

# Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero

Nº 6 - Diciembre 1986

Director: Dr. Antonio Malaret

ESTUDIO DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS ACIDOS  
NUCLEICOS (RNA, DNA) EN MUSCULO BLANCO  
E HIGADO DE LA LISA (*Mugil brasiliensis*)  
A LO LARGO DE SUS PERIODOS DE REPOSO  
Y MADURACION GONADAL

por

ANÍBAL R. INTROZZI \* y GLORIA DUHALDE DE INTROZZI \*

Palabras claves: RNA - DNA - hígado - músculo - *Mugil brasiliensis*

Key words: RNA - DNA - liver - muscle - *Mugil brasiliensis*

### SUMMARY

The concentration of nucleic acids (RNA and DNA) was reviewed, as well as the RNA/DNA coefficient, in white muscle and liver of *Mugil brasiliensis* adult females caught at the Mar Chiquita Coastal Lagoon (37° 30' S, 57° 20' W) between September and March.

Salinity varied between 1.1 and 5‰. Minimum temperature was recorded in September (8° C) and the maximum occurred in February (26,5° C). The correlations between RNA, DNA and RNA/DNA and the IGS and IHS were duly established.

IGS was below 1 in all of the individuals corresponding to the September-February period, whilst in that for March-April, it varied between 0.39 and 9. IHS had its maximum values from September to November (1.85 - 2.18), with a decrease during December-February (0.89 - 1.04) to register, in March-April, a somewhat higher value (1.24 - 1.33). No significant variations were found in RNA, DNA concentrations, nor in the RNA/DNA in muscle, throughout all of the reviewed period.

Contrary to what observations in other species (*Lepomis macrochirus* and *Clarias batrachus*) have shown, i.e., a decrease in muscle RNA/DNA during gonadal maturation, *Mugil brasiliensis* would seem to maintain a proteic balance in equilibrium during the said period. Non-utilization of muscular proteic reserves could be due to an increased ingesta, both prior and during part of gonadal maturation and to a preferential utilization of lipids accumulated for satisfying basal and motion energy demands.

No significant correlation was found between IGS and the RNA, DNA and RNA/DNA muscular variables.

Low water temperatures from September to November (8.4 - 14.2° C) could be the cause for a reduced ingesta and for a negative muscular proteic balance, which

---

\* Laboratorio de Fisiología - Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) - Casilla de Correo 175 - 7600 Mar del Plata - República Argentina

may be covered up by the accumulation of nucleolar RNA and the corresponding increase in RNA/DNA that would occur at the above mentioned temperatures.

In individuals with an IGS  $< 1$ , liver DNA concentration showed no significant variations throughout the whole test (4.82 to 5.25 mg/g) whilst DNA gradually increased (September = 1.68 mg/g, April = 2.20 mg/g). This could be due to volume reduction of hepatocytes —because of the consumption of reserves therein accumulated— and the resulting increase in the number of cellular nuclei by weight-unit of tissue, which consequently causes an increase in DNA concentration.

With RNA practically at a constant level and DNA concentration increasing, the liver RNA/DNA diminished (September = 3.15, March-April = 2.33).

In individuals with an IGS  $> 1$  and as a consequence of the intense liver synthesis of proteic elements needed for gonadal maturation, a potential-type increase of RNA and RNA/DNA occurs in that organ in respect to the increase of IGS. No significant relationship has been found to exist between IHS and IGS, i.e., the increase in hepatic synthesis does not modify its size; this may be due to the fact that the liver does not act as a depository organ of proteic reserves because its synthesis velocity would be equivalent to the speed under which proteins pass on to the blood.

Possibly, during the migration to spawn effected by *Mugil brasiliensis* toward the open sea, a marked reduction of muscular RNA/DNA occurs, due to the fastening, to the extensive muscular effort and the maintenance of the hydro-saline equilibrium, the energy source of which are proteins.

---

## INTRODUCCION

---

Los mugílidos son peces de gran importancia en la acuicultura de áreas tropicales y subtropicales (Bardach, 1972). Ello es debido al bajo costo de su régimen alimentario (detritívoro y/o herbívoro), su amplio rango de tolerancia a la salinidad (0 a 60 ‰) (Lee y Menu, 1981) y temperaturas (7 a 30° C) (Moore, 1976), rápida adaptación metabólica (Hochachka y Clayton Hochachka, 1973, Moore, 1976) y alta tasa de incorporación proteica en músculo (Haschemeyer y Smith, 1979).

En América del Sur se han llevado a cabo cultivos y estudios biológicos del *Mugil brasiliensis* en Colombia (Guzerda *et al.*, 1977) (Guzerda y Mercado, 1977) y Brasil (Eskinazi-Leca *et al.*, 1980, Paiva Maia y Paiva Rocha, 1980, Paiva Rocha y Okada, 1980), en los cuales se demuestra que dicha especie presenta tasas de sobrevivencia y crecimiento más elevadas que otros mugílidos naturales de la zona.

La maduración gonadal de los mugílidos ocurre en aguas dulces o salobres (Thompson, 1963; Dindo y Mc Gregor, 1981). Una vez alcanzado un grado de maduración variable según la especie, migran hacia aguas marinas cercanas al borde de la plataforma continental donde se produce el desove y a los 45 a 90 días ingresan a aguas

dulces o salobres los juveniles de 20 a 30 mm L. T. (Kesteven, 1953, Arnold y Thompson, 1958).

En la costa atlántica de Colombia se encuentran numerosos cardúmenes de juveniles de *M. brasiliensis* en salinidades del 28 a 34 ‰ (Guzerda y Mercado, 1977). En nuestro medio hemos verificado el ingreso desde aguas marinas a la albúfera de Mar Chiquita de juveniles de 18 a 25 mm L.T., por lo cual suponemos que la lisa llevaría a cabo una migración semejante a la de otros mugílidos, efectuando el desove en áreas marinas aún no determinadas.

No habiendo sido posible la captura de ejemplares maduros durante la migración antedicha, el presente estudio queda limitado a los períodos de reposo y maduración gonadal que ocurren en aguas dulces o salobres.

El objetivo de este trabajo es el análisis de las variaciones de la concentración de los ácidos nucleicos en hígado y músculo blanco de hembras de *M. brasiliensis* a lo largo del período de reposo y maduración gonadal.

A partir de la cuantificación del ácido ribonucleico (RNA) en distintos tejidos en estadios de síntesis y degradación proteica, se ha demostrado que el incremento del RNA revela un aumento en la síntesis proteica y su disminución un fenómeno inverso (Brachet, 1955, Leslie, 1955).

A diferencia de lo que ocurre con el RNA, la cantidad de ácido desoxirribonucleico (DNA) es igual para cualquier célula diploide de una determinada especie e independiente de su estado metabólico. Por lo tanto la concentración de DNA por unidad de peso de tejido expresa el número de células que lo constituyen, aumentando al disminuir el tamaño celular por pérdida de reservas (Bulow, 1970).

Puede entonces establecerse un coeficiente RNA/DNA cuyo aumento o disminución expresa respectivamente incremento o decremento de la síntesis proteica. La concentración de RNA y DNA y el coeficiente RNA/DNA han sido utilizados para evaluar las variaciones de la síntesis proteica del músculo de peces producidas por diferentes aportes alimentarios, comprobándose la correlación existente entre dicha síntesis y el RNA/DNA (Bulow, 1970; Haines, 1973; Wilder y Stanley, 1983).

Durante el ciclo reproductivo de ciertos teleosteos (*Leponis macrochirus* y *Clarias batrachus*) a medida que incrementa el índice gonadosomático (IGS), desciende el RNA/DNA muscular lo cual se debería al ayuno que ocurre en estas especies durante la maduración gonadal que lleva a la reabsorción de proteínas musculares que son utilizadas para la síntesis de vitelo (Mustafá, 1977a; Bulow *et al.*, 1981).

En el hígado, a medida que se eleva el IGS, se incrementa el RNA/DNA como consecuencia del aumento de la síntesis hepática de proteínas plasmáticas y vitelogenina, que son los precursores proteicos del vitelo. Dicha síntesis sería inducida e incrementada por el nivel creciente de gonadotrofinas y estrógenos circulantes (Emmersen y Emmersen, 1977; Emmersen *et al.*, 1979; Whitehead, 1983).

El índice hepatosomático (IHS) es otro de los parámetros utilizados a los efectos de evaluar las modificaciones de las reservas energéticas a lo largo del ciclo gonadal (Love, 1970; Christiansen y Cousseau, 1971, Heidinger y Crawford, 1977; Bulow *et al.*, 1978).

## MATERIALES Y METODOS

Durante los meses de septiembre a diciembre de 1982 y febrero a marzo de 1983 se capturaron hembras adultas de lisa en la desembocadura

de arroyos afluentes a la albufera de Mar Chiquita (37° 30' S, 57° 20' W). La salinidad en dichos puntos varió de 1,1 a 5 ‰ y la profundidad de 45 a 80 cm.

El promedio de 3 registros térmicos mensuales fue el siguiente:

S = 8,6° C	O = 11,2° C
N = 14,2° C	D = 19° C
F = 25,4° C	M = 21,6° C
A = 17,4° C	

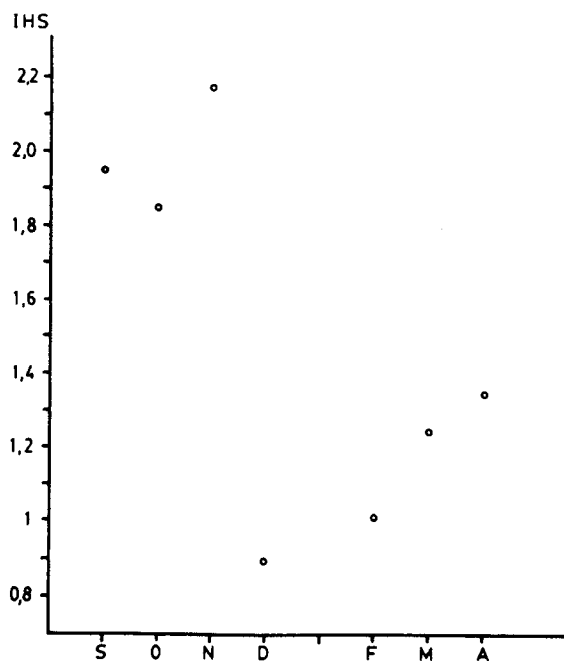


FIG. 1: Valores medios de IHS en función de meses de muestreo.

Se utilizó una red tipo agallera de nylon monofilamento incoloro especialmente diseñado a tal efecto.

El peso de los ejemplares estudiados varió de 930 a 1.720 g. Una vez retirados de la red fueron sacrificados en forma inmediata tomándose lo más rápidamente posible muestras de hígado y músculo blanco lateral a la altura de la aleta dorsal, las que una vez envasadas fueron colocadas en nitrógeno líquido (— 180° C) y conservadas a esa temperatura hasta el momento de efectuar las determinaciones químicas. Los ejem-

plares fueron pesados y medidos (LT). Mediante disección se aislaron tubo digestivo, hígado, gonadas y tejido graso retroperitoneal.

Se establecieron los índices hepatosomático (IHS) gonadosomático (IGS) y peso del tejido graso retroperitoneal.

$$\text{IHS} = \frac{\text{Peso hígado} \times 100}{\text{Peso total} - \text{Peso hígado}}$$

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso gonadas} \times 100}{\text{Peso total} - \text{Peso gonadas}}$$

Mediante apertura del estómago e intestino se verificó la existencia de contenido alimentario y su aspecto macroscópico.

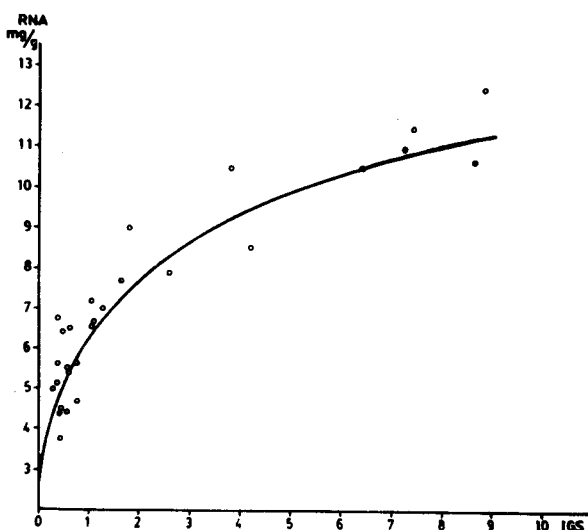


FIG. 2: Hígado: Curva de regresión entre RNA (mg/g) e índice gonadosomático (IGS).

La homogenización de las muestras se efectuó en agua destilada mediante homogeneizador tipo Potter de vidrio-teflón no superándose los 4° C durante el procedimiento. Mediante examen microscópico se verificó la ruptura de las membranas celulares.

La extracción de los ácidos nucleicos fue efectuada mediante el método de Schmidt-Thannhauser (1945) modificado por Munro y Fleck (Fleck y Munro, 1962, Munro y Fleck, 1966).

La cuantificación fue llevada a cabo por su absorbancia a 260 nm ( $E_{1\%}^{1\text{cm}} = 323$ ). Se utilizó

un factor de corrección de 1,59 a 320 nm (Scornik, 1974).

En 20 ejemplares se determinó además la concentración de RNA y DNA en músculo rojo (datos no publicados) encontrándose concentraciones mayores de RNA (1,4 y 1,9 veces) y de DNA (1,5 a 2,5 veces) respecto las halladas en músculo blanco.

Estas magnitudes son semejantes a las encontradas en tres especies de carpa (Mustafá, 1977b).

Todas las determinaciones fueron efectuadas por duplicado.

## RESULTADOS

### Contenido gastrointestinal

En la totalidad de los ejemplares con IGS < 6 se encontró contenido alimentario en estómago e intestino.

En estómago estuvo constituido por una masa compacta de fango. Las asas intestinales presentan paredes delgadas y distendidas por abundante fango diluido.

En tres ejemplares con IGS > 6 se encontró estómago vacío y asas intestinales disminuidas de diámetro y de paredes engrosadas con contenido de tipo mucoso translúcido.

### Índice gonadosomático (IGS)

Durante el lapso comprendido entre septiembre y febrero el IGS presentó valores inferiores a 1 sin diferencias significativas entre los valores medios mensuales. A lo largo de marzo y abril varió de 0,39 a valores cercanos a 9.

Agrupados los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y febrero y análogamente los de marzo y abril, mediante análisis de medias con varianzas heterogéneas se establecieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre estos dos períodos, consistentes en un nítido aumento del valor medio del IGS en el período marzo-abril (Tabla 1).

La representación gráfica de los valores individuales del IGS en los meses de marzo-abril se encuentra en las Figuras 2 y 3.

### Índice hepatosomático (IHS)

El IHS, presentó variaciones a lo largo del muestreo (Figura 1). Las magnitudes mayores se encontraron de septiembre a noviembre (1,85 a 2,18). En diciembre y febrero se produce un marcado descenso (0,89 - 1,04), elevándose los valores en marzo y abril (1,24 - 1,33) aunque sin alcanzar las cifras de los primeros tres meses. El estudio de la variación del IHS respecto del tiempo mediante análisis de varianza para  $P < 0,05$  permite diferenciar tres períodos, septiembre-octubre-noviembre, diciembre-febrero y marzo-abril (Tabla 2).

Teniendo en cuenta las grandes variaciones del IGS durante marzo-abril se estudió el grado de asociación entre el IGS e IHS durante dicho período a partir del coeficiente de correlación de Spearman, hallándose un  $r_s = 0,0147$ , con lo que se establece que no existe una correlación significativa entre ambos índices.

### Ácidos nucleicos

El análisis de las variables RNA, DNA y RNA/DNA se efectuó en forma análoga al del IGS e IHS, mediante análisis de varianza y test de comparación de medias con varianzas homogéneas y heterogéneas de acuerdo al caso considerado.

### Músculo

No se encontraron diferencias significativas entre los valores medios mensuales a lo largo de todo el período de muestreo (Tabla 3).

Teniendo en cuenta las grandes variaciones del IGS durante marzo y abril se estudió el grado de correlación entre el IGS y las variables RNA, DNA y RNA/DNA, hallándose para cada una los siguientes resultados.

$$\begin{aligned} \text{RNA, } r_s &= 0,0652 & \text{DNA, } r_s &= 0,0137 \\ \text{DNA/RNA, } r_s &= 0,0358 \end{aligned}$$

Se establece por lo tanto que no existe correlación significativa entre dichas variables y el IGS.

### Hígado

DNA: Existe una tendencia a aumentar el valor medio mensual ascendiendo paulatinamente de 1,68 mg/g en septiembre a 2,20 mg/g en abril.

existiendo diferencias estadísticamente significativas entre estos dos meses ( $P < 0,05$ ) (Tabla 4).

El estudio de la correlación entre IGS y DNA mediante los coeficientes de correlación de Spearman reveló que no existe correlación significativa entre estas dos variables ( $r_s = -0,02418$ ).

RNA: Comparados los valores medios de RNA de septiembre a febrero (todos con

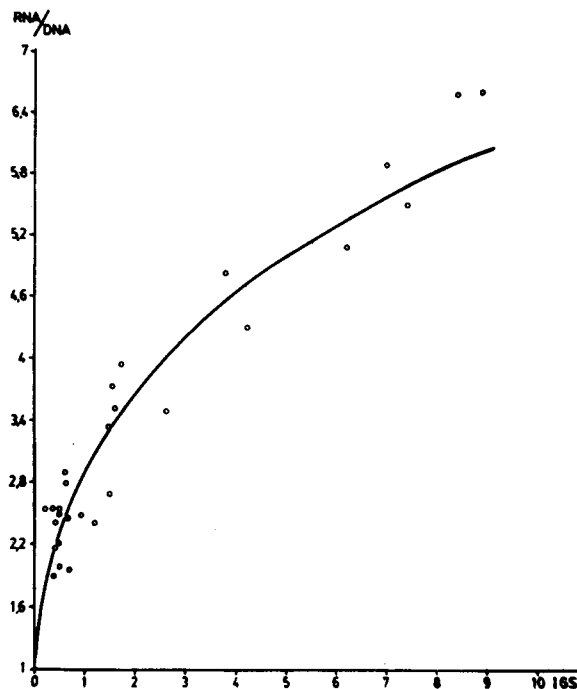


Fig. 3: Hígado. Curva de regresión entre RNA/DNA e índice gonadosomático (IGS).

$IGS < 1$ ) no se encontró diferencia significativa entre ellos, oscilando los valores medios entre 4,82 y 5,25 mg/g (Tabla 5).

Agrupados estos valores y comparados con los de marzo-abril con  $IGS < 1$ , tampoco se encontró diferencia significativa entre los dos grupos (Tabla 6).

Para  $IGS > 1$  (todos ellos durante marzo y abril) se verifica un nítido incremento de la concentración de RNA en función del aumento del IGS. Partiendo de alrededor de 6 para  $IGS = 1$  llega a 12,5 mg/g para  $IGS = 9$  (Figura 2).

La concentración de RNA hepático presenta una fuerte correlación con el IGS. La curva que

describe la relación entre las dos variables es de tipo potencial de la forma

$$\text{RNA} = a (\text{IGS})^b$$

Los coeficientes de regresión y correlación son:

$$\begin{aligned} a &= 6,2917 & b &= 0,2833 \\ r &= 0,8997 & n &= 29 \end{aligned}$$

RNA y DNA. Comparados los valores medios de RNA/DNA de septiembre a febrero (todos con  $\text{IGS} < 1$ ) se observa una tendencia a disminuir su valor (septiembre 3,15 - febrero 2,55) (Tabla 7).

Agrupados estos valores y comparados con los de marzo-abril con  $\text{IGS} < 1$ , se encuentra entre ellos una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) (Tabla 8).

Para valores de  $\text{IGS} > 1$  (todos ellos en marzo y abril), se verifica un nítido aumento del RNA/DNA en función del incremento del IGS. Partiendo de 2,4 para  $\text{IGS} = 1$  llega a 6,6 para  $\text{IGS} = 9$  (Figura 3).

El RNA/DNA presenta una fuerte correlación de tipo potencial con el IGS. La curva que describe la relación entre estas variables es de la forma.

$$\text{RNA/DNA} = a (\text{IGS})^b$$

Los coeficientes de regresión y correlación son

$$\begin{aligned} a &= 2,9247 & b &= 0,3324 \\ r &= 0,9363 & n &= 29 \end{aligned}$$

---

## DISCUSION

---

En la lisa, a diferencia de lo observado en el músculo de otros teleósteos (Mustafá, 1977; Bulow *et al.*, 1981) no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de RNA y DNA, ni en el RNA/DNA en función del tiempo ni del IGS, es decir que el balance de las proteínas musculares no se alteraría a lo largo de los períodos de reposo y actividad gonadal (Tabla 3).

Varios factores coexistentes o sucesivos intervirían en este fenómeno, como ser la temperatura del agua, la velocidad natatoria, la frecuencia de ingesta, las reservas lipídicas y las demandas gonadales.

En células de ciprínidos cultivadas a 14° y 34° C, se encontró que a 14° C la síntesis de RNA es baja, pero éste tiende a acumularse progresivamente como RNA ribosómico nucleolar, aumentando el RNA/DNA, que llega al doble de lo hallado a 34° C. A esta última temperatura disminuye la cantidad total de RNA por célula, pero aumentan acentuadamente sus variedades y velocidades de reciclamiento, como así también la síntesis proteica que es 18 veces mayor que a 14° C (Rodríguez y Fliking, 1973).

Los embriones de salamandra tienen un RNA/DNA más elevado cuando evolucionan a bajas temperaturas (Krugelis, *et al.*, 1952).

Por lo tanto a bajas temperaturas un RNA/DNA normal o algo elevado podría coincidir con una síntesis proteica disminuida. En nuestros registros las marcas térmicas fueron 8-10° C en septiembre llegando a 27° C en febrero. Desde septiembre a noviembre observamos que la lisa presentaba escasa velocidad natatoria, muy probablemente debido a la baja temperatura (8-15° C).

Es muy probable que coincidiendo con una escasa movilidad disminuya la frecuencia de la ingesta. La sola presencia de contenido alimentario gástrico e intestinal no es índice del volumen de ingesta diario, pues los mugilidos evacúan totalmente su tubo digestivo de 6 a 12 veces por día cuando se encuentran en temperaturas superiores a los 20° C (Marais, 1980). De noviembre en adelante aumenta marcadamente la velocidad natatoria, hecho que se prolonga tanto durante el período que antecede a la maduración (diciembre-febrero), como en el que la maduración se lleva a cabo (marzo-abril). En *M. cephalus* aumenta sensiblemente su ingesta durante el período de premaduración y a lo largo de la gran mayoría de la maduración gonadal (Anderson, 1957), produciéndose un incremento de sus reservas lipídicas que de un 15 % de su peso húmedo total llegan a un 30 % (Deng, *et al.*, 1976).

Un fenómeno similar ocurriría en el *M. brasiliensis* (Mercado y Suárez, 1978). El consumo de parte de estas reservas se produce durante la maduración gonadal y estaría inducido por el incremento de los estrógenos circulantes (Plack, *et al.*, 1971 y Dindof y Mc Gregor, 1981).

En la lisa hemos observado que la reserva lipídica retroperitoneal incrementa hasta llegar a un

máximo al alcanzar el  $IGS = 1$  y decrece a partir de ese punto en forma potencial hasta casi desaparecer al llegar al  $IGS$  5-6 (datos no publicados).

Durante el período septiembre-noviembre, a causa de la escasa movilidad producida por la baja temperatura podría disminuir la ingesta pero simultáneamente y por la misma causa disminuye el gasto muscular y el metabolismo basal, a lo cual se agrega la falta de requerimientos gonadales ( $IGS < 1$ ). Dadas estas circunstancias es posible que se mantenga un balance proteico muscular equilibrado evidenciado por un RNA/DNA estable. En temperaturas extremadamente bajas ( $7-9^{\circ}C$ ) con una ingesta insuficiente podría ocurrir un balance negativo de proteínas musculares que pasaría inadvertido por el incremento del RNA/DNA, que experimentalmente se ha demostrado en cultivo de tejidos sometidos a bajas temperaturas (Rodríguez y Flikinger, 1973).

En el lapso previo a la maduración (diciembre-febrero) se registraron las marcas térmicas más elevadas aumentando por lo tanto el gasto metabólico basal, hecho que coincide con un gran incremento del gasto natatorio. El incremento en el volumen de la ingesta mantendría un equilibrio proteico muscular estable y por lo tanto un RNA/DNA sin modificaciones.

Durante marzo-abril, coincidiendo con el descenso de la temperatura, se produce la maduración gonadal. Simultáneamente comienza la reabsorción de las grandes reservas lipídicas acumuladas pero se mantendría una ingesta aumentada durante gran parte de la maduración (Anderson, 1957; Mercado y Suárez, 1978). La disminución del gasto metabólico basal producido por el descenso térmico, la utilización electiva de las reservas lipídicas y una ingesta sostenida evitarían la utilización de reservas proteicas musculares manteniéndose un RNA/DNA estable. En peces en que se produce ayuno durante la maduración y que no poseen grandes reservas lipídicas se verifica un descenso del RNA/DNA muscular (Mustafá, 1977; Bulow, *et al.*, 1981).

Llegado un grado de maduración avanzado ( $IGS$  7-9) se produciría la migración hacia aguas marinas donde es muy probable que el ayuno sea total y aumente el gasto proteico producido por el funcionamiento del mecanismo branquial de expulsión de  $Na^+$  contra gradiente, cuya fuente energética son las proteínas (Maetz,

*et al.*, 1969). En esas circunstancias es muy probable que descienda el RNA/DNA muscular.

El IHS más elevado se encuentra de septiembre a noviembre, cuando el balance energético sería positivo y no se utilizarían reservas hepáticas (Figura 1 - Tabla 2). En el lapso de premaduración (diciembre-febrero) ocurre un brusco descenso, tal como ha sido observado en otros peces (Christiansen y Cousseau, 1971; Bulow *et al.*, 1981).

Por el momento no tenemos una explicación satisfactoria de este fenómeno siendo posible que las reservas hepáticas difieran de las peritoneales y musculares en su composición y/o metabolismo.

En marzo-abril se produce un ligero aumento del IHS, no alcanzando los valores de septiembre-noviembre.

La reabsorción de reservas hepáticas llevaría a la disminución del tamaño de los hepatocitos y por lo tanto al incremento del número de núcleos por unidad de peso de tejido, lo que daría origen al incremento de DNA de septiembre a abril, con diferencias significativas entre ambos meses (Tabla 4). En ejemplares con  $IGS < 1$  la concentración del RNA hepático se mantuvo sin variaciones significativas a lo largo de toda la muestra (Tabla 5 - Tabla 6). El decremento del RNA/DNA desde septiembre a abril en ejemplares con  $IGS < 1$  (Tabla 8) sería entonces consecuencia del aumento paulatino del DNA coincidente con una concentración constante del RNA.

Otro factor que podría ser causante de este fenómeno sería un progresivo aumento en la vascularización hepática de septiembre a abril lo que llevaría a una mayor concentración de eritrocitos nucleados por unidad de peso de tejido y consecuentemente al incremento de la concentración de DNA.

Con la maduración gonadal ( $IGS > 1$ ) el RNA hepático aumenta en forma potencial respecto del  $IGS$ . (Figura 2). Al no variar la concentración de DNA, el RNA/DNA experimenta un incremento del mismo tipo (Figura 3). Ambos fenómenos son índice de una intensa síntesis de proteínas, las que han sido identificadas como vitelogenina y proteínas plasmáticas, que son precursores proteicos del vitelo (Emmersen y Emmersen, 1976; Emmersen *et al.*, 1979, Whitehead, 1983). No se encontró una correlación significativa entre  $IGS$  e IHS, es decir



que el incremento de la síntesis proteica no produjo cambios en el tamaño del hígado.

Esto se debería a que, a diferencia de lo que ocurre con el glucógeno y los lípidos, el hígado no actuaría como depósito de proteínas de reserva, pues la velocidad de síntesis de éstas es equivalente a la de su pasaje a sangre. En el *M. cephalus* el hígado renueva diariamente el 20 % de sus proteínas y del total de la síntesis el 25 % corresponde a las proteínas plasmáticas (Haschemeyer y Smith, 1979). Debe además tenerse presente que tanto la síntesis como el reciclamiento aumentan con la temperatura (Mathews y Haschemeyer, 1978).

El IHS estaría relacionado con las reservas de lípidos y glucógenos allí acumuladas, variando su magnitud en función del balance entre depósitos provenientes de la ingesta o de la transferencia desde otros órganos de reserva y los egresos por hipoadministración y demandas gonadales (Love, 1970; Heidinger y Crawford, 1977).

Las reservas de lípidos de la lisa son en su gran mayoría extrahepáticos (musculares y retroperitoneales) razón por la cual no se producen grandes variaciones en el IHS a lo largo del ciclo gonadal.

---

### CONCLUSIONES

---

A lo largo de la permanencia de las hembras de lisa (*M. brasiliensis*) en aguas dulces o salobres la concentración de RNA, DNA y el coeficiente RNA/DNA en tejido muscular no sufren modificaciones significativas lo que evidenciaría que durante ese lapso se mantiene un balance proteico muscular equilibrado.

Durante el lapso en que el agua registra bajas temperaturas (8-14° C) podría existir un balance proteico muscular negativo secundario a una ingesta insuficiente, el que quedaría encubierto por el efecto térmico sobre la síntesis y acumulación del RNA.

La no utilización de reservas proteicas musculares durante la maduración gonadal podría deberse a un incremento en la alimentación que se iniciaría previamente a la maduración y se prolongaría durante parte de ésta. La acumulación de lípidos retroperitoneales antes de alcanzar el

IGS = 1 apoyaría la hipótesis de dicho incremento alimentario.

En ejemplares con IGS < 1 el RNA/DNA hepático tiende a aumentar de septiembre a abril, lo cual estaría relacionado a la disminución de tamaño de los hepatocitos secundarios a la reabsorción de reservas allí acumuladas.

Como consecuencia de la intensa síntesis de los precursores proteicos necesarios durante la maduración gonadal, el RNA y RNA/DNA hepáticos incrementan en forma potencial respecto del aumento del IGS.

El incremento de la síntesis proteica hepática no produce cambios significativos en el IHS.

---

### AGRADECIMIENTO

---

Los autores agradecen a los doctores Rubén Conde y Gustavo Daleo (UNMDP) su asesoramiento en las técnicas de cuantificación de ácidos nucleicos, profesora B. Jerez por su colaboración técnica y al licenciado D. Hernández por el análisis estadístico.

---

### BIBLIOGRAFIA

---

- ANDERSON, W. W. 1957. Early development, growth and occurrence of the striped mullet *Mugil cephalus* along the south atlantic coast of the United States. United States Fish and Wildlife Service Fish. Bull. 58, 501-519.
- ARNOLD, E. L., THOMPSON, J. R. 1958. Offshore spawning of the striped mullet *Mugil cephalus* in the gulf of México. Copeia 2, 130-132.
- BARDACH, J. E., RYTHER, J. H., MC LARNEY, W. A. 1972. Aquaculture, Wiley Interscience, New York, p.p. 285-312.
- BRACHET, J. 1955. The biological role of the pentose nucleic. The nucleic acids, chemistry and biology. E. Chargaff y J. N. Davison, Editores. Vol. 2 (Ag 475-519 Academic Press) New York.
- BULOW, F. J. 1970. RNA-DNA ratios as indicators of recent growth rates of a fish. J. Fish. Res. Bd. Can. 27, 2343-2349.
- BULOW, F. J., COBURN, C. B., COBB, C. S. 1978. Comparison of two bluegill populations by means of the

- RNA-DNA ratio and liver-somatic index. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107, 799-803.
- BULOW, F. J., ZEMAN, M. E., HUDSON, W. F. 1981. Seasonal variations in RNA/DNA ratios and in indicators of feeding, reproduction energy storage and condition in a population of bluegill, *Lepomis macrochirus rafinesque*. *J. Fish. Biol.* 18, 237-244.
- CHRISTIANSEN, H. E., COUSSEAU, M. B. 1971. La reproducción en la merluza y su relación con otros aspectos biológicos de la especie. *Bol. Inst. Biol. Mar. Mar del Plata, Argentina*, 20, 44-74.
- DENG, J. C., ORTHOEFER, F. T., DENNISON, R. A., WATSON, W. 1976. Lipids and fatty acids in mullet *Mugil cephalus*: seasonal and locational variations. *Food Science*, 41, 1476-1483.
- DINDO, J. J., MACGREGOR, R. 1981. Annual cycle of serum gonadal steroids and serum lipids in striped mullet. *Tr. Am. Fish. Soc.* 110, 403-409.
- EMMERSEN, B. K., EMMERSEN, J. 1976. Protein, RNA and DNA metabolism in relation to ovarian vitellogenic growth in the flounder *Platichthys flesus* (L.) *Comp. Biochem. Physiol.* 55 B, 315-321.
- EMMERSEN, J., KORSGAARD, B., PETERSEN, I. 1979. Dose response kinetics of serum vitellogenin, liver RNA, DNA, protein and lipids by estradiol 17 $\beta$  in male flounder (*Platichthys flesus* L.). *Comp. Biochem. Physiol.* 63 B; 1-7.
- ESKINAZI-LEÇA, E., COSTA ALVES, M. L., PAIVA ROCHA, I. 1980. O perifitio e sua relação com o cultivo de peixes mugilidos. I Simposio Brasileiro de Aquicultura - Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro 1980, p. 109-121.
- FLECK, A. and MUNRO, H. N. 1962. The precision of ultraviolet absorption measurements in the Schmidt-Tannhauser procedure for nucleic acid estimation. *Biochem Biophys Acta*, 55, 571-583.
- GUZERDA, A., MERCADO, J. y MARTÍNEZ, L. 1977. Experiencias preliminares sobre el cultivo de los mugilidos en Colombia. Proyecto para el Desarrollo de la Pesca Continental - INDEREMA - FAO - Bogotá, 14 pp.
- GUZERDA, A., MERCADO, J. 1977. Recolección, adaptación y distribución de juveniles de mugilidos. Proyecto para el Desarrollo de la Pesca Continental - INDEREMA - RAO - Bogotá, 15 pp.
- HOCHACHKA, P. W., CLAYTON-HOCHACHKA, B. 1973. Glucose-6-Phosphate dehidrogenasa and thermal acclimation in the mullet fish. *Mar. Biol. (Berl)*, 18: 251-259.
- HAINES, T. A. 1973. An evaluation of RNA-DNA ratios as a measure of long term growth in fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Can* 30, 195-199.
- HASCHEMEYER, A. E. V., SMITH, M. A. K. 1979. Protein synthesis in liver muscle and gill, of mullet (*Mugil cephalus* L.) in vivo. *Biol. Bull.* 156: 93-102.
- HEIDINGER, R. C., CRAWFORD, S. D. 1977. Effect of temperature and feeding rate on the liver - somatic index of the large mouth bass, *Micropterus salmoides*. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 34, 633-638.
- KESTEVEN, G. L. 1942. Studies on the biology of Australian mullet. 1. Account of the fishery and preliminary statement of the Biology of *Mugil dobula gunther*. *Coun. Sci. Indust. Res. Aust. Bull.* 157, 1-147.
- KRUGELIS, E., NICHOLAS, J. S., VOSGIAN, M. E. 1952. Alkaline phosphatase activity and nucleic acids during embryonic development of *Amblystoma punctatum*. *J. Exp. Zool.* 121, 489-504.
- LEE, CH. S., MENU, B. 1981. Effects of salinity on egg development and hatching in grey mullet *Mugil cephalus* L. *J. Fish. Biol.* 19, 179-188.
- LESLIE, I. 1955. The nucleic acid content of tissues and cells. The nucleic acids, chemistry and biology. E. Chagraff y J. N. Davison, Editores. Vol. 2. Pág. 1-50. Academic Press. New York.
- LOVE, R. M. 1970. The chemical biology of fishes. Academic Press, London and New York.
- MAETZ, J., NIBELLE, J., BORNANCIN, M., MOTAIS, R. 1969. Action sur l'osmo regulation de l'anguille de diverses antibiotiques inhibiteurs de la synthèse des protéines on du renouvellement cellulaire. *Comp. Biochem. Physiol.* 30, 1125-1151.
- MARAIS, J. F. 1980. Aspects of food intake, food selection and alimentary canal morphology of *Mugil cephalus* L., *Liza tricuspidens* (Smith, 1935), *L. richardsoni* (Smith, 1846) and *L. Dumerili* (Steindachner, 1869). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 44, 193-209.
- MATHEWS, R. W., HASCHEMEYER, A. E. 1978. Temperature dependency of protein synthesis in toadfish liver in vivo. *Comp. Biochem. Physiol.* 61 B, 479-484.
- MERCADO, J., SUÁREZ, C. H. 1978. Autoecología y algunos aspectos bioestadísticos del *Mugil brasiliensis* Agassiz, 1829 de la costa atlántica de Colombia. *Divulgación Pesquera. INDERENA, Bogotá*, 12, 1-16.
- MOORE, R. H. 1976. Seasonal patterns in the respiratory metabolism of the mullets *Mugil cephalus* and *Mugil curema*. *Contrib. Mar. Sci.* 20: 133-146.
- MUNRO, H. N. and FLECK, A. (1966.) Recent developments in the measurement of nucleic acids in biological materials. *Analyst* 91, 78-88.
- MUSTAFÁ, S. 1977. Influence of maturation on the concentration of RNA and DNA in the flesh of the catfish *Clarias batrachus*. *Tran. Am. Fish. Soc.* 106: 449-451.
- MUSTAFÁ, S. 1977. Nucleic acid turn over in the dark and white muscles of some freshwater species of carps during in the prematurity phase. *Copeia*, 1, 173-176.
- PAIVA MAIA, E., PAIVA ROCHA, I., OKADA, Y. 1980. Cultivo arraçoado de curimã (*Mugil brasiliensis* Agassiz,

- 1829), en associação com tainha (*Mugil curema* Valenciennes, 1836) e camorim (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1972) en viveiros estuarinos de Itamaracá, Pernambuco. I. Simposio Brasileiro de Aquicultura. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 1980, p. 131-141.
- PAIVA ROCHA, I., OKADA, Y. 1980. Experimentos de policultivo entre curimã (*Mugil brasiliensis*, Agassiz, 1829) e camorim (*Centropomus undecimalis*, Bloch, 1972) en viveiros estuarinos (Itamaracá-Pernambuco). I Simposio Brasileiro de Aquicultura. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 1980, p. 163-175.
- PLACK, P. A., PRICHARD, A. J., FRASER, N. W. 1971. Egg proteins in cod serum natural occurrence and induction by injections of oestradiol-3 benzoate. *Journal of Biochemistry*, 121, 847-852.
- RODRÍGUEZ, L. V. and FLICKINGER, R. A. 1973. Effect of temperature upon cell division RNA and protein synthesis of cultured fathead minnow cells. *Comp. Biochem. Physiol.* 46 A, 279-290.
- SCORNICK, O. A. 1974. In vivo rate of translation by ribosomes of normal and regenerating liver. *J. Biol. Chem.* 249, 3876-3883.
- SCHMIDT, G., THANNHAUSER, S. J. 1945. A method of determination of desoxyribonucleic acid, ribonucleic acids and phosphoprotein in animal tissues. *J. Biol. Chem.* 161, 83-89.
- THOMSON, J. M. 1963. Synopsis of biological data of the grey mullet *Mugil Cephalus* L. 1758. *Csiro Fish Oceanog. Fish Synopsis* N° 1.
- WHITEHEAD, C., BROMAGE, N. R., BRETON, B. 1983. Changes in serum levels of gonadotropin, oestradiol 17 B and vitellogenin during the first and subsequent reproductive cycles of female rainbow trout. *Aquaculture* 34, 317-326.
- WILDER, I. B., STANLEY, J. G. 1983. RNA-DNA ratio as an index to growth in salmonid fishes in the laboratory and in streams contaminated by carbaryl. *J. Fish Biol.* 22, 165-172.

TABLA 1. Valores medios del IGS de septiembre a febrero y de marzo a abril.

	Período	
	S - O - N - D - F	M - A
X	0.409	2.278
S	0.159	2.698
C.V.	0.389	1.184
N	53	29

X = valor medio

S = dispersión

C.V. = coeficiente de variación

N = número

TABLA 2. Valores medios del IHS en los períodos septiembre-octubre-noviembre, diciembre-febrero y marzo-abril.

	S - O - N	D - F	M - A
X	1.962	1.082	1.271
S	0.827	0.267	0.236
C.V.	0.422	0.272	0.186
N	33	20	29

TABLA 3. Músculo. Valores medios mensuales de RNA, DNA en mg/g y del coeficiente RNA/DNA.

RNA							
Meses	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Feb.	Mar.	Abr.
X	0,2647	0,2915	0,3476	0,2963	0,280	0,2794	0,2838
S	0,0451	0,0753	0,0674	0,0498	0,0379	0,0697	0,0410
C.V.	0,1704	0,2583	0,1939	0,1681	0,1681	0,1254	0,1445
N	6	18	8	9	11	18	8
DNA							
Meses	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Feb.	Mar.	Abr.
X	0,240	0,1976	0,2056	0,1867	0,190	0,2022	0,2225
S	0,0343	0,0382	0,0459	0,0251	0,0219	0,0267	0,032
C.V.	0,1428	0,1931	0,2230	0,1346	0,1153	0,1320	0,1436
N	6	18	8	9	11	18	8
RNA/DNA							
Meses	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Feb.	Mar.	Abr.
X	1,1052	1,4982	1,7103	1,6247	1,4915	1,3861	1,2813
S	0,1309	0,3497	0,2095	0,4179	0,2558	0,3014	0,1495
C.V.	0,1184	0,2334	0,1225	0,2572	0,1715	0,2174	0,1167
N	6	18	8	9	11	18	8

TABLA 4. Hígado. Valores medios mensuales de DNA (mg/g).

Mes	X	S	CV	N
S	1,6838	0,299	0,178	6
O	1,8204	0,510	0,280	18
N	1,8444	0,351	0,190	9
D	1,9833	0,276	0,139	9
F	2,1014	0,781	0,372	7
M	2,1324	0,358	0,168	21
A	2,2025	0,339	0,154	8

TABLA 5. Hígado. Valores medios mensuales de RNA (mg/g) en el lapso septiembre a febrero.

Meses	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Feb.
X	5,2977	4,8217	5,390	5,2589	5,0029
S	0,9586	0,7182	1,5624	0,6693	0,8652
C.V.	0,1809	0,1489	0,2899	0,1144	0,1729
N	6	18	9	9	7

TABLA 6. Hígado. Valores medios de RNA (mg/g) para valores de IGS < 1 en los períodos septiembre, octubre, noviembre, diciembre, febrero y marzo-abril.

Período	S - O - N - D - F	M - A
X	5,0906	5,2971
S	0,9530	0,9074
C.V.	0,1872	0,1713
N	49	14

TABLA 7. Hígado. Valores medios mensuales del coeficiente RNA/DNA en el lapso septiembre-febrero.

Meses	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Feb.
X	3,1567	2,8256	2,9811	2,6989	2,5529
S	0,3604	0,7597	0,8287	0,4932	0,7133
C.V.	0,1142	0,2688	0,2780	0,1828	0,2794
N	6	18	9	9	7

TABLA 8. Hígado. Valores medios del coeficiente RNA/DNA para valores de IGS < 1 en los períodos, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y marzo-abril.

Período	S - O - N - D - F	M - A
X	2,8324	2,3357
S	0,6846	0,4181
C.V.	0,2417	0,1790
N	49	14