b>Restos de Insectos</b>	<b>0.9364</b>
<b>Bacillariophytas</b>	<b>0.8448</b>
<b>Restos Microcrustáceos</b>	<b>0.8544</b>
<b>Cyanophytas</b>	<b>0.9455</b>
<b>Rotíferos</b>	<b>0.7118</b>
<b>Clorophytas</b>	<b>0.5283</b>



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## REPRODUCCIÓN

### Madurez Sexual.

Se disectaron 20 ejemplares, 8 machos y 12 hembras. Las hembras se registraron en estadios III y IV a fines del otoño y principios del invierno, y estadio V a finales de invierno (Fig. 10), no se registraron hembras en estadio VI, sin embargo a partir del mes de marzo se registro una evidente coloración sexual (Fig. 11) un color amarillo brillante en las aletas y una banda rojiza en la base de las mismas, además se marca una línea horizontal de color rojiza en la parte ventral del preoperculo.



**Fig. 10** Hembra de *Gila modesta*, vista de gónadas en estadio V, El Chorro, Arteaga, Coahuila.



**Fig. 11** Hembra de *Gila modesta*, con coloración epigámica, El Chorro, Arteaga, Coahuila.

#### **Epoca de Reproducción.**

Además de considerar la secuencia en el proceso de maduración sexual, así como la adquisición de la coloración epigámica, es importante señalar que a finales de marzo se observó nidación en las porciones del cauce con mayor anchura y que formaban pequeñas áreas de remanso, a principios de abril se registraron las primeras crías en fase de Protolarva o de Preflexión, las hembras con su coloración sexual acentuada y evidencia de óvulos en fase terminal de maduración, por lo que se concluye que el periodo de reproducción se registra a partir de marzo y termina para mayo.

## Fecundidad

Para determinar fecundidad se cuantificaron los óvulos ováricos de hembras cuyo grado de maduración oscilaba entre el estadio IV y V, permitiendo la diferenciación de óvulos maduros e inmaduros. El ovulo maduro es esférico, de color blanquecino ligeramente amarillento, la cantidad de óvulos varió entre 834 en una hembra con un peso de 5.2 gr y una talla de 74 mm LT y 1085 en una hembra de 8.3 gr. de peso y una talla de 93 mm LT, en la tabla 4 se indica el número de óvulos en forma individual y el peso y talla de los ejemplares.

El potencial reproductivo de *Gila modesta* expresado como el número de óvulos ováricos se relaciono con el peso y la talla de las hembras, ya que este registro una variación significativa con un rango entre 834 y 1085, con un promedio de 977.41; la regresión lineal entre la talla (LT) y el número de óvulos da un valor de correlación  $r^2$  de 0.88 y con el peso un valor  $r^2$  de 0.82.

En la figura 12 se observan los puntos de dispersión de los valores registrados de número de óvulos y peso total de la hembra y la línea calculada mediante regresión lineal con la siguiente ecuación :

$$F = 530.35 + 65.50 ( P )$$

y en la figura 13 los valores registrados de número de óvulos y longitud total de la hembra y la línea calculada mediante regresión lineal con la siguiente ecuación :

$$F = -297.65 + 14.88 ( LT )$$

**TABLA 4. FECUNDIDAD EN HEMBRAS DE *Gila modesta*,  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

No. de ovulos	Peso (gr)	LT (mm)
834	5.6	76
860	6.2	84
920	5.7	80
950	5.9	84
980	7.1	87
990	6.2	86
990	5.2	74
1020	6.4	86
1020	7.8	89
1030	7.5	86
1050	8.0	90
1085	8.3	93

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

Es importante señalar que dado el valor mayor en la correlación del número de óvulos con la talla  $r^2 = 0.88$  se considera que existe una mayor relación con el incremento en talla y la capacidad reproductiva de las hembras.

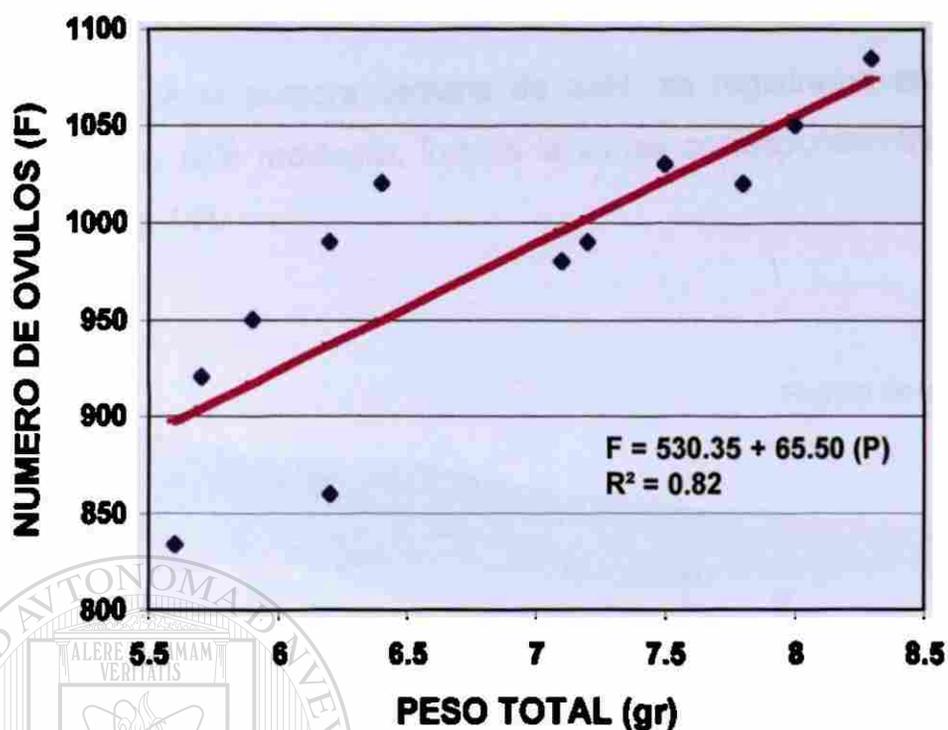


Fig. 12 Relación entre Peso Total y Número de óvulos, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila

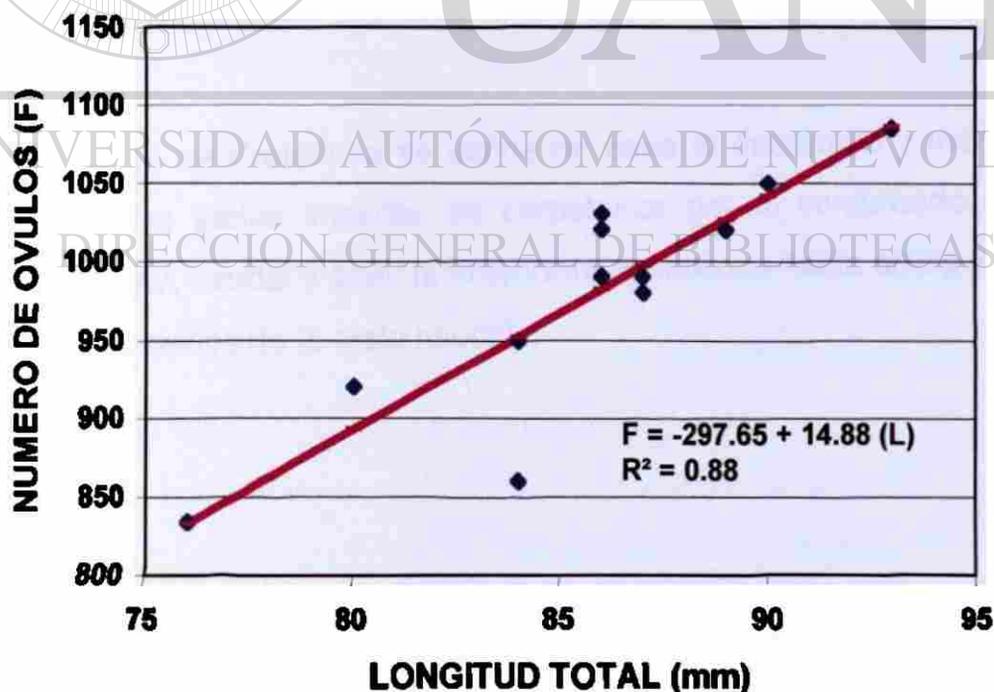


Fig. 13 Relación entre Longitud Total y Número de óvulos, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila

## Desarrollo larvario.

A partir de la primera semana de abril, se registraron en las áreas de reproducción de *Gila modesta*, formas larvarias correspondientes a la fase de Protolarva (Fig. 14).



**Fig. 14** Protolarva de *Gila modesta*, Arroyo El Chorro, Arteaga, Coahuila.

La fase de Protolarva se define en base al desarrollo y morfogénesis del pliegue de las aletas impares, se caracteriza por el sombreado de las aletas medias, dorsal, caudal y anal; la notocorda se flexiona hacia arriba y se visualizan los primeros radios de la aleta caudal.

## CRECIMIENTO Y CONDICION

### Relación Longitud – Peso

Se efectuaron muestreos masivos utilizando una red tipo chinchorro con luz de malla de 1/8", se tomaban ejemplares al azar y se mantenian en viveros mientras se efectuaba el registro de peso total (gr) y longitud total (mm), posteriormente los especimenes se reintegraban en sus lugares de colecta.

Se registraron un total de 245 ejemplares, con un rango en talla de 20 a 135 mm y un promedio de 60.04, el peso fluctuó entre 0.1 a 28.9 gr, con un promedio de 2.67. Se determinó que la especie presenta un crecimiento de tipo alométrico dada la ecuación que correlaciona el peso y talla de los ejemplares:

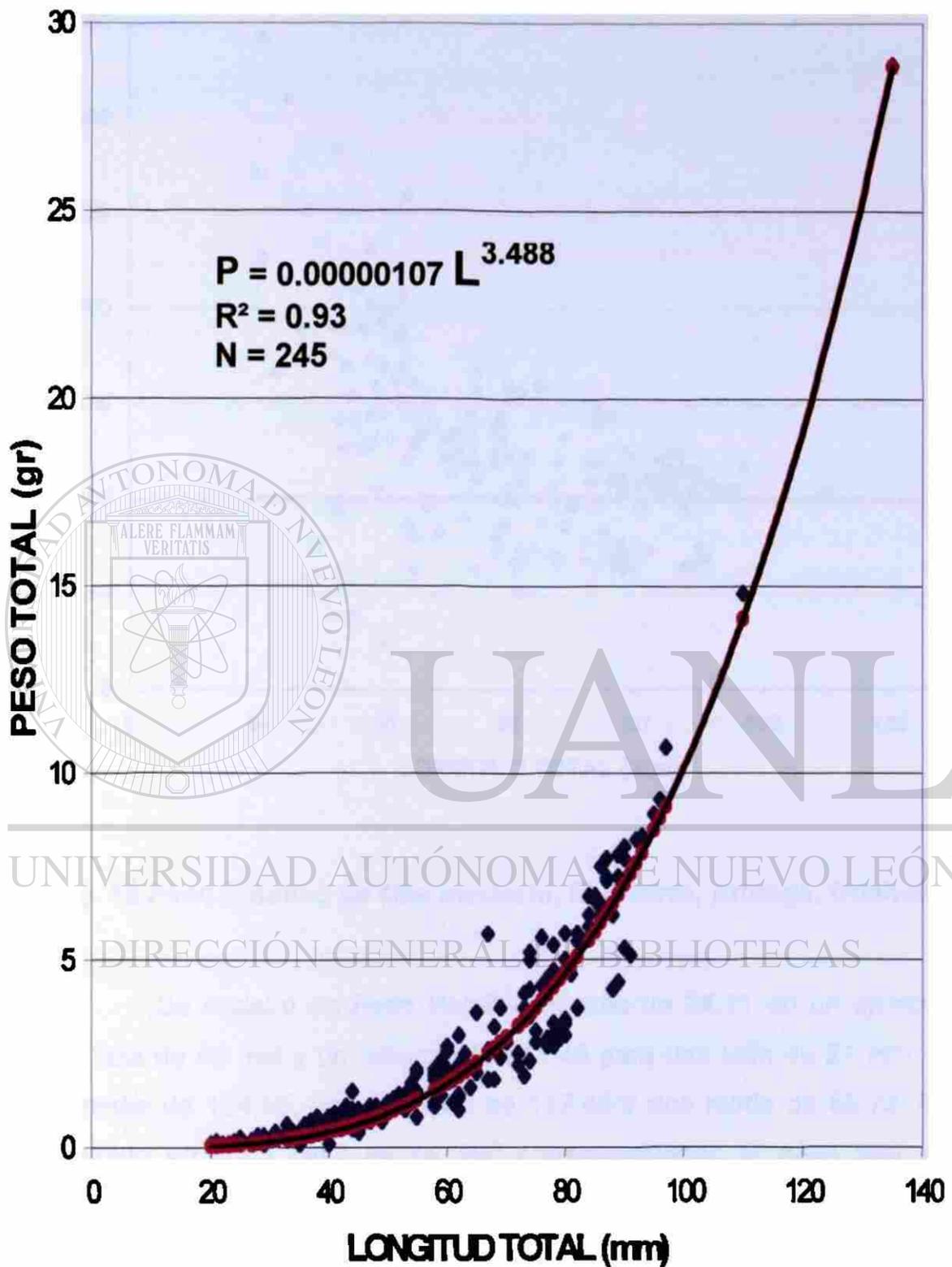
$$P = 0.00000107 L^{3.488}$$

En la Fig. 15 se observa la dispersión de los puntos y la linea calculada en base a la ecuación de alometria, la regresión registro un valor de  $r^2$  de 0.93 lo que se considera satisfactorio.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### Peso Relativo

La condición de los ejemplares es un reflejo de la disponibilidad de alimento y el proceso de asimilación de nutrientes expresado en incremento de peso y/o talla, uno de los indices para determinar este factor es el Peso Relativo (Fig. 16), que consiste en confrontar el peso de cada ejemplar con el peso ajustado o estandarizado mediante la ecuación de alometria, dada en porcentaje.



**Fig. 15 RELACION LONGITUD-PESO *Gila modesta*,  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

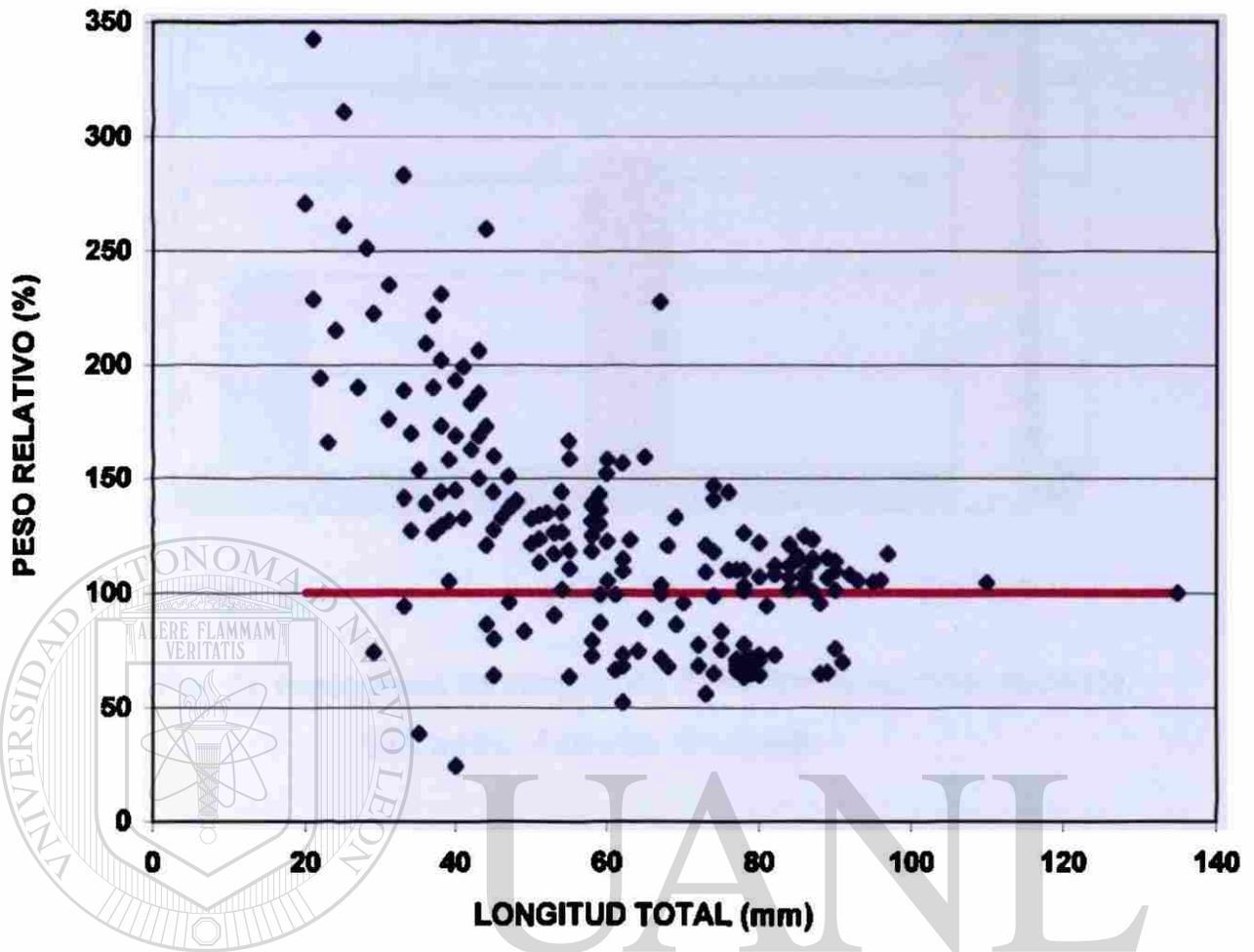
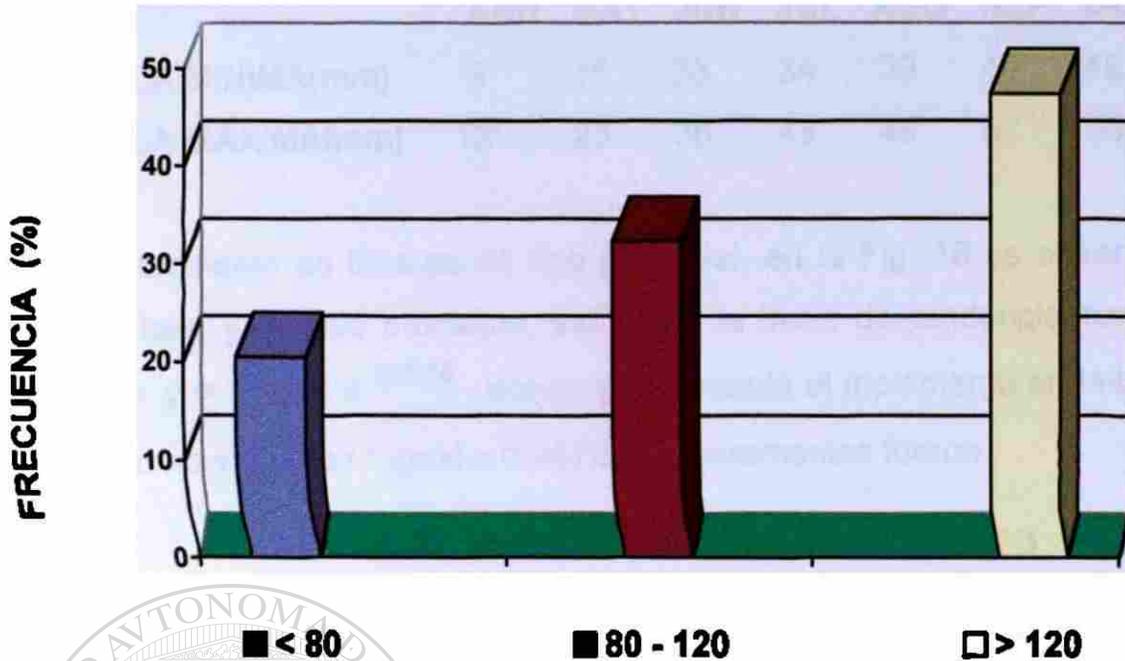


Fig. 16 Peso Relativo de *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se registró un Peso Relativo mínimo de 24.11 en un ejemplar con una talla de 40 mm y un máximo de 342.46 para una talla de 21 mm, con un promedio de 124.56, una mediana de 117.46 y una moda de 65.73. El valor esperado en cada caso es de 100 correspondiendo el peso real al peso estandarizado, sin embargo un rango entre 80 y 120 es aceptable (Fig. 17).



**Fig. 17 Frecuencia de rangos de Peso Relativo, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila.**

La tendencia de valores superiores a 120 se debe a la presencia de hembras en el proceso de maduración sexual lo que incrementa considerablemente su peso total y en el caso de los valores inferiores a ochenta se debe a las hembras que ya ovopositaron y que sufren una disminución en el peso por la deficiencia en la alimentación y al desgaste fisiológico durante el periodo reproductivo.

### **Incremento Absoluto.**

De las áreas de reproducción, se colectaron 10 ejemplares en fase de protolarva, que se trasladaron al Laboratorio y se mantuvieron en condiciones controladas y alimentadas con pulga de agua (*Daphnia magna*), los registros de su incremento en talla se observan en la siguiente tabla, el peso se registró a partir de alcanzar 0.1 gr.

	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
TALLA MINIMA(mm)	9	15	33	34	39	40	48
TALLA MÁXIMA(mm)	13	23	36	43	48	52	58

El incremento en talla es de tipo potencial, en la Fig. 18 se observan los rangos de talla y la talla promedio, así como la línea de tendencia central, la ecuación es  $y = 11.616 x^{0.8156}$ , donde  $y$  representa el incremento en talla y  $x$  el tiempo, con un valor de  $r^2$  igual a 0.9678, los incrementos fueron :

**TALLA PROMEDIO      INCREMENTO**

**LT (mm)                      (mm)**

ABRIL	11	-
MAYO	19	8
JUNIO	34.5	15.5
JULIO	38.5	4
AGOSTO	44.3	5.8
SEPTIEMBRE	47	2.7
OCTUBRE	52	5

A partir del segundo periodo se registraron los pesos, con las siguientes variaciones:

PERIODO	PESO TOTAL (gr)	
	MINIMO	MAXIMO
MAYO	0.1	0.2
JUNIO	0.3	0.4
JULIO	0.4	0.8
AGOSTO	0.5	1.1
SEPTIEMBRE	0.6	1.3
OCTUBRE	0.9	1.7

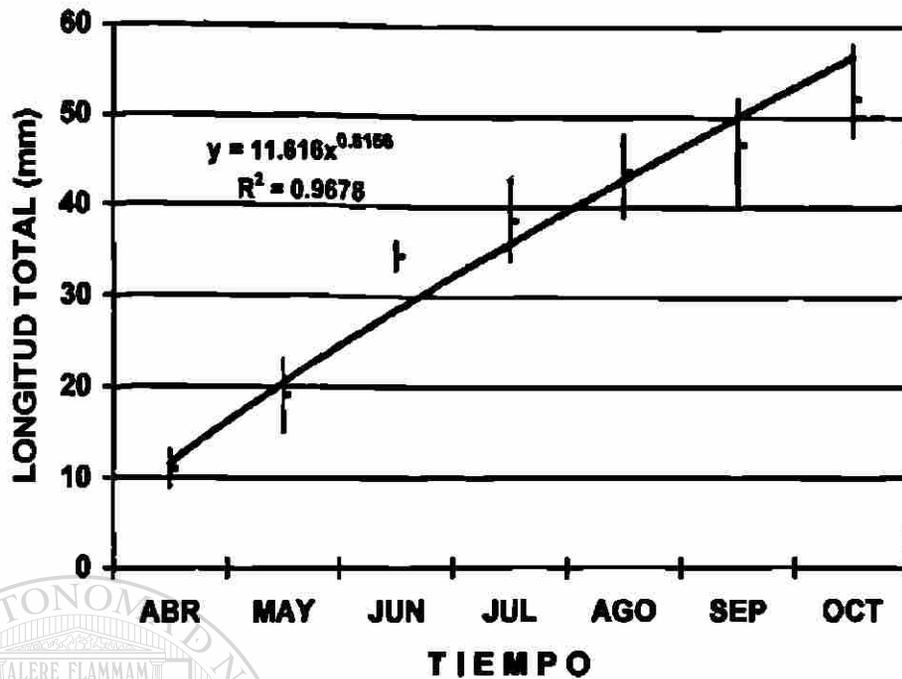


Fig. 18 Incremento Absoluto en Talla, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila.

El incremento en peso se expresa con una ecuación de potencia, donde  $y = 0.0527 x^{1.6643}$  con un valor de regresión de 0.986 (Fig. 19).

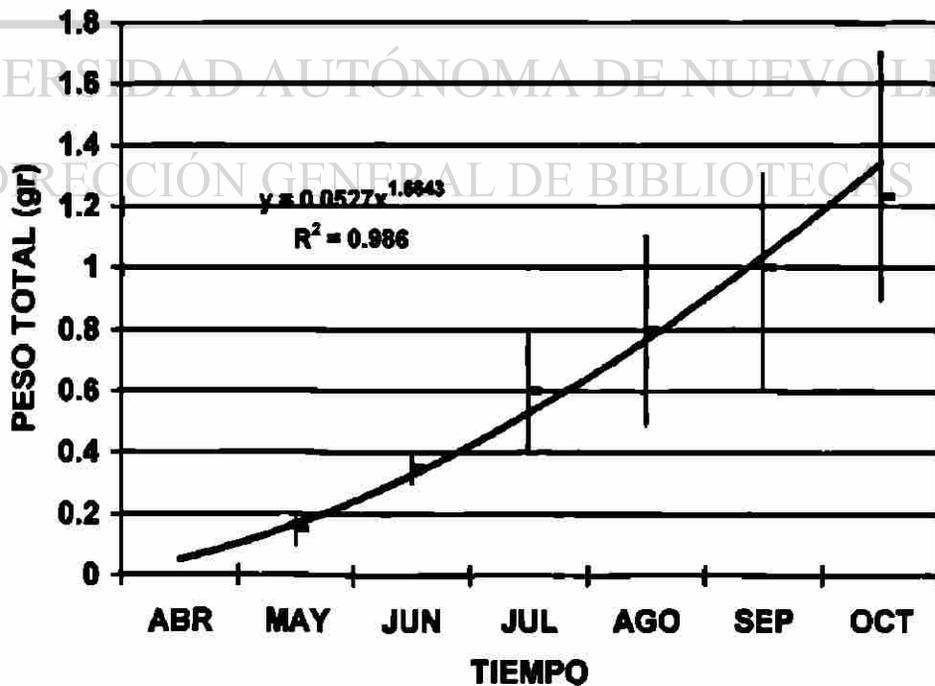


Fig. 19 Incremento Absoluto en Peso, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila.

### Incrementos Relativos

En la determinación del incremento relativo se tomo como valor estandarizado el registro inicial de la longitud total y del peso, dando los siguientes resultados:

PERIODO	INCREMENTO RELATIVO TALLA (LT)	INCREMENTO RELATIVO PESO (gr)
ABRIL - MAYO	72.73	50
MAYO - JUNIO	140.91	200
JUNIO - JULIO	36.36	250
JULIO - AGOSTO	52.73	230
AGOSTO - SEPTIEMBRE	24.55	170
SEPTIEMBRE - OCTUBRE	45.45	230

Los incrementos varían de un 24.55 a un 149.91% con respecto a la talla y de un 50 a un 250 % del peso (Fig. 19), el bajo incremento en el primer periodo se debe a que la energía producida se canaliza al completar el proceso de diferenciación larvaria, el crecimiento es alométrico ya que inicialmente es mayor el incremento en talla y posteriormente el incremento en peso.

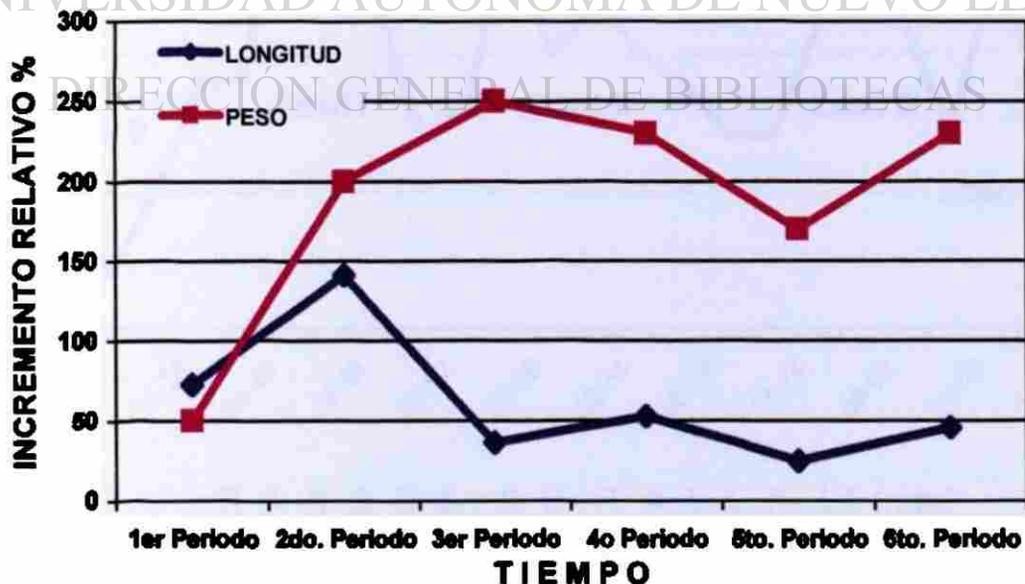


Fig. 19 Incremento Relativo Talla y Peso, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila.

## ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA

Los registros de talla LT (mm) del total de los ejemplares muestreados y regresados al arroyo durante los muestreos del ciclo 2000, considerando que de acuerdo a observaciones previas la especie registra un solo periodo reproductivo al año, permitieron la aplicación del método de Análisis de Frecuencias de Longitudes, se asignaron rangos de talla de 3 unidades, por ejemplo de 20 a 22 mm, de 23 a 25, de 26 a 28 y así sucesivamente, hasta distribuir el 100% de la muestra, en total 27 intervalos, la Fig. 20 muestra la presencia de 5 GRUPOS EDAD considerando los nacidos en el ciclo 2000 reconocidos como edad 0 con tallas entre 20 y 28 mm y los más longevos con una talla mayor a 110 mm.

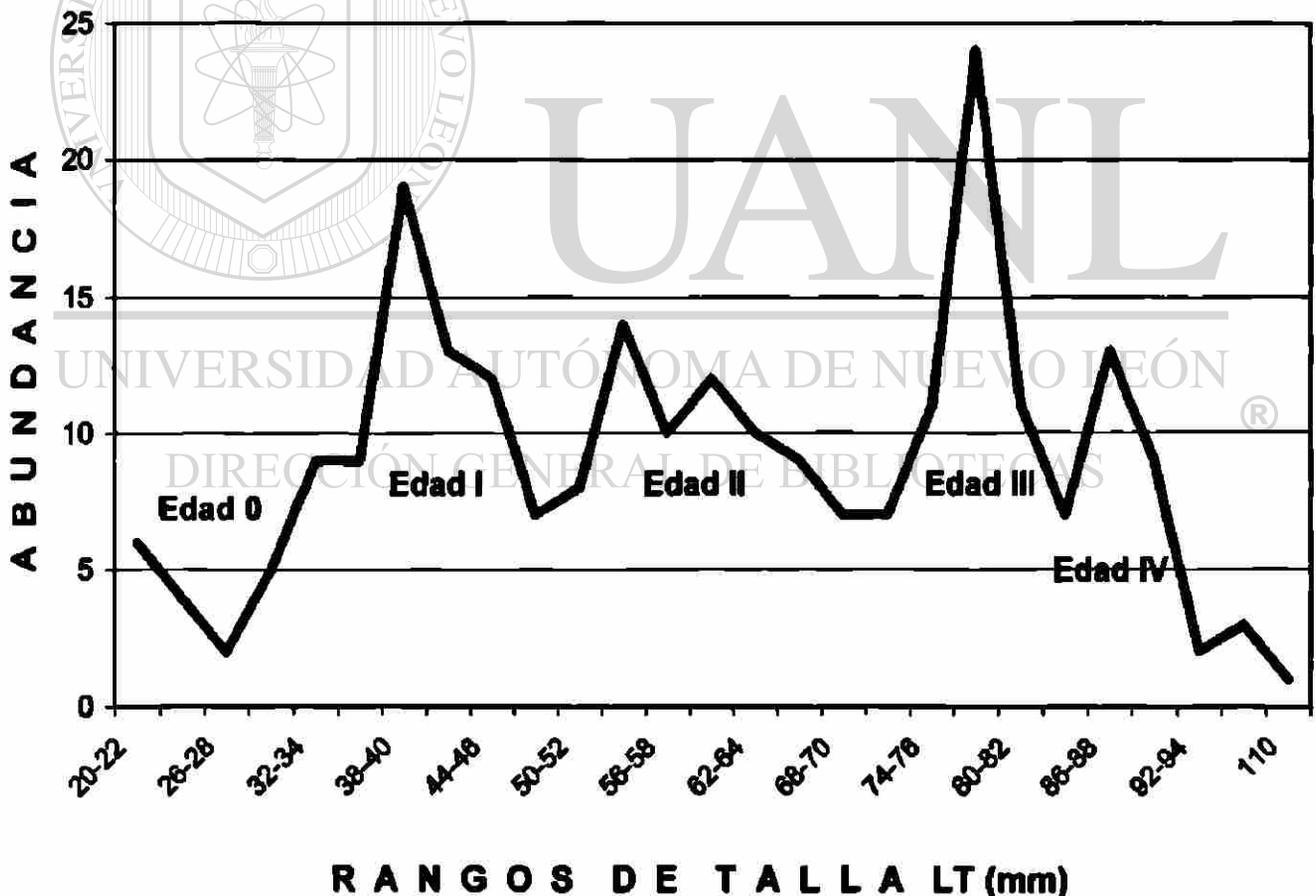


Fig. 20 Estructura Demográfica *Gila modesta*, Ciclo 2000, El Chorro, Arteaga, Coahuila

Considerando las frecuencia de los rangos de talla se concluye que la edad I se alcanza entre los 38 – 40 mm de LT, la edad II entre 53 y 55 mm, la edad III entre los 77 a 79 mm, la edad IV entre los 86 y los 88 mm, el último pico en la gráfica representa un ejemplar de edad V .

Con los rangos de talla asignados para las edades de la II a La IV se corrió el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy, que ajusta las tallas asignadas, resultando la siguiente ecuación:

$$L_t = 172.8 (1 - e^{(-0.1563)(t - (-0.5874)})$$

donde la longitud máxima esperada fue de 172.8 mm con un valor de k que es la constante metabólica de  $-0.1563$  y una longitud a un tiempo cero de  $-0.5874$ , que al ajustar las tallas asignadas da los siguientes valores :

EDAD	TALLA ASIGNADA	TALLA AJUSTADA
	LT (mm)	LT (mm)
I	38 - 40	37.96
II	53 - 55	57.46
III	77 - 79	74.15
IV	86 - 88	88.42
V		100.64
VI		111.08

Se calculo la talla a la edad V y VI para corroborar la edad del ejemplar con la mayor longitud, el gráfico muestra las tallas asignadas y la línea construida con las tallas ajustadas por el modelo de Von Bertalanffy (Fig. 21).

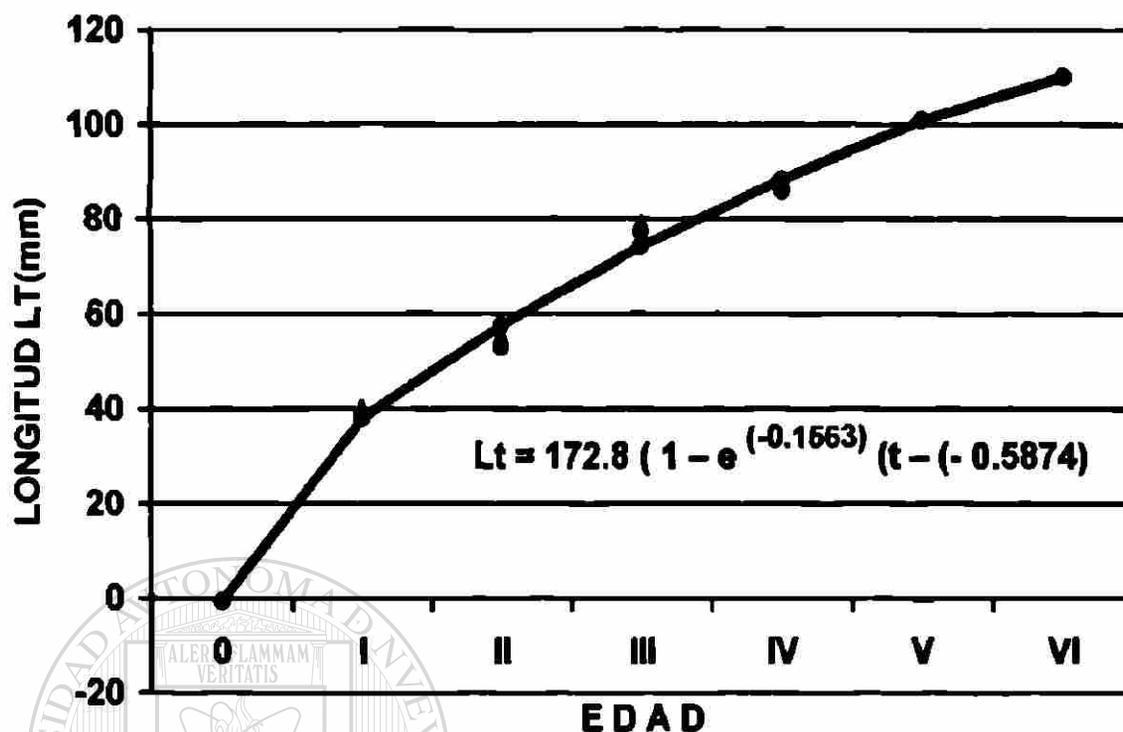


Fig. 21 Modelo de Crecimiento Von Bertalanffy *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila.

## COMUNIDAD PLANCTONICA

La comunidad planctónica se mantuvo en monitoreo a partir de un programa de rehabilitación que consistió en fertilización e inoculación de plancton tomados de áreas donadoras de germoplasma no impactadas por derrame de tolueno ocurrido en 1996. Los procesos de fertilización con elementos inorgánicos (urea, sulfato de amonio y ultramix) favorecieron el crecimiento de la comunidad planctónica sin incrementos en la concentración de materia orgánica y sin cambios aparentes en la calidad físico química de los cuerpos de agua.

Las estaciones de monitoreo registraron una variabilidad importante de recuperación, siendo más evidente el aumento en la abundancia (número de organismos) que en la diversidad, dado el origen común de sus componentes.

Mediante el análisis cualitativo y cuantitativo utilizando las celdillas Sedgewick Rafter se registraron 18 planctones, distribuidos en 3 grupos reconocidos como fitoplancton Cyanophytas, Chlorophytas y Bacillariophytas y tres reconocidos como zooplancton Rotifera, Ostracoda y Copepoda.

### GRUPOS REPRESENTATIVOS DEL PLANCTON

#### FITOPLANCTON

CYANOPHYTA	CHLOROPHYTA	BACILLARIOPHYTA
<i>Anabaena</i>	<i>Closterium</i>	<i>Asterionella</i>
<i>Calothrix</i>	<i>Cosmarium</i>	<i>Cymbella</i>
<i>Oscillatoria</i>	<i>Spirogyra</i>	<i>Navicula</i>
<i>Gleocapsa</i>		<i>Tabellaria</i>
<i>Merismopedia</i>		<i>Surirella</i>
		<i>Cocconeis</i>
		<i>Fragilaria</i>

## ZOOPLANCTON

### ROTIFERA

*Brachionus sp.*

### OSTRACODA

*Candona sp.*

### COPEPODA

*nauplios*

El grupo de las Bacillariofitas (diatomeas) resultó ser el más representativo en cuanto a diversidad y abundancia, registrándose 7 géneros, se registran 5 generos de Cyanophytas y 3 de Chlorophytas, así como un Rotífero, un Ostracodo y un Copepodo.

Es importante señalar que *Chara spp.* caroficea muy abundante y sustrato para el desarrollo del perifiton, no se consideró forma planctónica ya que es macroscópica.

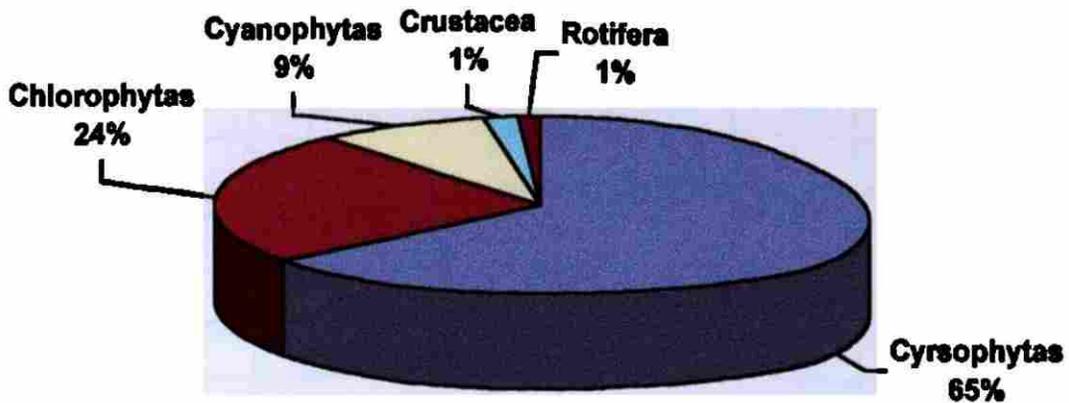
### Abundancia relativa

La especie más abundante e importante fué *Tabellaria sp* ya que se presenta en todas las estaciones, le siguen en abundancia *Surirella sp.*, *Cocconeis sp.* y *Fragilaria sp.*, de las Chlorofitas la más abundante es *Closterium sp.* y de la Cyanophytas *Oscillatoria sp.*

### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las Crsophytas representaron el 64.49% de la abundancia total, seguido de Chlorophytas con el 24.08 y las cyanophytas con el 8.73, los rotíferos alcanzaron el 1.22% y los microcrustáceos el 1.48% (Fig. 22).

La estación V registró solo 13 planctones, la I y II 14 planctones, la III registró 15 planctones, la IV y VIII 16 planctones, la estación V y IX 17 planctones y las estaciones VII, X, XI y XII 18 planctones. Las estaciones con mayor abundancia fueron la V, XI y XII con valores entre 11.65 a 11.99% y las de menor abundancia la I, II y III con un rango entre 2.88 a 5.53%.



**Fig. 22 Abundancia Relativa (%) Plancton, El Chorro, Arteaga, Coahuila.**

La Tabla 5 muestra las abundancias relativas promedio (ind/lt) en las 12 estaciones de monitoreo. Las estaciones de la I a la IV presentaron como más abundantes a *Closterium sp.*, *Tabellaria sp.* y *Cocconeis sp.*, de la estación V a la XII fueron las diatomeas *Tabellaria sp.*, *Surirella sp.* y *Fragilaria sp.* las más abundantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
**Variación de la diversidad por estaciones de monitoreo.**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

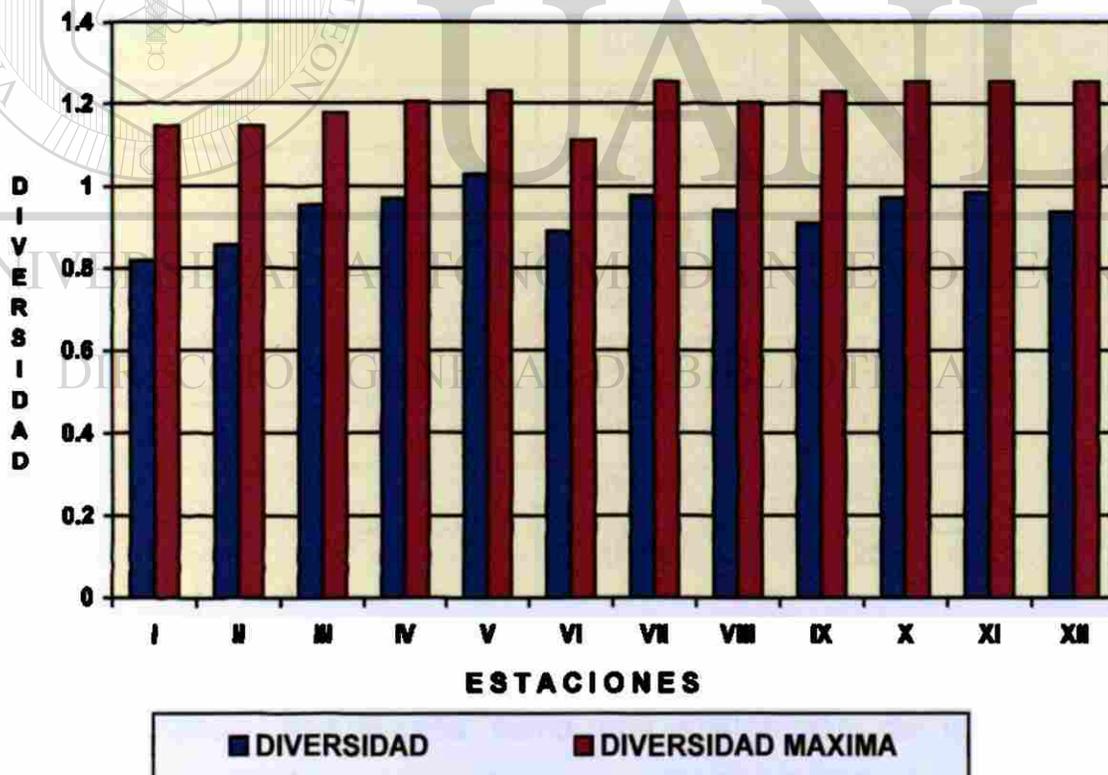
Los valores de Diversidad  $H'$  que evalúan la relación de presencia - ausencia de los componentes de la comunidad y sus abundancias relativas presentaron pequeñas fluctuaciones a nivel estacional, la máxima diversidad se registró en la estación V con un valor  $H' = 1.029$  y la mínima en la estación I con un valor de 0.819, Tabla 6, Fig. 23

**TABLA 5. ABUNDANCIA RELATIVA DE LA COMUNIDAD PLANCTÓNICA, EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA (IND/LT)**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Anabaena sp.</i>	8	4	5	4			4	6	4	8	6	4
<i>Calothrix sp.</i>	8		12		8	12	8	10	8	12	12	12
<i>Oscillatoria sp.</i>	12	18	98	18	56	18	32	20	26	20	32	24
<i>Gleocapsa sp.</i>	5	8	7	4	24	6				6	12	8
<i>Merismopedia sp.</i>	2	8	13	12	26	2	18	2	8	10	12	6
<i>Closterium sp.</i>	112	152	133	78	124	153	164	86	98	88	148	153
<i>Cosmarium sp.</i>	2	4	25	4	28		6		6	6	12	10
<i>Spirogyra sp.</i>	24	19	90	19	38	33	28	26	34	30	38	38
<i>Asterionella sp.</i>	5	20	20	4	46		4	10	6	8	14	12
<i>Cymbella sp.</i>		5	5	24	52	13	23	8	10	12	20	15
<i>Navicula sp.</i>				8	16	10	10	8	8	8	18	8
<i>Tabellaria sp.</i>	24	58	58	78	246	130	138	142	122	128	192	130
<i>Surirella sp.</i>				98	120	94	110	88	108	150	180	230
<i>Cocconeis sp.</i>	20	40	55	62	78	140	70	110	260	150	160	200
<i>Fragilaria sp.</i>	14	28	32	40	120	80	140	120	110	98	82	110
<i>Brachionus sp.</i>	2	8	6	4	12	10	10	10	10	10	10	10
<i>Candona sp.</i>	2		2		4		10	8	10	6	10	10
<i>Nauplios</i>		2		4	2	6	8	8	6	10	8	8

**TABLA 6. DIVERSIDAD ACTUAL Y DIVERSIDAD MÁXIMA DE PLANCTON**

ESTACION	DIVERSIDAD H'	H'max
I	0.819	1.146
II	0.856	1.146
III	0.955	1.176
IV	0.971	1.204
V	1.029	1.230
VI	0.888	1.113
VII	0.978	1.255
VIII	0.941	1.204
IX	0.908	1.230
X	0.972	1.255
XI	0.985	1.255
XII	0.938	1.255



**Fig. 23 Diversidad Planctónica, El Chorro, Arteaga, Coahuila.**

La diversidad máxima  $H'_{max}$  representa el valor esperado si las especies presentes registraran la misma abundancia.

Considerando la diversidad actual  $H'$  y la diversidad máxima  $H'_{max}$ , se determinó la igualdad o equitabilidad de las especies (Tabla 7), al comparar las doce estaciones se observó que la estación V registró el valor más alto de equitabilidad  $J(H') = 0.836$  y la estación el menor valor fue la I con  $J(H') = 0.715$ .

**TABLA 7. EQUITABILIDAD Y DOMINANCIA, PLANCTON, EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA.**

ESTACION	$J(H')$	$D(H')$
I	0.715	0.285
II	0.747	0.253
III	0.812	0.188
IV	0.807	0.193
V	0.836	0.164
VI	0.797	0.203
VII	0.779	0.221
VIII	0.782	0.218
IX	0.738	0.262
X	0.774	0.226
XI	0.785	0.215
XII	0.747	0.253

La dominancia determinada como una sustracción de la unidad con respecto a la equitabilidad registró valores entre 0.164 y 0.285 lo que indica que la comunidad esta dominada por un reducido número de especies.

El Coeficiente Simple de Dominancia, considerando las 18 especies registradas y su abundancia relativa en las doce estaciones, indicó que 3 de ellas suman más del 50% de la abundancia total.

ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA (%)
<i>Closterium sp.</i>	17.85
<i>Tabellaria sp.</i>	17.33
<i>Cocconeis sp.</i>	16.20

La similitud entre las estaciones de monitoreo, es alta, la matriz de similitud (Tabla 8) muestra que la menor similitud se da entre la estación I y V con un valor de 50 y la mayor similitud se da entre las estaciones VII con la X, XI y XII, la X con la XI y XII y la XI con la XII, el dendograma del análisis cluster se basa en la matriz de similitud (Fig. 24).

**TABLA 8. MATRIZ DE SIMILARIDAD PLANCTON, EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

**ESTACIONES DE MUESTREO**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I		75.00	93.33	66.66	72.22	50.00	77.77	66.66	72.22	77.77	77.77	77.77
II			81.25	87.50	72.22	58.82	77.77	66.66	72.22	77.77	77.77	77.77
III				72.22	77.77	55.55	83.33	72.22	77.77	83.33	83.33	83.33
IV					83.33	70.58	88.88	77.77	83.33	88.88	88.88	88.88
V						76.47	94.44	83.33	88.88	94.44	94.44	94.44
VI							72.22	81.25	76.47	72.22	72.22	72.22
VII								88.88	94.44	100	100	100
VIII									94.11	88.88	88.88	88.88
IX										94.44	94.44	94.44
X											100	100
XI												100



FIG. 24 DENDOGRAMA DE ANÁLISIS CLUSTER JACCARD, PLANCTON

## COMUNIDAD BENTONICA

Las estaciones monitoreadas desde el inicio del programa de restauración ambiental registraron mayor abundancia en las localidades con características lénticas (agua lenta) que en las lólicas (agua rápida), dada la acumulación y sedimentación de materia orgánica en proceso de descomposición, la tabla 9 muestra la abundancia numérica relativa promedio en 500 ml.

Los insectos, microcrustáceos, rotíferos y moluscos resultaron ser los componentes más importantes de la comunidad bentónica (Fig. 25), siendo más abundantes a nivel macroscópico los insectos en particular las formas larvianas de odonatas con un 27% de la abundancia total, estos obtienen su alimento del detritus orgánico, y a nivel microscópico los rotíferos registran mayor abundancia un 10.92%.

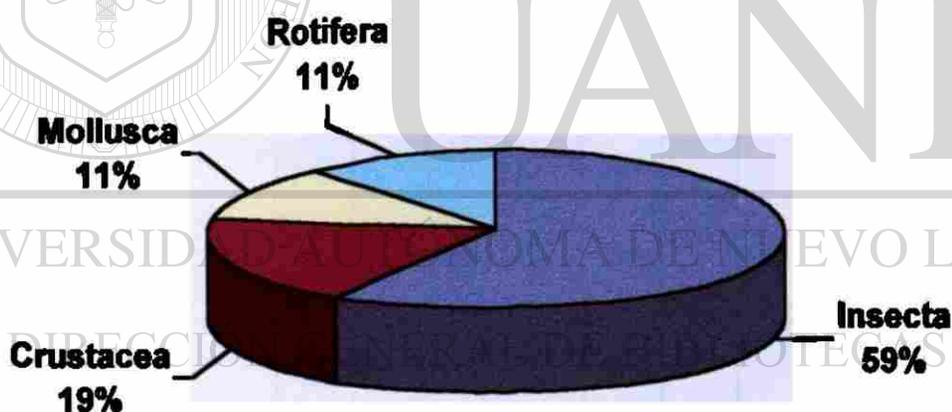


Fig. 25 Abundancia Relativa, Bentos, El Chorro, Arteaga, Coahuila.

Las estaciones con mayor abundancia fueron la X con 16.11%, la VIII con 13.47 y la VII con 12.11%, las de menor abundancia fueron la II y III con un 1.06% y la I con 1.39% ya que estas se ubican en el área con mayor pendiente lo que disminuye el proceso de acumulación de materia orgánica.

**TABLA 9. ABUNDANCIA NUMERICA RELATIVA BENTOS,  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>ROTIFERA</b>												
<i>Brachionus sp.</i>	12	8	6	34	24	52	46	26	36	35	28	32
<b>MOLLUSCA</b>												
<i>Physa mexicana</i>	4	6	6	8	22	25	46	68	40	86	48	32
<i>Gyraulus circumstriatus</i>			1	2	1	8	2	6	9	8	1	3
<i>Pyrgulopsis sp.</i>	2		2	4	13	16	12	19	2	1	2	1
<i>Pisidium sp.</i>		1		16		22		10	2	12	9	2
<i>Fossaria obrussa</i>			1		4		2	1	2		1	1
<b>CRUSTACEA</b>												
<b>OSTRACODA</b>												
<i>Candona sp.</i>	10	6	4	24	28	42	45	48	24	26	28	25
<b>AMPHIPODA</b>												
<i>Hyalella azteca</i>			1		1	3	1	8	4	3	5	3
<b>INSECTA</b>												
<b>Diptera</b>												
<i>Chaoborus sp.</i>	2	2	2	4	4	2	6	12	18	86	1	22
<i>Chironomus sp.</i>	4	6	8	6	78	80	86	112	98	124	98	56
<b>Odonata</b>												
<i>Anax sp.</i>	3	1		8	36	38	42	26	34	29	16	18
<i>Pantala sp.</i>	2	1	2	12	38	42	46	34	44	46	31	36
<i>Argia sp.</i>	4	1		6	28	26	36	38	26	29	25	27
<b>COLEOPTERA</b>		1		2	3	5	6	4	8	4	3	5
<b>EPHEMEROPTERA</b>				2		2		6	8	11	9	6

### Variación de la diversidad a nivel de estaciones de monitoreo

La relación entre presencia-ausencia de especies y la abundancia de cada una de ellas, se expresa en términos de diversidad, la estación con la más alta diversidad  $H' = 0.989$  fue la XII y la menor la I con  $H' = 0.856$  (Fig. 26), sin embargo al contrastar con la diversidad máxima esperada de acuerdo al número de especies presentes en cada estación, es la estación I la que registra la menor diferencia con un valor de 0.098, lo que se refleja en el valor de la equitabilidad o igualdad, ya que registra el valor mayor  $J(H') = 0.898$  y por consiguiente la menor dominancia  $D(H') = 0.102$ , Tabla 10.

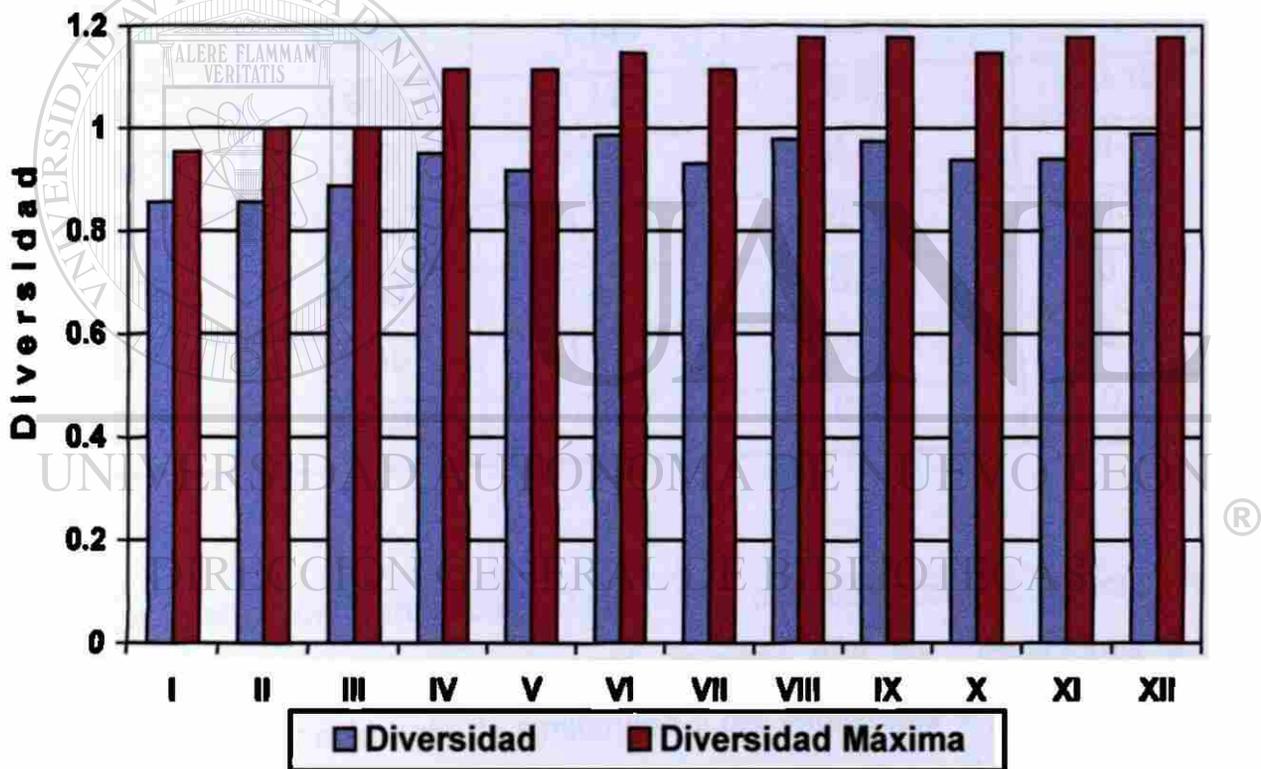


Fig. 26 Diversidad y Diversidad Máxima, Bentos, El Chorro, Arteaga, Coahuila.

El Coeficiente Simple de Dominancia, determinó que la especie *Chironomus* sp. con un 24.36 ocupó el primer lugar en dominancia, seguido de *Physa mexicana* con un 12.27 y *Brachionus* sp. con un 10.92.

TABLA 10. INDICES ECOLÓGICOS, BENTOS, EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA

ESTACION	DIVERSIDAD H'	DIVERSIDAD MAXIMA H' max	EQUITABILIDAD J(H')	DOMINANCIA D(H')
I	0.856	0.954	0.898	0.102
II	0.857	1.000	0.857	0.143
III	0.889	1.000	0.889	0.111
IV	0.952	1.113	0.855	0.145
V	0.918	1.113	0.824	0.176
VI	0.985	1.146	0.859	0.141
VII	0.932	1.113	0.836	0.164
VIII	0.978	1.176	0.832	0.168
IX	0.974	1.176	0.829	0.171
X	0.939	1.146	0.819	0.181
XI	0.940	1.176	0.799	0.201
XII	0.989	1.176	0.841	0.159

La matriz de similitud (Tabla 11) obtenida con la aplicación del Coeficiente de Similitud de Jaccard, muestra que las estaciones II y III registraron el valor más bajo de similitud y las estaciones V y VII, así como las VI y X, VIII con la XI y XII y la IX con la XI y XII y la XI con la XII registran una similitud de 100, en la Fig. 27 se muestra el Dendograma del Análisis Jaccard con los valores de la matriz de similitud.

**TABLA 11. MATRIZ DE SIMILARIDAD, BENTOS, EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA.**

**ESTACIONES**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I		<b>72.72</b>	<b>58.33</b>	<b>69.23</b>	<b>69.23</b>	<b>64.28</b>	<b>69.23</b>	<b>60.00</b>	<b>60.00</b>	<b>64.28</b>	<b>60.00</b>	<b>60.00</b>
II			<b>42.85</b>	<b>76.92</b>	<b>64.28</b>	<b>71.42</b>	<b>64.28</b>	<b>66.66</b>	<b>66.66</b>	<b>71.43</b>	<b>66.66</b>	<b>66.66</b>
III				<b>53.33</b>	<b>76.92</b>	<b>60.00</b>	<b>76.92</b>	<b>66.66</b>	<b>66.66</b>	<b>60.00</b>	<b>66.66</b>	<b>66.66</b>
IV					<b>73.33</b>	<b>92.85</b>	<b>73.33</b>	<b>86.66</b>	<b>86.66</b>	<b>92.85</b>	<b>86.66</b>	<b>86.66</b>
V						<b>80.00</b>	<b>100</b>	<b>86.66</b>	<b>86.66</b>	<b>80.00</b>	<b>86.66</b>	<b>86.66</b>
VI							<b>80</b>	<b>93.33</b>	<b>93.33</b>	<b>100</b>	<b>93.33</b>	<b>93.33</b>
VII								<b>86.66</b>	<b>86.66</b>	<b>80.00</b>	<b>86.66</b>	<b>86.66</b>
VIII									<b>100</b>	<b>93.33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
IX										<b>93.33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
X											<b>93.33</b>	<b>93.33</b>
XI												<b>100</b>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## COMUNIDAD ASOCIADA A MACROFITAS

En la evaluación de la comunidad perifítica se cuantificó el material removido de un sustrato, el transplante y crecimiento de unidades de alga carofítica *Chara spp.* permitió su utilización como sustrato, el material removido a un volumen de 15 lts se fijo en formaldehído al 3%, efectuando cuantificación e identificación de los componentes utilizando criterios y claves propuestos para plancton y bentos. La propagación y establecimiento del alga carofítica permite la retención de detritos orgánicos e inorgánicos que sirve de atractor de organismos detritívoros de hábitos filtradores como son moluscos, anelidos, microcrustáceos, adultos y larvas de insectos terrestres y acuáticos (Fig. 28).

Las estaciones de la I a la IV registraron las menores abundancias de 0.18% a 0.61%, siendo el grupo más importante los ostracodos *Candona sp.*, la estación con mayor abundancia fue la XII con el 21.71%, el grupo más importante fueron los moluscos principalmente el género *Pyrgulopsis sp.* la diferencia en abundancia se debe a la topografía del terreno ya que las primeras cuatro estaciones registran una mayor pendiente y por consiguiente el agua corre con mayor velocidad, en el resto del trayecto la pendiente es menor lo que permite la disminución de la velocidad de la corriente y por consiguiente la mayor retención de partículas (Tabla 12). Los grupos más representativos fueron Mollusca con un 76.42% seguido de Insecta con 14.12% y Microcrustáceos con un 8.51% (Fig. 29)

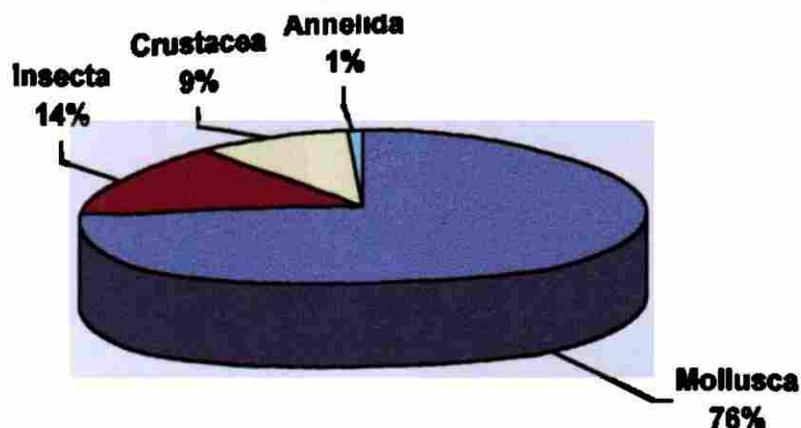
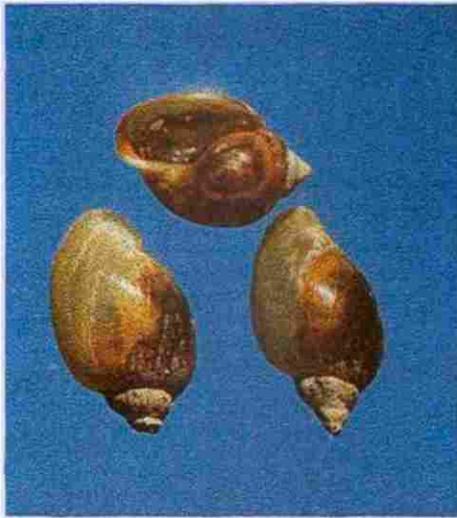
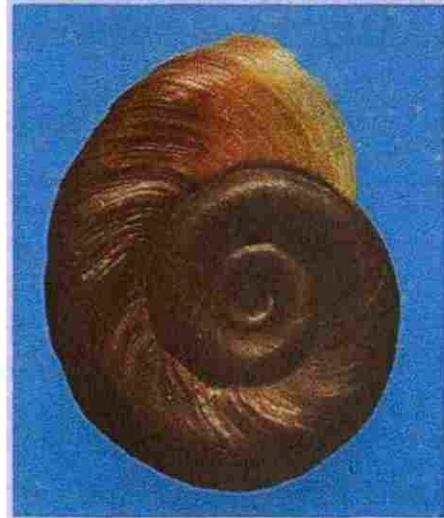


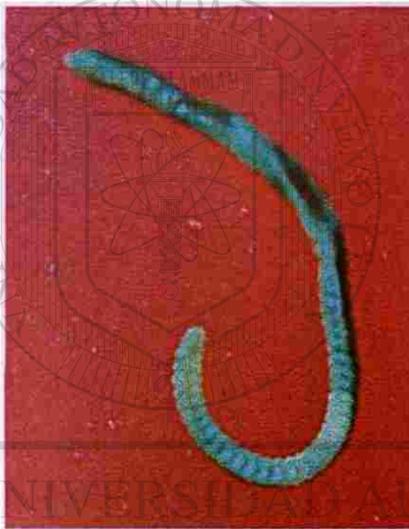
Fig. 29 Abundancia Relativa de organismos asociados a Macrofitas, El Chorro, Arteaga, Coahuila



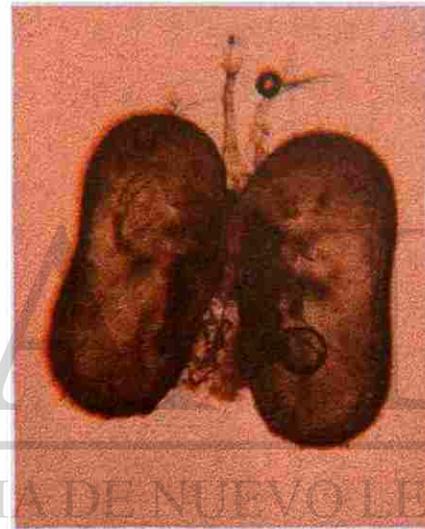
**MOLLUSCA** *Physa mexicana*



**MOLLUSCA** *Gyraulus circumstriatus*



**ANNELIDA** *Enchytraeidae*



**OSTRACODA** *Candona* sp.



**FASES LARVARIAS DE ODONATAS**



**COLEOPTERA** *Hydrophilus* sp.

**Fig. 28 Organismos representativos de la comunidad asociada a Macrofitas.**

**TABLA 12 ABUNDANCIA RELATIVA DE COMUNIDAD ASOCIADA A  
MACROFITAS, EL CHORRO ARTEAGA, COAHUILA.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Plathelminthes Turbellaria</b>												
<i>Dugesia sp.</i>					1	2	2		1		2	
<b>Mollusca</b>												
<b>Gastropoda</b>												
<i>Gyraulus circumstriatus</i>			1	70	146	236	128	98	96	87	126	
<i>Fossaria obrussa</i>		2	1	1	2	3		1	4	2		
<i>Physa mexicana</i>	1	1	2	1	4	8	26	40	56	164	134	124
<i>Pyrgulopsis sp</i>		2	2		4	2	188	308	564	488	616	
<i>Pisidium sp.</i>			3	1	4	7	12	11	18	26	16	38
<b>Annelida</b>												
<b>Oligochaeta</b>		2	2	2	2	4	8	18	4			
<b>Arthropoda</b>												
<b>Crustácea</b>												
<b>Ostracoda</b>												
<i>Candona sp.</i>	2	6	8	7	12	38	10	18	22	36	24	16
<b>Amphipoda</b>												
<i>Hyalella azteca</i>	1	1	1	3	1	12	8	22	18	28	42	86
<b>Insecta</b>												
<b>Coleoptera</b>		3	4	3	5	8	6	4	11	12	8	12
<b>Diptera</b>												
<i>Chironomus sp.</i>	1		1		2	2	4	2	2	4	6	4
<i>Caoborus sp</i>	1	1	2	2	4	4	12	8	86	12	22	16
<b>Ephemeroptera</b>			1		2			12	10	17	22	18
<b>Hemiptera</b>		1		1		2		4	12	20	22	18
<b>Odonata</b>	2	1	2	6	8	23	12	24	14	17	6	5
<b>Trichoptera</b>	1	1		2		2	10	26	18	56	28	16

Las estaciones de la X a La XII registraron las mayores abundancias con valores entre 18.24 a 21.71%, correspondiendo a pozas con mayor anchura que permite la formación de áreas de remanso, que registran la menor pendiente reduciendo la velocidad de la corriente lo que favorece la retención de partícula en la trama formada por la macrofita *Chara spp.* la gran cantidad de partículas retenidas permite el incremento de grupos como los moluscos ya que se alimentan por filtración de detritos orgánicos.

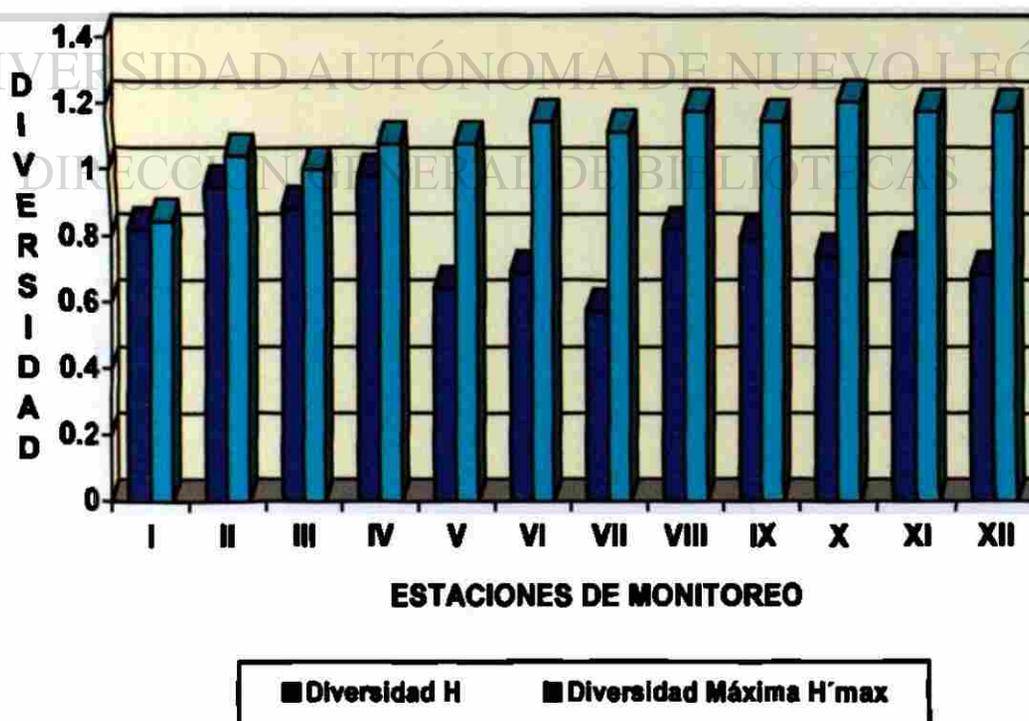
### Variación de la diversidad a nivel de estaciones de monitoreo

La variación entre las diferentes estaciones de monitoreo en cuanto a la presencia-ausencia de especies y la abundancia relativa de cada una de ellas, se expresa en términos de diversidad, los valores de Diversidad  $H'$ , Diversidad Máxima  $H'_{max}$ , Equitabilidad  $J(H')$  y Dominancia  $D(H')$  se expresan en la Tabla 13.

La estación con la más alta diversidad  $H' = 0.980$  fue la IV y la menor la VII con  $H' = 0.574$ , la estación que registró la menor diferencia entre la diversidad  $H'$  y la diversidad máxima esperada considerando el número de especies fue la I donde la  $H'$  fue de 0.820 y la  $H'_{max}$  de 0.845, lo que le da el mayor valor de equitabilidad  $J(H') = 0.971$  lo que significa que las especies registradas se presentaron con abundancias bastantes similares (Fig. 30).

**TABLA 13. INDICES ECOLÓGICOS DE LA COMUNIDAD ASOCIADA A MACROFITAS, EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA.**

ESTACION	DIVERSIDAD $H'$	DIVERSIDAD MAXIMA $H' \max$	EQUITABILIDAD $J(H')$	DOMINANCIA $D(H')$
I	0.820	0.845	0.971	0.029
II	0.946	1.041	0.908	0.092
III	0.883	1.000	0.883	0.117
IV	0.980	1.079	0.908	0.092
V	0.642	1.079	0.595	0.405
VI	0.690	1.146	0.602	0.398
VII	0.574	1.113	0.516	0.484
VIII	0.820	1.176	0.697	0.303
IX	0.790	1.146	0.689	0.311
X	0.741	1.204	0.616	0.384
XI	0.744	1.176	0.633	0.367
XII	0.686	1.176	0.583	0.417



**Fig. 30 Diversidad Actual y Máxima, Comunidad Asociada a Macrofitas.**

El análisis de similaridad indicó que la menor similaridad 43.75% se presento entre las estaciones I y X y la II y la V, la mayor similaridad 100% se registro entre la estación VIII y XIII, siguiendo en valor de similaridad el 93.75% entre las estaciones VIII y X y entre la X con la XI y XII (Tabla 14). El dendograma del análisis cluster se muestra en la Fig. 32.

**TABLA 14 MATRIZ DE SIMILARIDAD, COMUNIDAD ASOCIADA A MACROFITAS  
EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA**

**ESTACIONES DE MONITOREO**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I		50.00	54.54	46.15	46.15	50.00	53.85	46.66	50.00	43.75	46.66	46.66
II			50.00	91.67	43.75	78.57	60.00	73.33	66.66	68.75	73.33	73.33
III				46.67	83.33	60.00	64.29	66.66	71.42	62.50	66.66	66.66
IV					50.00	85.71	66.67	68.75	73.33	75.00	80.00	68.75
V						62.50	78.57	68.75	73.33	75.00	68.75	68.75
VI							80.00	81.25	86.66	87.50	93.33	81.25
VII								75.00	80.00	81.25	75.00	75.00
VIII									81.25	93.75	87.50	100
IX										87.50	93.33	81.25
X											93.75	93.75
XI												87.50

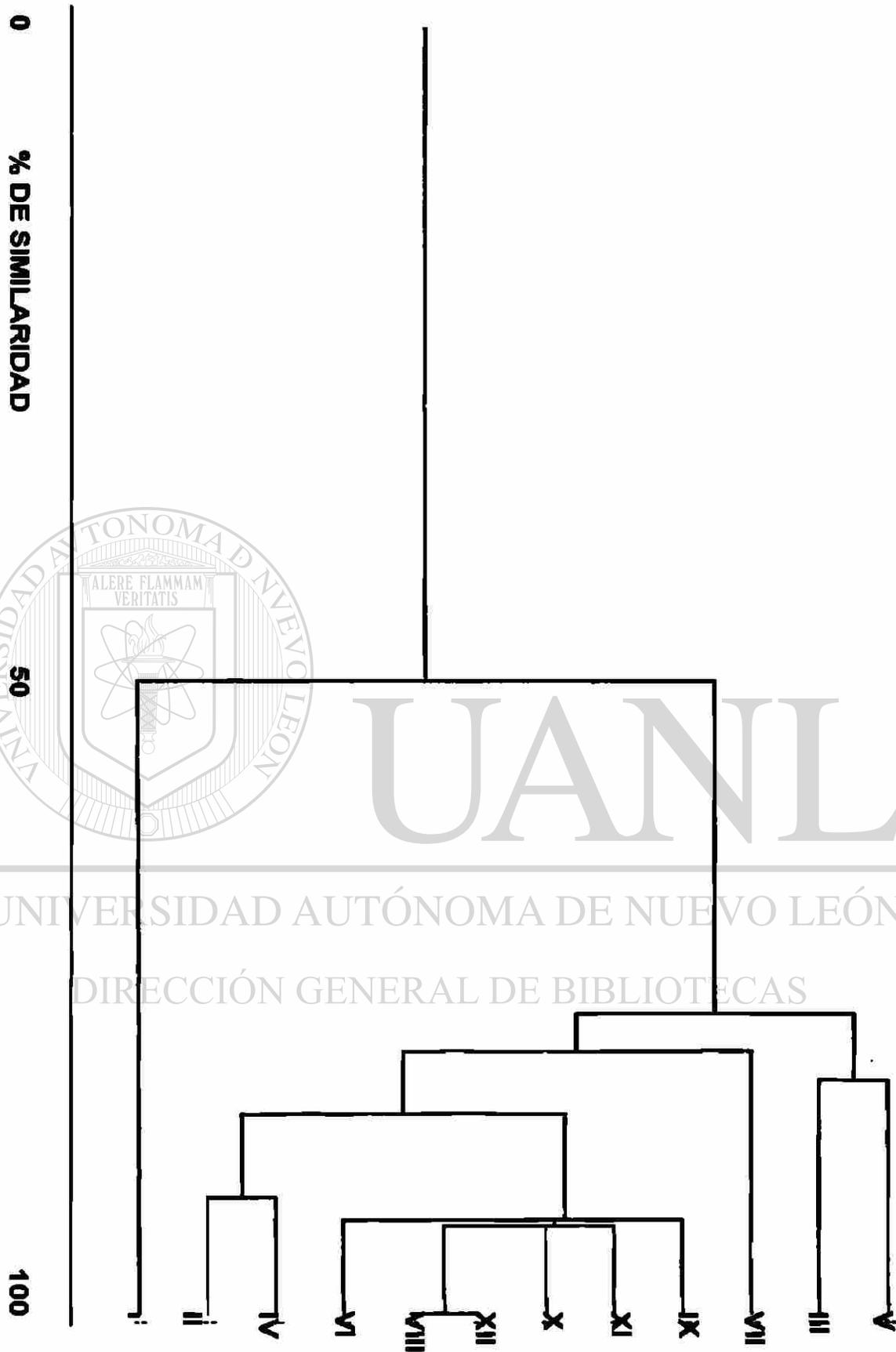


FIG. 32 DENDOGRAMA DE ANÁLISIS CLUSTER JACCARD, MACROFITAS

## CALIDAD DEL HÁBITAT

Los resultados de laboratorio indicaron que la calidad físico químico del agua fué aparentemente uniforme sin cambios significativos en las diferentes estaciones y a través de los monitoreos realizados. En la Tabla 15 se muestran los valores promedios de tres muestreos para cada estación, las muestras procesadas fueron muestras compuestas de cada estación.

Los valores de los parámetros físico químicos mostraron poca variabilidad a nivel estacional (puntos de muestreo) con condiciones normales dado el origen de las descargas, la geología y edafología de la cuenca hidrológica y el proceso de erosión que favorece la remoción y dispersión de elementos; la dureza permanente y total fué el parámetro que limitó la calidad del agua en cuanto a su dureza, sin embargo se consideró que la pozas y cauce del arroyo fueron aptos para el desarrollo de la biota acuática.

### CONDUCTIVIDAD

La conductividad es la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica y depende de la concentración de iones y la temperatura ambiental, se registró una variación de 750 a 840  $\mu\text{mhos/cm}$  en las diferentes estaciones de monitoreo, siendo la estación I la que registró el valor mínimo, concordando con la menor concentración de iones.

### COLOR

El color del agua esta dado por la presencia de iones metálicos naturales como hierro y manganeso, de humus, plancton, restos vegetales; se registró de manera uniforme 8 unidades Pt-Co, muy por abajo del valor máximo aceptable (20).

## TURBIEDAD

La turbiedad es producida por materiales en suspensión como arcilla, cieno ó materias orgánicas e inorgánicas, plancton y otros microorganismos, los niveles de turbiedad no registraron variabilidad en las diferentes estaciones de muestreo ni durante el periodo de monitoreo, se determinó 2 ppm valor bajo, el rango máximo aceptable es de 10 - 25.

## pH (Potencial de Hidrógeno)

Se determinó un rango de variación de 7.5 a 8.0 units, valores ubicados dentro de los niveles máximos permisibles (8 units) referidos por la EPA y la Norma Oficial Mexicana.

## ALCALINIDAD (CaCO<sub>3</sub> ppm)

Parámetro importante en la supervivencia de los peces y la biota acuática, actuando como un buffer durante los cambios de pH debidos a procesos naturales como la actividad fotosintética de la vegetación, la variación entre los meses del monitoreo fué mínima, así como la que se registra a nivel de estaciones, los rangos registrados van de 170.2 a 209.1 ppm.

## SÓLIDOS TOTALES (ppm)

Los sólidos totales disueltos registraron valores que fluctuaron desde 534.8 a 612.0 ppm, las estaciones con menores valores son sistema de rápidos (rabiones) y los de mayor valor remansos, los máximos permisible por la Norma Oficial Mexicana varían de 1000 a 1500 ppm.

TABLA. 15 CARACTERIZACION FÍSICO QUÍMICA, EL CHORRO, ARTEAGA, COAHUILA.

## E S T A C I O N E S

PARAMETRO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Conductividad ( $\mu$ mhos/cm)	750	768	792	806	840	820	810	825	795	815	832	798
Color (unidades Pt-Co)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Turbiedad	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
pH (Potencial de Hidrógeno)	7.5	7.6	7.6	7.7	7.7	7.8	7.7	7.9	7.6	7.8	8.0	8.0
Alcalinidad Total (CaCO <sub>3</sub> ppm)	170.2	171.6	172.0	172.4	174.8	172.8	171.8	172.6	172.4	173.8	209.1	197.6
Dureza Permanente(CaCO <sub>3</sub> ppm)	320.8	328.6	332.0	332.6	345.2	343.8	342.6	340.6	336.4	342.4	345.0	338.2
Dureza Total (CaCO <sub>3</sub> ppm)	490.6	486.2	492.4	502.8	520.0	512.6	518.2	510.6	508.8	512.8	523.2	500.9
Sólidos Totales (ppm)	536.2	542.8	538.2	536.2	560.0	556.2	558.4	554.8	534.8	542.6	612.0	560.0
Magnesio (Mg ppm)	46.2	46.8	48.2	48.6	49.9	47.8	48.6	49.8	46.8	47.6	48.9	48.6
Calcio (Ca ppm)	116.2	114.0	116.8	120.4	124.8	123.8	123.6	124.4	116.8	122.8	124.6	118.2
Nitrógeno												
Nitratos (ppm)	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Nitritos (ppm)	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05	< .05
Cloruros (Cl ppm)	34.0	34.4	35.2	35.0	36.0	35.8	36.0	35.6	34.2	34.8	35.2	36.2
Sulfatos (SO ppm)	240.2	240.8	242.0	246.2	250.0	248.0	246.8	249.8	245.6	246.8	288.0	301.4
Hierro (Fe ppm)	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3

## DUREZA PERMANENTE Y TOTAL (CaCO<sub>3</sub> ppm)

El origen geológico del suelo y las rocas de la región propicia la alta concentración de iones metálicos polivalentes disueltos en el agua, los valores registrados variaron de 320.8 a 345.2 ppm para la dureza permanente, dichos valores tipifican el agua como Muy Dura de tipo 4 de acuerdo a la Clasificación de Dureza del Agua de la U. S. Geological Survey con rangos de 201 a 500 ppm, la dureza del medio condiciona el crecimiento de organismos como el caso del alga *Chara spp*; en el caso de la Dureza Total se registraron valores entre 500.9 a 523.2 ppm.

## MAGNESIO (Mg ppm)

El magnesio es un componente común en las aguas naturales proviene del sustrato, los valores de Magnesio registraron fluctuación entre 46.2 a 49.9 ppm, los máximos aceptables van de 125 a 150 ppm.

## CALCIO (Ca ppm)

El calcio se reporta entre 114.0 a 124.8 ppm, valores normales dadas las características geológicas, edafológicas y morfológicas de las pozas y el cauce del arroyo, ya que al paso del agua por depósitos de caliza, dolomita ó yeso el calcio se va agregando, los valores máximos aceptables van de 75 a 200 ppm.

## CLORUROS (Cl ppm)

Los valores registrados de cloruros fluctuaron entre 34.0 a 36.2 ppm, el origen de las descargas hace factible que las concentraciones registradas sean bajas, los máximos permisibles fluctúan entre 250 y 600 ppm.

## NITRÓGENO

El nitrógeno se determinó en forma de nitratos y nitritos, estos generalmente se presentan en forma de trazas en las aguas superficiales, los nitratos se reportaron en valores menores a 5 ppm y los nitritos en valores menores a 0.05, dentro de los rangos máximos aceptables, este elemento es determinante como nutriente para el crecimiento de la vegetación.

## SULFATOS (SO ppm)

El sulfato se distribuye ampliamente en aguas naturales con valores máximos aceptables entre 240.2 y 400 ppm, en la zona los registros fluctuaron entre 245.6 y 301.4 ppm, se asocia con otros iones metálicos como sodio y magnesio.

## FIERRO (Fe ppm)

Se detectaron valores menores a 0.3 ppm, valor menor a lo determinado por la EPA de 1.00 mg/lit (ppm) para el desarrollo de la vida acuática, ya que el fierro es un componente importante para la fertilidad de los suelos y el crecimiento de la vegetación.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La determinación de los parámetros poblacionales de la especie *Gila modesta* (Garman, 1881) es de gran importancia dado su reconocimiento como especie en peligro por Deacon et al (1979), de especial interes por Williams (1989), situación provocada por destrucción o modificación de su habitat o rara de acuerdo a la NOM-059-ECOL-1994 ya que su población es biológicamente viable, pero muy escasa de manera natural o su distribución restringida a habitats muy específicos.

La situación de la población de *Gila modesta* se considera seria, concordando con lo manifestado por Contreras (1964), ya que frecuentemente se ve expuesta a cambios radicales en las condiciones de su habitat, por alteraciones provocadas por accidentes ocurridos en el trayecto del arroyo El Chorro, a partir de derrame de tolueno ocurrido en 1996 la especie *Carasius auratus* se elimino del arroyo El Chorro. La población se distribuye en el arroyo El Chorro afluente del río Salinas, reconociendo esta como su localidad típica (Espinoza Perez, 1993 y Robins et al. 1991)

La identificación de la especie se baso en su descripción y en registros merísticos y morfométricos, como son Escamas en la línea lateral entre 62 y 68, radios en la dorsal 9 y branquiespinas 8, comparativamente el número de escamas se corre hacia los valores superiores reportados por Salas Martínez (1971), pero dentro del rango que permite el reconocimiento de la especie *Gila modesta*.

El análisis cualitativo y cuantitativo del material obtenido del tracto digestivo define la especie en el nivel trófico de Insectívoro Generalizado, el Índice de Valor Biológico determina que los items más importantes son insectos 58%, algas de tipo bacillariophytas 20.1%, microcrustáceos 10.2% y algas de tipo cyanophytas

con un 7.7%, se considero que registra una selección activa sobre los insectos y las algas cyanophytas ya que reportan los valores más altos de Electividad, por la distribución de los items en el habitat y su forma de obtención de alimento concuerda con la descripción de Robins et al (1991) al considerarla especie bentopelágica.

Los items electivos en la dieta de la *Gila modesta* se asocian a areas de vegetación acuática, preferentemente de *Chara spp.* ya que por su estructura forma complejos que actúan como trampas de material flotante que a su vez permiten el desarrollo de especies de algas tipo bacillariophytas que atraen microcrustáceos e insectos favoreciendo la disponibilidad de alimento, lo que arraiga la población en estas áreas, como lo sugiere Rodríguez G. y Vega Treviño (1977).

La sardina de Arteaga *Gila modesta* presenta dimorfismo sexual en base a coloración epigámica evidente en la época de reproducción que se determino para los meses de marzo a mayo, seleccionan áreas con remansos laterales al cauce del arroyo, similar a lo reportado por Riel y Baensch (1991) que menciona que la especie es dioica y con fecundación externa. Las hembras producen en promedio 977.41 óvulos maduros, la fecundidad se relaciona en forma proporcional con el incremento en talla más que con el peso. Se obtuvo registro del desarrollo larvario, al registrar en las áreas de reproducción organismos en fase de Protolarva.

Los registros de 245 ejemplares con un rango en talla de 20 a 135 mm y un rango en peso de 0.1 a 28.9 gr. utilizados en la relación Longitud-Peso definen a la especie *Gila modesta* con un crecimiento de tipo alométrico, determinando la ecuación  $P = 0.00000107L^{3.488}$ , la relación del peso real de los ejemplares con el peso estandarizado con la ecuación de alometría determinan que el peso relativo promedio es de 124.56 lo que se considera satisfactorio ya que el valor esperado es de 100.

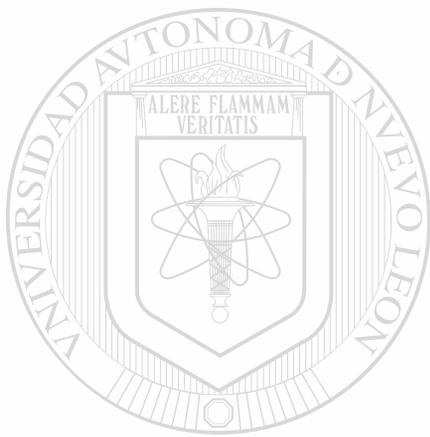
Se colectaron ejemplares en fase de Protolarva que se mantuvieron en cautiverio, en condiciones naturales pero con un aporte alimenticio constante en base a pulga de agua, logrando en seis meses incrementos que permitieron alcanzar la talla máxima de 58 mm con un peso máximo de 1.7 gr. En base al registro de ejemplares en el ciclo 2000 se determinó una estructura demográfica representada por cuatro grupos edad, la talla ajustada por el modelo de Von Bertalanfy fueron Edad I 37.96 mm, Edad II, 57.46 mm, Edad III 74.15 mm, Edad IV 88.42 mm, la longitud máxima esperada según el modelo es de 172.8 mm. Los especímenes mantenidos en cautiverio alcanzan en seis meses la talla de ejemplares cercanos a la Edad II, datos importantes en programas de repoblación.

La comunidad planctónica esta constituida por 18 planctones, siendo las más importantes *Closterium sp.*, *Tabellaria sp.*, *Cocconeis sp.*, las 12 estaciones presentan diferencias en diversidad, dominancia y similaridad, resultado de las características topográficas que inducen cambios en la velocidad de la corriente y en la distribución de los organismos, dado que el estudio es continuación de un programa de bioremediación realizado en 1997, la comunidad no presenta diferencias significativas con respecto a Torres y Barajas (1997) y Torres Muñiz (1998), se registra un proceso de sucesión después de la retrogresión que sufrió el ecosistema.

La comunidad bentónica esta dominada por especies como *Chironomus sp.*, *Physa mexicana* y *Brachionus sp.*, formas bentónicas de hábitos filtradores, las estaciones de la VII a la XII que se ubican en la porción con menor pendiente del cauce del arroyo registran mayor abundancia dada la mayor deposición de sedimentos. La comunidad asociada a las macrofitas registra una alta dominancia de moluscos como las especie *Pyrgulopsis sp.*, *Gyraulus circumstriatus*, *Physa mexicana* reportadas por Contreras Arquieta (1991), siendo *Pyrgulopsis sp.* la de

mayor abundancia con un 42.84%, la estación VII registra el valor más alto de dominancia 0.484 ocupando el *Gyraulus circumstriatus* el 68.80% de la abundancia total.

El arroyo El Chorro registra condiciones adecuadas para el desarrollo de la biota incluyendo la sardina de Arteaga *Gila modesta*, sus características fisicoquímicas indican su nivel de recuperación ya que por la hidrología de la cuenca el agua escurre de la sierra La Nieve.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LITERATURA CITADA

- Ahlstrom, E.H., J.L. Butler and B. y Sumida. 1976 Pelagic stromateoid fishes (Pisces, Perciformes) of the eastern Pacific: kinds, distributions and early life histories and observations on five of these from the northwest. Atlantic Bulletin of Marine Science, U.S.A. 26: 285-402
- Anderson, R. O. y R. M. Neumann. 1966 Length, Weight, and Associated Structural Indices. Pags. 447 – 482. en B.R. Murphy and D.W. Willis, editors. Fisheries Techniques. 2a. Ed., American Fisheries Society, Bethesda Maryland. U.S.A.
- Apha, Awwa, Wpcf. 1992 Métodos Normalizados para el Análisis de agua y aguas residuales. Ediciones Díaz de Santos, S.A. España.
- Bagenal, T. 1978 Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water. Blackwell Scientific Publications, 3a. Ed. U.S.A.
- Basic Fishery Biology Programs. 1985 Fishfarm. Elsevier Scientific Publishers. U.S.A.
- Berg, L.S. 1940 Classification of fishes both recent and fossil. Trav. Inst. Zool. Acad. Sci., URSS, 5:87-517. Reprint 1947. Edwards Brothers, Ann Arbor, Mich. U.S.A.
- Borror, D. M. 1976 An introduction to the study of Insects. Holt, Rinehart and Winston, U.S.A.

- Bowen, Stephen H. 1996 Quantitative Description of the Diet. Pags. 513 – 529.  
en B.R. Murphy and D.W. Willis, editors. Fisheries Techniques. 2a. Ed.  
American Fisheries Society, Bethesda Maryland. U.S.A.
- Brower, J.E., J. H. Zar and C.N. Von Ende. 1990 Field and Laboratory Methods  
for General Ecology.  
Wm. C. Brown Publishers, 3a. Ed. U.S.A.
- Busacker, G.P., I.R. Adelman y E.M. Goolish. 1990 Growth. Pages 363-387 in  
C.B. Schreck and P.B. Moyle, Editors. Methods for Fish Biology. American  
Fisheries Society, Bethesda, Maryland. U.S.A.
- Comisión del Territorio Nacional 1975 Cartas Geológica, Edafológica, Uso del  
suelo, Topográfica G14C34, Arteaga, Coahuila. Secretaria de Programación  
y Presupuesto, México.
- Contreras Balderas, Salvador. 1964 Perspectivas de la Ictiofauna en las Zonas  
Aridas del Norte de México.  
Mem. Simp. Intern. sobre el Aumento de la Producción de Alimentos en  
Zonas Aridas. ICASALS Publ. 3 :293-304, México.
- Contreras Arqueta, Alberto. 1991 Caracoles Dulceacuícolas (Mollusca,  
Gastropoda) de la Subcuenca San Juan, Tributario del Río Bravo, Noreste  
de México. Tesis Profesional Inédita, Fac. de Ciencias Biológicas, UANL,  
pp. 49-79, México.
- Deacon, J.E., G. Kobetich, J.D. Williams, S. Contreras. 1979 Fishes of North  
America Endangered, Threatened, or of Special Concern: Fisheries, A  
Bulletin of the American Fisheries Society, Vol. 4 No.2: 30-44, U.S.A.

- De la Cruz Aguero, Gustavo. 1994 Anacom. Sistema para el Análisis de Comunidades.  
Departamento de Pesquerías y Biología Marina, CICIMAR – I. P. N. México.
- DeVries , D.R. and R. V. Frie. 1996 Determination of Age and Growth. Pages 483-512 in B.R. Murphy and D. W. Willis, editors. Fisheries Technique, 2nd Edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. U.S.A.
- Edmonson, W. T. 1959 Freshwater Biology.  
John Wiley and Sons, Inc. 2a. Ed. U.S.A.
- Espinoza Perez, H., Ma. T. Gaspar Dillanes y P. Fuentes Mata. 1993 Listados Faunísticos de México. III. Los Peces Dulceacuícolas Mexicanos.  
Depto. de Zoología, Instituto de Biología, U. N. A. M. México.
- Gulland, J.A. 1971. Manual de Métodos para la Estimación de Peces. Parte I: Análisis de Poblaciones de Peces  
FAO Manuales C.P. 164p. Roma.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1986 Hidrología del Estado de Coahuila. Dirección General de Geografía. México.
- Isaac, V. J. 1990 The accuracy of some length-based methods for fish population studies.  
Internacional Center for Living Aquatic Resources Management Technical Report 27, Manila, Phillipines.
- Krebs, Ch. J. 1985 Ecología: Estudio de la Distribución y la abundancia. Harla, S.A. de C.V., México.

López Ramos, E. 1980 Geología de México.

Tomo II, 2ª. Edición.

Mc Aleece, Neil. 1997 Biodiversity Profesional, V. 2

The Natural History Museum & The Scottish Association of Marine Science,  
U.S.A.

Merritt, R.M. and K.W. Cummins. 1983 An Introduction to the Acuatic Insects of  
North America.

Kendall Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 2a. Ed. U.S.A.

Murphy, B. R. and D. W. Willis (Editores). 1996 Fisheries Techniques. 2a. Ed.

American Fisheries Society, Bethesda Maryland, U.S.A.

Pennak, R.W. 1978 Fresh Water Invertebrates of the United States.

A Wiley Interscience Publication United States of America, 2a. Ed.

---

Prescott, J. J. 1971 How to know the Freshwater Algae.

Brown, Dubuque, Iowa. U.S.A.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Poder Ejecutivo Federal. 1995 Plan Nacional de Desarrollo 1995 – 2000

Secretaria de Hacienda y Crédito Público. México.

Ricker, W. 1975 Computations and Interpretation of Biological Statistics of Fish  
Population.

Fish. Res. Board of Can. Ottawa, Canada, Bull. 191: 382 pp. Canada.

Riel, R. and H.A. Baensch. 1991 Aquarien Atlas.

Band. 1. Melle: Verlag für Natur-und Heimtierkunde, Germany.

Robins, C.R., R.M.Bailey, C.E. Bond, J.R. Broker, E.A. Lachner, R.N. Lea and W.B. Scott. 1991 World Fishes important to North Americana, Exclusive of species from the continental waters of the United States and Canada. American Fisheries Society, Bethesda Maryland, Spec. Publ. (21): 243 p, U.S.A.

Rodríguez Gamez, A. y A. Vega Treviño. 1977 Estudio Comparativo de la Ictiofauna del Sureste de Coahuila. Manuscrito. México.

Salas Martínez, Ma. Gregoria Gpe. 1971 Ictiofauna del complejo de Cuencas Nazas, Aguanaval, Parras y del Chorro de los Estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, México.  
Tesis Profesional Inédita, , Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 96 pp. México

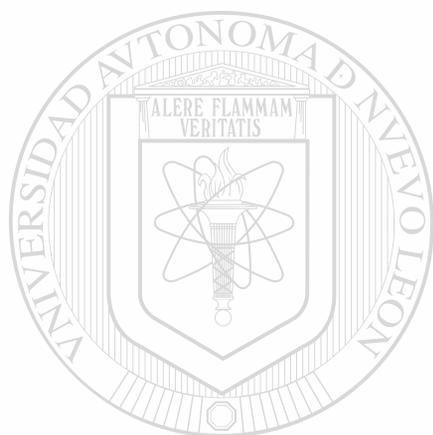
Sanders, H.L. 1968 Marine Benthic Diversity: a comparative study. Amer. Nat. 102: 243, U.S.A.

Secretaría de Desarrollo Social. 1994 Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.  
Diario Oficial de la Federación. México.

Schlosser, I. J. 1982 Fish community structure and function along two habitat gradients in head water stream.  
Ecological Monographs. 52(4): 395-474, U.S.A.

- Snyder, D. E. 1981 Contributions to a guide to the Cypriniform fish larvae of the Upper Colorado River System.  
United States Bureau of Land Management, Biological Sciences Series 3, Denver Colorado, U.S.A.
- Torres Morales, M. y L. A. Barajas Martínez. 1997 Restauración ambiental por Impacto Toxicológico de derrame de tolueno en el arroyo Los Chorros, Arteaga, Coahuila.  
Depto. de Ecología, Fac. De Ciencias Biológicas. Informe Técnico, PROFEPA-SEMARNAP-Estado de Coahuila. México.
- Torres Muñiz, Alma Elizabeth. 1998 Monitoreo de la comunidad planctónica, bentónica y asociada a macrofitas, en un transecto impactado del arroyo Los Chorros, Arteaga, Coahuila, México.  
Tesis Profesional inédita, Fac. De Ciencias Biológicas, UANL.
- Vanderploeg, H.A. and D. Scavia. 1979 Two electivity indices for feeding with special references to zooplankton grazing.  
Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 36:362-365 pp. Canada
- Wege, G.J. and R.O. Anderson. 1978 Relative weigth ( $W_r$ ): a new index condition for largemouth bass. Pages 79-91 in G.D. Novinger and J.G. Dillard. New approaches to the management of small impoundments. American Fisheries Society, North Central Division, Special Publications 5, Bethesda, Maryland. U.S.A.
- Whitford, L.A. and G. J. Schumacher. 1973 A Manual of Freshwater Algae.  
Sparks Press, Raleigh, N. C. U.S.A.

**Williams, J.E., J.E. Johnson. D.A. Hendrickson, S. Contreras-Balderas, J.D.  
Williams, M. Navarro-Mendoza, D.E. McAllister and J.E. Deacon. 1989 Fishes of  
North America Endangered, Threatened, or of Special Concern:1989  
Fisheries : A Bulletin of the American Fisheries Society (Bethesda) 14 (6) :  
2-20. U.S.A.**



**UANL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

®

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

