

**DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL TESTÍCULO DE LA CUCHA MARIPOSA**  
***Pterygoplichthys gibbiceps* EN ÉPOCA REPRODUCTIVA Y NO**  
**REPRODUCTIVA**

**LADY NALLELYTH ORTIZ ARROYAVE**  
**121002410**  
**NILSON ALFREDO PAEZ QUIMBAYA**  
**121002433**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES**  
**PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**VILLAVICENCIO**  
**2016**

**DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL TESTÍCULO DE LA CUCHA MARIPOSA  
*Pterygoplichthys gibbiceps* EN ÉPOCA REPRODUCTIVA Y NO  
REPRODUCTIVA**

**LADY NALLELYTH ORTIZ ARROYAVE 121002410  
NILSON ALFREDO PAEZ QUIMBAYA 121002433**

**Trabajo de investigación como requisito para optar al título de Médico  
Veterinario y Zootecnista**

**Director: JOSE ARIEL RODRÍGUEZ PULIDO Biólogo. MSc.  
Línea de Investigación: Piscicultura.**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES  
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECHNIA  
VILLAVICENCIO  
2016**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**Firma del director**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Villavicencio. Noviembre, 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dedicar este trabajo a mis padres NELSON ORTIZ MORENO (Q.E.P.D) y LUZ DARY ARROYAVE ORTEGA quienes con su esfuerzo lograron forjar en mí, los principios y valores que requiere un profesional, su atención y dedicación hicieron posible mi formación profesional, y por ello estaré eternamente agradecida.

A mi hermano JEISSON JAVIER ORTIZ ARROYAVE, que me animó a continuar, siempre que pensé en desistir de este sueño, que aunque difícil, fue satisfactorio.

A mis amigas MARGARETH DIAZ, LUISA CIPAGAUTA, LAURA BOHÓRQUEZ, VIVIANA CELEITA Y MARTHA JIMENEZ, quienes me ayudaron y acompañaron en las ocasiones posibles.

A mi compañero de tesis y gran amigo ALFREDO PÁEZ, sin él, este proyecto no hubiese sido posible.

**Lady Nallelyth Ortiz Arroyave**

## **AGRADECIMIENTOS**

Más que este escrito, quiero agradecer y dedicar todo mi esfuerzo a mi madre **ANTONIA MOLINA**, quien desde que tengo memoria, ha dado lo mejor de sí, para hacer de mí, la persona que soy; sus esfuerzos y años de dedicación para conmigo, hoy por fin, han dado uno de los primeros frutos, su paciencia me enseñó que no se puede afanar al tiempo y que el esfuerzo que se está dispuesto a entregar, es proporcional a la recompensa, que en el menor de los casos es monetaria.

A mi tío ISAÍ PÁEZ MOLINA, mi más profundo agradecimiento, pues no olvidaré nunca, que fue él en compañía de mi madre, quienes con su mayor esfuerzo, me embarcaron en esta aventura que hoy está por terminar. Su sensatez me enseñó que la ira ciega el pensamiento y desencadena juicios apresurados e injustos

A mi padre MARTIN ARFADY PÁEZ MOLINA, quien a pesar de las dificultades, me brindó su apoyo para navegar en estos mares del conocimiento.

A mi tía LUZ DARY PÁEZ quien ha estado para mí desde que tengo razón, su apoyo también facilitó mi formación profesional.

A mi tía MARLEVIA PÁEZ, quien de la manera más paternal, supo construir en mí, las bases de una persona correcta, transparente y educada.

A mis tías MARISOL y NIDDIA GUIO, su apoyo me ayudó a superar innumerables circunstancias que la vida universitaria genera.

A mi hermana YULIETH PÁEZ y mis sobrinos MARY y JOHAN, su existir fueron el aliento que necesité en los momentos difíciles.

A mi tía EUNICE QUIMBAYA, quien apoyó mi causa más importante en esta etapa.

Al Doctor JOSÉ ARIEL RODRIGUEZ, quien con su experticia y paciencia supo direccionar este trabajo.

A mi Alma Mater, y compañeros en especial LADY ORTIZ que me acompañaron y apoyaron en esta etapa que hoy culmina.

**Nilson Alfredo Páez**

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
SUMMARY .....	11
1. OBJETIVOS .....	12
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
3. JUSTIFICACIÓN .....	14
4. MARCO TEÓRICO.....	15
4.1 REPRODUCCIÓN.....	15
4.2 ANATOMÍA TESTICULAR.....	16
4.3 ESTRUCTURA GENERAL DE LOS TESTÍCULOS EN TELEÓSTEOS.....	16
4.4 ESPERMATOGÉNESIS .....	17
4.5 CLASIFICACIÓN DE LAS ETAPAS DEL CICLO REPRODUCTIVO DE LOS PECES.....	18
5. METODOLOGÍA .....	19
5.1 LOCALIZACIÓN .....	19
5.2 MATERIAL BIOLÓGICO.....	19
5.3 HISTOLOGÍA Y MORFOLOGÍA .....	19
6. RESULTADOS .....	20
6.1 MORFOMETRÍA.....	20
6.2 CRONOLOGÍA .....	21
6.3 ANATOMÍA TOPOGRÁFICA.....	22
6.4 HISTOLOGÍA .....	25
7. DISCUSIÓN .....	45
7.1 DIMORFISMO SEXUAL .....	45
7.2 CARACTERIZACIÓN TESTICULAR.....	45
7.3 ÍNDICE GONADOSOMÁTICO .....	45
7.4 CONFORMACIÓN CELULAR .....	46
7.5 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA .....	47
8. CONCLUSIONES.....	48
9. RECOMENDACIONES .....	49
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar macho de <i>P. gibbiceps</i> .....	20
Figura 2. Ejemplar juvenil de <i>P. gibbiceps</i> .....	21
Figura 3. Fotografía en blanco y negro, de sección del primer radio de la aleta pectoral de la muestra M3,.....	22
Figura 2. Ubicación de los testículos dentro de la cavidad celómica de <i>P. gibbiceps</i> .....	23
Figura 3. Diagrama de los testículos de <i>P. gibbiceps</i> en estado de maduración. .	23
Figura 4. Testículos de <i>P. gibbiceps</i> M1.....	24
Figura 5. Diagrama de los testículos de <i>P. gibbiceps</i> , en regresión M3.....	24
Figura 6. Testículos de <i>P. gibbiceps</i> en época no reproductiva M3,.....	25
Figura 7. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 40X.....	26
Figura 8. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 100X.....	27
Figura 9. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 400X.....	28
Figura 10. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 1000X.....	29
Figura 11. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 1000X.....	30
Figura 12. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 1000X.....	31
Figura 13. M1 Inmunohistoquímica WT1. 400X.....	32
Figura 14. M1: Inmunohistoquímica WT1. 1000X.....	33
Figura 15. M1 Inmunohistoquímica MELAN-A. 400X. ....	34
Figura 16. M1 Inmunohistoquímica MELAN-A. 400X .....	35
Figura 17. M2 Tinción Hematoxilina – eosina, 400X.....	36
Figura 18. M2 Tinción Hematoxilina – Eosina 1000X .....	37
Figura 19. M2 Inmunohistoquímica Melan – A 1000X. ....	38
Figura 20. M2 Inmunohistoquímica WT1 1000X.....	39
Figura 21. M3 Tinción Hematoxilina – Eosina 400X. ....	40
Figura 22. M3 Tinción Hematoxilina – Eosina 1000X.....	41
Figura 23. M3 Tinción Hematoxilina – Eosina 400X. ....	42
Figura 24. M3 Inmunohistoquímica Melan A 1000X. ....	43
Figura 25. M3 Inmunohistoquímica Melan A 1000X. ....	44

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Morfometría de los ejemplares .....	20
--	----



## RESUMEN

La Cucha Mariposa *Pterygoplichthys gibbiceps* Kner, 1854, es una especie del orden de los Siluriformes y de la familia Loricariidae, que habita principalmente en afluentes menores, caños y lagunas de la Orinoquía y Amazonía colombiana, y en algunas regiones de Ecuador, Venezuela, Brasil, Bolivia y Perú. Según informes del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), especies que encabezan la lista de exportaciones de peces ornamentales en Colombia son: Cardenales *Paracheirondon axelrodi*, Coridoras *Corydoras sp* y Cuchas (Loricaridos). Dicha exportación proviene del medio natural. Las cuchas son una familia apetecida en el mundo de la acuariofilia, puesto que su hábito alimenticio detritívoro, brinda ventajas en cuanto a limpieza del fondo de los acuarios. Es importante, conocer la biología de las especies nativas para poder diseñar paquetes tecnológicos que permitan producirlas y disminuir la tasa de extracción, que generar daños irreparables en el equilibrio ambiental. El estudio se efectuó en la Unidad de Peces Ornamentales de la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos (4° 05` N y 73° 37` O). Tres animales adaptados al cautiverio, en diferentes puntos del ciclo reproductivo (junio, julio, agosto), se realizó insensibilización por sección medular y se hizo disección por corte longitudinal sobre la línea media ventral para lograr descripción anatómica in situ del testículo, se extrajeron las gónadas, y se fijaron en formalina buferada al 9%, se hicieron cortes longitudinales y transversales de las muestras y se sometieron a tinción con hematoxilina – eosina e inmunohistoquímica con Melan A y WT1 Los testículos de la cucha mariposa están ubicados en la cavidad celómica, ventrales con respecto a la vejiga gaseosa, adheridos a la misma mediante un tejido translúcido y consistente (mesorquio), los testículos de estos ejemplares, fueron pareados asimétricos, con mayor tamaño del testículo izquierdo, de forma ovalada irregular, y superficie puntiforme corrugada, cada testículo se une a un ducto que avanza independiente para posteriormente unirse en uno solo y confluir en la papila urogenital. Microscópicamente se pudo establecer que estos ejemplares poseen testículos espermatogoniales irrestrictos, con espermatogénesis en toda el área de la gónada. Se encontró que el testículo en plena época reproductiva (junio) tenía gran cantidad de espermatozoides en los cistos testiculares, con paredes de los mismos delgadas y con dilatación evidente, mientras que los animales que se encontraban fuera de la época reproductiva (julio – agosto), poseían cistos espermáticos aparentemente inactivos, sin presencia de espermatozoides y las paredes de los cistos eran considerablemente más gruesas en comparación con el ejemplar anterior, así como también, la luz de los cistos era más pequeña. La evidencia permite concluir que la Cucha Mariposa, sufre un proceso de regresión testicular, una vez pasado el ciclo reproductivo.

**Palabras clave:** Loricarido, tracto reproductivo, desarrollo gonadal.

## SUMMARY

The leopard pleco *Pterygoplichthys gibbiceps* Kner, 1854, is a species of the order of Siluriformes and family Loricariidae, that inhabits mainly in smaller affluents, pipes and lagoons of the Orinoquía and Colombian Amazon, and in some regions of Ecuador, Venezuela, Brazil, Bolivia and Peru. According to reports from the Colombian Institute of Rural Development (INCODER), species that top the list of ornamental fish exports in Colombia are: Cardinals tetra *Paracheirodon axelrodi*, *Corydoras* *Corydoras* sp and Plecos (Loricaridos). This export comes from the natural environment. Plecos are a family wanted in the world of aquarium, since their eating habit detritivorous, offers advantages in cleaning the bottom of aquariums. It is important to know the biology of the native species in order to design technological packages that allow them to be produced and reduce the rate of extraction, which can lead to irreparable damage to the environmental balance. The study was carried out in the Ornamental Fish Unit of the Fisheries Station of the Aquaculture Institute of the University of Los Llanos (4° 05` N and 73° 37` O). Three animals adapted to captivity, at different points in the reproductive cycle (June, July, August), were performed by medullary section and longitudinal dissection was performed on the ventral midline to obtain an anatomical description of the testicle in situ. Gonads, and fixed in 9% buffered formalin, longitudinal and transverse sections of the samples were made and stained with hematoxylin-eosin and immunohistochemistry with Melan A and WT1. The testicles of the leopard pleco are located in the coelomic cavity, ventral to the gaseous bladder, adhered to the same by a translucent and consistent tissue (mesorquium), the testicles of these specimens, were asymmetrical pairs with larger size of the left testicle, irregularly shaped, and punctate corrugated surface, each testis joins a duct that progresses independently to later join in one and converge in the urogenital papilla. Microscopically, it was possible to establish that these specimens have unrestricted spermatogonial testes, with spermatogenesis throughout the gonad area. It was found that the testis during the reproductive period (June) had large numbers of spermatozoa in testicular cysts, with thin walls and evident dilatation, whereas animals that were outside the reproductive period (July - August), Had apparently inactive sperm cysts, without spermatozoa, and the walls of the cysts were considerably thicker in comparison with the previous specimen, as well as the light of the cysts was smaller. The evidence allows to conclude that the leopard pleco, undergoes a process of regression testicular, once passed the reproductive cycle.

**Key words: Loricaride, reproductive tract, gonadal development.**

# DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL TESTÍCULO DE LA CUCHA MARIPOSA *Pterygoplichthys gibbiceps* EN ÉPOCA REPRODUCTIVA Y NO REPRODUCTIVA

## 1. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar la descripción morfológica del testículo de la cucha mariposa *Pterygoplichthys gibbiceps* en las épocas: reproductiva y no reproductiva.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir macroscópicamente del testículo de la cucha mariposa *Pterygoplichthys gibbiceps* en las épocas reproductiva y no reproductiva.
- Describir microscópicamente el testículo de la cucha mariposa *Pterygoplichthys gibbiceps* en las épocas reproductiva y no reproductiva.
- Comparar la celularidad del testículo por medio de inmunohistoquímica para células de Leydig y células de Sertoli en época reproductiva y no reproductiva.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cucha mariposa *Pterygoplichthys gibbiceps* es una especie del orden de los Siluriformes y de la familia Loricariidae que habita principalmente en afluentes menores, caños y lagunas de la Orinoquía y Amazonía colombiana, y en algunas regiones de Ecuador, Venezuela, Brasil, Bolivia y Perú. Esta es una especie de gran tamaño que alcanza aproximadamente 50 cm de longitud total, y su hábito es nocturno con gran actividad al inicio de la noche, cuando explora los sustratos y se alimenta (FishBase 1999). Según datos del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), para el año 2004 las exportaciones de peces ornamentales llegaron a los 26`587,740 unidades de ejemplares vivos, que representaron 7`271,800 US\$, en el 2005, 29`512,391 ejemplares con un ingreso de 6`257,551 US\$, y el Ministerio de Agricultura reporta que para el año 2012, el ingreso neto fue de 7`680,595 US\$, siendo los cardenales, *Paracheirodon axelrodi*, los primeros en la lista, después de ellos las corredoras, *Corydoras sp*, y en tercer lugar las cuchas (Loricaridos) con exportación de 32 especies diferentes de esta última familia, queda claro entonces, que los animales exportados provienen de la extracción del medio natural, además preocupa que la extracción no se limita a los ejemplares juveniles, sino que también se capturan animales adultos en época reproductiva situación que genera un gran impacto ambiental, puesto que la continuidad de la especie en el medio, depende exclusivamente de los animales adultos que se encuentran reproductivamente maduros. Por otro lado, según (Maldonado-Ocampo & Usma 2006), en los últimos años, la fauna íctica dulceacuícola, está siendo afectada por diversas actividades antrópicas que generan un detrimento en la calidad del recurso hídrico, y además alteran las propiedades físico-químicas y biológicas propias de cada sistema, esto resulta en cambios severos en la distribución y estructura de la íctiofauna que habita en dichos ambientes, por lo cual, se hace imperativo estudiar, para conocer nuestros recursos ícticos con una velocidad mayor a las que estamos afectando sus hábitats.

### 3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de las poblaciones humanas, ha traído consigo efectos negativos sobre las diferentes especies nativas, es así como la industria con el uso de diferentes tipos de sustancias, entre las que se pueden mencionar: insecticidas organoclorados y organofosforados, herbicidas, metales pesados, efluentes industriales y domésticos, generan un impacto sobre la reproducción de nuestras especies ícticas, ocasionando cambios hormonales, histológicos, del desarrollo gonadal, del desarrollo de los caracteres secundarios sexuales y comportamentales (Devlin & Nagahama, 2002)

Para diferentes tipos de loricaridos, ha sido descrito que viven adheridos a piedras, de las que toman su alimento que puede ser detritus, algas y plantas (Dahl, 1971; Maldonado Ocampo *et al.*, 2005, Suzuki *et al.*, 2000 ). Esta característica, genera un interés en el mercado de la acuarofilia, pues estas se encargan de consumir algas y otro tipo de detritos que se acumulan en el fondo del acuario, lo que podría catalogarse como un servicio de limpieza y debido a eso la gran cantidad de ejemplares que se exportan, y lo delicado de la situación es que estos peces provienen de la extracción del medio natural, además la extracción no se limita a los ejemplares juveniles, sino que también se capturan animales adultos en época reproductiva situación que genera un gran impacto ambiental, puesto que la continuidad de la especie en el medio, depende exclusivamente de los animales adultos que se encuentran reproductivamente maduros. Es necesario entonces conocer la biología reproductiva de la cucha mariposa en las diferentes etapas del ciclo reproductivo, y así poder establecer los mecanismos y estrategias reproductivas que posteriormente, puedan concluir con un paquete tecnológico que permita reproducir la especie en condiciones de cautiverio para la comercialización y para la reintroducción al medio natural.

## 4. MARCO TEÓRICO

La cucha mariposa *P. gibbiceps*, ha sido descrita desde el año de 1854 por Kner como *Glyptoperichthys gibbiceps*, en ese mismo año, el mismo autor describió la misma especie como *Ancistrus gibbiceps*, más tarde, en 1864 Günther la describe como *Liposarcus altipinnis* y actualmente reposa en Fishbase como *Pterygoplichthys gibbiceps*. Comúnmente se conoce en Colombia a esta especie como cucha mariposa o corroncho.

*P. gibbiceps* es una especie grande que alcanza 50 cm de longitud total (LT)(Riehl y Baensch, 1991), Cuerpo robusto y perfil convexo. De apariencia vistosa, con coloración oscura en el dorso y un poco más clara en el vientre, y una serie de manchas regulares que se extienden hasta las aletas. En el dorso el proceso supraoccipital es elevado y esta bordeado posteriormente por tres placas, dos entre la zona del hueso temporal y el centro de la segunda hilera de placas predorsales y la tercera en el medio, posee preopérculos móviles y fuertemente armados y una aleta dorsal muy alta, que generalmente tiene entre 11 y 14 radios ramificados, cresta supraoccipital elevada, abdomen con manchas redondeadas, muy reticulado (Maldonado, 2000)

Se ha registrado el consumo de algas (Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyceae), material vegetal y nematodos (Riehl y Baensch, 1991) y algunos autores consideran a esta especie detritívora. Presenta cuidado parental, que consiste la postura de una masa de huevos en forma de racimo de uvas donde son fecundados por el macho. Los ejemplares juveniles son iguales a los animales adultos, exceptuando el tamaño en algunos casos, y esta especie no presenta dimorfismo sexual (Aya *et al.* 2015)

### 4.1 Reproducción.

En general se entiende a la reproducción, como el proceso que tiene por objetivo, la formación de un nuevo individuo, a partir del material genético de uno o dos progenitores. Se puede afirmar que en los peces se presenta todo mecanismo de reproducción existente entre los que podemos incluir a la reproducción de tipo asexual (Partenogénesis) y Sexual (Gonocórica, Hermafrodita, Hibridogénesis y Superfertilización) e incluso, que existen tipos de reproducción que son exclusivos de los mismos. (J. Rodríguez, comunicación personal. 2016, Agosto 20). El tipo de reproducción más común en los peces es el sexual, lo que significa que el macho y la hembra aportan el 50% cada uno del material genético que poseerá el nuevo individuo a través de los gametos (Huevos – Espermatozoides) que son liberados en el proceso. Los testículos producen un elevado número de gametos que evolucionan como transportadores del genoma y que a su vez son móviles,

para cumplir con el objetivo de llegar al óvulo y fusionar su componente genético con el de la contraparte. Los ovarios producen una cantidad pequeña de gametos (en comparación con los machos) y de mayor tamaño (óvulos), lo cuales son ricos en reservas que suplirán los requerimientos del proceso de desarrollo del nuevo individuo (Potts 1984, Breder & Rosen, 1996)

#### **4.2 Anatomía Testicular.**

Los peces, generalmente poseen testículos pareados, alargados, ligados dorsalmente con una capa fibrosa llamada mesorchium a la pared ventral de la vejiga natatoria, y dorsal al intestino dentro de la cavidad celómica (Schulz y Nóbrega, 2011). De la porción meso – dorsal de cada testículo, nace el conducto eferente y continúa en el conducto espermático que conduce brevemente a la papila urogenital. Existen diferentes variaciones en la morfología de los testículos en los peces, por ejemplo: en los poecílidos, los dos testículos se encuentran fusionados en un solo órgano. En muchos siluriformes se presenta una morfología testicular común, es decir; testículos pareados y alargados, y como factor no exclusivo pero sí diferencial, presentan digitaciones en todo el testículo; las digitaciones craneales poseen un epitelio germinal que se encarga de producir los espermatozoides, mientras que las digitaciones caudales, contienen un epitelio secretor que produce líquido seminal, aunque en algunas especies de este orden, como *Clarias gariepinus* por ejemplo, existe una diferenciación de vesícula seminal en la porción caudal del testículo, en donde el tejido germinativo se funde con los ductos espermáticos, que sucede gracias a la influencia de andrógenos durante la pubertad (Mokae *et al.*, 2013).

#### **4.3 Estructura General de los Testículos en Teleósteos**

Tomando como guía el esquema testicular general de los animales vertebrados, el testículo de los peces está conformado por dos tipos de tejido: el tejido intersticial o medio y el tejido germinativo o espermatogénico. El tejido intersticial está compuesto por las células de Leydig productoras de esteroides, vasos linfáticos y sanguíneos, macrófagos y mastocitos, y elementos del tejido conectivo, en el que se incluyen a las células mioides peritubulares, dichos elementos del tejido conectivo, son continuos a la túnica albugínea que recubre al testículo. En el tejido germinativo, se encuentra en los cistos, y la pared de estos, está conformada por dos tipos de células, las células de Sertoli dentro del cisto y las células mioides peritubulares que pertenecen al tejido intersticial, pero que funcionan como estructura para el cisto. (Billard, 1986) Las células de Sertoli y las células germinales o espermatogonias, son los dos únicos tipos de células que se encuentran presentes en el compartimento germinativo y juntas, forman el epitelio

germinativo del cisto, en dicho epitelio, el desarrollo de los espermatozoides, depende del contacto permanente con las células de Sertoli. (Grier, 2002).

Aunque no todas las especies presentan conducto eferente propiamente dicho, en las que se encuentra presente, cumple la función de recoger los espermatozoides provenientes del tejido espermatogénico. Además el conducto eferente puede servir como sitio de almacenamiento de esperma, y puede ayudar en la producción de fluido seminal por lo que determina el ambiente para que suceda la capacitación de los espermatozoides. Luego están los conductos, que son encargados de transportar el semen hacia el poro genital para ser expulsados y conseguir la fertilización, en algunas especies estos conductos poseen tejido especializado que puede diferenciarse como vesículas seminales (Schulz y Nóbrega, 2011).

#### **4.4 Espermatogénesis**

El desarrollo de las células germinales comienza a partir de las células madre espermatogoniales (SSC), que corresponden al tipo de célula espermatogonial menos diferenciada y se producen como células individuales. Cuando una SSC empieza el proceso de diferenciación hacia un espermatozoide, lo hace a través de la mitosis formando dos nuevas células con una división incompleta, pues estas están interconectadas por un puente citoplásmico en lugar de formar dos células independientes, dichos puentes citoplásmico se encuentra presente en todas las divisiones de celular germinales posteriores, así las células germinales derivadas de una SSC, se encuentran en la misma fase de desarrollo, sincronizando sus actividades a través de dichos puentes, y estos se rompen una vez se ha completado la espermatogénesis y las células espermáticas abandonan en epitelio germinal como espermatozoides (Bosseboeuf *et al.*, 2014; Batlouni *et al.*, 2009, Loir *et al.*, 1995; Pudney, 1995). El número de células espermáticas que puede contener un cisto, aumenta debido a la actividad mitótica de la espermatogonia, dando como resultado, por ejemplo en tilapia del Nilo entre 750 y 1360 espermáticas tipo A por el proceso determinado Células Madre Auto-renovación, en el que las SSC sufren una división completa (sin puente citoplásmico) resultando en dos SSC nuevas (Vilela *et al.*, 2003; Matta *et al.*, 2002).

En los peces, la espermatogénesis ocurre en cistos que se considera están formados por una sola espermatogonia, rodeada por proyecciones citoplasmáticas de una o varias células de sertoli (McClusky, 2012 y Pudney 1993)

Existe poca información acerca de las características específicas, morfológicas o moleculares de las SSC por lo tanto la nomenclatura de dichas células es confusa, y se realiza identificación principalmente por el tamaño y características morfológicas (Nóbrega *et al.*, 2009; Leal *et al.*, 2009; Schulz *et al.*, 2005).



#### 4.5 Clasificación de las etapas del ciclo reproductivo de los peces

En el ciclo reproductivo anual de los peces machos, diferentes etapas pueden ser reconocidas, gracias a una serie de cambios que ocurren en el epitelio germinal del testículo, dichos cambios pueden ser percibidos histológicamente, y están basados en la continuidad del epitelio germinal y las etapas de desarrollo de las células germinales. Se pueden identificar entonces cinco estadios testiculares según Grier (2002) que son: Regresado, en maduración temprana, en maduración media, en maduración tardía en regresión (Grier, 2002).

- Regresado: Esta fase está caracterizada por la presencia exclusiva de espermatogonias en el testículo, un epitelio germinal continuo que se extiende en el testículo, espermatogonias en procesos mitóticos asociadas a células de Sertoli, y un espacio luminal obliterado.
- Maduración temprana: De igual forma que en la fase anterior, en esta fase el testículo posee un epitelio germinal continuo pero con un proceso de espermatogénesis iniciado, dicha espermatogénesis sucede en los espermatocistos que sincrónicamente contienen clones de las células germinales en diferentes etapas del desarrollo para el caso de los testículos espermatogoniales irrestrictos y el lumen lobular se encuentra parcialmente obliterado.
- Maduración media: Generalmente, en este estadio, el testículo presenta un epitelio germinal discontinuo en la región de los ductos testiculares, y continuo en los lóbulos terminales, y una cantidad de espermatozoides libres en la luz del túbulo o cisto.
- Maduración tardía: En esta etapa, se puede observar un epitelio germinal discontinuo tanto en la región de los ductos como en los lóbulos terminales, un reducido número de espermatogonias, y gran cantidad de espermatozoides libres.
- Regresión: Este estadio, está caracterizado por la presencia de espermatocistos muy dispersos a lo largo de la pared de los lóbulos, los ductos contienen esperma y las espermatogonias han disminuido considerablemente su número, el índice gonadosomático desciende, y los espermatozoides presentes en el lumen tubular, son fagocitados, o posiblemente expulsados desde los testículos hasta la cloaca (Grier & Taylor, 1998).

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Localización

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la Estación Piscícola y Laboratorio de Alimentación y Nutrición de Peces (LEANP) del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos Colombia (4°04'24 N 37°34'56 O), Villavicencio, Meta.

### 5.2 Material Biológico

Un ejemplar macho adaptado al cautiverio por cada época del ciclo reproductivo (Junio (M1), Julio (M2) y Agosto (M3)) fue tomado y anestesiado con metanosulfonato de tricaina (TRICAINÉ®) diluido en agua a la dosis recomendada por el fabricante. Se tomó registro de peso, longitud total (LT) y longitud estándar (LS). Se realizó insensibilización por sección medular, se procedió a realizar disección de la cavidad celómica, por medio de corte longitudinal sobre la línea media ventral con bisturí quirúrgico común, se retiró el tracto digestivo, se expusieron las gónadas para realizar disección de las mismas y posteriormente se fijaron las gónadas con la papila urogenital en formalina buferada al 9%.

### 5.3 Histología y Morfología

Cortes Longitudinales, transversal cefálico, transversal medio y transversal caudal del testículo, longitudinal y transversal del conducto eferente de *P. Gibbiceps* fijados en formalina buferada al 9% fueron enviados a laboratorio particular para la realización de tres placas histológicas por corte con tinción de hematoxilina – eosina.

Bloques de muestras en parafina, producto de las placas histológicas, fueron enviados a laboratorio comercial para realizar tinciones inmunohistoquímicas WT-1 y MELAN-A para identificación de células de Leydig y Sertoli respectivamente.

Placas con tinción de hematoxilina – eosina, WT-1 y MELAN – A, se observaron analizaron y fotografiaron en microscopio óptico y cámara NIKON a través de Software ToupCam

Se realizó la descripción histológica del testículo en las dos épocas propuestas y se clasificó según (Grier, 2002).

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Morfometría

Se encontró que el IGS de M1 fue de 0,41% y con respecto a este, M2 presento una disminución del 36,5%, sin embargo entre M2 y M3 no se halló diferencia relevante en cuanto a los IGS.

Los resultados de la morfometría y los índices gonadosomáticos de los ejemplares se presentan en la tabla 1.

Parámetro	Junio M1	Julio M2	Agosto M3
LT (cm)	36,4	41	41,5
LS (cm)	27,4	27	32
PE (g)	390,1	450	600
PG(g)	1,6	1,2	1,4
LG (cm)	3,6	3,45	3,9
AG (cm)	2,0	1,1	1,5
IGS(%)	0,41	0,26	0,23

Tabla 1. Se muestran los datos correspondientes a la morfometría de los ejemplares en las diferentes etapas propuestas. Longitud total (LT), Longitud Estándar (LS), Peso del ejemplar (PE), Peso de la gónada (PG), Longitud gonadal (LG), Amplitud gonadal (AG), Índice Gonadosomático (IGS).

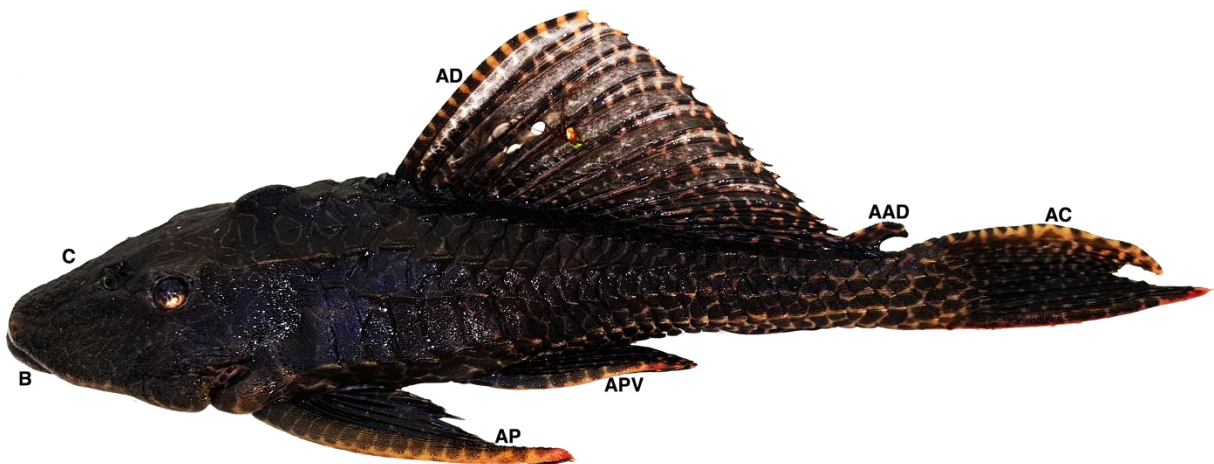


Figura 1. Ejemplar macho de *P. gibbiceps*. Cabeza (C), Boca (B), Aleta Pectoral (AP), Aleta Pélvica (APV), Aleta Dorsal (AD), Aleta Adiposa (AAD), Aleta Caudal (AC).

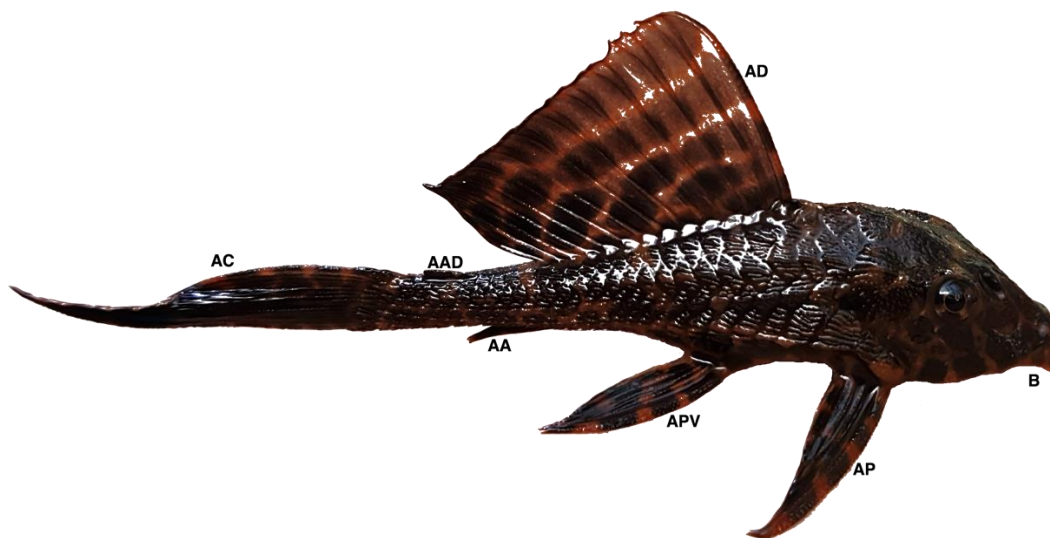


Figura 2. Ejemplar juvenil de *P. gibbiceps*. Boca (B), Aleta Pectoral (AP), Aleta Pélvica (APV), Aleta anal (AA), Aleta Dorsal (AD), Aleta Adiposa (AAD), Aleta Caudal (AC).

## 6.2 Cronología

Se realizó el cálculo aproximado de la cronología de los animales según la metodología sugerida por el Manual de Ciencia Pesquera de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), que consiste en la observación de los anillos de crecimiento en las estructuras óseas de los ejemplares, en la Figura 1, se muestra una sección del radio inicial de la aleta pectoral del ejemplar M3, en el cual se pueden observar 9 anillos con una coloración más intensa, que según la FAO, están relacionados con las diferentes etapas de oferta alimenticia, que generalmente ocurren de manera anual, por lo cual se infiere que los ejemplares tenían alrededor de 9 años de vida, ya que todos presentaban 9 anillos en promedio

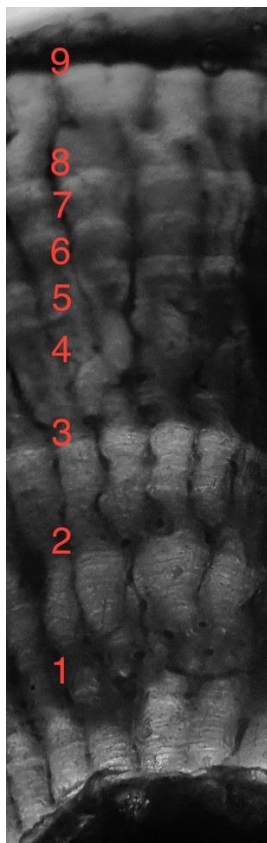


Figura 3. Fotografía en blanco y negro, de sección del primer radio de la aleta pectoral de la muestra M3, Los números corresponden a los anillos que presentan mayor intensidad en la coloración.

### 6.3 Anatomía topográfica.

Los testículos de *P. gibbiceps* se encuentran ubicados en la cavidad celómica, ventrales con respecto al riñón y a la vejiga gaseosa, adheridos a esta última por medio de un tejido translucido y resistente (mesorquio), son relativamente pequeños, con un índice gonadosomático de 0,41% en M1, 0,26% en M2 y 0,23% en M3, los testículos de estos ejemplares, son pareados desiguales (el izquierdo de mayor tamaño que el derecho), con forma festoneada, ovalada irregular y una superficie puntiforme corrugada, de color amarillo rosáceo, cada testículo se une a un conducto que avanza independiente para posteriormente unirse en un solo conducto hacia caudal, que confluye en la papila urogenital; en la figuras dos, tres y cuatro, se muestran la forma y ubicación de los órganos en mención.

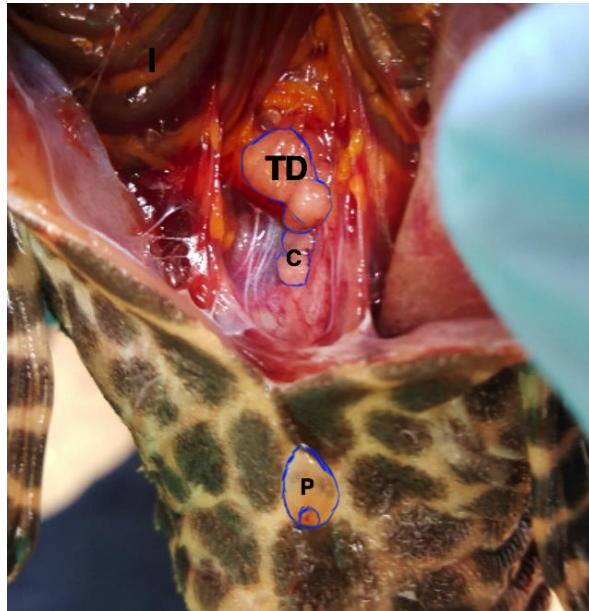


Figura 2. Ubicación de los testículos dentro de la cavidad celómica de *P. gibbiceps*. Intestino (I), Testículo Derecho (TD), Conducto (C), Papila urogenital (P).

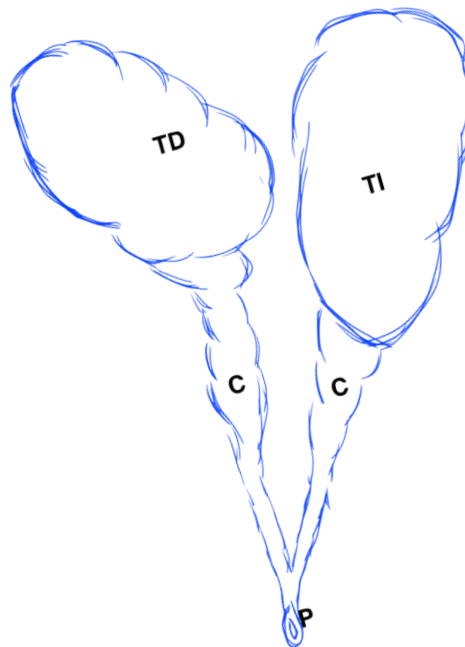


Figura 3. Diagrama de los testículos de *P. gibbiceps* en estado de maduración. Testículo derecho (TD), Testículo Izquierdo (TI), Conducto (C), Papila urogenital (P)

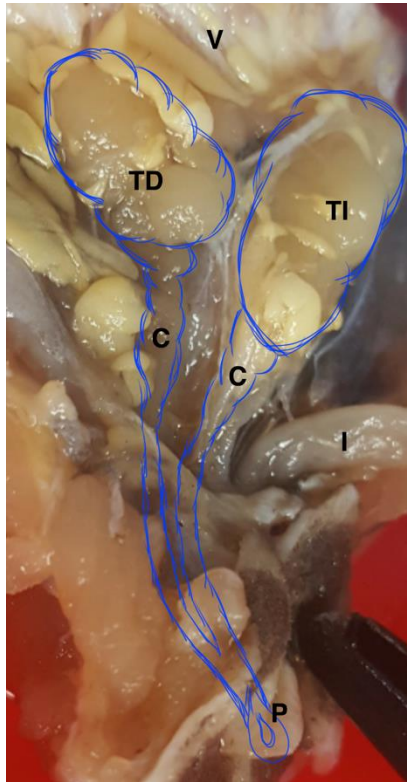


Figura 4. Testículos de *P. gibbiceps* M1. Pared ventral de la vejiga natatoria (V), Testículo Derecho (TD), Testículo Izquierdo (TI), Conducto (C), Intestino (I), Papila urogenital (P), en azul, superpuesto el esquema testicular.

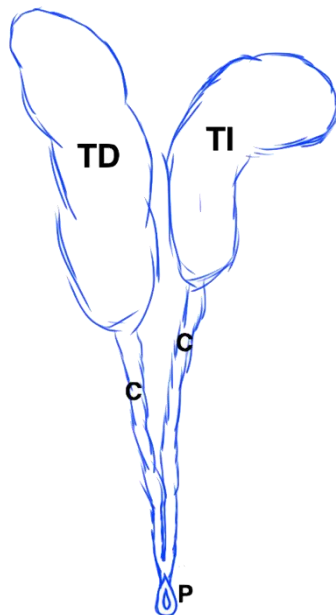


Figura 5. Diagrama de los testículos de *P. gibbiceps*, en regresión M3. Testículo Derecho (TD), Testículo Izquierdo (TI), Conducto (C), Papila urogenital (P).

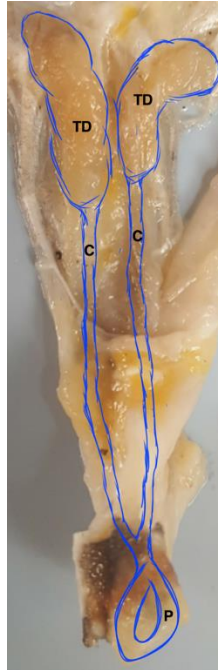


Figura 6. Testículos de *P. gibbiceps* en época no reproductiva M3, Testículo Derecho (TD), Testículo Izquierdo (TI), Conducto (C), Papila urogenital (P), en azul superpuesto, el diagrama del órgano.

#### 6.4 Histología

Los cortes histológicos con tinción de H-E, permitieron establecer que *P. gibbiceps*, es una especie que posee testículos lobulares, espermatozonales irrestrictos, con distribución de espermatozonias en toda el área del testículo, sin evidencia de zonas secretoras específicas intratesticulares ni glándulas accesorias, con presencia de un conducto eferente que presenta un epitelio de secreción, con células que se asemejan a las células glandulares por decapitación.

**M1:** Presentó lóbulos con luz amplia y presencia de espermatozoides en la misma, con un epitelio germinal continuo, que poseía cistos en diferentes estadios del desarrollo (Espermatocitos primarios, secundarios, espermátides y espermatozoides propiamente dichos) en la mayoría de los mismos; en pocos lóbulos se observó epitelio germinal discontinuo, que de igual manera, presentaban espermatocitos en diferentes estadios, por lo que se clasificó, como un testículo en maduración tardía.

**M2 y M3:** Se logró evidenciar la presencia de epitelio germinal continuo, con presencia de espermatozonias primarias y secundarias, y ausencia de espermatocitos, espermátides y espermatozoides, también se evidenció un aumento en el tejido intersticial con respecto a M1 y se clasificó como testículo en regresión o regresado.



Tejido intersticial: Se midió el espacio ocupado por el tejido intersticial entre cada lóbulo y se obtuvieron los siguientes resultados M1:  $6,3 \pm 2,9 \mu\text{m}$ , M2:  $9,7 \pm 2,1 \mu\text{m}$  y M3:  $9,3 \pm 3,2 \mu\text{m}$ , lo que indica que el espacio intersticial entre los lóbulos de M1, era menor que el de M2 y M3, debido a que el epitelio germinal de este era mucho más amplio y la luz de los lóbulos mucho más grande que la de M2 y M3.

Melan A: Se logró establecer que la Inmunohistoquímica (Melan-A) usada en mamíferos es eficiente a la hora de identificar células de Leydig en testículos de *P. gibbiceps*, puesto que hubo reacción que se evidencia con la coloración de las células diana, como se muestra en las fotomicrografías anotadas. (figuras 15, 16 19 24 y 25)

WT1: Se logró establecer que la Inmunohistoquímica (WT1) usada en mamíferos es eficiente a la hora de identificar células de Sertoli en testículos de *P. gibbiceps*, puesto que hubo reacción que se evidencia con la coloración de las células diana, como se puede muestra en las fotomicrografías anotadas (figuras 13, 14 y 20)

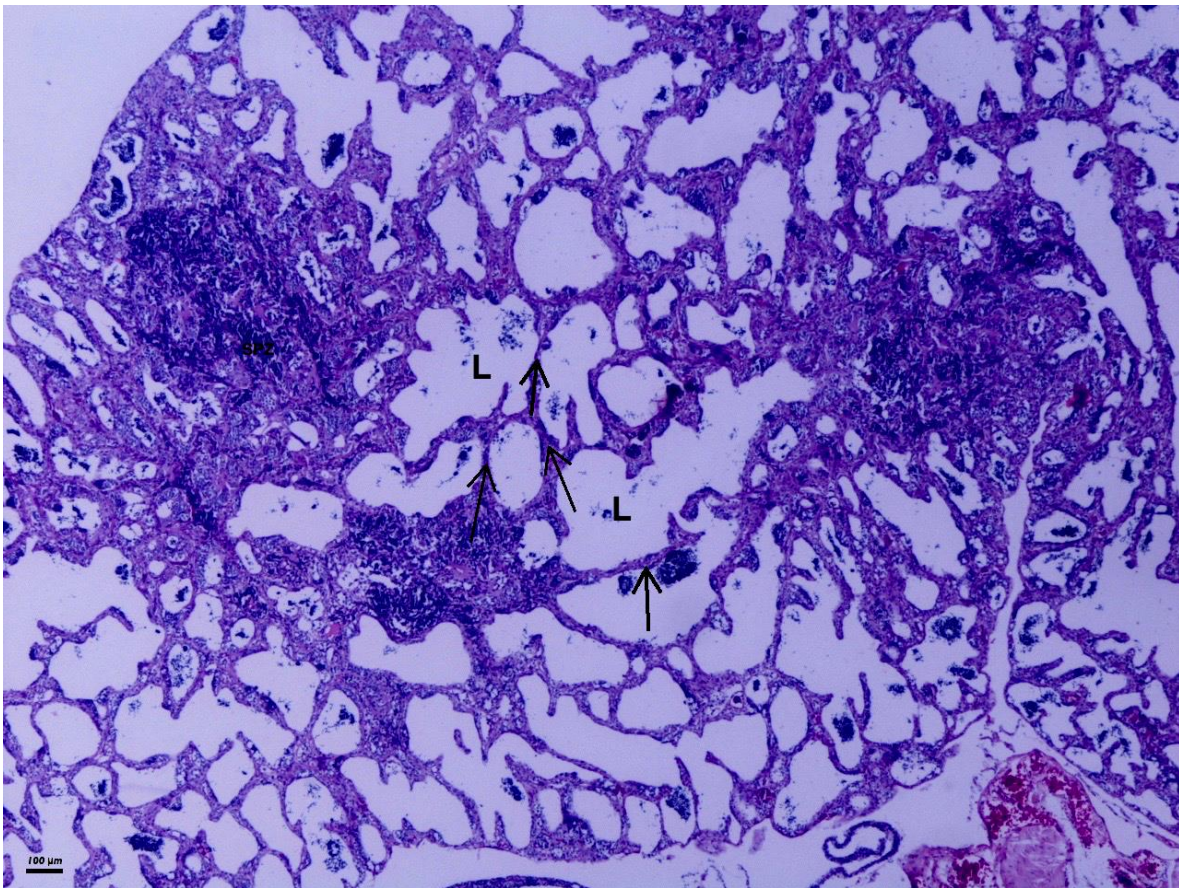


Figura 7. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 40X Lumen de los túbulos (L), Espermatozoides (SPZ), las flechas indican el tejido intersticial.



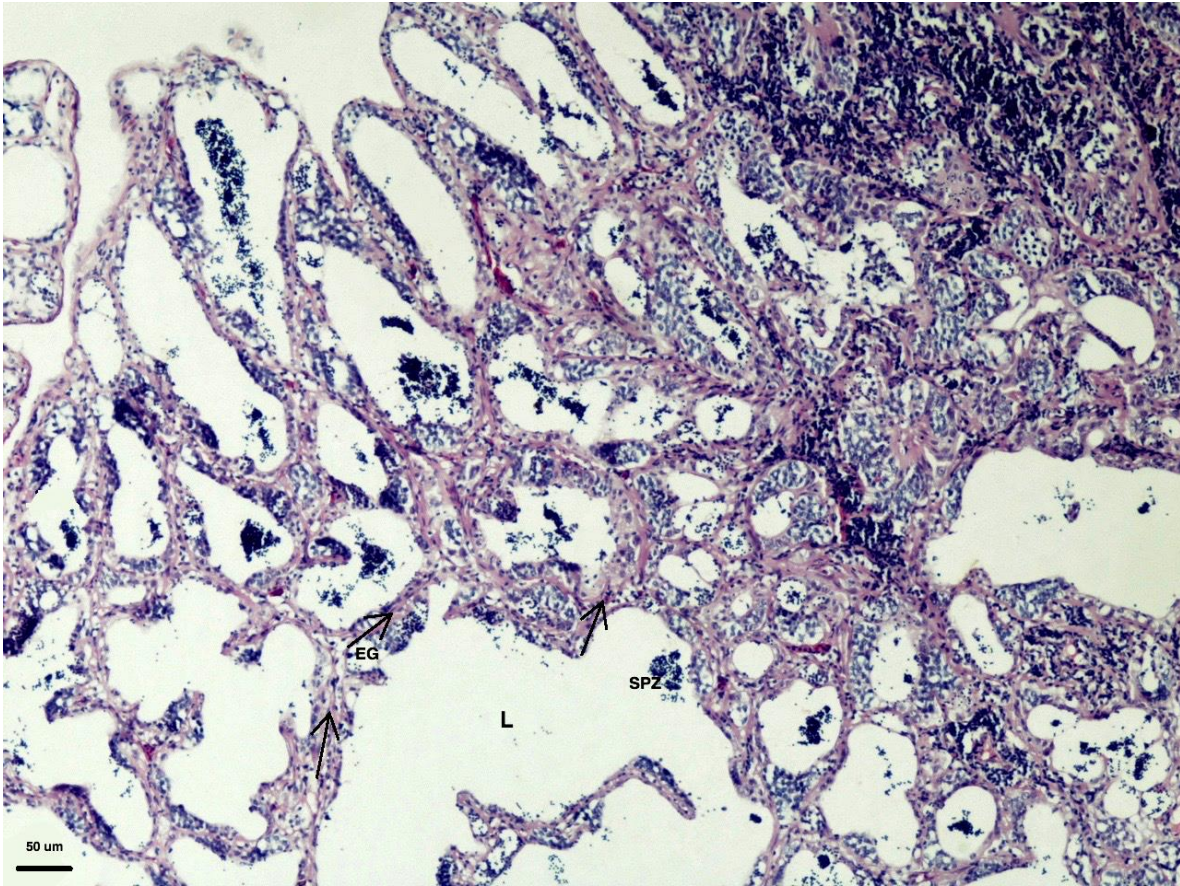


Figura 8. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 100X, Se puede observar con mayor detalle el epitelio germinal (EG) de los lóbulos, y la presencia de espermatozoides (SPZ) en el lumen (L) de los mismos, las flechas señalan el tejido intersticial.

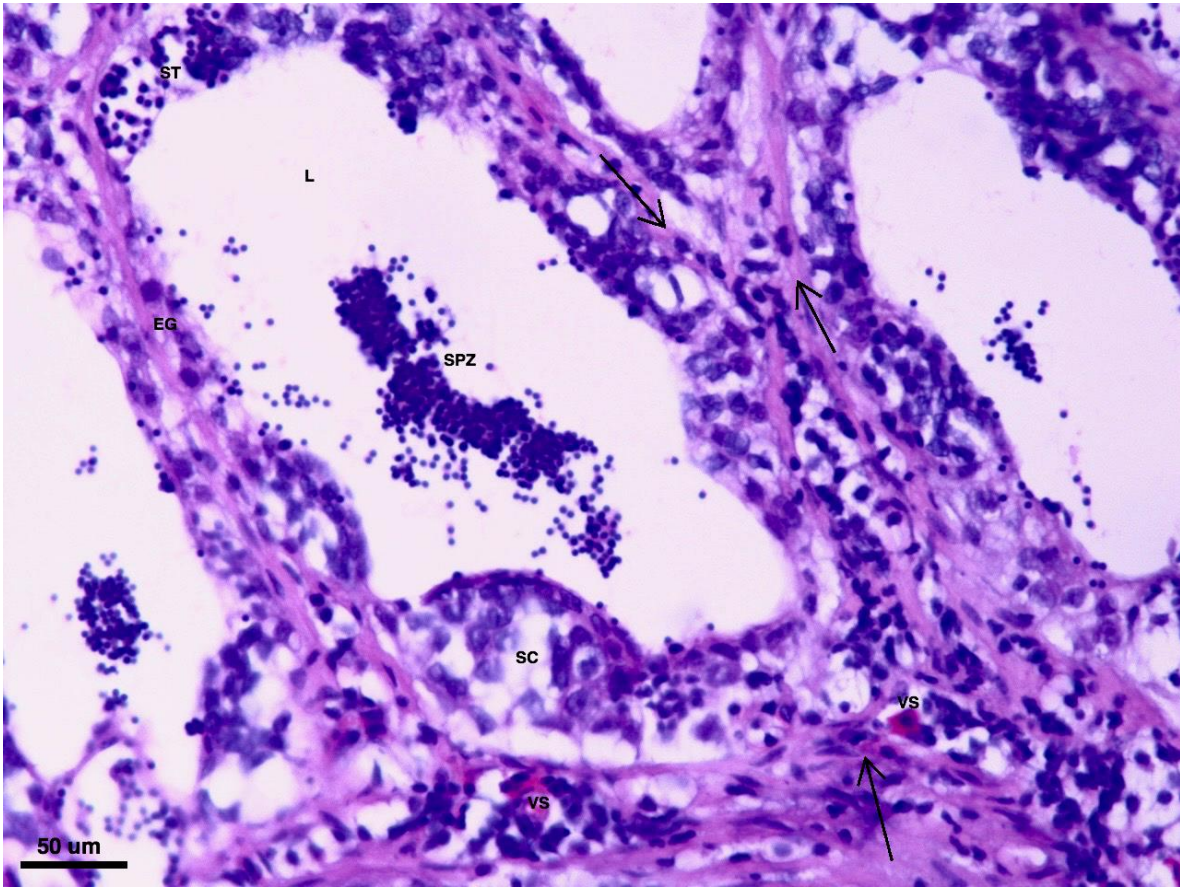


Figura 9. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 400X, se observa con detalle la pared de los lóbulos indicada por las flechas y vasos sanguíneos (VS). El epitelio germinal discontinuo (EG), formado por epermatocitos (SC) y espermatides (ST), y en el lumen (L) del lóbulo, espermatozoides (SPZ) propiamente dichos.



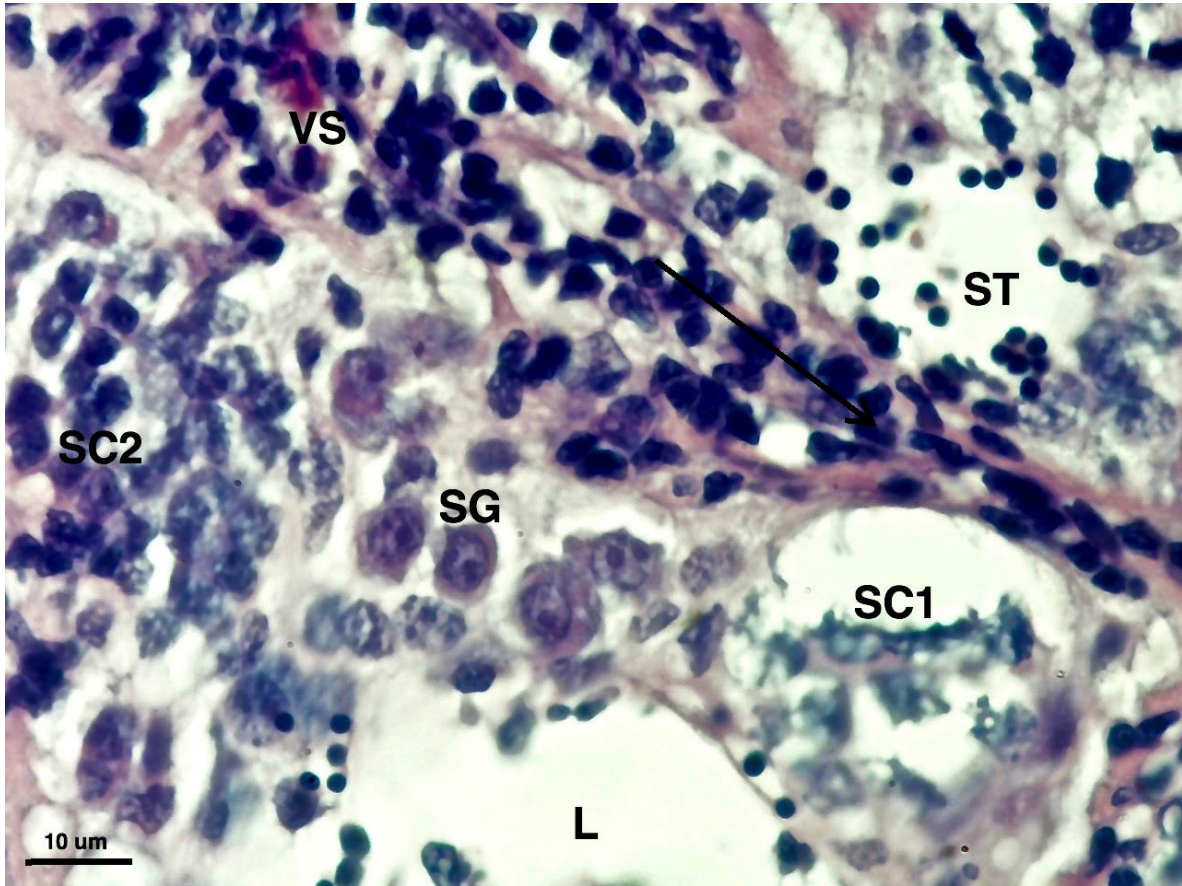


Figura 10. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 1000X, Se observa el epitelio germinal del lóbulo, conformado por espermatogonias (SG), espermatocitos tipo 1 (SC1), Espermatocitos tipo 2 (SC2), y espermátides. En la pared de los lóbulos (indicada por las flechas) se pueden observar los vasos sanguíneos (VS)

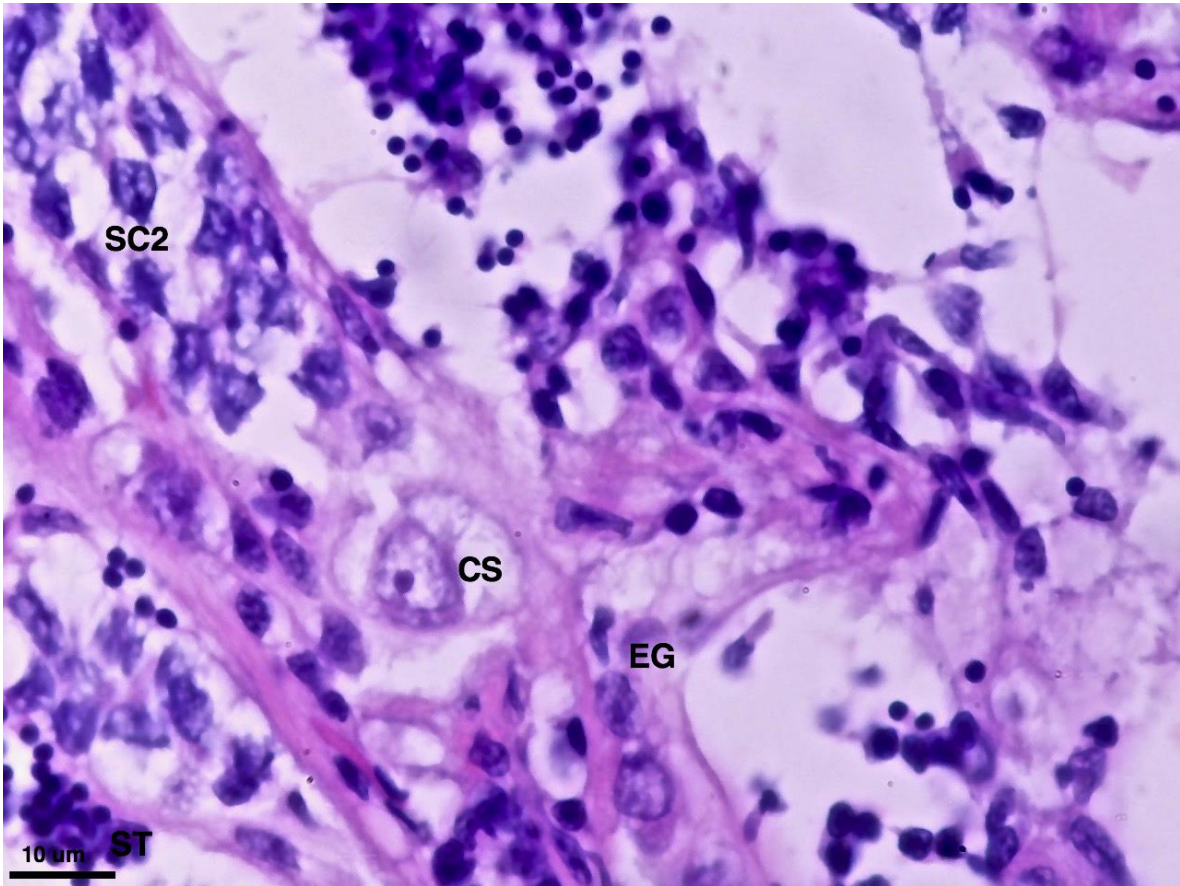


Figura 11. M1 Tinción Hematoxilina-Eosina 1000X, Se puede observar con mayor detalle el epitelio germinal (EG) del lóbulo seminífero, con Espermatocitos secundarios (SC2) en diferentes estadios del desarrollo, se muestra una célula de Sertoli (CS) de gran dimensión con citoplasma espumoso, propio de las células productoras de esteroides.



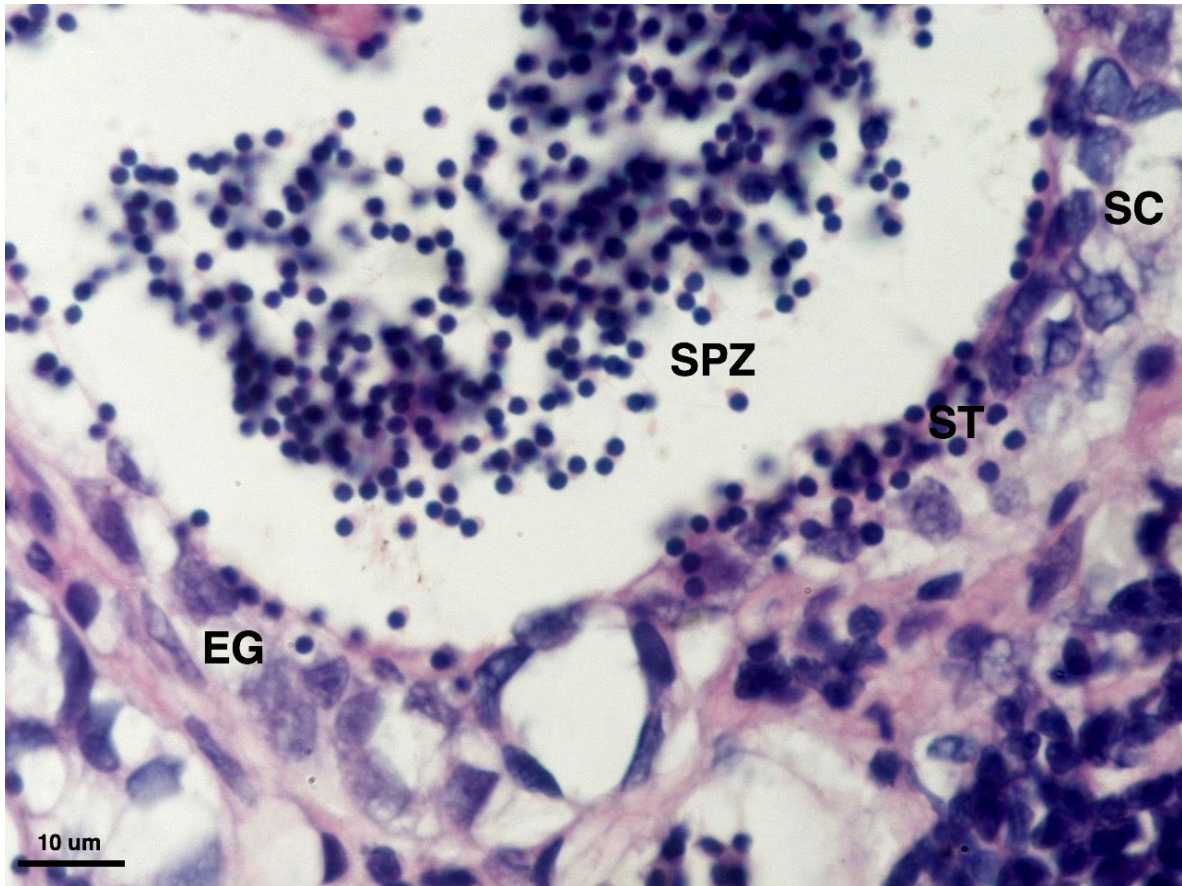


Figura 12. M1 Tinción Hematoxliina-Eosina 1000X, en esta imagen se contemplan claramente los componentes del epitelio germinal, espermatogonias (EG), Espermatocitos (SC), espermatides (ST), y en el lumen espermatozoides (SPZ).

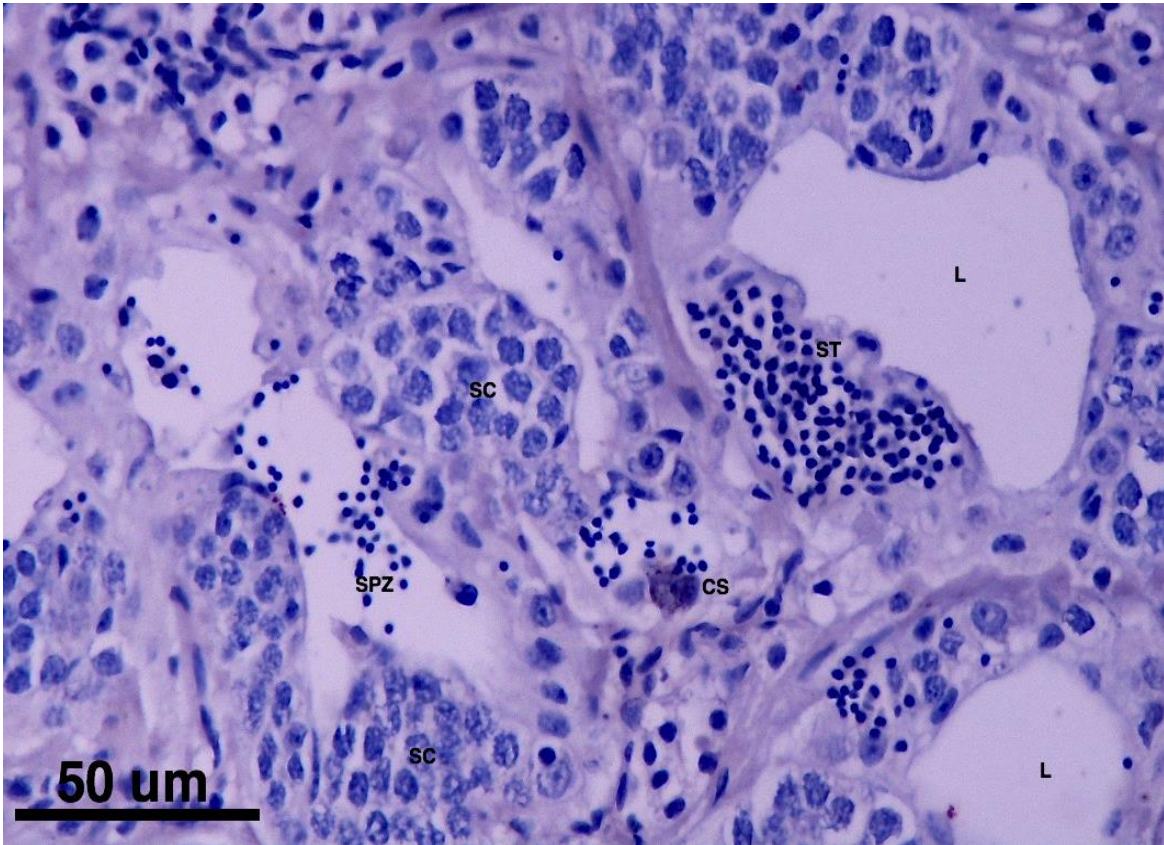


Figura 13. M1 Inmunohistoquímica WT1. 400X Se contempla el epitelio germinal continuo con Espermatocitos (SC), espermatídes (ST) y espermatozoides (SPZ) en el lumen (L) del lóbulo. En el centro de la imagen, una célula de Sertoli (CS) con una coloración café, que corresponde al inmunomarcador.



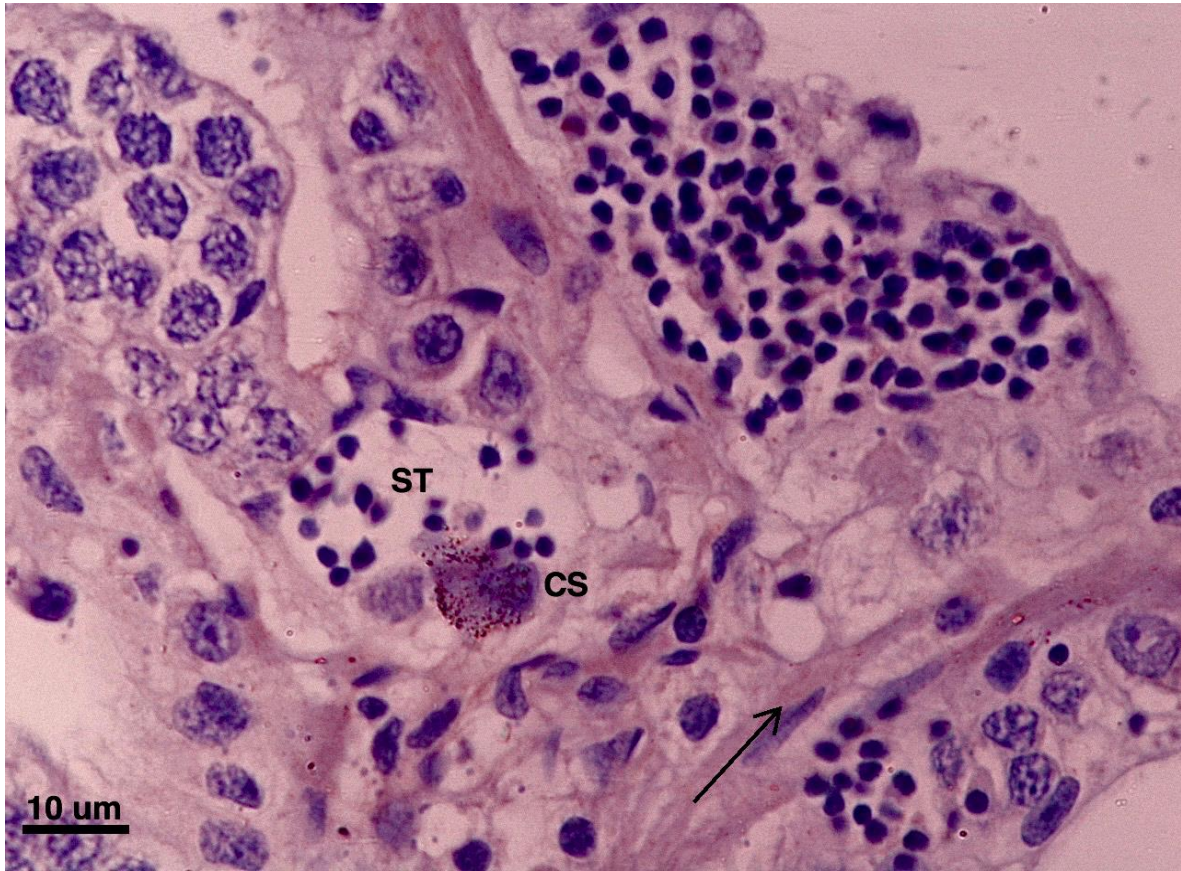


Figura 14. M1: Inmunohistoquímica WT1. 1000X. Se observa una célula de Sertoli (CS) con un precipitado de color café, que corresponde a la inmunomarcación y espermatídes (ST) alrededor de la misma. La flecha señala el tejido intersticial.



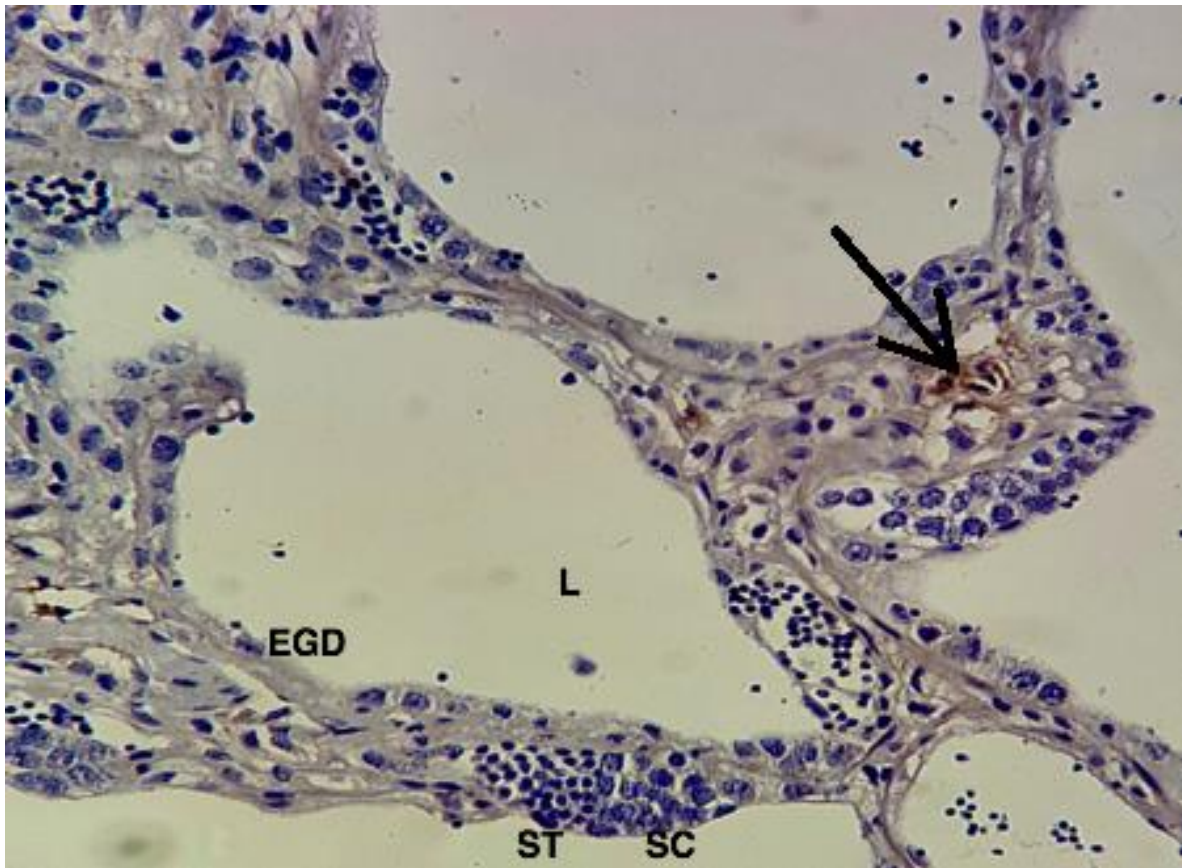


Figura 15. M1 Inmunohistoquímica MELAN-A. 400X La flecha indica las células de Leydig en el intersticio gonadal. Se observa un lóbulo con epitelio germinal discontinuo (EGD), espermatídes (ST) y espermatocitos.



Figura 16. M1 Inmunohistoquímica MELAN-A. 400X Las flechas indican las células de Leydig en el intersticio gonadal. Se observa un lóbulo con epitelio germinal continuo, espermatídes (ST), espermatocitos tipo 1 (SC1) espermatocitos tipo 2 (EC2) y espermatozoides (SPZ) en el lumen del lóbulo.



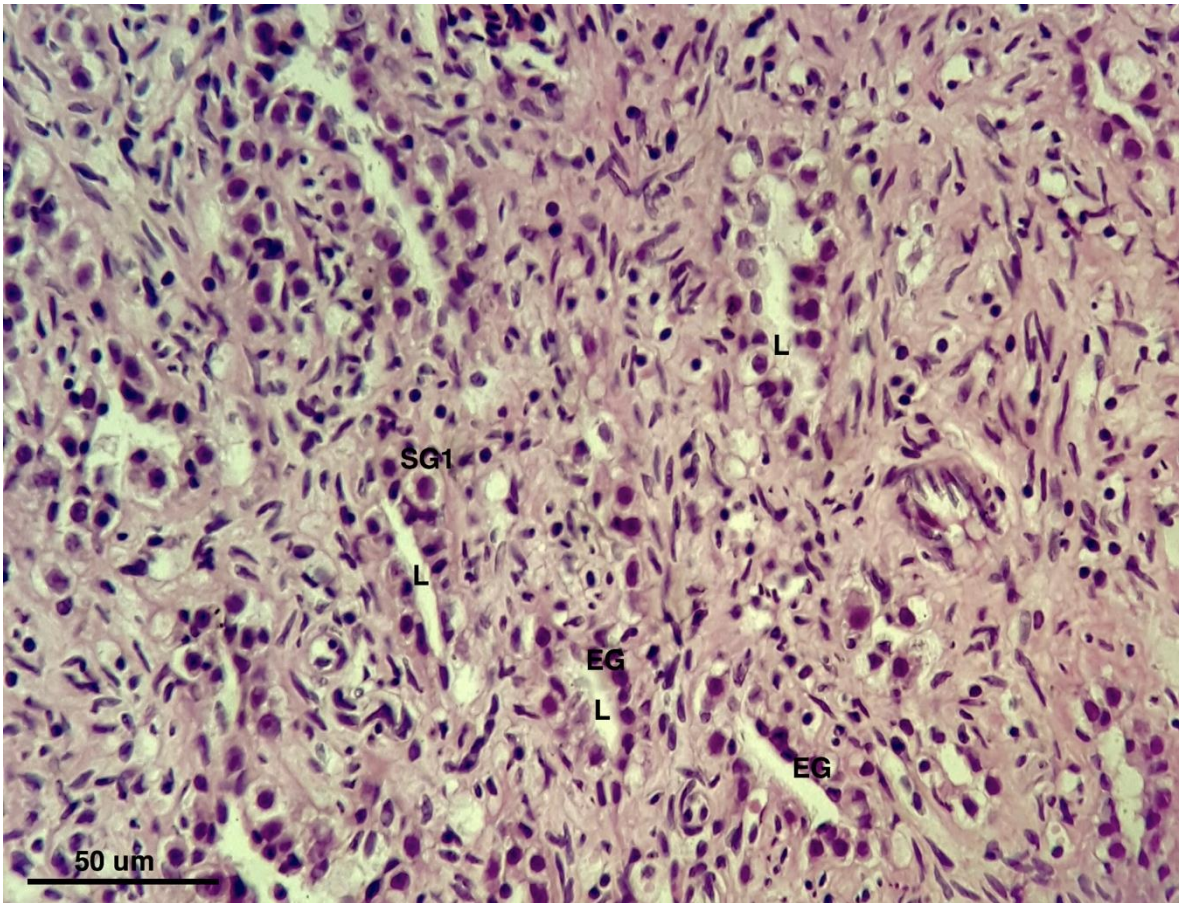


Figura 17. M2 Tinción Hematoxilina – eosina, 400X. Se observa un testículo, cuyos lúmenes (L) lobulares son reducidos, con epitelios germinales (EG) continuos y espermatogonias primarias (SG1).

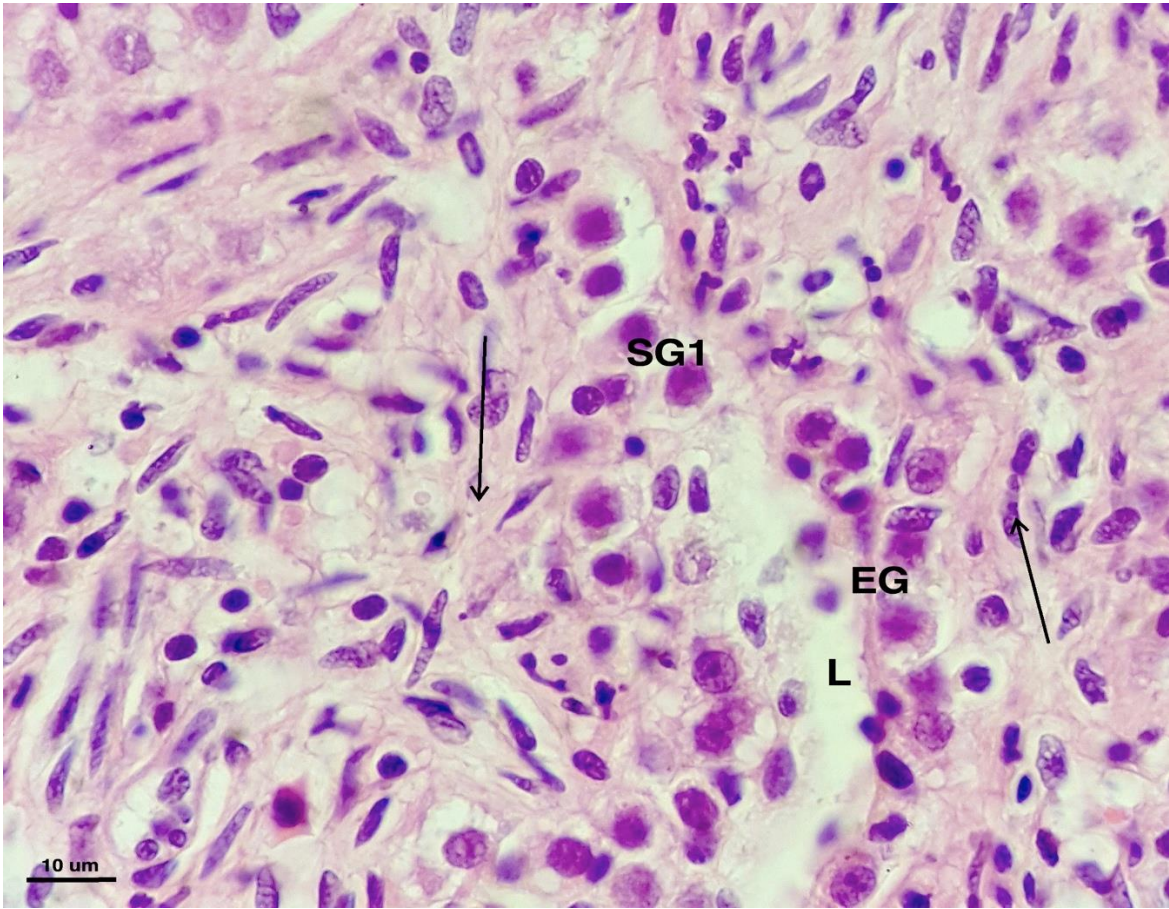


Figura 18. M2 Tinción Hematoxilina – Eosina 1000X, Se observa un lóbulo con un lumen (L) reducido, con un epitelio germinal continuo (EG), compuesto por espermatogonias primarias (EG1). Las flechas indican el tejido intersticial.



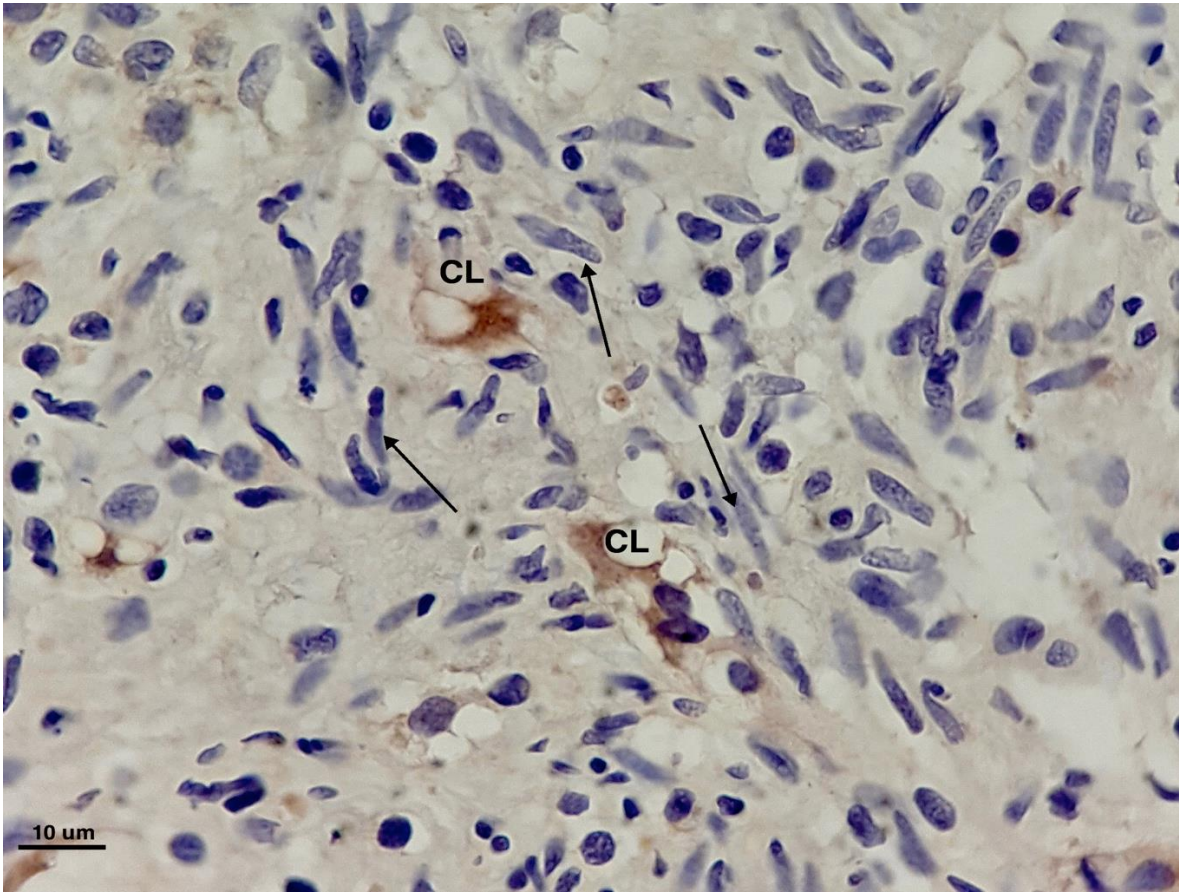


Figura 19. M2 Inmunohistoquímica Melan – A 1000X. Las flechas indican el tejido intersticial y se observan células de Leydig inmunomarcadas (CL) en el intersticio del órgano.

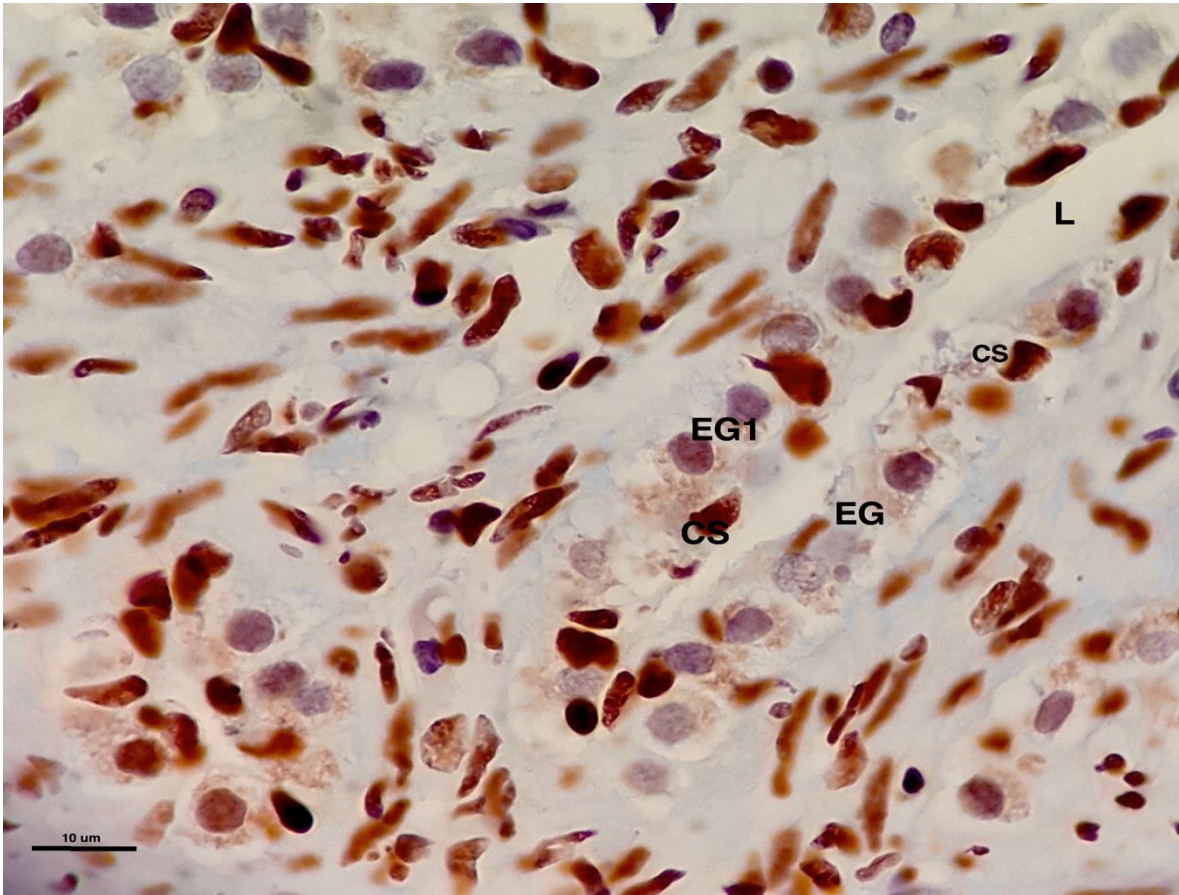


Figura 20. M2 Inmunohistoquímica WT1 1000X. Se observa una coloración marrón en las Células de Sertoli (CS) que se encuentran rodeando a las espermatogonias primarias (EG1) en el epitelio germinal (EG). Lumen del lóbulo (L).





Figura 21. M3 Tinción Hematoxilina – Eosina 400X. Se observa una capa de músculo liso (ML) abundante, con un epitelio glandular (EGL), y el lumen del conducto eferente.

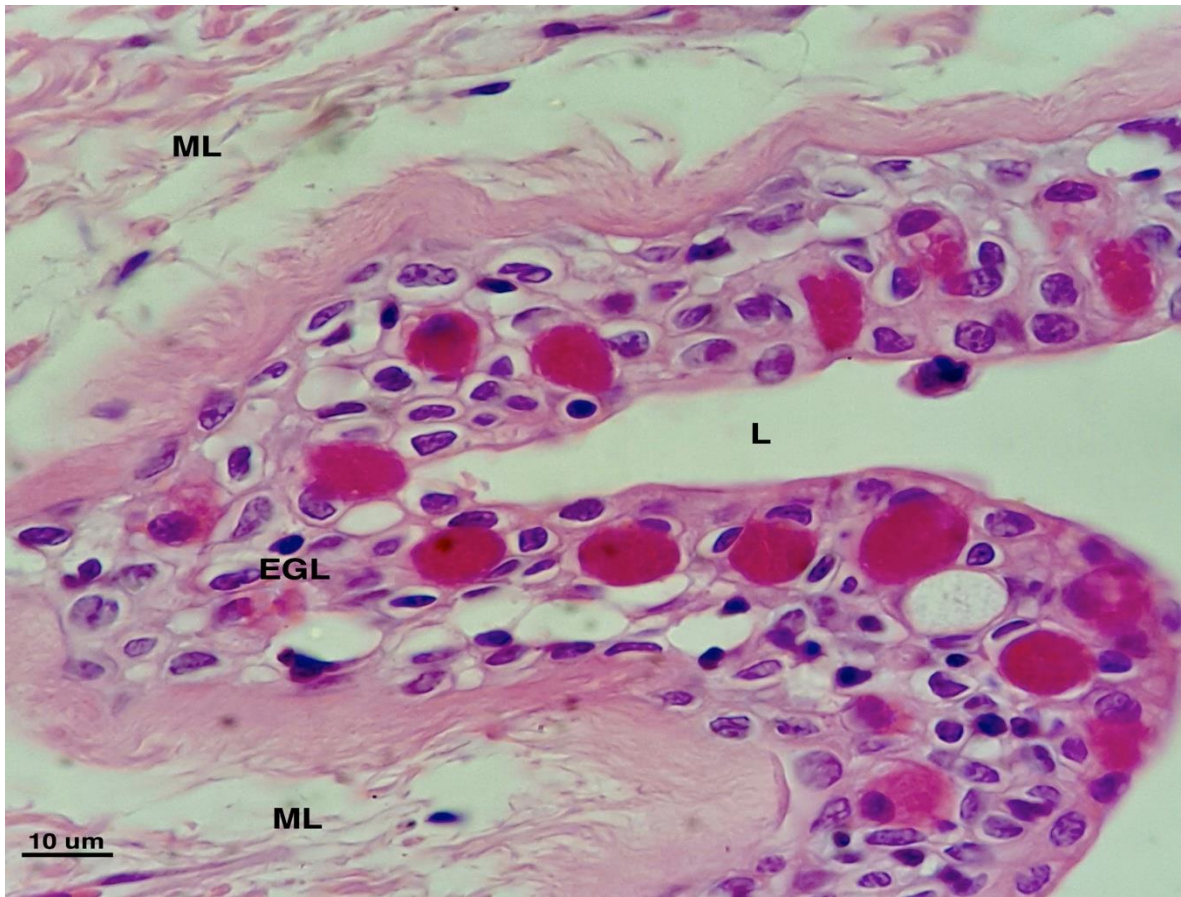


Figura 22. M3 Tinción Hematoxilina – Eosina 1000X. Se observa con mayor detalle una capa de músculo liso (ML) abundante, con un epitelio glandular (EGL), y el lumen del conducto eferente.



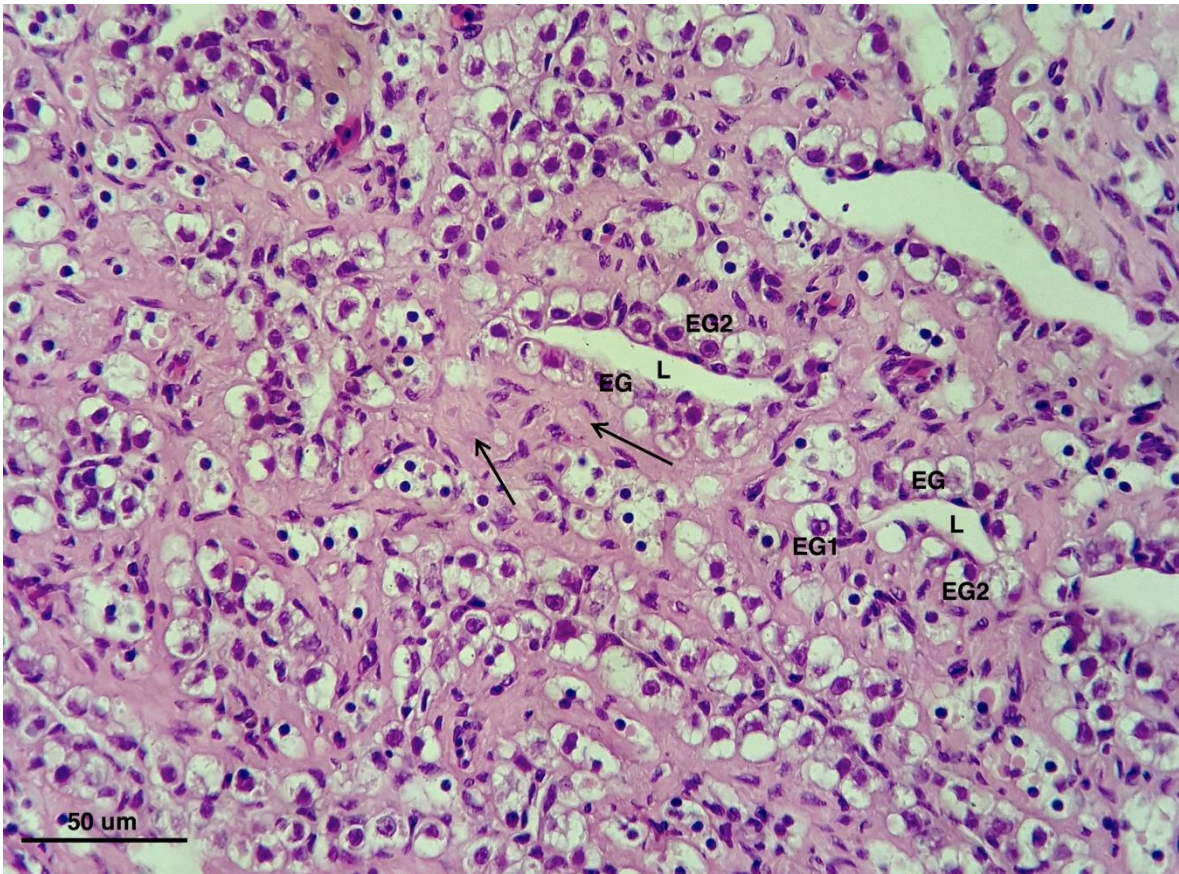


Figura 23. M3 Tinción Hematoxilina – Eosina 400X. Se observan lóbulos espermáticos con lumen (L) reducido, epitelio germinal continuo (EG), espermatogonias primarias (EG1) y secundarias (EG2). Las flechas indican el tejido intersticial.

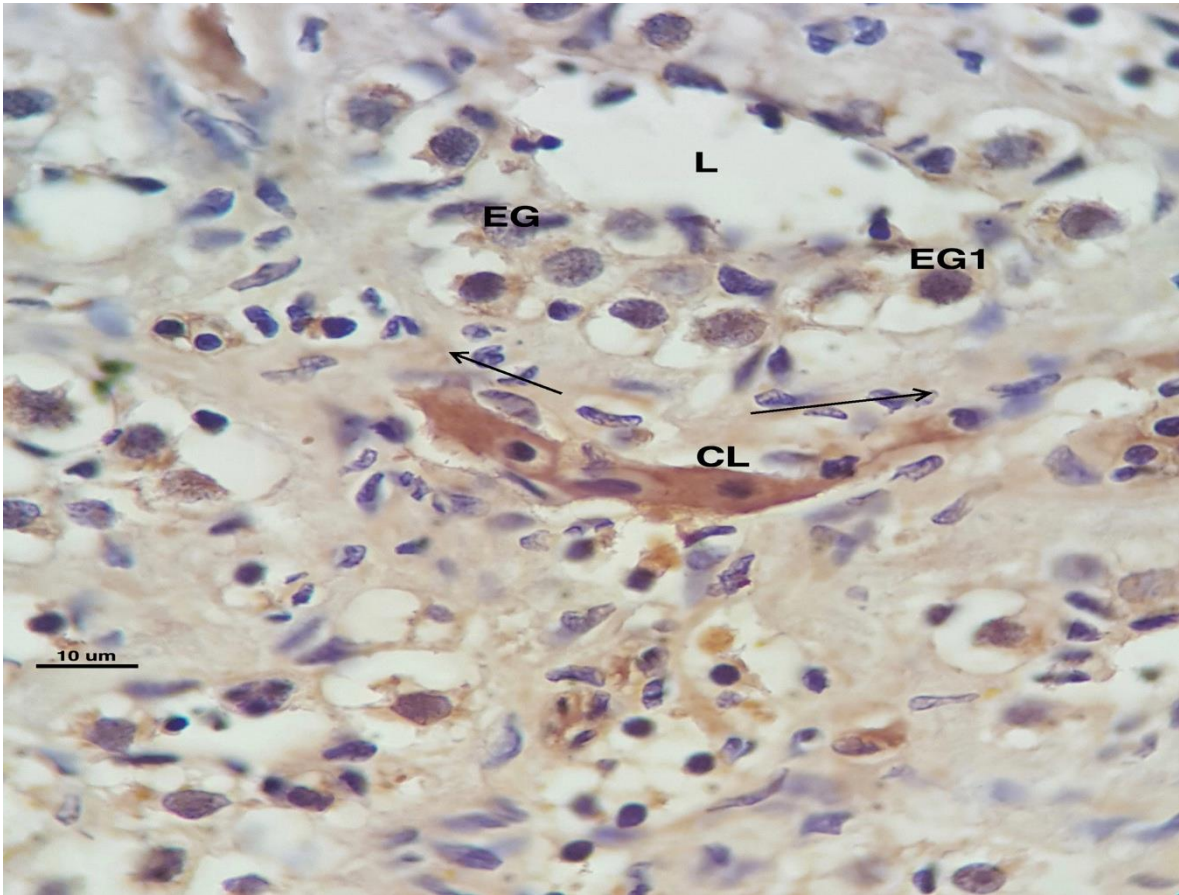


Figura 24. M3 Inmunohistoquímica Melan A 1000X. Se observa un lóbulo con epitelio germinal continuo (EG) compuesto por espermatogonias primarias (EG1). Las flechas indican el intersticio celular, y se aprecian precipitaciones de color marrón intenso sobre las células le Leydig (CL) en el intersticio del órgano.



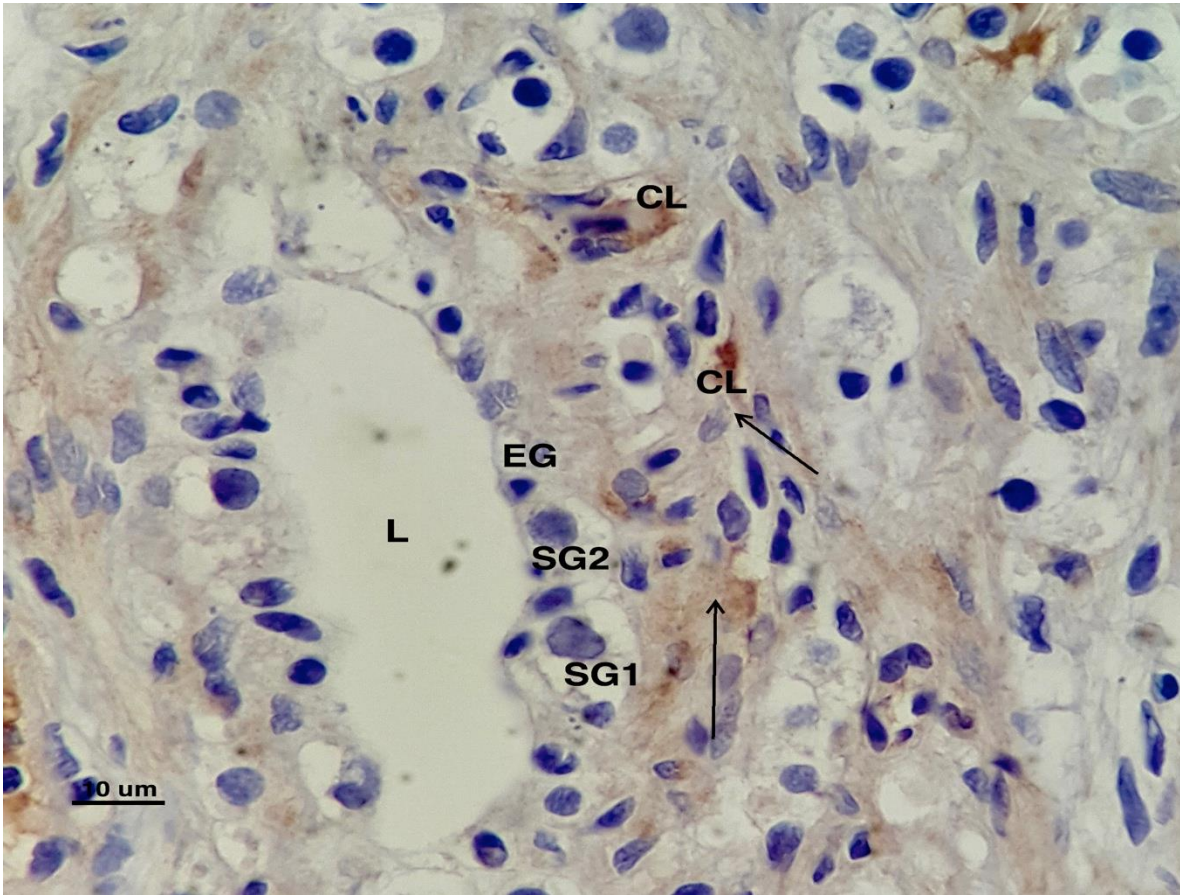


Figura 25. M3 Inmunohistoquímica Melan A 1000X. Se observa un lóbulo con epitelio germinal continuo (EG) compuesto por espermatogonias primarias (EG1) y secundarias (EG2). Las flechas indican el intersticio celular, y se aprecian precipitaciones de color marrón intenso sobre las células le Leydig (CL) en el intersticio del órgano.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Dimorfismo sexual

En *P. gibbiceps* no se evidencia dimorfismo sexual marcado aunque según Landines *et al.*, 2007, indican que generalmente los machos son de menor tamaño y tienen coloración más intensa. Sin embargo, la observación de dichas características demanda de gran experiencia, razón por la cual la selección de los reproductores suele ser tarea difícil. El dimorfismo sexual ha sido reportado en algunos siluriformes, por ejemplo en *Hoplosternum littorale*, aparte del dimorfismo sexual en el que los machos son más grandes que las hembras, se observó una columna pectoral alargada y recurvada en los machos durante la temporada de desove (Winemiller, 1987).

### 7.2 Caracterización testicular

En el caso de *P. gibbiceps* se puede afirmar que es una especie que tiene testículos espermatogoniales irrestrictos debido a que las espermatogonias se encuentran ubicadas a lo largo de la longitud de los lóbulos testiculares, condición que también fue descrita para *Pterygoplichthys disjunctivus* (Jumawan *et al.*, 2014) *Liposarcus anisitsi* (Cruz *et al.*, 2005) y *Rhinelepis aspera* (Agostinho *et al.*, 1987) además en estas especies también se encontró que no tenían regiones intratesticulares definidas, exclusivas para secreciones, indicando que toda el área del testículo produce espermatozoides y la secreción se genera en el área del conducto deferente, excepto en *R. aspera* donde se observaron túbulos secretores en la porción caudal (Melo *et al.*, 2011). La ausencia de vesículas seminales y/o glándulas accesorias fue descrita en *P. disjunctivus* y *R. aspera*, que concuerda con lo encontrado en *P. gibbiceps*. En contraparte la figura 22, muestra que *P. gibbiceps* posee un epitelio con abundantes células secretoras a lo largo del conducto eferente, condición que puede estar relacionada con lo descrito por Contreras *et al.* En la vigésima segunda Jornada de Acuicultura – IALL, quien afirma que el semen de *P. gibbiceps* se obtiene activo, y tiene un tiempo de activación de 56 a 60 minutos.

### 7.3 Índice gonadosomático

Según los resultados obtenidos por Jumawan *et al.*, en el 2014 los machos de *P. disjunctivus* permanecen maduros aparentemente durante cinco meses (junio-octubre) y en *P. gibbiceps* se encontró que en el mes de junio estaban en maduración tardía, con un IGS de 0,41 % y en agosto con un IGS de 0,23 %

clasificado como regresado; aunque lo anterior debe contrastarse con la información pluviométrica, puesto que Jumawan no reporta dichos datos y pudiera estar relacionado con la temporada de lluvias.

En los ciclos anuales de reproducción de los peces machos, clases descriptivas pueden ser reconocidas por distintos cambios en el epitelio germinal. Estos cambios se perciben fácilmente histológicamente y se basan en la existencia de un epitelio germinal continuo o discontinuo y las etapas de las células germinales que están presentes (Grier, 2002). En un epitelio germinal continuo, existe una población continua de células germinales y células de Sertoli a lo largo de la membrana basal de los lóbulos. Las células germinales pueden ser espermatogonias, espermatocitos meióticos, espermatides maduros durante la espermiogénesis o espermatozoides. Estas células germinales se desarrollan sincrónicamente dentro de los espermatocistos cuyos bordes están formados por células de Sertoli. En un epitelio germinal discontinuo, los espermatozoides maduran y experimentan espermiación (liberación en el lumen del lóbulo). Debido a que las células germinales no se reemplazan a medida que las espermatogonias se transforman en células meióticas, hay una pérdida gradual del componente de células germinales del epitelio germinal, por lo cual se ve alterada la continuidad de dicho epitelio (Grier, 2002).

En *P. gibbiceps*, el macho tiene un proceso de recrudescencia testicular esto quiere decir que el testículo se maximiza, siendo así que en una época está inmaduro y en otra maduro, en la época donde se encuentra maduro el tejido intersticial es delgado y el tejido germinal es más amplio; cuando está inmaduro o sea en la época no reproductiva, el tejido intersticial ocupa la mayoría del espacio y el tejido germinal es escaso, y esto se debe a que en la época no reproductiva, el testículo no necesita madurar espermatogonias para producir espermatozoides. Para *P. disjunctivus* se sugiere que los machos son reproductores por lotes por la larga temporada de desove, la espermatogénesis quística sincrónica y la presencia de testículos completamente gastados y recrudescientes en los meses posteriores (Jumawan *et al*, 2014).

#### **7.4 Conformación celular**

A pesar de no haber literatura que reporte en peces, el uso de inmunohistoquímica para realizar inmunomarcación de células que se quieran identificar, con este estudio se demuestra que es viable el uso de inmunomarcadores para identificar algún tipo de célula, en este caso células de Sertoli y células de Leydig. Las células de Sertoli desempeñan un papel importante en la regulación de la espermatogénesis y entre las funciones realizadas por estas células se incluye: proporcionar soporte estructural y la nutrir a las células germinales en desarrollo,

fagocitosis de células germinales inviables y cuerpos residuales degenerativos, así como la liberación de espermátides durante la espermiación (Russell and Griswold, 1993) y las células de Leydig son responsables de la secreción de las hormonas sexuales masculinas (testosterona) (Grier, 1981).

## **7.5 Fenología reproductiva**

Se sabe que los *Pterygoplichthys* machos excavan las orillas de los ríos para crear madrigueras en las que una hembra atraída pondrá y guardará sus huevos (Jumawan *et al.*, 2014), en *P. gibbiceps*, el macho hace un nido para que la hembra ingrese y deposite los huevos, luego el macho ingresa y realiza la espermiación de los mismos, una vez espermeados, el macho se hace en la entrada de la cueva y con las aletas pectorales hace un movimiento que genera, se podría decir, un recambio de agua dentro de la cueva para que los huevos tengan oxígeno suficiente todo el tiempo dentro de la misma (Landines y Ureña 2007).

La mayoría de los silúridos se consideran reproductores estacionales con tasa de recrudescencia testicular muy correlacionada con el fotoperiodo, ambiente, temperatura óptima y condiciones pluviométricas, para dar inicio a la espermatogénesis (Jumawan *et al.*, 2014).

## 8. CONCLUSIONES.

- *P. gibbiceps*, es una especie que posee testículos espermatogoniales irrestrictos sincrónicos, condición que la hace susceptible de manejo zootécnico, condicionado por factores de pluviosidad y calidad de agua.
- *P. gibbiceps*, es una especie que no posee zonas de secreción intratesticular, en contra parte, posee un conducto deferente que cumple dicha función.
- El uso de la inmunohistoquímica como método de identificación celular, es completamente aplicable en investigaciones con especies ícticas, aun usando inmunomarcadores que han sido diseñados para mamíferos.
- El uso de la técnica de osteoanálisis para determinar la edad determinada de los peces, es viable cuando se quiere conseguir información de animales extraídos del medio natural, puesto que el cambio de coloración en las capas de crecimiento (anillos) obedece a las épocas de oferta alimenticia, que generalmente tienden a ser anuales, pero hay que realizar estudios que impliquen animales de zoocría, que cuentan con una oferta alimenticia constante.

## 9. RECOMENDACIONES

- Es necesario profundizar en la investigación de la conformación testicular de la cucha mariposa en el periodo reproductivo completo, para establecer los tiempos de maduración y correlacionarlos con diferentes variables ambientales.
- La cucha mariposa, y los Loricaridos en general, deben ser consideradas especies de importancia ambiental y zootécnica, pues las estadísticas indican que este grupo de peces, goza de interés en el mundo de la acuariofilia
- Se requiere realizar estudios espermatoológicos en esta especie, para determinar el papel del epitelio secretor del conducto eferente.
- Es importante complementar el presente estudio, con la descripción gonadal de la hembra de cucha mariposa, para poder generar paquetes tecnológicos que confluyan en la zoocría de las mismas, y de esa manera, disminuir las tasas de extracción del medio natural.
- Incentivar a los jóvenes que se encuentran cursando carreras afines con el área de la acuicultura, por medio de los diferentes grupos de investigación, para que a partir de ellos se genere conocimiento básico y aplicado.




## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agostinho, A.A., Barbieri, M.C., Agostinho, C.S., Barbieri, G. Biología reproductiva de *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei, Loricariidae) no rio Paranapanema. I. Estrutura dos testículos e escala de maturidade. Rev. Bras. Biol. 47 (3)(1987), 309–317.
2. Aya-Baquero E, Arias Castellanos JA, Collazos Lasso LF. Maduración gonadal de *Glyptoperichthys gibbiceps* (Kner, 1854) (Pisces: Loricariidae). En Prensa Rev. Orinoquia (2015).
3. Cruz, C., Marcos, A., Simoes, K., Vincentini, C.A. Structural and ultrastructural characteristics of the spermatogenesis of the grey armored catfish *Liposarcusanisitsi* (Holmberg, 1893) (Teleostei, Siluriformes). Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. (2005)42, 37–44.
4. Batlouni S. R, Nóbrega R. H, França L.R. Cell junctions in fish seminiferous epithelium. Fish Physiol Biochem (2009) 35: 207-217.
5. Billard R. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species (1). Reproduction Nutrition Développement, 1986, 26 (4), pp.877-920.
6. Bosseboeuf A, Gautier A, Auvray P, Mazan S, Sourdain P. Characterization of spermatogonial markers in the mature testis of the dogfish (*Scyliorhinus canicula* L.). Reproduction (2014) 147: 124-139.
7. Breder, C.M. and D.E. Rosen, 1966. Modes of reproduction in fishes. T.F.H. Publications, Neptune City, New Jersey. 941 p.
8. Dahl G. Los peces del norte de Colombia. INDERENA. Bogotá: Inderena; 1971.
9. Devlin R. H, Nagahama Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. Aquaculture (2002) 208: 191 – 364.
10. Grier J. H, Taylor R.G. Testicular maturation and regression in the common snook. Journal of Fish Biology 1998. 53, 521 – 542.
11. Grier, H. Cellular organization of the testes and spermatogenesis in fishes (1981). Am. Zool. 21, 345–357.
12. Grier J. H, The germinal epithelium: Its dual role in establishing male reproductive clases and understanding the basis for indeterminate egg production in female fishes. Gulf and Caribbean Fisheries Institute (2002) 53: 537-579.
13. INCODER & Fundación Humedales. Las estadísticas de las pesquerías, fundamento de la evaluación económica, la ordenación, la administración y el desarrollo sostenible de la pesca en las aguas interiores y de las aguas marinas de Colombia. INCODER, Bogotá, 2004.

14. J. A Rodriguez-Pulido comunicación personal. 2016, Agosto 20
15. Jumawan, J.C., Herrera, A.A., Histological and ultrastructural characteristics of the testis of the invasive suckermouth sailfin catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* (Siluriformes: Ioricariidae) from Marikina River, Philippines. *Tissue Cell* (2014).
16. Landines M.A., Sanabria A.I., Daza P.V., Producción de peces Ornamentales en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. INCODER. UN. Bogotá D.C. 2007.
17. Leal C. M, Cardoso E. D, Nóbrega R. H, Batlouni S. R, Bogerd J, França L. R, Schulz R. W. Histological and stereological evaluation of zebrafish (*Danio rerio*) spermatogenesis with an emphasis on spermatogonial generations. *Biology Reproduction* (2009) 81: 177-187
18. Loir M, Sourdain P, Shandrina M.L.C, Mendis.Handagama, Jégou B. Cell-cell interactions in the testis of teleosts and elasmobranchs. *Microscopy Research and Technique* (1995) 32: 533-552.
19. Maldonado O. J. A, Peces de puerto Carreño: Lista ilustrada. Fundación Omacha, Colombia (2000) p.87.
20. Maldonado-Ocampo, J.A. & J.S. Usma. 2006. Estado del conocimiento sobre peces dulceacuícolas en Colombia, p. 174-194. *In* M.E Chávez & M. Santamaría (eds.). Informe Nacional sobre el avance en el conocimiento y la información sobre la biodiversidad 1998- 2004 Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá D.C., Colombia.
21. Matta S. L. P, Vivlela D. A. R, Godinho H. P, França L. R. The goitrogen 6-n-propyl-2-thiouracil (PTU) given during testis development increases sertoli and germ cells numbers per cyst in fish: the tilapia (*Oreochromis niloticus*) model. *Endocrinology* (2002) 143 (3): 970-978.
22. McClusky L. M. Coordination of spermatogenic processes in the testis: lessons from cystic spermatogenesis. *Cell Tissue Res* (2012) 349: 703-715.
23. Melo, R.M.C., Arantes, F.P., Sato, Y., dos Santos, J.E., Rizzo, E., Bazzoli, N. Comparative morphology of the gonadal structure related to reproductive strategies in six species of neotropical catfishes (Teleostei: Siluriformes) (2011). *J. Morph.* 272,525–535.
24. Mokae L. M, Smit N. J, Wagenaar G. M. Comparative histomorphological assessment of the testes of two from the Okavango Delta Panhandle, Botswana. *Tissue and Cell* (2013) 45: 7-20.
25. Nóbrega R. H, Batlouni S. R, França L. R. An overview of functional and stereological evaluation of spermatogenesis and germ cell transplantation in fish. *Fish Physiol Biochem* (2009) 35: 197-206.

26. Pudney J, Russell L. D, Griswold (Eds) Comparative cytology of the non-mammalian vertebrate Sertoli cell. Cache River Press, Clearwater (1993) 661-657.
27. Pudney J. Spermatogenesis in nonmammalian vertebrates. Microscopy Research and Technique (1995) 32: 459-497.
28. Riehl, R. y H.A. Baensch. Aquarien Atlas. Band. 1. Melle: Mergus, Verlag für Natur- und Heimtierkunde, Alemania, 1991. 992 p.
29. Russell, L.D., Griswold, M.D. The Sertoli Cell. Cache River Press, Clearwater, FL (1993).
30. Schulz R. W, Menting S, Bogerd J, França L. R, Vilela A. R, Godinho H. P. Sertoli cell proliferation in the adult testis – Evidence from two fish species belonging to different orders. Biology of Reproduction (2005) 73: 891-898.
31. Schulz R. W, Nóbrega R. H. Anatomy and Histology of Fish Testis. The Reproductive Organs and Processes. Elsevier (2011) 616-626.
32. Suzuki HI, Agostinho AA, Winemiller K. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in Loricariid catfish of the Paraná River. Brazil. Journal of fish biology 57(3):791-807p
33. Vilela D. A. R, Silva S. G. B, Peixoto M. T. D, Godinho H. P, França L. R. Spermatogenesis in teleost: insights from the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) model. Fish Physiology and Biochemistry (2003) 28: 187-190.
34. Winemiller, K.O. Feeding and reproductive biology of the currito, *Hoplosternum littorale*, in the Venezuelan llanos with comments on the possible function of the enlarged male pectoral spines (1987). Environ. Biol. Fish. 20 (3), 219–227.

	<b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>	<b>CÓDIGO: FO-DOC-97</b>	
		<b>VERSIÓN:</b> 02	<b>PÁGINA:</b> 53 de 53
	<b>PROCESO DOCENCIA</b>	<b>FECHA:</b> 02/09/2016	
	<b>FORMATO AUTORIZACION DE DERECHOS</b>	<b>VIGENCIA:</b> 2016	

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### AUTORIZACIÓN


Yo **NILSON ALFREDO PÁEZ QUIMBAYA** mayor de edad, vecino de **VILLAVICENCIO** identificado con la Cédula de Ciudadanía **No. 1.120.570.809** de **SAN JOSÉ DEL GUAVIARE**, actuando en nombre propio en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado **DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL TESTÍCULO DE LA CUCHA MARIPOSA *Pterygoplichthys gibbiceps* EN ÉPOCA REPRODUCTIVA Y NO REPRODUCTIVA**. hago entrega del ejemplar y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD-ROM) y autorizo a la **UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, con la finalidad de que se utilice y use en todas sus formas, realice la reproducción, comunicación pública, edición y distribución, en formato impreso y digital, o formato conocido o por conocer de manera total y parcial de mi trabajo de grado o tesis.

**EL AUTOR – ESTUDIANTE**, Como autor, manifiesto que el trabajo de grado o tesis objeto de la presente autorización, es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros; por tanto, la obra es de mi exclusiva autoría y poseo la titularidad sobre la misma; en caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, como autor, asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados, para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia, se firma el presente documento en dos (2) ejemplares del mismo valor y tenor en Villavicencio - Meta, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de dos mil dieciséis ( ).

EL AUTOR – ESTUDIANTE

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Nombre:** NILSON ALFREDO PÁEZ QUIMBAYA  
**C.C.:** 1.120.570.809 de San José del Guaviare.

	<b>UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS</b>	<b>CÓDIGO: FO-DOC-97</b>	
		<b>VERSIÓN:</b> 02	<b>PÁGINA:</b> 54 de 53
	<b>PROCESO DOCENCIA</b>	<b>FECHA:</b> 02/09/2016	
	<b>FORMATO AUTORIZACION DE DERECHOS</b>	<b>VIGENCIA:</b> 2016	

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### AUTORIZACIÓN

Yo **LADY NALLELYTH ORTIZ ARROYAVE** mayor de edad, vecino de **VILLAVICENCIO** identificado con la Cédula de Ciudadanía **No. 1.121.891.054** de **VILLAVICENCIO**, actuando en nombre propio en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado **DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL TESTÍCULO DE LA CUCHA MARIPOSA *Pterygoplichthys gibbiceps* EN ÉPOCA REPRODUCTIVA Y NO REPRODUCTIVA**. hago entrega del ejemplar y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD-ROM) y autorizo a la **UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, con la finalidad de que se utilice y use en todas sus formas, realice la reproducción, comunicación pública, edición y distribución, en formato impreso y digital, o formato conocido o por conocer de manera total y parcial de mi trabajo de grado o tesis.

**EL AUTOR – ESTUDIANTE**, Como autor, manifiesto que el trabajo de grado o tesis objeto de la presente autorización, es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros; por tanto, la obra es de mi exclusiva autoría y poseo la titularidad sobre la misma; en caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, como autor, asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados, para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia, se firma el presente documento en dos (2) ejemplares del mismo valor y tenor en Villavicencio - Meta, a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ de dos mil dieciséis ( ).

EL AUTOR – ESTUDIANTE

**Firma:** \_\_\_\_\_  
**Nombre:** LADY NALLELYTH ORTIZ ARROYAVE  
**C.C.:** 1.121.891.054 de Villavicencio.