

ESTUDIO DEL CICLO SEXUAL DE LA SABALETA *Brycon henni* Eigenmann.

SU COMPORTAMIENTO Y FECUNDACION ARTIFICIAL

Por: J. Builes (1)
y A. Urán (2)

RESUMEN:

*Este trabajo constituye la primera parte de una serie de estudios programados sobre la Sabaleta *Brycon henni* Eigenmann. Se presenta una descripción de algunas características morfológicas tales como aspectos del cuerpo, escamas, aletas, longitud, anchura y pigmentación de la piel. Se determinan dos épocas de desove al año, con picos máximos en abril y octubre. Los testículos y ovarios se describen macroscópicamente y se clasifican en cuatro fases: inmaduros, en maduración, maduros y posteriores al desove. Por presión de los flancos de hembras y machos maduros se obtienen óvulos y espermatozoides para la fecundación artificial, lográndose el desarrollo de embriones hasta la fase somítica, en la que fueron fijados. Los caracteres sexuales secundarios, presentes en ejemplares maduros sexualmente, se limitan a una papila genital prominente de color rojo intenso, en las hembras; espinas en los radios de las aletas anal, ventrales y pectorales, en los machos. La pigmentación de las aletas, como carácter sexual secundario, está muy acentuado en ambos sexos.*

INTRODUCCION

La Sabaleta *Brycon henni* Eigenmann, es un pez autóctono de Colombia, del cual se ha estudiado su taxonomía, su distribución geográfica (Miles, 1947), su ecología, su alimentación, y su estructura interna (Hernández, 1971). De su comportamiento, ciclo sexual y fecundación artificial se ha hecho muy poco hasta el momento.

En otros teleósteos, se han hecho trabajos sobre ciclo sexual, comportamiento, desove, fecundación artificial, morfología de gónadas y caracteres sexuales secundarios (Jones, 1939), (Weisel, 1943), (Turli, 1970), (Tinbergen, 1970), (Hisaoaka and Firlit, 1962), (Robinson and Rugh, 1943). Este trabajo tiene por objeto realizar un estudio de los aspectos antes mencionados a nivel de Sabaleta, que permitirá conocerla mejor y aplicar los resultados en futuras investigaciones ictiológicas en Colombia, ya que, hasta el presente la información que de ella se tiene es muy pobre. Por otra parte facilitará repoblar técnicamente quebradas, ríos, lagos y embalses, con beneficios científicos, alimenticios y deportivos.

MATERIALES Y METODOS

Para obtener el material de investigación, se hicieron muestreos en los ríos Porce, Anorí, Nechí, Río Grande, Cauca (zona de Puente Iglesias), Nare, Nus y los afluentes de éstos. En promedio se registraron tres muestreos mensuales de noviembre 1972 a febrero 1974. Para la captura se utilizaron diferentes métodos tales como varas de pezca durante el día, redes y lámparas Coleman, durante la noche, en pequeños arroyos y quebradas. Se capturaron un total de 300 ejemplares adultos de Sabaleta entre machos y hembras, 200 fueron descerebrados con una aguja de disección, con el fin de observar sus características morfológicas externas y estudiar y clasificar las gónadas (Fig. 1).

Las características externas estudiadas fueron: la longitud y la anchura de los ejemplares, que se midieron desde el hocico hasta la raíz de la aleta caudal y de la parte anterior de la aleta dorsal a la parte anterior de las aletas ventrales, respectivamente. Se clasificaron las aletas caudales; se con-

(1) Profesor, Embriología Comparada y Experimental, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

(2) Profesor, Centro Educativo Femenino de Antioquia, Estudiante último semestre Facultad de Educación, Universidad de Antioquia Medellín, Colombia.

taron los radios de todas las aletas y se hicieron observaciones de su estructura con el fin de establecer diferencias entre machos y hembras. Igualmente se analizó la pigmentación de la epidermis en general; se contaron las escamas a lo largo de la línea lateral y se clasificaron según las bases dadas por Ruiz, Orijel y Rodríguez (1970). Para la observación de ovarios y testículos en fresco en el lugar de captura, se procedió de la siguiente manera: se hicieron cortes longitudinales ventrales desde el orificio anal hasta el opérculo y a continuación se extrajeron las vísceras para dejar al descubierto las gónadas (Fig. 2). Bajo el agua e *in situ* se midieron la longitud y el espesor de los testículos y los ovarios, que luego fueron extraídos y fijados. Se utilizaron como fijadores formol al 40/o, Stieve, Bouin's y Ancel de cuatro a seis horas según la maduración de la gónada. Después de fijadas, se lavaron con agua corriente para eliminar el exceso de fijador y se colocaron en alcohol al 700/o para transportarlas al laboratorio. Se hicieron las observaciones, a luz incidente, con estereoscopios marca Nikon y Bauch and Lomb. Para facilitarlas se usaron como colorantes azul de metileno, rojo neutro y rojo congo, en concentraciones del 10/o. Como ictiómetro, para medir la longitud, se adoptó una regla de 50 cm. con una tablilla en su extremo anterior, donde descansaba el hocico del animal. El ancho se midió con un metro. La longitud y el espesor de las gónadas se marcaron con un compás y luego se midieron en una reglilla fabricada con papel milimetrado.

El contenido estomacal se fijó en alcohol al 700/o para su estudio en el laboratorio. Se llevó la estadística de las capturas y los cambios de temperatura, según las fases de la luna.

Algunos ejemplares se guardaron vivos en bolsas de polietileno colocadas en cajas de icopor, para conservar constante la temperatura. Se separaron los especímenes machos y hembras para efectuar la fecundación artificial de la siguiente manera: secados con toalla se tomaron las hembras con la mano izquierda a nivel del opérculo y por el dorso; con la mano derecha se presionó la pared abdominal con movimientos antero-posteriores para extraer los óvulos maduros almacenados en el saco ovárico. Se recibieron en una cubeta de cristal o caja de petri secas (Fig. 3). Se siguió el mismo procedimiento con el macho y se presionaron sus flancos para depositar el líquido espermático sobre los óvulos (Fig. 4). A continuación se agitó con una pluma de ave el contenido del recipiente con el fin de conseguir un alto rendimiento en la fecundación. Los huevos permanecieron en reposo entre quince y veinte minutos; luego se lavaron cuidadosamente y se colocaron en una cubeta locuada, de 50 x 25 x 6 cm la que se cubrió con tela fina y se llevó a un arroyo de baja profundidad y poco torrentoso, para la incubación. Los embriones se fijaron cada cuatro horas a lo largo de un día y medio. El método se basó en el descrito para la trucha (Turli, 1970).

Para la medición de la concentración de O_2 y CO_2 se utilizó un colorímetro Hach modelo DR-EL y para la temperatura un teletermómetro YSI, modelo 42 SC.

Se midieron las profundidades de los arroyos y de las orillas de charcos en ríos y quebradas.

RESULTADOS:

A. DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y HABITAT:

B. henni habita en el Departamento de Antioquia en los ríos, Anorí, Porce, Nechí, Nare, Río Grandé, Nus y los afluentes de éstos. Existen otras especies que ostentan el mismo nombre vulgar y que se encuentran en los Santanderes, Tolima, Valle, Cauca, Bolívar (Miles, 1947).

Vive en aguas de regiones templadas y cálidas con temperaturas promedio entre 18° y 28° C. Las aguas de su predilección son ríos y quebradas torrentosos, pero se ha encontrado también en aguas lénticas como en las represas de Carolina, Peñol y Lagos de Porce.

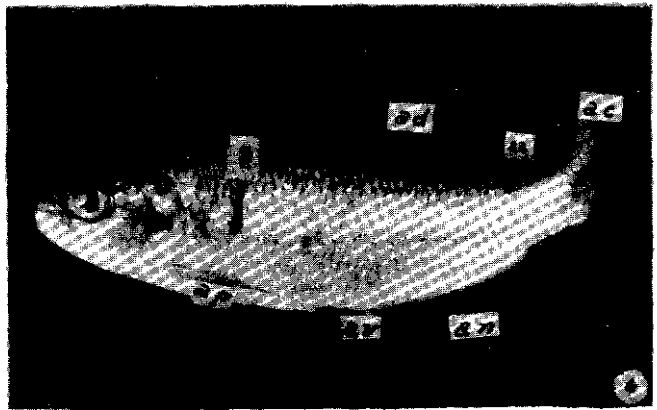
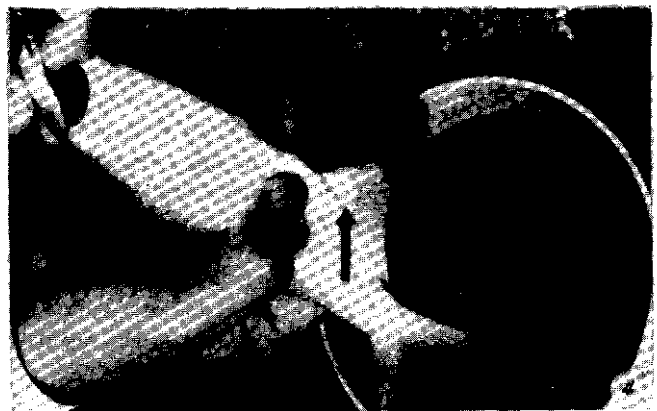
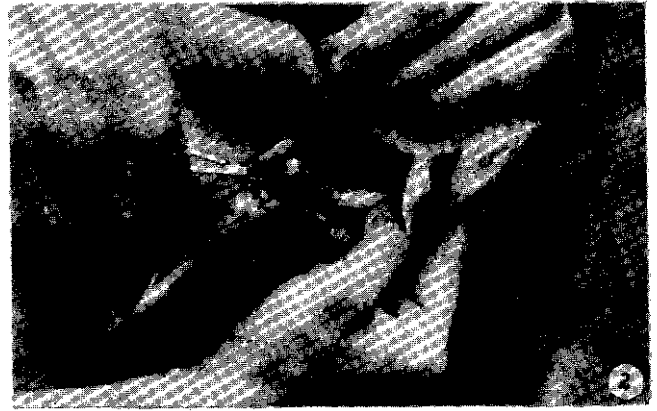
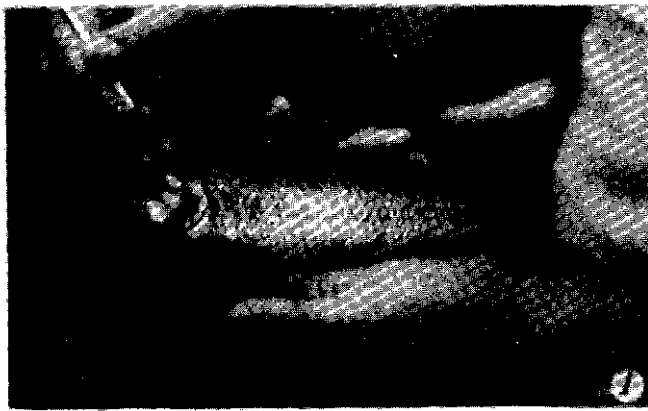
Las concentraciones de O_2 y CO_2 del agua en que vive son de 7-10 y 5-20 mg/l respectivamente. Prefiere las aguas claras y escoge la parte final de los charcos durante el día, pues allí consigue más fácilmente el alimento. Durante la noche se desplaza a lugares calmados y menos torrentosos como cuevas, orillas y cabeceras de charcos. Ante la presencia de agentes extraños se refugia en cuevas donde se puede capturar fácilmente.

En los tres primeros meses de vida, los alevinos prefieren aguas tranquilas como orillas y arroyos, cuyas profundidades oscilan entre 10 y 50 cm para vivir durante el día y la noche y donde se les puede ver y capturar con redes. Aproximadamente a los tres meses de vida se reúnen en grupos gregarios y se desplazan a las corrientes.

El estudio de los contenidos estomacales presentó diferencias de una época a otra y de una región a otra, se encontraron en ellos especies acuáticas tales como peces, crustáceos, moluscos, larvas de insectos y plantas; especies terrestres como frutos propios de cada región, insectos, moluscos y ranas. Los cebos utilizados para su captura, con anzuelos, fueron lombrices, babosas, grillos, larvas de insectos, carne, aguacate, naranja y papa cocida. Durante los últimos días de luna menguante y los de luna nueva la captura de estos ejemplares es mayor.

B. DESCRIPCION DE LA MORFOLOGIA EXTERNA

La forma general del cuerpo de la sabaleta es ahusada y está recubierto de escamas de tipo cicloideo, lo que permite su rápido desplazamiento en el agua. Posee aletas blandas que son: una dorsal con 10-11 radios, dos pectorales con 12-14 radios cada una, dos ventrales con ocho radios cada una, una anal con 22-27



LAMINA I

- Figura 1 *B. henni*: proceso de descerebración.
- Figura 2 *B. henni*: proceso de extracción de las gónadas.
- Figura 3 *B. henni*: método para extraer óvulos maduros para la fecundación artificial. La flecha indica las células.
- Figura 4 *B. henni*: forma de extraer el esperma que fecundará los óvulos. La flecha señala la salida del líquido espermiático.
- Figura 5 *B. henni*: escama tipo cicloidea.
- Figura 6 *B. henni*: aspecto de algunas estructuras externas. (ad) aleta dorsal; (aa) aleta adiposa; (ac) aleta caudal; (an) aleta anal; (av) aletas ventrales; (ap) aletas pectorales; (ll) línea lateral.

radios y una caudal con 25 radios, esta última de tipo homocerca. Entre la aleta dorsal y la caudal presenta una pequeña aleta adiposa. Posterior a las aletas ventrales se encuentra el orificio anal, contiguo y posterior a éste, la papila genital donde desemboca el conducto urogenital.

Los ejemplares adultos varían entre 16 y 37 cm de longitud y entre cuatro y once de anchura. Poseen en su cuerpo diferentes tipos de pigmentos: melanóforos, distribuidos en la cabeza, cuerpo y aletas, con mayor concentración en la parte dorsal o lomo del animal, dándole un color negro más intenso en los ejemplares de aguas claras que en los de aguas turbias. Su concentración disminuye a medida que se descende dorsoventralmente y desaparece en la región ventral; eritróforos y xantóforos, pigmentos que le dan una coloración roja y amarilla, localizados principalmente a nivel de las aletas; iridocitos, en todo el cuerpo, con mayor concentración en el opérculo, que dan un aspecto plateado al ejemplar y le permiten camuflarse con el medio.

Posee una línea lateral curva que va desde la porción media del opérculo hasta la raíz de la aleta caudal, con pigmento de color verdoso que facilita su localización y un total de escamas a lo largo de ella que oscila entre 46 y 50.

Hay ejemplares que poseen pigmento rojo, negro o rojo y negro en la parte dorsal del iris. Esta característica se presenta también en la aleta adiposa (Figs. 5 y 6).

C. EPOCAS DE DESOVE Y COMPORTAMIENTO SEXUAL

Se determinaron dos épocas de desove para la especie estudiada: la primera, en los meses de marzo, abril y mayo y la segunda en septiembre, octubre y noviembre, con picos máximos de desove en abril y octubre. Las hembras y los machos se desplazan de los ríos y quebradas de aguas turbias, a lugares de aguas claras poco profundas y de fondo arenoso, para realizar allí el desove. Este desplazamiento se realiza en la época de freza, preferentemente en días de luna menguante y nueva. Esta "migración" se inicia entre 6:00 y 6:30 p.m. y termina entre 9:00 y 10:00 p.m.. El retorno finaliza entre 2:00 y 3:00 a.m. y se desconoce hasta el momento cuando empezó. Cuando el macho adulto, alcanza la maduración de sus testículos, presenta en los radios de la aleta anal, estructuras en forma de espinas que al tacto dan un aspecto aserrado (Fig. 7). Estas estructuras se localizan en todos los radios en la bifurcación anterior y están dispuestos perpendicularmente de la parte proximal hasta la distal. Las espinas también se presentan en la cara dorsal de las aletas ventrales y pectorales; después de la espermación desaparecen gradualmente. Según el esta-

do de maduración del testículo las espinas aparecen así: cuando el testículo está en maduración sólo se manifiestan en los radios medios de la aleta anal y primero en la cara izquierda que en la derecha. A medida que avanza la onda evolutiva espermatogénica, las espinas van apareciendo en los radios anteriores y posteriores de la aleta anal y además en las aletas ventrales y pectorales.

Por otra parte, en la hembra las aletas no presentan espinas y aparecen lisas al tacto. La papila genital, en la hembra adulta, madura sexualmente, es de color rojo intenso (Fig. 8). Su cuerpo, ventralmente, es más abultado que en el macho. Tanto en éste como en la hembra aparecen en todas las aletas pigmentaciones rojas y amarillas más intensas que en épocas posteriores a la freza.

D. OBSERVACION Y CLASIFICACION DE LAS GONADAS

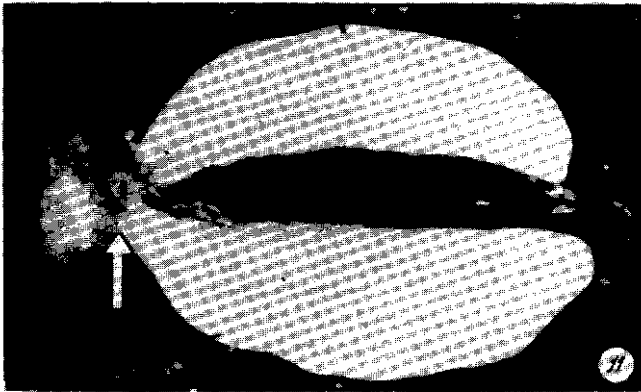
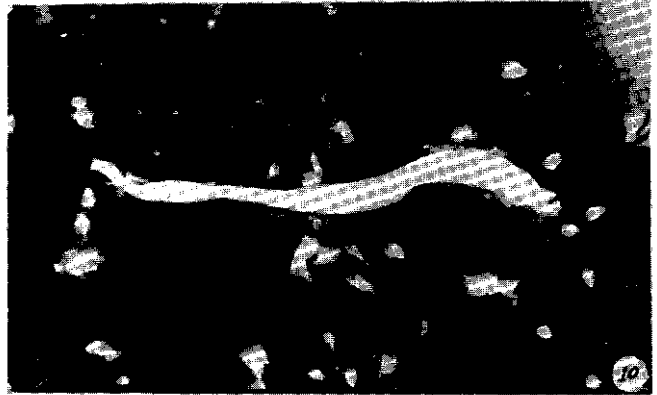
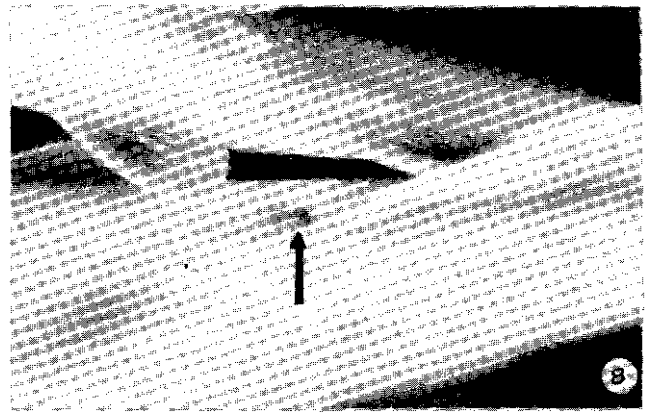
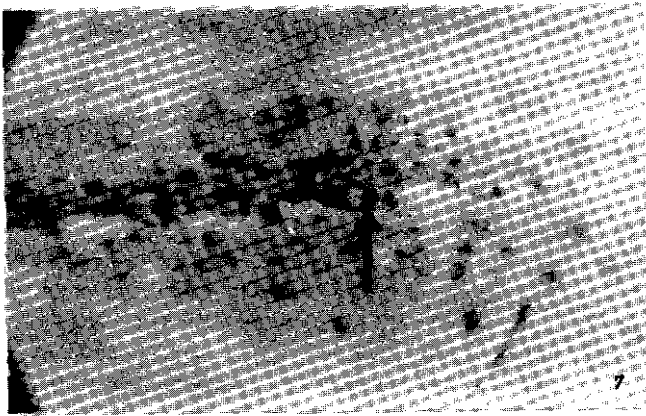
Las gónadas están localizadas en la porción dorsal de la cavidad abdominal a lado y lado de la vejiga natatoria, sostenidas por un mesovario y un mesoorquio, no pigmentados, que a la vez las envuelven. Las gónadas se disponen longitudinalmente desde la parte anterior de la vejiga natatoria hasta las proximidades del ano. La vejiga es del tipo fisóstoma y bicámara. La descripción de los testículos y ovarios se ha basado en la clasificación dada para el salmón *Oncorhynchus nerka* (Weisel, 1943).

1. Testículos inmaduros.

A simple vista éstos se presentan como un par de filamentos blanquecinos que recorren anteroposteriormente la pared dorsal de la cavidad abdominal. Al estereoscopio (320X) se ven y se diferencian en ellos dos zonas: Una central blanquecina que corresponde al conducto espermático y no posee ramificaciones; otra translúcida y periférica que contiene gran cantidad de células no diferenciadas, presumiblemente células sexuales del tipo espermatogonial. Se aprecia además una delgada membrana transparente que recubre los testículos. Dorsalmente a los conductos espermáticos, se observa la delgada vena espermática, que recorre anteroposteriormente los testículos. Es frecuente encontrar esta etapa de maduración testicular en los meses de enero y julio (Fig. 9).

2. Testículos en maduración.

A simple vista aparecen planos y blanquecinos (Fig. 10) se nota un considerable aumento en anchura, apreciable por el desplazamiento que sufre el borde ventral y se alejan de la vejiga natatoria dando un giro de aproximadamente



LAMINA II

- Figura 7 *B. henni*: la flecha indica las espinas de los radios presentes en las aletas pectorales, ventrales y anal de los machos maduros sexualmente.
- Figura 8 *B. henni*: comparación de una hembra y un macho maduros sexualmente. La flecha muestra la presencia de la papila genital bien desarrollada en la hembra.
- Figura 9 *B. henni*: testículo inmaduro.
- Figura 10 *B. henni*: testículo en maduración.
- Figura 11: *B. henni*: testículos maduros. La flecha indica la diferenciación del vaso deferente.
- Figura 12 *B. henni*: vaso deferente lleno de líquido espermático. La flecha muestra la rica vascularización presente.

90°. El aumento en espesor no es considerable.

Vistos al estereoscopio (320X) muestran una reducción de la zona translúcida, descrita en la etapa anterior que se limita sólo a la corteza testicular, principalmente en su borde ventral. La zona blanquecina ocupa la médula testicular y en cortes transversales se ve que está formada por septos, que van desde la corteza hasta las cercanías del conducto espermático. En esta etapa de maduración es posible diferenciar al estereoscopio, ramificaciones de los conductos espermáticos y ver en su interior un líquido de aspecto lechoso, el esperma. Los conductos desembocan al vaso deferente que, en esta etapa, es posible diferenciar debido a que el esperma comienza a almacenarse allí. Dorsal a los conductos se aprecia más claramente la vena espermática con ramificaciones que penetran en la médula testicular. Este estadio es característico de los meses de febrero-marzo y agosto-septiembre.

Es de anotar que en esta etapa se diferencia, en el extremo anterior de los testículos, un estrechamiento que aísla la porción más anterior formando una especie de lóbulo.

3. *Testículos maduros.*

Visualmente los testículos se encuentran considerablemente ensanchados y de color blanco, y se aprecia también un aumento en el espesor (Fig. 11). Mirado un corte transversal al estereoscopio deja ver los septos ensanchados considerablemente en contacto con las ramificaciones de los conductos que han aumentado en diámetro y contenido espermático. En esta fase de maduración y debido al aumento de espesor presentan forma piramidal. El diámetro y las ramificaciones de la vena espermática han aumentado. Este grado de maduración testicular se presenta en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre.

El vaso deferente, donde desembocan los conductos espermáticos, se presenta apreciablemente más ensanchado que en la etapa de maduración y en forma de pera con su extremo agusado, que penetra anteriormente entre los testículos, por debajo de la vejiga natatoria. El ensanchamiento del vaso deferente se debe a la considerable cantidad de líquido espermático que allí se almacena en esta etapa. En su extremo posterior se comunica con el conducto deferente que da salida al esperma a través de la papila urogenital. La irrigación sanguínea del testículo y vaso deferente, a diferencia de las etapas anteriores, es muy rica (Fig. 12).

El lóbulo de los testículos, descrito en la etapa precedente, continúa presente.

4. *Testículos Post-desove.*

En los meses de mayo-junio y noviembre-diciembre, es frecuente encontrar los testículos en diferentes etapas de reabsorción (Fig. 13). Todas se caracterizan por presentar grandes zonas en necrosis. Lo típico de estos testículos es la gama de coloración que presenta la zona de necrosis: verde, roja, anaranjada, amarilla. Se aprecia, además, reducción en la anchura y el espesor de los testículos. La reabsorción continúa hasta presentar características de testículos inmaduros. En el desarrollo de los testículos, se aprecia que el izquierdo madura más rápidamente y su anchura, espesor y longitud son mayores que los del derecho.

5. *Ovarios inmaduros.*

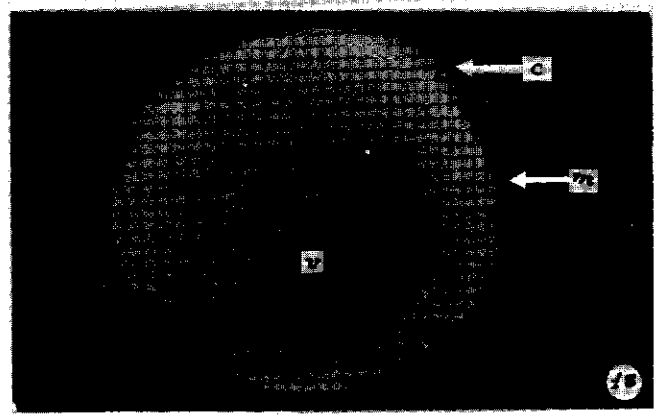
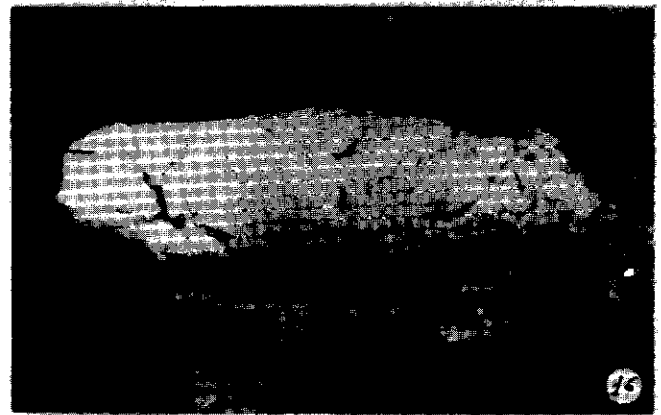
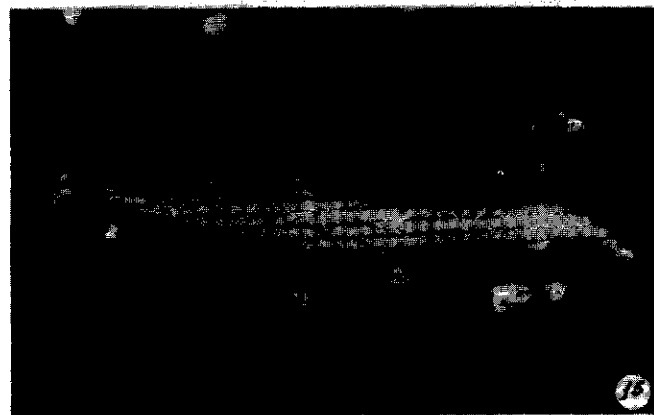
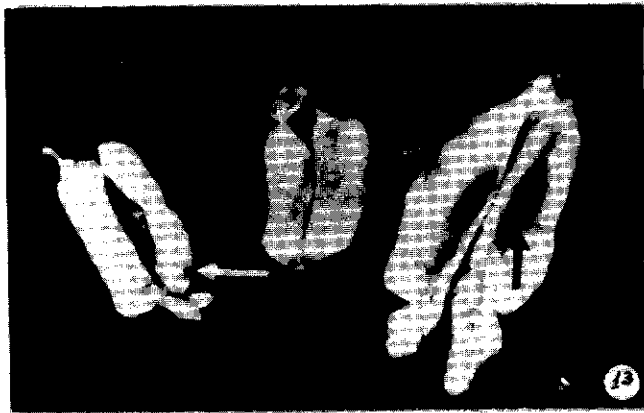
A simple vista e *in situ* se observan como dos estructuras planas y translúcidas, que recorren la cavidad abdominal anteroposteriormente y se unen poco antes del orificio urogenital (Fig. 14). Al estereoscopio (320X) dejan ver en su interior estructuras esféricas de diferentes diámetros (los oocitos) translúcidas y con núcleos que a la vista se presentan opacas. Por otra parte, la forma del ovario es plurilobular y se destacan en él dos láminas, una basal y otra perpendicular a ésta, que se dirige dorsoventralmente.

Dorsal a la lámina basal, se ve la vena ovárica que lo recorre anteroposteriormente dando ramificaciones que penetran en los lóbulos. Es frecuente encontrar esta fase de maduración en los meses de enero y julio.

6. *Ovarios en maduración.*

Los ovarios presentan cambio de estructura plana a cilíndrica y una coloración amarilla-clara (Fig. 15). Al estereoscopio se ven los oocitos agrupados en racimos en cada uno de los lóbulos; continúan translúcidos los de menor diámetro y de un color amarillento los de diámetro mayor.

La lámina perpendicular descrita en el estadio anterior, se ha plegado considerablemente hacia el lado externo (con respecto a la vejiga natatoria) de la lámina basal, y gira prácticamente 90°, hasta quedar contiguos los bordes de cada una de las dos láminas. El aumento de volumen es considerable, lo que se debe a que en este estadio los oocitos están creciendo a causa de la producción y acumulación de sus-



LAMINA III

- Figura 13 *B. henni*: testículos en reabsorción con zonas en necrosis. Las flechas indican éstas.
- Figura 14 *B. henni*: ovario inmaduro.
- Figura 15 *B. henni*: ovario en maduración.
- Figura 16 *B. henni*: ovario maduro. No se ha iniciado la ovulación.
- Figura 17 *B. henni*: ovarios maduros con óvulos en el saco ovárico. La flecha indica la localización de éstos.
- Figura 18 *B. henni*: óvulo maduro no fecundado. (c) corion; (m) micropilo; (v) vitelo.

tancias nutritivas para el embrión, principalmente vitelo. La vena ovárica ha aumentado en diámetro y en número de ramificaciones. Este estadio es característico de los meses, febrero-marzo y agosto-septiembre.

7. Ovarios maduros

Por observación *in situ* y a simple vista, su apariencia es cilíndrica, su porción media es más voluminosa que la anterior y posterior; presenta además, un color amarillo intenso y algunos tienen oocitos en el saco ovárico (Fig. 16) Este es una cavidad localizada en la porción posterior de los ovarios, por debajo del extremo distal de la vejiga natatoria. Mirados al estereoscopio (120X) los oocitos han aumentado considerablemente de diámetro, pero aún se presentan de diferente volumen. Los que han sido ovulados, al ser extraídos del saco ovárico y observados a 320X, presentan las siguientes características: en el polo animal tienen casquete citoplasmático, el resto del óvulo está compuesto principalmente de vitelo y un pigmento de color amarillo intenso, responsable de la coloración general del ovario. Están recubiertos por una membrana transparente, el corion, que presenta un orificio, el micropilo, estructuras éstas semejantes a las descritas para la trucha. (Turli, 1970), (Fig. 18).

Es de anotar que los óvulos en el saco ovárico se presentan sueltos, embebidos en una sustancia transparente y de aspecto viscoso (Figs. 17 y 20).

Las épocas del año en las que aparece con más frecuencia este estado de madurez corresponden a los meses de abril-mayo y octubre-noviembre.

8. Ovarios post-desove.

Durante los meses de mayo-junio y noviembre-diciembre es común encontrar los ovarios disminuidos en volumen, con zonas de necrosis, que en los casos más extremos presentan aspecto de sacos vacíos, (Figs. 19,20 y 21). En los bordes internos de la pared ventral aparecen ovocitos, o posiblemente ovogonias, con características similares a las descritas en el ovario inmaduro.

En la tabla 1 se detallan las longitudes, anchuras y espesores promedios de testículos y ovarios de las diferentes etapas de maduración.

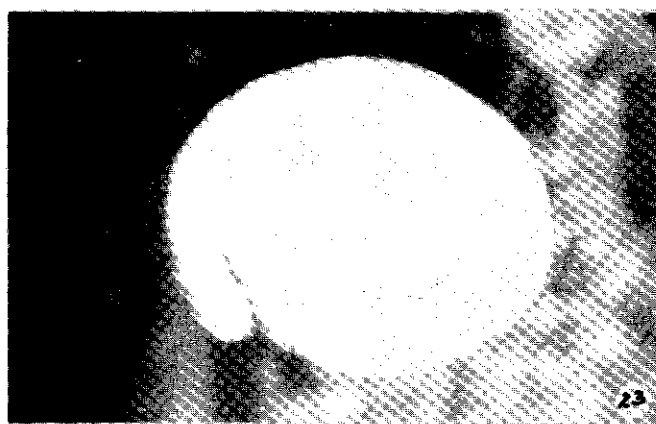
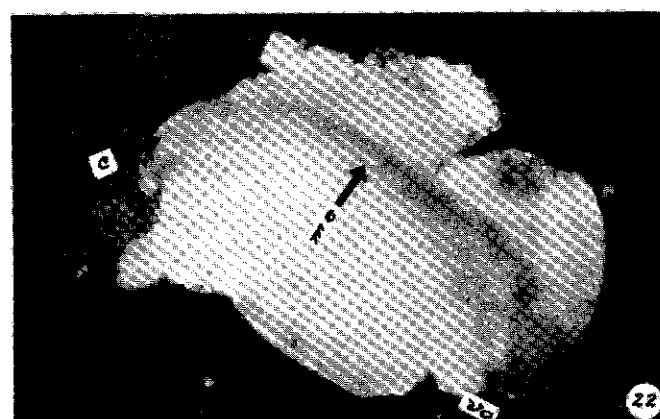
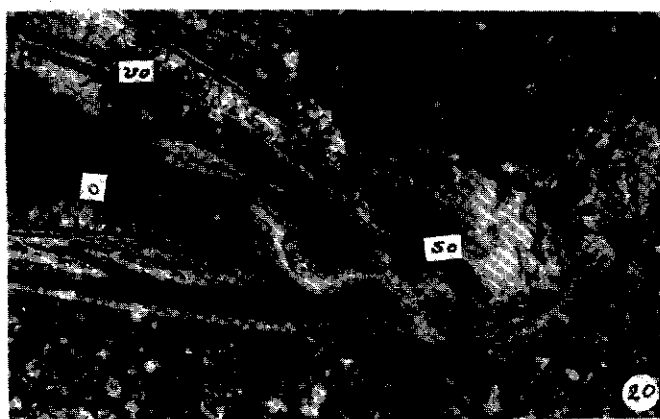
E. FECUNDACION ARTIFICIAL

Los resultados de los estudios preliminares de la fecundación artificial en *Sabaleta B. henni* fueron satisfactorios, habiéndose obtenido embriones hasta la fase somítica (Fig. 22). Debido al corto tiempo utilizado para el trabajo de campo, durante el cual se realizó la fecundación artificial, no se obtuvo la eclosión de los embriones, ya que a las 34 horas de haberse producido la fertilización, fueron fijados.

Después de la fecundación los huevos tienen un aspecto translúcido, índice de su vitalidad. Una vez fijados, al observarlos al estereoscopio (320X), se presentan blanquecinos y con el embrión localizado dorsalmente al saco vitelino, al que envuelve parcialmente. No es posible diferenciar el micropilo en la superficie del corion, debido a que se cierra una vez realizado al proceso de fecundación.

TABLA I
MEDIDAS DE EJEMPLARES Y GONADAS

Estado de las gónadas	No. de Ejemplares	Sexo	Longitud de los Ejemplares (cm).	Promedio de Longitud de las gónadas (cm).	Anchura promedio de las gónadas (mm).- Anterior-Media-Posterior			Espesor Prom. de las gónadas en la porción media (mm).
Inmaduras	29	Machos	14.3 a 33.0	4.39	1.24	1.91	2.63	1.00
	23	Hembras	14.3 a 31.0	3.95	3.31	3.85	2.86	-----
En maduración	16	Machos	17.8 a 28.5	4.40	4.20	6.63	7.02	3.00
	24	Hembras	21.0 a 28.0	4.48	4.70	5.00	4.00	-----
Maduras	17	Machos	15.0 a 35.0	6.21	6.53	11.26	11.86	8.00
	14	Hembras	16.0 a 37.0	6.55	16.75	17.75	13.00	-----



LAMINA IV

- Figura 19 *B. henni*: ovario maduro y en reabsorción con óvulos en saco ovárico. (vo) vena ovárica; (zn) zonas de necrosis; (o) oocitos.
- Figura 20 *B. henni*: ovarios en etapa más avanzada de reabsorción con óvulos en saco ovárico. (so) saco ovárico; (vo) vena ovárica; (o) oocitos que no llegarán a ser ovulados.
- Figura 21 *B. henni*: ovarios vacíos. La flecha muestra la localización de las células sexuales.
- Figura 22 *B. henni*: embrión 34 horas de desarrollo. (vo) vesículas ópticas; (me) médula espinal; (c) cola.
- Figura 23 *B. henni*: embrión de 34 horas. Se muestra la posición del embrión sobre el saco vitelino. Se ha extraído el corion.

Las primeras fases de desarrollo (segmentación, blástula, y gástrula) no se describen en detalle, por ser temas del desarrollo embrionario que se presentarán en un trabajo aparte. Se hace alusión solamente a la etapa somítica donde a las 34 horas de desarrollo aparece el embrión curvado sobre la parte dorsal del saco vitelino por dentro del corion y se diferencia en la parte anterior el cerebro primitivo con tres regiones: prosencéfalo, mesencéfalo y romboencéfalo; en el mesencéfalo se aprecian las grandes vesículas ópticas; posterior al cerebro y hasta la región caudal, aparecen 20 pares de somitas.

CONCLUSIONES Y DISCUSION

Esta especie requiere concentraciones altas de oxígeno, lo que coincide con los datos anotados para el cultivo de trucha (Turli, 1970). Aunque estas condiciones se dan en su medio natural, es posible mantener la Sabaleta en estanques con superficies que permitan suficiente intercambio gaseoso y con adecuado recambio de agua.

Los cebos usados para su captura y el estudio del contenido estomacal, nos permitió clasificar la Sabaleta como una especie con alimentación omnívora; no coincidiendo esta clasificación con la dada por Hernández (1971), quien la catalogó como insectívora, aunque hace una salvedad de la presencia de caracoles en épocas de verano.

La captura de este ejemplar con anzuelo, disminuye en las fases de luna creciente y plenilunio, durante las cuales se determinó descensos de temperatura en el agua, que causan inhibición parcial del metabolismo, dando como resultado inapetencia en dicha especie.

Los picos máximos de desove coinciden con los meses de mayor precipitación pluvial, la que aumenta el caudal de los ríos y que es uno de los factores que estimula las descargas hipofisarias, que inducirán la ovulación y la maduración de los espermatozoides. En estas condiciones los ejemplares que habitan durante todas las épocas del año en ríos y lagos de aguas profundas, turbias, con fondos pedregosos y cenagosos y no propios para efectuar la oviposición, se ven en la necesidad de desplazarse en busca de condiciones ambientales adecuadas para efectuar el desove. Según lo descrito para la trucha y el salmón (Turli, 1970—Muus y Dahlström, 1970), éstos remontan ríos (emigración sexual) en busca de aguas con fondos arenosos, poco profundas y de corrientes no muy rápidas, donde las hembras fabrican nidos, depositan los huevos para luego ser fecundados por los machos. A continuación la hembra tapa los huevos para evitar que la corriente los arrastre o que los depredadores los consuman. Se observan desplazamientos de la sabaleta en busca de aguas con estas condiciones. Si bien, no se observó el comportamiento de la hembra y el macho en el momento de depositar óvulos y espermatozoides respectivamente, se considera que el desove se realiza allí durante las horas de la noche. Como no se han encontrado huevos fecundados encima de los fondos arenosos, dado que los huevos tienen

una densidad mayor que el agua, se supone que sean enterrados en forma similar a los de trucha y salmón. Esta suposición se basa en las observaciones hechas en hembras capturadas después del desove, que presentan lesiones a nivel de la epidermis ventral y mandíbula inferior, posiblemente causadas durante la construcción del nido. En las quebradas de aguas claras este fenómeno de desplazamiento no se realiza y el desove se presenta en las orillas de los charcos que poseen fondo arenoso y poco profundo, confirmando esto con la no presencia de sabaletas, durante la época de freza, en los arroyos que desembocan a estas quebradas.

En los ríos turbios y lagunas no se presenta el desove y es necesario la migración debido a que el fondo pedregoso impide la fabricación de nidos y el cenago dificulta el intercambio gaseoso entre el embrión y el agua. La mayor profundidad da como resultado una disminución en la temperatura y un aumento en la presión. En cambio en los arroyos la temperatura se mantiene más alta y la presión es menor. Según Hisaoka y Firlit (1962), en condiciones de laboratorio al disminuir la temperatura se inhibe la ovulación en el pez cebra; al aumentarla se acelera el crecimiento y la maduración de los oocitos y se acortan los períodos de expulsión de los óvulos. Este hecho puede tener relación con la no presencia, durante las noches de luna creciente y plenilunio, de sabaletas en los riachuelos, en épocas de desove, ya que la temperatura desciende. En cambio, debido al aumento de temperatura en las fases de luna menguante y novilunio, se encontró gran número de ejemplares realizando las funciones de reproducción en esos períodos. En conclusión, para *B. henni*, en su medio natural, hay inhibición parcial de la ovulación por el descenso de la temperatura y estímulo por el aumento de la misma.

Según las observaciones hechas durante las migraciones de esta especie, la oviposición se realiza en las primeras horas del amanecer, lo que coincide con lo expresado por Robinson y Rugh (1943) para *Oryzias latipes*. Para la fecundación artificial de los huevos obtenidos por presión en una sola hembra, hubo necesidad de emplear el contenido espermático de siete machos para lograr cubrir toda la masa de huevos. Se encontró al sacrificar la hembra y los machos que el saco ovárico y el vaso deferente estaban vacíos, lo que permite concluir que para fecundar los miles de óvulos de una hembra en el momento de la oviposición se necesitan varios machos, lo cual concuerda con lo observado en el medio natural donde en épocas de desove se ha capturado cada hembra en compañía de dos a cinco machos. Esto no quiere decir que el macho haya finalizado la espermación, sino que, en horas o días posteriores, almacenará más esperma y fecundará otros óvulos, pues sus testículos continúan maduros. Lo anterior permite comparar su comportamiento con el del "Stickleback", especie en la cual el macho fecunda varias hembras, una a continuación de otra (Tinbergen, 1952), mientras que en la sabaleta (*B. henni*), un macho es capaz de fecundar varias hembras pero en diferentes días. Por otra parte, la hembra presenta oviposiciones en etapas, que pueden ser en número de tres o más,

ya que todos los oocitos no maduran al mismo tiempo, lo que se confirma con los diferentes estadios de reabsorción que se han encontrado en los ovarios. La maduración y reabsorción de testículos y ovarios está relacionada con la gran vascularización de las gónadas. Esta irrigación, que aumenta considerablemente durante la maduración de las mismas, es mucho mayor con posterioridad al desove, puesto que a través de la vía sanguínea se llevará a cabo la eliminación de células sexuales y tejidos gonadales necrosados. Para el *Salmo salar*, Jones (1939), cree bastante posible que la gran vascularización del testículo suministra los elementos necesarios para la reabsorción del esperma remanente.

El aumento en longitud y curvamiento de la mandíbula inferior en los salmones (Weisel, 1943—Muus y Dahlström, 1970), el cambio de coloración de la piel en éstos y en el "Stickleback" (Tinbergen, 1952) son características sexuales secundarias que tiene relación con la maduración de los testículos.

Se encontró que en la sabaleta la aparición de espinas en las aletas pectorales ventrales y anal en el macho, la prominencia y mayor coloración de la papila genital en la hembra y la manifestación de coloración intensa en las aletas de ambos sexos, son los caracteres sexuales secundarios que concuerdan con el estado de maduración gonadal.

Las observaciones y conclusiones de este estudio pueden dar bases para proyectarlo al cultivo de la sabaleta en un futuro próximo, en el campo de la piscicultura agrícola, lo que beneficiará enormemente al campesino colombiano de las regiones templadas y cálidas por la fácil adquisición de proteína barata, pues en la actualidad solamente la *Tilapia rendalli* es cultivada a este nivel en los departamentos del viejo Caldas (Ramos, 1973) y el Valle (Patiño, 1972), y está vedada por el INDERENA en las demás regiones del país.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se inició en noviembre de 1972 y pudo realizarse gracias a la ayuda económica dada por COLCIENCIAS.

Queremos agradecer a las directivas universitarias, quienes permitieron la realización de este trabajo; al departamento de Biología de la Universidad de Antioquia, que nos facilitó materiales, equipos y laboratorios utilizados durante el desarrollo de este estudio; a los estudiantes Luz Stella Hoyos, María Luz Isaza, Jorge Jaramillo, Darío Agudelo y Fernando Alzate quienes nos acompañaron y ayudaron con los trabajos de campo y laboratorio. Así mismo hacemos manifiesto nuestro agradecimiento a los amigos que nos acompañaron desinteresadamente en las salidas al campo, doctor Eduardo Mejía, Mario Vélez, Carlos Arango y Bernardo Benítez.

BIBLIOGRAFIA CITADA:

- Hernández, A. *Piscicultura de la Trucha Arco Iris y la Sabaleta*. Publicación mimeografiada, INDERENA, 1971.
- Hisaoka, K.K. and C.F. Firlit. "Ovarian Cycle and Egg Production in the Zebrafish, *Brachydanio rerio*. *Copeia*. (4) 788—792, 1962.
- Jones, J. W. "Histological Changes in the Testis in the Sexual Cycle of male salmon parr" *Salmo salar*. *L. Juv. Proc. Roy. Soc* 128:498—509, 1940.
- Miles, C. *Los Peces del Río Magdalena*. Ed. Gráfico, Bogotá, 1947. 214 p.
- Muus, B. J. and P. Dahlström. *Los Peces de Agua Dulce de España y de Europa*. Ed. Omega, Barcelona, 1970, 232 p.
- Patiño, A. Cultivo Experimental de Peces en Estanques. *Cespedecia*. Vol. II (5) 75—127, 1972.
- Ramos, A. "Ensayo preliminar sobre producción comercial de *Tilapia rendalli* Boulenger alimentada con follaje de bore (*Alocasia macrorrhiza*)" Informe técnico No. 1. Centro de Experimentación Piscícola. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia, p.5.
- Robinson, E. J. and R. Rugh. "The Reproductive Processes of the fish *Oryzias latipes*." *Biol. Bull.* Wood's Hole, 84:115, 1943.
- Ruiz, M. F. Y. Orijel y G. Rodríguez. "Líneas de Crecimiento en Escamas de Algunos Peces de México". Instituto Nal. de Investigaciones, *Biol. pesq.* Serie Investigación Pesquera, Estudio 2, 100 p.
- Tinbergen, N. "The Curious Behaviour of the Stickleback. Psychobiology". Readings from *Scientific American*, 1952.
- Turli, P. *Cultivo de la Trucha*. Ed. Acribia—Roy. Zaragoza. 1970. 90p.
- Weisel, G. F. "A Histological Study of the Testes of the Sockeye Salmon" (*Oncorhynchus nerka*). *Jour. Morph.* Vol. 73(2):207—229, 1943.