



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOLOGIA  
POSTGRADO DE ECOLOGIA TROPICAL

*Ecología de la trucha arco  
iris, Salmo gairdnerii  
Richardson, 1836, en una  
quebrada del Estado Mérida,  
Venezuela*

HILDA BASTARDO DE COLMENARES

*Tesis presentada como requisito  
parcial para la obtención del grado  
de Magister Scientiae.*

Mérida, febrero de 1990

VEREDICTO

Quienes suscriben, integrantes del Jurado designado por el Consejo de la Facultad de Ciencias con fecha 05/02/90, para conocer y emitir veredicto sobre la Tesis presentada por HILDA ROSA BASTARDO DE COLMENARES para optar al título de Magister Scientiae en Ecología Tropical y que se titula:

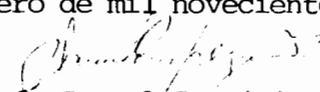
ECOLOGIA DE LA TRUCHA ARCO IRIS, Salmo gairdnerii

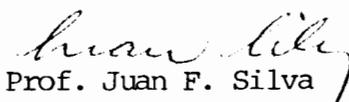
Richardson 1836, EN UNA QUEBRADA DEL ESTADO MERIDA, VENEZUELA

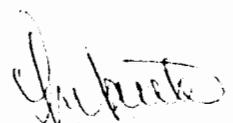
hacen constar lo siguiente:

PRIMERO: Que hoy, 09-02-90, a las 4 p.m., nos constituimos como Jurado en el aula A-1 de la Facultad de Ciencias y designamos como Presidente del Jurado al Prof. Samuel Segnini. SEGUNDO: A continuación procedimos a discutir el trabajo presentado a nuestra consideración con el fin de decidir si se procedía a su defensa pública. Luego de considerar las observaciones y críticas de cada jurado, acordamos por unanimidad autorizar su presentación. TERCERO: A las 5 p. m., de este mismo día, el Jurado se reunió en el aula A-1 de esta Facultad y se procedió al acto público de sustentación del Trabajo de Tesis presentado, a requerimiento del Jurado. CUARTO: Una vez concluida la sustentación correspondiente, el Jurado interrogó a la aspirante sobre diversos aspectos a que el trabajo se refiere. QUINTO: Seguidamente, el Presidente del Jurado invitó al público asistente a formular preguntas y observaciones sobre el trabajo presentado. SEXTO: Una vez concluido el acto de presentación, el Jurado procedió a su deliberación final y concluyó que: SE APRUEBA LA TESIS DE MAESTRIA PRESENTADA A NUESTRA CONSIDERACION Y SE RECOMIENDA SU PUBLICACION.

En fe de lo cual firman en Mérida, a los nueve días del mes de febrero de mil novecientos noventa.

  
Prof. Samuel Segnini

  
Prof. Juan F. Silva

  
Prof. Otto Infante



El análisis de las truchas para obtener la información sobre algunos aspectos reproductivos y hábitos alimenticios de este salmónido se realizó en el Laboratorio de Ecología de Insectos del grupo de Parasitología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes. Algunas determinaciones de pH se realizaron en el Laboratorio de Espectroscopia Molecular de esta Facultad y en el Laboratorio de Suelos del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP).

Este trabajo se realizó bajo la tutoría de los profesores **Samuel Segnini** de la Universidad de los Andes y **Otto Infante** de la Universidad Central de Venezuela.

## AGRADECIMIENTOS

A mi esposo, quien supo comprender la falta de atención a las actividades hogareñas durante el desarrollo de esta maestría y a mi madre de quien recibí un invalorable apoyo moral.

A los Drs Otto Infante y Samuel Segnini quienes en su función de tutores me ayudaron en la metodología aplicada en el laboratorio e igualmente en la revisión crítica del manuscrito.

Quiero agradecer con especial cariño al Dr. Juan Silva por su valiosa ayuda en el capítulo de Ecología de Poblaciones. Igualmente un agradecimiento muy especial al Dr. Alex Flecker de la Universidad de Maryland (USA) por su colaboración en la metodología utilizada en el muestreo de los invertebrados acuáticos y en la identificación de algunos de estos insectos.

Al Dr. Osman Rosell por haber permitido la realización del análisis de las truchas en el Laboratorio de Ecología de Insectos, así como también el uso de algunos equipos.

Al Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), quien financió este trabajo como parte del proyecto 02-50-12001-001.

Al Profesor Jimmy Palazzo por su colaboración en el uso de la computadora.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a mis compañeros de estudio: Cecile, Clara, Yudith, Belgy y Hugo, con quienes compartí momentos de angustia y de gran alegría.

## INDICE

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>9</b>
<b>Características físicas y químicas del agua de la quebrada Mucunután.....</b>	<b>9</b>
Introducción.....	9
<b>Metodología.....</b>	<b>12</b>
Temperatura.....	12
Oxígeno disuelto.....	13
pH.....	13
Alcalinidad total.....	13
Dureza total.....	13
Calcio.....	13
Caudal.....	14
<b>Resultados.....</b>	<b>16</b>
Temperatura.....	16
Oxígeno disuelto.....	16
Alcalinidad, dureza, calcio y pH.....	18
Caudal.....	21
<b>Discusión.....</b>	<b>22</b>
Temperatura y oxígeno.....	22
Alcalinidad, dureza y pH.....	25

<b>CAPITULO II.....</b>	<b>29</b>
<b>Características ecológicas de las truchas en</b>	
<b>la quebrada Mucunután.....</b>	<b>29</b>
Introducción.....	29
<b>Metodología.....</b>	<b>31</b>
Captura de truchas.....	31
Relación talla-peso.....	36
Factor de condición (K).....	37
Producción de truchas.....	37
<b>Resultados.....</b>	<b>39</b>
Composición de tamaño de la población.....	39
Relación talla-peso.....	44
Factor de condición.....	46
Producción de truchas.....	49
<b>Discusión.....</b>	<b>55</b>
Composición por clases de tamaño.....	55
Relación talla-peso.....	57
Factor de condición.....	58
Producción de truchas.....	59
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>61</b>
<b>Reproducción de las truchas.....</b>	<b>61</b>
Introducción.....	61
<b>Metodología.....</b>	<b>63</b>
Desarrollo de las gónadas.....	63

Talla mínima de madurez sexual.....	64
Indice gonadosomático (IGS).....	65
Fecundidad.....	66
<b>Resultados.....</b>	<b>67</b>
Relación de sexos.....	67
Desarrollo de las gónadas.....	69
Indice gonadosomático.....	72
Fecundidad.....	77
<b>Discusión.....</b>	<b>78</b>
Relación de sexos.....	78
Desarrollo de las gónadas.....	78
Indice gonadosomático.....	84
Fecundidad.....	85
 <b>CAPITULO IV.....</b>	 <b>88</b>
 <b>Hábitos alimenticios de la trucha.....</b>	 <b>88</b>
Introducción.....	88
<b>Metodología.....</b>	<b>90</b>
Metodología en el campo.....	90
Captura de invertebrados acuáticos.....	90
Metodología en el laboratorio.....	93
Muestras de truchas.....	93
Indice de importancia relativa.....	98
Indice de llenura.....	98
Indice de selectividad.....	99

Identificación de invertebrados.....	99
<b>Resultados.....</b>	<b>101</b>
Índice de llenura estomacal.....	101
Composición de la dieta.....	105
Composición de la dieta y tamaño de las truchas.....	110
Composición de la dieta en relación al sexo.....	118
Composición del "drift" y del bentos.....	120
Relación entre "drift"-bentos y contenido estomacal..	126
<b>Discusión.....</b>	<b>137</b>
Llenura estomacal.....	137
Composición de la dieta.....	140
Composición de la dieta y tamaño de las truchas.....	142
Composición de la dieta en relación al sexo.....	143
Composición del "drift" y del bentos.....	144
Relación entre "drift"-bentos y contenido estomacal..	147
<b>COMENTARIOS GENERALES.....</b>	<b>151</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>154</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>160</b>

## INTRODUCCION

La trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, se introdujo con éxito en Venezuela, específicamente al Estado Mérida, en el año 1937 (Martin,1958); junto con esta también se introdujeron *Salmo trutta* y *Salvelinus fontinalis* (León,1975). La primera de las especies mencionadas es la que se cultiva en nuestro país y a nivel mundial; las otras especies no se introdujeron más, sin embargo *Salvelinus fontinalis* aun se encuentra en algunas quebradas de alta montaña del Estado Mérida; en el concurso de pesca deportiva de trucha realizado en esta ciudad en agosto de 1988 se presentaron seis ejemplares de esta especie. En relación a la especie *Salmo trutta* no existen reportes de su captura en los cuerpos de agua de los Andes venezolanos.

La especie *Salmo gairdnerii* es oriunda de Norteamérica. En Venezuela su distribución estuvo restringida durante algún tiempo a los estados andinos, sin embargo en el año 1980 el Ministerio de Agricultura y Cria (MAC) pobló con esta especie un río ubicado en la Sierra de Perijá en el Estado Zulia; así mismo en el año 1981 se colocaron ejemplares de trucha arco iris en una laguna del Estado Lara (Bastardo y Alvarado, 1982). León

(1972) reporta la siembra de ejemplares adultos en los Chorros, Parque El Avila, Caracas. Tambien existe esta especie en el embalse Agua Fria cerca de los Teques, Estado Miranda (Infante, comunicaci3n personal).

En la zona alta del Estado M3rida no se practicaba la pesca de ninguna especie ictica, por lo que la llegada de la trucha vino a llenar ese vacio. La introducci3n de la trucha en este Estado ha tenido un favorable impacto social, puesto que ha beneficiado a los pobladores del p3ramo, quienes a partir de su introducci3n han incorporado un nuevo ingrediente en su alimentaci3n, la cual estaba constituida b3sicamente por carbohidratos. Se desconoce el impacto ecol3gico que pudo haber ocasionado este salm3nido en nuestras aguas tropicales. Nebiolo (1982) se1ala que las especies que pudieron ser afectadas por la introducci3n de la trucha en los cuerpos de agua meride1os eran de peque1o tama1o, carentes de importancia comercial.

A pesar de los casi 52 a1os que tiene la trucha habitando los cuerpos de agua de los Andes venezolanos, es poco lo que se conoce sobre su biologa, en esta area del tr3pico.

Hirigoyen (1976), realizó un inventario sobre las poblaciones de trucha del río Chama, encontrando que en general las truchas son de pequeño tamaño y la biomasa explotable por pesca representa un reducido porcentaje de la biomasa total. Así mismo encontró un 5% de malformaciones, especialmente ausencia de un ojo y mandíbulas desplazadas o poco desarrolladas (hipognatha). El autor llega a la conclusión que el río Chama no es un lugar adecuado para el desarrollo de las truchas, debido a la escasez de escondites y a la alta velocidad de la corriente de agua; en este río las truchas se agrupan densamente en los pocos escondites y pozos que puedan conseguir.

Nebiolo (1982), estudió la composición y estructura de la ictiofauna de la cuenca del río Chama, encontrando que de las 317 truchas capturadas, ninguna alcanzaba la talla mínima legal de captura (20 cm de longitud estándar).

Rengifo (1988) estudió los hábitos alimenticios y otros aspectos biológicos de la trucha arco iris en el embalse Agua Fría en el Estado Miranda, encontrando que los ítems alimenticios de mayor importancia fueron: Aeschnidae, Cladocera, Gastropoda, restos vegetales y

Ostracoda, así mismo en las quebradas afluentes de este embalse las principales presas consumidas por las truchas pertenecen a las familias Chironomidae, Simuliidae y a los ordenes Ephemeroptera, Trichoptera, Lepidoptera y Decapoda.

El objetivo de este trabajo es obtener información sobre algunos aspectos de la biología de la trucha arco iris en la quebrada Mucunután, de tal manera que permita hacer un manejo más racional de esta especie exótica, en nuestras aguas tropicales. Los aspectos estudiados fueron los siguientes: Algunas características poblacionales de las truchas, reproducción y hábitos alimenticios. También se estudiaron las características físico-química del agua y se analizaron en relación con los niveles de tolerancia reportados por otros autores para esta especie.

## AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la quebrada Mucunután, en el Estado Mérida, latitud norte 8° 40' y longitud oeste 71° 5'.

Esta quebrada es de origen glaciario, nace en la Sierra Nevada de Mérida a 3800 m de altura (Fig. 1). Su principal afluente es la quebrada el Espejo, realiza un recorrido de 10 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Chama, principal cuenca hidrográfica del Estado Mérida, el cual drena sus aguas en el lago de Maracaibo.

Las edades geológicas de la cordillera andina van desde el Precámbrico hasta el Eoceno y Mioceno, lo que significa que las formaciones son desde muy antiguas hasta relativamente recientes, con un período de antigüedad que abarca desde 3300 millones a 1 millón de años (Olivo, 1979). Geológicamente las rocas están representadas por gneis, esquistos y rocas graníticas, caracterizadas mineralógicamente por cuarzo, feldespatos y mica.

Los suelos de la región son en general de baja calidad originada por diversos factores extremos tales como clima, drenaje, relieve y por su constitución físico-química; las

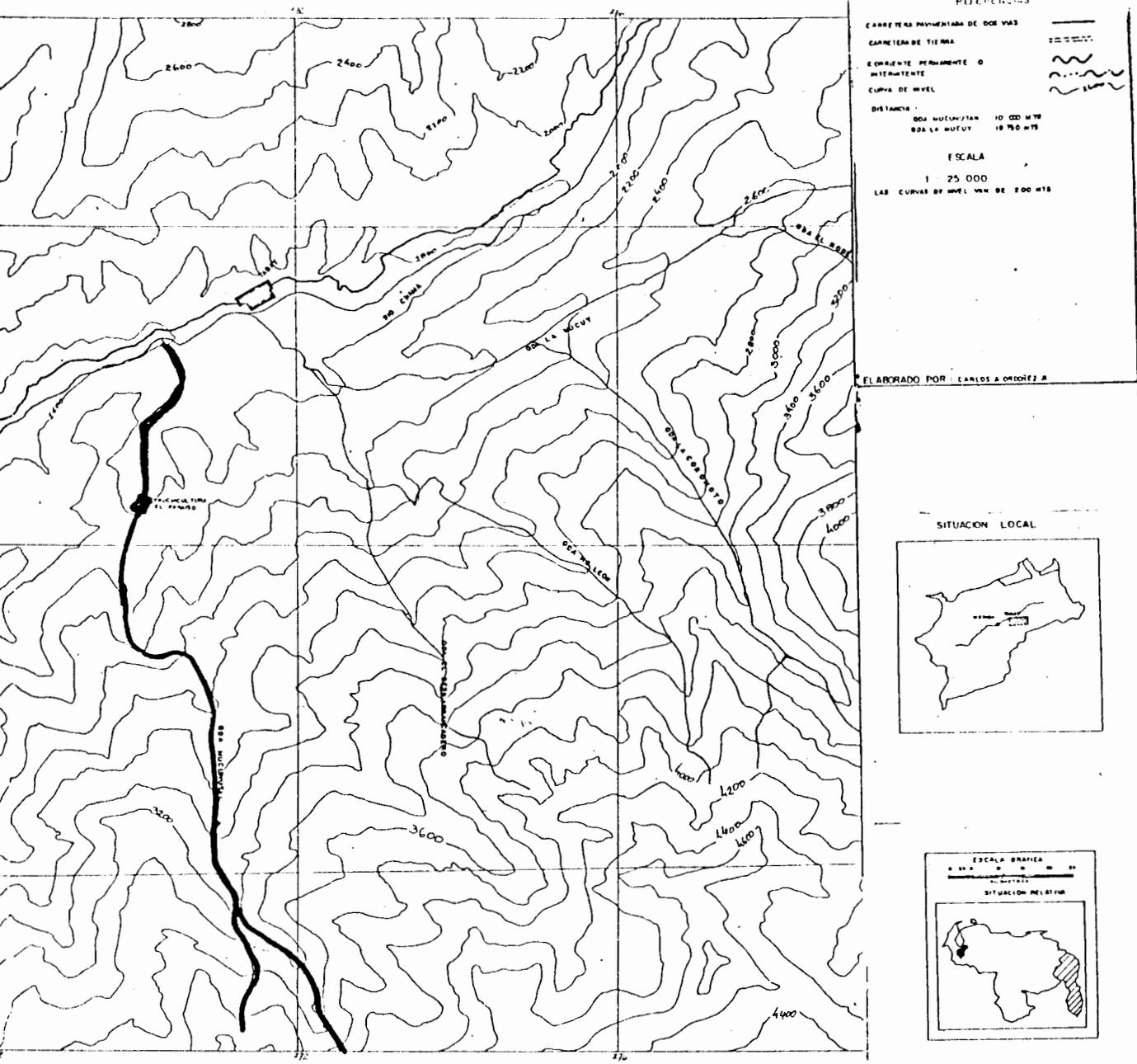
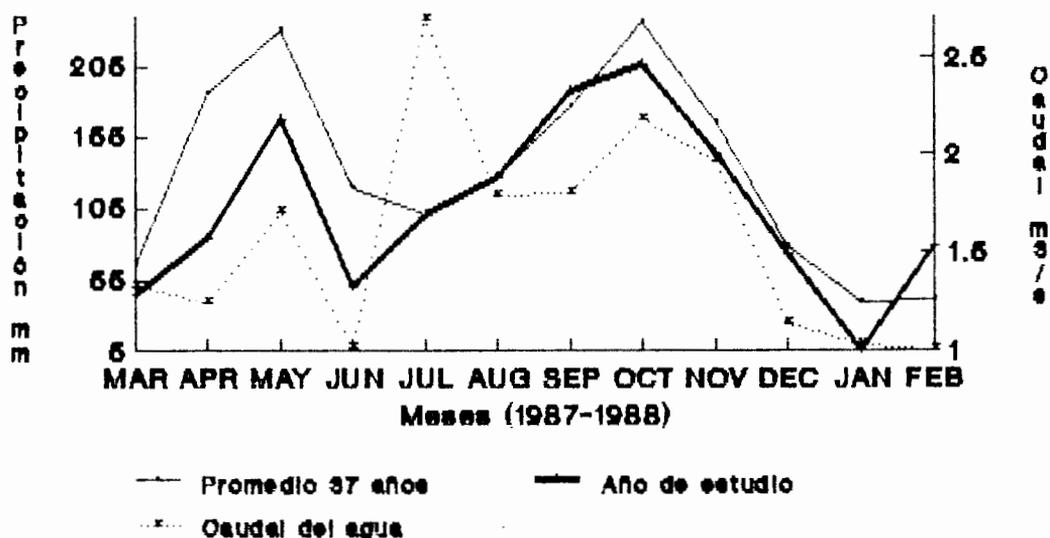


FIG. I.- MAPA DE UBICACION NACIONAL Y LOCAL DE LA QUEBRADA MUCUNUTAN, AREA DE ESTUDIO DEL PRESENTE TRABAJO.

rocas que han dado origen a la gran mayoría de los suelos son pobres en fósforo, potasio y calcio (Olivo, 1979), lo cual va a incidir sobre la calidad de las aguas superficiales que corren a través de este sustrato.

El área de muestreo está ubicada en una zona con características de selva nublada a una altitud entre 1870-1900 m, aguas arriba de la aducción de una empresa truchícola comercial. La precipitación media anual es de 1569,3 mm en la Estación de Tabay, ubicada a 1720 m (MARNR, Mérida). En la fig. 2 se indica la precipitación durante el período de estudio y el promedio de 37 años (1948-1985), igualmente se representa el caudal de agua en el sitio donde se tomaron las muestras. Podemos ver que la precipitación sigue un patrón bimodal, encontrándose los valores máximos en los meses de mayo y octubre, tanto en el promedio de 37 años como durante el año de estudio. El caudal de agua sigue la misma tendencia que la precipitación, excepto durante el mes de julio cuando se registra el máximo caudal. En los meses de julio y agosto ocurren las nevadas más importantes en la Sierra de Mérida; por lo que este aumento de caudal en el mes de julio puede deberse a un incremento en el volumen del agua como consecuencia del deshielo.



**Fig.2.- Variación mensual de la precipitación (MARNR-Merida) y del caudal de agua en la quebrada Mucunutan.**

# CAPITULO I

## CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL AGUA DE LA QUEBRADA MUCUNUTAN

### INTRODUCCION

Cada ecosistema acuático delimita las especies que en él puedan vivir, todas ellas tienen un óptimo donde su fisiología y reproducción se desenvuelven con toda normalidad.

La trucha arco iris pertenece a la familia Salmonidae, estos peces se caracterizan por ser muy exigentes en lo que se refiere a la calidad del agua donde viven, poseen muy poca capacidad para adaptarse a situaciones adversas; esto restringe su existencia a las aguas claras y cristalinas, de curso rápido y temperatura fría.

La trucha en condiciones naturales puede vivir en aguas con temperaturas comprendidas entre 0 °C y 25 °C, sin embargo su mayor crecimiento y desarrollo ocurre a temperaturas que varían entre 9 °C y 17 °C (Blanco, 1984). Haskel (1955), señala que la temperatura a la cual la fisiología de la trucha se realiza en óptimas condiciones

es a 15 °C, denominada Temperatura Ambiental Estandar (SET); indicando que cada °C por debajo de esta temperatura disminuye el índice de crecimiento óptimo en un 8,25%. Estos resultados corresponden a zonas templadas, por lo que su aplicabilidad en el trópico debe ser objeto de estudio.

El oxígeno disuelto en el agua está realacionado inversamente con la temperatura. A medida que esta incrementa disminuye la concentración de oxígeno. Para asegurar un normal crecimiento de la trucha es necesario que la tasa de saturación de oxígeno oscile entre 65-92%. Por debajo del 60% el crecimiento es lento y con solo un 30% de saturación, se observa pérdida de peso (Blanco, 1984).

El conocimiento de las características físicas y químicas del agua donde viven las truchas no solo es importante desde el punto de vista de comprender su distribución sino también para controlar la calidad del agua y poder realizar un manejo efectivo tanto en cuerpos de aguas naturales o en los criaderos para cultivo comercial o familiar.

El estudio de las características físicas y químicas

del agua de la quebrada Mucunután tiene por objetivo conocer las condiciones ambientales en las cuales se desarrollan las poblaciones de trucha de esta quebrada y establecer si bajo estas condiciones se realizan todas las fases de su ciclo de vida, tomando como patrón de comparación lo reportado por otros autores en su país de origen y en otros países donde esta especie también ha sido introducida.

## METODOLOGIA

Los parámetros estudiados para caracterizar el agua de la quebrada Mucunután fueron los siguientes:

- a.- Temperatura
- b.- Oxígeno disuelto
- c.- pH
- d.- Alcalinidad
- e.- Dureza
- f.- Calcio
- g.- Caudal

Las muestras de agua se tomaron una vez al mes; los parámetros evaluados se analizaron "in situ", utilizando las siguientes técnicas:

### a.- Temperatura

La temperatura del agua y del aire se determinaron con un termómetro de mercurio con una escala graduada de -10 a +50 °C y una precisión de 1 °C.

**b.- Oxígeno disuelto**

El oxígeno disuelto en el agua se determinó utilizando el método volumétrico de Winkler (APHA, 1960)

**c.- pH**

Para la determinación del pH se utilizó el método electrométrico, empleando un phmetro marca Mettler.

**d.- Alcalinidad total**

Se utilizó el método de titulación con ácido sulfúrico, empleando como indicador el anaranjado de metilo (APHA, 1960)

**e.- Dureza total**

Para la dureza total se utilizó el método complexométrico del versenato, EDTA, (APHA, 1960).

**f.- Calcio**

Se utilizó el mismo método empleado para la

determinación de la dureza total, el indicador utilizado fue murexida.

#### g.- Caudal

Para determinar el caudal del agua se utilizó el método del flotador, operando de la siguiente manera:

Se delimitó un tramo de la quebrada de corriente uniforme (sin curvas y caídas violentas de agua), determinando su longitud, ancho y la profundidad media (P). Con un cronómetro se tomó el tiempo promedio utilizado por el flotador, (una naranja de peso conocido, para considerarlo en el momento de su sustitución), en recorrer la distancia (L). La velocidad de la corriente ( $V_c$ ) se determinó por la fórmula:

$$V_c = \frac{0,85 * L}{T_m}$$

L= Distancia que separa los puntos previamente delimitados de la quebrada y medidos en metros.

$T_m$  = Tiempo promedio, medido en segundos, empleado por el flotador en recorrer la distancia  $L$ .

La velocidad de superficie es siempre ligeramente superior a la que presenta el agua más profunda, por lo que se estima que la velocidad promedio en la vertical de un punto es equivalente a 0,85, siempre que la profundidad sea menor de dos metros (Blanco, 1984).

El caudal ( $Q$ ) se obtiene multiplicando la velocidad de la corriente expresada en m/s por la profundidad promedio en m y por la anchura ( $A$ ) en m:

$$Q = V_c * P * A$$

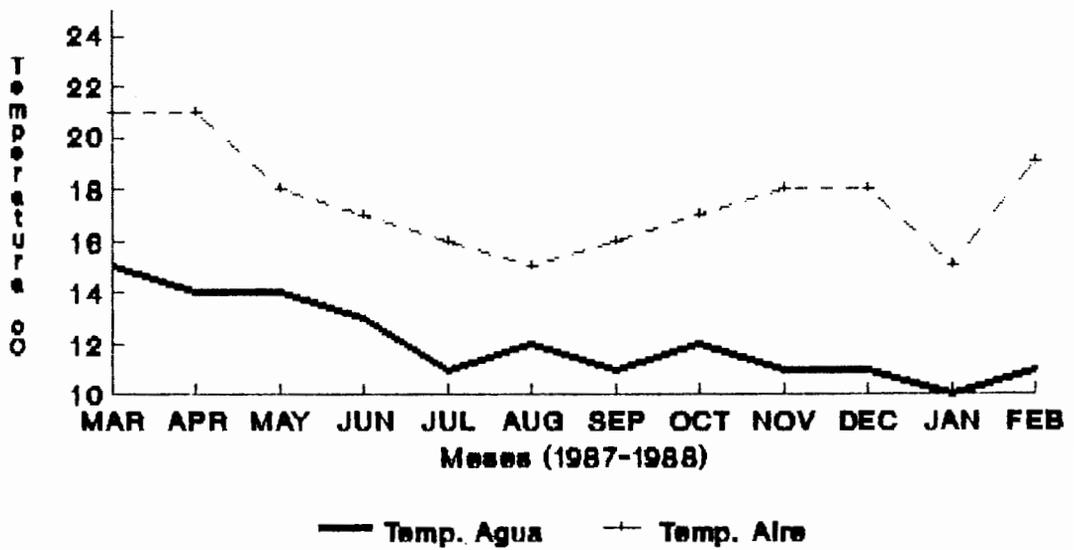
## RESULTADOS

### TEMPERATURA

Durante el período de estudio: marzo de 1987 a febrero de 1988, la temperatura del agua de la quebrada Mucunutan presentó una media de  $12,1 \pm 1,6$  °C con una temperatura máxima de 15,0 °C y una mínima de 10,0 °C. A partir del mes de marzo se observó un descenso de la temperatura que desde julio 87 hasta febrero 88 se mantuvo por debajo de 12 °C, alcanzando su valor mínimo (10 °C) en enero (Fig.I.1). Así mismo la temperatura del aire presentó un promedio de  $17,6 \pm 2,0$  °C con una máxima de 21,0 °C en los meses de marzo y abril y un mínimo de 15,0 °C en agosto y enero. Desde el inicio del muestreo hasta julio se comporta de igual manera que la temperatura del agua, a partir de ese mes presenta un incremento que se mantiene hasta el mes diciembre, pero sin alcanzar los altos valores registrados en marzo y abril. En enero se registró el valor más bajo (fig. I.1).

### OXIGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto del agua de la quebrada Mucunutan presentó un valor promedio de  $8,73 \pm 0,39$  ppm con un valor mínimo de 8,2 ppm en marzo y abril, a partir de este mes



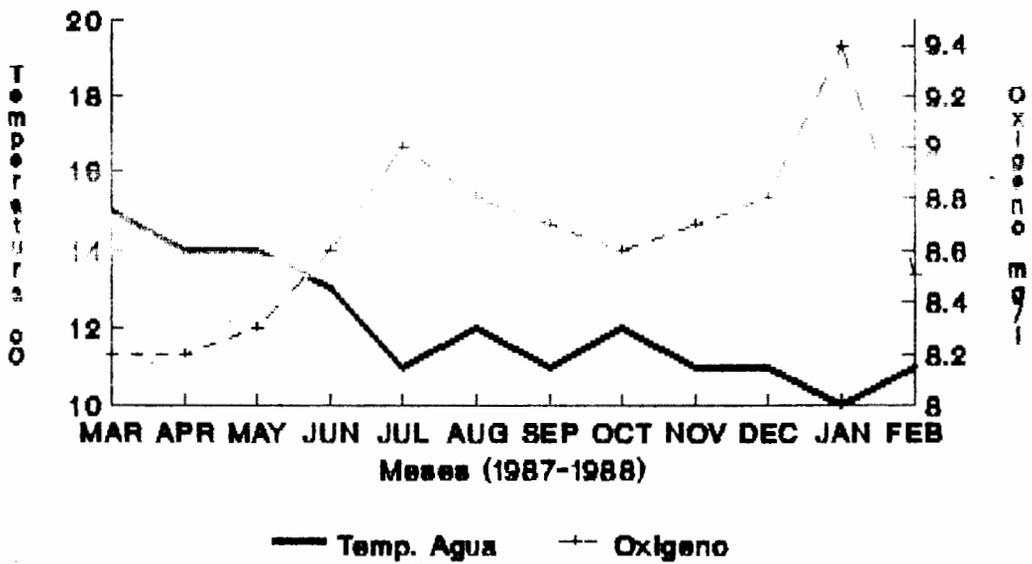
**Fig.1.1.- Cambios mensuales de la temperatura del agua y del aire en la quebrada Mucunutan del Estado Merida.**

comienza a incrementar hasta el final del periodo de estudio. El valor máximo registrado fue de 9,4 ppm en enero. Durante todo el periodo de estudio el agua estuvo sobresaturada de oxígeno con valores que oscilaron entre 107% y 120%. En la fig. I.2, se representa la variación mensual de la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua, observándose la relación inversa entre estos parámetros.

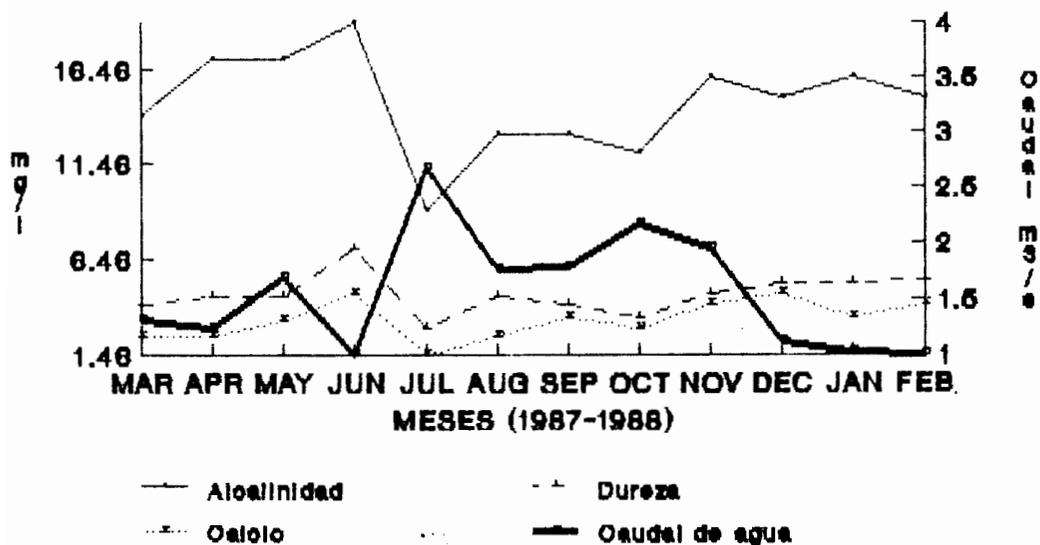
### ALCALINIDAD, DUREZA, CALCIO Y PH

La alcalinidad promedio, durante el lapso de estudio fue de  $14,66 \pm 2,99$  ppm de  $\text{CaCO}_3$  con un valor mínimo de 9,0 ppm en julio y un máximo de 19 ppm en junio. La dureza total presentó un promedio de  $4,68 \pm 1,04$  ppm de  $\text{CaCO}_3$ , encontrándose el máximo valor en junio (7,06 ppm) y el mínimo en julio (2,91 ppm). Así mismo los valores registrados de calcio presentan sus valores mínimo y máximo en los mismos meses que los de alcalinidad y dureza con un promedio de  $3,33 \pm 0,996$  ppm de Ca. Los valores de pH se mantuvieron casi estables durante los meses de marzo 1987 a febrero 1988 con un valor promedio de  $7,22 \pm 0,28$  y un intervalo entre 6,60-7,55 unidades.

En la fig. I.3 se representa la variación mensual de la alcalinidad, dureza, calcio y caudal del agua de la



**Fig.1.2.- Variación de la temperatura y del oxígeno disuelto en la quebrada Mucunutan del Estado Merida.**



**Fig.1.3.- Cambios mensuales en la alcalinidad, dureza y calcio de la quebrada Mucunutan y su relacion con el caudal.**

quebrada Mucunutan. Podemos ver que los valores más bajos de alcalinidad, dureza y calcio coinciden con altos valores de caudal de agua.

### CAUDAL

El caudal de agua en la quebrada Mucunután presentó un valor promedio de  $1,57 \pm 0,53 \text{ m}^3$  con un valor mínimo de  $1,01 \text{ m}^3$  en febrero y el máximo valor se registró en julio ( $2,68 \text{ m}^3$ ).

En la fig. 2 se representa la variación mensual del caudal de agua y de la precipitación durante un ciclo anual, observándose que la mayor precipitación y el período de mayor volumen de agua se ubican entre los meses de julio a noviembre. A partir de este último mes comienzan a descender hasta el final del período de estudio.

## DISCUSION

### TEMPERATURA Y OXIGENO

Al analizar la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua a lo largo de un ciclo anual se observó un comportamiento inverso entre estos parámetros, los altos valores de temperatura se corresponden con valores bajos en la concentración de oxígeno y viceversa (Fig. I.2).

Segnini (1974) reporta también, la relación inversa entre la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua en cuatro quebradas que nacen en la Sierra Nevada de Mérida y desembocan en el río Chama.

Otros autores reportan resultados similares en otras partes del mundo. Hare y Carter (1984) indican que la concentración de oxígeno en las aguas superficiales del lago Opi (Africa) no son simplemente el resultado de cambios en la solubilidad del oxígeno sino que estos están más directamente relacionados con cambios en la temperatura; así mismo encontró una relación inversa entre este parámetro y la transparencia del agua originados por cambios estacionales en la abundancia de fitoplancton.

La temperatura del agua tiene una influencia directa sobre la biología de los salmónidos, condiciona la maduración de las gónadas de los ejemplares adultos; el tiempo de incubación de los huevos y su eclosión dependen de este factor ambiental; influye en el grado de actividad metabólica, dependiendo de la temperatura del agua el ritmo de crecimiento de alevines y adultos.

Zanuy et al (1986), señalan que los factores ambientales más influyentes en el tiempo de duración de la gametogénesis en las especies templadas es el fotoperiodo y la temperatura. Billard y Breton (1977) y Manning y Kime (1985) demostraron que las bajas temperaturas (6-12 °C) favorecen la espermiación y el desove en trucha. Igualmente temperaturas tan altas como 17 °C constituyen un factor inhibitorio en ambos procesos.

Las truchas de la quebrada Mucunután se reproducen entre agosto y enero, cuando la temperatura del agua registra valores inferiores a 12 °C. Este valor cae dentro del intervalo de temperatura reportado por los autores antes señalados en lo referente al efecto de este parámetro en la maduración de las gónadas, espermiación y desove.

El oxígeno disuelto en el agua es para todos los seres acuáticos un elemento esencial para la vida. La fisiología metabólica de la trucha y de los peces en general, depende del oxígeno disuelto en el agua. Dentro de una misma especie se han encontrado diferencias en el consumo de oxígeno entre los peces silvestres y los que se encuentran en cautividad. En estado libre sus condiciones de vida son más difíciles, están sujetos a mayor actividad, por lo que las necesidades de oxígeno son mayores. En la especie *Salmo gairdnerii*, se han encontrado diferencias entre sexos; los machos presentan un metabolismo de actividad mayor que las hembras, no solo durante la época de reproducción sino a lo largo de todo el año, por lo que sus necesidades de oxígeno son mayores (Blanco, 1984).

La concentración de oxígeno disuelto en el agua tiene influencia sobre la duración de los periodos de incubación y eclosión, existiendo entre ellos una relación inversa. Garside (1965), señala que el primer huevo eclosionado aparece a los 290 grados/día (temperatura media diaria del agua, multiplicada por el número de días necesarios para que el acúmulo de calor del huevo sea de 300 grados/día, momento en el cual se inicia la eclosión) y para que la eclosión se realice completamente se necesitan 70

grados/día más, Para ello es necesario que el oxígeno se encuentre a saturación.

La concentración de oxígeno en el agua influye de manera preponderante en el crecimiento de las truchas. Las aguas por debajo de 60% de saturación de oxígeno tienen un efecto desfavorable en el crecimiento de estos peces.

Tomando en consideración lo antes señalado podemos decir que el agua de la quebrada Mucunután, durante el periodo de estudio, registró valores de oxígeno disuelto capaces de asegurar un normal crecimiento de las truchas. El agua se mantuvo sobresaturada de este gas (107-120 %) durante todo el año, sobrepasando los valores mínimos requeridos para un normal crecimiento (60%). Igualmente la sobresaturación de oxígeno y la temperatura del agua permiten lograr un rápido periodo de incubación y de eclosión.

#### **ALCALINIDAD, DUREZA Y PH**

La alcalinidad de la quebrada Mucunután se debe a la presencia de bicarbonatos, pertenece a la clase 1 (menor de 25 ppm) según la clasificación de Nisbet (1970), quien señala que las aguas categorizadas dentro de esta clase

están localizadas en lagos de alta montaña, aguas periglaciares y cursos superiores en cuencas sobre regiones de substrato ácido.

Las aguas de la quebrada Mucunután presentan una baja dureza. Según la clasificación de Nisbet (1970) pertenece a la clase 1 (menor de 10 ppm); las aguas categorizadas dentro de esta clase se desplazan por substratos de rocas eruptivas de macizos antiguos y algunos macizos pirenaicos, cursos de agua con substrato silíceo.

Geologicamente la formación Sierra Nevada, substrato a través del cual atraviesa la quebrada Mucunután, está formado, entre otras, por rocas graníticas, cuyo componente mineralógico principal es el feldespato, elemento de baja dureza. Los bajos valores de dureza y calcio registrados en esta quebrada posiblemente se deban a las bajas concentraciones de calcio y magnesio del substrato a través del cual ella se desplaza. La concentración de calcio, con un promedio anual de 3,3 ppm, la caracteriza como una quebrada oligotrófica (Owen, 1979).

En la fig. 1.3 se representa la variación mensual de la alcalinidad, dureza, calcio y caudal durante el lapso

de estudio, observándose que los valores más altos de estos parámetros coinciden con los valores más bajos del caudal de agua, pudiéndose pensar que al aumentar el caudal debido a las precipitaciones ocurre una dilución de estos iones.

Segnini (1974) señala que los afluentes de la margen izquierda del río Chama, es decir los que nacen en la Sierra Nevada poseen valores de dureza y alcalinidad más bajos que los que nacen en la Sierra de la Culata. Igualmente este autor encontró relación inversa entre la precipitación y la alcalinidad y dureza del agua.

Los niveles aceptables de alcalinidad total y dureza total del agua, para los peces en general, están por el orden de 20 ppm a 300 ppm (Boy, 1979). La quebrada Mucunután registró valores de alcalinidad total y dureza total inferiores al nivel mínimo reportado como aceptable para los peces. Leitritz (1980), encontró que las cantidades de bicarbonato presentes en muchos ríos de California, varió entre 5 ppm a 200 ppm, señalando que ninguno de estos valores extremos pueden considerarse dañinos para la vida de los peces. La evaluación de estos parámetros generalmente se hace con el propósito de

clasificar las aguas dentro de un determinado rango o tipo, más que para saber si el agua en estudio puede clasificarse como satisfactoria o indeseable para la vida de los peces.

Los trabajos realizados en los últimos treinta años, por numerosos autores, indican que los valores normales de pH para la trucha arco iris varían entre 5,5 y 9,5 (Blanco, 1984). Los valores de pH registrados en la quebrada Mucunután, durante el periodo marzo 87 a febrero 88, están cercanos a la neutralidad encontrándose dentro de este intervalo. Sin embargo los valores reportados como normales se deben tomar con cuidado. Un pH entre 5 y 6 puede ser peligroso para los peces cuando la concentración de anhídrido carbónico libre es superior a 20 mg/l; cuando estas concentraciones superan los 100 mg/l, las aguas con pH entre 6 y 6,5 son indeseables para los peces. Con valores de pH entre 6,5 y 9,5 no hay ningún peligro para los peces, excepto si al mismo tiempo están presentes compuestos amoniacales (Blanco, 1984).

## CAPITULO II

### CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LAS TRUCHAS EN LA QUEBRADA MUCUNUTAN

#### INTRODUCCION

El Ministerio de Agricultura y Cria introdujo en Venezuela la trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, con el proposito fundamental de incluir en la dieta de los habitantes de los páramos merideños un nuevo ingrediente alimenticio de origen animal la cual consistía básicamente, en alimentos ricos en carbohidratos.

Con la introducción de la trucha se inició en Mérida la actividad pesquera; de subsistencia y deportiva, la cual posteriormente se reglamentó, basandose en la información biológica de otras latitudes. Con el fin de mantener esta actividad y preservar esta especie, periodicamente se realizan siembras de trucha. Sin embargo, la misma se realiza empiricamente debido al desconocimiento de aspectos básicos de la biología y ecología de la trucha en esta región.

Por tales motivos el conocimiento de algunas características poblacionales de la trucha en las aguas

naturales del Estado Mérida puede servir de base para revisar el reglamento vigente de pesca deportiva de trucha que data de 1951, y realizar la repoblación de los cuerpos de agua de una manera más racional.

En esta parte de nuestro estudio se analizarán varios aspectos, tales como:

- a.- Composición de la población por clases de tamaño.
- b.- Relación talla-peso
- c.- Factor de condición
- d.- Producción

## METODOLOGIA

### CAPTURA DE TRUCHAS

El muestreo se inició en marzo de 1987 y finalizó en febrero de 1988, las muestras se tomaron a intervalos de aproximadamente 30 días.

Los ejemplares de truchas se capturaron utilizando la técnica de pesca eléctrica, método no selectivo, permitiendo obtener información de las diferentes etapas de desarrollo de esta especie. Esta técnica se fundamenta en la reacción de los peces bajo ciertas condiciones a un campo eléctrico. Los peces se sienten atraídos y nadan hacia el ánodo o polo positivo. Muus(1975), señala que las condiciones a las cuales responden los peces a la acción de un campo eléctrico son las siguientes:

- 1.- En las zonas externas del campo eléctrico, donde los potenciales son débiles, los peces pueden asustarse y alejarse
- 2.- Hacia el interior del campo, cuando el potencial pasa de ciertos límites, el cuerpo de los peces entra en vibración.

3.- A un potencial más alto nadan hacia el ánodo (electrotaxis).

4.- Si el potencial sube aun más, quedan paralizados (electronarcosis).

5.- Si no se corta la corriente o los potenciales aumentan más los peces mueren (electrocución).

Los peces no sufren ningún daño bajo las cuatro primeras condiciones y se recuperan rápido una vez eliminada la corriente.

En muchos peces de agua dulce la diferencia de potencial entre la cabeza y la cola (potencial del cuerpo) para que naden hacia el ánodo puede estar entre 1 y 4 voltios (Muus, 1975).

En la fig.II.1 se observa que para un mismo campo eléctrico los peces de mayor tamaño son afectados por la corriente más rápidamente que los peces de menor tamaño, debido a que los primeros ocupan un mayor espacio dentro del campo. Todas las truchas sufren de electronarcosis a una diferencia de potencial de 2 voltios. La trucha de

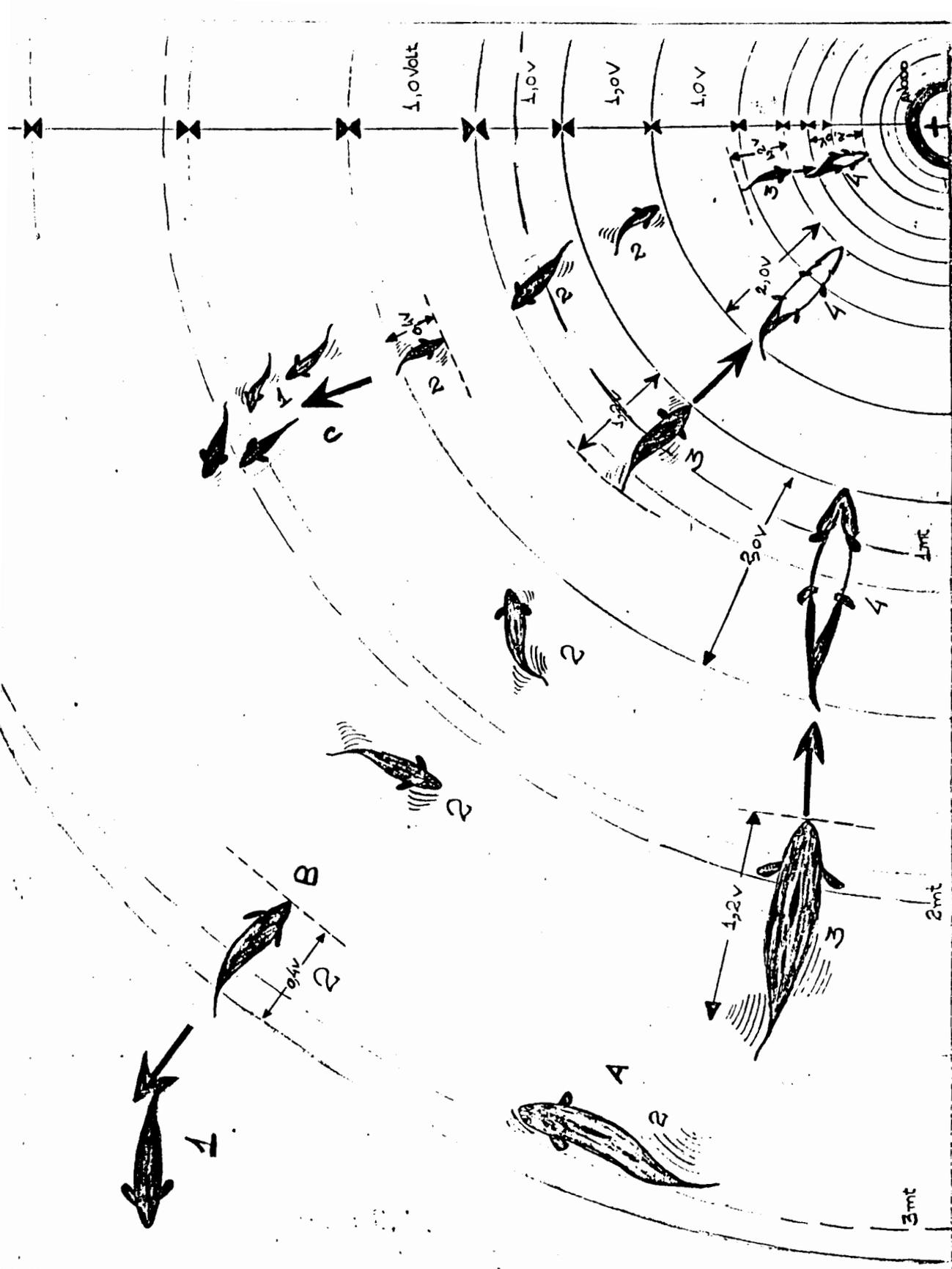


FIG. II. I.-EFECTO DE LA CORRIENTE ELECTRICA SOBRE LOS PECES. (MUUS, 1975).

mayor tamaño se paraliza a 1 metro de distancia del ánodo, las juveniles a 60 cm y las más pequeñas a sólo 40 cm del polo positivo.

En la fig.II.2 se esquematiza el equipo de pesca eléctrica utilizado en esta investigación, el mismo estaba constituido por los siguientes elementos:

- a.- Un generador de corriente marca Honda, modelo EC 1500A, con capacidad de 120 voltios y una potencia de 1,5 KVA.
- b.- Un transformador de corriente de 5 Amps con entrada de 120 voltios y salida que varía entre 50 y 650 voltios.
- c.- Dos electrodos, uno negativo (cátodo) formado por una malla metálica, la cual se coloca dentro del agua (fija). El polo positivo (ánodo) está formado por un aro metálico unido al extremo de un palo, el cual está provisto de un interruptor para hacer pasar la corriente eléctrica en el momento deseado.
- d.- 100 metros de cable número 14; el ánodo se unió a un extremo del mismo y es llevado por el manipulador durante el recorrido, mientras que el cátodo se unió al otro extremo y se dejó fijo dentro del agua.

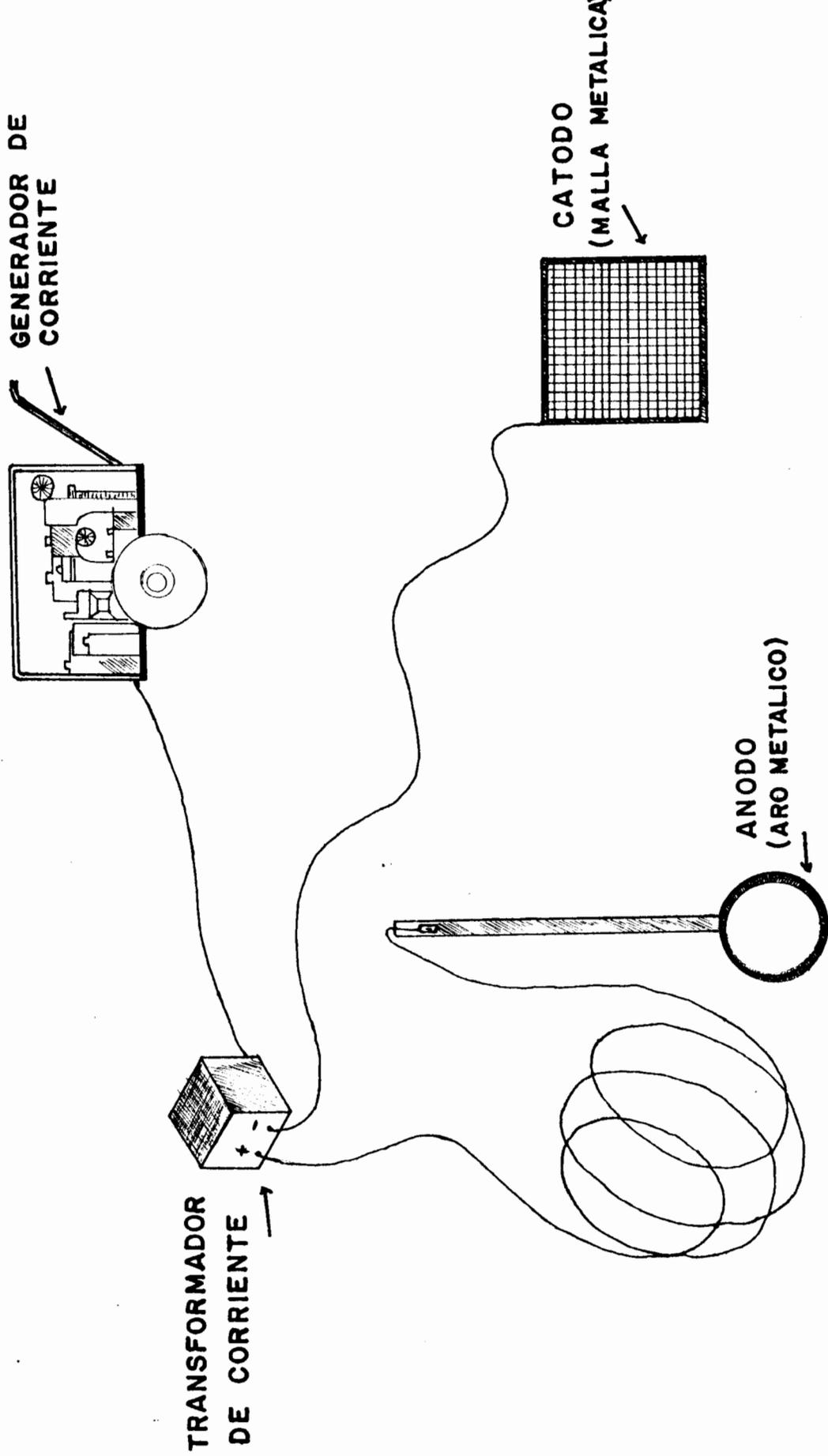


FIG.II. 2.- ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL EQUIPO DE PESCA ELECTRICA, UTILIZADO EN ESTA INVESTIGACION.

Los ejemplares de truchas se capturaron en un area cuya superficie vario entre 376 y 800 m<sup>2</sup>, con un esfuerzo de captura que osciló entre 1 1/4 y 2 1/2 horas, realizado por tres personas.

Aguas abajo del tramo del río escogido para realizar la captura de las truchas se colocó una red con abertura de malla de 0,5 cm, ocupando el ancho del mismo, sostenida por dos personas, de esta manera los peces electronarcotizados eran arrastrados por la corriente de agua hasta la red, facilitando así su captura. Posteriormente se colocaban en un envase con formol al 10%, para su preservación y transporte.

#### RELACION TALLA-PESO

La ecuación más general para describir la relación entre la longitud y el peso de muchos peces se representa adecuadamente de la siguiente manera:

$$w = a * L^b$$

w= Peso

L= Longitud

a= Una constante

b= Un exponente

La expresión anterior puede transformarse en una ecuación logarítmica:

$$\text{Log } w = \text{Log } a + b(\text{Log } L)$$

La constante  $a$  y el exponente  $b$  se obtienen por mínimos cuadrados.

### FACTOR DE CONDICION (K)

El factor de condición de Fulton ( $k$ ) se determinó por la fórmula matemática propuesta por Fulton (1902):

$$k = \frac{w * 100}{L^3}$$

$w$  = Peso del pez

$L$  = Longitud del pez

### PRODUCCION DE TRUCHAS

La producción ( $Y$ ) de truchas se determinó utilizando la fórmula propuesta por Ricker (1975):

$$Y = G * B$$

$Y$  = Producción en peso

$G = \text{Tasa instantanea de crecimiento} = \ln w_2 - \ln w_1 / t_2 - t_1$

$w_2 = \text{peso promedio al tiempo } t+1$

$w_1 = \text{peso promedio al tiempo } t$

$B = \text{Biomasa promedio} = B_1 + B_2 / 2 \text{ al tiempo } t_1 \text{ y } t_2$

$B_1 = N * w \text{ promedio}$

$N = \text{Número de ejemplares}$

## RESULTADOS

### COMPOSICION DE TAMANO DE LA POBLACION

En la quebrada Mucunután del Estado Mérida se capturaron un total de 319 ejemplares de trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, las cuales se dividieron en clases de tamaño enumerados de I-V, con un intervalo entre ellos de 5 cm, considerando la longitud estandar (LS) de los peces. La distribución de los grupos de tamaño fue la siguiente:

Talla I= Menor de 5 cm

Talla II= 5-9,99 cm

Talla III= 10-14,99 cm

Talla IV= 15-20,00 cm

Talla V= Mayor de 20 cm

En la fig. II.3 se representa la pirámide de distribución de las tallas de las truchas, utilizando el total de ejemplares capturados de marzo a septiembre y de septiembre a marzo, con el objeto de relacionarlas con la época de veda y la época permitida de pesca. Podemos ver

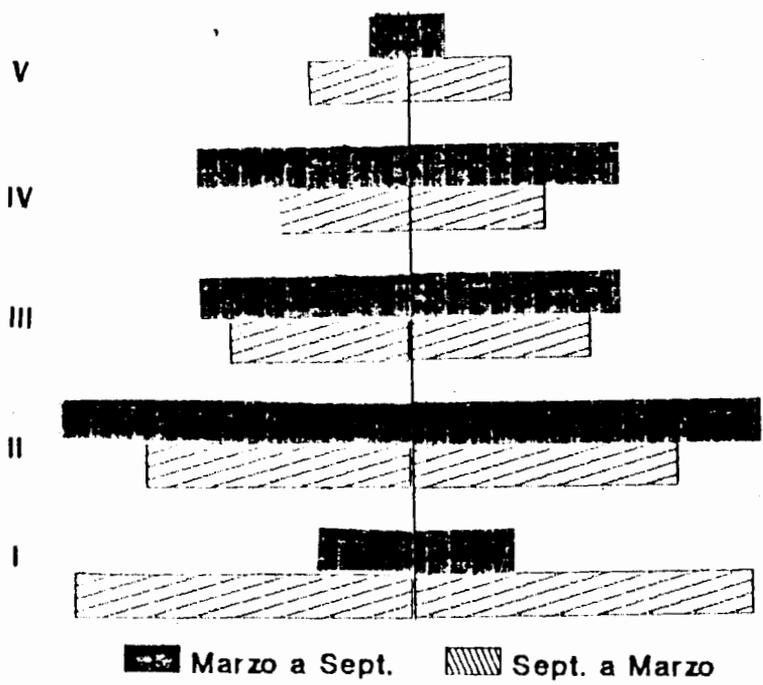
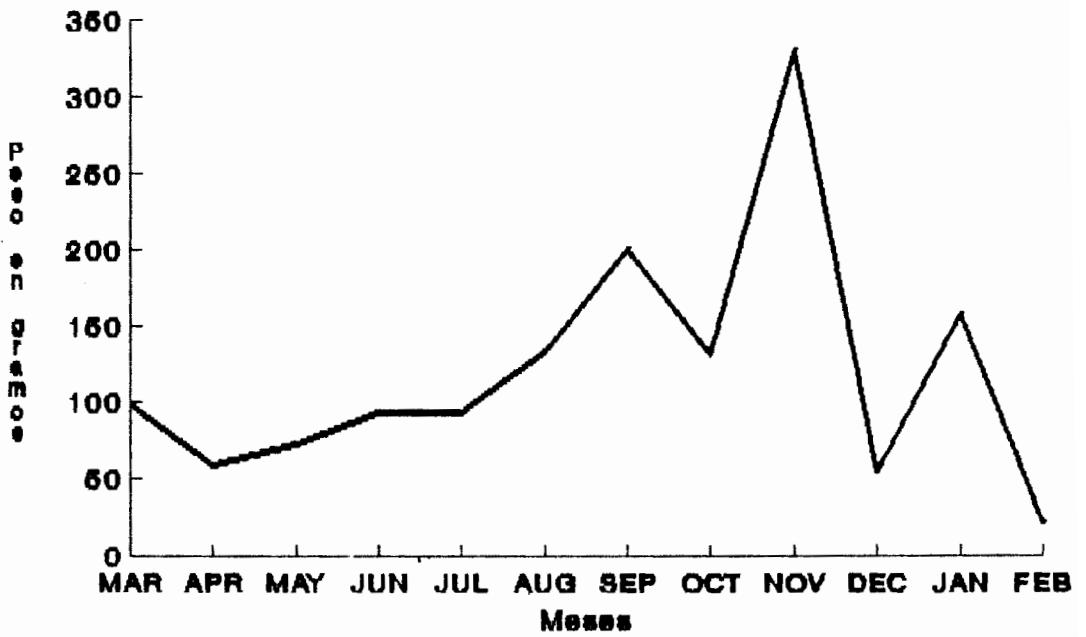


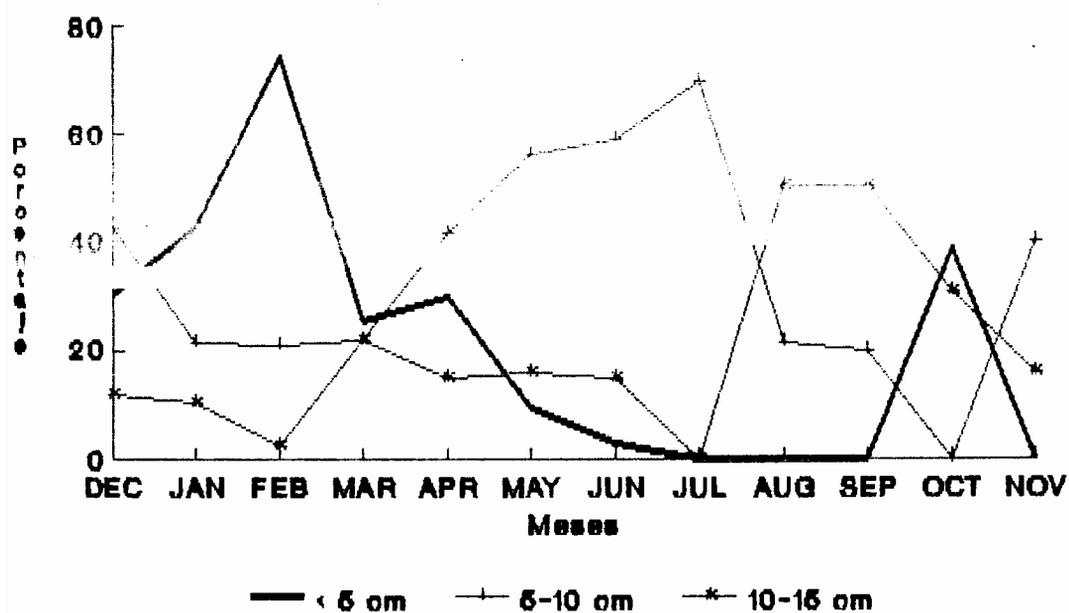
Fig. II. 3.- Pirámide de distribución por grupos de tamaño de las truchas, agrupadas de marzo a septiembre y de septiembre a marzo.

que de marzo a septiembre el mayor porcentaje de truchas corresponde al grupo de tamaño II a partir del cual disminuyen hasta alcanzar el valor mínimo de 3,57 en el grupo mayor de 20 cm de LS. De septiembre a marzo la distribución de las truchas cambia, encontrándose el mayor porcentaje representado por los ejemplares menores de 5 cm de LS, a partir de este tamaño disminuyen hasta la talla V (9,94 %). En los dos tipos de distribución por tamaño se aprecia que los ejemplares agrupados en las clases IV y V hacen un total de 24,11% y 23,20%, en el periodo de marzo a septiembre y septiembre a marzo, respectivamente. Dentro de estas clases se encontrarán las truchas en fase reproductiva y las de talla legal de captura (20 cm de LS).

En la fig II.4. se representa la variación mensual en peso de los peces cosechados durante el periodo de estudio, observándose que hay un incremento sostenido del mismo desde el mes de marzo hasta noviembre, a partir del cual desciende bruscamente, debido posiblemente a una nueva cohorte. Por esta razón, la composición mensual por clases de tamaño se graficó de diciembre a noviembre, utilizándose los porcentajes en relación al total mensual de los ejemplares capturados. En la fig. II.5 se observa que las truchas menores de 5 cm de LS son más abundantes



**FIG.II.4. Variación mensual del peso de las truchas en la quebrada Mucunutan. (Marzo 87-Febrero 88).**



**FIG.II.5. Variacion mensual en la composicion de las truchas, tallas I a III, en la quebrada Mucunutan (Merida).**

de diciembre a febrero, a partir de este mes disminuyen drásticamente, hasta desaparecer en los meses de julio, agosto y septiembre, en este último mes y en noviembre no se capturaron pero estaban presentes en la quebrada. Entre marzo y julio adquiere importancia la clase II (5 a 10 cm), a partir del cual es sustituida por el grupo de tamaño III. En esta gráfica se observa claramente la dinámica de la población en lo que respecta a la composición por clases de tamaño.

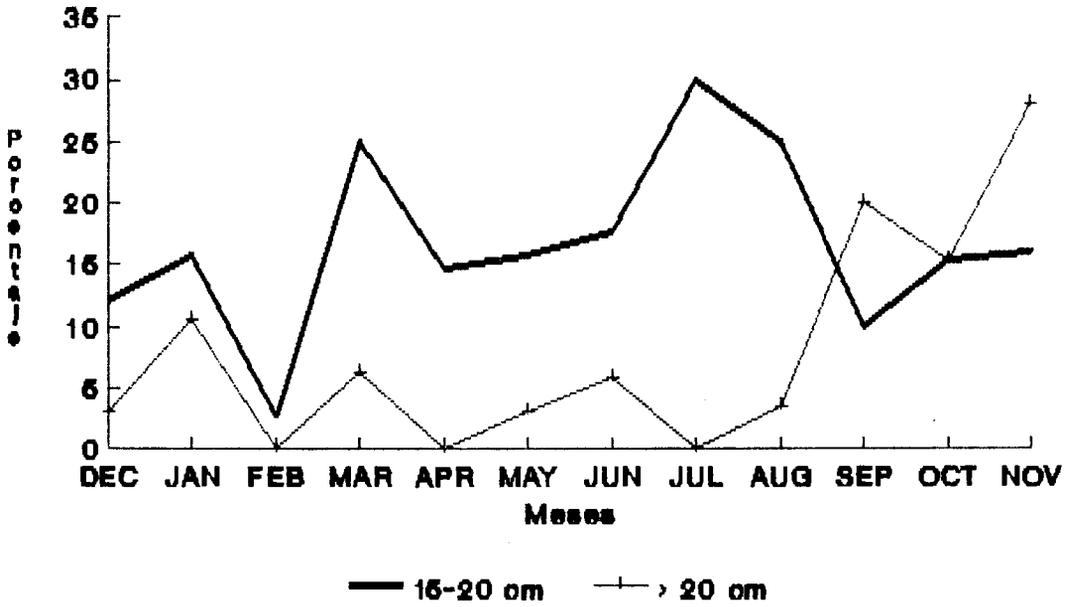
Los grupos de tamaño IV y V siguen una tendencia similar desde diciembre hasta junio, a partir de este mes se observa un ascenso de la clase IV, alcanzando su máximo porcentaje en julio. La clase V incrementa a partir de este último mes, registrando su mayor % numérico en noviembre (Fig. II.6).

#### RELACION TALLA-PESO

La relación talla-peso de las truchas de la quebrada Mucunután se realizó separadamente para machos y hembras debido al dimorfismo sexual de esta especie, encontrándose los siguientes valores:

$$w = -1,223 * L^{2,013} \quad (\text{machos})$$

$$r = 0,97 \quad n = 141$$



**Fig.II.6. Variacion mensual en la composicion de las truchas, tallas IV y V, en la quebrada Mucunutan del Estado Merida.**

$$w = -0,647 * L^{2,235} \quad (\text{hembras})$$

$$r = 0.86 \quad n = 164$$

La constante a y el exponente b se obtienen por mínimos cuadrados.

El valor del exponente  $b=3$  indica crecimiento isométrico de los peces (Lagler, 1956; Tesch, 1971 y Ricker, 1975), valores diferentes están relacionados con crecimiento alométrico.

#### FACTOR DE CONDICION

El coeficiente de condición o factor de condición (k) expresa la robustez o estado nutricional en que se encuentran los peces. Es un índice que relaciona el peso de un pez con su longitud (Lagler, 1956; Ricker, 1975; Leitritz, 1980 y Piper, 1982). El factor de condición más comunmente usado es el de Fulton (1902), se calcula utilizando el peso total del pez y se usa más apropiadamente cuando el crecimiento es isométrico, en caso contrario, cuando el crecimiento es alométrico este factor da una aproximación de la condición del pez (Ricker, 1975).

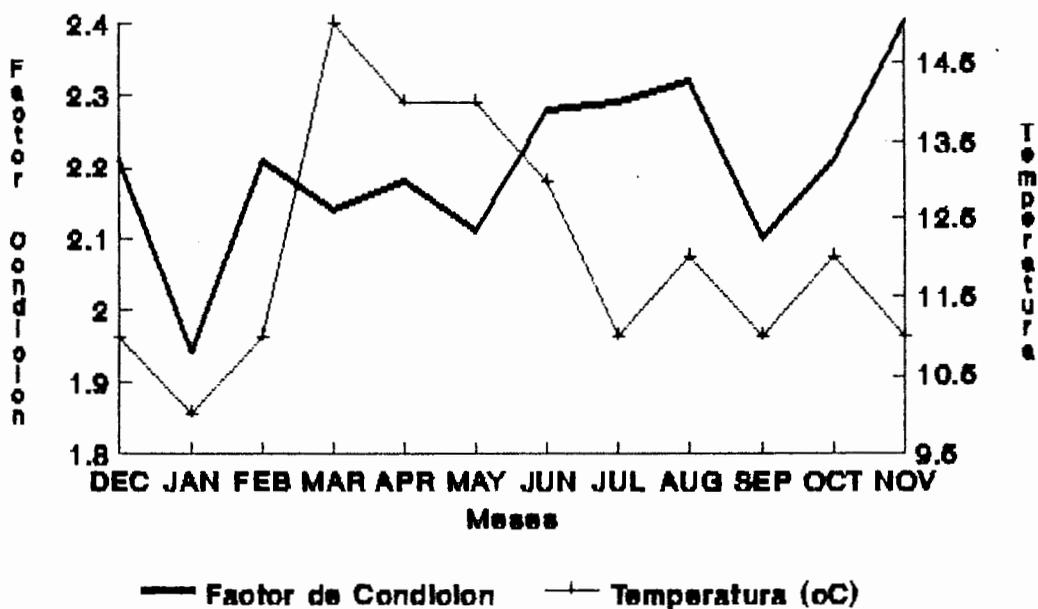
Conociendo el factor de condición k es posible definir cambios estacionales en la condición de los peces en

relación a la edad, sexo y establecer diferencias entre la condición de peces de una misma especie en reservorios de agua diferentes, pudiendo servir como un índice de productividad de las masas de agua (Nikolsky, 1963).

El coeficiente de condición puede alterarse por el peso de las gonadas y del contenido estomacal, por lo que algunos autores sugieren calcular este coeficiente sin el peso de los órganos internos (Clark, 1928; citado por Ricker 1975), denominándose entonces factor de condición Clark; sin embargo al extraer estos órganos se excluye también la grasa interna la cual está estrechamente relacionada con este factor.

El factor de condición de las truchas de la quebrada Mucunután se analizó separadamente por sexos, encontrándose que el valor de  $k$  fue mayor en los machos que en las hembras, este valor fue de  $2.28 \pm 0.12$  y  $2.19 \pm 0.14$  y un coeficiente de variación de 5.4 y 6.31 respectivamente.

En la fig.II.7 se aprecian los cambios ocurridos en el coeficiente de condición promedio de las truchas y la temperatura del agua, a lo largo de un ciclo anual; observándose igual tendencia entre los meses de diciembre a febrero y entre agosto y octubre, el resto del tiempo se



**Fig.11.7. Variacion mensual del factor de condicion (K) de las truchas y la temperatura del agua (queb. Mucunutan).**

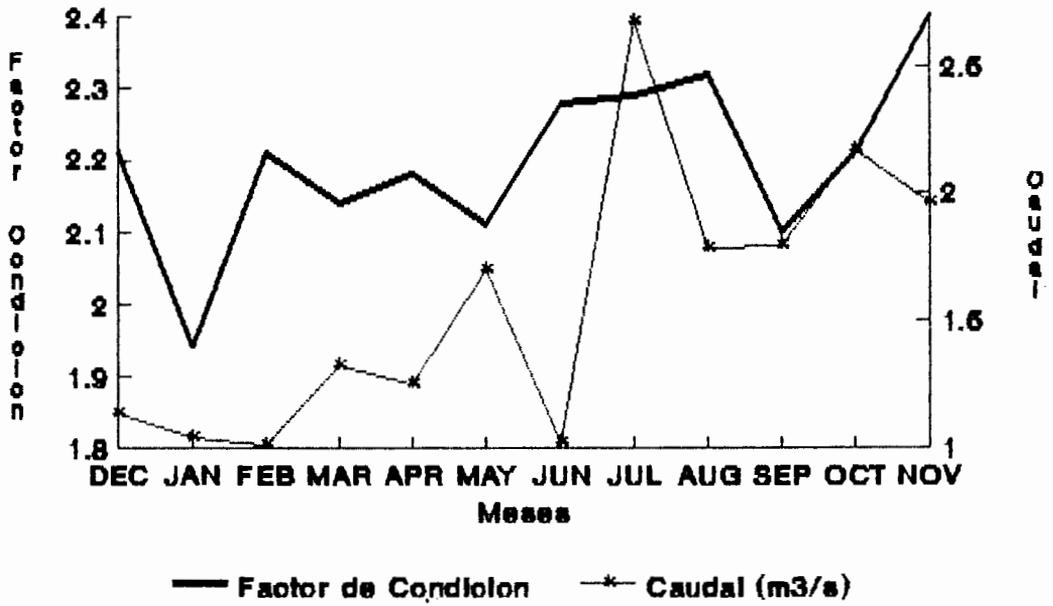
comportan de manera inversa. El valor más bajo del factor K se encontró en enero cuando también se registró el mínimo valor de la temperatura del agua.

El factor de condición y el caudal de agua no presentan una tendencia definida, durante el período de estudio (Fig. II.8). Contrario a lo que se podría esperar el factor de condición y el índice de llenura estomacal presentan una tendencia inversa, los valores más altos del factor K (junio a agosto) coinciden con los valores más bajos del índice de llenura (Fig. II.9).

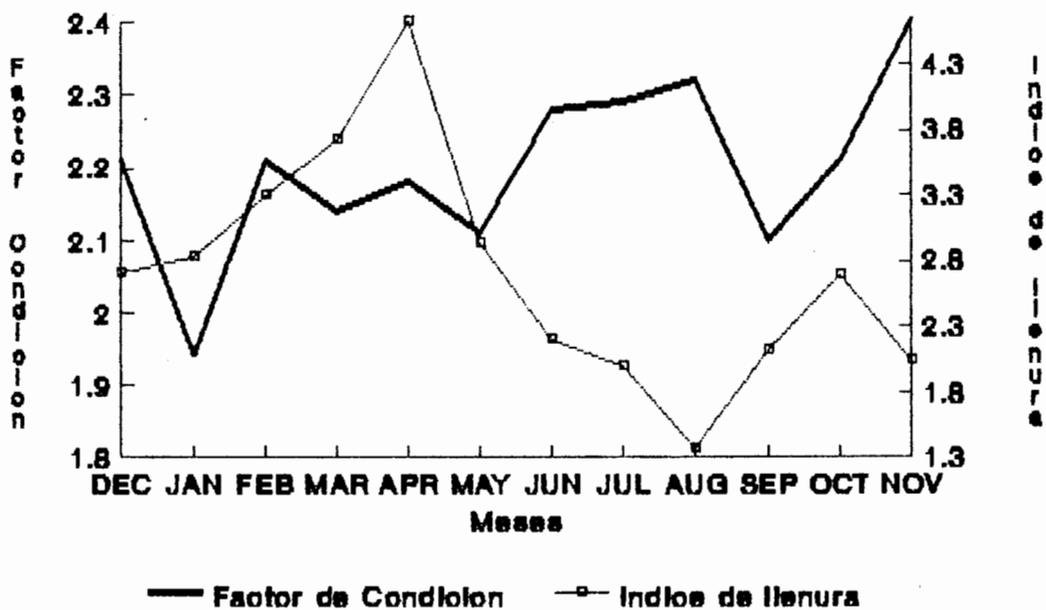
### PRODUCCIÓN DE TRUCHAS

El conocimiento de la producción de truchas es un dato de gran utilidad ya que nos permite junto con la información acerca de la población en número, llegar a estimar la densidad poblacional en el cuerpo de agua en estudio, así mismo comparar la producción con otras áreas geográficas.

En el cuadro 2 se señalan los cálculos necesarios para estimar la producción de truchas en la quebrada Mucunután; la unidad de tiempo utilizada fue de un mes. Podemos ver que la producción anual fue de 10,76 kg.



**Fig.II.8.-Variacion mensual del factor de condicion (K) de las truchas y el caudal de agua de la quebrada Mucunutan.**

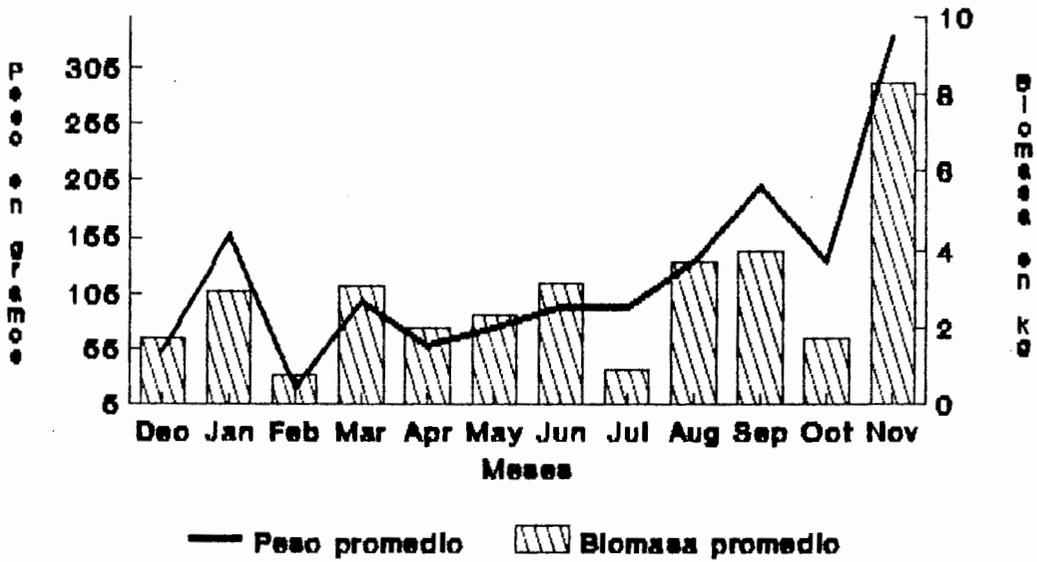


**Fig.II.9.-Variacion mensual del factor de condicion (K) y el indice de llenura de las truchas de la quebrada Mucunutan.**

Cuadro 2.- Tasa instantanea de crecimiento (G) , biomasa y producción (Y) de truchas en la quebrada Mucunutan del Estado Mérida (1987-1988).

Fecha	Peso medio (g)	G	Número	Biomasa (kg)	Biomasa media (kg)	Y (kg)
Marzo	97,53	-0,52	32,00	3,12	2,55	-1,33
Abril	58,25	0,22	34,00	1,98	2,16	0,48
Mayo	72,79	0,25	32,00	2,33	2,76	0,69
Junio	93,92	-0,01	34,00	3,19	2,06	-0,02
Julio	92,88	0,35	10,00	0,93	2,32	0,81
Agosto	132,15	0,41	28,00	3,70	3,85	1,58
Sept.	199,45	-0,42	20,00	3,99	2,85	-1,20
Octub.	131,68	0,92	13,00	1,71	4,98	4,58
Nov.	330,00	-1,83	25,00	8,25	5,00	-9,15
Dic.	53,00	1,10	33,00	1,75	2,37	2,62
Enero	157,00	-2,10	19,00	2,98	1,88	-3,95
Febrero	20,00		39,00	0,78		
<b>TOTAL</b>			<b>319,00</b>			<b>10,76</b>

En la fig. II.10 se representa la variación mensual del peso promedio de las truchas en gramos y la biomasa total, expresada en kg. La mayor biomasa se cosechó en noviembre, a partir de este mes cae abruptamente, debido posiblemente a la aparición de una nueva cohorte. Por esta razón la tasa instantánea total de crecimiento se calculó tomando como tiempo inicial el mes de noviembre y tiempo final el mes de diciembre, obteniéndose un crecimiento de 0,0054 g/día. Bastardo (sin publicar) reporta tasas de crecimiento de 0,011 g/día en condiciones de cultivo.



**Fig.II.10.-** Relacion entre el peso y la biomasa de las truchas de la quebrada Mucunutan durante un ciclo anual.

## DISCUSION

### COMPOSICION POR CLASES DE TAMANO

En Venezuela, la pesca de trucha tiene un caracter estrictamente deportiva, el producto de las capturas es para autoconsumo ya que está prohibida su comercialización. El reglamento de pesca deportiva de truchas, por el cual se rige la pesca de este salmónido, establece que la talla mínima de captura es de 20 cm de longitud estandar. Igualmente permite la pesca a partir del 15 de marzo hasta el 30 de septiembre. En este trabajo se encontró que durante la época permitida de pesca (marzo a septiembre) la población explotable de este pez fue de 24,11%, este porcentaje incluye las tallas de 15 a 20 cm y las mayores de 20 cm (Fig. II.3). La pirámide de distribución de tallas durante la época de veda (octubre a marzo) refleja que durante estos meses se incorpora a este ambiente una población constituida por ejemplares nuevos. La base de la pirámide (truchas menores de 5 cm) representa el porcentaje más alto, en relación al total de la población (Fig.II.3), disminuyendo los porcentajes a medida que las truchas aumentan de tamaño. Bastardo et. al (1988), señalan que el mayor porcentaje de truchas en fase de expulsión de sus productos sexuales ocurre entre los

meses de septiembre y enero, en condiciones de cultivo y en ambientes similares (quebrada El Oro, la cual surte de agua al Campo Truchícola La Mucuy, ubicada en el parque Sierra Nevada de Mérida). Esta distribución de tamaño se debe a que durante esos meses ocurre la reproducción de las truchas en esta quebrada.

En la fig. II.6 se representan las clases IV y V, las cuales están sometidos a factores diferentes que las clases de menor tamaño, como son la presión de las pesquerías y las migraciones en busca de sitios apropiados de desove, podemos ver que durante la época permitida de pesca se encuentra un mayor porcentaje de truchas entre 15 y 20 cm. A partir del mes de agosto y hasta el final del período de estudio se observa un incremento de la clase mayor de 20 cm; siendo también importante la antes señalada. Este incremento posiblemente se debe a la llegada de ejemplares adultos en busca de sitios adecuados para la realización del proceso reproductivo. Durante esta época las truchas son más vulnerables a ser pescadas, debido a la insistente búsqueda de sitios apropiados para realizar el desove.

Hirigoyen (1976), señala que se debe disminuir el tamaño legal de captura hasta 18 cm de longitud total, lo

que representaría aproximadamente 16 cm de longitud estandar, esta afirmación la hace basado en el hecho de que solo el 2% del total muestreado tenía la talla legal de captura, en tal caso la biomasa explotable de la población muestreada por este autor, aumentaría hasta un 22%. Para tomar tal decisión no solo se debe considerar la estructura de tamaño de la población sino también la talla mínima de reproducción. Nebiolo (1982), en un muestreo de 317 truchas realizado en el río Chama no encontró truchas de talla legal de captura. En este trabajo se encontró un 24,11% de ejemplares con tamaño permitido de captura, tomando en cuenta la pirámide de distribución de tamaño durante la época de pesca. Este resultado es bastante alto si se le compara con los anteriores; sin embargo hay que considerar que son ambientes diferentes, el río Chama está más expuesto a la acción del hombre no solo desde el punto de vista de la presión de pesca, sino también debido a las actividades desarrolladas a lo largo de todo su recorrido, las cuales de alguna manera podrían afectar el normal desarrollo de este salmónido.

#### RELACION TALLA-PESO

El coeficiente de correlación entre la longitud y el peso de las truchas tanto machos como hembras indica una

alta correlación positiva entre estos parámetros, igualmente el valor de la pendiente,  $b$ , cercano a 3 señala que el crecimiento de estos peces es isométrico.

Rengifo (1988), encontró resultados similares en truchas capturadas en el embalse Agua Fría y en las quebradas La Negra y Agua Fría, en el Estado Miranda (Venezuela). Arenas (1978) y Elliot (1973) reportan una alta correlación entre estos parámetros en ejemplares de trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, en el lago Riñihue y río San Pedro en Chile y en un río de los Pirineos Central, respectivamente, en ambos sitios esta especie es exótica.

#### FACTOR DE CONDICION

La variación mensual del factor de condición de las truchas y la temperatura del agua muestra una tendencia similar entre diciembre a febrero y agosto a octubre, mientras que el resto del tiempo la tendencia es inversa (Fig. II.7). Estos resultados discrepan con lo reportado por Hunt (1972) quien señala que la condición de las truchas aumenta y disminuye al mismo ritmo de la temperatura del agua y del fotoperiodo. Además de la temperatura del agua también son importantes otros

factores tales como disponibilidad de alimento, características del cuerpo de agua en estudio especialmente en lo referente a variación de la velocidad de la corriente ya que esto podría generar un mayor gasto de energía, lo que repercutiría en un menor valor del factor de condición del pez. Sin embargo esto no se refleja en los resultados obtenidos en el presente trabajo.

### PRODUCCION DE TRUCHAS

En la quebrada Mucunután se encontró una producción de truchas de 10,76 kg/año, en un area promedio de 600 m<sup>2</sup>, concentrándose la mayor producción a partir del mes de agosto hasta enero (8,76 kg), estos meses corresponden a la época de reproducción de la trucha. Phillips (1984) señala una producción de 6,26 kg/ha/año en el río Sarapiquí y 17,22 kg/ha/año en el río Ciruelas en Costa Rica, concluyendo que la pobre población y producción en Sarapiquí se debe a una situación de pesca irrestricta y a ciertas condiciones ambientales, como los sedimentos en suspensión a consecuencia de la deforestación de la zona; igualmente la mayor producción del río Ciruelas se concentró en la época de reproducción (15,06 kg/ha/año).

La literatura de los Estados Unidos reporta una

producción anual de trucha arco iris entre 12,0-132,0 kg/ha/año (Johnson y Hasler, 1958; Goognight y Bjornn, 1971; Alexander y MacCrimmon, 1974; Whitworth y Strange, 1983). La producción encontrada en la quebrada Mucunután está fuera del intervalo reportado para su país de origen, así mismo es superior a la señalada por Phillips para el río Sarapiquí donde también es introducida como en Venezuela.

La explicación de esta baja producción en la quebrada Mucunután, quizás se pueda encontrar en la sobrepesca y por el uso de artes ilegales durante todo el año, contraviniendo las disposiciones legales que establecen entre otras cosas, la captura con artes de pesca de tipo caña o cordel; una veda entre los meses de octubre a marzo y permite además pescar 10 ejemplares/persona/día.

## CAPITULO III

### REPRODUCCION DE LAS TRUCHAS

#### INTRODUCCION

La trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, habita los cuerpos de agua de los Andes venezolanos desde hace más de 50 años y sin embargo se desconocen algunos aspectos básicos de su biología.

Para las zonas templadas existe una extensa literatura referente a los hábitos reproductivos y alimenticios de la trucha, así como de su ecología en general. Por el contrario en las regiones tropicales donde esta especie fue introducida existe poca bibliografía en esos aspectos tan importantes. Este tipo de conocimiento es básico para realizar un manejo eficiente de la trucha ya sea para el cultivo intensivo o para el repoblamiento de cuerpos de agua naturales.

Scott y Crossman (1973) señalan que la trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, desova en primavera en el hemisferio boreal, haciendo referencia a la gran plasticidad y variabilidad en los patrones de vida de esta especie.

Dodge y MacCrimmon (1970) han descrito para un área de los grandes lagos de Norteamérica una época prolongada de desove, pero dividida en dos por diferentes poblaciones, de diciembre a febrero y de febrero a abril.

Las truchas desovan en octubre o noviembre en las zonas sur y central de su ámbito geográfico nativo (Maber y Larkin, 1955; Wither, 1966).

En el hemisferio austral, en el lago Titicaca Everet (1973), encontró que el desove se concentró en los meses de junio y julio, cuando la temperatura del agua era más baja.

Dada la escasa información que existe sobre la biología de este pez en nuestro país, en esta parte del trabajo analizaremos la biología reproductiva de la trucha en relación a algunos factores ambientales.

## METODOLOGIA

En el laboratorio se determinó el peso de cada uno de los ejemplares de trucha utilizando una balanza analítica con capacidad de 200 g y precisión de 0,0001 g. Los ejemplares mayores de 200 g se pesaron en una balanza con capacidad de 1000 g y precisión de 25 g. La longitud total y estandar se determinaron con un vernier de 15 cm y precisión de 0,05 cm.

## DESARROLLO DE LAS GONADAS

El desarrollo de las gonadas se analizó utilizando la clasificación de Nikolsky (1963), la cual establece los estadios siguientes:

### I.- Inmaduro:

Representado por individuos jóvenes que no han iniciado el proceso reproductivo, las gónadas son muy pequeñas y los huevos no son visibles a simple vista.

### II.- Reposo:

Los productos sexuales no han comenzado a desarrollarse, gónadas muy pequeñas, huevos no distinguibles a simple vista.

### III.-Maduración:

Incremento acelerado de las gónadas, huevos distinguibles a simple vista.

### IV.- Madurez:

Productos sexuales maduros, pero no salen al aplicar una leve presión en el abdomen, las gónadas han alcanzado su peso máximo.

### V.- Reproducción:

Al aplicar una leve presión en el abdomen los productos sexuales son expulsados.

### VI.- "Vacio":

Los productos sexuales han sido descargados, gónadas con apariencia de sacos vacíos, abertura genital inflamada, remanente de huevos o esperma.

## TALLA MINIMA DE MADUREZ SEXUAL

Para el cálculo de la talla mínima a la cual las truchas alcanzan la madurez sexual se utilizó la metodología empleada por Vazzoler (1982). Este método consiste en agrupar separadamente los machos y las hembras adultos (aquellos que se encuentran en estadios III, IV, V y VI) en clases de tamaño, obteniéndose para cada clase

su frecuencia relativa en % (acumulada). En el eje de las x se coloca la longitud de los peces y en la ordenada la frecuencia de adultos en porcentaje. Los puntos obtenidos se ajustan a una curva de tipo sigmoide. Para obtener la talla mínima a la cual el 50% de la población se encuentra en actividad reproductiva se traza una línea desde ese punto (ordenada) paralela al eje de las x hasta donde se corte con la curva, desde aquí se traza una línea paralela a la ordenada, correspondiendo el corte con el eje de las x a la talla a la cual el 50% de la población se encuentra reproductivamente activa.

### INDICE GONADOSOMATICO

Las gónadas de machos y de hembras se pesaron en la misma balanza utilizada para pesar los ejemplares menores de 200 g, para posteriormente hacer las determinaciones del índice gonadosomático.

Para determinar el índice gonadosomático (IGS) de las truchas se utilizó el peso total del pez y el peso de las gónadas, aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{IGS} = \frac{\text{peso gónada}}{\text{peso total pez}} * 100$$

### FECUNDIDAD

La fecundidad absoluta se determinó en aquellas truchas cuyas gónadas se encontraban en estadios III y IV, contando los huevos uno a uno, utilizando un microscopio estereoscópico.

## RESULTADOS

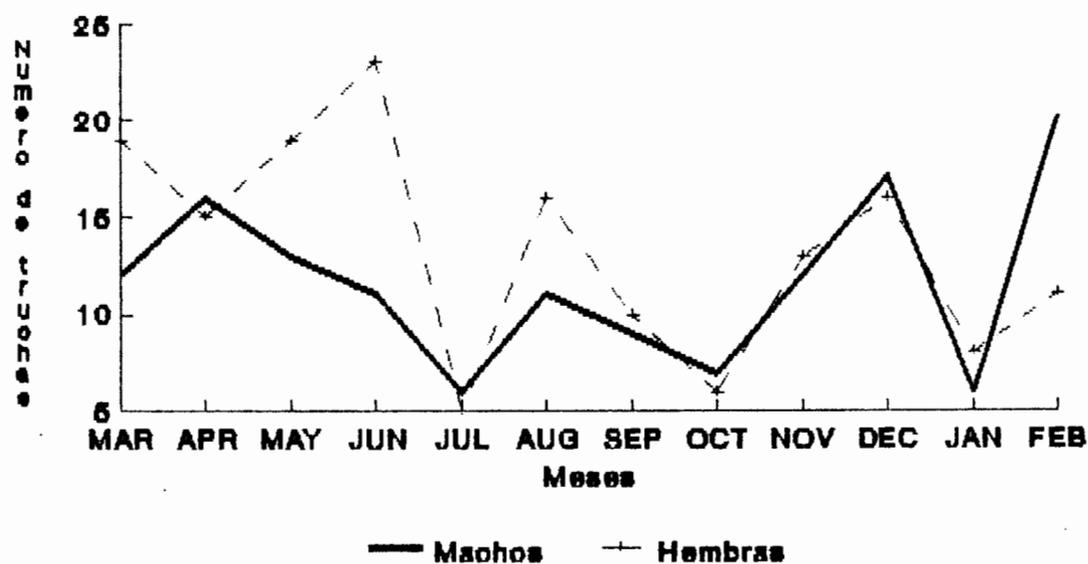
### RELACION DE SEXOS

De las 319 truchas capturadas en la quebrada Mucunután, 163 eran hembras, 139 machos y 17 ejemplares a los cuales no se les pudo determinar el sexo debido a que no se observaron las gónadas, por ser ejemplares de pequeño tamaño.

Se encontró una relación macho/hembra de 1:1,17 (0,855); la prueba de chi-cuadrado indicó la aceptación de la  $H_0$  (1:1) para un nivel de significancia de 0,05 con  $gl= 1$ .

Los ejemplares machos y hembras presentaron un peso promedio de  $66,93 \pm 76,74$  y  $52,92 \pm 30,86$  respectivamente, así mismo una longitud estandar promedio de  $10,96 \pm 3,72$  en el caso de los machos y  $11,03 \pm 2,73$  las hembras.

En la fig. III.1 se representa la variación mensual en la cantidad de truchas machos y hembras, observándose que entre septiembre a enero se encontró una relación de sexos casi perfecta, esto coincide con el pico reproductivo, lo cual parece reflejar el apareamiento sexual.

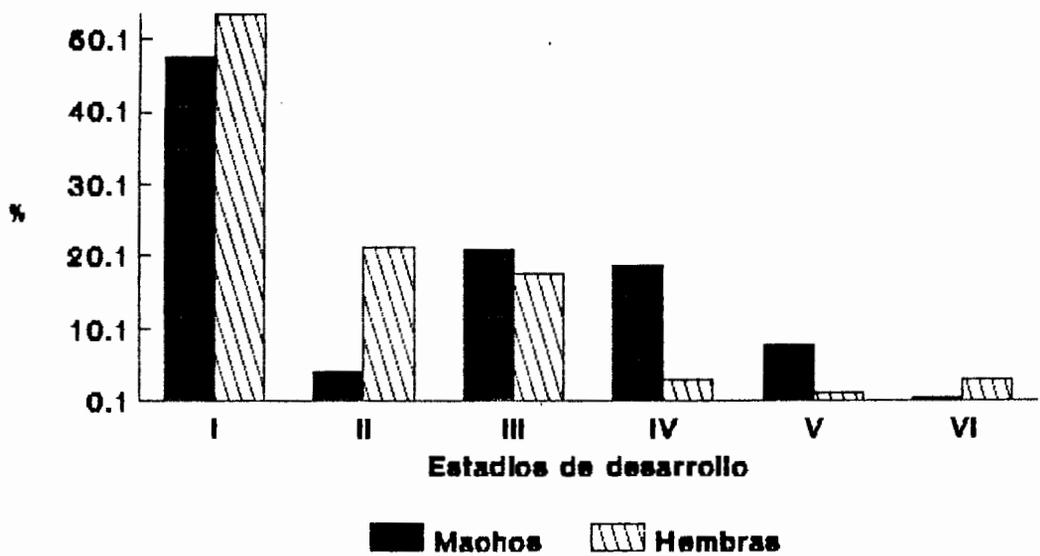


**Fig.III.1.- Variacion mensual en la cantidad de truchas machos y hembras en la quebrada Mucunutan (1987-1988).**

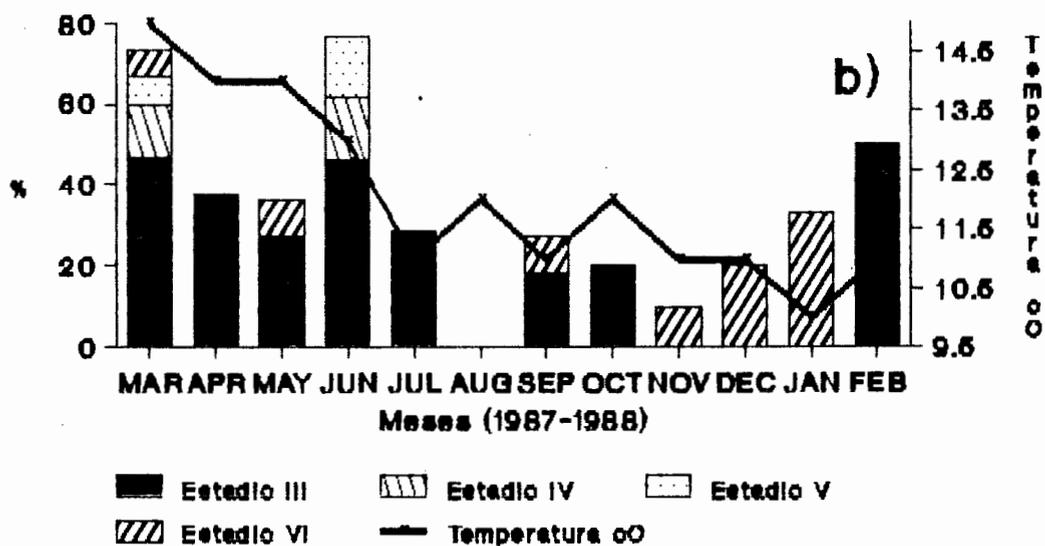
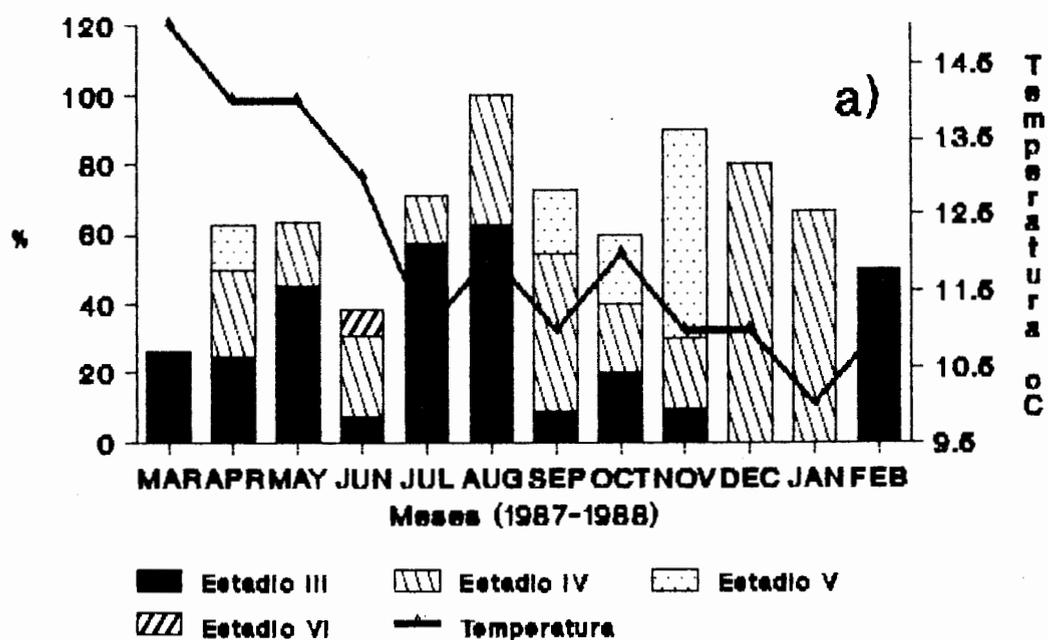
## DESARROLLO DE LAS GONADAS

El mayor porcentaje de truchas tanto machos como hembras se encontraron en el estadio I de desarrollo gonadal. Hasta el estadio II las hembras presentaron un mayor porcentaje, a partir del cual y hasta el V a los machos les correspondió el % más alto (Fig. III.2).

En la fig. III.3 se observa la distribución en % en relación al total mensual de truchas machos (III.3a) y hembras (III.3b) en fase reproductiva y los cambios mensuales ocurridos en la temperatura del agua. En líneas generales durante todo el año aparecen truchas en fase de reproducción activa. El mayor porcentaje de truchas, machos y hembras, en proceso de maduración de gónadas (estadio III) se agrupan entre los meses de marzo-agosto, en el caso de los machos y marzo a julio las hembras. A partir de este último mes y hasta enero se observa el mayor porcentaje de truchas en la fase de reproducción y de expulsión de los productos sexuales (estadios IV y V). Esto refleja la época de reproducción de la trucha en esta quebrada. Se observa también en esta figura que el mayor porcentaje de machos y hembras en estadios IV y V abarca los meses durante los cuales se registran bajos valores de temperatura.



**Fig. III.2.- Desarrollo gonadal en % de ejemplares machos y hembras de trucha arco iris, durante marzo 87 a febrero 88**



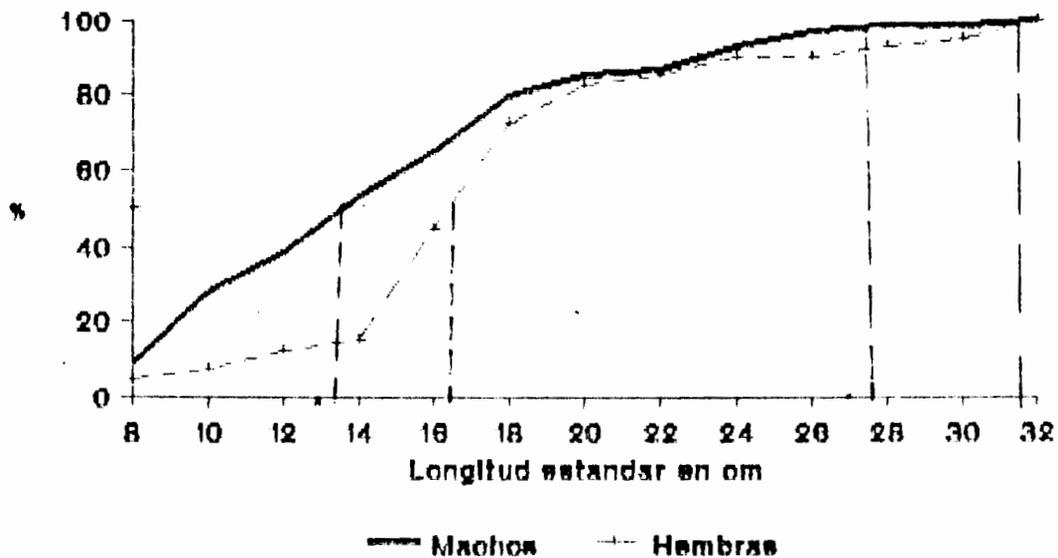
**Fig.III.3.- Variación mensual del desarrollo de las gonadas en ejemplares de truchas: a) machos y b) hembras.**

La talla mínima a la cual el 50% de la población alcanza la madurez sexual es de 13,4 cm de LS para los machos y 16,2 cm de LS para las hembras, aplicando la metodología descrita por Vazzoler (1982). Igualmente 27,6 y 31,6 cm de LS para machos y hembras respectivamente, es la talla a la cual el 100% de la población alcanza la madurez sexual (fig. III.4).

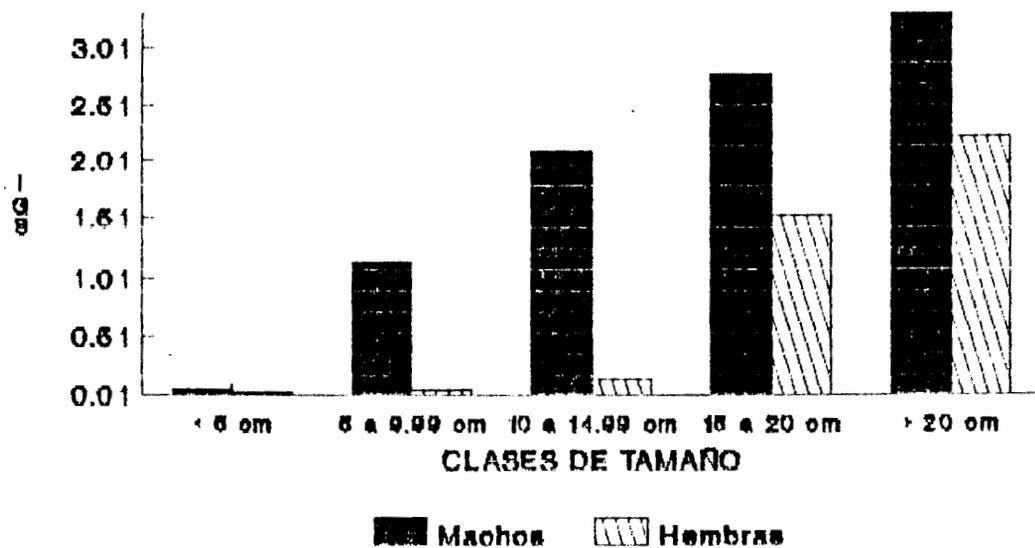
### INDICE GONADOSOMATICO (IGS)

El sintoma más importante de la condición de las gónadas es su peso. El peso de las gónadas está relacionado con el peso corporal; la influencia de este último en el peso de las gónadas se elimina haciendo uso del índice gonadosomático o coeficiente de madurez, el cual expresa el peso de las gónadas como un porcentaje del peso corporal (Nikolsky, 1963).

En la fig.III.5 se representa el índice gonadosomático promedio de truchas machos y hembras por grupos de tamaño, encontrándose que los machos presentaron un mayor índice en todas las clases de tamaño. Igualmente en ambos casos a medida que las truchas aumentan de tamaño incrementa también el índice gonadosomático. Las truchas mayores de 20 cm presentaron los valores más altos del IGS.



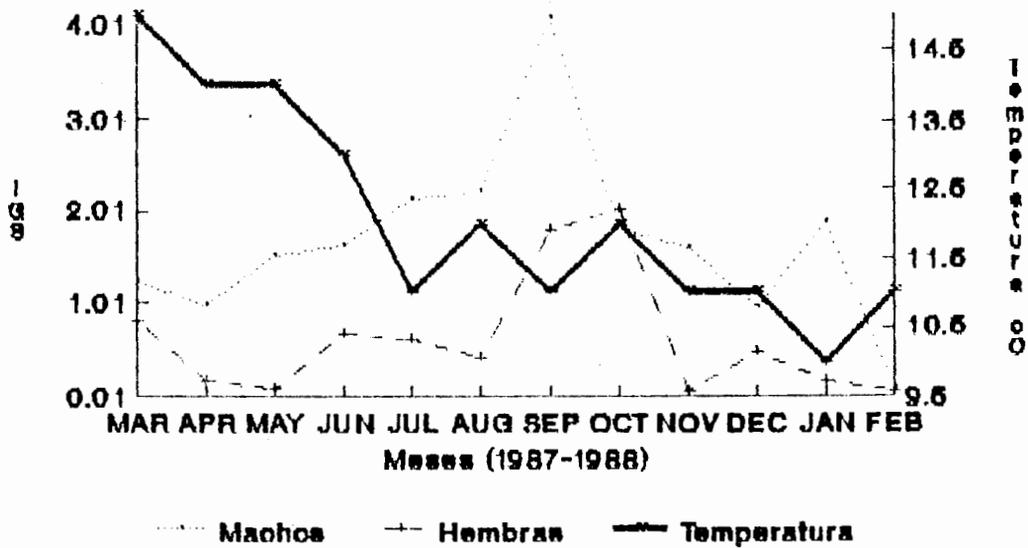
**Fig. [II.4.- Frecuencia acumulada de truchas en la que se muestra la talla a la cual el 50% y 100% alcanzan la madurez.**



**Fig.III.5.- Índice gonadosomático (IGS) promedio de truchas machos y hembras en relación al tamaño, durante 1967 a 1968.**

El índice gonadosomático de las truchas machos y hembras presentó cambios mensuales durante el lapso de estudio. En ambos casos el IGS sigue un patrón similar hasta el mes de septiembre, a partir del cual se comportan de manera diferente hasta el final del periodo de estudio (Fig. III.6). Los máximos valores se registraron durante el mes de septiembre correspondiendo un índice de  $4,06 \pm 2,91$  para un tamaño de muestra de 10 ejemplares machos y  $2,0 \pm 3,47$  para  $n=10$  en el caso de las hembras. En esta misma figura se observa que el desove y la espermiación ocurren a temperaturas menores de  $12^{\circ}\text{C}$ .

El curso anual de la madurez gonadal indica un crecimiento progresivo en las gónadas de los machos, alcanzando su máximo valor en el mes de septiembre, a partir del cual el índice gonadosomático cae abruptamente, manteniéndose bajo hasta el final del periodo de estudio. Las hembras siguen un patrón de comportamiento similar al de los machos hasta septiembre. A partir de octubre desciende para volver a incrementar en el mes de enero; disminuyendo drásticamente a partir de este último mes. Los valores máximos se reportan en septiembre y octubre y el mínimo en el mes de febrero (Fig.III.6).



**Fig.III.6.- Variación mensual del IGS de truchas machos y hembras y de la temperatura de la quebrada Mucunutan.**

## FECUNDIDAD

El número de huevos contenidos en el ovario de un pez se denomina fecundidad individual, absoluta o total (Nikolsky, 1963).

Para determinar la fecundidad absoluta de las truchas capturadas en la quebrada Mucunután se utilizaron 30 ejemplares en estadios III y IV, los mismos procedían de colectas realizadas en diferentes fechas. El peso promedio de los peces utilizados fue de  $132,01 \pm 98,61$  g con un mínimo de 40,86 g y un máximo de 500 g y longitud estandar promedio de  $17,88 \pm 4,48$  cm, con una longitud mínima de 12,97 cm y una máxima de 31 cm. La fecundidad promedio fue de  $716,13 \pm 507,92$  con un mínimo de 186 y un máximo de 2377 huevos.

## DISCUSION

### RELACION DE SEXOS

La relación macho/hembra en las truchas de la quebrada Mucunután está de acuerdo con la relación teórica 1:1; el valor 0,8528 es parecido al encontrado por Kwain (1971) en Batchawana Bay (0,82). Rengifo (1988) encontró una relación de sexos con un valor de 0,4167, bastante alejado de la relación teórica. Igualmente este autor reporta una alta proporción de machos entre los meses de octubre a enero, contrario a lo encontrado en este trabajo durante los mismos meses (época de reproducción en la quebrada Mucunután), sin embargo cabe señalar que se están comparando cuerpos de agua diferentes; aquel es un embalse y este es una quebrada con características típicas de montaña.

### DESARROLLO DE LAS GONADAS

Al estudiar el desarrollo de las gónadas en la totalidad de las truchas capturadas se observa que los estadios I, II y VI presentan un mayor porcentaje de truchas hembras (Fig.III.2). Los machos presentan un mayor desarrollo entre los estadios III-V, los cuales representan las fases de reproducción activa, esto podría

indicarnos que los machos se preparan primero que las hembras para este importante proceso. Fons (1971) señala que las truchas machos de un año de edad están en condiciones de producir semen, mientras que las hembras proporcionan los primeros huevos a los dos años de edad. Resultados similares se han encontrado en Venezuela en condiciones de cultivo (Alvarado y Bastardo, 1983).

En la quebrada Mucunútán se encontraron truchas sexualmente maduras durante casi todo el año, correspondiendo el mayor porcentaje a los machos. Al observar la distribución mensual de machos y de hembras (Fig.III.3) se podría pensar en un desfase en el proceso de expulsión de los productos sexuales (estadio V). En noviembre aparece el mayor número de machos en esa fase, sin embargo en ese mismo mes solo se encontró una hembra desovada (estadio VI). Es importante señalar que los machos durante la época de reproducción presentan una producción continua de semen, es decir un mismo macho puede estar apto para fecundar en varias oportunidades durante un mismo periodo reproductivo, mientras que las hembras no tienen esa producción permanente de huevos sino que lo hacen en un solo momento, los huevos que no son expulsados se reabsorben y comienza nuevamente el proceso.

El mayor número tanto de machos como de hembras maduras se ubican en los meses de septiembre y octubre (final época de lluvia) y noviembre-enero (comienzo época de sequía). A nivel de cultivo se encuentran resultados similares, Bastardo y colaboradores (1988) señalan que los mayores porcentajes de truchas sexualmente activas se ubican en los meses de septiembre-enero, considerando un periodo de 5 años de observaciones (1980-1985).

En la fig. II.5 se puede ver que los ejemplares entre 5 y 15 cm de LS aparecen durante casi todo el año, sin embargo las truchas menores de 5 cm de LS desaparecen durante los meses de julio y agosto, en septiembre y noviembre no se capturaron ejemplares de esta talla pero estaban presentes en la quebrada; esto parece indicar que hay un descanso reproductivo en los meses de junio y julio y que la época de reproducción se extiende desde agosto hasta mayo con sus picos entre septiembre y enero.

En esa misma figura se observa que la talla I (menor de 5 cm) disminuye de febrero a junio, hasta desaparecer, mientras que la II (5-10 cm) incrementa en esos mismos meses con un valor máximo en julio. A partir de septiembre la talla I vuelve a aparecer alcanzando su máxima representación en el mes de febrero, esto podría indicar

que diciembre es el mes de mayor reproducción, ya que la fase de alevinaje (desde la eclosión hasta los 4 a 5 cm) dura aproximadamente entre 2 a 3 meses, en condiciones de cultivo.

El tiempo transcurrido entre la fecundación y la eclosión depende de la temperatura del agua. Bagenal (1971) señala que en la especie *Salmo gairdnerii* el tiempo que transcurre desde la fertilización hasta el nacimiento de la larva es de aproximadamente 30 días a una temperatura de 12 ° C. En Mérida, a una temperatura promedio de incubación de 12,2 ° C el nacimiento de la larva ocurre a los 29 días de incubación.

Durante el período de estudio de este trabajo la temperatura promedio fue de 12,1° C, esto significa que si se observaron alevines el 18 de septiembre es por que la fertilización había ocurrido durante el mes anterior.

Phillips (1987), encontró ejemplares de trucha arco iris reproductivamente activas en casi todos los meses del año en los ríos Ciruelas y Sarapiquí en Costa Rica. Este autor señala dos épocas de desove en estos ríos, una en sequía (enero-abril) y otra durante el período de lluvia (agosto-octubre), considerando que las mismas se deben a

diferentes variedades de *Salmo gairdnerii* que fueron sembradas en esos ríos.

En los grandes lagos de Norteamérica se ha descrito una época prolongada de desove pero dividida en dos, por la presencia de poblaciones diferentes, la primera de diciembre a febrero y la segunda de febrero a abril (Dodge y MacCrimmon, 1970). La mayoría de las truchas, *Salmo gairdnerii*, variedad cabeza de acero (steelhead) desovan en primavera, pero en el Canadá distintas poblaciones entran a los ríos para su migración de desove unas en los meses de invierno y otras en los de verano (Phillips, 1984).

En la quebrada Mucunután se encontraron machos y hembras sexualmente maduros a las tallas mínimas de 13,4 cm y 16,2 cm de longitud estandar respectivamente. Los valores mínimos dados por Carlander (1969) en una revisión mundial de poblaciones de truchas fue de 17,0 cm para machos y 23,9 cm de longitud total para hembras, lo que representa aproximadamente 14 y 20,9 cm de LS. Phillips (1987) reporta valores mínimos de 13,8 y 15,5 cm de longitud total (aproximadamente 10,8 y 12,5 cm de LS) para machos y hembras respectivamente, en Costa Rica. En todos los casos se puede apreciar que los machos alcanzan la madurez sexual a tallas menores que las hembras. Hoar

(1957) señala que en muchas especies de peces los machos alcanzan la madurez sexual antes que las hembras y a edades más tempranas y tallas más pequeñas. En algunas especies después del desove hay un corto período de reposo seguido por una fuerte actividad espermatogénica permitiendo que los testículos permanezcan llenos de espermatozoides durante varios meses antes del inicio del desove, en tales casos el entrecruzamiento no tiene lugar hasta que aparezcan las características sexuales secundarias, lo cual es coincidente con la aparición de huevos maduros por parte de la hembra.

En este trabajo la talla mínima a la cual el 50% y el 100% de la población, de machos, alcanzó la madurez sexual fue de 13,4 cm y 27,6 cm de LS respectivamente. Para las hembras los valores de talla mínima a la cual el 50% y 100% de la población se encuentra reproductivamente activa fue de 16,2 y 31,6 cm respectivamente. Al comparar con los resultados obtenidos por Rengifo (1988) en el embalse Agua Fria del Estado Miranda, se encontró que en este último las truchas inician la reproducción a la talla mínima de 14,4 cm y el  $L_{100}$  a los 25,4 cm en el caso de los machos. Las hembras inician la reproducción a tallas mayores: a 27,1 cm la talla mínima y el  $L_{100}$  a los 35,9 cm de longitud estandar. Podemos ver que en la quebrada

Mucunután el 50% de las truchas machos y hembras se reproducen a tallas menores que en el embalse Agua Fria. Igualmente en la quebrada Mucunután el 100% de la población de hembras alcanzan la madurez sexual a tallas menores que en el embalse Agua Fria, pero no así el 100% de la población de machos. En los resultados reportados por Rengifo, las hembras casi duplican el tamaño de los machos para que el 50% de la población inicie la reproducción. Scott y Crossman, 1973 (Citado por Rengifo, 1988) señalan que cuando la trucha arco iris se encuentra en lagos y ríos pequeños se reproduce a menores tallas (15,2-25,4 cm) que cuando se encuentra en lagos de gran tamaño (40,6 cm).

#### INDICE GONADOSOMATICO

El índice gonadosomático de los diferentes grupos de tamaño fue mayor en los machos (Fig. III.5), presentando un patrón similar en ambos sexos hasta el mes de septiembre (Fig. III.6). El mayor índice gonadosomático se presenta entre los meses de mayo-septiembre en el caso de los machos y mayo-octubre en las hembras, al mismo tiempo que ocurre un descenso en la temperatura del agua (Fig. III.6).

Everet (1973) encontró, en el lago Titicaca, que la trucha desova principalmente en junio y julio, cuando se registraron los valores más bajos en la temperatura del agua. DeVlaming (1972) y Billard et al. (1981) señalan que la gametogénesis en los salmónidos está influenciada por el fotoperiodo y la temperatura del agua. Estos autores indican que la mayoría desova cuando la temperatura permanece más baja. Además de la temperatura y la duración de la luz solar, también los cambios en el nivel de agua puede afectar la época de desove en algunas especies (Schiields; Siddique, citados por Abidin, 1986).

#### FECUNDIDAD

Las truchas de la quebrada Mucunutan presentaron una fecundidad promedio de  $716,13 \pm 507,92$  huevos. El número de huevos producidos por hembra varió entre un valor mínimo de 186 huevos para una trucha de 19,07 cm de longitud total y 83,12 gramos de peso y un valor máximo de 2377 huevos para un ejemplar de 21,2 cm y 160 gramos de peso. Phillips (1984) reporta valores que oscilan entre 127-1201 huevos para ejemplares con longitudes de 16,9 y 26,3 cm de longitud total en el río Sarapiquí en Costa Rica, así mismo encontró valores de 316 huevos (15,2 cm de LT) y 1515 (30,5 cm de LT) en el río Ciruelas del mismo país.

Este autor considera que la baja producción de huevos en estos ríos si se compara con lo reportado por otros autores en habitats nativos de la trucha arco iris (superior a los 4000 huevos; Scott, 1975) se debe al pequeño tamaño de los adultos.

La fecundidad absoluta encontrada en la quebrada Mucunutan es superior a la encontrada por Phillips (1984) en Costa Rica en los ríos Ciruelas y Sarapiquí. Rengifo (1988) reporta un alto valor de fecundidad absoluta (2392 huevos) si se le compara con los resultados de este trabajo. Sin embargo es importante señalar que este autor trabajó con una muestra muy pequeña (5 ejemplares), posiblemente eran de mayor peso que las estudiadas en este trabajo.

Algunos autores correlacionan la fecundidad de la trucha con la longitud, el peso y la edad. En este trabajo no se encontró una relación lineal entre la longitud y la fecundidad absoluta e igualmente entre el peso. A diferencia de los resultados reportados por Bulkley (1967), Everet (1973), Wydoski y Whitney (1979). Rengifo (1988) tampoco encontró correlación entre el peso y la longitud de las truchas del embalse Agua Fria, señalando

que esto se debio a la poca cantidad de datos con que se trabajó.

## CAPITULO IV

### HABITOS ALIMENTICIOS DE LA TRUCHA

#### INTRODUCCION

A nivel mundial existe una amplia literatura sobre los hábitos alimenticios de la trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*.

Elliott (1973), estudió la dieta de la trucha arco iris y comparó los cambios diarios en el alimento consumido con los cambios en la abundancia de los invertebrados del "drift".

Tippets y Moyle (1978) examinaron los hábitos alimenticios de esta especie en relación a la disponibilidad de invertebrados del bentos y del "drift".

Arenas (1978), analizó la alimentación de la trucha arco iris en el lago Riffihue y en el río San Pedro en Chile, encontrando similitud en la dieta de la trucha en ambos cuerpos de agua, así mismo reporta diferencias estacionales y con el tamaño de los peces. Igualmente, este autor discute los probables efectos de la depredación de *Salmo gairdnerii* sobre los peces nativos del área en estudio.

Rengifo (1988), estudió algunas características biológicas de la trucha arco iris en el embalse Agua Fria ubicado en el Estado Miranda (Venezuela) y entre los parámetros estudiados incluye los hábitos alimenticios de esta especie.

El conocimiento de los hábitos alimenticios de la trucha arco iris en aguas naturales del Estado Mérida al igual que su biología reproductiva, es de gran importancia ya que la información obtenida constituirá un aporte para las políticas de repoblación de esta especie exótica, llevadas a cabo por organismos oficiales.

En este capítulo se analizaron los siguientes aspectos: El índice de llenura estomacal, composición de la dieta por grupos de tamaño y por sexo, así mismo se estudió la fauna del "drift" y del bentos y su relación con la dieta de la trucha.

## **METODOLOGIA**

### **METODOLOGIA EN EL CAMPO**

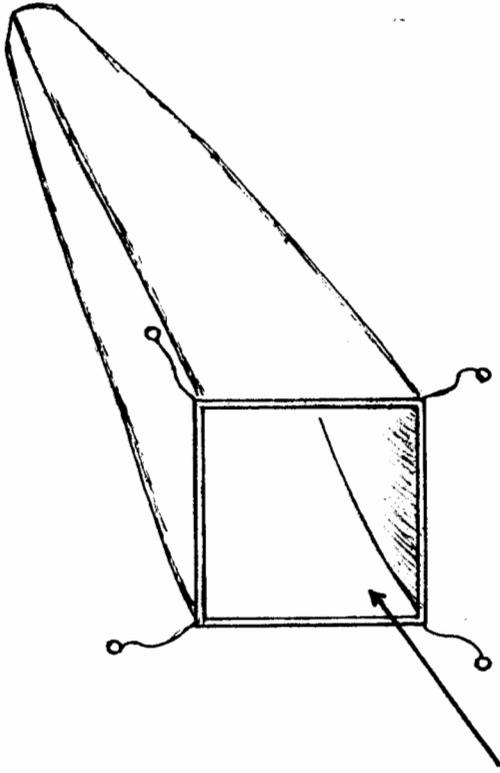
Las truchas se capturaron utilizando la técnica descrita en el capítulo II y se preservaron en formol al 10% para posteriormente analizar el contenido estomacal.

### **CAPTURA DE LOS INVERTEBRADOS ACUATICOS**

El mismo día que se tomaban las muestras de truchas se tomaban también las muestras del "drift" y del bentos.

Para las muestras del "drift" se escogieron dos sitios en la quebrada donde se colocaron las redes durante un período de tiempo que osciló entre 1 y 3 horas, a intervalos mensuales. Las redes usadas tenían una abertura de malla de 300 micras, aproximadamente 24 hilos por cm y una abertura de boca de  $0,135 \text{ m}^2$ . Se sostenían en la corriente de agua con cabillas (Fig. IV.1), enterradas en el fondo y separadas a una distancia igual al ancho de la red, evitando hacer contacto con el fondo.

Los invertebrados del bentos se capturaron con una red tipo Surber (Fig. IV.2) de  $0,0899 \text{ m}^2$  de área con abertura de malla de 300 micras. Se tomaron 10 muestras



ABERTURA DE LA BOCA =  $0,135\text{m}^2$

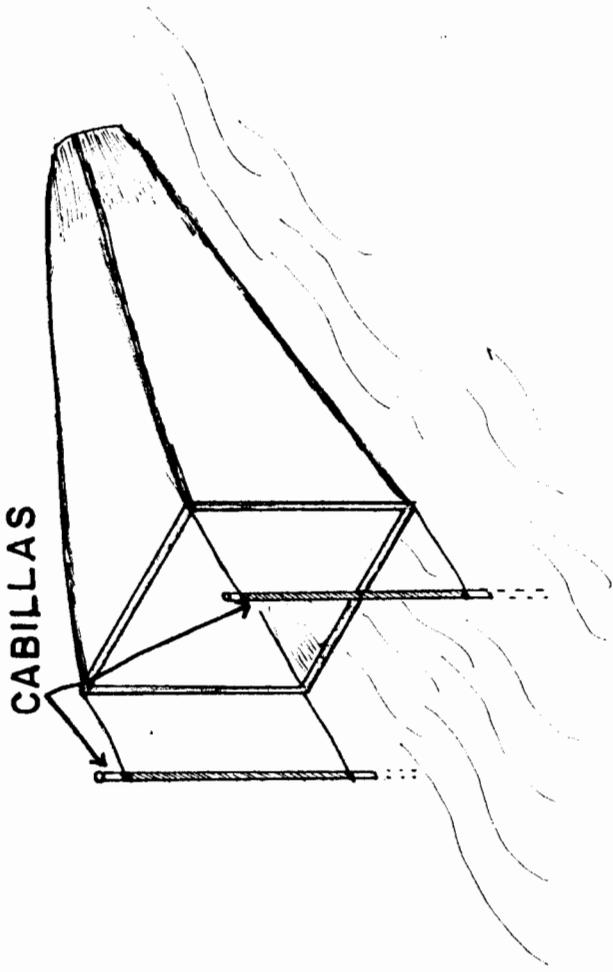
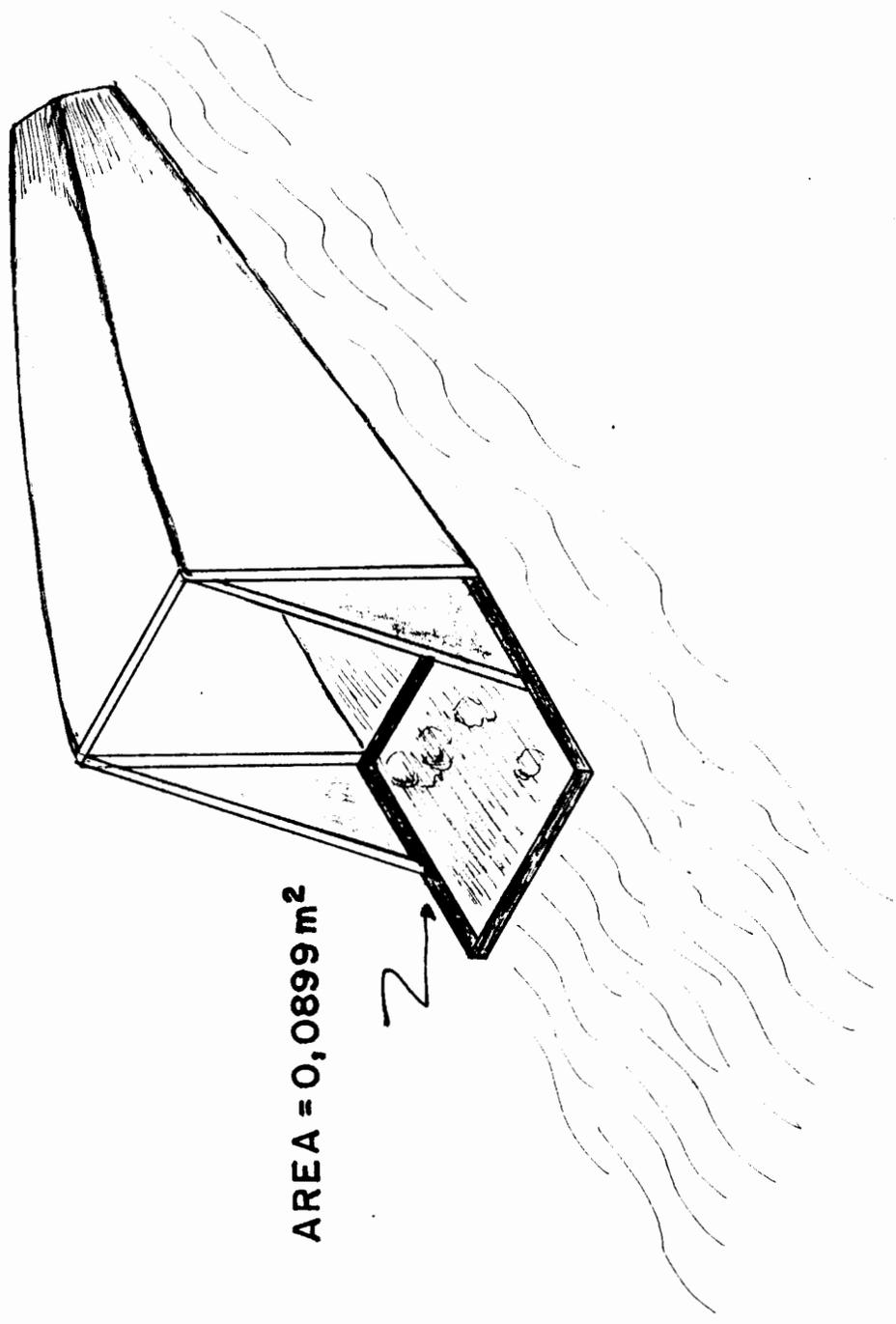


FIG. IV.1. - REDES UTILIZADAS PARA CAPTURAR INVERTEBRADOS DEL "DRIFT" EN LA QUEBRADA MUCUNUTAN DEL ESTADO MERIDA.



AREA = 0,0899 m<sup>2</sup>

FIG. IV. 2. - REDES TIPO SURBER UTILIZADAS PARA CAPTURAR INVERTEBRADOS DEL BENTOS EN LA QUEBRADA MUCUNUTAN DEL ESTADO MERIDA.

mensuales, lavando el substrato durante uno a dos minutos y hasta la profundidad que permitía el mismo substrato.

Las muestras de invertebrados tanto del "drift" como del bentos se preservaron en alcohol al 70%.

Para calcular el número de individuos/m<sup>2</sup> (densidad) muestreados en la fauna béntica se utilizó la fórmula propuesta por Welch (1948):

$$n = \frac{O}{as}$$

n= Número de animales en 1 m<sup>2</sup> de fondo

O= Número de animales contados

a= Area del muestreador "Surber" en cm<sup>2</sup>

s= Número de muestras tomadas

La densidad del "drift" (Nº/1000 m<sup>3</sup> de caudal) se calculó dividiendo el número de invertebrados capturados en un intervalo de tiempo por el volúmen de agua que pasa por la red en m<sup>3</sup>, multiplicado por 1000 (Allan, 1982).

## METODOLOGIA EN EL LABORATORIO

### MUESTRAS DE TRUCHAS

El contenido estomacal de cada una de las truchas se

analizó utilizando diversos métodos ya que ningún método por si solo nos da una completa información sobre la alimentación de los peces.

Los métodos utilizados para analizar el contenido estomacal fueron los siguientes:

**a.- Métodos numéricos:**

Se utilizaron los métodos numéricos de frecuencia de aparición y porcentajes numéricos.

**a.1. Frecuencia de aparición:**

Este método consiste en anotar la cantidad de estómagos que contienen uno o más individuos de cada ítem alimenticio. Este número se puede expresar como un porcentaje del total de los estómagos con alimentos. La ventaja que tiene este método es la rapidez de su aplicación y requiere de pocos aparatos (Hyslop, 1980). Según Lagler (1973), cuando se utiliza solo este método nos da una pequeña información sobre la cantidad relativa, bien sea volúmen o peso de cada tipo de alimento que se encuentre en el estómago. Reisen (1972), señala que este método no proporciona información sobre la contribución de cada tipo de presa en la dieta del pez

sino la frecuencia de captura de las mismas.

#### a.2.- Porcentajes numéricos

Es el método más simple y rápido para el análisis de los contenidos estomacales, consiste en reportar el número de individuos de cada ítem en relación al número total de organismos, expresado como el porcentaje de la cantidad total de organismos encontrados en todos los peces examinados (Hynes,1950; Hyslop,1980).

Este método resulta limitado cuando se usa solo, ya que sobreestima las presas pequeñas cuando éstas se encuentran en grandes cantidades, así mismo no se debe usar para evaluar categorías alimentarias que se fragmenten durante la captura o que sean rápidamente digeridas por efecto de los procesos digestivos, igualmente todas aquellas presas que no se encuentran en unidades discretas (Reisen,1972).

Los porcentajes numéricos pueden ser útiles para obtener información acerca de la selección del alimento, comparando los porcentajes de los ítems en el estómago con el alimento potencialmente disponible en el medio (Pomares, 1986).

## **b.- Métodos gravimétricos**

### **b.1.- Peso Fresco**

El peso fresco es el método gravimétrico más sencillo y rápido de aplicar; consiste en agrupar cada ítem alimenticio, extraer el exceso de humedad y pesar en una balanza de alta precisión. Se utilizó una balanza analítica con una precisión de 0,0001 g.

Los métodos gravimétricos tienden a sobreestimar los organismos grandes que son poco frecuentes (Lagler, et al. 1973; Hyslop, 1980 y Allan, 1981).

El peso total de una categoría alimentaria puede expresarse como un porcentaje del peso global del contenido estomacal, bien sea peso seco o húmedo.

## **C.- Método de los Puntos o Subjetivo**

Este método fue ideado por Swynerton y Worthington (Hyslop, 1980), en su esencia es un método volúmetrico sin embargo la mayoría de los autores lo agrupan en una categoría aparte (Hynes, 1950; Hyslop, 1980).

Este método consiste en asignar puntos a las categorías alimentarias tomando en consideración la llenura del estómago, el tamaño de los peces y la

abundancia de los organismos (Hynes,1950; Hyslop,1980; Infante,1981), finalmente para un determinado ítem se suman los puntos y se expresa como un porcentaje de los puntos totales asignados.

El grado de llenura estomacal se estimó arbitrariamente, asignando puntos a cada estómago, según la metodología empleada por Ball (1961):

Estimación visual de la llenura estomacal	Puntos
Distendido	100
LLeno	80
3/4 lleno	60
1/2 lleno	40
1/4 lleno	20
Trazas	10
Vacio	0

Una vez determinado el puntaje para cada estómago se asignó puntos a cada categoría alimentaria expresándola como un porcentaje en relación al estado de llenura estomacal.

**d.-Índice de importancia relativa**

Los métodos numéricos, gravimétricos, puntos y frecuencia de aparición se combinaron para determinar el índice de importancia relativa de los diferentes ítems en las diferentes clases de tamaños en los cuales se agruparon las truchas, con el objeto de minimizar la influencia típica de cada método. Para determinar este índice se utilizó la fórmula empleada por George y Hadley (1979):

$$IR = \frac{AI}{\{AI\}} * 100$$

AI = %frec.aparición + %numérico + %peso + %puntos

**e.- Índice de llenura**

La relación entre el peso del contenido estomacal y el peso del pez, denominado índice de llenura o índice de plenitud (Prejs y Colomine, 1981), se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Índice de llenura} = \frac{\text{Peso de los ítems en el estómago}}{\text{Peso del pez}}$$

Este índice señala la cantidad de alimento que se encontraba en el estómago del pez en el momento de la captura (Prejs y Colomine, 1981). Cambios del índice de llenura a través del año indican diferencias en la intensidad alimentaria (Man y Hodgkiss, 1977 ; citado por Hyslop, 1980).

#### f.- Índice de selectividad

La relación entre el alimento consumido por las truchas y el alimento disponible se estimó utilizando el índice de selectividad de Ivlev, basado en estimados de la abundancia relativa de los ítems alimentarios en el tracto digestivo y en el ambiente (Prejs y Colomine, 1981).

$$E_i = \frac{r - p}{r + p}$$

$E_i$  = Índice de selectividad de Ivlev

$r$  = Ítems contenidos en el estómago

$p$  = Invertebrados acuáticos en el ambiente

#### g.- Identificación de invertebrados

La identificación de los invertebrados encontrados en el estómago de las truchas y en la fauna del "drift" y del

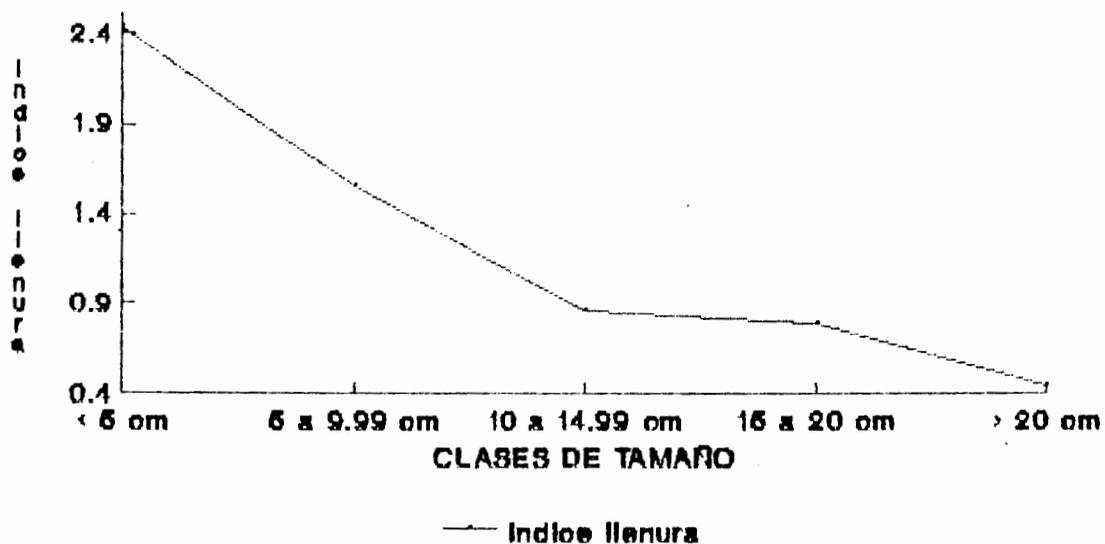
bentos se realizó utilizando las claves para insectos acuáticos de Edmondson (ed.), 1959; Needham y Needham (1962); Brigham et al (eds.), 1982 y Merritt y Cummins (1983).

## RESULTADOS

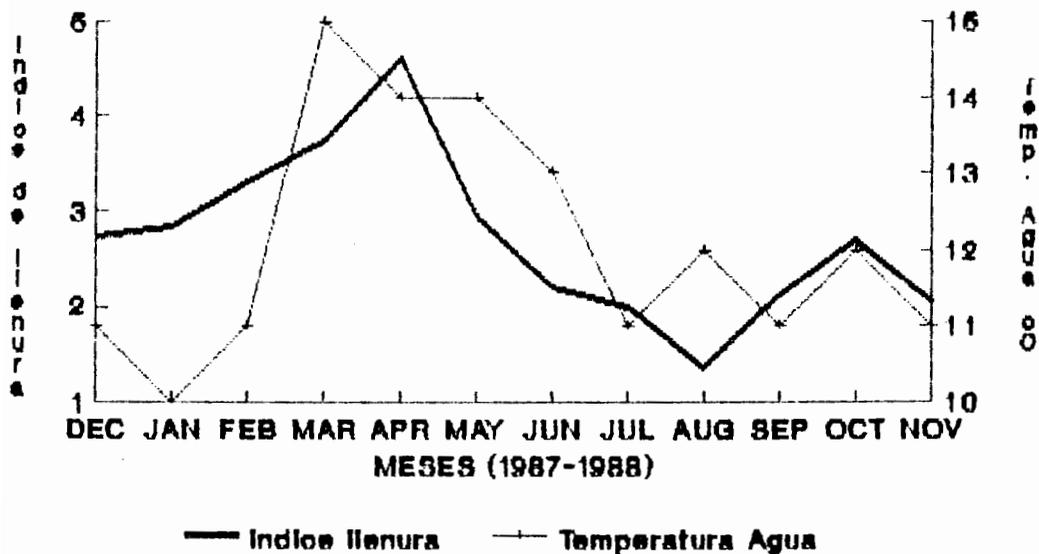
### INDICE DE LLENURA ESTOMACAL

En la fig. IV.3 se indica el índice de llenura en relación al tamaño de las truchas, se observa que los peces de menor tamaño presentan un índice mayor.

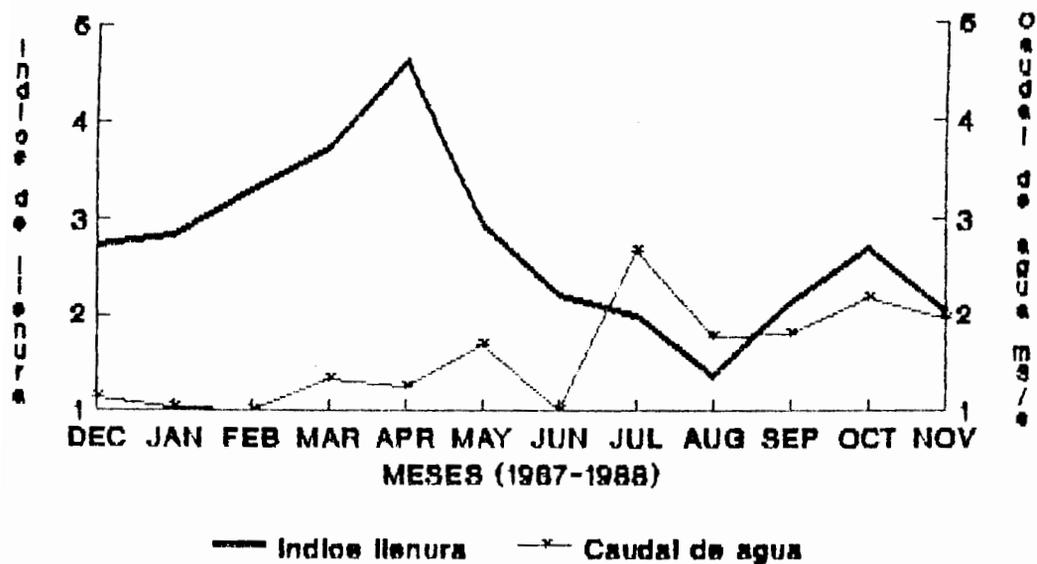
El índice de llenura estomacal muestra variaciones relacionadas con la temperatura y el caudal del agua (Fig.IV.4 y IV.5). Para visualizar mejor los resultados se graficó a partir de la época de menor caudal de agua. En la fig. IV.4 se representa la variación mensual de la llenura estomacal y de la temperatura del agua, encontrándose una tendencia similar entre las dos variables, excepto en el mes de agosto que el índice tiende a bajar mientras que la temperatura registró un incremento. Durante ese mes el índice de llenura presentó su valor más bajo. En la fig. IV.5 se indican los cambios mensuales entre el índice de llenura y el caudal de agua, observándose que los mayores valores de este índice se registran durante la época de menor caudal (diciembre a mayo).



**Fig.IV.3.- Índice de llenura en función del tamaño de las truchas capturadas en la quebrada Mucunútan (1987-1988).**



**Fig.IV.4.-** Cambios mensuales en el índice de llenura estomacal de las truchas y en la temperatura del agua.



**Fig.IV.5.- Cambios mensuales en el índice de llenura estomacal de las truchas y en el caudal de agua.**

## COMPOSICION DE LA DIETA

La dieta de la trucha arco iris en la quebrada Mucunutan, estuvo representada principalmente por los insectos pertenecientes a los ordenes Ephemeroptera, Trichoptera y Diptera.

Los géneros más importantes del orden Ephemeroptera fueron los siguientes: *Baetodes*, *Baetis*, *Thraulodes* y *Leptohyphes*. Los Trichoptera estuvieron principalmente representados por los géneros *Leptonema*, *Atorpsyches*, *Mortoniella* y *Ochrotria*. El orden de los Diptera presentó la mayor diversidad, siendo sus representantes más importantes las familias Chironomidae y Blepharoceridae. Tambien fueron importantes las casas de trichoptera, los restos vegetales representados por algas, semillas y trocitos de madera, los restos no identificados (NI) y la categoria denominada "otros" que incluye *Ochrotria*, Ceratopogonidae, Psychodidae, Diptera adulto, pupa Simuliidae, Tabanidae, aracnido, Crustaceo, Acaro, Nematodos, Megaloptera, Lepidoptera, pluma de ave y alevín de trucha, todos estos insectos incluidos en "otros" representan valores menores al 0,5%.

En el cuadro 3 se muestra la composición de la dieta de la trucha arco iris en la quebrada Mucunután, evaluada utilizando los métodos numérico, gravimétrico, de puntos y frecuencia de aparición. Estos resultados se basan en el estudio de 306 estómagos de trucha a lo largo de un ciclo anual y representa el consumo total durante ese año.

Para comparar la similaridad existente entre los métodos se utilizó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (cuadro 4). Al relacionar el método gravimétrico con el numérico y el de frecuencia de aparición se encontraron diferencias estadísticamente significativas a un nivel de 0,01. El método de los puntos presentó similaridad con todos los demás.

*Baetodes* constituyó el género más importante en lo relativo a su abundancia numérica y a su frecuencia de captura, correspondiéndoles 42,88% y 87,58% respectivamente. Por otro lado el género más importante desde el punto de vista gravimétrico fue *Leptonema* con 30,01%. Comparándolo con su porcentaje numérico (5,05%), este último resulta subestimado debido a que este género está representado por individuos grandes. Utilizando el

Cuadro 3.- Composición anual total de la dieta de 306 truchas en la quebrada Mucunután del Estado Mérida, utilizando los métodos numérico, gravimétrico, de puntos y frecuencia de aparición.

		Numérico	Gravim.	Puntos	Frecuencia
		%	%	%	Aparición
		%	%	%	%
<b>EFEMEROPTERA</b>					
Baetidae	Baetodes	42.88	13.10	21.53	87.58
Baetidae	Baetis	13.38	8.74	22.12	80.39
Leptophlebitidae	Thraulodes	5.75	6.52	15.47	66.01
Tricorythidae	Leptohyphes	2.17	0.70	2.30	45.75
<b>TRICHOPTERA</b>					
Hydropsychidae	Leptonema	5.05	30.01	9.29	54.90
Hydrobiosocidae	Atorpsyches	2.50	1.35	2.20	50.98
Glossomatidae	Mortoniella	1.79	0.35	0.63	33.99
	* C.Trichoptera	3.16	8.30	2.96	79.09
<b>DIPTERA</b>					
	Chironomidae	7.40	0.28	2.82	57.84
	Blepharoceridae	5.74	3.96	4.33	56.21
	Tipulidae	2.11	4.99	1.48	27.45
	Simuliidae	1.60	0.24	0.95	34.31
	Pupa Chironom.	0.98	0.15	0.87	18.30
	Empididae	0.61	0.08	0.33	15.69
<b>PLECOPTERA</b>					
	Perlidae	1.41	3.65	2.32	30.72
<b>HYMENOPTERA</b>					
	Avispa	0.73	0.44	0.68	18.63
<b>COLEOPTERA</b>					
		0.41	1.22	0.40	13.73
<b>OLIGOCHAETA</b>					
		0.01	3.24	0.13	0.65
Restos vegetales			1.41	0.60	
Restos NI			8.13	5.39	
Otros		2.32	3.18	3.20	83.66

\* Casa Trichoptera

método de los puntos (volumétrico) se encontró que los géneros mejor representados fueron *Baetis* (22,12%), *Baetodes* (21,53%) , *Thraulodes* (15,47%) y *Leptonema* (9,29%).

Cuadro 4.- Comparación entre los diferentes métodos, utilizando el coeficiente de correlación de rangos de Spearman ( $r_s$ ).

	Gravimétrico	Puntos	Frec. aparición
Numérico	0.428	0.758	0.939
Gravimétrico		0.723	0.406
Puntos			0.745

En la fig. IV.6 se representa la variación mensual de los principales ordenes consumidos por las truchas, utilizando los métodos numérico, gravimétrico y puntos. Podemos ver que numéricamente los Ephemeroptera fueron los más importantes durante todo el período de estudio, alcanzando su máxima representación durante los meses de mayo a agosto cuando los Trichoptera y los Diptera estan

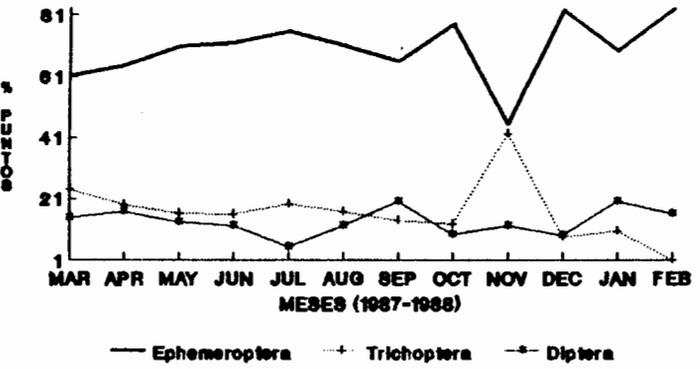
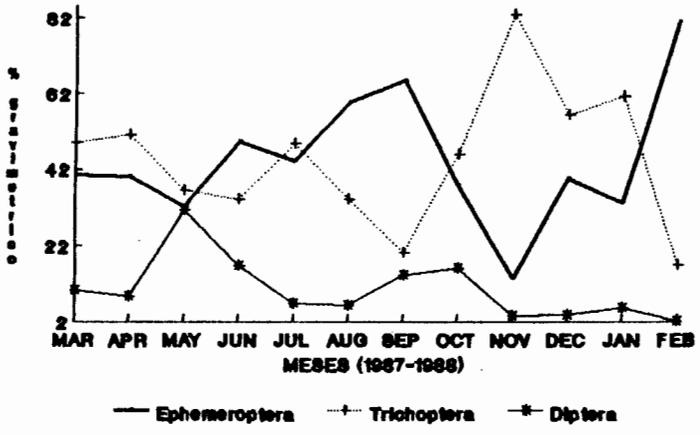
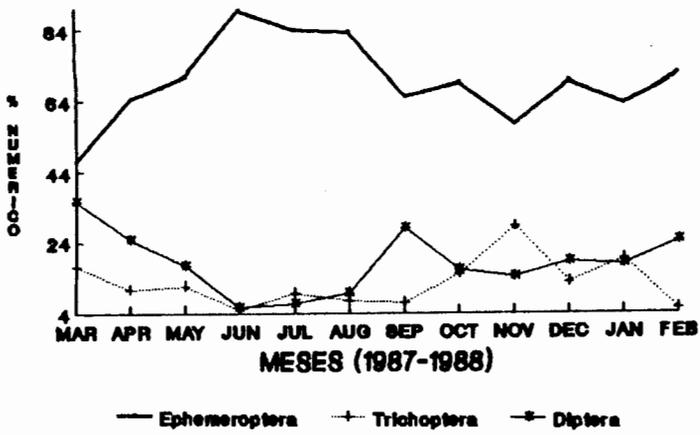


Fig.IV.6.-Cambios mensuales de los principales ordenes de insectos consumidos por las truchas (diferentes metodos).

representados en menor cantidad (fig.IV.6a). Los resultados obtenidos utilizando el método gravimétrico (Fig.IV.6b) señalan que el orden de los Diptera es el menor representado durante todo el año, alcanzando su máximo valor en mayo cuando ocurre una disminución en los otros grupos los cuales fluctúan a lo largo del año. Los Ephemeroptera alcanzan valores importantes durante junio y septiembre, a partir de este último mes comienzan a declinar y el grupo de los Trichoptera inician su ascenso, logrando su mayor representación en noviembre, para posteriormente alcanzar su mínimo valor en el mes de febrero, cuando los Ephemeroptera presentan su mayor valor. En la fig. IV.6 c se indica la variación mensual de estos tres grupos de insectos utilizando el método de los puntos, observándose un comportamiento similar al del método numérico. En el mes de noviembre se observa un importante incremento en el orden de los Trichoptera utilizando los métodos numérico, gravimétrico y de puntos lo cual coincide con una disminución en el orden de los Ephemeroptera.

#### COMPOSICION DE LA DIETA Y TAMANO DE LOS TRUCHAS

En la fig. IV.7 se representan los grupos de insectos principalmente consumidos por las truchas en relación al

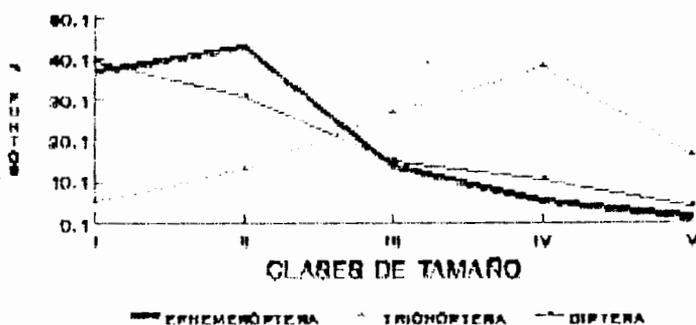
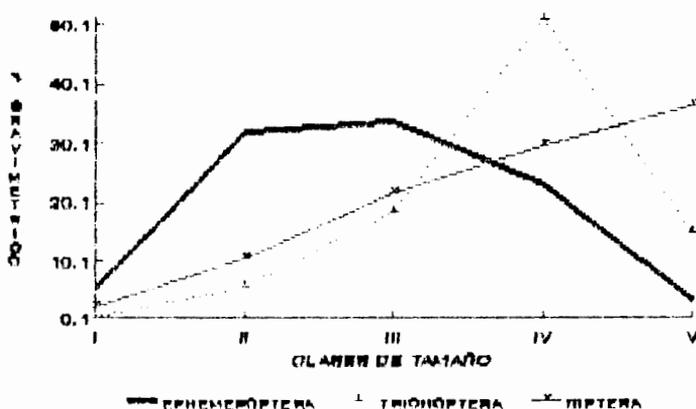
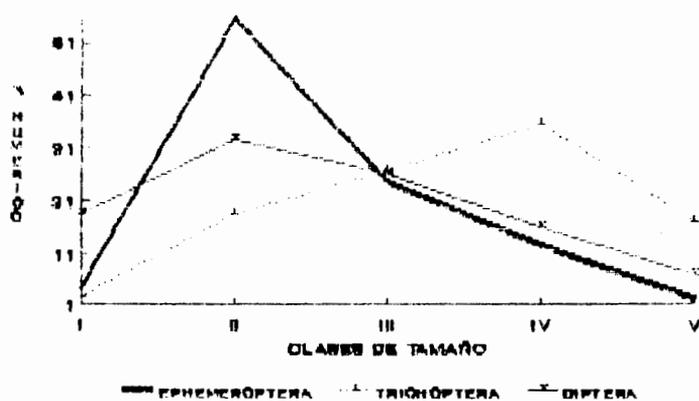


Fig.IV.7.- Relacion entre el tamaño de las truchas y los principales ordenes d insectos, utilizando diferentes metodos.

tamaño de las mismas y a la metodología utilizada para analizar los contenidos estomacales. Podemos ver que empleando el método gravimétrico el orden de los Trichoptera incrementa su porcentaje a medida que las truchas aumentan de tamaño. Los Ephemeroptera cuando se evalúan por el método numérico presentan un mayor consumo por las truchas de talla II, a partir de la cual disminuyen hasta alcanzar su valor más bajo en los ejemplares mayores de 20 cm. Utilizando este mismo método podemos ver en la fig. IV.7a que las truchas entre 10 a 15 cm consumen estos tres órdenes en un porcentaje numérico similar. Los individuos menores de 5 cm consumen principalmente el orden de los Diptera, disminuyendo su consumo desde la talla II hasta la V. Igualmente ocurre cuando se evalúan utilizando el método de los puntos, sin embargo con el método gravimétrico ocurre todo lo contrario, al aumentar de tamaño incrementa el consumo de ellos, los cuales están representados principalmente por la familia Blepharoceridae, dípteros de gran tamaño.

En la fig. IV.8 se comparan separadamente los principales ítems alimenticios en relación a su abundancia numérica, gravimétrica, puntos y frecuencia de aparición. Podemos ver que *Baetodes* comienza a disminuir en número peso y volumen a partir de la talla II; en lo relativo a

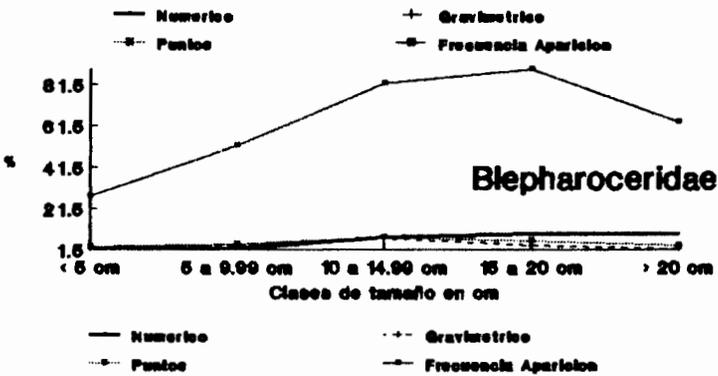
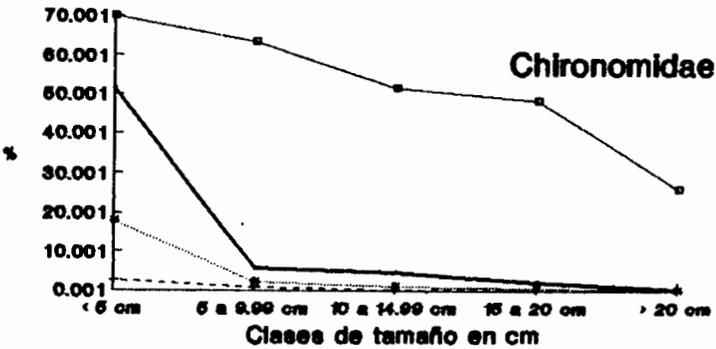
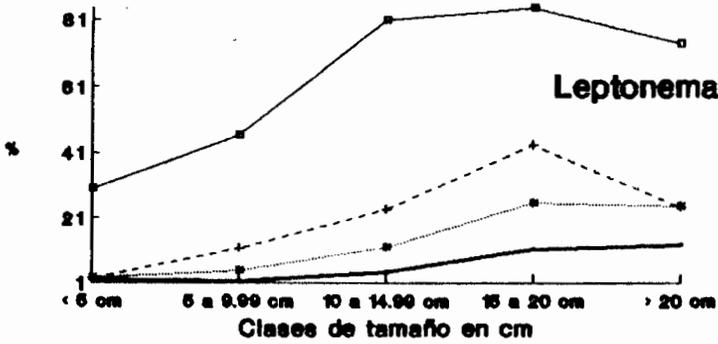
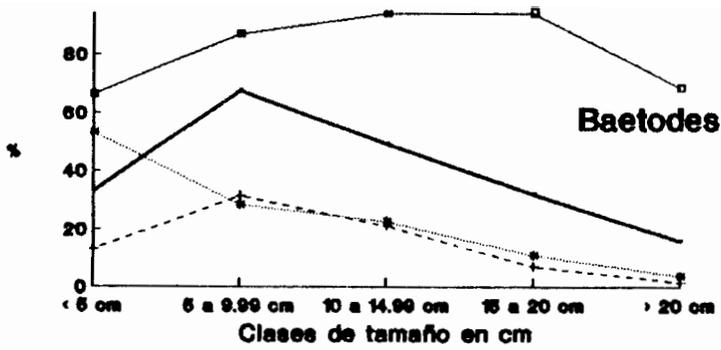


Fig. IV.8.- Principales items consumidos por las truchas en relacion al tamaño d los peces y la metodologia utilizada.

su frecuencia de aparición ocurre todo lo contrario. *Leptonema* incrementa en todo lo señalado al género anterior desde la talla I hasta la IV, sin embargo su abundancia numérica en relación a su peso y aparición está escasamente representada. Al comparar a Blepharoceridae en relación a su porcentaje numérico, gravimétrico, y de aparición, podemos ver que aparece frecuentemente en muchos estómagos pero en pequeñas cantidades, incrementando su aparición a medida que los peces aumentan de tamaño. Ocurre todo lo contrario con los Chironomidae que comienzan a disminuir a partir de la talla I hasta la V en todos los casos, siendo mayor su disminución numérica al pasar de la talla I a la II.

En el cuadro 5 se indica el índice de importancia relativa de los diferentes ítems alimenticios en los cinco grupos de tamaño, el cual combina los métodos numérico, gravimétrico, puntos y frecuencia de aparición, con el fin de minimizar la influencia típica de cada método.

Cuadro 5.- Importancia relativa de los ítems consumidos por las truchas de diferentes tamaños.

Grupos de tamaño	I	II	III	IV	V
No de ejemplares	74	112	57	50	13
Baetodes	11,71	15,92	11,07	7,27	10,21
Baetis	16,28	11,24	7,20	4,66	5,78
Thraulodes	13,55	7,29	5,37	4,66	7,60
Leptohyphes	3,76	4,15	3,46	3,57	5,49
Leptonema	2,73	4,57	7,12	8,69	13,38
Atorpsyches	2,20	4,13	4,63	4,32	5,70
Mortoniella	2,10	1,69	3,89	3,63	4,26
Chironomidae	10,18	5,35	3,65	2,49	1,96
Blepharoceridae	2,48	4,61	6,15	5,40	9,02
Tipulidae	2,00	2,76	2,43	3,68	4,07
Simuliidae	2,27	3,46	2,51	2,67	4,83
Pupa Chironomidae	3,98	1,81	2,59	1,83	1,43
Empididae	1,96	2,25	1,45	1,44	1,43
Perlidae	0,75	2,52	3,84	3,18	5,69
Hymenoptera (avispa)	2,34	2,10	2,50	2,91	2,73
Coleoptera	0,00	1,35	1,84	2,47	2,93
Oligochaeta	0,00	0,00	0,00	0,00	3,16
Restos vegetales	0,00	1,63	1,19	2,59	3,63

En la fig. IV. 9 se representa la variación del índice de importancia relativa (IR) para los diferentes grupos de tamaño de los principales ítems consumidos por las truchas. Se observa que *Baetis*, *Thraulodes* y Chironomidae son consumidos principalmente por los individuos menores de 5 cm de LS, a medida que las truchas incrementan de tamaño disminuyen el consumo de estos ítems. *Baetodes* es preferido por las truchas de la clase de tamaño II, a

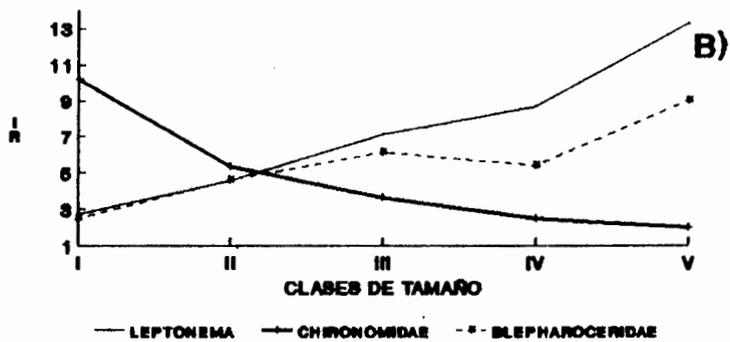
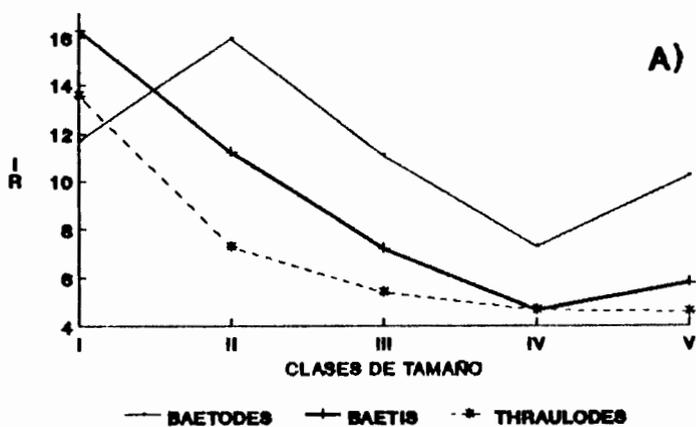


Fig. IV.9.- Índice de importancia relativa (IR):A) Baetodes, Baetis y Thraulodes y B)Leptonema, Chironom. y Blephar.

partir de la cual disminuye el consumo de este género hasta la talla IV. *Leptonema* y Blepharoceridae son consumidas preferentemente por las truchas de mayor tamaño, así vemos que las mayores de 20 cm de LS ingieren en mayor cantidad estos dos ítems y también *Baetodes*.

Para comparar el alimento consumido por las truchas en relación a los grupos de tamaño se utilizó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman, en base al índice de importancia relativa (cuadro 6). Se encontró similitud en el orden en que son consumidos los diferentes ítems alimenticios entre todos los grupos analizados, con un nivel de significancia de 0.05.

Cuadro 6.- Coeficiente de correlación de rangos de Spearman (rs) al comparar la dieta de las truchas de diferentes grupos de tamaño usando el índice de importancia relativa.

	I	II	III	IV
I	-	0,751	0,639	0,443
II	-	-	0,730	0,575
III	-	-	-	0,835

En este cuadro podemos ver que los valores de  $r_s$  tienden a disminuir a medida que aumenta el intervalo de tamaño entre los grupos, esto refleja la diferenciación de la dieta en los diferentes grupos de tamaño, sin embargo el orden en que son consumidos estos ítems por las truchas no presentan alteración significativa.

#### COMPOSICION DE LA DIETA EN RELACION AL SEXO

En el cuadro 7 se indican los ítems consumidos por las truchas machos y hembras utilizando los métodos numérico y gravimétrico, se observa que numericamente los ítems más importantes fueron *Baetodes*, *Baetis* y Chironomidae; en lo relativo a la importancia en peso le correspondió al género *Leptonema* ocupar el primer lugar en ambos sexos.

Para comparar la similaridad existente en la dieta de machos y hembras se utilizó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman, con todos los métodos empleados para analizar el contenido de los estómagos; se encontró que la dieta consumida por machos y hembras es similar en ambos sexos a un nivel de 0,01,  $r_s$  vario entre 0,89 y 0,98.

Cuadro 7.- Composición de la dieta de machos y hembras de trucha arco iris en la quebrada Mucunután del Estado Mérida, utilizando los métodos numérico y gravimétrico.

ITEM	% Numérico		% Gravimétrico	
	Macho	Hembra	Macho	Hembra
<i>Baetodes</i>	43,21	42,56	13,64	12,68
<i>Baetis</i>	12,72	14,00	9,96	7,79
<i>Thraulodes</i>	5,58	5,92	7,94	5,42
<i>Leptohyphes</i>	1,86	2,46	0,62	0,78
<i>Leptonema</i>	4,98	5,12	32,96	27,72
<i>Atopsyche</i>	2,30	2,69	1,59	1,16
<i>Mortoniella</i>	1,69	1,88	0,39	0,31
Casa Trichoptera	2,79	3,51	9,65	7,25
Chironomidae	7,87	6,95	0,35	0,23
Blepharoceridae	5,86	5,62	4,44	3,58
Tipulidae	2,51	1,73	3,40	6,21
Simuliidae	1,48	1,72	0,27	0,22
Pupa Chironomidae	1,31	0,67	0,23	0,09
Epididae	0,66	0,56	0,09	0,07
Perlidae	1,83	1,02	5,08	2,54
Hymenoptera (avispa)	0,84	0,62	0,42	0,46
Coleoptera	0,35	0,46	0,63	1,68
Oligochaeta	0,01	0,01	1,18	4,82
Restos vegetales	0,00	0,00	0,19	2,35
Restos NI	0,00	0,00	4,38	3,75
Otros *	2,14	2,48	2,58	3,64

\* Incluye porcentajes menores a 0,5%

## COMPOSICION DEL "DRIFT" Y DEL BENTOS

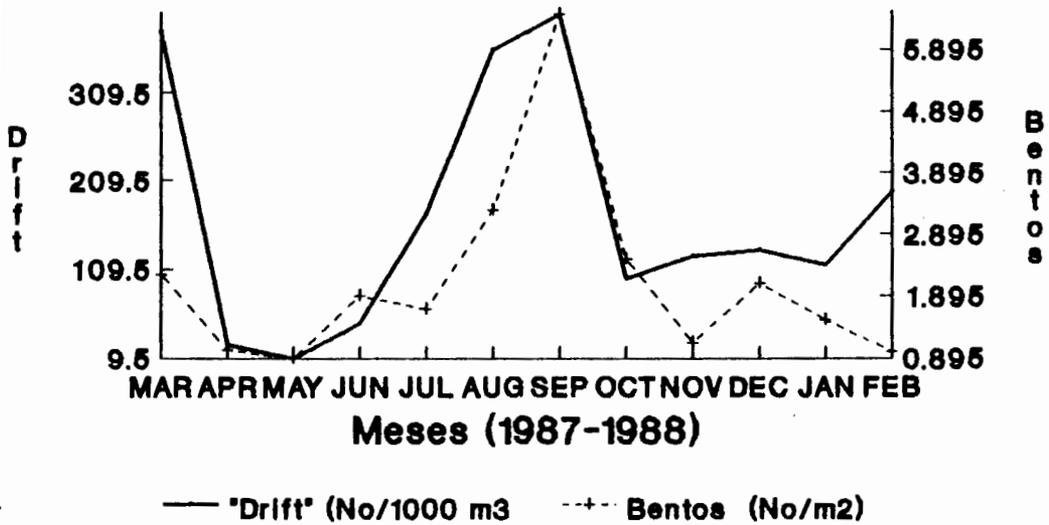
En el cuadro 8 se indica la composición numérica y la densidad de las muestras del "drift" y del bentos en la quebrada Mucunután; la densidad expresada en Nº/1000 m<sup>3</sup> y Nº/ m<sup>2</sup>, respectivamente. La abundancia numérica del "drift" corresponde a un promedio de dos muestras por mes y la del bentos refleja la sumatoria de 10 muestras por mes.

En este cuadro podemos ver que los insectos más importantes capturados en el "drift" corresponden al orden de los Ephemeroptera, principalmente las ninfas del género *Baetodes* (37,23 %), *Baetis* (13,76 %) y *Thraulodes* (10,68%) siguiéndoles en importancia los Diptera representado con un 8,25 % por la familia Chironomidae . La fauna béntica estuvo representada principalmente por el orden de los Diptera, siendo la familia Tipulidae la más abundante numéricamente (39,29%). En el orden de los Ephemeroptera el primer lugar lo ocuparon las ninfas del género *Thraulodes* con 18,12 %. En general los Ephemeroptera del "drift" se capturaron en un 61,14 % mientras que los del bentos en un 39,13 %. La fauna béntica estuvo representada en un 51,4% por el orden de los Diptera.

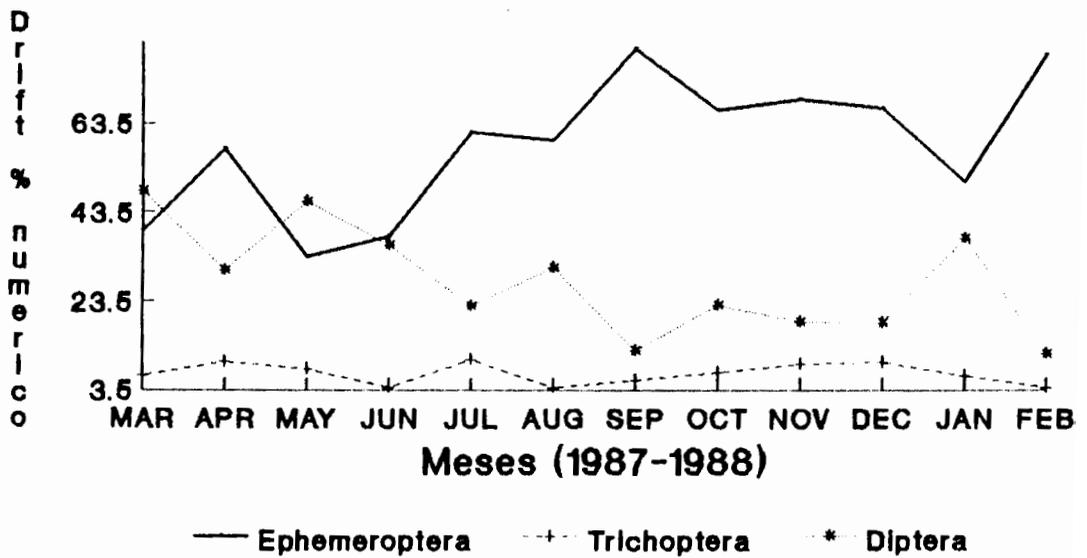
En la fig. IV.10 se indica la variación mensual de la densidad del "drift" y del bentos, estas densidades no son comparables debido a que están medidas en unidades diferentes, sin embargo lo que se pretende reflejar es la tendencia a lo largo de un ciclo anual. En ambos casos la tendencia es similar, desde el mes de mayo la densidad comienza a incrementar registrándose su máximo valor en septiembre, a partir del cual disminuye hasta el final del período de estudio. Es importante señalar que las muestras se tomaron en horas diurnas, entre las 10-16 horas.

En la fig. IV.11 se representa la variación a lo largo del período de estudio de los grupos de insectos que principalmente componen la fauna del "drift". Podemos ver en esta figura que durante todo el año, excepto los meses de marzo y mayo, cuando los Diptera fueron más importantes, el "drift" estuvo compuesto en primer orden por individuos pertenecientes al grupo de los Ephemeroptera y estos representados principalmente por el género *Baetodes*.

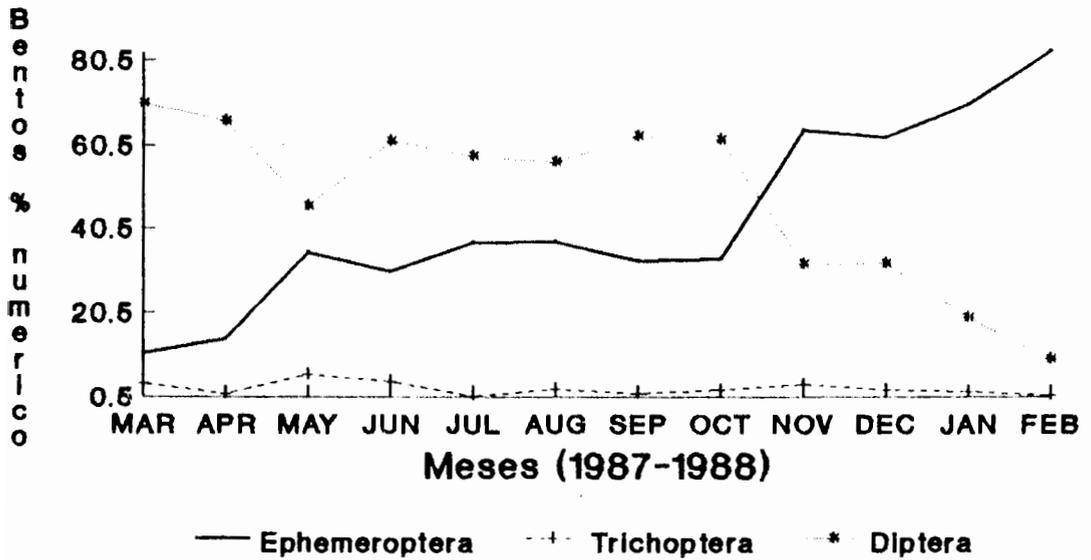
En la fig. IV 12 se observa que el bentos presentó una composición inversa al "drift". Desde el inicio del período de estudio hasta el mes de octubre el orden de los Diptera ocupó la primera posición, a partir de este mes y



**Fig. IV.10.- Densidad del bentos y del "drift" en la quebrada Mucunutan durante marzo 87 a febrero 88.**



**Fig.IV.11.- Principales ordenes que componen la fauna del "drift" en la quebrada Mucunutan y su variacion anual.**



**Fig.IV.12.-Principales ordenes de insectos que componen la fauna del bentos en la quebrada Mucunutan (ciclo anual).**

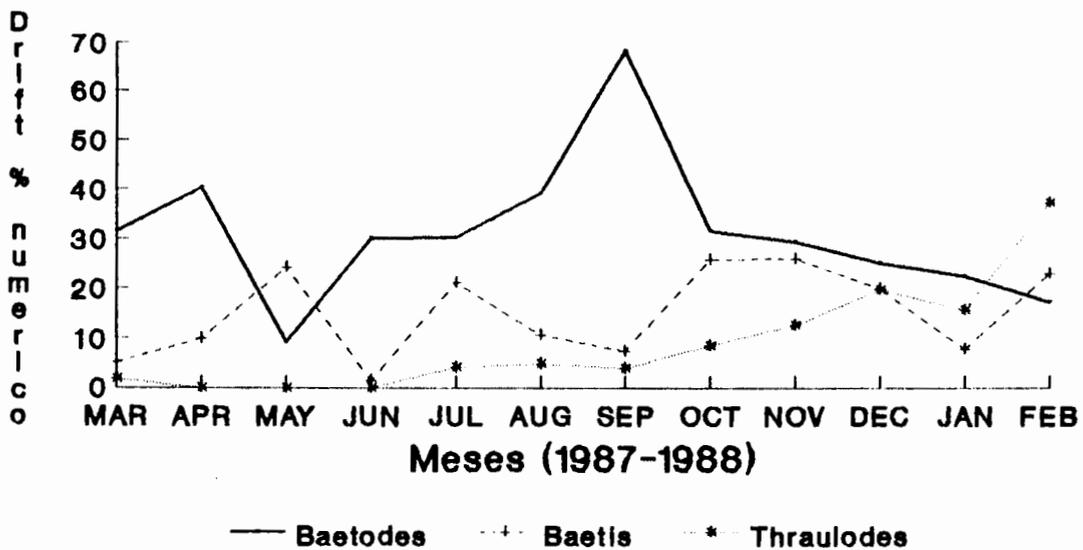
hasta el final del estudio los Ephemeroptera están representados en un mayor porcentaje.

Los géneros más importantes en la fauna de deriva, en el orden de los Ephemeroptera fueron *Baetodes* y *Baetis*. *Thraulodes*, estuvo escasamente representado, excepto al final del período de estudio (Fig.IV.13).

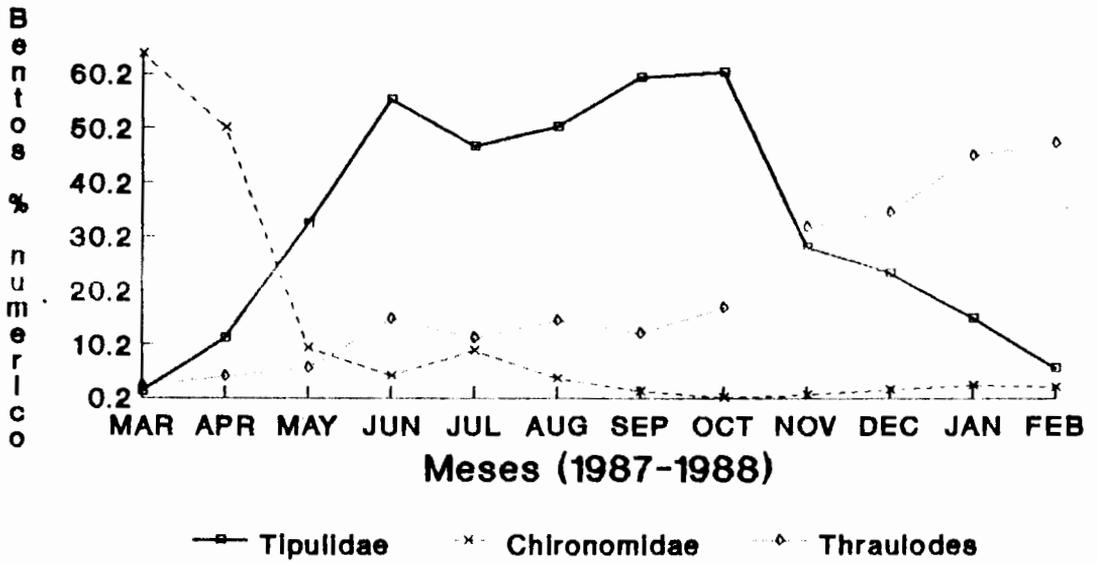
En la fig. IV.14 se representan las variaciones mensuales de los principales componentes del bentos, podemos ver que el orden de los Diptera estuvo representado principalmente por la familia Chironomidae de marzo a abril y por Tipulidae desde mayo hasta noviembre, a partir de este mes adquiere importancia el género *Thraulodes*.

#### RELACION ENTRE EL "DRIFT"- BENTOS Y EL CONTENIDO ESTOMACAL

En el cuadro 9 se representa el índice de selectividad de las truchas en la quebrada Mucunután. El índice empleado fue el de Ivlev (Ei). Este tiene valor 0 cuando la abundancia relativa de los ítems en el estómago es igual a la del ambiente, los valores positivos sugieren cierta preferencia por el alimento, mientras que los negativos indicarian rechazo de ese individuo como alimento; a medida que el índice se acerca a 1 la



**Fig.IV.13. Variacion mensual en % de Baetodes, Baetis y Thraulodes en la fauna del "drift" en la quebrada Mucunutan**



**Fig.IV.14. Variacion mensual en % de Tipulidae, Chironomidae y Thraulodes en la fauna del bentos en Mucunutan.**

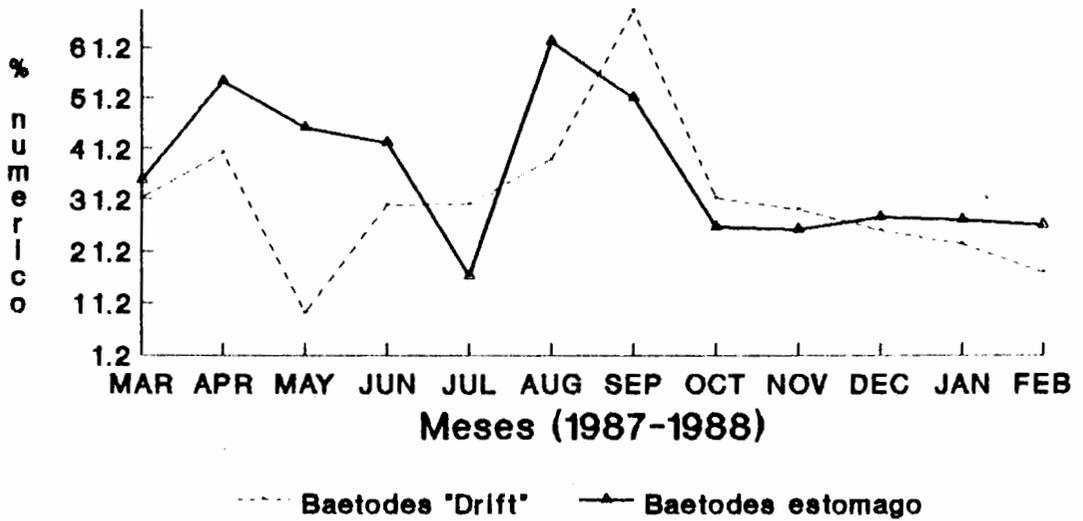
Cuadro 9.- Índice de selectividad de las truchas en la fauna béntica y en el "drift", en la quebrada Mucunután (marzo 1987-febrero 1988).

FAUNA	Ei	
	"Drift"	Bentos
<i>Baetodes</i>	0,080	0,44
<i>Baetis</i>	0,008	0,13
<i>Thraulodes</i>	-0,230	-0,52
<i>Leptohyphes</i>	0,020	-0,17
<i>Leptonema</i>	0,470	0,81
<i>Atopsyche</i>	-0,120	0,57
<i>Mortoniella</i>	0,500	0,47
Chironomidae	-0,050	-0,18
Blepharoceridae	0,084	0,99
Tipulidae	-0,030	-0,90
Simuliidae	-0,450	0,78
Pupa Chironomidae	0,005	-0,05
Empididae	0,440	0,22
Diptera adulto	-0,120	0,48
Perlidae	-0,190	-0,37
Hymenoptera (avispa)	0,220	0,97
Coleoptera	-0,120	0,78
Gusano ?	0,000	-1,00

la preferencia es mayor (Prejs y Colomine, 1981).

Al relacionar este índice con la fauna del "drift" podemos ver que los organismos preferidos por las truchas son , *Leptonema*, *Mortoniella*, Blepharoceridae, pupa Chironimidae, Empididae y el orden Hymenoptera representado por avispa adultas. La mayoría de los organismos mencionados en el "drift" son también seleccionados por las truchas en la fauna béntica; la familia Tipulidae con una alta disponibilidad es casi totalmente rechazada como alimento. *Leptonema* y *Mortoniella*, presentan índices con altos valores positivos, sin embargo su disponibilidad en el ambiente es reducida. El gusano no identificado encontrado en la fauna béntica no se encontró en ninguno de los estómagos analizados.

En la fig. IV.15 se compara la variación mensual del género *Baetodes* (Ephemeroptera) en la fauna del "drift" y en el contenido estomacal de las truchas. Se observa que los cambios de este ítem en el medio ambiente coinciden con los cambios en el consumo de estos organismos por las truchas, excepto entre los meses de mayo y julio. Al observar las variaciones del género *Baetis* tanto en el "drift" como en el estómago de estos peces, podemos ver que este ítem varía al mismo ritmo que su disponibilidad



**Fig.IV.15. Variacion mensual en % de Baetodes (Ephemeroptera) en la fauna de deriva y en el estomago.**

en el medio ambiente (Fig.IV.16).

En la fig.IV.17 se representan los cambios ocurridos en el género *Thraulodes* (Ephemeroptera) en la fauna disponible y en el contenido estomacal de las truchas. Se observa que este género es consumido en mayor porcentaje durante los últimos meses del periodo de estudio, cuando el mismo está mayormente disponible tanto en la fauna del "drift" como en la del bentos. Igualmente las variaciones observadas en la abundancia de este género en el ambiente coinciden con los cambios encontrados en el contenido estomacal; siendo más coincidente con la fauna del "drift" que con la del bentos.

Al comparar la abundancia numérica de la familia Chironomidae (Diptera) en el bentos y en el estómago de las truchas podemos ver que durante el mes de marzo se registra el mayor consumo de este ítem. En ese mismo mes se observa una mayor disponibilidad de esta familia en la fauna béntica (Fig.IV.18). En esta misma figura podemos apreciar que los Tipulidae están altamente representados en la fauna del bentos pero no así en el estómago de las truchas. El consumo de este ítem por estos peces fue muy bajo, por esta razón no se representó en la gráfica.

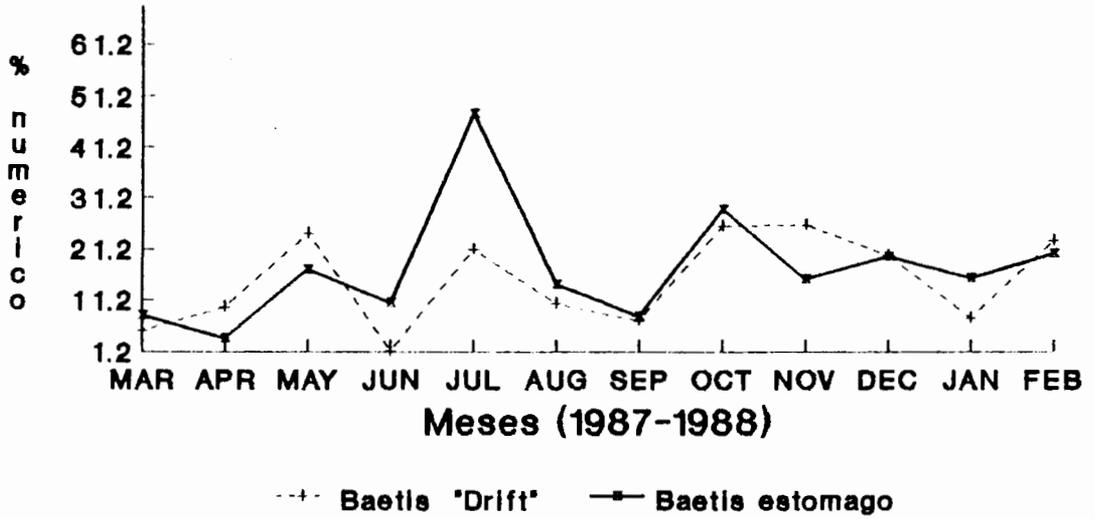
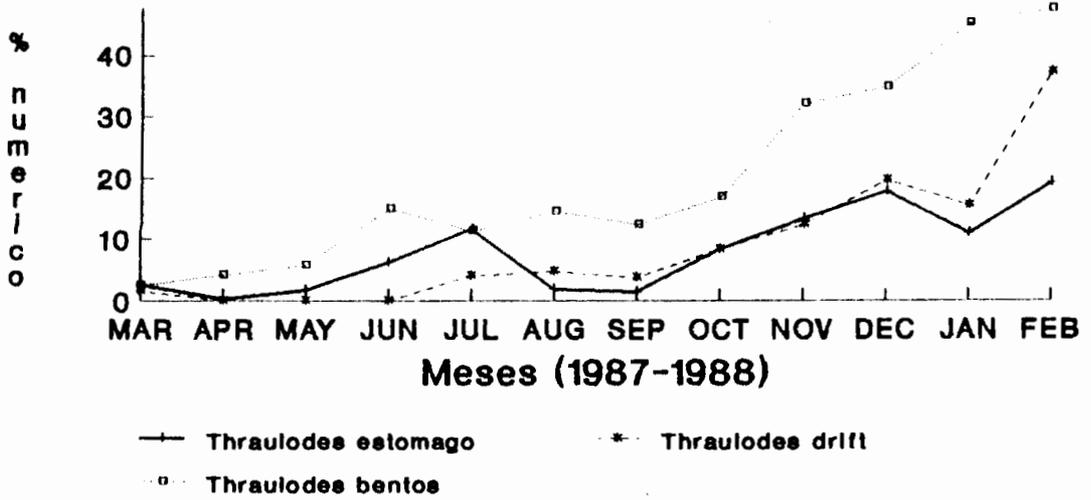
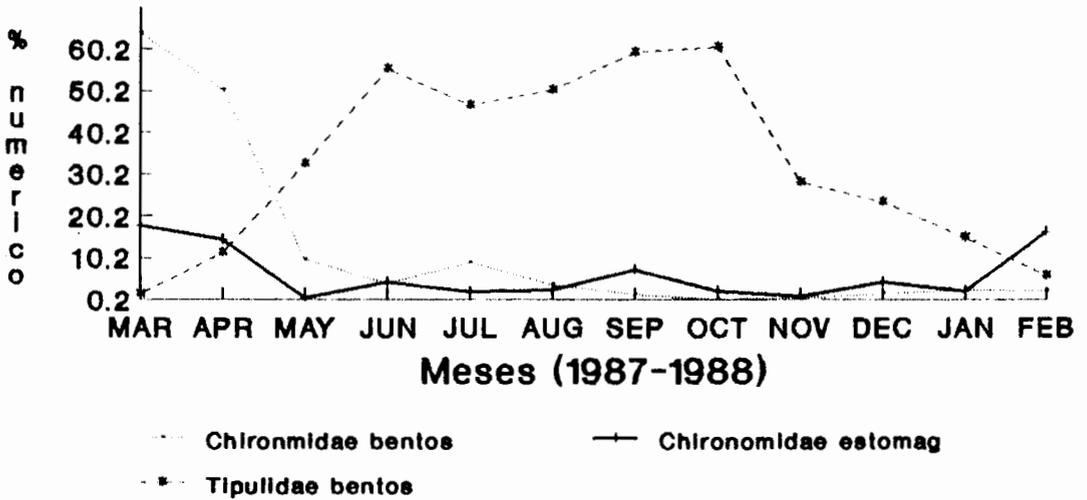


Fig.IV.16. Variación mensual en % de Baetis (Ephemeroptera) en la fauna de deriva y en el estomago de las truchas.



**Fig.IV.17. Variacion mensual del genero Thraulodes en el "drift", bentos y en el estomago de las truchas.**



**Fig.IV.18. Variacion mensual de Chironomidae y Tipulidae (Diptera) en el bentos y en el estomago de las truchas.**

El coeficiente de correlación de rangos de Spearman presentó un  $r_s$  de 0,80 entre el "drift" y el alimento consumido por las truchas, indicando una correlación significativa a un nivel de 0,01. El  $r_s$  entre el bentos y el contenido estomacal fue de 0,53 encontrándose diferencias significativas entre ellos a un nivel de 0,01 pero no así a 0,05.

## DISCUSION

### LLENURA ESTOMACAL

En la totalidad de los estómagos analizados no se encontró ningún estómago vacío. Las muestras se capturaron en horas diurnas, entre las 11 y las 14 horas, esto podría indicar que las truchas se alimentan principalmente en horas del día. Elliott (1973) encontró que muchas de las truchas tenían el estómago lleno en muestras tomadas en horas de la noche (1:30-2:30 h) igualmente en truchas capturadas entre las 13:30 y 14:30 horas. Estas últimas horas coinciden con las horas del presente muestreo. Tippets y Moyle (1978) observaron que los adultos de trucha arco iris del río McCloud presentaron estómagos constantemente llenos durante las horas del día por lo que señalan que estos peces tienen actividad alimentaria diurna.

Al analizar el índice de llenura en función del tamaño de las truchas (Fig. IV.3) se encontró que a medida que aumentan de tamaño disminuye este índice, lo cual posiblemente se deba al requerimiento energético diferencial entre los peces de distintas clases de tamaños.

La llenura estomacal presentó variaciones estacionales las cuales están relacionadas con las variaciones en la

temperatura y caudal del agua. Elliot (1973) señala que el principal factor ambiental que afecta el metabolismo de los peces es probablemente la temperatura del agua. Este autor comprobó que al incrementar la temperatura de 4,7 a 7,3 y a 10,8 °C, se observó un incremento en el peso y valor energético del alimento consumido, igualmente encontró que el peso del alimento en el estómago estaba cercano a los requerimientos alimenticios diarios para el metabolismo de reposo en las truchas capturadas durante la noche, a temperaturas de 4,7 °C y el doble para las muestras a 7,3 °C e igualmente en las de la tarde (temperatura de 10,8 °C); este incremento se debió parcialmente a un aumento en la capacidad estomacal pero principalmente a un incremento en la tasa de evacuación gástrica, así mismo demostró que la trucha con el estómago lleno puede comer una sola vez a las dos primeras temperaturas y dos veces al día con la última.

La llenura estomacal de la truchas de la quebrada Mucunután fue menor entre mayo y noviembre, coincidiendo esto con el descenso de la temperatura del agua (Fig.IV.4). Su valor mínimo se registró en agosto, para luego experimentar un nuevo incremento. Hoar (1957) señala que en muchos salmónidos la alimentación cesa antes del

desove y durante este periodo de ayuno se almacena grasa y proteina, para suministrar energia durante la migración y las actividades de desove. La mayor actividad de reproducción en la quebrada Mucunután ocurre entre septiembre y enero, lo señalado por Hoar podría ser lo que ocurre en las truchas de esta quebrada.

Los valores más altos del índice de llenura se observaron durante la época de menor caudal (Fig.IV.5). En esta quebrada con características típicas de montaña se observa una alta velocidad de la corriente durante la época de mayor volumen de agua. Este hecho podría dificultar la captura de las presas por las truchas, quienes se alimentan preferentemente en la fauna de deriva. Además durante la época de lluvia se arrastra mayor material en suspensión lo cual puede tambien dificultar que las truchas atrapen sus presas ya que estos peces son consumidores visuales. Por otro lado durante los meses de diciembre a abril se registraron los mayores porcentajes de ejemplares menores de 5 cm, los cuales presentan los valores más altos del índice de llenura estomacal, este hecho podría estar relacionado con los altos valores de este índice observados durante esos meses (Fig.IV.4 y IV.5).

## COMPOSICION DE LA DIETA

Los ítems más importantes en orden decreciente, consumidos por las truchas pertenecen a los ordenes Ephemeroptera, Trichoptera y Diptera. Pidgeon (1981), encontró una alta proporción de Ephemeroptera en la dieta de la trucha arco iris en dos ríos ingleses, así mismo Trichoptera y Chironomidae (Diptera) constituyeron un importante aporte en la alimentación de estos peces. Este mismo autor señala que la importancia de los ítems en los requerimientos energéticos de los peces se representa más apropiadamente por el método gravimétrico que por cualquier otro. Los Trichoptera constituyeron el mayor porcentaje en peso en comparación con todos los demás ítems (31,71%), seguidos de cerca por los Ephemeroptera con un 29,06%, lo que significa que estos dos ordenes constituyen las fuentes caloricas más importantes para la trucha, ya que el porcentaje en peso de los Diptera tiene poco valor si se le compara con los otros.

Jhonson y Ringler (1980), estudiaron la dieta de la trucha *Salmo gairdnerii*, variedad cabeza de acero y encontraron que los Ephemeroptera y los Chironomidae fueron los ítems principalmente consumidos por esta especie, los Trichoptera y *Tipula* tambien contribuyeron

moderadamente a la dieta.

Al comparar los resultados obtenidos en este trabajo con los de Arenas (1978) en el río San Pedro y el lago Ríñihue en Chile en donde esta especie también fue introducida se encontró semejanza, especialmente en el orden de los Trichoptera que para este autor constituyó el primer grupo en importancia numérica y de frecuencia de aparición y los Ephemeroptera tuvieron una modesta representación, sin embargo la talla mínima reportada en el estudio de este autor fue de 20 cm de longitud total, que es precisamente el grupo de tamaño (Talla IV) en la cual los Trichoptera ocupan el primer lugar, en el presente trabajo, utilizando los métodos numérico, gravimétrico y de puntos (Fig. IV.7).

Rengifo (1988) reporta la dieta de las truchas en las quebradas La Negra y Agua Fría, en el Estado Miranda, señalando que los ítems Simuliidae y Chironomidae aparecieron con una frecuencia del 100%, igualmente fueron importantes con el método numérico y el de puntos; en este trabajo el ítem más frecuentemente capturado fue la familia Baetidae, e igualmente fue la más importante utilizando los otros métodos y estuvo representada por *Baetodes* y *Baetis*. En las quebradas estudiadas por Rengifo

esta familia apareció en un 41,98% en lo relativo a su frecuencia de aparición. Su abundancia numérica fue de 0,88% y 4,62 con el método de los puntos. Las diferencias encontradas entre estos trabajos deben atribuirse a la disponibilidad de presas en cada uno de los ambientes estudiados. La quebrada Mucunután presenta una alta disponibilidad de Ephemeroptera en la fauna de deriva, especialmente *Baetodes*, y posiblemente la mayor disponibilidad de las quebradas La Negra y Agua Fria sea de Chironomidae y de Simuliidae.

#### COMPOSICION DE LA DIETA Y TAMANO DE LAS TRUCHAS

Hunt (1972) estudió los hábitos alimenticios de la trucha en Llyn Alaw, encontrando cambios en la dieta en relación a su tamaño. Todos los peces por debajo de 43 cm consumen organismos de menor tamaño que los de tallas superiores, estos datos no son comparables con los de la quebrada Mucunután debido a que no se capturaron ejemplares con estas tallas, sin embargo la diferenciación en la alimentación sigue la misma tendencia, los de menor talla consumen presas pequeñas, como los Chironomidae, y ocurrió lo contrario con los más grandes que incrementaron el consumo de *Leptonema* (Trichoptera) y del Diptera Blepharoceridae (Fig.IV.8).

En el lago Riñihue y río San Pedro en Chile también se encontraron resultados similares, las truchas más grandes (mayores de 60 cm de LT) consumen principalmente peces, mientras que las más pequeñas (entre 20-30 cm de LT) consumen principalmente Trichoptera (Arenas, 1978).

En el embalse Agua Fria y en las quebradas La Negra y Agua Fria, Rengifo (1988), reporta resultados similares, señalando que la diferenciación de la dieta con el desarrollo ontogenético es común en muchos peces, igualmente es una estrategia selectiva para minimizar la competencia intraespecífica, la cual se ve favorecida por los cambios morfométricos que ocurren durante el crecimiento, principalmente en las partes cefálicas y bucales.

#### COMPOSICION DE LA DIETA EN RELACION AL SEXO

Las truchas de la quebrada Mucunután presentaron similaridad en el alimento consumido por machos y hembras, utilizando los métodos numérico, gravimétrico, puntos y frecuencia de aparición a un nivel de significancia de 0,01. Arenas (1978), encontró resultados similares en el río San Pedro y el lago Riñihue en Chile, señalando que la dieta es prácticamente idéntica en los dos sexos.

Rengifo (1988) reporta datos completamente diferentes en las truchas del embalse Agua Fria, señala que las hembras posiblemente tienen una mayor tendencia a tomar el alimento del lecho bentónico y los machos de la columna de agua y sobre la vegetación. Este autor apoya estos resultados señalando que las medidas morfométricas relacionadas con el tamaño de la boca muestran diferencias entre los sexos y que el avanzado estado oligotrófico del embalse, posiblemente induce a una segregación de nicho trófico; en este reservorio de agua solo se encontraron truchas mayores de 10 cm las cuales presentan modificaciones de la boca que permitirían esta segregación. En base a los resultados obtenidos en este trabajo y a la literatura consultada no compartimos su opinión ya que consideramos que la dieta de la trucha depende de la abundancia del recurso alimenticio disponible en el ambiente. Sin embargo este autor encontró en las quebradas La Negra y Agua Fria similitud entre la dieta consumida por machos y hembras.

#### COMPOSICION DEL "DRIFT" Y DEL BENTOS

En la fig.IV.10 se observa que la densidad del "drift" y del bentos se comportan de manera similar a lo largo del año, sin embargo el "drift" presenta menor densidad y está

compuesto principalmente por *Baetodes* y *Baetis* (Fig.IV.13). La fauna bentónica la representó en un alto porcentaje los Tipulidae, sin embargo al principio los Chironomidae fueron más importantes y al final del estudio fue el género *Thraulodes* (Fig.IV.14).

El ritmo diario en la actividad del "drift" ha sido ampliamente estudiado, se sabe que presenta baja actividad durante las horas del día, incrementándose en las horas nocturnas, especialmente al caer la noche. Las muestras en la quebrada Mucunután se tomaron entre las 10 y 16 horas por lo que estos datos reflejan el período de menor actividad del "drift".

Allan (1986) estudió los cambios diarios en el número y actividad de las Ephemeroptera en Cement Creek por observación directa, para investigar las relaciones entre la actividad del bentos y del "drift", encontrando como observación general que las colecciones del "drift" presentaron un incremento nocturno mientras que las del día fueron bajas y relativamente constantes. La observación directa del sustrato reveló que la actividad durante el día fue marcadamente alta y parece seguir la curva diaria de temperatura, presumiblemente debido a la influencia de la temperatura en la actividad metabólica; la actividad disminuye en horas de la tarde debido

posiblemente a la disminución en los niveles de luz. Estos datos representan uno de los primeros intentos para observar directamente la actividad de los insectos en el campo. Otros autores han muestreado fauna del bentos durante el día y la noche sin encontrar diferencias en su abundancia (Clifford, 1972 y Kovalak, 1978). Wiley (1981) no encontró diferencias en la densidad del bentos entre el día y la noche, pero si entre días sucesivos.

Flecker y Milstead (1987) estudiaron la periodicidad del "drift" en ríos andinos venezolanos con y sin truchas, encontrando que en la quebrada Coromoto y Mucunután, que poseen poblaciones de trucha, *Baetis* presentó un pico en el "drift" al caer la noche (19 horas). En contraste en los ríos sin trucha, Albarregas y quebrada La Fria no se observó periodicidad en el "drift".

Turcotte y Harper (1982) encontraron, en una quebrada sin peces de los Andes ecuatorianos que el "drift" es más abundante durante el día comparado con la noche, este es uno de los pocos trabajos publicados en el cual la mayoría de las taxa de insectos no presentan un pico nocturno de actividad del "drift". Estos resultados, junto con los de Flecker y Milstead en los Andes venezolanos (ríos Albarregas y la Fria) dan crédito a la hipótesis de que

los patrones de "drift" nocturno podrían ser una respuesta evolucionaria a la presencia de depredadores visuales.

#### RELACION ENTRE EL "DRIFT"- BENTOS Y EL CONTENIDO ESTOMACAL

El índice de selectividad de Ivlev indica que la abundancia relativa de *Baetis* en el estómago es casi igual a la encontrada en el ambiente, es el ítem que más se acerca a cero tanto en el "drift" como en el bentos. *Mortoniella* y *Leptonema* son los ítems que presentan un índice de selectividad más cercano a 1, estos ítems son preferidos por las truchas pero están poco disponibles en el medio; sin embargo las larvas de tipulidae presentan una alta disponibilidad en la fauna bentónica pero según este índice son rechazadas por las truchas.

Cuando se utilizan los índices de selectividad debe tomarse en consideración la ecología y el comportamiento de las presas, especialmente su periodicidad y la tasa del "drift" (Tippets y Moyle, 1978). Además hay que considerar que en el medio ambiente hay microhabitats que podrían ser ocupados indistintamente por la fauna de invertebrados y por la íctica. Al muestrear las presas es necesario saber si aquel es el habitat del depredador, para no incurrir en errores en los resultados.

Los resultados de este estudio indican que el contenido gástrico de las truchas de la quebrada Mucunután presentan mayor similaridad con la fauna del "drift" que con la del bentos. El coeficiente de correlación de rangos de Spearman señala una alta correlación entre las presas contenidas en el estómago y la fauna del "drift" a un nivel de 0,01 ( $r^* = 0,80$ ). Los organismos que se encuentran disponibles en el ambiente en mayor cantidad, especialmente en la fauna de deriva, son los mismos que se encuentran en la dieta de las truchas en mayor porcentaje (Fig. IV.15, IV.16 y IV.17). En esas mismas figuras podemos ver que las fluctuaciones en la dieta de las truchas, durante el período de estudio, coinciden con los cambios en el alimento disponible; en septiembre *Baetodes* presentó el más alto porcentaje en el ambiente y en la dieta, a partir de este mes incrementan *Baetis* y *Thraulodes* en la fauna del "drift" ocurriendo un correspondiente incremento en el consumo de estos ítems por la trucha. En el mes de febrero el mayor porcentaje de truchas en la quebrada Mucunután correspondió a la talla I, menores de 5 cm de LS, este grupo de tamaño consume principalmente los géneros antes nombrados, como se observa en el cuadro 5. Igualmente durante este mes la fauna del "drift" estuvo representada en primer orden por

*Thraulodes* y en segundo lugar *Baetis* y la del bentos en un alto porcentaje por la primera de las nombradas. El incremento de estos géneros en la dieta posiblemente se debe a que la composición de la población de truchas en el mes de febrero estuvo representada principalmente por ejemplares de la talla I.

Elliot (1973) encontró en un río de los Pirineos que las truchas *Salmo gairdnerii* y *Salmo trutta* se alimentaban de invertebrados del "drift", sustentando la hipótesis de este autor en 1965.

Tippets y Moyle (1978) encontraron resultados diferentes en un río de California en esta misma especie; las truchas se alimentaron de la fauna epibéntica en lugar de los invertebrados del "drift"; este autor señala que el comportamiento alimentario epibéntico se debe probablemente a la turbidez del río, lo cual dificulta la alimentación en el "drift" cuando los niveles de luz son bajos, señalando además que estos hábitos alimenticios pueden ser responsables de la lenta tasa de crecimiento reportada por Sturges (1976, citado por Tippets y Moyle, 1978) en las truchas de este río.

La alimentación epibéntica requiere de una búsqueda activa de las presas, la alimentación del "drift" requiere

menos energía para la captura conservando más energía disponible para crecimiento. Johnson y Ringler (1980) señalan que los peces con alimentación de invertebrados de fondo cuentan con una fuente de alimento más estable que los alimentados con fauna de deriva, sujetas a fluctuaciones diarias. Este autor trabajó con truchas cabeza de acero y salmón coho, en un tributario del lago Ontario y encontró que coho utiliza fauna del "drift" mientras que la trucha se alimenta en el bentos.

Allan (1981) reporta una relación positiva entre el número de presas consumidas y la tasa del "drift" en *Salvelinus fontinalis* en Cement Creek, Colorado, con un  $r^2 = 0,75$  a un nivel de 0,05; los items comunes en el "drift" fueron igualmente comunes en la dieta de las truchas, y los items raros fueron correspondientemente raros en la dieta.

## COMENTARIOS GENERALES

En este trabajo se estudiaron varios aspectos de la biología de la trucha en la quebrada Mucunután e igualmente se analizaron las características físicas y químicas del agua de esta quebrada. En general podemos apreciar que algunos aspectos de la vida de la trucha están relacionados con cambios en algunos factores ambientales.

La reproducción ocurre durante aquellos meses que la temperatura se mantiene en 12 °C y por debajo de este valor. Algunos autores han reportado para su país de origen temperaturas óptimas de reproducción que varían entre 6 °C y 12 °C.

La temperatura y el caudal de agua parecen influir en el consumo de alimento por estos peces. El índice de llenura estomacal varió al mismo ritmo de la temperatura del agua; esto también ha sido reportado para su país nativo, señalando los autores que posiblemente se debe a la influencia de la temperatura sobre el metabolismo de los peces. El aumento de caudal de agua parece influir en la captura de las presas por las truchas, probablemente esto se deba al hecho de que las truchas prefieren alimentarse de la fauna presente en el "drift", la cual

durante esta época se encuentra disponible en mayor cantidad pero posiblemente por estar sometida a una fuerte corriente de agua les resulta difícil a las truchas poder atraparlas. Por otro lado durante esta época hay mayor cantidad de material en suspensión, lo cual conduce a una mayor turbidez del agua originando que a estos peces se les dificulte atrapar sus presas, las truchas tienen que visualizar la presa para poder capturarla.

La composición por clases de tamaño y las variaciones del índice gonadosomático indican que la reproducción se concentra entre los meses de septiembre a enero. El reglamento de pesca deportiva de truchas prohíbe la pesca a partir del 1º de octubre hasta el 15 de marzo; esto significa que se pesca en septiembre siendo este mes una época importante de reproducción y se prohíben los meses de febrero y marzo durante los cuales no ocurre reproducción o esta es mínima. Esto podría indicar que si el comportamiento reproductivo es similar en otros cuerpos de agua sería procedente recomendar a los organismos competentes el cambio de veda para los meses comprendidos entre el 1º de agosto hasta 31 de enero. Hay que considerar también que durante la época de reproducción las truchas son más susceptibles a ser pescadas debido a que se encuentran en una constante búsqueda de sitios

apropiados para desovar. A esto hay que añadir el hecho de que la Gobernación del Estado Mérida durante el mes de septiembre organiza los concursos de pesca de trucha y se escoge precisamente ese mes debido al cierre de la temporada de pesca. Sin embargo la composición por clases de tamaño durante la época permitida de pesca asegura a los pescadores un mayor porcentaje de truchas con talla legal de captura.

## CONCLUSIONES GENERALES

1.- Desde el punto de vista biológico y según su productividad la quebrada Mucunután cae dentro de la clasificación de un cuerpo de agua oligotrófico, saturada de oxígeno durante todo el año.

2.- Las características físicas y químicas del agua de esta quebrada presentan buenas condiciones para mantener poblaciones de trucha, con un promedio de temperatura que se encuentra dentro del intervalo óptimo de reproducción, reportado para su país de origen.

3.- La pirámide de distribución de tamaño de la población durante la época permitida de pesca (marzo a septiembre) indica que el 24,11% presenta la talla legal de captura (20,0 cm de LS). En este trabajo se encontró que el 50% de la población se reproduce a la talla mínima de 13,40 cm de LS en el caso de los machos y 16,20 en el caso de las hembras, por lo que la talla mínima que establece el reglamento de pesca deportiva puede considerarse adecuada, quedando un margen que puede permitir su captura después de un segundo desove, lo cual es importante ya que algunos reportes señalan que los huevos procedentes de un primer desove presentan una baja sobrevivencia. Varios autores

indican que el tamaño del habitat es un factor importante en determinar el tamaño al cual la trucha madura por primera vez, si esto es cierto implicaría definir primero el tamaño de los diferentes cuerpos de agua del Estado Mérida y discriminar entre lagunas y ríos, para poder considerar lo antes expuesto.

4.- La producción de truchas en esta quebrada, capturadas en un area cuya superficie vario entre 376 y 800 m<sup>2</sup> fue baja (10,74 kg/año) si se compara con los valores reportados para las zonas de donde es nativo este salmónido.

5.- La relación macho/hembra de las truchas capturadas en la quebrada Mucunután es cercana a la teórica, 1:1, encontrándose una mejor relación durante la época de reproducción.

6.- Durante casi todo el año se encontraron truchas en fase reproductiva, con un descanso en los meses de junio y julio. La época de reproducción se prolonga de agosto a enero, encontrándose dos picos importantes, uno en septiembre y el otro en diciembre. El reglamento de pesca deportiva de trucha establece la época de veda a partir

del 30 de septiembre hasta el 15 de marzo. Esto nos indica que la veda está desfasada. En base a los resultados encontrados en este trabajo y si el comportamiento reproductivo de la trucha es similar en otros cuerpos de agua corriente la veda se debe cambiar, permitiéndose la pesca a partir del 01 de febrero hasta el 31 de julio, de esta manera se evita la captura de truchas durante la época en la cual ellas están dejando su descendencia. Posiblemente las truchas existentes sean autosuficientes para mantener la población en esos cuerpos de agua y de esta manera disminuir las siembras.

7.- Los valores de fecundidad absoluta encontrada en las truchas de la quebrada Mucunután es superior al reportado por otros países donde esta especie, al igual que en Venezuela, constituye un componente ictico no autóctono.

8.- El principal componente en la alimentación de las truchas de esta quebrada son los insectos pertenecientes al orden Ephemeroptera, representado en un alto porcentaje por el género *Baetodes* y *Baetis*. Se encontró similitud entre el alimento consumido entre los machos y las hembras. Por el contrario se encontró diferenciación entre la dieta y el tamaño de las truchas; así las menores de 5 cm de longitud estandar consumen principalmente *Baetis*,

*Thraulodes*, *Baetodes* y Chironomidae; las mayores de 5 cm de LS incorporan a su dieta en mayor porcentaje *Baetodes* pero incrementan el consumo de *Leptonema* y Blepharoceridae. Al mismo tiempo que disminuyen la ingesta de Chironomidae, esto sucede a medida que incrementan su talla. Chironomidae son presas pequeñas mientras que *Leptonema* y Blepharoceridae representan las presas de mayor tamaño; esto nos podría indicar que las truchas a medida que aumentan de talla tienen preferencia por presas de mayor tamaño, lo cual coincide con observaciones realizadas en esta especie, tanto en Venezuela como en otros países.

9.- La fauna del "drift" en la quebrada Mucunután se encuentra representada principalmente por los Ephemeroptera del género *Baetodes* y *Baetis* y la del bentos por el Diptera de la familia Tipulidae. Sin embargo al principio del período de estudio la fauna béntica estuvo compuesta en un mayor porcentaje por los Chironomidae y al final por *Thraulodes* y *Baetis* (Ephemeroptera).

10.- Un aspecto concluyente de este trabajo es que las truchas de la quebrada Mucunután tienen hábitos alimenticios carnívoros, específicamente insectívoros, los

ítems que consume son similares a los reportados en su lugar de origen y a los encontrados en otras regiones donde constituye una especie introducida. Se alimentan especialmente de la fauna de deriva ("drift") y además se concluye que las truchas explotan los recursos que están mayormente disponibles en esta fauna. Así mismo las variaciones estacionales en su alimentación se corresponden exactamente con las variaciones de la fauna disponible en el "drift". Este tipo de hábitos alimenticios no representa para el animal gasto de energía en la búsqueda de su presa pudiendo conservarla para crecimiento y reproducción; sin embargo debido a las fluctuaciones diarias del "drift" pudiera representar una desventaja ya que las truchas son consumidores visuales y esta fauna incrementa drásticamente durante las horas de la noche, el mayor incremento en la quebrada Mucunutan se registra a las 19:00 horas (Flecker y Milstead, 1987).

11.- La trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, es el único pez de consumo que se encuentra en la zona alta de los ríos, lagunas y quebradas del Estado Mérida, constituyendo un importante recurso en la fauna acuática del mismo y por lo tanto existe un gran interés en fomentar la pesca deportiva de este salmónido con el fin de incentivar el turismo. Esto conduce a pensar en la realización de un

análisis detallado de esta actividad; los resultados de este trabajo constituyen el primer paso de ese análisis, sin embargo para llegar a conocer el estado de explotación de este recurso es necesario censar esta pesca a través de encuestas a los pescadores para poder precisar la estructura por tallas de la captura e igualmente definir el esfuerzo de pesca. Además se debe investigar, entre otras cosas, sobre la estructura de edades de la población e igualmente determinar el crecimiento de estos peces.

12.- Un aspecto importante y necesario de mencionar es que la actividad pesquera de truchas en Mérida se realiza de una manera irrestricta, sin respetar los artículos señalados en el reglamento que rige esta pesca deportiva, esto puede conducir a la destrucción del único recurso ictico de importancia comercial que posee la zona, por lo que la propuesta de modificar la época de veda no tiene ningún sentido si no se acompaña con medidas de control y vigilancia permanente de esta importante especie que aunque no forma parte de la fauna autóctona de nuestro país constituye un recurso que ha tenido sonado impacto social, especialmente en este estado de los Andes venezolanos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), 1960.  
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14<sup>th</sup> Edit., American Public Association, New York. 626 pp.
- 2.- Allan, J.D., 1981. Determinants of diet of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in a mountain stream. Can.J.Fish.Aquat.Sci.38:184-192.
- 3.- Allan, J. D., 1982. The effects of reduction in trout density on the invertebrate community of a mountain stream. Ecology. 63(5): 1444-1455.
- 4.- Allan, J.D., 1986. Diel epibenthic activity of mayfly nymphs, and its nonconcordance with behavioral drift. Limnol.Oceanogr. 31(5):1057-1065.
- 5.- Alvarado, H. y H. Bastardo. 1983. Producción de truchas en Venezuela: Cría y manejo. FONAIAP Divulga. 1(9): 19-25.
- 6.- Arenas, J. N., 1978. Análisis de la alimentación de *Salmo gairdnerii* Richardson, en el lago Riñihue y río San Pedro, Chile. Medio Ambiente, 3(2):50-58.
- 7.- Bagenal, T. B. and E. Braum. 1971. Eggs and early

- life history. In W. Ricker (Ed.): Methods for assessment of FISH PRODUCTION IN FRESH WATERS. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 166-198 p
- 8.- Ball, J. N., 1961. On the food of the brown trout of Llyn Tegid. Proc. Zool. Soc. Lond. 137:599-622.
- 9.- Bastardo, H. y H. Alvarado. 1982. Producción de truchas en Venezuela. MAC.DGDP. 43 pp.
- 10.- Bastardo, H., Z. Coché y H. Alvarado. 1988. Manual técnico para el cultivo de truchas en Venezuela. FONAIAP-JUNAC. 169 pp.
- 11.- Billard, R. and B. Breton. 1977. Sensibilité a la temperature des differentes etapes de la reproduction chez la truite arc-en-ciel. Cah. Lab. Montereau. 5: 5-24.
- 12.- Billard, R., Breton, B. and Richard, M. 1981. On the inhibitory effect of some steroids on spermatogenesis in adult trout (*Salmo gairdnerii*). Can. J. Zool. 59:1479-1487.
- 13.- Blanco, M. 1984. La trucha :Cria industrial. Mundi-Prensa, España. 238 pp.
- 14.- Boyd, C. and F. Lichtkoppler. 1982. Water quality

- management in pond fish culture. Elsevier Sci. Publ. Co. Amsterdam. 3-30.
- 15.- Bulkley, R.M. 1967. Fecundity of steelhead trout, *Salmo gairdnerii* Richardson from Alsea River, Oregon. J. Fish. Res. Bd. Can. 24(5):917-926.
- 16.- Carlander, K.D. 1969. Handbook of freshwater fishery biology. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1: 752 pp.
- 17.- Clifford, H.F. 1972. Comparison of samples of stream bottom fauna collected during the day and at night. Limnol. Oceanogr. 17:474-481.
- 18.- DeVlaming, V. L. 1972. Environmental control of teleost reproductive cycles: A brief review. J. Fish Biology. 4: 131-140.
- 19.- Dodge, D. P. and H. McCrimmon. 1970. Vital statistics of a population of great lakes rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) characterized by an extended spawning season. J. Fish. Res. Bd. Can. 27 (3): 613-618.
- 20.- Elliot, J.M. 1973. The food brown and rainbow trout (*Salmo trutta* and *S. gairdnerii*) in relation to the abundance of drifting invertebrates in a

mountain stream. *Oecologia* (Berl.). 12:329-347.

- 21.- Everett, G.V.1973.The rainbow trout *Salmo gairdnerii* (rich.) fishery of the lake Titicaca.*J.Fish.Biol.* 5:429-440.
- 22.- Flecker, A.S. and Milstead, W.B.1987. Fish predation and evolution of mayfly.Drift periodicity: Evidence from Andean streams (Mimeografiado).
- 23.- Garside, E. 1965. Effects of oxigen in relation to temperature on the development of embryos of brook trout and rainbow trout. Department of Zoology. UUniversity Toronto.
- 24.- George,E.L. and Hadley, W.F. 1979. Food and habitat partitioning between rock bass *Ambloplites rupestris* and smallmouth bass *Micropterus dolomieu* young of the year. *Trans.Am. Fish. Soc.* 108: 253-261.
- 25.- Hare, L. and Carter, J. 1984.Diel and seasonal Physico-chemical fluctuations in a small natural West African lake. *Freshwater Biology.*14:597-610.
- 26.- Haskell, D.C. 1955. Weight of fish per cubic foot of water in hatchery troughs and ponds. *Prog.Fish-*

Cult. 17(3).

- 27.- Hirigoyen, J. P. 1976. La trucha en los Andes venezolanos. MAC-ONP. Caracas. 83 pp.
- 28.- Hoar, W.S. 1957. Endocrine organs. In M. Brown (Ed.): The physiology of fishes. Academic Press, London. 245-321 p.
- 29.- Hynes, H.B. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol. 19:36-39.
- 30.- Hyslop, E.J. 1980. Stomachs contents analysis a review of methods and their application. J. Fish. Biol. 17:411-430.
- 31.- Infante, O. 1981. Aspects of the feeding ecology of *Petenia krussii* (Pisces, Perciformes) in lake Valencia, Venezuela. Verh. Internat. Verein. Limnol. 21:1326-1333.
- 32.- Johnson, J.H. and Ringler, N.H. 1980. Diets of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and steelhead trout (*Salmo gairdnerii*) relative to prey availability. Can. J. Zool. 58:553-558.

- 33.- Kovalak, W.P. 1978. Diel changes in stream benthos density on stones and artificial substrates. *Hydrobiologia*. 58:7-16.
- 34.- Kwain, W. 1971. Life history of rainbow (*Salmo gairdnerii*) in Batchawana Bay, eastern lake superior. *J. Fish. Res. Bd. Canada*. 28(5):771-775.
- 35.- Lagler, K. 1956. Freshwater fishery biology. Brown Company Publishers. 421 pp.
- 36.- Leitritz, E. and R. Lewis. 1980. Trout and salmon culture (Hatchery Methods). *California Fish Bull.* 164 : 197 pp.
- 37.- León, J.I. 1972. La truchicultura, nuevo complemento de la producción animal. En C. Ruiz (Ed.): *Piscicultura e Ictiopatología*. 567-570 pp.
- 38.- León, J. I. 1975. Manual de truchicultura. MAC-ONP. Caracas. 112 pp.
- 39.- Manning, N. and D. Kime. 1985. The effect of temperature on testicular steroid production in the rainbow trout, *Salmo gairdnerii*, in vitro. *Gen. Comp. Endocrinol.* 57:382.
- 40.- Martin, F. 1958. La trucha en Mérida. *El Agricultor*

venezolano. 22:42-46.

- 41.- Muus, B.J. 1975. Los peces de agua dulce de España y de Europa. Omega. Barcelona, España. 232 pp.
- 42.- Nebiolo, E. 1982. Composición y estructura de la ictiofauna de las cuencas media y alta del río Chama, Mérida. Tesis de grado para optar al título de Lic. en Biología. ULA. Venezuela. 151 pp.
- 43.- Nisbet, M. y Verneaux, J. 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Ann. Limnol. T6, fasc. 2. Paris.
- 44.- Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London. 325 pp.
- 45.- Olivo, A. 1979. Plan integral para el aprovechamiento, desarrollo y manejo del area que conforma al parque nacional Sierra Nevada. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Planificación de Recursos Hidráulicos. CIDIAT. ULA. Mérida. 202 pp.
- 46.- Phillips, P. 1984. La biología y dinámica poblacional de la trucha arco iris (*Salmo gairdnerii*) en los ríos Sarapiquí y Ciruelas de Heredia. Escuela de Ciencias Biológicas, Univ. Nac., Heredia, Costa

Rica. 26 pp.

- 47.- Phillips, P. 1987. Reproductive biology of rainbow trout (*Salmo gairdnerii* in Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*. 1(2):39-42.
- 48.- Piper, R.; I., McElwain and L., Onme. 1982. Fish hatchery management fish and wildlife service. 513 pp.
- 49.- Pomares, O. 1986. Análisis de los métodos para el estudio de los contenidos del tracto digestivo en los peces. Seminario de tesis. Univ. del Zulia, Departamento de Biología. 63 pp.
- 50.- Pons, J. 1971. Cría de truchas. Serie Técnica Nº 44. Madrid. 70 pp.
- 51.- Prejs, A. y Colomine, G. 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. U.C.V., Instituto de Zoología Tropical. 121 pp.
- 52.- Reisen, W. 1972. The influence of organic drift on the food habitats and life history of the yellowfin shiner, *Notronis luptinnis* (Jordan and Brayton). *The American Midland Naturalist*. 88:

- 53.- Rengifo, A. 1988.- Algunos aspectos sobre la biología de la trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, Richardson 1836, en el embalse Agua Fria, Estado Miranda. Tesis de grado para optar al título de Lic. en Biología. Univ. Central de Venezuela, Caracas. 110 pp.
- 54.- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191. 382 pp.
- 55.- Segnini, S. 1973. Determinaciones físicas y químicas en la parte alta del río Chama (mimeografiado).
- 56.- Tippets, W. E. and Moyle, P.B. 1978. Epibenthic feeding by rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) in the McCloud River, California. J. Anim. Ecol. 47:549-559.
- 57.- Turcotte, P. and Harper, P. 1982. Drift patterns in a high Andean stream. Hidrobiologia. 89:141-152.
- 58.- Vazzoler, A. de M. 1982. Manual de método para estudios biológicos de poblaciones de peces.

Reproducao e crescimento. Cons. Nac. Desenv.  
Cient. e Tecnol., Brasil. 106 pp.

59.- Welch, F. 1948. Limnological methods. McGraw-Hill  
Book Company, INC. 299-333 pp.

60.- Wydoski, R. S. and Whitney, R.R. 1979. Inland fishes  
of Washington. University of Washington Press.  
Seattle and London. 220 pp.

61.- Zanuy, S., M. Carrillo and F. Ruiz. 1986. Delayed  
gametogenesis and spawning of sea bass  
(*Dicentrarchus labrax L.*) kept under different  
photoperiod and temperature regimes. Fish  
Physiology and Biochemistry. 2: 53-63.