

ESTUDIO HISTOLOGICO DE LA OVOGENESIS
DEL ATUN ALETA AMARILLA
Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788)
EN EL PACIFICO DE COLOMBIA ¹

*Gustavo Gutierrez C.
Fernando Quintero
Efraín A. Rubio R.*

*Departamento de Biología,
Universidad del Valle.*

Resumen

Del análisis de 186 atunes aleta amarilla *Thunnus albacares* capturados por la flota atunera en el Pacífico de Colombia durante 1990, se establecieron diferentes etapas del desarrollo gonadal, y se analizaron las diferentes etapas de la ovogénesis; se proponen cuatro (4) etapas de desarrollo: Ovocito tipo I (diámetro ovocitario entre 16 y 194 μ); ovocito tipo II o estadio de vesícula vitelina (diámetro 149 - 263 μ); ovocito tipo III o estadio inicial de vitelogénesis (ovocito entre 263 - 550 μ) y ovocito tipo IV o estadio final de vitelogénesis (> 550 μ de diámetro).

El atún aleta amarilla desova probablemente en nuestra costa en los meses de Mayo, Noviembre y Diciembre, se sugieren como probables áreas de desove 5N 79W y 8N 79W a 60 millas de la costa para el mes de Mayo y el área comprendida entre el Golfo de Tortugas y Cabo Corrientes a 40 y 100 millas de la costa en los meses de Noviembre - Diciembre.

¹Contribución 57 del CIME (Centro de Investigaciones marinas y Estuarinas de la Universidad del Valle)

Introducción

El atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) es una especie epipelágica, nerítica y oceánica de amplia distribución mundial, encontrándose en todas las aguas tropicales y subtropicales de los océanos Índico, Pacífico y Atlántico. En el Pacífico Oriental se encuentra distribuido desde Punta Concepción (California) hasta Talcahuano (Chile). (Cole, 1980; Collette, et al, 1983; Rubio, 1988).

Esta especie es heterosexual, no exhibiendo dimorfismo sexual visible, durante el apareamiento se presenta promiscuidad siendo la fertilización de los óvulos externa (Joseph, 1963; Cole, 1980).

De manera similar a otros peces de zonas tropicales y subtropicales la maduración de sus óvulos se hace en camadas o por grupos fraccionados, siendo llamados reproductores de camada (Cole, 1980).

A pesar de su gran importancia comercial es muy poco lo que se conoce sobre la biología reproductiva de este atún, en el Pacífico Oriental las observaciones han sido fraccionadas sobre el desarrollo gonadal (Schaefer y Orange, 1956; Kume y Schaefer, 1966).

En el Pacífico de Colombia no se encuentra ningún reporte a pesar de que el conocimiento de la biología reproductiva es importante para la estimación de los Stocks pescables de cualquier especie de pez.

El presente trabajo describe en forma detallada las diferentes etapas de la ovogénesis, su caracterización citológica, los rangos de variación del ovocito en el cuál se determinará el tamaño del núcleo y el estado de desarrollo de las inclusiones citoplasmáticas como gránulos y vesículas con sus diferentes componentes bioquímicos.

Materiales y métodos

Se examinaron al azar 10 a 15 hembras por muestreo mensual de los arrastres de la Flota Atunera del Pacífico de Colombia durante el período Abril Diciembre de 1990.

Los ovarios fueron fijados inicialmente en formol 10% en agua de mar, seguidamente se empacaron en recipientes plásticos, rotulados y post-fijados en el laboratorio con reactivo fijador de Helly (Lillie, 1965):

Se tomaron biopsias transversales de 5mm de espesor de la zona media del ovario, se procedió al lavado con agua corriente y sometidos a deshidratación con Etanol en grados crecientes, aclarados en Xilol, y embebidos en

paraplasto (Tissue prep fisher Scientific Company, Chemical Manufacturing, División Fair lawn, New Jersey, U.S.A).

Los tejidos fueron seccionados a 6μ de diámetro y todo el material fue coloreado con Hematoxilina de Harris y Eosina. Para la fotografía se utilizó una cámara Nikon Microphot - AFX y película Kodak de 400 ASA.

Resultados

Descripción macroscópica de los ovarios :

Los ovarios son pares, de forma fusiforme; suspendidos dorsalmente del celoma por un mesovario. Están fusionados caudalmente donde las cavidades ováricas forman un pequeño oviducto que termina en un poro genital, situado entre el poro urinario y el ano.

El ovario está rodeado por una túnica albugínea (figura 1) que es continuación del mesovario e internamente presenta fibras musculares lisas (Shaefer, 1987). En la cavidad ovárica se observan estructuras lamelares o lamelas que se extienden hacia el interior del lumen, las ramas de la túnica conjuntiva presentan vascularización y se extienden hacia el interior de la lamela como soporte de los ovocitos en desarrollo.

El ovario del atún aleta amarilla se clasifica como asincrónico (Shaefer, 1987) puesto que en un momento dado contiene ovocitos en varios estados de desarrollo, esta es una de las características de los peces que desovan varias veces durante una sola temporada de desove (Lahaye, 1980).

Etapas de desarrollo

Ovocito tipo I:

Se encuentra contenido en gónadas pequeñas y filamentosas adheridas a la vejiga hidrostática y al eje vertebral, este tipo de ovario no presenta evidencia de desoves previos, los ovocitos se encuentran agrupados y rodeados por tejido conjuntivo, constituyendo folículos (figura 2); la irrigación sanguínea no es evidente y el color de la gónada es café claro.

Este estadio es frecuente en los meses de Abril a Diciembre.

Observación de esta etapa con mayores aumentos muestran que los ovocitos son de forma esférica u ovalada, con un núcleo basofílico a través del cual se distribuyen uno o más nucleolos (figura 3) que ocupan gran parte del nucleoplasma. La membrana nuclear está bien definida. A medida que va creciendo el ovocito, el citoplasma aumenta considerablemente con relación

al tamaño del núcleo e intensifica la afinidad con la Hematoxilina, los nucleolos aumentan en número y se desplazan hacia la periferia del carioplasma aproximándose a la membrana nuclear. Posteriormente el núcleo y los nucleolos experimentan un cambio de coloración tornándose eosinofílicos; en esta etapa el tamaño es bastante variable fluctuando entre 16 y 149 micras.

Ovocito tipo II o estadio de vesículas vitelínicas

La gónada en esta etapa se define a simple vista, los ovarios aumentan de volumen adquiriendo forma cilíndrica y su color se torna rosado, por la evidencia de un incremento en la irrigación sanguínea.

Los ovocitos en esta etapa se caracterizan por la presencia de un citoplasma vesicular, el aspecto general del núcleo no presenta modificaciones.

En el citoplasma es característico la presencia de vesículas que contienen vitelo, inicialmente se agrupan formando una capa concéntrica alrededor del núcleo. Posteriormente las vesículas van aumentando en dirección a la periferia de la célula (figura 4) y simultáneamente empiezan a perder su afinidad por la Hematoxilina, los ovocitos en esta etapa varían de tamaño situándose entre 149 y 263 micras.

Ovocito tipo III o estadio inicial de vitelogénesis

Las gónadas pueden ocupar un tercio o más de la cavidad celómica; la irrigación sanguínea es bastante conspicua con un incremento en sus ramificaciones. La coloración es rojiza en tanto que los ovocitos se tornan opacos y visibles a simple vista.

Los ovocitos muestran en la región citoplasmática pequeños glóbulos esféricos intensamente basófilos. Los glóbulos de yema, así llamados, aparecen inicialmente en la porción cortical del citoplasma y aumentan en número y tamaño a medida que crece el ovocito (figuras 5 y 6). La membrana nuclear es poco visible y los nucleolos tienden a desaparecer mientras los granulos de vitelo ocupan todo el citoplasma; los glóbulos se fusionan tornando acidófilo el citoplasma.

Los ovocitos en esta etapa varían de 263 a 550 micras.

Ovocito tipo IV o estadio final de vitelogénesis

(Fase predesove)

En esta etapa los ovarios se caracterizan por una extensa hidratación que le confiere un aspecto translúcido; los ovocitos en este estadio pierden su núcleo en posición central y solamente se evidencian grandes vesículas de

vitelo de aspecto variable por el incremento de lípidos, en proporción a las vesículas de vitelo propiamente.

Es evidente un engrosamiento de la membrana del ovocito y de la pared del folículo que la contiene (figura 7).

El tamaño del ovocito supera en esta etapa los 550 micrones.

La siguiente tabla indica las diferentes etapas encontradas en relación al rango de tamaños y la relación núcleo - citoplasma.

ETAPA	RANGO DE TAMAÑO (micras)	REPORTE NUCLEO PLASMATICO		
		x	Mínimo	Máximo
I	16 - 149	0.40	0.20	0.50
II	149 - 263	0.36	0.35	0.60
III	263 - 550	0.27	0.20	0.50
IV	>550	<0.2	-	-

Discusión

El establecimiento de cuatro (4) estadios de maduración para el atún aleta amarilla *thunnus albacares* es de gran importancia como se ha hecho para otras especies de atunes en áreas tropicales del mundo; así: Baez y Da Costa (1984) describen la histología para el Bonito *katsuwonus pelamis* (L) en la costa de Cuba; nuestros resultados son concordantes excepto en la separación de dos (2) estadios iniciales que a nuestro juicio son idénticos a nuestra etapa de ovocito tipo II o de vesículas vitelinas, ellos igualmente encontraron animales muy próximos al desove.

El significado funcional durante las etapas iniciales (ovocito tipo I) sobre la intensificación de la basofilia, evidenciado por incremento de la afinidad con la hematoxilina, es correspondiente al periodo de intensa actividad de síntesis del RNA (Wallace y Selman, 1990) durante las etapas subsiguientes a la profase. Dichos eventos han sido determinados por técnicas de microscopía electrónica (Miller y Beatty, 1969; Miller y Hamkalo, 1972).

El RNA producido tiene efectos posteriores sobre el estado de vitelogénesis a nivel del citoplasma, este hecho sugiere que la aparición y subsecuente desarrollo de vesículas desde la zona central del núcleo a la corteza del citoplasma (Selman, et al, 1986).

El aumento de las organelas citoplasmáticas, de la síntesis del RNA y pro-

teinas es el factor responsable del incremento del volumen del ovocito y del decrecimiento de la relación núcleo - citoplasma (Selman y Wallace, 1982, Selman y Wallace, 1989).

De los análisis realizados se corroboran los estudios de otras áreas geográficas del Pacífico Oriental Tropical, evidentemente el atún aleta amarilla es un desovador asincrónico y fraccionado como lo notaron los estudios de Kume y Schaefer, 1966.

En el Pacífico de Colombia este atún se encuentra en estadio de maduración en los meses de Mayo, Noviembre y Diciembre; y aunque no se encuentran hembras en fase desovante, ni atresia post-ovulatoria es probable localizar las áreas de desove en los lugares donde se capturaron peces maduros así: en Mayo, en el área comprendida entre los 5N - 79W y 8N - 79W, a 60 y 100 millas de la costa. En Noviembre frente a punta Charambira a 30 y 60 millas de la costa. y en Diciembre entre Cabo Corrientes y Golfo de Tortugas a 40 y 70 millas de la costa.

Para confirmar las anteriores áreas de desove es recomendable capturar mayor proporción de individuos de tallas superiores a los 100 cm. de longitud furcal, talla a la que el atún aleta amarilla está maduro. En el presente estudio se encontró que el pez maduro mas pequeño tiene 76 cm. de longitud furcal. Las tallas superiores a 100 cm. de longitud furcal son escasas, debido principalmente a que los buques atuneros capturan una mayor proporción de peces con menos de 100 cm. de longitud, colectandose tallas promedio de 45 cm. de longitud furcal.

Anteriores observaciones realizadas por Kume y Schaeffer (1966) en el área comprendida entre Islas Galápagos e Isla Cocos muestran también un desove cercano a la costa en los meses de Noviembre, Diciembre y Mayo como fueron obtenidos en este estudio.

Bibliografía

- BAEZ, M., y DA COSTA, M. E.** . *Histología de los ovarios maduros del bonito katsuwonus pelamis (Linnaeus, 1758)*. Rev. Invest. Marinas. vol V (3). (1984)
- COLE, J.** . *Synopsis of biological data on the yellowfin tuna, Thunnus albacares (Bonnatere, 1788), in the Pacific Ocean*. spec. rep. Inter-Amer. Trop. Tuna comm. 71 - 150. (1980)

- COLLETTE, B.B and NAUEN, C.E. . *FAO especies catalogue. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackarels, bonitos and related species know to date.* FAO Fish. Synop. vol 2 (125). 137. (1983)
- JOSEPH, J. . *Fecundidad del Atún aleta amarilla (Thunnus albacares) y el barrilete (Katsuwonus pelamis) del Océano Pacífico Oriental.* Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., 7(4) : 255 - 292. (1963).
- KUME, S. and SCHAEFER, M. . *Studies on the Japanese Long-line fishery for tuna and marlin in the eastern tropical Pacific Ocean during 1963.* Inter Amer. Trop. Tuna comm., Bull 19 (2). 191 - 251. (1966)
- LAHAYE, J. . *Les cycles sexuels chez les poissons marins.* Oceanis, vol 6, fasc. 7 pp. 637 - 654. (1980)
- LILLIE, R. D. . *Histopathologic Technic and practical histochemistry.* Mc Graw-Hill. New York. (1965)
- MILLER, O. L. and BEATTY, B. R. . *Portrait of a gene.* J. Cell. Physiol. 74 (suppl.) : 225 - 232. (1969)
- MILLER, O. L. and HAMKALO, B. A. . *Visualization of RNA Synthesis on chromosomes.* Int. Rev. Cytol., 33 : 1 - 25. (1972)
- RUBIO, E. A. . *Peces de importancia comercial para el Pacífico Colombiano.* Cali, Univ. del Valle. Cent. Publ. Div. Cienc. 500 p. (1988)
- SCHAEFER, M. B. and ORANGE, C. J. . *Estudios of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (Neothunnus macropterus), skipjack (Katsuwonus pelamis) in three areas of the eastern Pacific Ocean, by examination of gonads.* Inter-amer. Trop - Tuna Comm. Bull 1 (6) : 281 - 349. (1956)
- SHAEFER, K. . *Reproductive biology of black skipjack, Euthynnus lineatus, an eastern Pacific Tuna.* Inter-Amer. Trop Tuna Comm., Bull 19 (2) : 191 - 251. (1987)
- SELMAN, K. and WALLACE, R. A. . *Oocyte growth in the sheepshead minnow, uptake of exogenous proteins by vitelogenic oocytes.* Tissue Cell, 14 : 555 - 571. (1982)

SELMAN, K. and WALLACE, R. A. . *Cellular aspects of oocyte growth in teleosts.* Zool. Sci., 6 : 211 - 231. (1989)

SELMAN, K., WALLACE, R. A., and BARR, V. . *Oogenesis in Fundulus heteroclitus IV. Yolk vesicle formation.* J. Exp. Zool., 239 - 288. (1986)

WALLACE, R. A. and SELMAN, K. . *Ultrastructural aspects of oogenesis and oocyte growth in Fish and Amphibians.* J. Exp. Electron Microsc. Tech. 16 : 175 - 201. (1990)

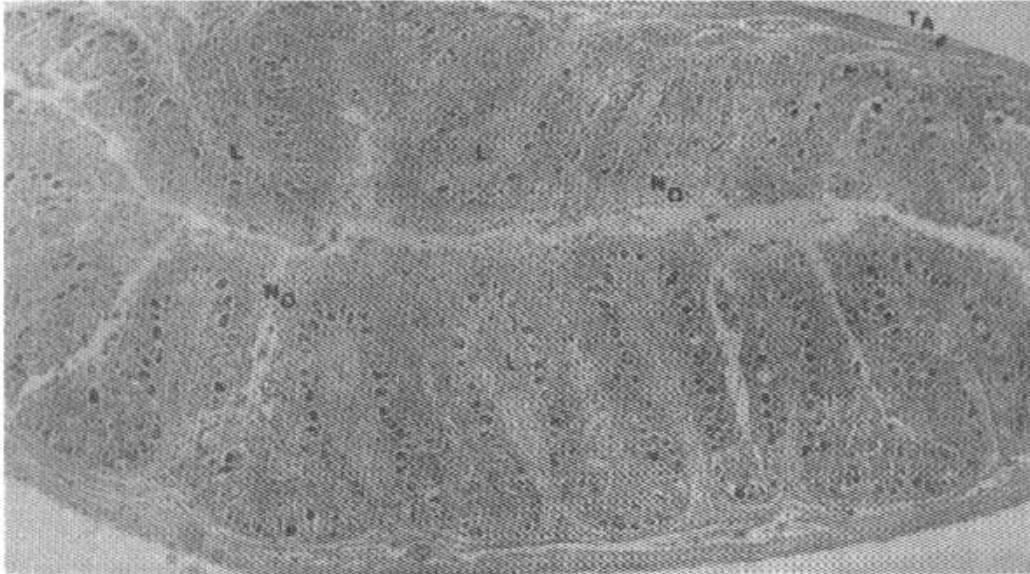


FIGURA 1. Corte transversal del ovario inmaduro. ilustrando la estructura interna con sus lamelas ovaricas (12 X). L = Lumen, No.= Nidos ovogoniales, Ta.= Túnica albuginea.

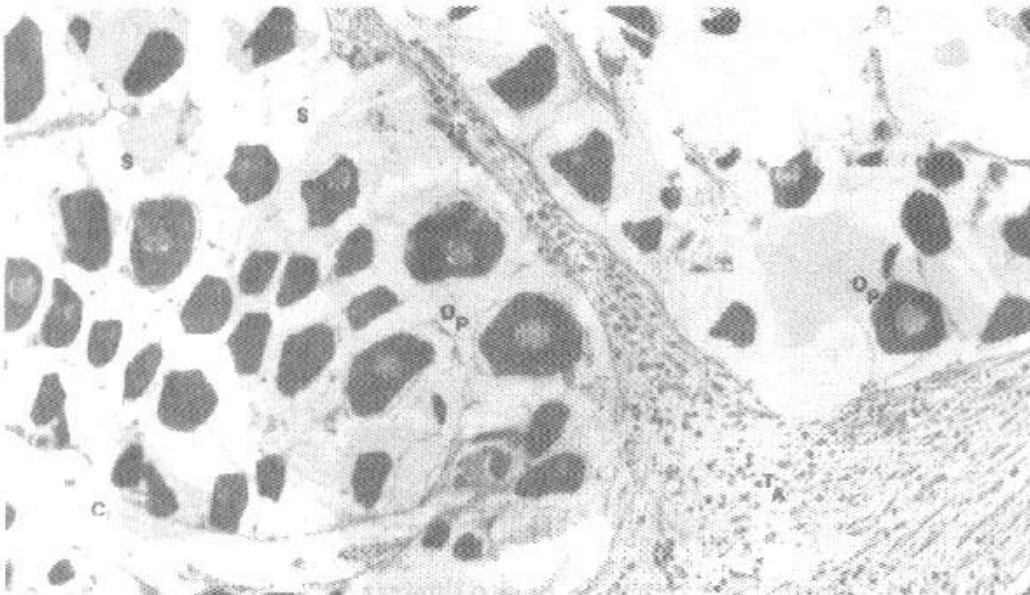


FIGURA 2. Corte transversal de ovario en estadio oocito primario avanzado (35 X). Ta. = Túnica albuginea, Op.= Oocito primario, S.= Estroma, Cr.= Cripta.

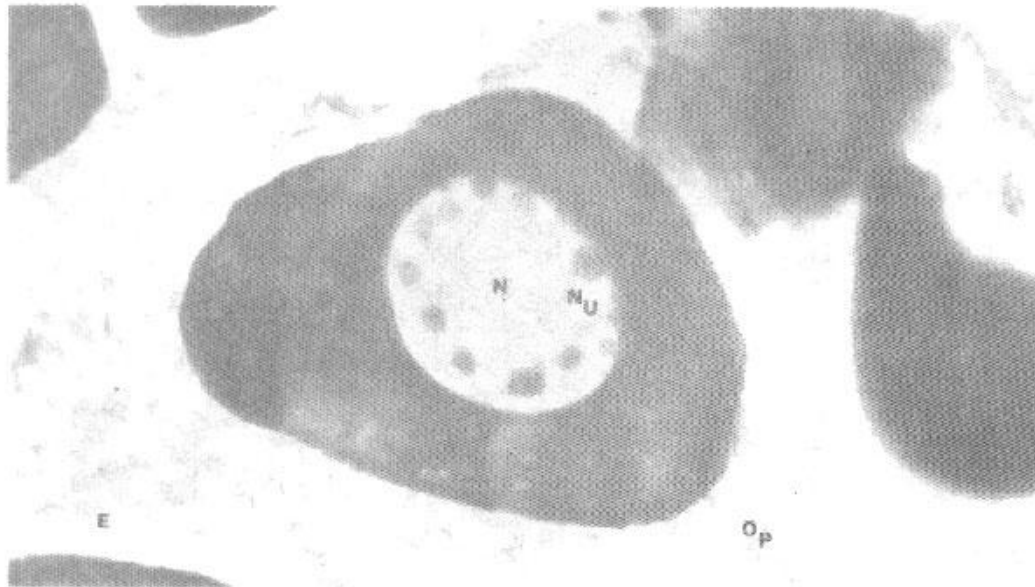


FIGURA 3. Corte transversal del oocito en estadio primario inicial (15 X). N.= Núcleo, Nu.= Nucleolo, Op.= Oocito primario, E.= Estroma.

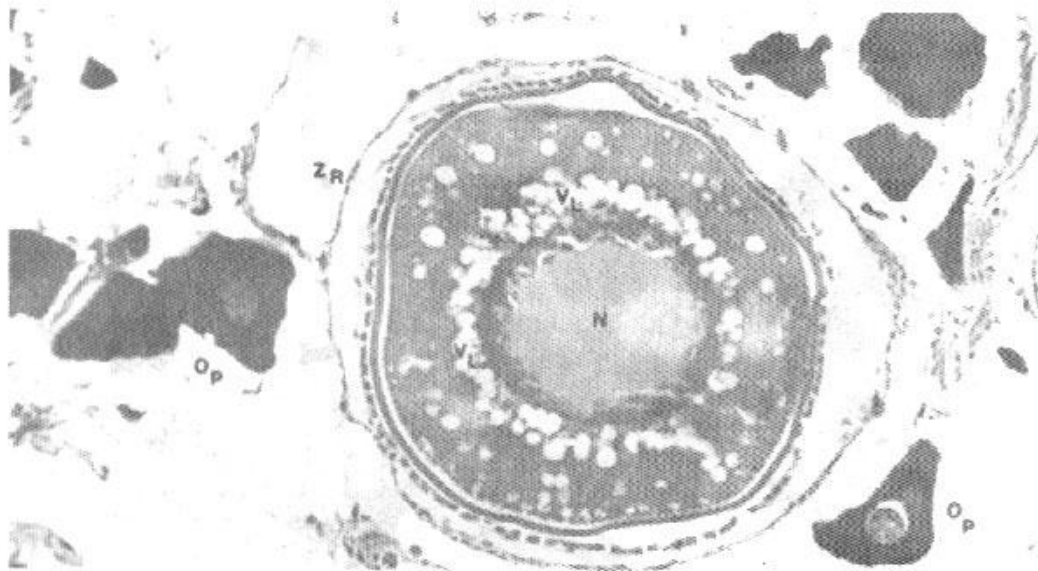


FIGURA 4. Corte transversal de oocito, ilustrando el estadio vesícula de yema inicial (75 X). N.= Núcleo, Nu.= Nucleolos, Vl.= Vesículas lipídicas, Op.= Oocito primario, Zr.= Zona radiata.

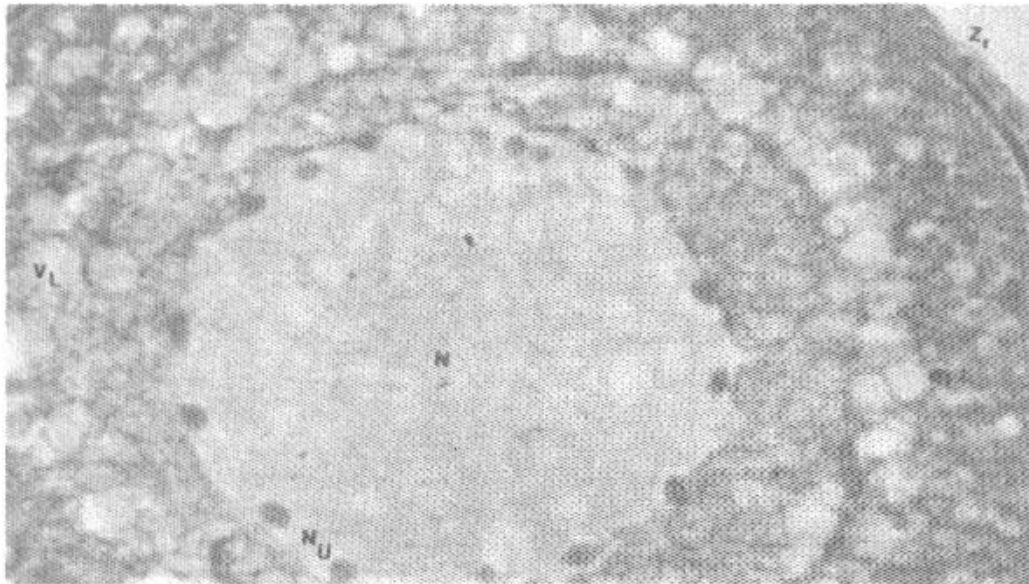


FIGURA 5. Corte transversal de oocito en estadio vesícula de yema avanzado (100 X). N. = Núcleo, Nu.= Nucleolos, Vl.= Vesículas lipídicas, Zr.= Zona radiata.

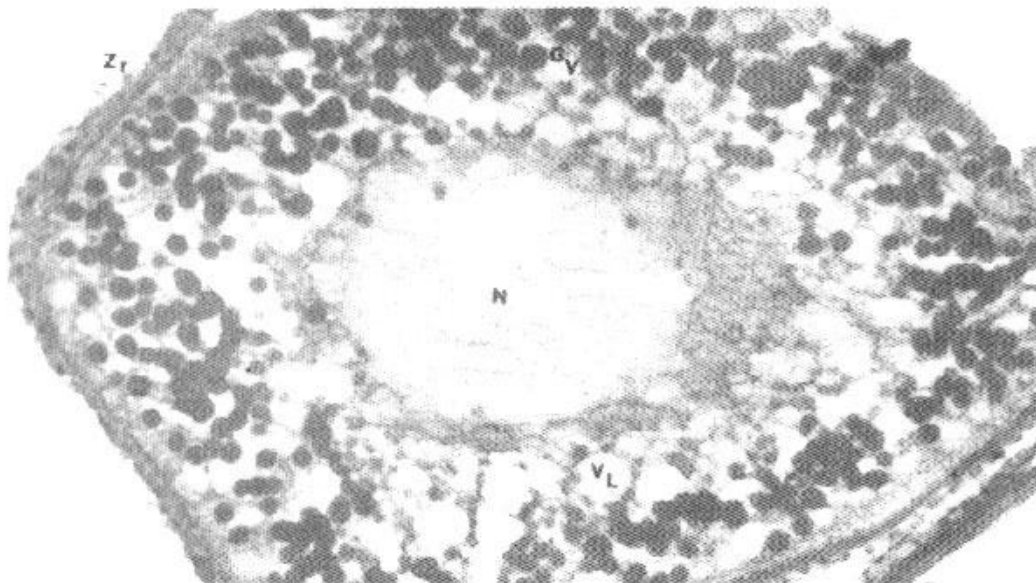


FIGURA 6. Corte transversal de oocito, ilustrando el estadio glóbulo de yema inicial (90 X). N.= Núcleo, Vl.= Vesículas lipídicas, Zr.=Zona radiata, Gv.= Gránulos de vitelo.

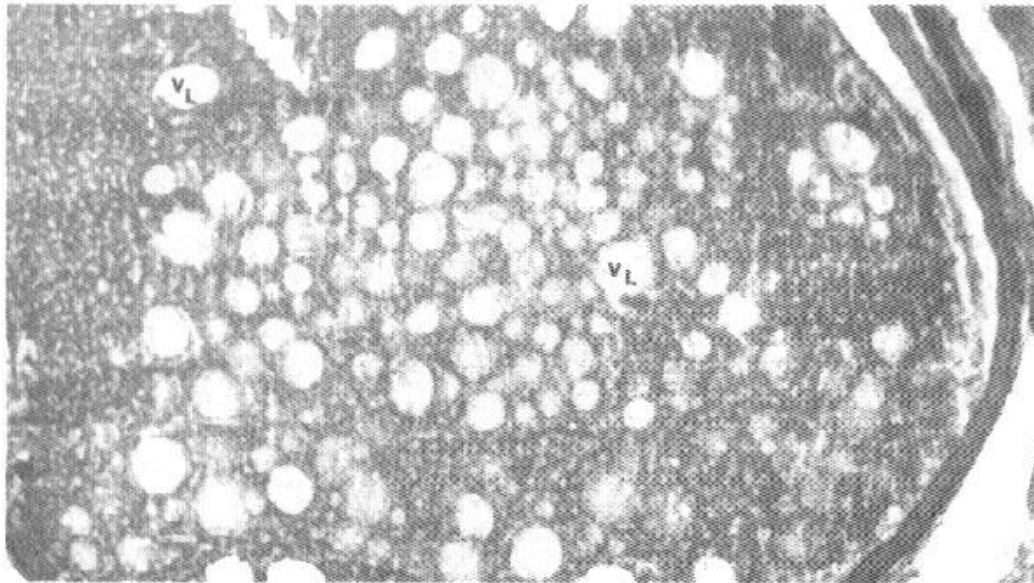


FIGURA 7. Corte transversal de oocito en estadio glóbulo de yema avanzado (75 X). V.L.= Vesículas lipídicas.