

## 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.*, *Hyaella 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.

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 alometria y en el calculo 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 area, se aplicó Indices 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 :

#### **Indice 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

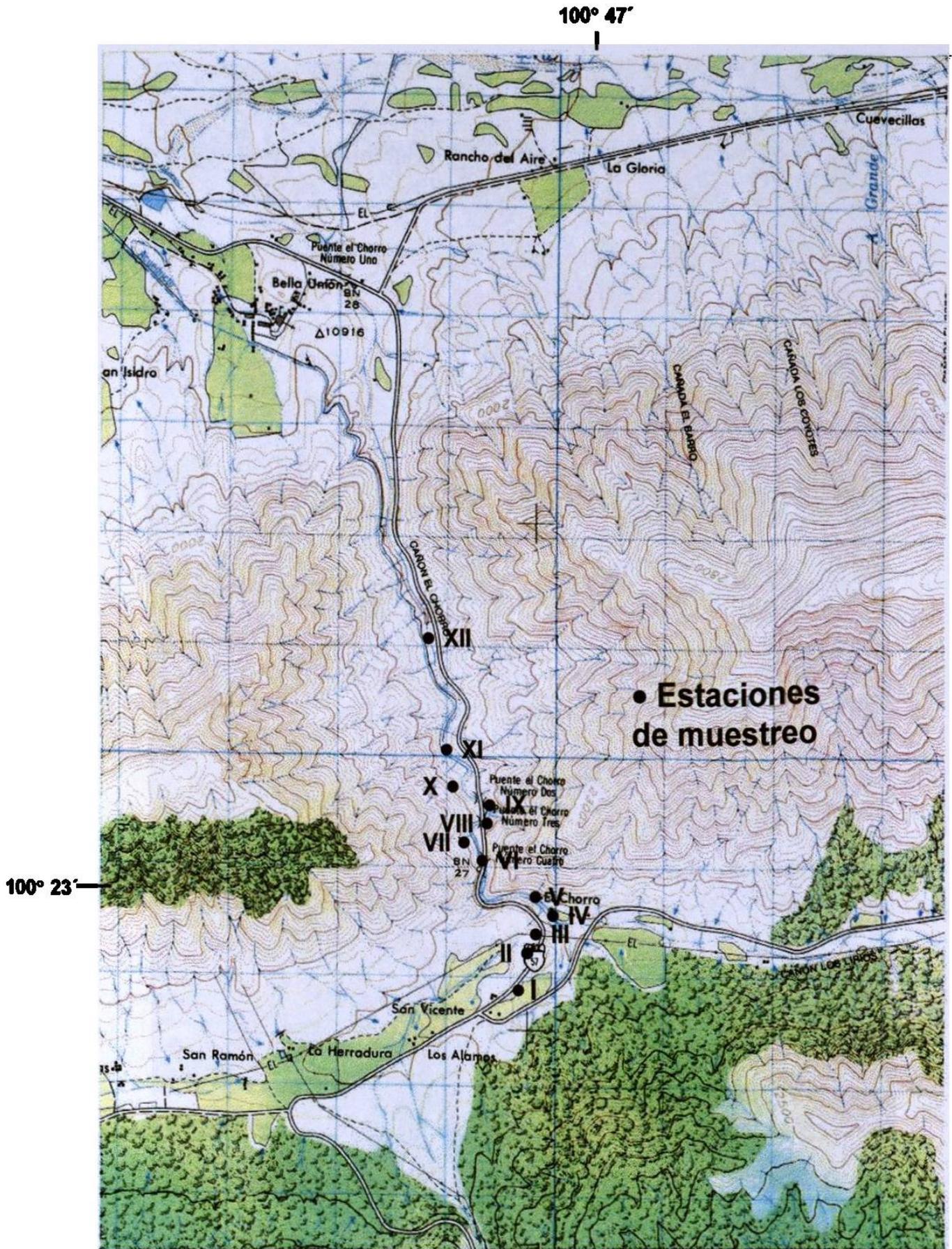


Fig. 1 Ubicación del área de Estudio, arroyo El Chorro, Carta Topográfica, G14C34, Arteaga. Coahuila.



**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.

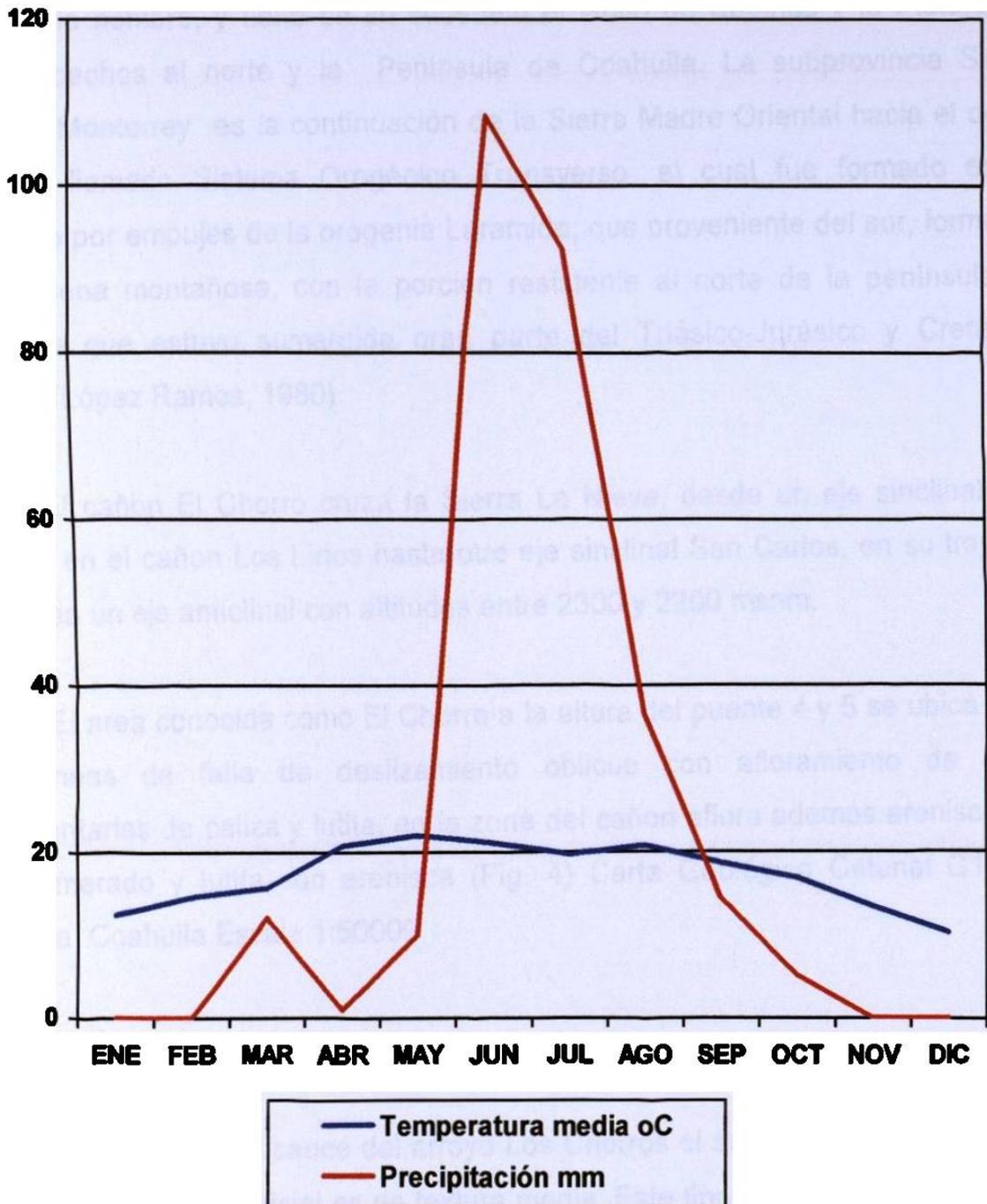
Información de la Comisión Nacional del Agua indica que durante los periodos comprendidos de 1997 a 1999 los parámetros registraron la siguiente variación:

|            | Temperatura<br>máxima | Temperatura<br>mínima | Temperatura<br>media | Precipitación<br>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.

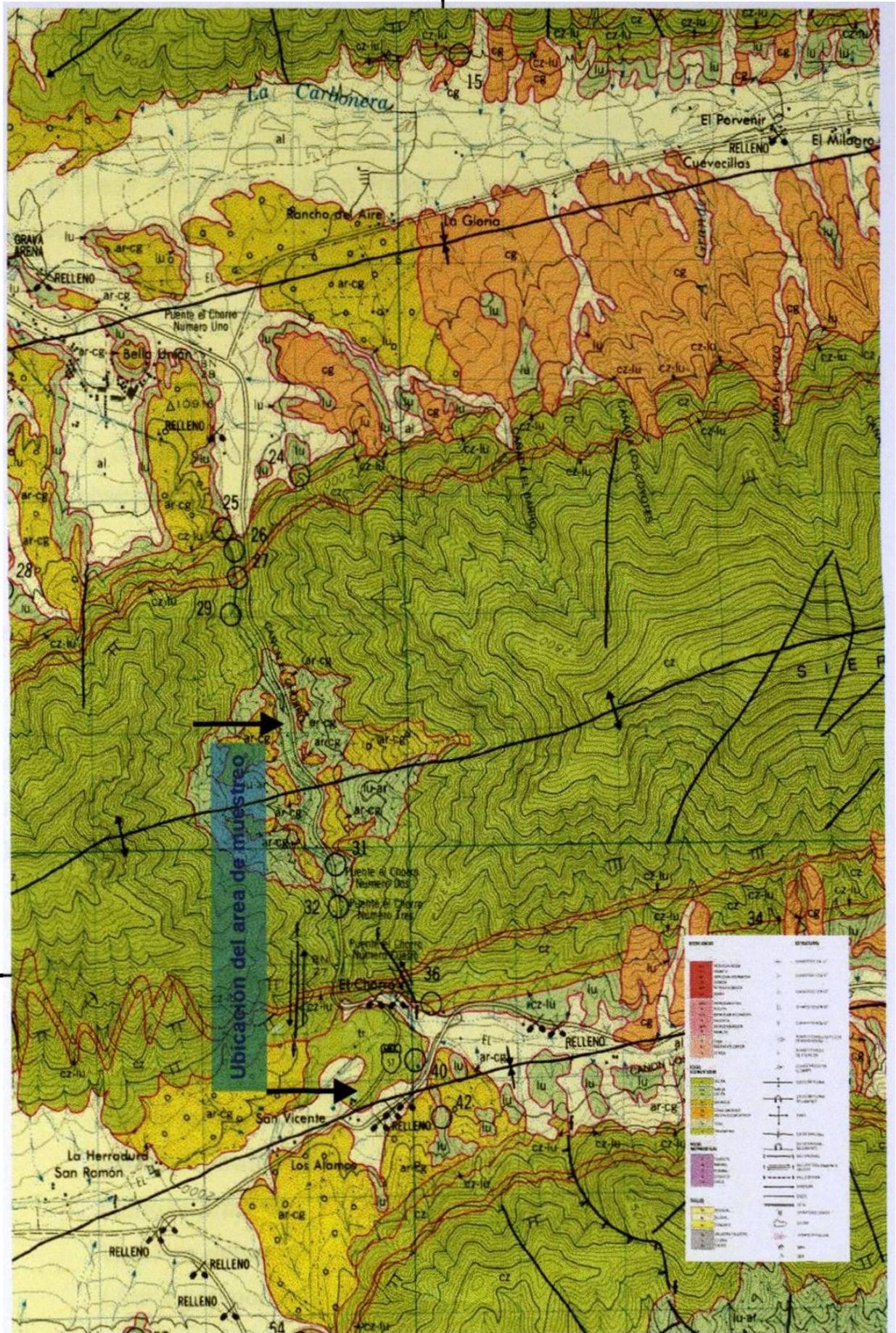
El area conocida como El Chorro a la altura del puente 4 y 5 se ubica entre dos lineas de falla de deslizamiento oblicuo con afloramiento de rocas sedimentarias de caliza y lutita, en la zona del cañon aflora además arenisca con conglomerado y lutita con arenisca (Fig. 4) Carta Geológica Cetenal G14C34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

## Vegetación

La vegetación dominante en las laderas y en la parte baja del cañon El Chorro es Matorral roseto filo 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:

| <b>NOMBRE CIENTIFICO</b>    | <b>NOMBRE COMUN</b> |
|-----------------------------|---------------------|
| <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'

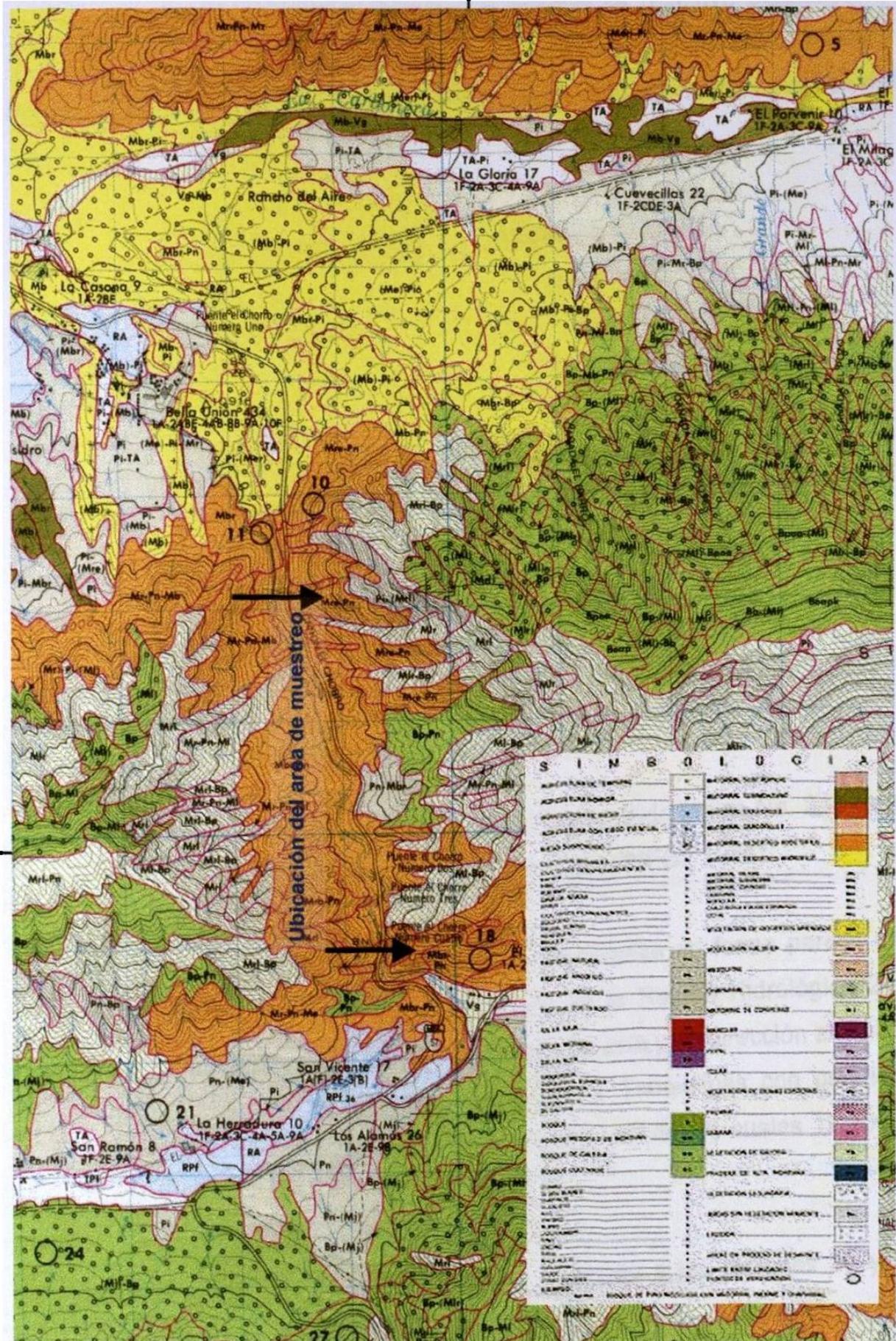


Fig. 6 Asociaciones vegetales del área de Estudio, Carta Uso del Suelo G14C34 , Arteaga, Coahuila.

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.

## 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

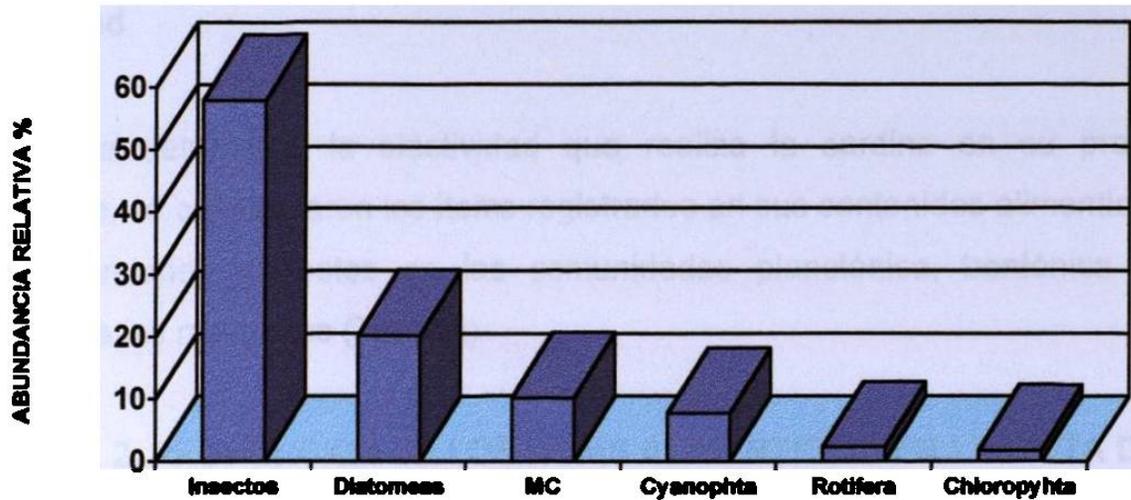
Se efectuó análisis cualitativo y cuantitativo del material contenido en tractos digestivos de 20 ejemplares, con un rango de talla entre 74 - 93 mm y un rango en peso de 5.2 a 8.3 gr., se identificaron restos de insectos, formas larvarias y adultas de insectos acuáticos y terrestres, algas de tipo clorofitas,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

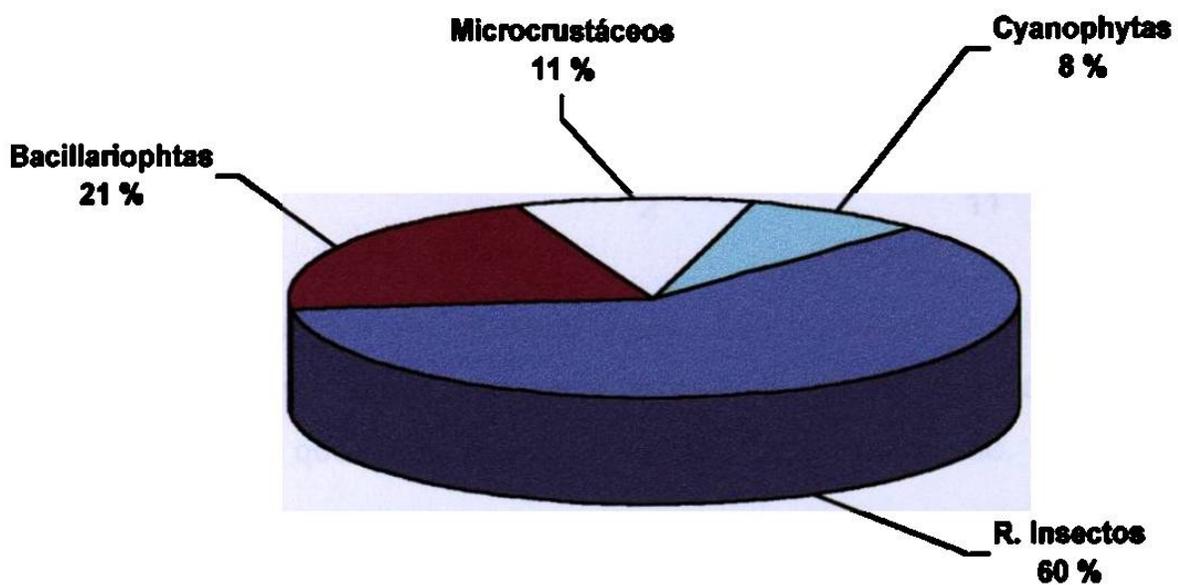
**TABLA 1. INDICE DE VALOR BIOLÓGICO DE ITEMS ALIMENTICIOS.**

| ITEM                     | ABUNDANCIA<br>% | I. V. B.<br>% 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.**

| <b>ITEM ALIMENTICIO</b> | <b>PROPORCION EN LA DIETA</b> | <b>PROPORCION EN EL AMBIENTE</b> |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Restos de Insectos      | 58                            | 34                               |
| Bacillariophytas        | 20                            | 30                               |
| Restos Microcrustáceos  | 10                            | 14                               |
| Cyanophytas             | 8                             | 4                                |
| Rotiferos               | 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<br/>ELECTIVIDAD</b> |
|-------------------------|---------------------------------|
| Restos de Insectos      | 0.9364                          |
| Bacillariophytas        | 0.8448                          |
| Restos Microcrustáceos  | 0.8544                          |
| Cyanophytas             | 0.9455                          |
| Rotíferos               | 0.7118                          |
| Clorophytas             | 0.5283                          |

## 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**

| <b>No. de ovulos</b> | <b>Peso (gr)</b> | <b>LT (mm)</b> |
|----------------------|------------------|----------------|
| 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             |

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.

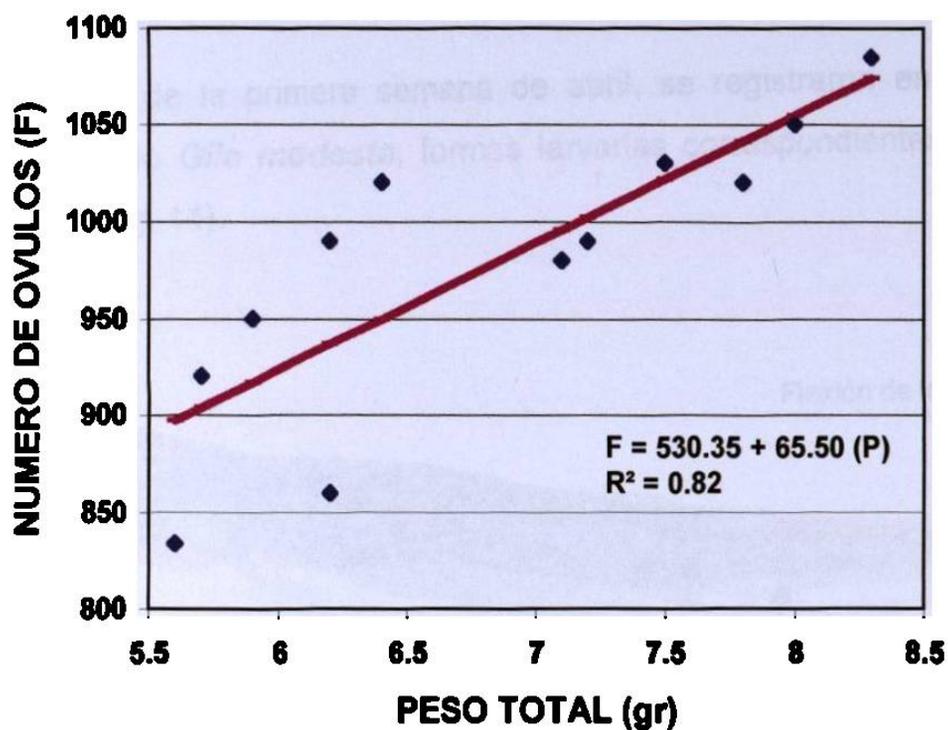


Fig. 12 Relación entre Peso Total y Número de óvulos, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila

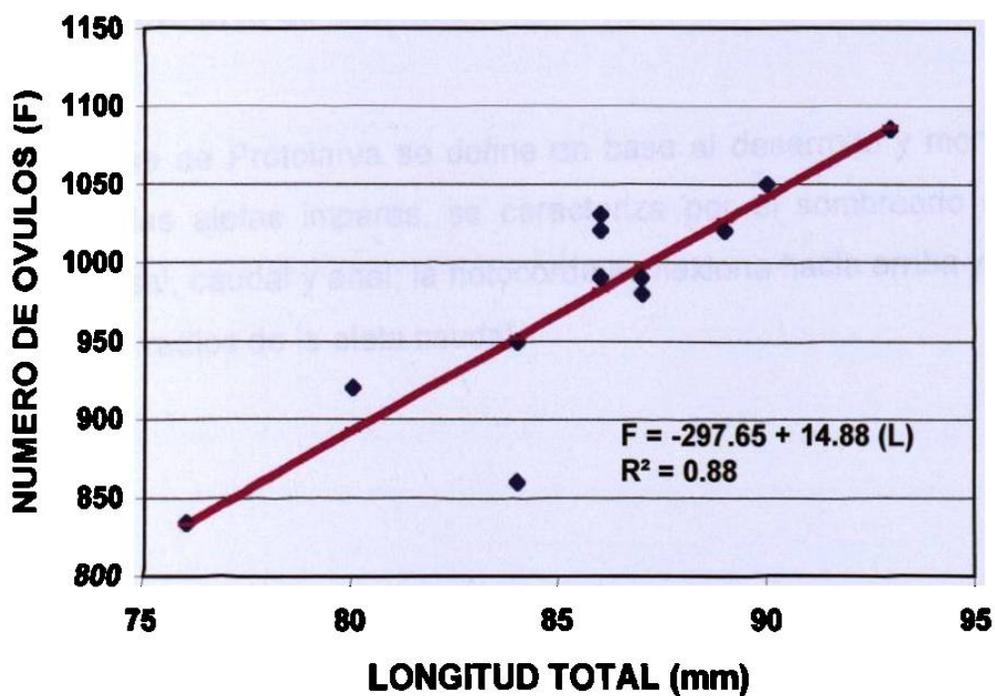


Fig. 13 Relación entre Longitud Total y Número de óvulos, *Gila modesta*, El Chorro, Arteaga, Coahuila

## 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.

### 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.