

## **Proyecto “Evaluación biológica y pesquera de especies de interés deportivo y comercial en el Río Paraná. Argentina”**

### **Instituciones Integrantes del Proyecto**

#### **Gobierno Nacional**

**Ministerio de Agroindustria**  
**Subsecretaría de Pesca y Acuicultura**  
**Dirección de Pesca Continental (DPC)**

#### **Provincia de Santa Fe**

**Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente**  
**Secretaría de Medio Ambiente**  
**Subsecretaría de Recursos Naturales**  
**Dirección General de Manejo Sustentable de los Recursos Pesqueros**

#### **Provincia de Entre Ríos**

**Ministerio de Producción**  
**Dirección General de Recursos Naturales**  
**Dirección de Gestión de Uso Sustentable de los Recursos Naturales**

#### **Provincia de Chaco**

**Subsecretaría de Recursos Naturales**  
**Dirección de Fauna y Áreas Naturales Protegidas**  
**Departamento de Fauna y Pesca**

#### **Provincia de Corrientes**

**Dirección de Recursos Naturales**  
**Subdirección de Fauna y Flora**  
**Departamento de Fauna Íctica y Silvestre**

**Este trabajo puede ser citado como sigue:**

**Picotti, G. C. 2016. Esquema del ciclo reproductivo y la fecundidad de la población de surubí pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) en el río Paraná en la zona del puente general Manuel Belgrano (Resistencia / Corrientes). Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, MA. Bs. As., Informe Técnico n° 34: 1-54. [http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/pesca\\_continental/index.php](http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/pesca_continental/index.php)**



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

## **ESQUEMA DEL CICLO REPRODUCTIVO Y LA FECUNDIDAD DE LA POBLACIÓN DE SURUBÍ PINTADO *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) EN EL RÍO PARANÁ EN LA ZONA DEL PUENTE GENERAL MANUEL BELGRANO (RESISTENCIA / CORRIENTES)**

### **RESUMEN:**

En este estudio se homologan los seis estadios del esquema reproductivo usado en la provincia de Chaco con los siete del Proyecto EBIPES. Se analiza la fecundidad y la dinámica de maduración celular en las gónadas de la especie *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829). La fecundidad potencial, estaría comprendida entre un millón y medio y casi ocho millones de ovocitos, para hembras entre 100 y 127 cm de longitud estándar. No obstante su dispersión, la fecundidad relativa se estimó con un valor promedio 243 ( $\pm 133$ ) huevos vitelados por gramo de hembra. Se confirma que el pico de desove ocurre entre principios de noviembre y diciembre.

**PALABRAS CLAVE:** *Pseudoplatystoma*, maduración sexual, fecundidad

### **INTRODUCCIÓN:**

Esta especie, más conocida como surubí pintado, presenta una amplia distribución en América del Sur. Se trata de un teleósteo siluriforme, de la familia *Pimelodidae*, que es el pez de mayor envergadura de los ambientes fluviales de nuestro país. El aspecto morfológico de sus gónadas es semejante al de otros Pimelodidos. Consiste en un par de cuerpos alargados, semejantes a cintas o cordones, dispuestos inmediatamente por debajo de la vejiga natatoria en su posición anterior y por debajo de la columna vertebral (pared dorsal de la cavidad abdominal) en su porción posterior, tomados de la pared celómica hacia la línea media por un tabique dorsal, mediastino o mesenterio; que



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

en peces es llamado mesovario tratándose de hembras o mesorquio en el caso de machos. Discurren a lo largo del eje principal del cuerpo junto con los riñones; los que se disponen a sus costados y dorsalmente, adyacentes a la cavidad celómica. En su porción cefálica el par se presenta como un saco individual de extremo redondeado. Se une en un ducto común hacia su extremo caudal, el que se abre al exterior a la altura de la cintura pélvica, anteriormente al ducto colector en la papila urogenital y por detrás de la abertura anal. Los vasos corren por la región interna y ventral, próxima a su unión con el tabique mesentérico, el que ayuda a sostener el órgano. Las gónadas se cubren de septos semejantes a vellosidades o evaginaciones de la pared exterior, en el caso de los machos; o bien láminas internas al estroma ovárico, que se abren hacia un canal central en el caso de las hembras. Estas prolongaciones son dispuestas al azar e incrementan su tamaño a medida que madura el órgano, alcanzando el máximo al momento del desove.

El ciclo de desarrollo gonadal, como todo proceso fisiológico, es continuo. Por lo cual, para hacerlo inteligible se lo debe describir recurriendo a la definición subjetiva de una serie de fases artificiales, que constituyen un modelo representativo, un esquema que puede variar de acuerdo a la especie. En el presente trabajo hemos tratado de homologar los seis estadios del esquema actualmente utilizado en la provincia del Chaco con los siete usados hasta ahora en las campañas del Proyecto Sábalo y EBIPES. De manera tal que, la siguiente escala de madurez gonadal aquí descrita es a su vez homologable a la Escala Internacional de Johan Hjort (1910) de siete estadios. Para ello se hizo un tratamiento histológico de las muestras. En esta serie, se consideró conveniente seguir la descripción del desarrollo ovocitario según la nomenclatura que hacen Hirt de Kunkel & Flores (1994).

Sobre las hembras se estudió la fecundidad, que sólo es una estimación. Debe tenerse en cuenta que la fecundidad potencial es el número total de huevos que irán a desarrollarse y ser liberados en una estación determinada; en tanto la fecundidad real es el número de huevos que son realmente liberados y es la suma de las fecundidades parciales en las sucesivas puestas, durante una misma estación reproductiva. Pues, una parte de los ovocitos que constituyen la fecundidad potencial (a veces muchos) no llegan a ser puestos y se quedan en el ovario para ser después reabsorbidos. Por lo tanto, la fecundidad real es igual o inferior a la potencial.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Los huevos de los estadios más avanzados de maduración (más probablemente dispuestos para la próxima puesta) en esta especie no alcanzan un diámetro apreciable. Son pequeños y de escaso volumen, comparados con los de otras especies de peces. El conteo de ovocitos, desde una alícuota representativa del total del ovario, se extrapola al número de aquellos que son potencialmente capaces de desovar durante la presente estación reproductiva (método gravimétrico). Para estudiar este parámetro se utilizaron ovarios provenientes de hembras maduras, en el momento previo al comienzo del desove. Se descartaron ovarios cuyos cortes histológicos revelaron atraso en la maduración o folículos vacíos y resorción ovocitaria, indicios de posibles evacuaciones parciales. La fecundidad o la cantidad de células reproductivas de la camada más madura, presenta un valor sesgado que afectaría la buena estimación del *stock* de huevos desovantes. Las atresias pueden ocurrir desde diámetros pequeños en adelante y hasta alcanzar en el post-desove a todos los vitelados retenidos en el ovario. En las células menores estos procesos se darían en bajo número, pero se van incrementando hacia el fin del ciclo reproductivo (Macer, 74; Ivankov, 76). En un órgano inmaduro, el número total de ovocitos vitelados puede dar una subestimación de la fecundidad potencial, porque algunos de los huevos pequeños aún sin vitelo y por lo tanto no incluidos en el conteo, pueden seguir su desarrollo durante el resto del ciclo reproductivo hasta formar parte de una segunda moda. Un criterio común para identificar los ovocitos que son potencialmente capaces de liberarse en la presente estación de puesta es la existencia o no de vitelo. Quizás la adquisición de vitelo es uno de los más obvios signos de desarrollo ovocitario. Una indicación primaria de esta condición es la aparición de vacuolas en el citoplasma que se conoce por medio del estudio histológico. Entonces, se puede establecer si un ovocito ha iniciado su desarrollo madurativo y estimar su cantidad en todo el órgano. El conteo de ovocitos, desde una alícuota representativa del total del ovario, se extrapola al número de aquellos que son potencialmente capaces de desovar durante la presente estación reproductiva. Con las precauciones arriba detalladas, se asume que la fecundidad potencial que será estudiada en el presente trabajo, no tiene en cuenta la eventual resorción ovocitaria. Efecto por el cual habría un incremento en la estimación del *stock* de huevos desovantes, que aumenta con el número de ovocitos reabsorbidos. Así, la fecundidad anual real podría ser menor a la contabilizada. De esta manera se hizo un análisis de la dinámica de la maduración



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

celular a partir de la descripción de frecuencias del diámetro de los ovocitos intraováricos. Se trató de correlacionar la fecundidad potencial con diversos parámetros morfológicos e indicadores de madurez.

En los machos, el incremento en tamaño de los testículos a lo largo del ciclo reproductivo no es tan evidente como en el caso de los ovarios. Cada órgano presenta un espermiducto principal hacia la zona central donde se colectan los espermatozoides que han madurado en los túbulos seminíferos. En la superficie testicular existen múltiples evaginaciones, semejantes a dedos. Son los septos seminíferos, que se alargan a medida que madura reproductivamente el individuo durante cada ciclo anual. La longitud máxima de éstos también se intentó correlacionar con los indicadores de madurez.

Para tener una primera aproximación de cuál es la dinámica en la transferencia de energía, desde su forma en depósitos de grasa y su transformación a través del hígado en vitelo ovocitario y gametas, se utilizó el peso de esta víscera como indicador; asociándolo con los valores que iban presentando otros parámetros a lo largo del ciclo reproductivo.

Con un histograma de frecuencias de aparición de individuos, en diferentes estadios madurativos y para cada sexo, se intentó dar un panorama del cambio cíclico anual reproductivo que sufre la población de *Pseudoplatystoma corruscans* en esta sección del Río Paraná.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

La colección de muestras comenzó en junio de 2014 todos los días hábiles, en el puesto de control del puerto de pescadores de Antequera, provincia del Chaco. El material se extrajo de las capturas comerciales con artes como mallón y espinel en la zona de confluencia de los ríos Paraná y Paraguay, cuya localización aproximada es: 27° 27' 44.2'' S – 58° 52' 00.4'' O. Esta pesca se desarrolló en el canal principal. Hasta el momento se ha trabajado con aproximadamente 190 individuos (140 hembras y 50 machos), de Largo Estándar (LS) comprendido entre 51 y 158 centímetros y de Peso Total (PT) entre 1,974 y 42 kilogramos. Por los registros históricos y la bibliografía



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

consultada, este estudio se realizó sobre el grupo poblacional que comprende a los mayores ejemplares que pueden darse en la especie.

En todo momento del año pueden observarse diferencias de volumen, largo o envergadura entre el par de gónadas de un mismo individuo. Tanto estos órganos como el hígado se pesaron en fresco en una balanza Metler modelo P-1210, con 0.01 gramos de precisión. Se trasladaron las gónadas conservadas en formol 10% al laboratorio. Los análisis histológicos se iniciaron a partir de porciones procesadas mediante deshidratación con alcohol etílico en diferentes concentraciones y aclaraciones con xileno, para luego incluir las piezas en parafina. Se realizaron cortes con un micrótopo E. Leitz Wetzlar GmbH modelo 1310 de aproximadamente entre 8 y 12  $\mu\text{m}$ , los cuales se colorearon con hematoxilina (H) – eosina alcohólica (E), y los preparados se sellaron con bálsamo del Canadá. Mediante el análisis microscópico, a través de un microscopio Wild M-20, se identificaron diferentes componentes y formaciones tisulares para diagnosticar su situación madurativa y así establecer el grado de desarrollo de cada gónada. Los estudios sobre la distribución de las camadas de ovocitos intraováricos y la fecundidad se realizaron a partir de la extracción, desde la zona intermedia de la gónada, de una alícuota representativa del ovario de aproximadamente 500 mg. Este material fue conservado en formol 5%. Luego de disgregado se midió en una cámara de recuento, promediando para cada ovocito sus diámetros según los ejes horizontal y vertical. Se utilizó para ello una lupa Olympus SZ, con ocular micrométrico y magnificación 10X.

Se estableció como cota mínima, a partir de la cual se hicieron los conteos para estimar la fecundidad potencial, los ovocitos en vitelogenesis incipiente con un diámetro celular uniforme promedio de 400 $\mu\text{m}$  (Ovocitos III en la nomenclatura de Hirt & Flores, 1994). En un corte histológico estas células presentan vesículas de vitelo, aún de origen endógeno, cubriendo la superficie celular. Posteriormente, el núcleo puede desdibujarse o desaparecer por la acumulación de gránulos lipoproteicos, implicando la incorporación y fusión de vitelogenina exógena de origen hepático, pero con citoplasma aún basófilo (teñido de azul por la Hematoxilina). Este es un tamaño en el cual el 50% de los ovocitos contienen vacuolas. Así, fue tenido como diámetro mínimo para incluirlo en las estimaciones de la fecundidad.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Se estudiaron diferentes relaciones morfométricas en ambos sexos, las que se utilizan como indicadores de madurez reproductiva a lo largo del año. Estas relaciones se expresan en las siguientes fórmulas, con las abreviaturas: Peso de la gónada (P. gon.), Peso total (P. t), Peso total eviscerado (P. t. ev.), Largo estándar (L. Std.), Peso del hígado (P. hígado).

$$\text{Índice Gonado Somático: IGS} = \frac{P. \text{ gon.}}{P. \text{ t.} - P. \text{ gon.}} * 100$$

$$\text{Índice Gonado Somático de Peso eviscerado: IGS ev.} = \frac{P. \text{ gon.}}{P. \text{ t. ev.} - P. \text{ gon.}} * 100$$

$$\text{Registro Gonadosomático: RGS} = \frac{P. \text{ gon.}}{(L. \text{ Std.})^3} * 10^3$$

$$\text{Índice Hepáto Somático: IHS} = \frac{P. \text{ hígado}}{P. \text{ total}}$$

También se observó el comportamiento durante el ciclo de las dos primeras relaciones, pero sin restarles el peso gonadal en su cálculo (IGS' e IGSev').

## RESULTADOS:

### *HEMBRAS*

La importancia de los ovarios se asoció con la envergadura del cuerpo. De la figura 1 se desprende que el Peso de la Gónada mantiene buena correlación con los indicadores de madurez RGS, IGS e IGS eviscerado.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

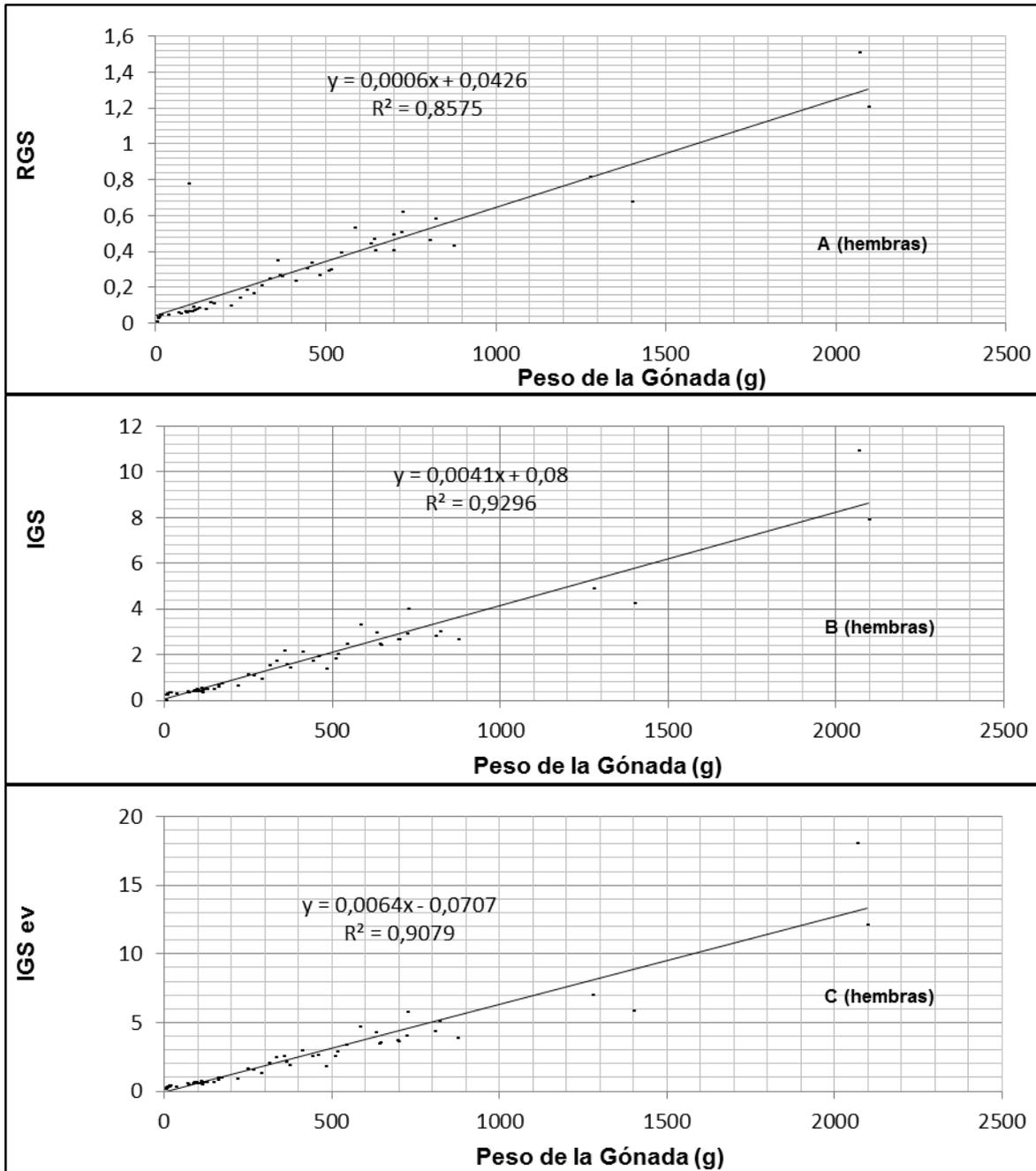


Figura 1 - A, B y C. Correlaciones entre los valores que presentan los indicadores de madurez RGS, IGS e IGS eviscerado y el Peso de la gónada en gramos

*Sincronía de maduración de los ovocitos:* Como se observa en la figura 2, la presencia de una cohorte de huevos más maduros da a la distribución de frecuencias de diámetro de ovocitos intraováricos un aspecto bimodal, lo que define al mecanismo de desarrollo ovocitario como “sincrónico en dos grupos”. Así, los ovocitos del *stock* de reserva son células que irán a madurar sincrónicamente, hasta configurar dos lotes bastante bien

definidos. Este esquema de maduración ovocitaria es periódico. De manera que se lo puede observar en cada uno de los ciclos reproductivos anuales que tiene un mismo individuo durante su vida.

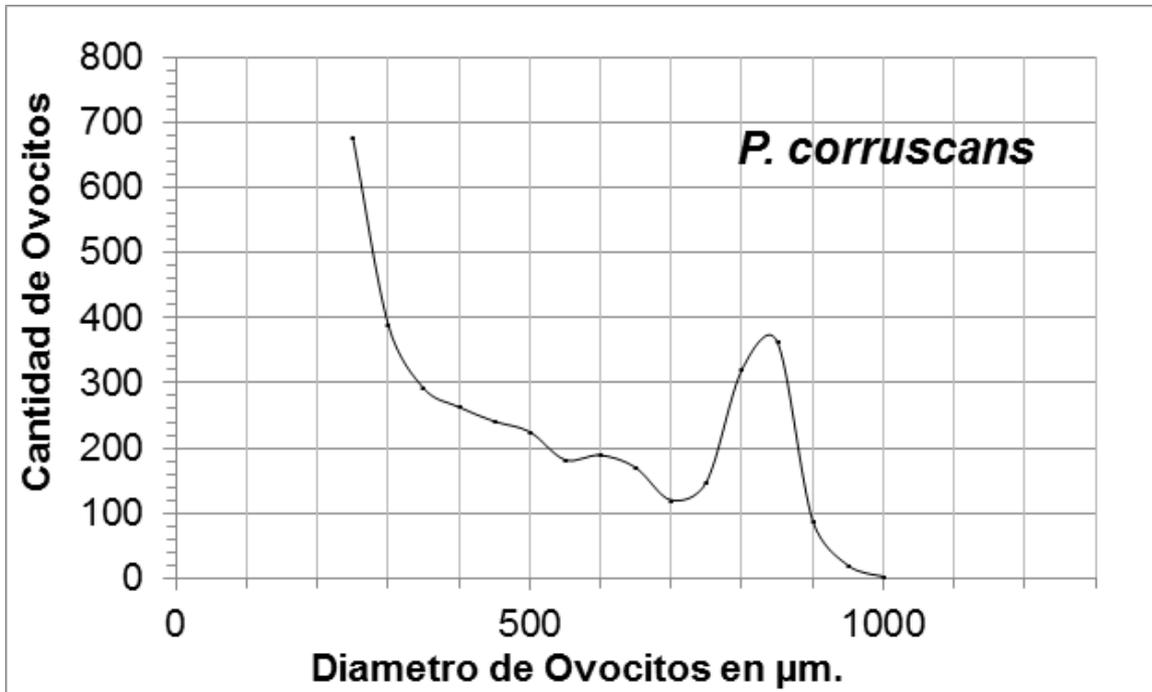


Figura 2. Distribución de frecuencias del diámetro de ovocitos intraováricos en una alícuota representativa del ovario de *Pseudoplatystoma corruscans*



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Se elimina en cada período reproductivo un sólo lote de huevos (desove total), aunque puede ocurrir de forma fraccionada (en tandas), evidenciado por la vacuidad parcial de los ovarios. Esta fecundidad parcial (número de huevos producidos en cada tanda) aún no fue definida. Al acercarse el período reproductivo, el reclutamiento de esta cohorte de huevos más maduros se va definiendo mejor, conforme se incrementan los valores de los índices de maduración. La existencia de una discontinuidad en la distribución del diámetro de ovocitos sugiere que *Pseudoplatystoma corruscans* corresponde al conjunto de especies de peces con fecundidad anual determinada (el número de huevos que va a ser puesto queda fijado en un momento dado y no hay adición de nuevos ovocitos vitelogénicos una vez que se ha iniciado la puesta). El surubí es una especie ovípara iterópara - con varios eventos reproductivos a lo largo de su vida -, que presenta un desove anual simple (A. E. Amato de Vazzoler, 1996).

Los valores registrados de la moda del diámetro ovocitario en la última camada madurante del ovario, versus los indicadores de madurez IGS, IGS eviscerado y RGS presentan buenas correlaciones (figura 3). Como era de esperarse, esto evidencia que a medida que los ovocitos maduran los índices de madurez del ovario son mayores. Pero, también expresa que el diámetro de un ovocito maduro no incrementa su tamaño si éste ha alcanzado un máximo. Incluso, cuando los indicadores de madurez del ovario aún se mantienen relativamente bajos. De manera tal que, una vez alcanzado ese máximo, su condición fisiológica lo habilita como huevo disponible hasta que una buena parte de la población ovocitaria en el ovario haya madurado y el individuo esté en condiciones de desovar. No son buenas, en cambio, las correlaciones de los valores de aquellas modas con el largo total, el peso total y el peso total eviscerado; dando idea de que la calidad de los huevos, en cuanto al acumulo de vitelo, no depende de la envergadura del individuo (medida por ejemplo a partir de la edad o el crecimiento).



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

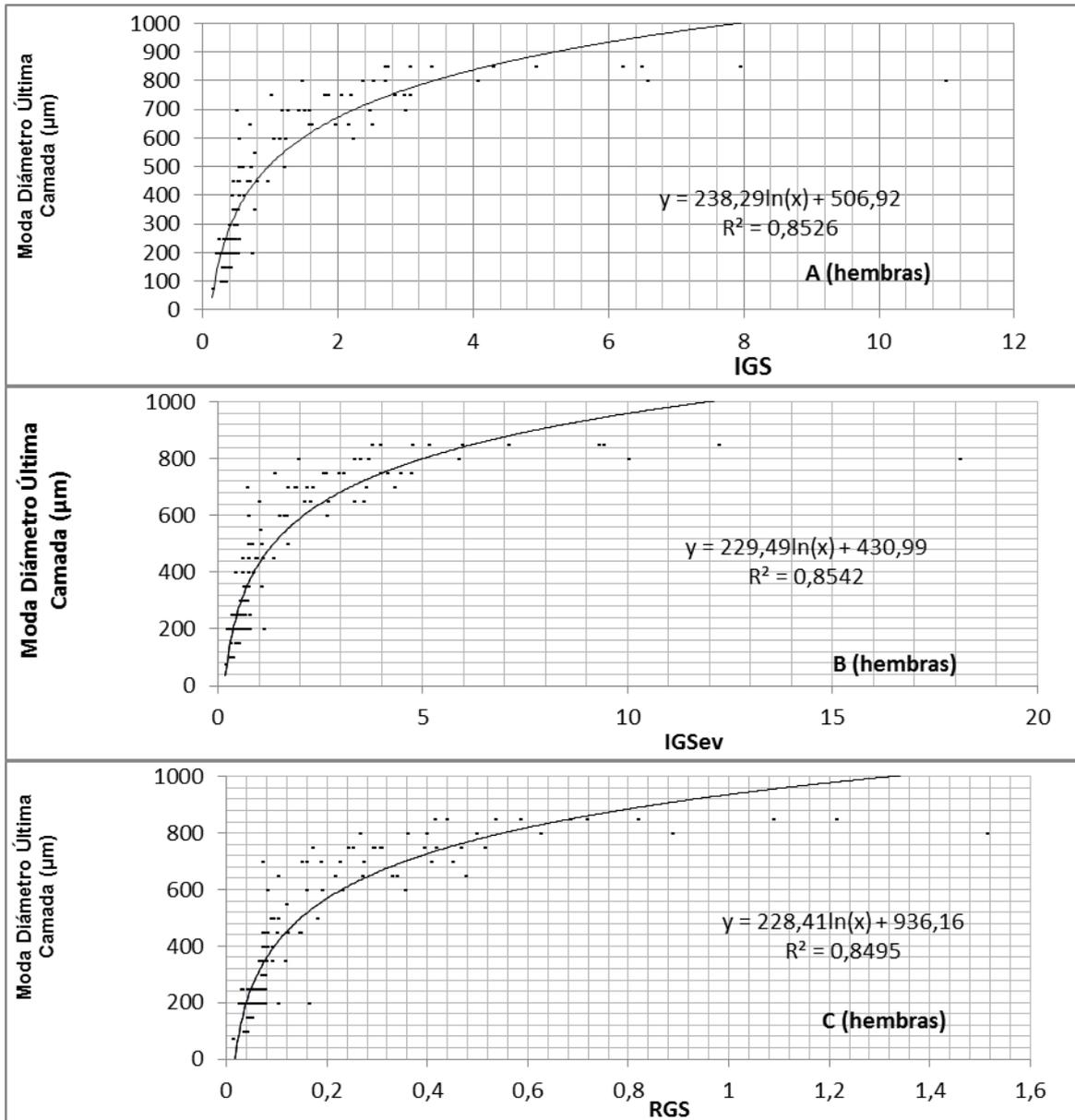


Figura 3 - A, B y C. Correlaciones entre la moda del diámetro ovocitario de la última camada madurante del ovario, versus los indicadores de madurez IGS, IGSev y RGS

*Fecundidad:* En todos los ovarios analizados se observó un incremento diferencial de vitelo en ovocitos desde los 700  $\mu\text{m}$  de diámetro, constituyéndose en una sub-población celular que definimos como el grupo de huevos que estarán disponibles para el desove. Este grupo de ovocitos más maduros, que se separa prácticamente del precedente en momentos próximos a la puesta y que consideramos la última camada del ovario, presenta un diámetro modal entre 700 y 850  $\mu\text{m}$  (figura 4), es independiente del peso de la gónada y de la talla del individuo y constituye entre 29 y 55 % de los huevos intraováricos.

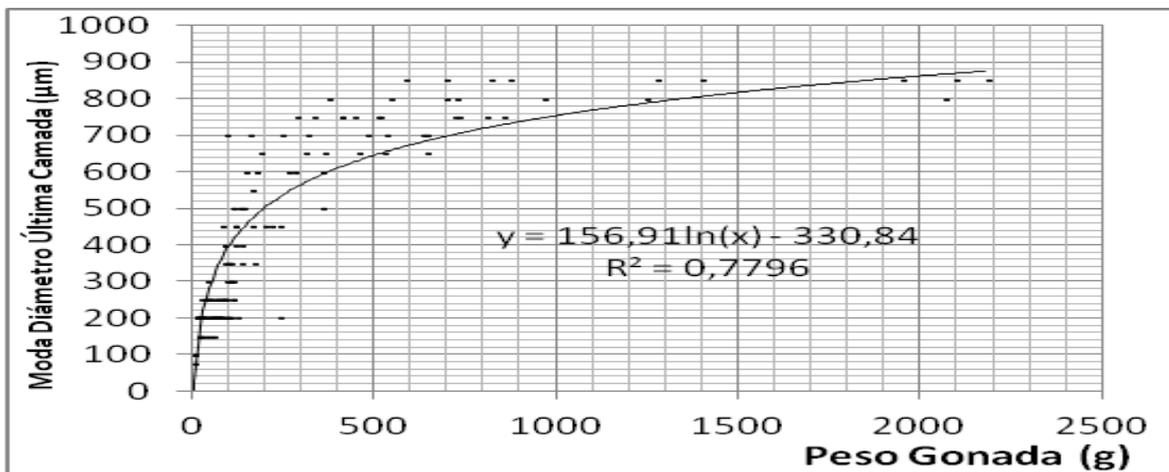


Figura 4. Correlación entre los valores que toma la moda de los diámetros de la última camada de ovocitos más maduros en función del Peso del Ovario

La fecundidad potencial de *Pseudoplatystoma corruscans* estuvo comprendida entre un millón y medio y casi ocho millones de huevos vitelados, para hembras entre 100 y 127 cm de longitud estándar. Lo que puede definirse como una fecundidad muy elevada. Luego, se trataría de una especie con una estrategia reproductiva de tipo “r” (A. E. Amato de Vazzoler, 1996). Una adaptación al medio que optimiza la disposición del máximo de recursos para la reproducción y, dado que no tiene un comportamiento de cuidado de sus crías, en consecuencia producir el mayor número posible de descendientes. La relación Fecundidad potencial versus el Peso de la Gónada presenta



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

una buena correlación, entonces el número total de huevos vitelados que porta un individuo es directamente proporcional al peso del ovario (figura 5).

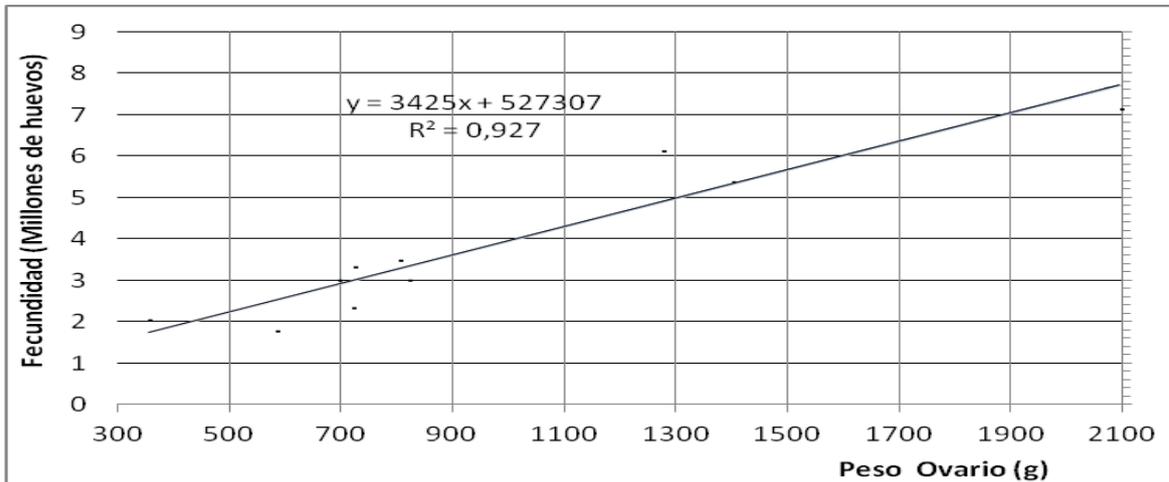


Figura 5. Correlación entre la Fecundidad Potencial, en millones de huevos vitelados y el Peso del Ovario en gramos

Dada la dispersión de valores obtenidos, la fecundidad potencial no se correlaciona bien con el Peso Total (PT), el Peso Total eviscerado (PTev.), ni con el Largo estándar (LS) del cuerpo (figura 6). Fenómeno que también se ha registrado en otras especies pertenecientes a la familia Pimelodidae (Araya, Hirt & Flores, 2003). De manera tal que, ésta podría ser una condición fisiológica constitutiva de varios silúridos.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

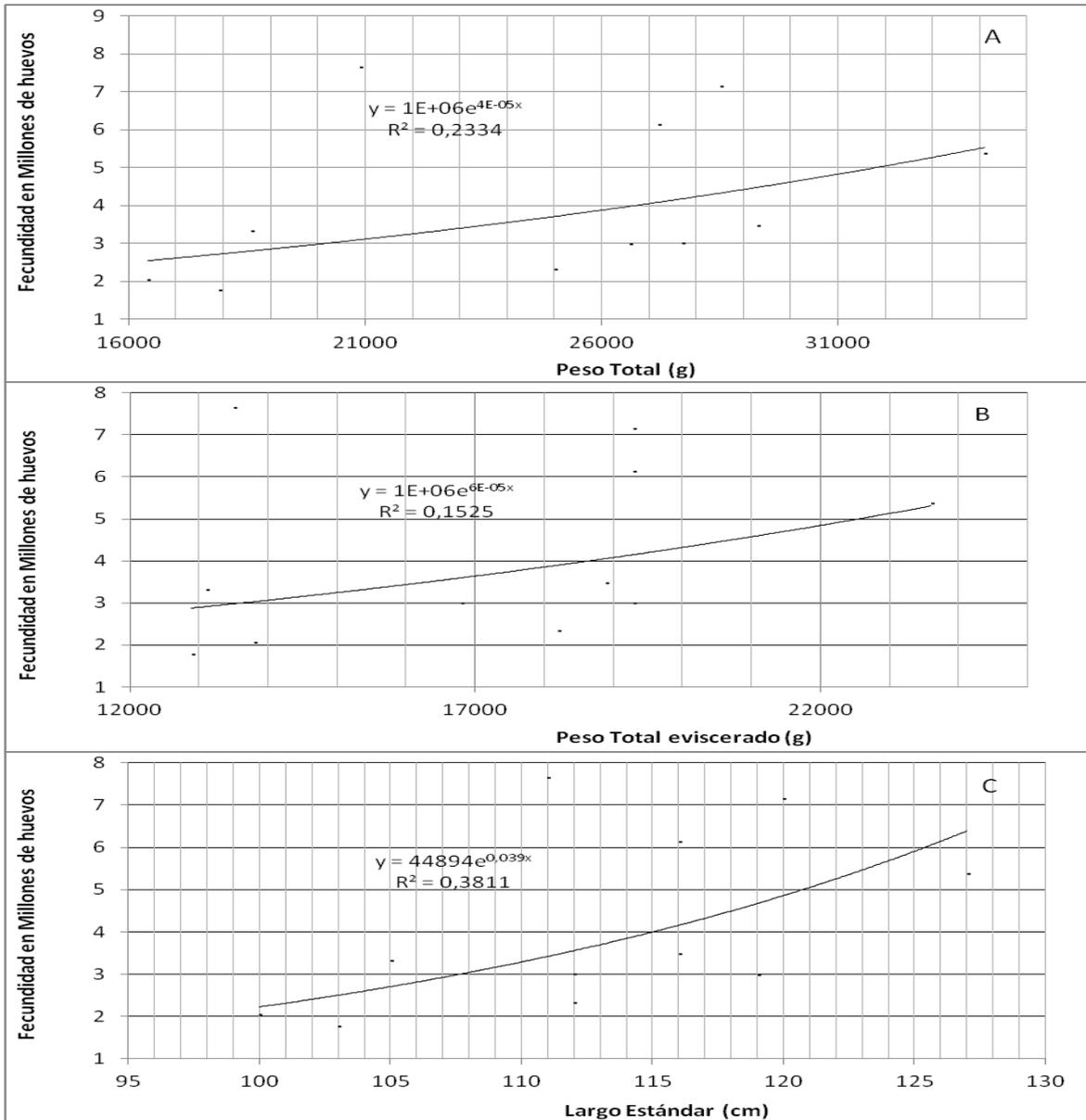


Figura 6 - A, B y C. Correlaciones entre la fecundidad potencial en millones de huevos vitelados y el peso total (PT), largo total (LT) o largo estándar (LS)

De esta manera un mayor porcentaje de huevos disponibles para la puesta no tiene una buena correlación con mayores valores en esos parámetros morfológicos. Por ello, definir una razón entre el número de ovocitos y cualquiera de dichas medidas corporales conlleva un error significativo. No obstante, definida la fecundidad relativa como el número de ovocitos vitelados por gramo de hembra, ésta se determina obteniendo el cociente entre la fecundidad potencial y el peso total eviscerado del individuo. Con los



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

valores registrados, esta razón varió entre 128 y 567 huevos vitelados, con un valor promedio 243 ( $\pm 133$ ) ovocitos por gramo de hembra.

### *ESQUEMA DE MADURACIÓN DEL OVARIO*

Cada órgano del par presenta un canal central por donde los ovocitos maduros, ya sueltos durante el desove, alcanzan el oviducto común y por éste son expulsados al exterior por una repentina relajación de las fibras de musculatura lisa que cierran la apertura urogenital. Los septos se disponen como láminas.

*Estadios celulares:* Dado que en distintas épocas del año aparecen ovocitos en desarrollo. Se consideró conveniente dividirlo tal como lo hacen Hirt de Kunkel & Flores (1994).

*Ovogonia:* Son células pequeñas, que forman nidos rodeados de abundante tejido conectivo. Presentan un núcleo esférico, voluminoso y claro, con un único nucléolo grande, basófilo -teñido de violeta por la hematoxilina (H)- de posición excéntrica. Su citoplasma es escaso y también basófilo.

*Ovocito I:* (foto 2). Célula poliédrica, con núcleo esférico grande y claro, con 5 o 6 nucléolos generalmente centrales y fuertemente teñidos por (H), junto con la cromatina, también algo coloreada. Su citoplasma tiende a ser reducido y basófilo (diámetro  $\leq 150 \mu\text{m}$ ).

*Ovocito II:* (fotos 2 y 3). Célula algo redondeada de mayor diámetro. Núcleo esférico voluminoso central, con cromatina espesa. Este estadio es llamado *perinucleolar*, porque numerosos nucléolos (en cantidad mayor de 5) se disponen inmediatamente por debajo de la membrana nuclear, la que se presenta bien marcada por una intensa tinción con (H). El citoplasma es más abundante, fuertemente basófilo. Comienza la formación de una fina capa folicular, constituida por células achatadas, con núcleos pequeños y fuertemente coloreados con (H) que rodea al ovocito (diámetro de 180 a 360  $\mu\text{m}$ ).

*Ovocito III:* (foto 4). Células aún algo poliédricas que van aumentando en diámetro. Dentro del núcleo central, el número de nucléolos contra la membrana nuclear crece hasta contarse en más de diez y hasta decenas. Desde este estadio comienzan a diferenciarse tres capas exteriores al ovocito. La capa folicular o *folículo* es simple,



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

constituida por células planas, con citoplasma acromático y núcleo fuertemente basófilo. Se encuentra más diferenciada que en la etapa anterior. Entre el ovocito y la capa folicular se observa una zona acelular acidófila, que se colorea de rosado con eosina (E), a la que se denomina zona *radiata* o *pelúcida*. Exterior a la cubierta folicular se dispone una capa de fibroblastos de tejido conjuntivo, fibras de colágeno y capilares, denominada *teca*. En este estadio comienzan a notarse vesículas periféricas, con inclusiones lipídicas claras por debajo de la membrana citoplásmica, que comienzan a surgir por entre el citoplasma fuertemente teñido con (H). Aparecen como alveolos corticales que son estructuras vacuolares eosinófilas que ocupan la región periférica del ovocito. Lo que da indicio del comienzo de la vitelogénesis endógena, donde las células foliculares segregan proteínas que se concentran en gránulos de vitelo, desde la periferia hacia el centro del ovocito y que ira produciendo un progresivo redondeo de la célula. Este fenómeno hace que la zona exterior del citoplasma se torne ligeramente acidófila, con coloratura rosada; mientras su zona interior y alrededor del núcleo se mantenga como una corona aún basófila, con color azulado (diámetro de 360 a 630  $\mu\text{m}$ ).

Ovocito IV: (foto 5). Continúa la vitelogénesis, lo que presumiblemente coincidiría con la incorporación y fusión de vitelogenina exógena de origen hepático que suma vesículas que se acumulan hasta llenar el citoplasma, dando a la célula un aspecto de redondeada a esférica. Comienza a mostrar un cambio de reacción a la tinción, tornándose la periferia citoplásmica ligeramente acidófila. El resto del citoplasma permanece aún suavemente basófilo. Durante la maduración la corona de vitelo va avanzando hacia el núcleo, que permanece central. Aún es visible la zona ocupada por el núcleo y los nucléolos, pero progresivamente la membrana nuclear definida y basófila ira mostrando un comienzo de regresión hasta que su límite se presente difuso. Hacia el final de esta etapa el núcleo deja de observarse hasta desaparecer por la acumulación de vesículas (foto 7); encontrándose los nucléolos en un área donde la matriz nuclear se tiñe con (E) y el citoplasma adyacente todavía lo hace con (H). En este estadio la zona radiata se hace más evidente y el folículo aumenta de volumen, constituyendo una capa mono-estratificada de células cúbicas (diámetro de 630 a 800 $\mu\text{m}$ ).

Ovocito V: (fotos 5 y 8). Son las células de mayor tamaño que pueden ser observadas en el ovario y ya se encuentran disponibles para ser evacuadas en el desove. Cuando se



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

encuentran aún dentro de sus folículos pierden su forma esférica comprimiéndose mutuamente. Pero, al liberarse se hidratan tomando un aspecto esférico. El citoplasma se presenta con gran densidad de vesículas vitelinas, intensamente teñidas con (E). Su núcleo se presenta con escasos nucléolos, excéntrico debido a la presión generada por la concentración de vitelo. O con la membrana nuclear poco definida; o ésta ya no se distingue haciendo que el núcleo no sea visible. Se evidencia la zona radiata, que eventualmente aumenta su ancho y puede presentar algunas estriaciones. La capa folicular es única y se ve achatada y estirada (diámetro de 800 a 1100 $\mu$ m).

Folículo vacío: (foto 6). Los folículos liberados se contraen muy pronto y se pliegan, siendo entonces invadidos por tejido conjuntivo y sanguíneo; haciendo que rápidamente el epitelio folicular se confunda. En esta asociación se genera un nuevo tejido de neoformación, donde muy pequeñas células (ovocitos I) comienzan a ser observadas en el seno de éste cuerpo, hasta que el folículo no puede ser distinguible.

Atresia de Ovocito: (foto 6). Este proceso es observable durante todo el año. Pero ocurre masivamente a continuación del desove. En los ovarios en que recién se inicia la maduración (con poca cantidad de vitelo) la atresia se manifiesta con la desorganización del citoplasma y del núcleo, para posteriormente sufrir una invasión de tejido conjuntivo y sanguíneo, con un aumento de las células foliculares que se estratifican. En aquellos ovarios con abundante vitelo, se observa inicialmente un cambio en la zona radiata que se ensancha, se parte y forma ondulaciones sobre el citoplasma cortical del ovocito. Las células foliculares se estratifican. Posteriormente desaparece el núcleo y se observa una invasión de las células del folículo hacia el citoplasma que se presenta desintegrado. Cae el volumen del ovocito y el número de los gránulos de vitelo hasta llegar a la desnaturalización total; formándose un cuerpo donde se distinguen células foliculares modificadas, que va confundiéndose con el tejido interior del ovario hasta desaparecer.

*Estadios del Ovario:*

*VIRGINAL I* (para Chaco: Virginal I):

*Macro:* Las gónadas se presentan como un par de pequeños y finos cuerpos elongados semejantes a cordones, sin color, traslúcidos o rosados pálidos hialinos. A simple vista sólo se notan muy pocos capilares sanguíneos muy finos. No se ven huevos, ni siquiera



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

observando el órgano a trasluz. A la lupa sólo se ven ovocitos muy pequeños transparentes o translúcidos, con diámetros menores o iguales a  $150\mu\text{m}$ , saturando toda la estructura. Los septos ováricos muy pequeños, o apenas están definidos.

*Micro:* Histológicamente los ovarios se caracterizan por la gran abundancia de ovogonias y ovocitos I. IGS entre 0.25 y 0.40 ( $0.3 \pm 0.09$ ); la moda del diámetro de la camada de ovocitos más avanzados es de  $200\mu\text{m}$ .

*MADURACIÓN TEMPRANA (II)* (Para Chaco: Inicio de Maduración III) (*Período Proliferativo*):

*Macro:* Son órganos ahusados de color salmón o naranja oscuro, o bien rosado pálido, translúcidos; que ocupan un tercio de la cavidad del cuerpo. Se observan las lámelas ovulíferas totalmente definidas y apenas irrigadas. Huevos difícilmente visibles o no se ven a simple vista. A la lupa todos los huevos son transparentes o translúcidos y saturan la estructura de las lamelas del órgano. El análisis de distribución de frecuencias de los diámetros indica que el tipo celular predominante es el ovocito II.

*Micro:* Comienza a caer la abundancia relativa de ovogonias y ovocitos I, para incrementarse la presencia de ovocitos II y también en cantidades muy menores ovocitos III. (fotos 2, 3 y 4). IGS entre 0.28 y 0.53 ( $0.4 \pm 0.09$ ). La moda del diámetro de la camada de ovocitos más avanzados se observa entre 250 y  $350\mu\text{m}$ .

*MADURACIÓN INTERMEDIA (III)* (para Chaco: Maduración IV) (*Período de Preparación*):

*Macro:* Gónada media, de mayor tamaño, que ocupa dos tercios de la cavidad celómica. Su aspecto exterior comienza a ser granuloso por la presencia de huevos (ovocitos III) con cierta acumulación de vitelo, ya visibles a simple vista. La pared se adelgaza y es más transparente e irrigada. Toda la gónada presenta huevos claros de distintos diámetros, que se diferencian sobre un fondo uniforme de color rosa oscuro. Se ven grandes amarillos y otros más pequeños blancos, en una distribución ordenada y uniforme, inmersos en una matriz de huevitos muy pequeños, constituyendo septos bien desarrollados. A trasluz se observa que los huevos van aumentando gradualmente su opacidad.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

*Micro:* El aspecto general del campo es ordenado, bien estructurado y en una organización apretada. Las células predominantes, definidas como ovocitos III (foto 4), se imponen sobre la cantidad de los ovocitos II (foto 3). Puede suceder que exista algún ovocito IV. El IGS se encuentra entre 0.4 y 3 ( $1.2 \pm 0.6$ ). Por el análisis de los histogramas de distribución de frecuencias de diámetros celulares se nota un corrimiento del tamaño de los ovocitos, alcanzando la moda de maduración más avanzada entre 450 y 750 $\mu\text{m}$ .

*MADURACIÓN AVANZADA (IV) (Para Chaco: Maduración IV) (Período Reproductivo):*

*Macro:* Gónada mediana o grande, de consistencia densa. Se observan vasos sanguíneos evidentes y la arteria ovárica muy dilatada. La pared de la gónada, cubierta exterior o túnica albugínea se ve delgada. Su color amarillo o naranja claro es debido a la acumulación de vitelo en huevos muy maduros, que en su gran mayoría se ven grandes; también le confieren un aspecto granular. En este estadio el órgano llega a su tamaño máximo, ocupando casi por completo la cavidad abdominal. Puede alcanzar entre un medio a tres cuartas partes de la cavidad general del cuerpo y llegar a constituir el 10 % del peso total. Los septos son bien desarrollados, donde todos los huevos presentan en general un tamaño semejante, en una disposición apretada, ordenada y uniforme, tanto en la base como en el extremo distal de esas estructuras. Entre estos huevos aún pueden persistir espacios de matriz más oscura, donde a simple vista no se observan células, o éstas son muy pequeñas. O bien, esos espacios ya han desaparecido. A la lupa se ven huevos traslúcidos y opacos.

*Micro:* Se verifica la predominancia de ovocitos V por sobre la abundancia de ovocitos IV (foto 5). En menor cantidad ovocitos III. Los ovocitos II son raros en este estadio. Aún no se ven folículos vacíos ni atresias. El IGS se encuentra entre 1.4 y 11 ( $3.6 \pm 2.2$ ). La moda del diámetro de las células con maduración más avanzada se ha corrido hacia valores mayores y se encuentra entre los 650 y 850 $\mu\text{m}$ . Muchas de estas células continúan incrementando su volumen hasta alcanzar los 1100  $\mu\text{m}$ . Estos ejemplares tienen el abdomen dilatado.

*DESOVE / FLUYENTE (V) (Para Chaco: Desove V) (Período Reproductivo):*



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

*Macro:* Las hembras pueden desovar más de una vez durante un mismo ciclo reproductivo. En el caso de tratarse de una gónada que aún tuviese continuidad desovante en la presente estación, puede darse cierta flaccidez, pero aún se mantiene densa. En estos casos, la vacuidad parcial del órgano se expresa por zonas semi-flácidas que co-existen con otras áreas abultadas. Pueden tener un tamaño algo menor, pero conservan cierto volumen ocupando aún dos tercios de la cavidad celómica. Su aspecto es granuloso por la persistencia de ovocitos muy maduros. Se notan algunos hematomas y derrames de sangre extravasada.

*Micro:* Las células predominantes son los ovocitos V, cuyo citoplasma se encuentra ocupado en su totalidad por gránulos de vitelo. En ovarios con desove parcial los ovocitos V pueden permanecer aún encerrados en sus folículos, viéndose poliédricos por efecto de presión mutua (foto 5), o bien redondeados los ya liberados. Hay folículos vacíos y ovocitos en diferentes etapas de atresia por evacuación, con cierta proliferación de células foliculares que invaden a los ovocitos. El número de ovocitos IV y III está disminuido, pero aún permanecen en el ovario. Éstos al madurar podrán ser desovados próximamente en un segundo momento durante la misma estación. Los ovocitos III también constituyen la reserva para la próxima camada a desovar. Estas células permanecen inalterables frente a la atresia generalizada de todas las estructuras que iniciaron el proceso final de maduración y lo completaron; proceso que también alcanza a aquellas que habiéndolo iniciado no fueron evacuadas. El IGS se encuentra disminuido, con valores entre 2 y 3 ( $2.2 \pm 1.9$ ). La moda del diámetro de las células con maduración más avanzada puede bajar su amplitud, debido a la caída en el número relativo de huevos maduros que aún contiene el ovario, pero se mantiene en valores cercanos a  $750\mu\text{m}$ . Los ejemplares que aún permanecen en desove tienen el abdomen dilatado, de manera tal que los huevos maduros pueden salir por simple manipulación. Exteriormente la papila urogenital puede verse algo rosácea. Producido el desove se observan huevos maduros libres que no fueron puestos.

*REGRESIÓN (VI) (Para Chaco: Post-Desove VI) (Período de Reparación o Recuperación):*

*Macro:* Después del desove los ovarios se tornan flácidos. Se percibe a través del tacto como una bolsa vacía, de aspecto arrugado. Lo que se evidencia aún más hacia la salida



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

del oviducto. Su superficie sigue teniendo cierto aspecto granuloso por la presencia de huevos muy maduros residuales, todos uniformemente grandes y de color crema o amarillo, separados por espacios de tejido de color rojo oscuro (el estroma ovárico) que presenta hematomas. Brindando a todo el órgano ese color, con reflejos violáceos. También, frecuentemente se notan entre los huevos residuales puntos rojos, que corresponden a coágulos de sangre. Los que se extienden todo a lo largo del órgano. El volumen esta disminuido.

*Micro:* Como consecuencia de la evacuación, se nota el pasaje de una situación con presencia de células maduras en regresión, que han iniciado procesos atrésicos generalizados (foto 6), los que consisten en la proliferación de células foliculares que invaden estos ovocitos, sangre extravasada y ausencia de células en maduración intermedia; hacia otra situación posterior (que algunos autores definen como estadio: Desovado II) con gran proliferación de ovogonias y ovocitos previtelogénicos en estadio II y III, con importante invasión de tejido conjuntivo y sanguíneo. A medida que desaparecen los últimos restos de ovocitos en reabsorción la irrigación disminuye. Como consecuencia del desove, el IGS se encuentra disminuido, con valores entre 0.5 y 3 ( $1.2 \pm 1.07$ ). Los datos histológicos se confirman con los histogramas de frecuencia de diámetros ovocitarios. En estos se observa una disminución de la cantidad de ovocitos de mayor porte. Las hembras en esta condición presentan el abdomen extendido, aunque ya no se percibe denso al tacto. Estos individuos ya no desovarán en el presente ciclo reproductivo.

*REPOSO (VII) (Para Chaco: Reposo II) (Período Proliferativo):*

*Macro:* Gónada de tamaño disminuido. Rosa pálido, o translúcido hialino con tintes rosáceos. Densidad consistente. Con cierta irrigación superficial. Ocupa un tercio de la cavidad celómica. No se ven huevos a simple vista, aunque a trasluz los septos se notan grumosos. A la lupa estas estructuras semejan láminas muy ordenadas, que se organizan como una serie constituida por masas de huevos transparentes o traslúcidos. Son esbozo de septos pequeños, delgados con vellosidades.

*Micro:* El ovario queda constituido casi exclusivamente por muy pequeñas células poliédricas, con citoplasma fuertemente basófilo, llamado también “tejido de neo-



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

formación”, que se ve dispuesto regularmente y con pocos espacios intermedios vacíos. Proliferación de ovogonias y ovocitos previtelogénicos II y III (foto 2). Estas células permanecerán así hasta que se retomen los primeros signos de la nueva maduración. El IGS se encuentra entre 0.2 y 0.7 ( $0.4 \pm 0.1$ ). La moda del diámetro de las células con maduración más avanzada volvió a caer a valores ínfimos y se encuentra entre los 250 y 450 $\mu\text{m}$ .

### *MACHOS*

Los indicadores de madurez RGS, IGS e IGS eviscerado presentan una buena correlación con el Peso de la Gónada (figura 7). Aunque, los valores de esas relaciones son menores que en el caso de las hembras; también la variación en los registros de aquél parámetro morfométrico es más pequeña.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

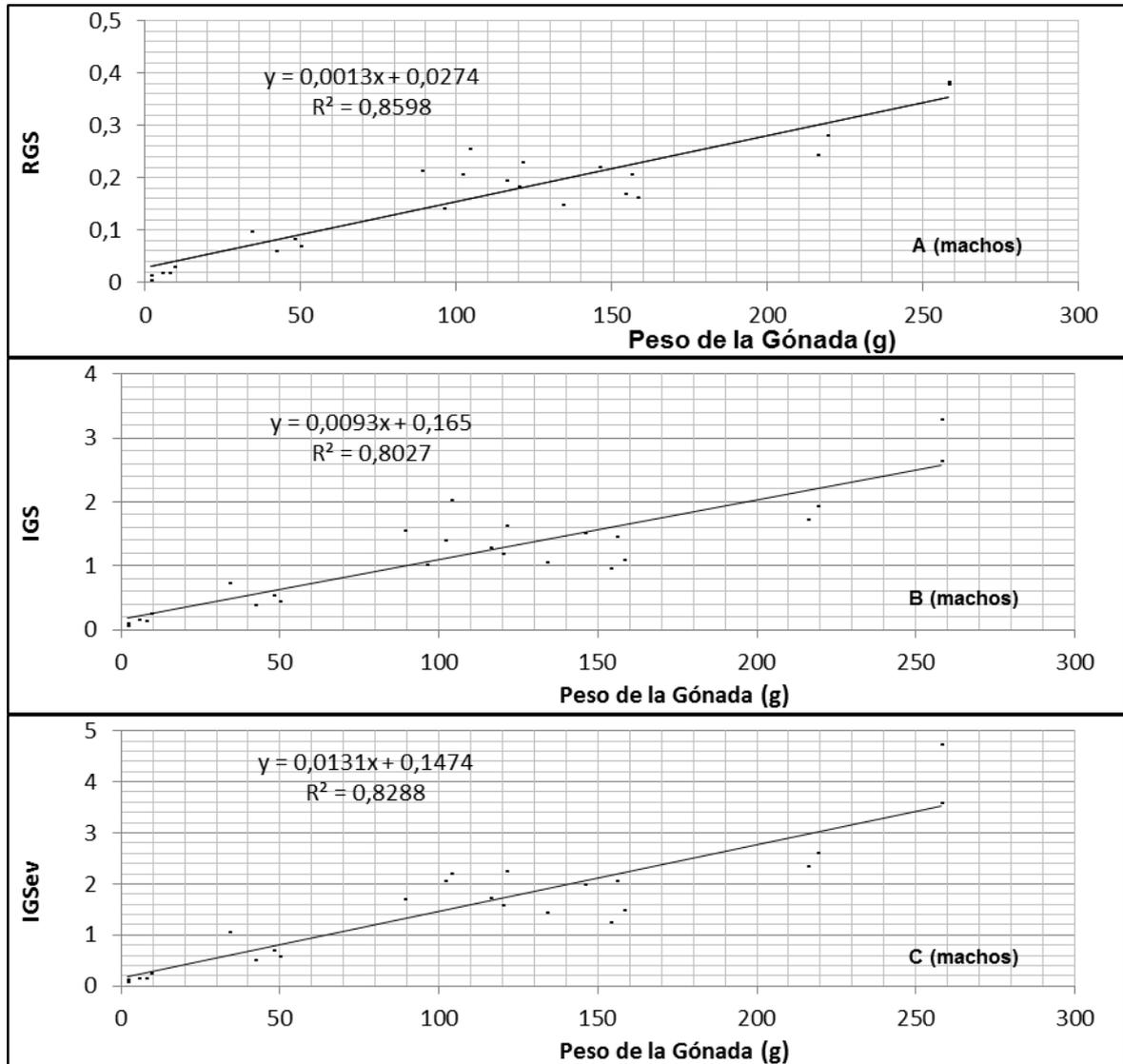


Figura 7 - A, B y C. Correlaciones entre los valores de los indicadores de madurez RGS, IGS e IGS eviscerado y el Peso de la gónada en gramos

*Utilización del Largo de los Septos Testiculares como indicador macroscópico de madurez:* Los septos seminíferos, semejantes a dedos, se alargan a medida que madura reproductivamente el testículo. Algunos se fusionan con otros, pasando del aspecto digitiforme al palmado. Alcanzando su máxima longitud y grosor hacia el momento culminante del ciclo, inmediatamente previo y durante el desove. Para ayudar a una estimación macroscópica, más inmediata y práctica durante las tareas de campo se estudió el grado de asociación entre la longitud de los septos testiculares y el estadio de maduración sexual del individuo (foto 1). Para ello, se adoptó el criterio de tomar como parámetro la longitud máxima alcanzada por los septos en cualquier punto

de la superficie del órgano y esta medida correlacionarla con los valores obtenidos de los parámetros morfológicos del individuo y sus indicadores de madurez.

Se observó que la longitud de los septos testiculares no se correlaciona con el peso total del cuerpo, ni con el largo total y tampoco con el largo estándar. Pero, sí se correlaciona mejor con los indicadores de madurez IGS, IGS eviscerado y RGS (figura 8 - A, B y C).

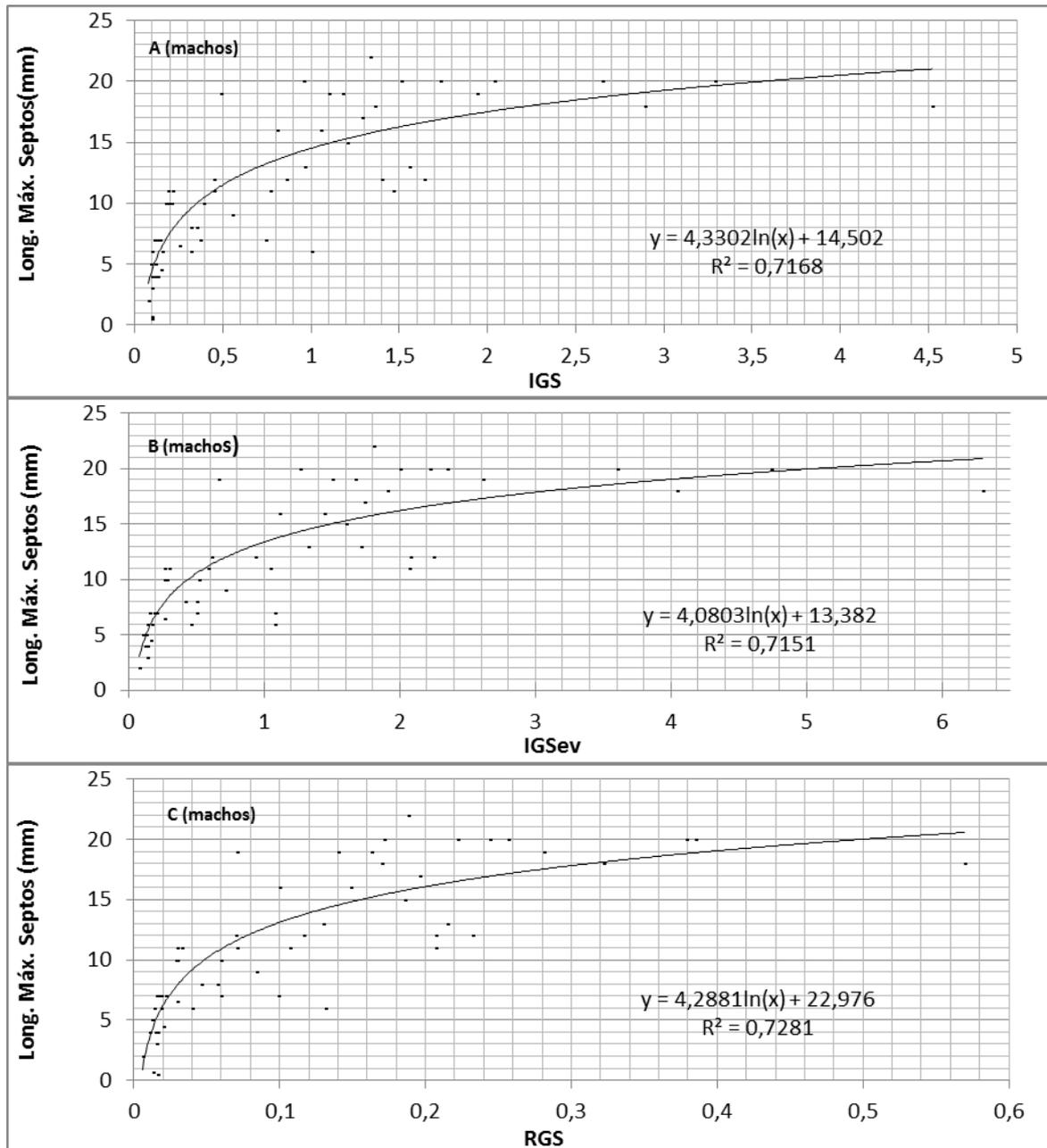


Figura 8 - A, B y C. Correlaciones entre la longitud máxima de los septos testiculares en milímetros y los valores de los indicadores de madurez RGS, IGS e IGS eviscerado

## *ESQUEMA DE MADURACIÓN DEL TESTÍCULO*

*VIRGINAL (I)* (para Chaco: virginal I):

*Macro:* Dos pequeños y finos cuerpos alargados, semejantes a hilos o cintas delgadas, sin color o translúcidos-opacos. Esbozos de septos testiculares como pequeñas elevaciones sobre la superficie del cordón; o muy pequeños, con una longitud de apenas 1 a 6 ( $3.9 \pm 2.8$ ) mm. Con IGS entre 0.07 y 0.3 ( $0.15 \pm 0.07$ ).

*Micro:* La cubierta externa de las gónadas o túnica albugínea sufre un proceso de invaginación formando septos, así divide el testículo en túbulos seminíferos. Una fina capa de peritoneo encierra el órgano y fibras de tejido conectivo proyectan ramificaciones hacia el interior, formando paredes tubulares, dando una cerrada red que cubre los túbulos, inicialmente cortos y ciegos, que al desarrollarse se van interconectando. Éstos son muy organizados, cubiertos interiormente por epitelio constituido por células germinales y de Sertoli; con buena presencia de espermatogonias, células de gran diámetro dispuestas en grupos o nidos diferenciados hacia las paredes. Pocos agregados de espermatoцитos. Las células germinales, voluminosas y asociadas con células de Sertoli, se notan pálidamente eosinófilas o no teñidas. Sólo se ven vasos sanguíneos principales (vena y arteria testicular en cara interior-ventral el órgano). Un ducto espermático, cubierto en su cara interior por un epitelio simple, corre hacia la porción central del testículo y este colector se extiende hacia la papila urogenital (fotos 9 y 10).

*MADURACIÓN TEMPRANA (II) (Período Proliferativo)* (Para Chaco: Inicio de Actividad III):

*Macro:* Aspecto semejante al virginal, pero el órgano aparece algo más desarrollado o grueso y su consistencia es más densa, de color rosa pálido u oscuro. Desde este estadio, a trasluz se ve algo más opaco que los virginales. Puede ocupar algo más de la mitad de la longitud del celoma. Su pared esta engrosada. Los septos son pequeñas proyecciones como dedos en su superficie y alcanzan 4.5 a 10 ( $7.3 \pm 1.9$ ) mm de longitud. Una vez



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

fijado el testículo, se lo ve de color gris o crema. El IGS apenas sufre un ligero incremento disponiéndose entre 0.1 y 0.35 ( $0.2 \pm 0.09$ ).

*Micro:* Epitelio germinal, constituido por células voluminosas con núcleo central esférico/ elíptico teñido de (H), se dispone de manera continua a lo largo de las paredes tubulares. Estas últimas constituidas por una delgada capa de tejido conectivo (membrana basal) y células fusiformes –musculares lisas o fibrocitos-. Las paredes se adelgazan al extenderse para acomodar el incremento de su contenido. Algunos nidos de espermatogonias proliferan desde las células germinales. El aspecto general del corte se ve ordenado. La pared externa que cubre al órgano esta engrosada. Se ven pocos grupos, muy pequeños, de espermatoцитos. Todas las células de cada nido se presentan en el mismo estadio de desarrollo. Las células de Sertoli se disponen en una capa inmediatamente al interior de la membrana basal del túbulo, o intercaladas entre agregados de espermatogonias. Sobre su superficie se adherirán los espermatozoides. Se da espermatogénesis activa, un proceso madurativo con diferentes estadios celulares desde espermatogonia hasta espermátida.

*MADURACIÓN INTERMEDIA (III) (Período de Preparación)* (para Chaco: Actividad IV):

*Macro:* Gónada rosa pálida en zonas aún no maduras. Ocupa la mitad a dos tercios del largo del celoma. Su sección es fuertemente triangular. El comienzo de la maduración tiende a evidenciarse por la presencia de un color blanquesino en la porción distal de los septos. Este fenómeno se da en cualquier área del órgano. Esto genera diversas zonas blancas y abultadas, con prolongaciones digitiformes más gruesas y definidas. (foto 1) En este estadio los septos testiculares alcanzan una longitud de entre 7 a 20 ( $12.3 \pm 3.9$ ) mm. Eventualmente puede aparecer algo de esperma por presión abdominal. Aunque, la existencia de espermatozoides no necesariamente es un buen indicador de la inminencia de desove, dado que este tipo de células pueden permanecer en el ducto espermático por un largo período de tiempo, incluso durante todo el año. Con IGS entre 0.2 y 1.5 ( $0.8 \pm 0.4$ ).

*Micro:* El epitelio germinal tiende a presentarse discontinuo. Las espermatogonias, con nucléolos prominentes, se mantienen en grupos bien definidos y tomadas a las paredes



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

tubulares, las que se ven más delgadas. Nidos de espermátidas bien diferenciadas y en agregaciones densas, que pueden estar libres en el lumen. Los túbulos seminíferos con sus circunvoluciones aumentan considerablemente la superficie del tejido espermatogénico. Cursa espermatogénesis avanzada con toda la tipología celular en sus fases de desarrollo. Con considerable número de nidos de espermátidas y espermatoцитos producidos por espermiogénesis (un proceso madurativo celular desde el estadio de espermátida hasta el espermatozoide). Los espermatoцитos se mantienen más cercanos a la pared del túbulo. Aumenta la cantidad de espermatozoides hacia el centro del túbulo; con cromatina que se va concentrando hasta presentar cabezas piriformes y fuerte afinidad a la (H). Se nota cierta tendencia de los espermatozoides a desprenderse de las células de Sertoli. En los ductos espermáticos y el conducto eferente los espermatozoides aún presentan cierta inmadurez hasta alcanzar su vertido durante el desove (foto 11).

*MADURACIÓN AVANZADA (IV) (Para Chaco: Actividad IV) (Período Reproductivo):*

*Macro:* Gónada totalmente madura, blanquesina o crema clara; con septos digitiformes voluminosos, densos y algo separados que alcanzan a medir 13 a 20 ( $5 \pm 3.1$ ) mm de largo. Tamaño incrementado. Su longitud ocupa hasta tres cuartas partes del celoma. IGS algo aumentado entre 0.7 y 3.3 ( $1.24 \pm 0.7$ ). Vierte esperma por presión abdominal.

*Micro:* Todo el túbulo cubierto por epitelio germinal discontinuo, con capa simple de células de Sertoli. Aspecto ordenado. Se ve caída de la actividad espermatogénica, por tanto hay una disminución de la población de espermatogonias y aumento de los nidos de espermatoцитos, espermátidas y espermatozoides. Incremento de la espermiogénesis con fuerte diferenciación, lo que implica gran concentración de espermatozoides en lumen tubular. Existe un paulatino aumento de la concentración de espermatozoides desde el túbulo seminífero hasta el ducto espermático colector. De manera que, completada la maduración de las células germinales, éstas permanecerán aquí disponibles para la presente estación de desove.

*DESOVE / FLUYENTE (V) (Para Chaco: Espermiación V) (Período Reproductivo):*

*Macro:* La gónada ocupa hasta tres cuartos del celoma. Los septos se ven bien desarrollados, abultados y agregados de manera tal que no existe separación entre ellos.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Su longitud va desde 11 a 20 ( $16.7 \pm 3.6$ ) mm. Previo al desove, por contracción de la musculatura lisa, los espermatozoides se van introduciendo en los ductos aferentes y el ducto colector espermático. Para ser luego expulsados por presión muscular, y como se explicó anteriormente, gracias a la relajación repentina de las fibras musculares que cierran la apertura urogenital. Así, puede verterse fácil y abundantemente esperma debido a la manipulación del individuo. En principio, sólo se produce el desove cuando los testículos están repletos de espermatozoides. Los ejemplares que ya han tenido un episodio de desove pueden presentar un órgano algo arrugado y parcialmente vacío, aunque aún denso. Durante este estadio, puede suceder que el valor del IGS se mantenga relativamente alto, presumiblemente por la hidratación del órgano como medio para coadyuvar la salida de las gametas. Hemos registrado IGS entre 1 y 3 ( $1.6 \pm 0.5$ ).

*Micro:* La túnica albugínea se ve adelgazada. Cae la actividad espermatogénica en las paredes del túbulo que se ven muy delgadas. El lumen de los túbulos está saturado de espermatozoides. La periferia de la gónada presenta pequeños nidos de células espermáticas desarrolladas y altamente vascularizadas. Pocos espermatoцитos y espermátidas indican el fin de la espermiogénesis. Casi no se ven otras células que no sean espermatozoides (foto 12).

*REGRESIÓN (VI)* (Para Chaco: Post-Espermiación VI) (*Período de Reparación*):

*Macro:* Órgano, flácido y arrugado, de color rosa oscuro y con aspecto sanguinolento. Se nota por tacto como una bolsa vacía contraída y aflojada como un saco desinflado, principalmente hacia la salida al espermiducto. Debe advertirse que una vez abierto el abdomen, al rozar o pellizcar las gónadas, cualquiera sea su estadio madurativo, éstas siempre tienen un reflejo de contracción del tejido muscular, que hace que el órgano disminuya su distensión, hasta presentarse momentáneamente arrugado. Esto no debe confundirse con el aspecto del estadio Desovado (V) o en Regresión (VI), también arrugado pero, como se describió anteriormente semejando una bolsa vacía. Aquí la gónada ocupa hasta tres cuartas partes de la cavidad del cuerpo. Los septos ya no se ven turgentes y pueden presentar coágulos vistos como pequeños puntos rojos. Con una longitud entre 11 y 20 ( $17 \pm 5.1$ ) mm. Se registró IGS entre 0.7 y 3.3 ( $2.2 \pm 1$ ).



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

*Micro:* Las paredes tubulares se ven espesas y con plegamientos, indicio de reciente espermiación. Presentan tejido conectivo intersticial engrosado y células musculares, donde se aplican espermatogonias y células de Sertoli. Ya no existen células del epitelio germinal, ni actividad espermatogénica. Los túbulos sólo se ven cubiertos con células de Sertoli que presentarían procesos asociados a reabsorción de cuerpos residuales en lumen, dando vesículas fagocíticas. Hay nidos con espermatozoides desarrollados en el centro de los túbulos y éstos pueden verse vacíos o colapsados, con aspecto desordenado por distorsión profunda. Se ve sangre extravasada. Se presenta atresia masiva.

*REPOSO (VII) (Para Chaco: Reposo II) (Período Proliferativo):*

*Macro:* Se observa una fuerte contracción del órgano hasta confundirse con el estadio (*I*. virginal). La apariencia externa es homogénea. El largo de los septos se observa entre 4 y 8 ( $6 \pm 1.5$ ) mm. Fuerte caída del IGS.

*Micro:* Este estadio es difícil de diferenciar del virginal que madura por primera vez, debido a que todas las estructuras del ciclo anterior fueron eliminadas por fagocitosis de las células de Sertoli. Se inicia la recuperación funcional con la espermatogénesis. Se diferencia del estadio (*I*) virginal en su primer desarrollo por el grosor de los pliegues de la túnica albugínea. Las paredes del túbulo presentan un buen desarrollo del tejido conectivo y sanguíneo. La pared inter-tubular se ve delgada y compuesta principalmente por células musculares uniformes. Sólo se ven relictos de unos pocos espermatozoides que se mantienen durante todo el invierno en los túbulos. Se observa gran aumento del epitelio germinal continuo que cubre la pared tubular. IGS entre 0.1 y 0.3 ( $0.2 \pm 0.1$ ).

#### *HOMOLOGACIÓN DE LOS ESQUEMAS UTILIZADOS EN LA PROVINCIA DEL CHACO Y EL UNIFICADO POR EL EBIPES*

El estadio Maduración (IV) del Chaco para las hembras fue desdoblado en dos estadios: Maduración Intermedia (III) y Maduración Avanzada (IV) (Tabla I), debido a que los eventos microscópicos como la acumulación de vitelo en la última etapa son definitorios para un desove de gametas con alguna posibilidad viable. El estadio de Actividad (IV)



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

del Chaco para los machos fue también desdoblado en dos estadios: Maduración Intermedia (III) y Maduración Avanzada (IV), debido al aspecto microscópico observado en los ductos espermáticos y el conducto eferente, con presencia de cierta inmadurez de los espermatozoides. En el transcurso de estas etapas se da una paulatina concentración de la cromatina en las cabezas de las células reproductivas, que se tornan cada vez más pequeñas, y un simultáneo aumento de la masa de espermatozoides en el túbulo seminífero y también en el ducto espermático colector. Donde se completa la maduración de estas células germinales, obteniendo así la capacidad de ser viables. Por tanto, la descripción de este último estadio es fundamental para eventuales manipulaciones con fines reproductivos.

ESTADIOS EN LA PROVINCIA DE CHACO		ESTADIOS UNIFICADOS
MACHO	HEMBRA	
<b>VIRGINAL (I)</b> (Translúcida)	<b>VIRGINAL (I)</b> (Translúcida)	<b>VIRGINAL (I)</b>
<b>INICIO de ACTIVIDAD (III)</b> (Arteria engrosamiento posterior a anterior)	<b>INICIO de MADURACIÓN (III)</b> (Arteria engrosamiento posterior a anterior)	<b>MADURACIÓN TEMPRANA (II)</b>
<b>ACTIVIDAD (IV)</b> (espermiación por presión)	<b>MADURACIÓN (IV)</b> (Ovocitos sin espacios entre sí)	<b>MADURACIÓN INTERMEDIA (III)</b>
		<b>MADURACIÓN AVANZADA (IV)</b>
<b>ESPERMIACIÓN (V)</b>	<b>DESOLVE (V)</b>	<b>DESOLVE O FLUYENTE (V)</b>
<b>POST-ESPERMIACIÓN (VI)</b> (Gónadas grandes, pero flácidas por desolve parcial -se nota por tacto-)	<b>POST-DESOLVE (VI)</b> (Gónadas grandes, pero flácidas por desolve parcial -se nota por tacto-)	<b>REGRESIÓN (VI)</b>
<b>REPOSO (II)</b> (No irrigado)	<b>REPOSO (II)</b> (No irrigado)	<b>REPOSO (VII)</b>

Tabla I. Homologación de los esquemas utilizados en la provincia del Chaco y el unificado por el EBIPES

### *INFLUENCIAS AMBIENTALES SOBRE LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA*

*Evolución de los indicadores de madurez:* A lo largo de un año estándar estos presentan una dispersión muy grande, por lo tanto se estudió la evolución del promedio de cada uno de los índices. En la figura 9 (A1 y B1) se muestra que la razón del peso de



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

la gónada en relación a la longitud estándar (expresada por el RGS) no sufre una variabilidad acentuada durante el ciclo, porque este último parámetro depende de la estructura ósea y es más conservador. De manera que el promedio de RGS es un indicador que se mantiene casi constante a lo largo del año. En hembras sólo presenta un ligero aumento hacia noviembre, marcando el comienzo del pico de desove, para volver a caer en diciembre.

El incremento o caída relativa del peso de la gónada en razón al peso del cuerpo (expresado como IGS, IGSev, IGS', IGSev') es muy variable durante el ciclo. Porque los valores que toma el peso de la gónada también son a expensas de elementos metabólicos que le aporta la economía corporal.

La preparación para el próximo ciclo reproductivo es diferente en ambos sexos. A la entrada de la primavera (figura 9 - A1), el peso relativo de los testículos crece con una pendiente ascendente que dobla a la presentada por los ovarios. Se observa un aumento de manera pronunciada desde agosto y a lo largo de septiembre. Momento del período proliferativo donde el órgano sale de su Reposo (VII), evidenciando su actividad gametogénica. En este período los machos incrementan más rápidamente la acumulación de células en el lumen de los túbulos seminíferos. Consideramos que la disminución que se ve en octubre podría ser un artefacto del muestreo. Es cuando existe mayor incidencia de individuos en espermiogénesis. A medida que siguen almacenándose en las porciones proximales de los septos testiculares, desde mediados de primavera, las gametas continúan madurando hasta constituirse en espermatozoides viables. R. Billard (1979) estimó para salmónidos que la duración útil de la espermiación corresponde al período dentro del cual el esperma presenta un máximo poder fecundante, que es de aproximadamente dos meses; lo que coincide con el ciclo reproductivo corto de *Pseudoplatystoma corruscans*. Si la capacidad reproductiva de sus gametas es parecida a la de la trucha arco iris, el almacenamiento de los espermatozoides maduros como células con capacidad fecundante puede resultar en el surubí un episodio puntual en el año, tal que debería ser bien precisado con vistas a conocer mejor el momento de su inducción hormonal en el eventual caso de la aplicación de futuras técnicas de piscicultura sobre esta población de la especie. Luego



Santa Fe



Entre Ríos

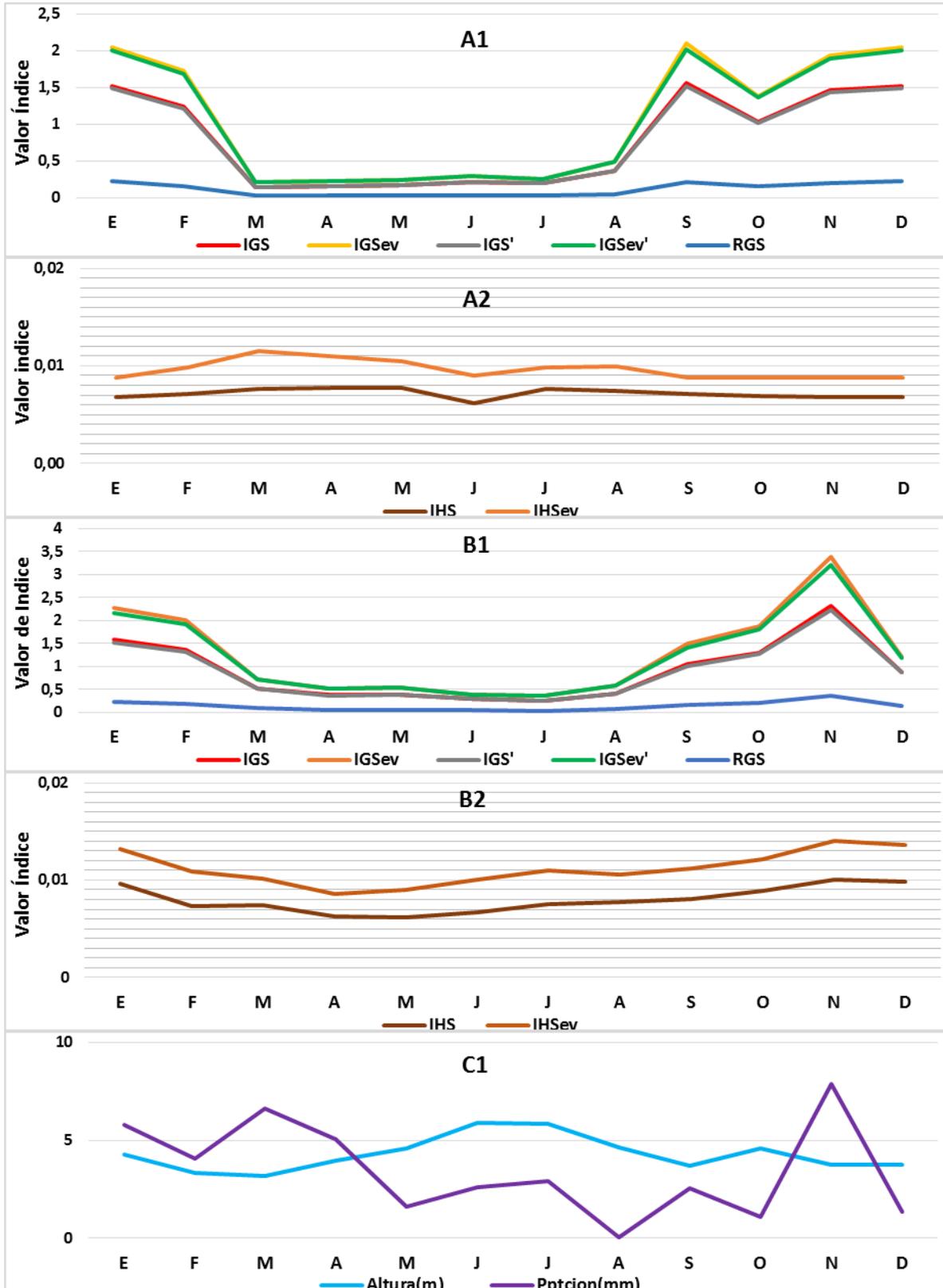


Chaco



Corrientes

los índices caen de febrero a marzo, cuando mantienen una sutil rampa descendente hasta julio, para comenzar a remontar entre julio y agosto nuevamente.





Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

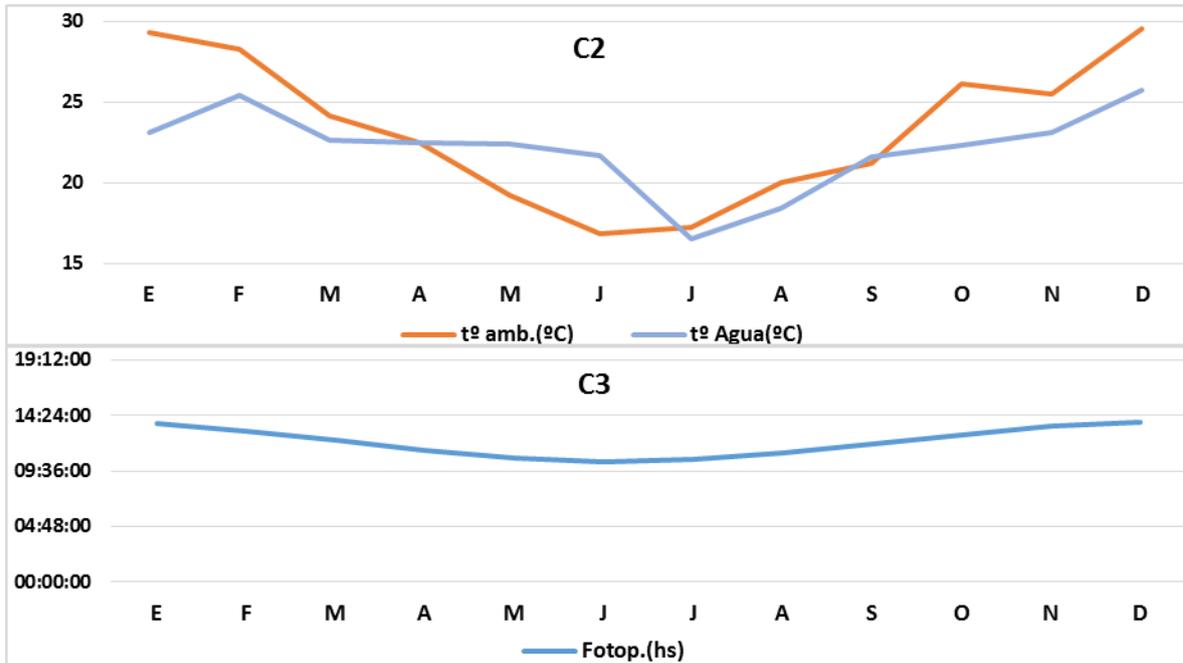


Figura 9. Evolución a lo largo de un año estándar del promedio de cada uno de los indicadores de madurez en los machos (A1) y en las hembras (B1) e indicadores del peso relativo del hígado en los machos (A2) y en las hembras (B2); donde Índice Gonado-Somático en relación al peso total (IGS); Índice Gonado-Somático en relación al peso eviscerado (IGSev); Índice Gonado-Somático en relación al peso total sin restarle el peso gonadal (IGS'); Índice Gonado-Somático en relación al peso eviscerado sin restarle el peso gonadal (IGSev'); Registro Gonado-Somático (RGS); Índice Hepato-Somático en relación al peso total (IHS); Índice Hepato-Somático en relación al peso eviscerado (IHS). Confrontado con parámetros físicos en el Puerto de Corrientes: en (C1) Altura o nivel hidrométrico en metros y Promedio de Precipitación diaria en milímetros (Pptción., mm); en (C2) Temperaturas ambiente (t° amb., °C) y del agua (t° agua, °C) en grados centígrados; en (C3) Fotoperíodo (Fotop., hs.) en horas de luz.

La figura 9 - B1 indica que el acumulo de vitelo en los ovocitos es un fenómeno un tanto más parsimonioso al inicio del ciclo reproductivo, de manera que el crecimiento del peso ovárico presenta una tasa más baja y constante.

**Cambios en el Peso del Hígado:** Las gónadas y el hígado presentan apreciables cambios de volumen y peso durante todo el año en función de su actividad. Incluso durante el período reproductivo toman valores muy dispersos, lo que se refleja en bajas correlaciones entre el RGS y el IGS con IHS. El comportamiento del hígado parecería ser totalmente diferente en ambos sexos. En las hembras (figura 9, B2), ambos índices hepáticos (IHS e IHS<sub>ev</sub>) presentan un mínimo entre abril y mayo para ir incrementando sus valores durante todo el resto del año hasta obtener un máximo entre fines de octubre y diciembre. Aquí la actividad del hígado va más allá de la degradación de los



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

elementos nutrientes. A medida que va progresando la recuperación, durante el período que va del otoño hacia la primavera, estos incrementos expresarían la migración de grasa desde los depósitos corporales para incorporarse al hígado donde es metabolizada y transformada en elementos vitelogénicos, los que a su vez migrarán para aportar vitelo exógeno a los ovocitos durante su desarrollo. Luego de septiembre acompañan a los indicadores de madurez sexual hasta sus máximos valores. Esta asociación sinérgica da idea de que la transformación de grasa a vitelo y su posterior traslado y acumulación ovocitaria vendrían dados por procesos metabólicos relativamente rápidos. En machos, el hígado incrementa su peso relativo hacia el fin del verano donde obtiene su mejor condición (figura 9, A2). Sus indicadores alcanzan un máximo entre marzo y abril para caer a lo largo del resto del año. Al promediar el otoño, cuando ya ha mermado la disponibilidad de nutrientes, la actividad metabólica en el hígado decae lentamente, tomando un mínimo entre noviembre y diciembre.

*Parámetros físicos:* Durante el pico de desove (precisado durante diciembre) el promedio de la *temperatura ambiente* supera los 28°C y la *temperatura del agua* los 24°C (figura 9 – C2); aquí el *fotoperíodo* está por encima de las 13 horas y media de luz (figura 9 – C3). En los meses cuando se observan individuos en Reposo (VII), o bien abundan los estadios en maduración (II, III o IV), los registros de estos parámetros físicos presentan valores inferiores. Las *precipitaciones* al fin de la primavera parecen ser un buen estímulo para disparar el desove. De manera tal que, los años con altos registros pluviométricos y máximos niveles hidrométricos hacia el inicio del verano resultaran una óptima oportunidad para obtener la mejor sobrevivencia de los huevos fecundados (figura 9 – C1).

### *ESQUEMA ANUAL DE LA MADURACIÓN SEXUAL EN LA POBLACIÓN*

En la figura 10 se muestran los histogramas de frecuencia mensual de los estadios gonadales que ocurren en ambos sexos. En ellos puede observarse que el estadio de reposo (VII) se mantiene durante gran parte del año. Dadas las limitaciones del muestreo, aun no podemos confirmar que este estadio esté presente siempre. Va adquiriendo importancia durante el verano hasta alcanzar un máximo hacia marzo,



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

sosteniéndose así durante todo el invierno. Desde julio ira siendo reemplazado paulatinamente por procesos madurativos (estadios II, III y IV) al acercarse un nuevo ciclo reproductivo. Este fenómeno se ve más claramente en las hembras (figura 10 - b). Las gónadas en maduración intermedia (III) y en maduración avanzada (IV) alcanzan hasta el 80% del total muestreado desde octubre. La mayor frecuencia de individuos en maduración avanzada (IV), que se da entre noviembre y principios de febrero, coincide con el momento cuando los registros de IGS alcanzan mayores valores. La mejor en estadio V y VI daría indicios de que el pico de desove ocurre en diciembre. Hacia fines de febrero los ovarios desovados ya están agotados, aumentando fuertemente la proporción de las gónadas en reparación. Si bien la anterior es una descripción de lo que ocurre a grandes rasgos, no obstante, en el período entre fines de octubre y fines de enero los aspectos gonadales resultan muy variables, encontrándose gónadas desde una maduración temprana (II) o incipiente hasta la condición de desovado (VI). A principios de marzo, ya no se observan en los ovarios contingentes de ovocitos destinados para una nueva puesta.

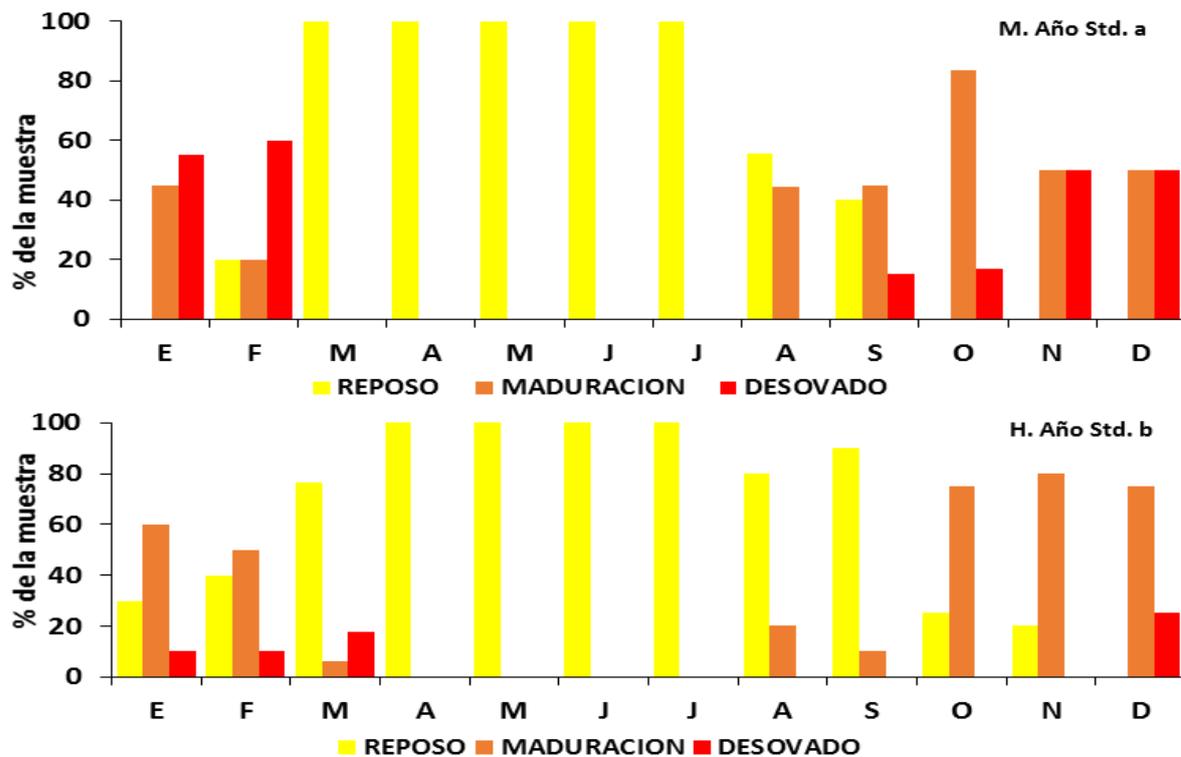


Figura 10 - a y b. Histogramas de frecuencia a lo largo del año de estadios gonadales en ambos sexos en la muestra (a: machos, b: hembras)



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

En los machos (figura 10 - a) el esquema se ve algo más complejo. Posiblemente, por asignar muchas veces como en maduración a testículos en reposo. La incertidumbre, en cuanto a establecer un criterio para adjudicar histológicamente un estadio determinado, se potencia en observaciones macroscópicas de campo y en parte esta dada por la permanencia de espermatozoides en los túbulos seminíferos durante todo el invierno.

## **DISCUSIÓN y CONCLUSIONES:**

Estas conclusiones son extraídas analizando el grupo poblacional de la especie que corresponde a los individuos de mayor envergadura registrados hasta el momento.

En las hembras la fecundidad potencial está comprendida entre un millón y medio y casi ocho millones de huevos vitelados, para hembras de 100 a 127 cm de longitud estándar. Las correlaciones entre los valores de fecundidad potencial y el Peso total, el Peso total eviscerado y el Largo estándar no son buenas, debido a su dispersión. No obstante, la fecundidad relativa fue estimada entre 128 y 567 huevos vitelados por gramo de hembra, con un valor promedio 243 ( $\pm 133$ ) ovocitos.

En cada período reproductivo se elimina un solo lote de huevos (desove total). Aunque puede ocurrir en forma fraccionada. Se trata de un desove anual simple, con una fecundidad determinada. El diámetro modal de la última camada de huevos madurantes se encuentra entre 700 y 800  $\mu\text{m}$ , es independiente y, por lo tanto, se mantiene a lo largo de todas las tallas. O sea que, la calidad de los huevos en cuanto a acumulo de vitelo no depende de la envergadura del individuo.

En los machos, la longitud máxima de los septos testiculares se correlaciona bien con el grado de madurez del individuo, de manera tal que puede ofrecer una buena estimación durante las tareas de campo.

Se evidencia una marcada predominancia de hembras en Madurez Avanzada (IV), en Desove (V) y en Regresión (VI) entre noviembre y febrero.

El sutil incremento del RGS en hembras y los máximos valores alcanzados por el resto de los indicadores revelan que el pico del desove comienza a fines de noviembre y se



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

desarrolla durante todo diciembre, cuando el fotoperíodo, la temperatura ambiente y la del agua son mayores. Las precipitaciones del fin de la primavera parecen un buen estímulo para disparar el desove y dan la oportunidad para obtener la mejor supervivencia de los huevos fecundados. El ciclo reproductivo se extendería hasta febrero, cuando aun es probable encontrar individuos habilitados para la puesta. Ésta consiste en un desove total, aunque puede ocurrir de forma fraccionada. O sea, una serie de eventos que se evidencian por la vacuidad parcial de las gónadas; y también, a través de la observación en las hembras de ovocitos maduros que permanecen en el ovario y que podrían ser desovados durante la misma estación en un segundo momento. Desde abril y hasta agosto muchos individuos permanecen en Reposo (VII). Pero, también se notan varios ejemplares en este estadio aún bastante bien entrado en el período de fresa.

En cuanto a la homologación de los esquemas de maduración reproductiva de Chaco y EBIPES, el estadio Maduración (IV) de Chaco para las hembras fue desdoblado en dos estadios: Maduración Intermedia (III) y Maduración Avanzada (IV), debido a que los eventos microscópicos como la acumulación de vitelo en la última etapa son definitorios para un desove de gametas con alguna posibilidad viable. De igual modo, el estadio de Actividad (IV) del Chaco para los machos fue también desdoblado en dos estadios: Maduración Intermedia (III) y Maduración Avanzada (IV), debido a la observación de eventos microscópicos como la presencia de cierta inmadurez de los espermatozoides en los ductos espermáticos y el conducto colector eferente. Estos fenómenos consisten en una paulatina concentración cromatínica en sus cabezas, que se tornan cada vez más pequeñas, y un simultáneo aumento de la masa de espermatozoides en el túbulo seminífero y también en el ducto espermático colector. Es aquí donde se completa la maduración de estas células germinales, obteniendo así la capacidad de ser viables. Por tanto la descripción de este último estadio es fundamental para eventuales manipulaciones con fines reproductivos. Recomendamos entonces a la provincia de Chaco desdoblar el estadio de Maduración IV en dos estadios: “Maduración Intermedia” y “Maduración Avanzada”, dado que esta descripción precisa las mejores posibilidades de viabilidad de las gametas, en cuanto a su fertilidad. Un análisis más fino en este detalle dará registros históricos más robustos, cuyas estadísticas ayudarían a un mejor conocimiento de las condiciones biológicas; las que servirán en futuras manipulaciones con fines reproductivos sobre esta población de la especie.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Debido quizá a la gran dispersión de los datos individuales, aun es prematuro poder sacar conclusiones definitivas sobre la incidencia de los factores físicos como estímulo para desencadenar la respuesta fisiológico-reproductiva. De manera que el número de registros resulta todavía insuficiente para obtener una idea de la tendencia que sigue la asociación de los diversos parámetros puestos en juego en la evaluación de este estudio. Es esperable que un seguimiento ulterior en la colección de datos ira aclarando cuál es el parámetro más importante para producir ese disparo.

## BIBLIOGRAFÍA:

Amato de Vazzoler, A. E. Biología da reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática. EDUEM – Maringá. 1996.

Andreu, B., Dos Santos Pinto, J. Características histológicas y biométricas del ovario de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) en la maduración, puesta y recuperación. Origen de los ovocitos. *Investigación Pesquera*. 6, 3 – 27. 1957.

Araújo-Lima, C. A. R. M. & Bettancourt, M. M. A reprodução e o início DA VIDA DE *Hoplias* (*Erythrinidae*: *Characiformes*) na Amazonia Central. *Acta Amazonica*, 31 (4): 693-697. 2001.

Araya, P., Hirt, L. & Flores, S. Biología reproductiva y crecimiento de *Pimelodus clarias maculatus* (Lac. 1803) (Pisces, Pimelodidae) en la zona de influencia del embalse Yacyretá. *Ecología austral*, v. 13, n. 1; Córdoba ene. / jun. 2003.

Batlouni, S. R., Romagosa, E. Borella, M. I. The reproductive cycle of male catfish *Pseudoplatystoma fasciatum* (Teleostei, Pimelodidae) revealed by changes of the germinal epithelium. An approach addressed to aquaculture. *Animal Reproduction Science*. 96, 116 – 132. 2006.

Baxter, I. G. Fecundities of Winter-Spring and Summer - Autumn Herring spawners. *Extraits du Journal du Conseil International pour l'exploitation de la mer*. Vol. XXV. N° 1, 1959.

Bialetyzky, A., Nakatani, K., Sanches, P. V. & Baumgartner, G. Spatial and temporal distribution of larvae and juveniles of *Hoplias* aff. *malabaricus* (*Characiformes*,



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

*Erythrinidae*) in upper Paraná river floodplain, Brazil. *Brazil J. Biol.*, 62(2): 211-222. 2002

Billard, R. La Gamétogenèse, le cycle sexual et le contrôle de la reproduction chez les poissons téléostéens; p. 117 – 136, n° 273. 1979.

Billard, R. Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes. *Aquaculture*, 100 (263 – 298). 1992.

Bowers, A. B., Holliday, F. G. T. Histological changes in the gonad associated with the reproductive cycle of the herring (*Clupea harengus L.*). *Mar. Res.* 5, 1 – 16. 1961.

Calvo, J., Morriconi, R. y Lagreca, M. Estudios ictiológicos (desarrollo gonadal). En trabajos técnicos, 2da. Etapa. Convenio estudio Riqueza Ictícola. Ed. Dir. Recursos Pesqueros. La Plata (mimeo). 1966.

Caramaschi, E. P. & Godinho, H. M. Reprodução de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) *Teleostei, Erythrinidae*) na represa do rio Pardo (Botucatu-SP). *Histologia e escala de maturacao do ovário. Rev. Brasil Biol.*, 42(3): 635-640. 1982.

Davis, Y. L.O. Reproductive Biology of the freshwater catfish, *Tandanus tandanus* Mitchell, in the Gwyndir river, Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 28, 159 – 169. 1977.

Hirt de Kunkel, L. & Flores, S. Estructura histológica de los ovarios de *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) Pimelodidae, Siluriformes. *B. Inst. Pesca. Sao Paulo*, 23 (203 -12).1994.

Hodder, V. M. Fecundity of Grand Bank Haddock. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 20 (6), 1465 – 1487. 1963.

Hodder, V. M. The fecundity of Herring in some parts of the New Foulard area. *ICNAF. Research Bulletin*, n° 9. 1972.

Hubbs, C., Stevenson, M., Peden, A. E. Fecundity and egg size in two central Texas darter population. *The Southwestern Naturalist*. 13 (3): p. 301 – 324, Dec. 10. 1968.

Hunter, J. R., Goldberg, S. R. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin*. Vol.77 – n° 3. 1980.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Inturias, A. Edad, crecimiento y reproducción de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonía boliviana. Tesis Msc. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica. La Paz.p.139 – 149. 2007.

Lam, T. J. Environmental influences on gonadal activity in fish. En Fish Physiology (Hoar, W.S., Randall, D. J. and Donaldson, E. M., Eds.) vol. 98. Academic Press. P. 65 – 116. 1983.

Lowe, R. M., Mc Connell, R. H. Fish Communities in tropical freshwaters: Their Distribution, Ecology and Evolution. Longmans. Green New York. 1975.

Macer, C. T. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the North Sea and English Channel. *J. Fish. Biol.* 6, 415 – 438. 1974

Mac Gregor, J. S. Fecundity of the Pacific Hake, *Merluccius productus* (Ayres). *Calif. Fish. and Game*, 52 (2): 111 – 116. 1966.

Machado-Allison, A. Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. *Interciencia*, 15: 411-423. 1990.

Marques, D. K., Gurgel, H., Lucena, I. Epoca de reprodução de *Hoplias malabaricus*, Bloch, 1794 (*Osteichthyes*, *Erythrinidae*) da barragem do rio Gramame, Alhandra, Paraíba, Brasil. *Rev. Bras. Zoociencias Juiz de Fora* V. 3 n° 1, p.61 – 67. Junio. 2001

Matcovic, M., Pisanó, A. Algunos aspectos de la biología reproductiva de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Pices, *Erythrinidae*) – Tesis doctoral. LABINE – CONICET – FCEyN – UBA. 1989.

Nomura, H. Fecundidade, Maturação sexual e Índice Gonadosomático de Lambaris do genero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (*Osteichthyes*, *Characidae*), relacionados com fatores ambientais. *Rev. Brasil. Biol.*, 35 (4): 775 – 798. 1975.

Núñez, J., Duponchelle, F., Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiol Biochemical*. DOI 10.1007/s 19695-008-9241-2. Springer Science+Business Media B. V. May, 2008.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Oliveira, R. D. & Nogueira, F. M. de B. Characterization of the fishes and of subsistence fishing in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Rev. Brasil. Biol.*, 60 (3): 435-445. 2000,

Paiva, M. P. Fisiocología da Traira, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) no nordeste brasileiro. Crescimento, Resistencia á salinidade, Alimentação e Reprodução. Tese de Doutorado. 140pp. Inst. de Biociências da USP. 1972

Picotti, G.C., Telichevsky, S. Estudio comparativo de la fecundidad del Sábalo (*Prochilodus platensis* Holmberg 1889), del río Paraná en las áreas de Bella Vista y Rosario. Convenio INIDEP – A y E – SECyT. Bs. As. (no publicado).

Proyecto Evaluación del Recurso Sábalo en el Paraná – SAGPyA. Serie Pesca y Acuicultura – Estudios e Investigaciones Aplicadas. N° 1. 2007.

Relatorio anual de Projeto “Ictiofauna e Biología Pesqueira” (março de 1985 a fevereiro de 1986). Reservatorio de Itaipu – Fund. Univ. Estadual de Maringá. 1987.

Saglio, Ph. Interactions sociales chez les poissons: Les Phéromones; p.173 – 184 – *Bulletin Français de Pisciculture*. N° 273. 1979.

Silva-Acuña, A. & Barrios, A. Condición reproductiva del bagre rayado *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840) en el delta superior del Río Orinoco, Estado Delta Amacuro, Venezuela. *Bol. Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 51 (2): 139 – 150. 2012.

Telichevsky, S. Ciclo sexual y mecanismo de maduración del ovario de la boga *Leporinus obtusidens* (Val.). *Rev. Ecología*. N° 6, 9 – 14. Diciembre. 1981.

Telichevsky, S., Fortuny, A., Picotti, G. C. Ciclo sexual del Sábalo (*Prochilodus platensis* Holmberg 1889) del río Paraná en el área de Bella Vista. INIDEP. Convenio A y E / SECYT. Informe n° 89 – Cod. 710. Bs. As., Agosto. 1985.

Valbuena-Villareal, R., Zapata-Berruecos, B. y Cruz-Casallas, P. Reproducción inducida de Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) con extracto de hipófisis de carpa: reporte preliminar. *Orinoquia*. V.14, n° 2, Meta july / Dec. 2010.



Santa Fe



Entre Ríos



Chaco



Corrientes

Vera, R. y Monasterio, G. Ciclo sexual y fecundidad de *Pimelodus albicans* (Val., 1840) Pisces: Siluriformes: Pimelodidae) de la Provincia de Salta. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*. 22 (2): 19 – 34. 1991.

Welcome, R. L., comp. Inland Fisheries, Ecology and Management. F. A. O. 2001.

Wootton, R. J., Mills, L. A. Annual cycle in female minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) from an upland Welsh lake. *J. Fish. Biol.* 14, 607 – 618. 1979.

*Agradecimientos:* Muy especialmente al Sr. Leonardo Behr y a todo el personal del puesto de control del Puerto de Antequeras, por su compromiso cotidiano con las tareas técnicas y recolección de muestras. A la Dirección de Fauna y Áreas Naturales Protegidas, Subsecretaría de Recursos Naturales, Ministerio de Producción, Provincia del Chaco, a la Dirección de Pesca Continental, Ministerio de Agroindustria de la Nación, que hicieron posible esta investigación; a la Prefectura Naval Argentina y la Empresa Aguas de Corrientes S. A. que brindaron parte de los datos físicos utilizados.

GUSTAVO CÉSAR PICOTTI – Dirección de Pesca Continental – Ministerio de Agroindustria de la Nación – 01143008014 – [gcpicotti@gmail.com](mailto:gcpicotti@gmail.com)

FOTOS:

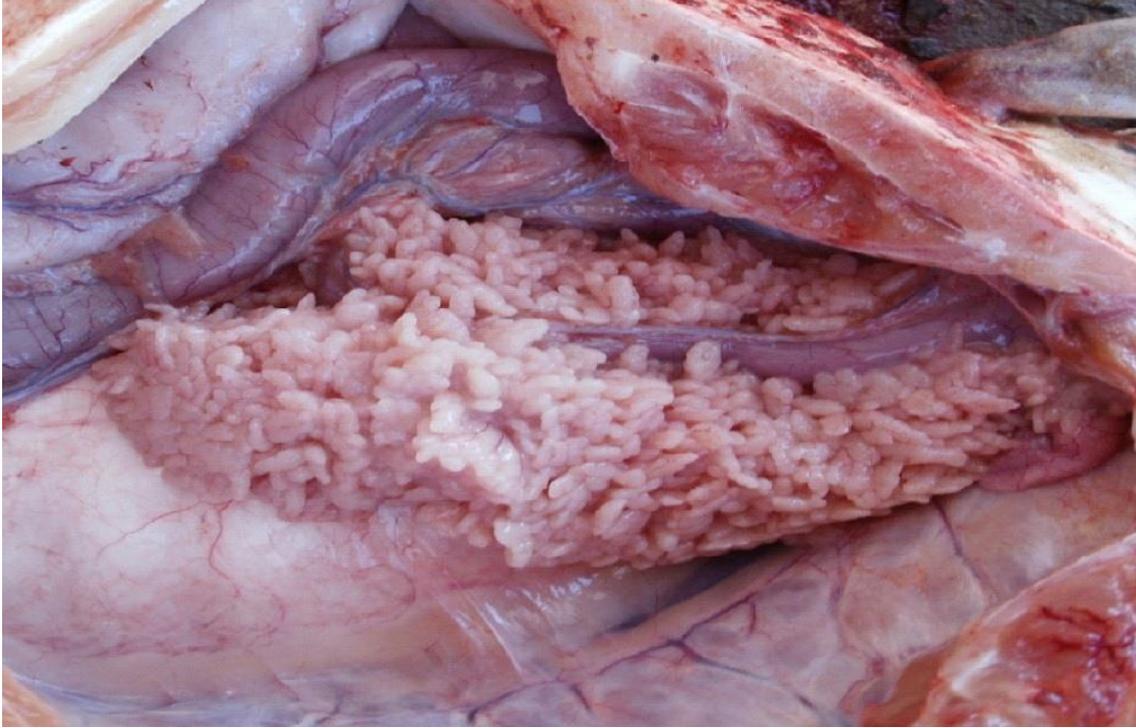


Foto 1. Aspecto de los septos testiculares dispuestos sobre la superficie del órgano reproductor masculino

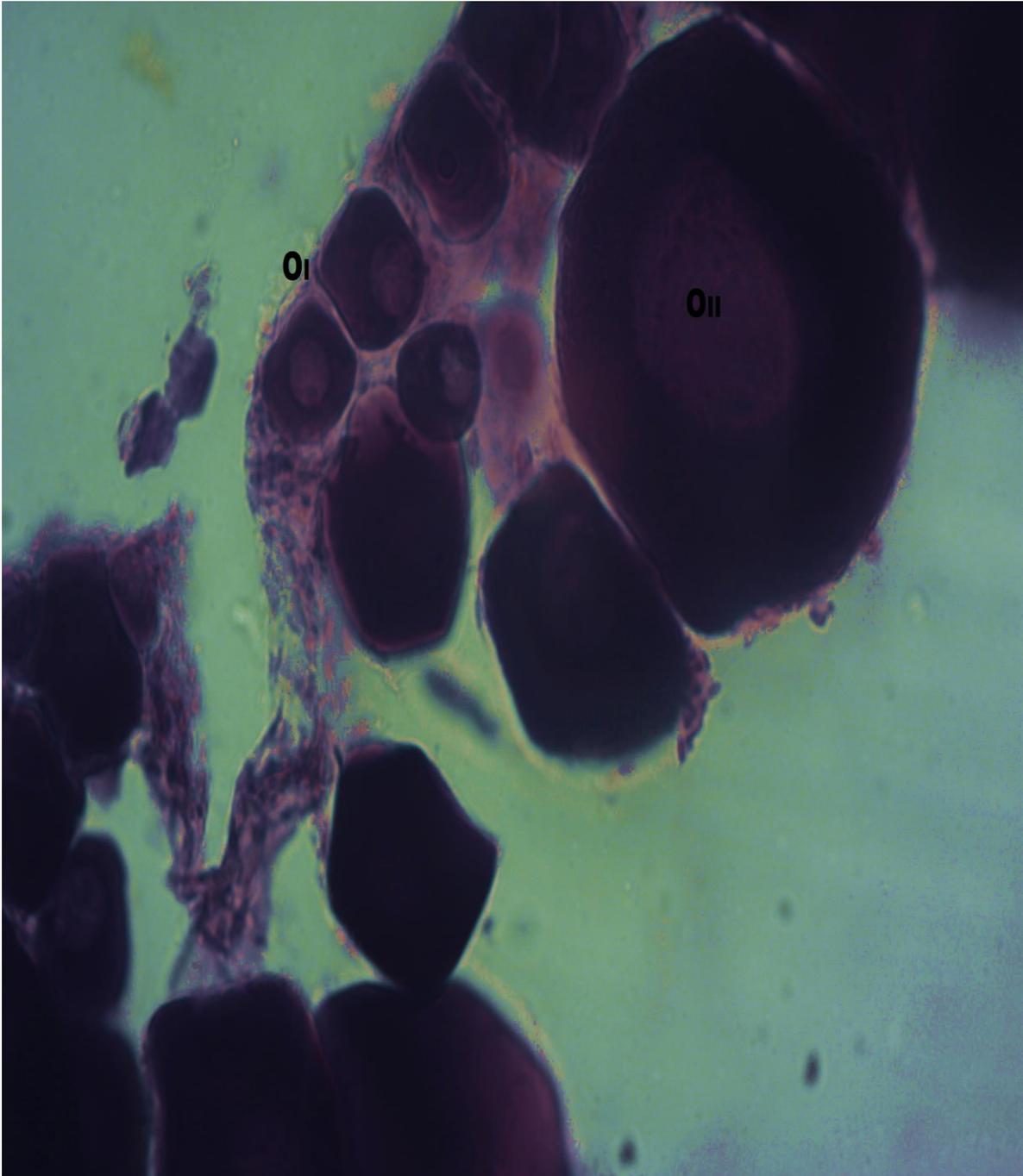


Foto 2. Vista panorámica de septos ováricos con Ovocitos I (**Ov I**) y Ovocito II (**Ov II**). (400 X)

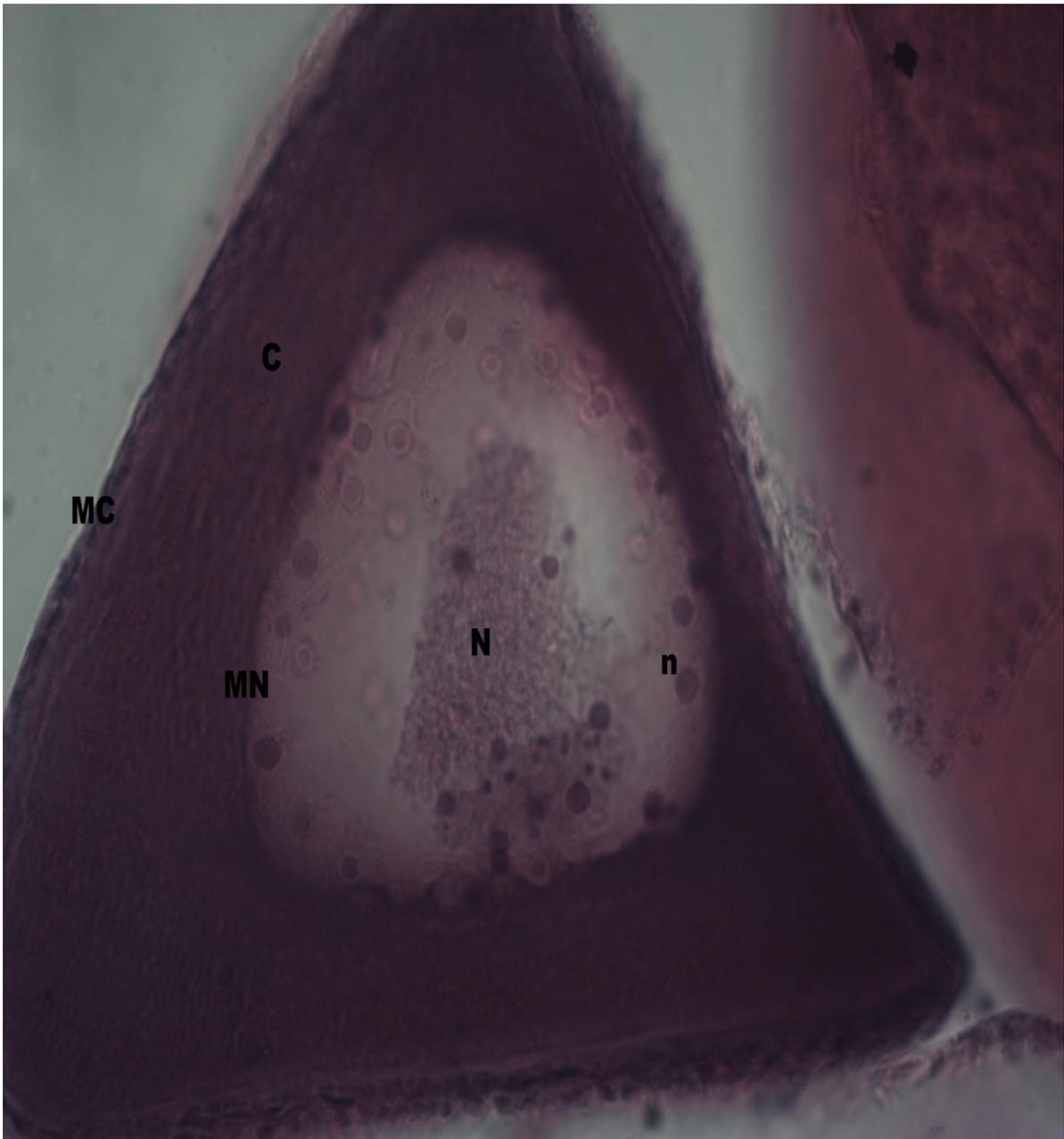


Foto 3. Ovocito II con citoplasma (C) basófilo, fuertemente teñido de hematoxilina; nucléolos (n) en el núcleo (N), membrana celular (MC) y membrana nuclear (MN). (400 X)

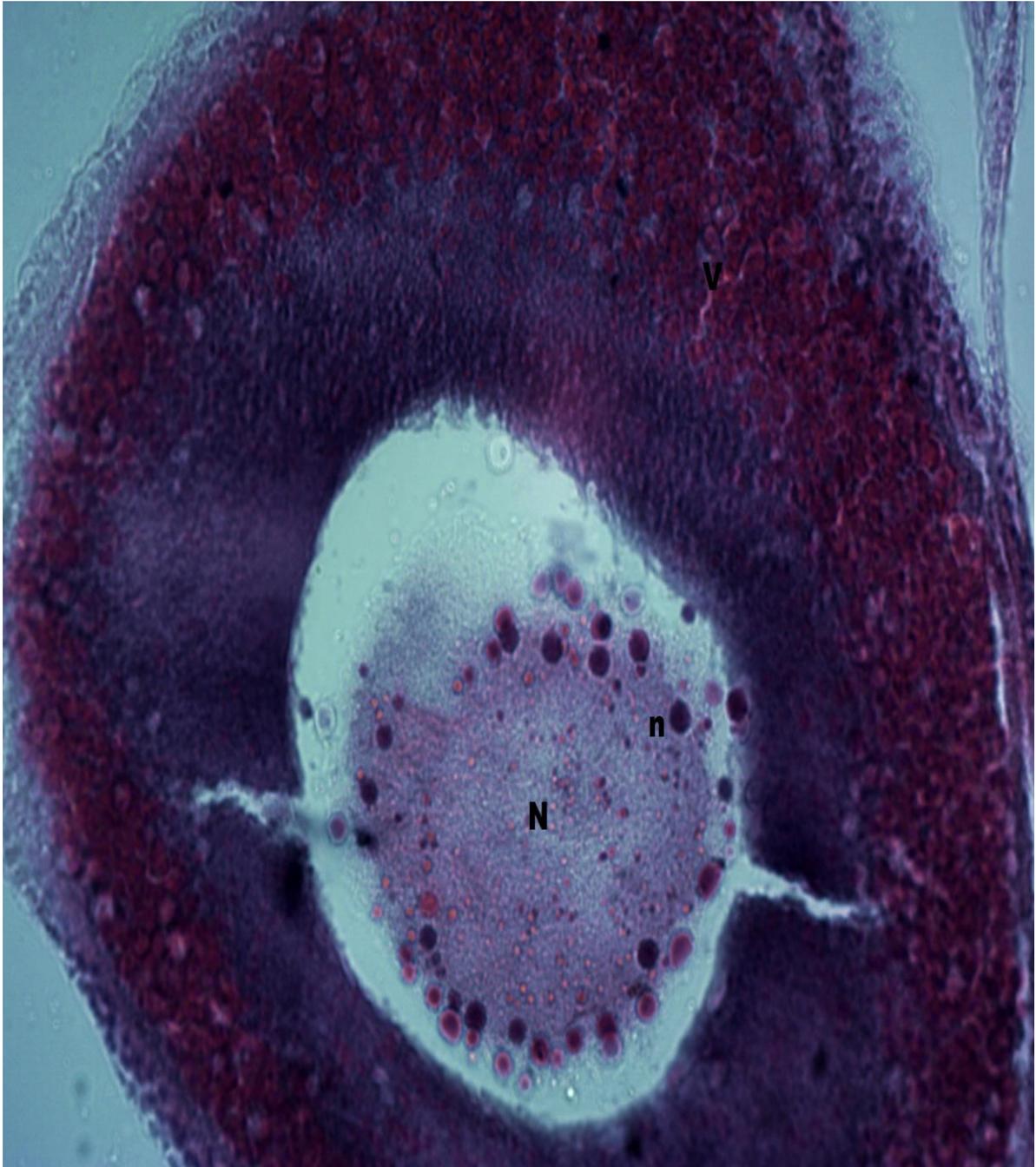


Foto 4. Ovocito III con Vesículas de vitelo (V); Núcleo (N); Nucléolos (n). (400 X)

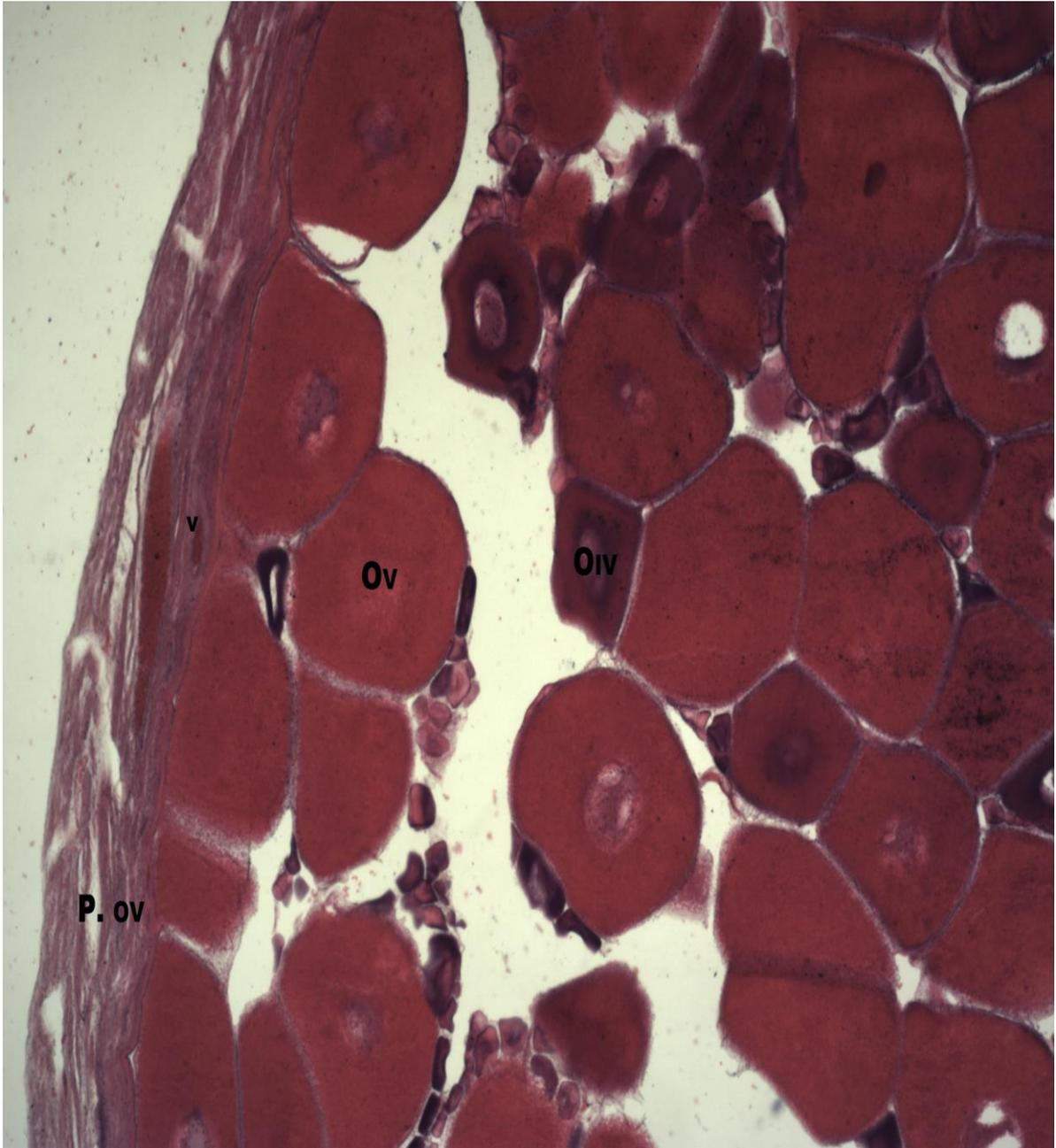


Foto 5. Aspecto panorámico de gónada en estadio IV; Pared ovárica (**P. ov.**); vaso sanguíneo (**v**); Ovocito IV (**OIV**) y Ovocito V (**OV**). (40 X)

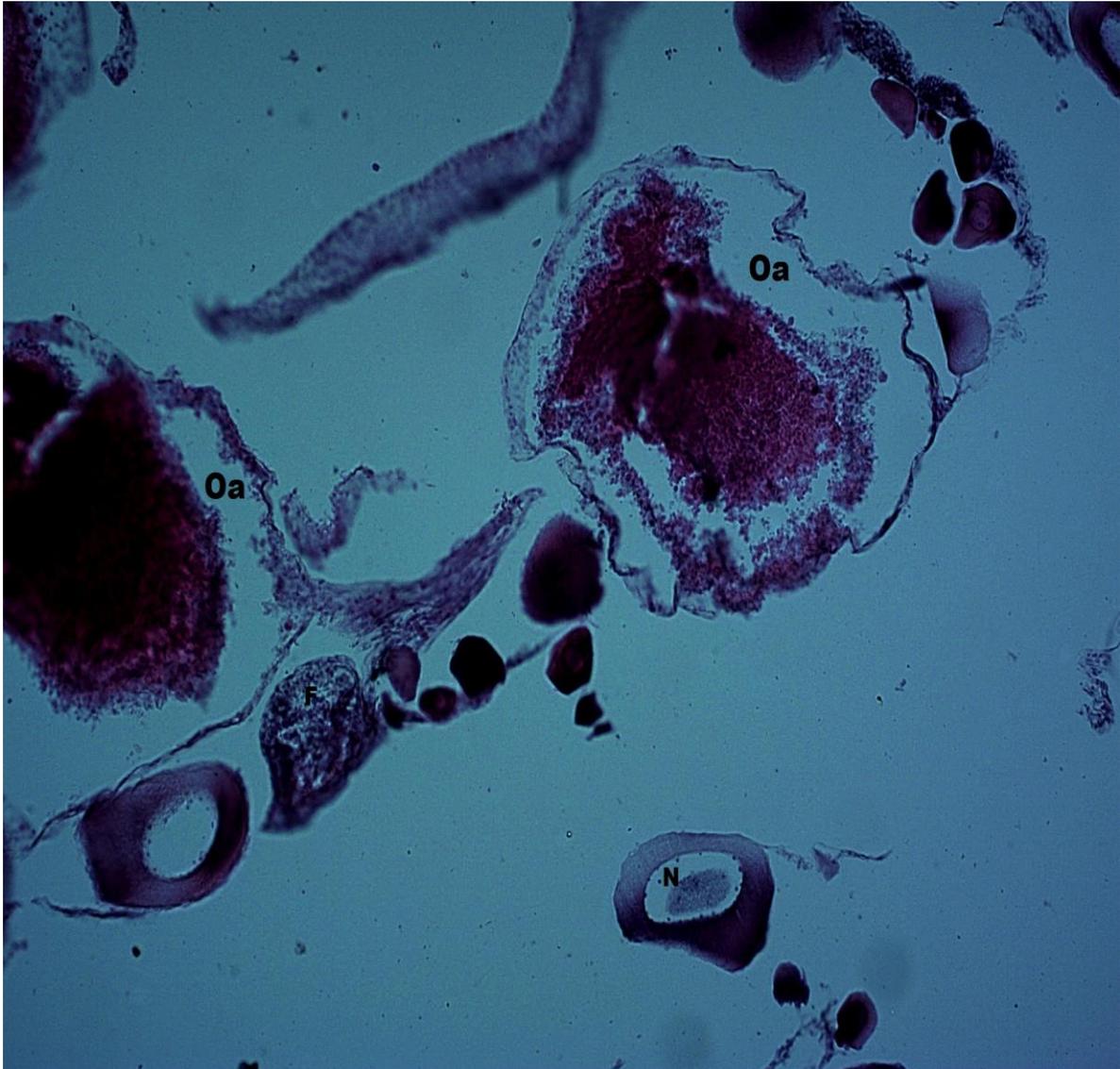


Foto 6. Folículo vacío post-ovulatorio (**F**); ovocitos residuales en atresia (**Oa**) y Ovocito II con nucléolos en el núcleo (**N**). (400 X)

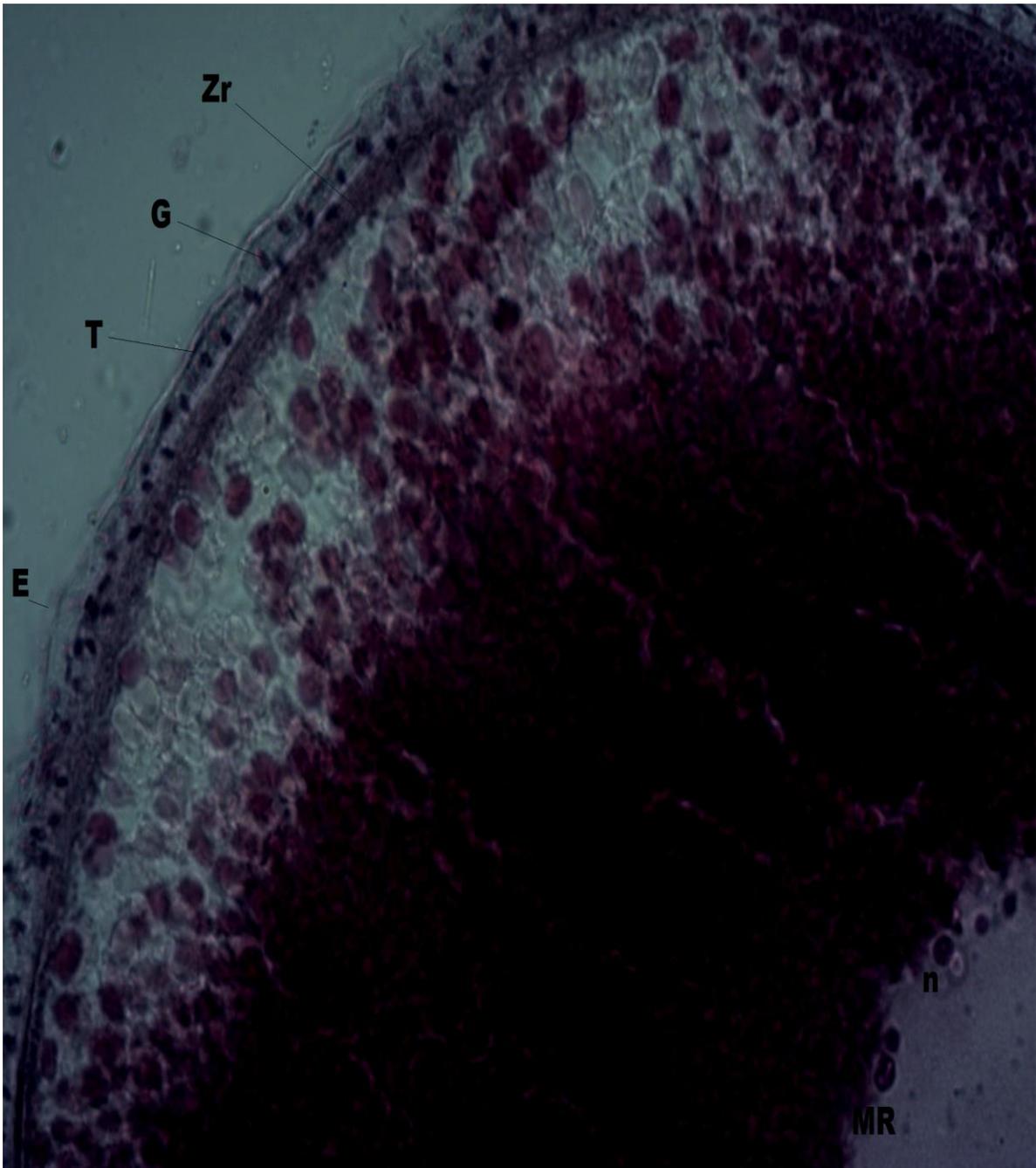


Foto 7. Detalle de Ovocito IV que presenta tres capas extra-ovocitarias. Capa de fibroblastos muy delgada (tejido conjuntivo) formando la Teca (T). Granulosa (G) folicular o folículo simple como capa monoestratificada de células cúbicas. Zona radiata o pelúcida (Zr). Hacia el interior de la célula, en el núcleo aún se notan los nucléolos (n) y la membrana nuclear comienza a sufrir regresión (MR). (400 X)

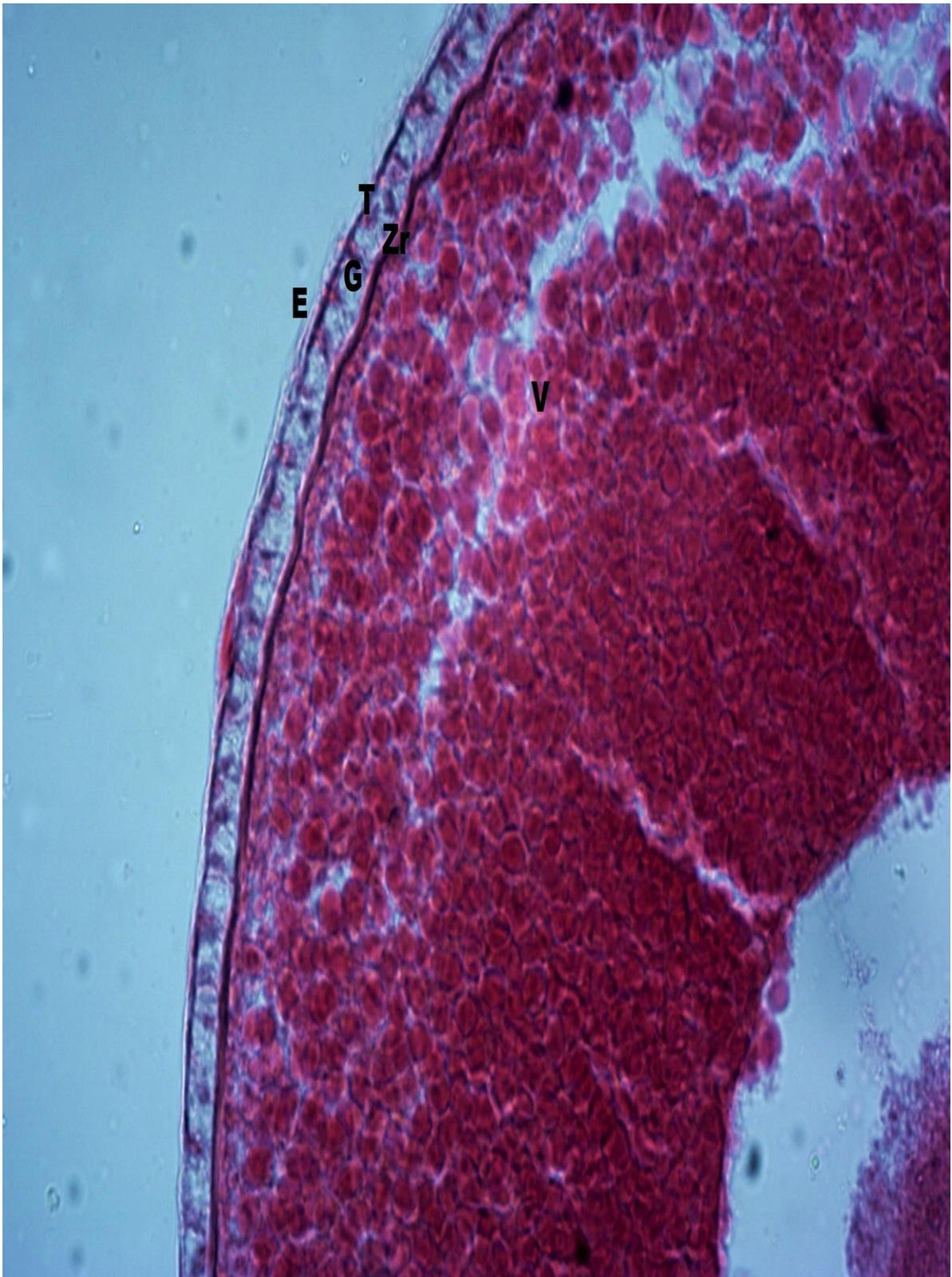


Foto 8. Ovocito V. Epitelio superficial (E); Cubierta folicular o Teca (T) muy delgada con fibroblastos; Capa folicular granulosa (G) mono-estratificada con células cúbicas; Zona radiata (Zr); Vesículas de vitelo (V). (400 X)

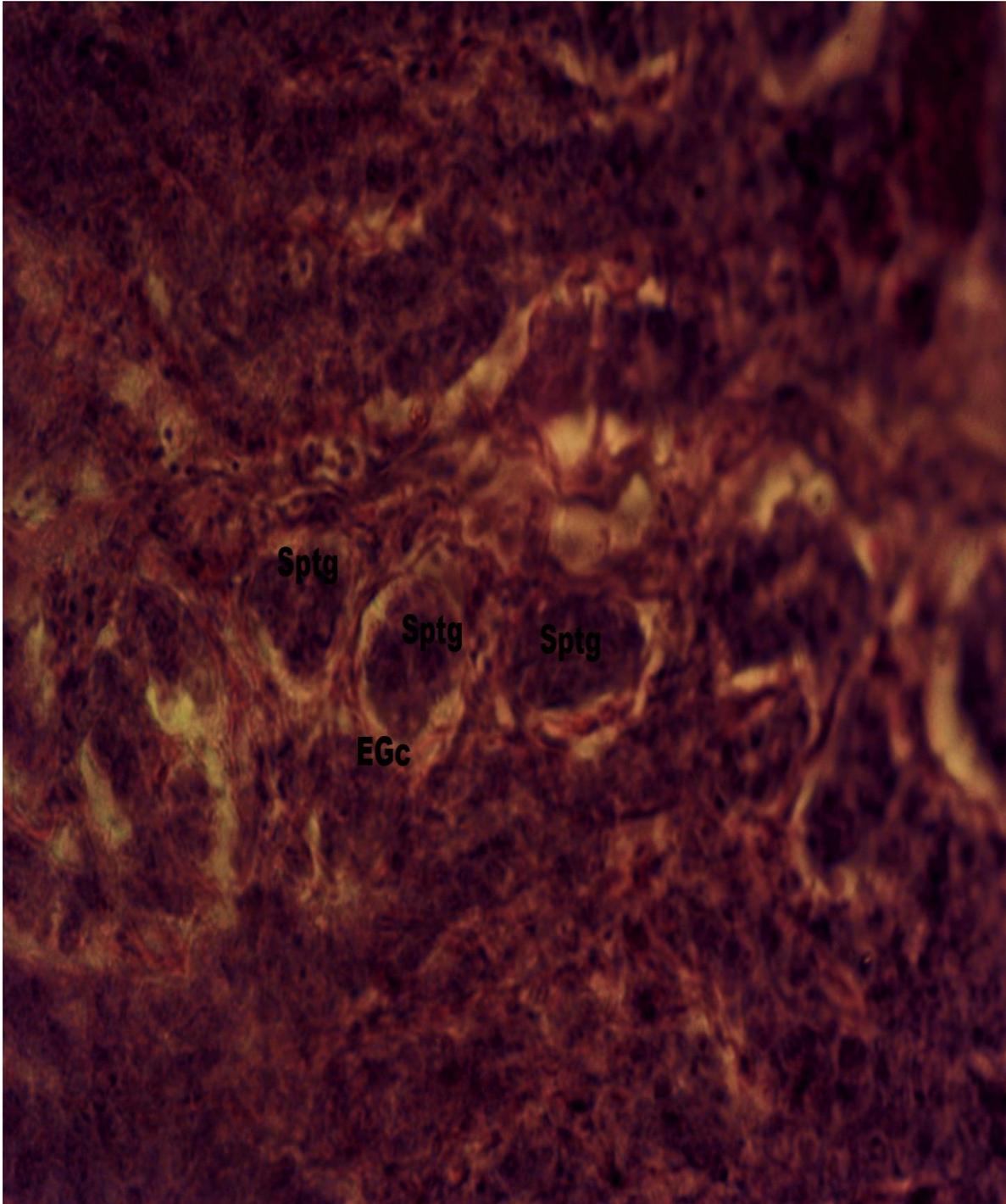


Foto 9. Aspecto general de un testículo en estadio Virginal (I), donde se ven nidos de espermatogonias (**Sptg**) rodeados con una capa de Epitelio Germinal continuo (**EGc**). (1000 X)

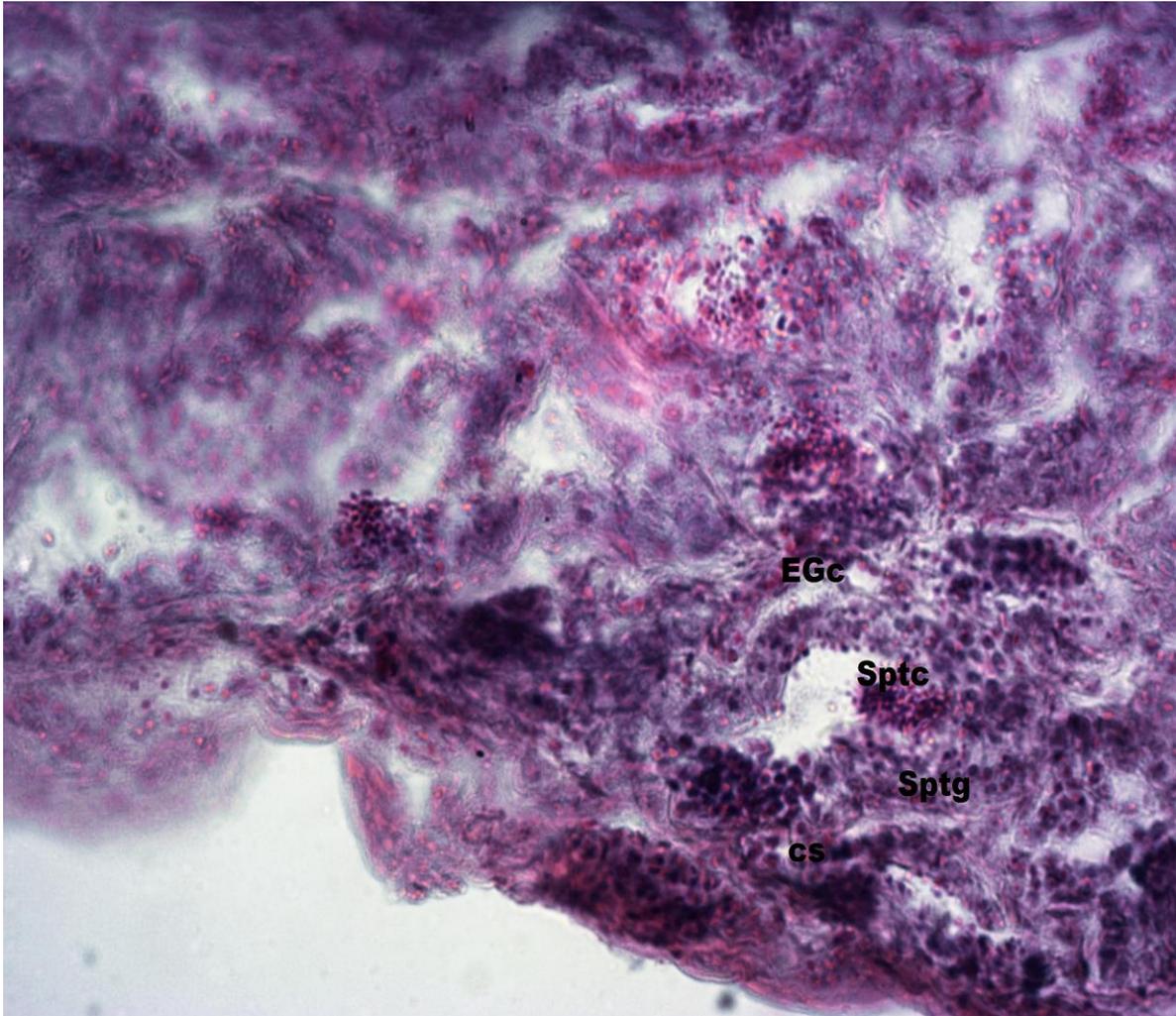


Foto 10. Aspecto general de testículo en estadio I; con la formación de un túbulo seminífero. Se ve Célula de Sertoli (CS); nidos de espermatogonias (Sptg); nidos de espermatocitos (Sptc); Epitelio Germinal continuo (EGc). (400 X)

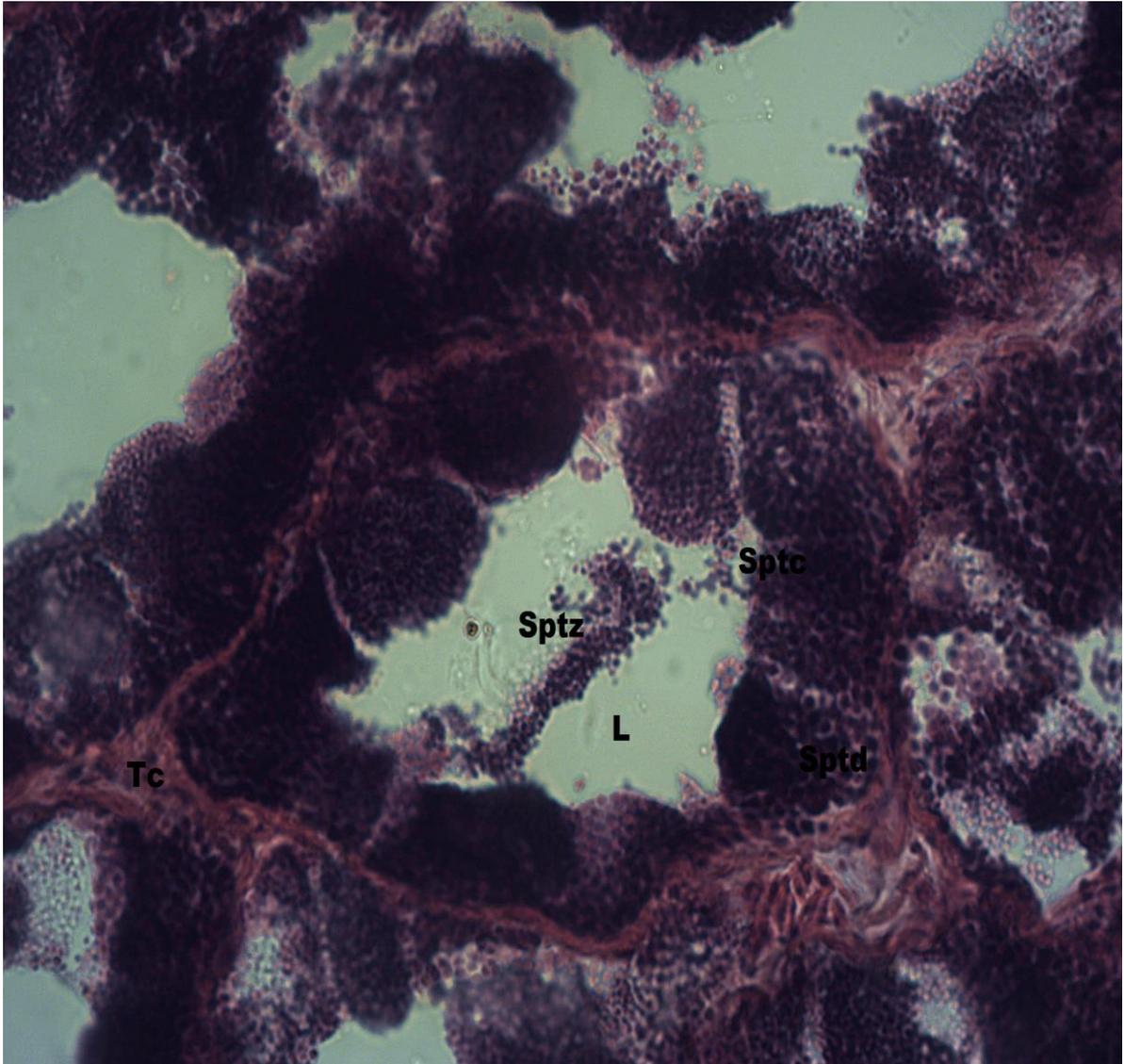


Foto 11. Aspecto general de un túbulo seminífero de testículo en estadio V; Se observa límite externo de tejido conectivo (**Tc**); Lúmen seminífero (**L**); nidos de espermatidas (**Sptd**); nidos de espermátocitos (**Sptc**); espermatozoides (**Sptz**). (400 X)

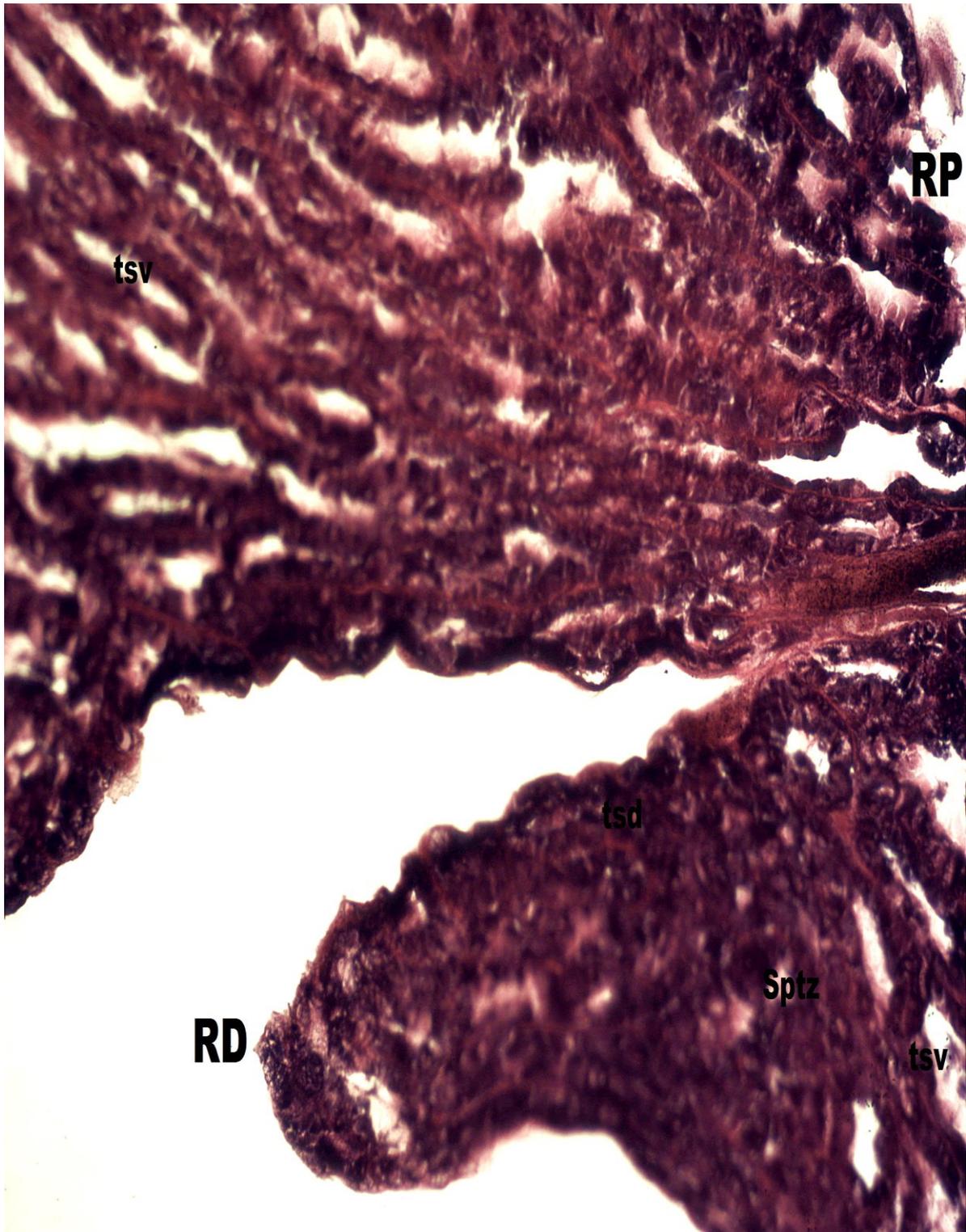


Foto 12. Aspecto general de testículo en estadio Fluyente (V). Se observa región distal (RD) de septo con túbulos seminíferos densos (tsd), con función principal de espermiogénesis y región proximal (RP) de septo, con funciones espermiogénica y de almacenamiento de espermatozoides (Sptz), donde los túbulos seminíferos se ven parcialmente vacíos (tsv) por encontrarse durante el desove. (40 X)