

**Descripción histológica gonadal de cinco especies de peces demersales
Lutjanus synagris, *Lutjanus analis*, *Lujanus mahogoni*, *Trichiurus lepturus* y
Sphyraena guachancho de la costa del departamento del Magdalena- Caribe
Colombiano**

LIDA GORETTY CASTRO MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ, D.C.
2011**

**Descripción histológica gonadal de cinco especies de peces demersales
Lutjanus synagris, *Lutjanus analis*, *Lujanus mahogoni*, *Trichiurus lepturus* y
Sphyraena guachancho de la costa del departamento del Magdalena- Caribe
Colombiano**

LIDA GORETTY CASTRO MARTÍNEZ

**Trabajo de grado para
Optar al título de Biólogo Marino**

Directora

OLGA ESPERANZA GONZÁLEZ SARMIENTO

Biólogo Marino

Codirectora

LYDA MARCELA GRIJALBA BENDECK

Biólogo Marino M.Sc.

DIANA MILENA BUSTOS MONTES

Asesora

Biólogo Marino

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ, D.C.**

2011

Este trabajo se realizará en el marco del Proyecto:

“Valoración bioeconómica de las pesquerías artesanales con énfasis en la determinación actual de las tallas medias de madurez de las especies ícticas de mayor importancia comercial, en los sitios de desembarque ubicados entre Tasajera y La Jorará, departamento del Magdalena”

Financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural



República de Colombia
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Código de Proyecto 2007T6682-289

Desarrollado por el Grupo de Investigación en Peces del Caribe GIPECA
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta



En Alianza con:



El trabajo de grado titulado “**Descripción histológica gonadal de cinco especies de peces demersales *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis*, *Lujanus mahogoni*, *Trichiurus lepturus* y *Sphyaena guachancho* de la costa del departamento del Magdalena- Caribe Colombiano**” presentado por “**la**” estudiante “**LIDA GORRETY CASTRO MARTINEZ**” como requisito parcial para optar al título de Biólogo marino, fue revisado por el jurado y calificado como

**Nombre
Título académico
Jurado**

**Nombre
Título académico
Director**

**Nombre
Título académico
Jurado**

**Nombre
Título académico
Codirector**

**Nombre
Título académico
Asesor**

CIUDAD _____

FECHA _____

DEDICATORIA

A: Dios, primero que todo, por permitirme llegar a este momento

A: mis padres Yolanda Martínez y Alfredo Castro por todo el esfuerzo y apoyo brindado, en estos cinco años y sobre todo por ayudarme a cumplir mi sueño de ser Bióloga Marina, los AMO con todo mi corazón, unidos hasta el final.

“Hay dos clases de seres en el mundo, los que sueñan y los que han
dejado de soñar”

Coronel Julián Ernesto Guevara

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a la directora de esta tesis de pregrado, profesora Olga Esperanza González Sarmiento, por la dedicación, el conocimiento y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Gracias por la confianza ofrecida. De igual forma agradezco a la directora del proyecto Lyda Marcela Grijalba Bendeck y al grupo GIPECA por la obtención y preparación de las muestras histológicas. A todo el personal del laboratorio de la Universidad Jorge Tadeo Lozano de Bogotá, por la colaboración prestada en las largas jornadas de trabajo.

Pero un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales. Por eso, gracias a mi familia, a mis padres, hermanos Mara Zoraima y Jaime Andrés, a mi sobrina Laura Camila, porque con ellos compartí las alegrías de esta carrera, que guardo en el recuerdo y es un aliento para seguir este camino, que apenas comienzo. A mi compañerito de tesis Pablo Andres Guerrero Bernal, por todas las canas que le saque.

A mis amigos Alejandra Traslaviña, Camilo Alarcón, Natali Acosta, Andrea Hormaza, Nicole Ibagón, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles durante estos cinco años de arduo trabajo, pero, sobre todo, gracias a mis grandes amigas Claudia Lorena Hurtado Toro y Elia Elizabeth Pérez Reyes, por su paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto de vida que iniciamos juntas, por el tiempo que me han concedido a lo largo de este camino recorrido. Sin el apoyo de ustedes este trabajo nunca se habría escrito y por eso, este trabajo es también el suyo.

GRACIAS TOTALES Y QUE DIOS LOS BENDIGA

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACION	4
3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	5
3.1. Marco Teórico.....	5
3.1.1. Gametogénesis.....	5
3.1.1.1. Espermatogénesis en peces.....	5
3.1.1.2. Ovogénesis en peces	7
3.1.2. Importancia de las Escalas de Madurez Sexual	11
3.1.2.1. Madurez sexual	11
3.1.2.2. Escala de madurez	11
3.1.3. Características generales de las especies a trabajar	12
3.1.3.1. Clasificación taxonómica genero Lutjanus: (Itis, 2009)	13
3.1.3.2. Clasificación taxonómica genero Sphyraena: (Itis, 2009)	15
3.1.3.3. Clasificación taxonómica genero Trichiurus: (Itis, 2009).....	16
3.2. Estado del Arte	17
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	22
4.1. Problema de Investigación.....	22
4.2. Objetivo General	23
4.3. Objetivo Especificos.....	23
5. HIPÓTESIS.....	24
6. METODOLOGÍA	24
6.1. Área de estudio.....	24
6.2. Fase de Laboratorio.....	27
6.2.1. Obtención de muestras.....	27
6.2.2. Marcha estándar de histología - Laboratorio UJTL:.....	28
6.2.3. Descripción de Estadios	31
6.2.4. Medición de ovocitos y espermatoцитos cada uno de los estadios.....	32

6.3. Fase de gabinete	32
7. RESULTADOS.....	33
7.1. Descripción estadios y estados para las cinco especies trabajadas.....	33
7.1.1. Familia Lutjanidae.....	33
7.1.1.1. <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	33
7.1.1.1.1. Hembras	33
7.1.1.1.2. Machos	42
7.1.1.2. <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	51
7.1.1.2.1. Hembras	51
7.1.1.2.2. Machos	61
7.1.1.3. <i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	69
7.1.1.3.1. Hembras	69
7.1.1.3.2. Machos	77
7.1.2. Familia Sphyraenidae	84
7.1.2.1. <i>Sphyraena guachancho</i> (Cuvier, 1829)- Picúa	84
7.1.2.1.1. Hembras	84
7.1.2.1.2. Machos	95
7.1.3. Familia Trichiuridae	102
7.1.3.1. <i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758) – Sable	102
7.1.3.1.1. Hembras	102
7.1.3.1.2. Machos	113
7.2. Escala de Madurez Sexual	117
7.3. Confirmación Estados Gonadales macroscópicos a nivel microscópicos.....	118
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	122
8.1. Características de las Gónadas.....	122
8.1.1. Hembras	122
8.1.2. Machos	124
8.2. Características de los Estadios.....	126
8.2.1. Ovocitos.....	126

8.2.2. Espermatoцитos	132
8.3. Escala de Madurez Sexual	134
8.4. Confirmación Estados Gonadales macroscópicos a nivel microscópicos.....	136
9. CONCLUSIONES	137
10. RECOMENDACIONES	138
11. BIBLIOGRAFÍA	140
ANEXOS.....	148

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Escala de maduración para peces machos (INPA, 2001).....	7
Tabla 2. Procedimiento inicial en el manejo de las muestras.	29
Tabla 3. Marcha de coloración para el procesamiento histológico de tejidos de peces.	30
Tabla 4. Escala de Madurez Sexual Microscópica de los estados gonadales tanto para Hembras como para machos en peces de la familias Lutjanidae, Sphyraenidae y Trichiuridae.	117
Tabla 5. Porcentaje de reclasificación de los estados gonadales macroscópicos, según características microscópicas para las cinco especies trabajadas.	118

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Ejemplar de la especie <i>Lutjanus analis</i> . GIPECA (2009).....	13
Figura 2. Ejemplar de la especie <i>Lutjanus synagris</i> . GIPECA (2008).....	14
Figura 3. Ejemplar de la especie <i>Lutjanus mahogoni</i> . GIPECA (2008).	15
Figura 4. Foto de la especie <i>Sphyaena guachancho</i> . GIPECA (2008).....	16
Figura 5. Foto de la especie <i>Trichiurus lepturus</i> . GIPECA (2008).	17
Figura 6. Área de estudio, ubicación de los quince sitios de desembarco de pesca artesanal en el margen costero del Magdalena, se presentan La Jorará, Don Diego, Buritaca, Mendihuaca, Los Cocos, Taganga, Santa Marta, Bellavista, Aeropuerto, Don Jaca, Ciénaga, Pueblo Viejo, Isla del Rosario, Tasajera y Chimila. Modificado de Pinilla (1986).	25
Figura 7. Microtomo tipo Minot. Castro (2009).....	29
Figura 8. Estadio nucléolo cromatina en ovócitos de <i>L. synagris</i>	36
Figura 9. Estadio perinucleolar en ovócitos de <i>L. synagris</i>	36
Figura 10. Estadio alveolo cortical en ovócitos de <i>L. synagris</i>	37
Figura 11. Estadio vitelogénesis en ovócitos de <i>L. synagris</i>	37
Figura 12. Muestra uno de ovario en estado II de <i>L. synagris</i>	38
Figura 13. Muestra dos de ovario en estado II de <i>L. synagris</i>	38
Figura 14. Muestra uno de ovario en estado III de <i>Lutjanus synagris</i>	39
Figura 15. Muestra dos de ovario en estado III de <i>L. synagris</i>	39
Figura 16. Muestra uno de ovario en estado IV de <i>L. synagris</i>	40
Figura 17. Muestra dos de ovario en estado IV de <i>L. synagris</i>	41
Figura 18. Muestra tres de ovario en estado IV de <i>L. synagris</i>	41
Figura 19. Muestra cuatro de ovario en estado IV de <i>Lutjanus synagris</i>	41
Figura 20. Muestra cinco de ovario en estado IV de <i>L. synagris</i>	42
Figura 21. Espermatoцитos inmaduros de <i>L. synagris</i>	43
Figura 22. Espermatoцитos maduros de <i>L. synagris</i>	44
Figura 23. Muestra uno de testículo en estado II de <i>L. synagris</i>	45

Figura 24. Muestra dos de testículo en estado II de <i>L. synagris</i>	45
Figura 25. Muestra uno de testículo en estado III de <i>L. synagris</i>	46
Figura 26. Muestra dos de testículo en estado III de <i>L. synagris</i>	46
Figura 27. Muestra uno de testículo en estado IV de <i>L. synagris</i>	47
Figura 28. Muestra dos de testículo en estado IV de <i>L. synagris</i>	48
Figura 29. Muestra tres de testículo en estado IV de <i>L. synagris</i>	48
Figura 30. Muestra cuatro de testículo en estado IV de <i>L. synagris</i>	48
Figura 31. Muestra cinco de testículo en estado IV de <i>L. synagris</i>	49
Figura 32. Muestra uno de testículo en estado V de <i>L. synagris</i>	50
Figura 33. Muestra dos de testículo en estado V de <i>L. synagris</i>	50
Figura 34. Muestra tres de testículo en estado V de <i>L. synagris</i>	50
Figura 35. Muestra cuatro de testículo en estado V de <i>L. synagris</i>	51
Figura 36. Estadio nucléolo cromatina en ovócitos de <i>L. analis</i>	54
Figura 37. Estadio perinucleolar en ovócitos de <i>L. analis</i>	54
Figura 38. Estadio alveolo cortical en ovócitos de <i>L. analis</i>	55
Figura 39. Estadio vitelogénesis en ovócitos de <i>L. analis</i>	55
Figura 40. Muestra uno de ovario en estado I de <i>L. analis</i>	56
Figura 41. Muestra dos de ovario en estado I de <i>L. analis</i>	56
Figura 42. Muestra tres de ovario en estado I de <i>L. analis</i>	57
Figura 43. Muestra uno de ovario en estado II de <i>L. analis</i>	57
Figura 44. Muestra uno de ovario en estado III de <i>L. analis</i>	58
Figura 45. Regiones de la muestra uno de ovario en estado IV de <i>L. analis</i>	59
Figura 46. Acercamiento de las regiones de la muestra uno de ovario en estado IV de <i>L. analis</i>	59
Figura 47. Muestra dos de ovario en estado IV de <i>L. analis</i>	60
Figura 48. Muestra tres de ovario en estado IV de <i>L. analis</i>	60
Figura 49. Muestra uno de ovario en estado V de <i>L. analis</i>	61
Figura 50. Espermatoцитos inmaduros de <i>L. analis</i>	63
Figura 51. Espermatoцитos maduros de <i>L. analis</i>	63
Figura 52. Muestra uno de testículo en estado III de <i>L. analis</i>	64

Figura 53. Muestra dos de testículo en estado III de <i>L.s analis</i>	64
Figura 54. Muestra tres de testículo en estado III de <i>L. analis</i>	65
Figura 55. Muestra uno de testículo en estado IV de <i>L. analis</i>	66
Figura 56. Muestra dos de testículo en estado IV de <i>L. analis</i>	66
Figura 57. Muestra tres de testículo en estado IV de <i>L. analis</i>	66
Figura 58. Muestra cuatro de testículo en estado IV de <i>L. analis</i>	67
Figura 59. Muestra uno de testículo en estado V de <i>L. analis</i>	68
Figura 60. Muestra dos de testículo en estado V de <i>L. analis</i>	68
Figura 61. Muestra tres de testículo en estado V de <i>L. analis</i>	68
Figura 62. Muestra cuatro de testículo en estado V de <i>L. analis</i>	69
Figura 63. Estadio nucléolo cromatina en ovócitos de <i>L. mahogoni</i>	72
Figura 64. Estadio perinucleolar en ovócitos de <i>L. mahogoni</i>	72
Figura 65. Estadio alveolo cortical en ovócitos de <i>L. mahogoni</i>	73
Figura 66. Estadio vitelogénesis en ovócitos de <i>L. mahogoni</i>	73
Figura 67. Muestra uno de ovario en estado II de <i>L. mahogoni</i>	74
Figura 68. Muestra uno de ovario en estado III de <i>L. mahogoni</i>	75
Figura 69. Muestra uno de ovario en estado IV de <i>L. mahogoni</i>	75
Figura 70. Muestra uno de ovario en estado V de <i>L. mahogoni</i>	76
Figura 71. Muestra dos de ovario en estado V de <i>L. mahogoni</i>	76
Figura 72. Espermatoцитos inmaduros de <i>L. mahogoni</i>	78
Figura 73. Espermatoцитos maduros de <i>L. mahogoni</i>	78
Figura 74. Muestra uno de testículo en estado II de <i>L. mahogoni</i>	79
Figura 75. Muestra uno de testículo en estado III de <i>L. mahogoni</i>	80
Figura 76. Muestra dos de testículo en estado III de <i>L. mahogoni</i>	81
Figura 77. Muestra uno de testículo en estado IV de <i>L. mahogoni</i>	82
Figura 78. Muestra dos de testículo en estado IV de <i>L. mahogoni</i>	82
Figura 79. Muestra uno de testículo en estado V de <i>L. mahogoni</i>	83
Figura 80. Muestra dos de testículo en estado V de <i>L. mahogoni</i>	83
Figura 81. Muestra tres de testículo en estado V de <i>L. mahogoni</i>	84
Figura 82. Estadio nucléolo cromatino en ovócitos de <i>S. guachancho</i>	87

Figura 83. Estadio perinucleolar en ovóцитos de <i>S. guachancho</i>	87
Figura 84. Estadio alveolo cortical en ovóцитos de <i>S. guachancho</i>	88
Figura 85. Estadio vitelogénesis en ovóцитos de <i>S. guachancho</i>	88
Figura 86. Estadio vitelogénesis en ovóцитos de <i>S. guachancho</i>	88
Figura 87. Muestra uno de ovario en estado I de <i>S. guachancho</i>	89
Figura 88. Muestra dos de ovario en estado I de <i>S. guachancho</i>	89
Figura 89. Muestra tres de ovario en estado I de <i>S. guachancho</i>	90
Figura 90. Muestra uno de ovario en estado II de <i>S. guachancho</i>	90
Figura 91. Muestra dos de ovario en estado II de <i>S. guachancho</i>	91
Figura 92. Muestra uno de ovario en estado III de <i>S. guachancho</i>	92
Figura 93. Muestra dos de ovario en estado III de <i>S. guachancho</i>	92
Figura 94. Muestra uno de ovario en estado IV de <i>S. guachancho</i>	93
Figura 95. Muestra dos de ovario en estado IV de <i>S. guachancho</i>	93
Figura 96. Acercamiento de muestra dos de ovario en estado IV de <i>S. guachancho</i>	94
Figura 97. Muestra tres de ovario en estado IV de <i>S. guachancho</i>	94
Figura 98. Muestra cuatro de ovario en estado IV de <i>S. guachancho</i>	94
Figura 99. Muestra cinco de ovario en estado IV de <i>S. guachancho</i>	95
Figura 100. Muestra seis de ovario en estado IV de <i>S. guachancho</i>	95
Figura 101. Espermatoцитos inmaduros de <i>S. guachancho</i>	97
Figura 102. Espermatoцитos maduros de <i>S. guachancho</i>	97
Figura 103. Muestra uno de testículo en estado III de <i>S. guachancho</i>	98
Figura 104. Muestra uno de testículo en estado IV de <i>S. guachancho</i>	99
Figura 105. Acercamiento muestra uno de testículo en estado IV de <i>S. guachancho</i>	100
Figura 106. Muestra dos de testículo en estado IV de <i>S. guachancho</i>	100
Figura 107. Muestra tres de testículo en estado IV de <i>S. guachancho</i>	100
Figura 108. Muestra cuatro de testículo en estado IV de <i>S. guachancho</i>	101
Figura 109. Muestra cinco de testículo en estado IV de <i>S. guachancho</i>	101
Figura 110. Muestra seis de testículo en estado IV de <i>S. guachancho</i>	101
Figura 111. Estadio nucléolo cromatina en ovóцитos de <i>T. lepturus</i>	105
Figura 112. Estadio perinucleolar en ovóцитos de <i>T. lepturus</i>	105

Figura 113. Estadio alveolo cortical en ovócitos de <i>T. lepturus</i>	106
Figura 114. Estadio vitelogénesis en ovócitos de <i>T. lepturus</i>	106
Figura 115. Ovocito atresico de <i>T. lepturus</i>	106
Figura 116. Muestra uno de ovario en estado II de <i>T. lepturus</i>	107
Figura 117. Muestra dos de ovario en estado II de <i>T. lepturus</i>	108
Figura 118. Muestra uno de ovario en estado III de <i>T. lepturus</i>	109
Figura 119. Muestra dos de ovario en estado III de <i>T. lepturus</i>	109
Figura 120. Muestra tres de ovario en estado III de <i>T. lepturus</i>	109
Figura 121. Muestra cuatro de ovario en estado III de <i>T. lepturus</i>	110
Figura 122. Muestra cinco de ovario en estado III de <i>T. lepturus</i>	110
Figura 123. Muestra seis de ovario en estado III de <i>T. lepturus</i>	110
Figura 124. Muestra siete de ovario en estado III de <i>T. lepturus</i>	111
Figura 125. Muestra uno de ovario en estado IV de <i>T. lepturus</i>	111
Figura 126. Muestra uno de ovario en estado V de <i>T. lepturus</i>	112
Figura 127. Muestra dos de ovario en estado V de <i>T. lepturus</i>	112
Figura 128. Muestra tres de ovario en estado V de <i>T. lepturus</i>	113
Figura 129. Espermatoцитos inmaduros de <i>T. lepturus</i>	114
Figura 130. Espermatoцитos maduros de <i>T. lepturus</i>	115
Figura 131. Muestra uno de testículo en estado IV de <i>T. lepturus</i>	116
Figura 132. Muestra dos de testículo en estado IV de <i>T. lepturus</i>	116
Figura 133. Muestra tres de testículo en estado IV de <i>T. lepturus</i>	116
Figura 134. Porcentaje de muestras procesadas para cada una de las especies estudiadas.....	120
Figura 135. Porcentaje de muestras correspondientes a hembras y a machos para cada una de las especies trabajadas.....	120
Figura 136. Porcentaje de muestras bien o mal clasificadas microscópicamente para hembras y machos de las especies trabajadas.....	121

LISTA DE ANEXO

	Pag
Anexo A. Formato de Campo.	148
Anexo B. Escala de madurez sexual de Holden y Raitt (1975).....	149
Anexo C. Solución Fijadora.	149
Anexo D. Técnica Histológica.	150
Anexo E. Tabla de reclasificación de las cinco especies trabajadas.	152
Anexo F. Tabla del total de muestras reclasificadas para cada una de las cinco especies trabajadas.	153

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en la descripción a nivel histológico de las características estructurales de las gonadas femeninas y masculinas de peces demersales a través de sus diferentes estados de madurez gonadal y estadios de las células reproductivas. El estudio incluyó cinco especies de peces *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus mahogoni*, *Sphyaena guachancho* y *Trichiurus lepturus* provenientes de la costa del Departamento del Magdalena- Caribe Colombiano. Para analizar las muestras se utilizó la técnica tradicional histológica de inclusión en parafina y coloración eosina-hematoxilina, se procesaron un total 92 muestras de las cuales además de obtener los tamaños promedios en cada uno de los estadios, se realizó la descripción a nivel microscópico de los estados gonadales y la reclasificación según características microscópicas de las muestras estudiadas, las cuales se identificaron inicialmente en determinados estados gonadales por una escala de madurez sexual macroscópicas. En el proceso de maduración de las gonadas de hembras y machos se observaron cinco estados, encontrando solo diferencias en las hembras a nivel del grosor de la pared muscular, septos, lamelas y ubicación de los ovocitos dentro de estas, por el contrario las gonadas de los machos mantienen las mismas características. En relación al proceso de maduración de las células reproductivas de las hembras se observaron cuatro estadios: nucléolo cromatina, perinucleolar, alveolo cortical y vitelogenesis, cada uno de estos estadios se divide en inicial, intermedio y tardío, en los diferentes estadios la presencia de vacuolas y la aparición de la zona pelucida difieren entre familias y especies. En los machos solo se observaron cinco estadios espermatogonias, espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios, espermatides y espermatozoides. Para estos estadios no existen diferencias estructurales entre familias y especies, sin embargo si se presentaron diferencias en el tamaño promedio de las células; también se encontraron células de sertoli, las cuales brindan soporte a los estadios. Tanto en hembras como en machos de las cinco especies trabajadas presentaron en el estado IV de maduración de las gonadas todos los estadios de desarrollo de las células reproductivas. Al comparasen las muestras según la

clasificación de estados gonadales macroscópicos y microscópicos para las cinco especies trabajadas, se determinó que el 70.7% de las muestras estaban mal clasificadas, solo un 23.9% correspondía al estado y un 5.4% de gónadas indiferenciadas, resultado que evidencia que la escala de madurez sexual macroscópicas no es tan confiables, debido a que no indican con certeza el estado en el que se encuentra el individuo.

Palabras Claves: maduración gonadal, histología, estado, estadio, Trichiuridae, Lutjanidae, Sphyraenidae.

ABSTRACT

The present work focuses in the description on histological level of the structural characteristics of the feminine and masculine gonads of fish demersales, across his different conditions of maturity gonadal and estadios of the reproductive cells. The study included five species of fish *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis*, *Lujanus mahogoni*, *Sphyraena guachancho* and *Trichiurus lepturus* from the coast of the Department of the Magdalena--Colombian Caribe. To analyze the samples the traditional histological technology of incorporation was in use in paraffin and coloration eosina-hematoxilina, there were processed in total 92 samples, of which beside obtaining the average sizes in each of the stadiums, the description was realized to microscopic level of the conditions gonadales and the reclassification according to microscopic characteristics of the studied samples, which were identified initially in certain conditions gonadales by a macroscopic scale of sexual maturity. In the process of ripeness of the gonads of females and males five conditions were observed, finding only you differ in the females to level of the thickness of the muscular wall, septos, lick them and location of the ovocitos inside these, on the contrary the gonads of the males support the same characteristics. In relation to the process of ripeness of the reproductive cells of the females four stadiums were observed: Nucléolo cromatina, perinucleolar, alveolus cortical and vitelogenesis, each of these stadiums divides in initial, intermediately and late, in the different stadiums the presence of vacuolas and the appearance of the zone pelucida differ between families and species. In the males only five stadiums were observed espermatogonias, espermatocitos primary, espermatocitos secondary, espermatides and sperms. For these stadiums there dont exist structural differences between families and species, nevertheless if they presented differences in the average size of the cells; also there were cells of sertoli, which offer support to the stadiums. Both in females and in males of five worn out species they presented in the condition the IV of ripeness of the gonads all the stadiums of development of the reproductive cells. To they were comparing they show them according to the classification of conditions gonadales macroscopic and microscopic for

five worn out species, I determine that 70.7 % of the samples was bad classified, only 23.9 % was corresponding to the condition and 5.4 % of undifferentiated gonads, result that demonstrates that the scale macroscopic of sexual maturity is not so reliable, due to the fact that they dont indicate with certainty the condition in which the individual is.

Key words: Gonadal maturation, histology, condition, stadium, Trichiuridae, Lutjanidae, Sphyraenidae.

1. INTRODUCCIÓN

La reproducción, es un proceso que involucra una serie de cambios somáticos y fisiológicos, manifestándose en diferentes etapas como el desarrollo de las gónadas, desove, liberación, fertilización, incubación y larvicultura, dando inicio a toda una nueva generación de individuos. El conocimiento de los cambios en las gónadas a través del tiempo, son de mucha importancia ya que permiten comprender la biología reproductiva de la especie, su potencial reproductivo, talla del primer desove y talla media de madurez (UNAP, 2009). Estos indicadores biológicos, junto con el momento y lugar de desove son insumos de ordenamiento pesquero, ya que permiten establecer las tallas medias de captura y posibles épocas y lugares de vedas.

Uno de los indicadores más empleados en la evaluación reproductiva de los peces es la escala de madurez macroscópica que a pesar de su importancia en biología pesquera, no describe la forma en que se lleva a cabo la maduración de las células germinales y tampoco permiten determinar con exactitud el estado de madurez y menos aún la estructura y el desarrollo de la gónada. Por ello, se recomienda utilizar los criterios anatómicos e histológicos, para describir con mayor precisión el tipo de estructura y desarrollo de la gónada y comprender así el desarrollo de la especie (Uria *et al*, 1998).

Los denominados recursos demersales son todos aquellos organismos asociados al fondo marino somero o profundo, para los cuales éste constituye un hábitat permanente o temporal ya sea con fines de reproducción y/o alimentación. Están integrados por una gran diversidad de especies, al tiempo que son objeto de aprovechamiento y sustento de distintas pesquerías (Rojas y Zapata, 2006).

Los peces demersales son los recursos pesqueros de mayor importancia comercial a lo largo de las costas marinas del Caribe, y los pertenecientes al género *Lutjanus* comúnmente conocidos como pargos, se destacan por su valor económico y la gran demanda en el mercado (Marín, 1986). A pesar de la importancia comercial de las especies de ésta familia en el país se han realizado pocas investigaciones, solo algunas de tipo taxonómico y aspectos biológico-pesqueros específicamente en las especies *Lutjanus synagris* y *Lutjanus analis* mientras que en el resto de las especies de esta familia se desconoce talla media de madurez, desarrollo gonadal y aspectos alimenticios.

Además de los pargos, el sable de la familia Trichiuridae y la picúa de Sphyaenidae constituyen uno de los principales recursos pesqueros en el país, ya que soportan la pesquería artesanal en el Caribe colombiano, además son de las especies más importantes por su alta comercialización (Marín, 1986). Por esto han sido susceptibles a la sobre explotación en los últimos años, evidenciando una notoria disminución en cuanto a su cantidad y volumen (Acero *et al.*, 2002). A pesar de lo anterior es muy poca la información que se tiene sobre la biología reproductiva de estas familias, por lo que este estudio busca determinar los diferentes estadios gonadales a nivel microscópico, para determinar la maduración de los gametos de las especies más representativas de dichas familias, sirviendo como herramienta para establecer las medidas y planes de manejo para su óptimo aprovechamiento.

Los objetivos de este estudio se enmarcan en los propósitos del macroproyecto “*Valoración bioeconómica de las pesquerías artesanales con énfasis en la determinación actual de las tallas medias de madurez de las especies ícticas de mayor importancia comercial, en los sitios de desembarque ubicados entre Tasajera y La Jorará, Departamento del Magdalena*” que acoge las prioridades de

investigación en el país definidas en el Programa Nacional de Investigación Marina y Costera, en el componente temático de caracterización de ecosistemas, caracterización de especies y evaluación de impactos causados por técnicas extractivas de bienes de la biodiversidad marina (INVEMAR, 2000).

Además, se enmarca dentro de las líneas de investigación propuestas en el Plan Estratégico de COLCIENCIAS, en evaluación de recursos aprovechables y caracterización y valoración de la biodiversidad, cumpliendo en conjunto con los objetivos que permitan conocer, identificar y cuantificar los principales recursos aprovechables, con miras a desarrollar una propuesta de manejo sostenible de los recursos pesqueros marinos (COLCIENCIAS-CCO-DNP, 2000). El macroproyecto contribuye también con las líneas de acción propuestas para pesca y acuicultura del área temática de desarrollo económico de la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC) (CCO, 2007), como lo son incentivar la reducción de esfuerzo pesquero sobre aquellos recursos que muestran signos evidentes de sobre-explotación, para lograr su recuperación; fortalecer las líneas de acción en la base científica en el programa de conservación de especies marinas; programa de uso sostenible y control de la biodiversidad marina, valoración y aprovechamiento de recursos marinos.

Esta investigación se encuentra enmarcada también dentro del componente pesquero del Programa para la Evaluación de Recursos Hidrobiológicos Comerciales en el Departamento del Magdalena y Alternativas Productivas para su Aprovechamiento Sostenible, presentado por el programa de Biología Marina de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), ejecutado actualmente por el Grupo de Investigación en Peces del Caribe (GIPECA), el cual cuenta con el apoyo de la Fundación Sila Kangama, la Fundación Museo del Mar y del instituto Colombiano Agropecuario

(ICA), regional Santa Marta. Adicionalmente está fortalecido por la participación de la Asociación de Pescadores COOPESTAGANGA, Asopargo, la corporación de chinchorreros de Taganga, la Asociación de Pescadores Piscicultores y las organizaciones que realizan sus actividades de pesca en el área.

Los fondos para el desarrollo del estudio se obtuvieron en una convocatoria Nacional para la cofinanciación de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el sector agropecuario por cadenas productivas, 2007, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural República de Colombia, Proyectos de Transición de la Agricultura y se encuentra registrado bajo el contrato número 289-2007T6682-289-07 firmado entre la Sociedad Fiduciaria de Desarrollo Agropecuario FIDUGRARIA S.A y la Universidad de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano”.

2. JUSTIFICACION

La histología, como parte de la morfología microscópica, es el área del saber que estudia la composición estructural de los tejidos del organismo, además permite una mayor comprensión de los elementos funcionales descritos en la fisiología de los sistemas, y el entendimiento de las alteraciones morfológicas y funcionales. Así mismo, la captación en profundidad con base en un buen conocimiento de la relación entre estructura, composición molecular y función. Por eso los estudios histológicos en cuanto a los gametos, permiten un análisis detallado y preciso de los cambios gonadales; permitiendo determinar tallas medias de madurez, las cuales sirven como soporte para establecer las tallas medias de captura y de esta forma poder realizar una pesca sostenible en el tiempo, de tal forma que las especies de peces marinos no entren en el Libro Rojo como especies

amenazadas, ya que estableciendo dichas tallas se permite que la reproducción se lleve a cabo, logrando la perpetuación de las especies y un aporte a la escasas investigación que existe sobre el tema; al suspenderse éste proceso y al no realizarse nuevos estudios, la consecuencia inevitable sería el colapso de la población y la extinción de las especies (Csirke, 1980).

Por lo anterior esta investigación es de suma importancia ya que la falta de información a nivel microscópica no permite obtener información exacta sobre la biología reproductiva de las especies de mayor importancia económica en el grupo de los peces demersales para la costa del Departamento del Magdalena, pues las diferencias que se encuentran entre las características microscópicas con las macroscópicas, indica que las escalas de madurez determinadas con estas últimas características no son las indicadas.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Gametogénesis

3.1.1.1. Espermatogénesis en peces

Los testículos de los teleósteos se presentan como dos sacos de color blanquecino, en posición ventral a la columna vertebral y a la vejiga natatoria. Su estructura es variable de especie a especie, pero según Grier (1981), se pueden distinguir dos tipos básicos: el lobular y tubular, pero el lobular es el típico en los teleósteos, está compuesto de numerosos lóbulos, los cuales están separados

unos de otros por una delgada capa de fibras de tejido conectivo, su arreglo varia considerablemente. Dentro del lóbulo la espermatogonia tiene numerosas divisiones mitóticas para producir cistos que contienen varias células germinales que están aproximadamente en el mismo estadio de desarrollo. Cuando se da la espermatogénesis y la espermiogénesis, los cistos se expanden y habitualmente se rompen, liberando el espermatozoide dentro del lumen lobular el cual se continua con el conducto espermático (Rodríguez, 1992).

Este proceso consiste en la transformación de una espermatogonia en un espermatozoide funcional determinado por una compleja serie de eventos hormonales (Takano, 1968; Billard, 1986; Zanuy y Carrillo, 1997, En: INPA, 2001). En el testículo se encuentran varios tipos de espermatogonias, dependiendo del estado de madurez sexual (Tabla 1), las cuales proliferan en los lóbulos testiculares durante el periodo de reposo sexual; la espermatogonia en sus primeras etapas es una célula grande con forma ovoide tiene núcleo grande y redondo. En el estadio de proliferación este se torna pequeño y redondo, así la espermatogonia se transforma a espermatocito primario. Este pasa por los estadios de la meiosis I, y se da la primera división de maduración en donde el espermatocito primario se transforma en secundario, quien lleva a cabo la segunda división meiótica y da origen a la espermatida, esta ultima célula ya no presenta división celular, únicamente realiza el proceso de maduración o espermiogénesis con el que se transforma en espermatozoide formado de cabeza, pieza intermedia y flagelo (Rodríguez, 1992).

En general en los teleósteos, la cabeza de los espermatozoides tienen forma esférica u oval, sin acrosoma. Las células de sertoli o de frontera, se localizan cerca de las espermatides y espermatozoides y actúan como nutricias durante la espermatogénesis (Rodríguez, 1992).

Tabla 1. Escala de maduración para peces machos (INPA, 2001)

Estado	Características
Inmaduro	Testículos pequeños que aún no están en actividad sexual, con gónadas pequeñas y están comenzando las divisiones celulares.
Reposo	Testículos pequeños en los cuales predominan cistos con espermatogonias secundarias.
En Maduración	Algunos autores la dividen en maduración inicial y final, primero comienzan la actividad mitótica, después aumenta el tamaño y la vascularización, posteriormente aparecerían numerosos cistos de espermátides y luego espermatozoides.
Maduro	Con intensa irrigación, tamaño del testículo máximo y espermatozoides en la luz.
Vacío	Los testículos tienen una apariencia flácida con algunos espermatozoides residuales.

3.1.1.2. Ovogénesis en peces

Los ovarios de los teleósteos se presentan como dos sacos alargados, situados a cada lado del cuerpo unidos a la cavidad corporal, en muchos teleósteos las paredes de la gónada se extienden hacia atrás formando gonoductos. Externamente el ovario está recubierto por la túnica o zona albugínea, el folículo ovárico de los teleósteos es relativamente simple, en fases tempranas del desarrollo, los ovocitos están rodeados por una capa de células foliculares. A medida que crecen estas células se incrementan y diferencian para formar una capa folicular continua y unicelular, llamada granulosa, separada del ovocito por el tejido conectivo y del estroma que se organiza formando la teca; ambas capas están separadas por la membrana basal (INPA, 2001).

De acuerdo con el grado de complejidad estructural se tiene diferentes tipos de ovarios (Zanuy y Carillo, 1987; En: INPA, 2001):

- *Sincronismo total:* a este pertenecen las especies que liberan sus huevos una sola vez en su vida, postura y muerte y se caracteriza por tener todos los ovocitos en un mismo estado de desarrollo.
- *Sincronismo por grupos:* peces con intervalos de puestas relativamente cortos, cuyos ovarios contienen al menos dos grupos de ovocitos en estados de desarrollo diferentes.
- *Sincronismo en dos grupos:* en el ovario se pueden apreciar dos lotes de ovocitos, uno de ovocitos de stock de reserva y otro de ovocitos que van a madurar hasta ser desovados durante el periodo de desove.
- *Sincronismo en más de dos grupos:* existen varios lotes de ovocitos dentro del ovario. Uno que conforma ovocitos de stock de reserva y otros que están en diferentes fases de maduración. Cada lote alcanza la maduración individualmente y de manera sincrónica.
- *Asincrónicos:* en este caso los peces ovulan los ovocitos en diversas oportunidades en el transcurso de su época de puesta, la cual suele ser muy espaciada, los ovarios en este grupo contienen ovocitos en todos los estados de desarrollo y no están distribuidos por grupos; los ovocitos que van madurando son desovados y no existe época de desove definida.

Según Saborido (2002), los ovocitos de los peces se desarrollan a partir del epitelio del lumen del ovario. Existe la duda sobre sí en los peces los ovocitos se

desarrollan a partir de un stock de precursores ya presentes en el ovario desde la pubertad, como ocurre en mamíferos, o si la ovogénesis puede ocurrir en el ovario adulto, se cree que en la mayoría de los peces la ovogénesis parece ser un proceso cíclico, con un máximo que se presenta poco después de la puesta; el desarrollo de los ovocitos comprende los siguientes estados (Saborido, 2002):

Crecimiento primario: es la fase inicial, desde la formación del ovocito a partir de las vesículas germinales. Aunque en esta fase el ovocito crece considerablemente, el tamaño es muy pequeño en comparación con el ovario. Comprende dos fases: **Nucleolo-cromatina:** los ovocitos tienen un núcleo grande, rodeado de una delgada capa de citoplasma, el núcleo contiene un nucléolo único, también grande. **Estado perinucleolar:** a medida que el ovocito crece, el núcleo también aumenta de tamaño y aparecen múltiples nucléolos, generalmente en la periferia. El citoplasma se tiñe uniformemente, aunque en su estado más avanzado pueden observarse vacuolas en el citoplasma. Los ovocitos en este estado están presentes en los ovarios de todas las hembras.

Alvéolos corticales: este estado se caracteriza por la aparición de vesículas en el citoplasma. Con la coloración de Hematoxilina/Eosina estas estructuras se observan como esferas huecas. Las vesículas aumentan de tamaño y número hasta formar varias filas en la periferia del citoplasma, dando origen a los alveolos corticales, la aparición de estas estructuras significa que ese ovocito ha comenzado el proceso de maduración y ha entrado en la fase adulta, la zona pelúcida aparece normalmente en este estado y algunos autores utilizan la presencia de ambas estructuras (alveolos corticales y zona pelúcida) para definir este estado. Sin embargo, el momento en el que la zona pelúcida aparece varía según las especies. La aparición de estas estructuras significa que ese ovocito ha comenzado el proceso de maduración.

Vitelogénesis: se caracteriza por la aparición de esferas llenas de vitelo, al principio los gránulos son de pequeño tamaño y se hacen mayores al avanzar este estado. Las esferas de vitelo pueden mantener su integridad a lo largo de toda la fase de crecimiento del ovocito, fusionándose al final formando una masa fluida continua, que le da a los ovocitos su típico aspecto transparente. Aunque en la mayoría de los teleósteos los alvéolos corticales aparecen antes de la fase de acumulación de vitelo. A menudo este estado se subdivide en fases sucesivas: vitelogenénesis inicial, intermedia y tardía. A medida que el ovocito se desarrolla, las células de la pared folicular se multiplican y se estratifican, distinguiéndose una capa granulosa y las distintas capas exteriores de la cubierta del folículo (la teca).

Maduración: el inicio de este estado está marcado por la migración del núcleo hacia la periferia del citoplasma y la fusión de su membrana, se produce entonces la primera división meiótica, por la cual una de las células haploides queda con prácticamente la totalidad del material citoplasmático, mientras que la otra, denominado primer cuerpo polar, degenerará.

En muchas especies de teleósteos, al final de la maduración se produce el fenómeno conocido como hidratación, que consiste en la incorporación rápida de agua, generando un notable incremento en el tamaño del ovocito. Este proceso es muy marcado en las especies de peces marinos que producen huevos flotantes, contribuye por un lado para facilitar la expulsión de los ovocitos por el aumento de la presión interna del ovario y por otro para favorecer la flotabilidad de los huevos en el agua de mar.

Atresia: la atresia folicular, es un proceso degenerativo por el cual ovocitos en varios estados de desarrollo son reabsorbidos en el ovario, es necesario aprender a distinguir entre este tipo de ovocitos y los normales. La atresia se produce sobre

los ovocitos que tras la puesta no han ovulado, pero puede afectar a los que están en desarrollo, incluso al inicio de la vitelogénesis. La atresia folicular ocurre de forma similar en todas las especies de peces. Este mecanismo es muy importante en diversas especies para regular el número de huevos que van a ser liberados.

3.1.2. Importancia de las Escalas de Madurez Sexual

3.1.2.1. Madurez sexual

Es la capacidad que tiene un pez para reproducirse. Los peces son sexualmente maduros cuando las gónadas salen de su latencia, empiezan a desarrollarse presentando cambios que culminan con la presencia de óvulos o espermatozoides, todo ello evidente mediante los cambios morfológicos que a simple vista pueden ser detectados en las gónadas (Moi, 2008).

3.1.2.2. Escala de madurez

La determinación de las fases de madurez de las gónadas de los peces es una actividad de rutina que sirve para describir los ciclos reproductivos, cuando se trabaja con muestras grandes, es imposible determinar las fases de desarrollo ovárico y testicular empleando un microscopio, debido a ello se prefiere una inspección macroscópica que es suficiente si se establecen los criterios correctos (UNAP, 2009). Si los peces tienen una sola estación de desove anual, se puede establecer un número determinado de fases cuyas diferencias sean distinguibles a simple vista, esto se realiza mediante escalas de madurez empíricas (escalas macroscópicas), las cuales han sido elaboradas de acuerdo a las características de las gónadas como: tamaño relativo a la cavidad abdominal, forma, color, textura, presencia o ausencia de capilares sanguíneos y pigmentos. Existen

muchas escalas empíricas que se han desarrollado para diferentes especies, ellas pueden ser aplicadas con ligeras modificaciones a otras especies.

Así se tiene, escalas para reproductores totales: referidas a especies con una bien definida y corta estación de desove al año y las escalas para reproductores parciales: para especies que desovan varias veces al año o que desovan continuamente en un largo periodo. Es probable que una escala de no más de ocho fases sea suficientemente útil para cualquier especie (UNAP, 2009).

En las escalas histológicas (escalas microscópicas), para determinar los estadios de madurez de las gónadas, hay que tener en cuenta el diámetro de las células sexuales, la afinidad de ellas por determinado colorante, presencia o ausencia de estructuras como vesículas vitelinas en el caso de los ovocitos, etc, la gran ventaja radica en el conocimiento detallado del ciclo reproductivo de los peces a través de los cambios estructurales que se producen en los ovarios y en los testículos (UNAP, 2009).

3.1.3. Características generales de las especies a trabajar

Clasificación taxonómica general de los perciformes: (Itis, 2009)

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Super-clase: Osteichthyes

Clase: Actinopterygii

Sub-clase: Neopterygii

Infra-clase: Teleostei

Super-orden: Acanthopterygii

Orden: Perciformes

3.1.3.1. Clasificación taxonómica genero *Lutjanus*: (Itis, 2009)

Suborden: Percoidei

Familia: Lutjanidae

Sub-familia: Lutjaninae

Género: *Lutjanus* (Bloch, 1970).

✚ **Especie:** *Lutjanus analis* (Cüvier, 1828) - Pargo Palmero

El pargo palmero *L. analis* o pargo cebal (Figura 1), como también se le conoce en el Caribe colombiano, es una especie demersal habitante preferencial de fondos blandos cubiertos por vegetación, en los alrededores de arrecifes y sobre la plataforma somera. Se distribuyen desde ocho metros de profundidad y los individuos de mayor tamaño son más comunes en fondos con sustrato duro, rocoso o coralino, hasta profundidades de 95 m (Acero y Garzón, 1985; Cervigón, 1993; Duarte y Von Schiller, 1997; Acero *et al.*, 2002). Especie carnívora, generalista y oportunista, su espectro alimentario es muy amplio y varía con la talla. Los crustáceos y peces constituyen su alimento principal, aunque su composición específica es muy diversa y variable. *L. analis* es un pez sumamente esquivo, normalmente se le encuentra solitario o en pequeños grupos (Acero y Garzón, 1985).



Figura 1. Ejemplar de la especie *Lutjanus analis*. GIPECA (2009).

Se encuentra en el Atlántico occidental tropical, desde el noreste de los Estados Unidos (Massachusetts) hasta el sureste del Brasil, incluyendo aguas afuera de sur de Florida, Bahamas, el mar Caribe y el Golfo de México (Cervigón, 1993). Está ampliamente distribuido en el Caribe colombiano, donde autores como Wedler *et al.*, (1980) y Cervigón (1983; En: Acero y Garzón, 1985) lo resaltan por su gran importancia comercial a nivel regional y posibilidades de exportación, así como condiciones favorables para su cultivo. En la actualidad el pargo palmero ha sido incluido en el Libro Rojo de Peces Marinos de Colombia bajo la categoría de NT (Near Threatened o Casi Amenazado) y a nivel mundial esta categorizado como Vulnerable dentro de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (Acero *et al.*, 2002).

Especie: *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) - Pargo Rayado

Lutjanus synagris (Figura 2) se encuentra sobre todo tipo de sustrato siendo igualmente abundante en fondos blandos de aguas neríticas de la plataforma continental, así como en áreas insulares oceánicas de aguas claras y desarrollo de arrecifes coralinos. Se encuentra desde 10 m de profundidad hasta los 400 m pero principalmente en el intervalo de 21 a 70 m, su distribución comprende desde Carolina del Norte en los Estados Unidos hasta el sureste de Brasil, incluyendo todo el mar Caribe y el Golfo de México (Cervigón, 1993).



Figura 2. Ejemplar de la especie *Lutjanus synagris*. GIPECA (2008).

✚ Especie: *Lutjanus mahogoni* (Cuvier, 1828) – Pargo ojón

Lutjanus mahogoni (Figura 3) es una especie característica de fondos someros en zonas de aguas claras y desarrollo de arrecifes coralinos, estando excluida de aguas neríticas y fondos blandos fangosos. Su distribución geográfica va desde Carolina del Norte en Estados Unidos hasta Venezuela, incluyendo el Golfo de México y el mar Caribe (Cervigón, 1993).



Figura 3. Ejemplar de la especie *Lutjanus mahogoni*. GIPECA (2008).

Las especies citadas de la familia Lutjanidae tienen un amplio rango de distribución en la costa Atlántica del continente americano, formando parte importante de las pesquerías litorales en la franja comprendida entre Massachusetts y las costas del Brasil, siendo abundantes en las costas con un fondo irregular, formado particularmente por rocas y arrecifes de coral (Marín, 1986). En el Caribe colombiano dicha familia se caracteriza por presentar a finales del año un época denominada “Bonanza del Pargo”, evento en el cual durante tres a cinco días ocurre un aumento de individuos de las especies *L. analis* y *L. synagris* en las capturas en la

3.1.3.2. Clasificación taxonómica genero *Sphyraena*: (Itis, 2009)

Suborden: Percoidei

Familia: Sphyraenidae

Género: *Sphyraena* (Artedi in Röse, 1793).

✚ **Especie: *Sphyraena guachancho* (Cuvier, 1829) - Picúa**

Esta especie habita en fondos de sustrato blando, generalmente fangosos, entre 10 y 100 m de profundidad, forma cardúmenes y en la noche asciende a la superficie. Se encuentran desde el noreste hasta el sureste de los Estados Unidos y ocasionalmente en Bermuda, en todo el mar Caribe hasta Brasil. Alcanza hasta un metro de longitud total (Figura 4). Es un carnívoro depredador activo, que se alimenta principalmente de peces pelágicos y demersales (Cervigón, 1993).



Figura 4. Foto de la especie *Sphyraena guachancho*. GIPECA (2008).

3.1.3.3. Clasificación taxonómica genero *Trichiurus*: (Itis, 2009)

Suborden: Scombroidei

Familia: Trichiuridae

Sub-familia: Trichiurinae

Género: *Trichiurus* (Linnaeus, 1758).

✚ **Especie: *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758) – Sable**

Este género se caracteriza por carecer de aletas pélvicas y caudal, el cuerpo termina en filamento. Coloración plateado uniforme, con fuertes reflejos metálicos en vivo o cuando todavía está en fresco. Aleta dorsal grisácea, transparente, con tonos verdosos hacia la mitad basal, pectoral verde opaco. (Figura 5) (Cervigón, 1993). Hábitat fondos someros de sustrato blando hasta 100 m de profundidad, los adultos también son pelágicos y pueden encontrarse cerca de la superficie. Es

común en las aguas salobres estuarinas y se distribuye desde el nordeste de los Estados Unidos (Cabo) hasta Argentina, incluyendo el Golfo de México y el mar Caribe (Cervigón, 1993).



Figura 5. Foto de la especie *Trichiurus lepturus*. GIPECA (2008).

Si bien, se sabe que *Trichiurus lepturus* es una especie importante a nivel de la pesca artesanal de subsistencia, por presentar un buen precio en el mercado internacional, hasta el momento su explotación es artesanal y se emplea para el autoconsumo, además forma parte de la fauna acompañante de las capturas realizadas por las flotas pesqueras de arrastre, y en ocasiones es descartada al mar (Henríquez, 2008).

3.2. Estado del Arte

De las familias de peces que agrupan las cinco especies ícticas demersales elegidas para este trabajo de grado, Lutjanidae, es la que ha sido ampliamente estudiada a nivel mundial y en el Caribe de Colombia; varias investigaciones se han llevado a cabo en la Guajira y parte del Magdalena; se han enfocado a los hábitos alimenticios (Duarte y Von Schiller, 1997), inventarios ícticos (Arévalo *et al.*, 2004 y Viaña *et al.*, 2004) y ecología pesquera (Manjarrés *et al.*, 2001). Respecto a las especies *Sphyræna guachancho* y *Trichiurus lepturus* poco se conoce sobre su bioecología, no solo en el país, sino en general en el mundo. Uno de los escasos trabajos disponibles que existe en cuanto a *T. lepturus* a nivel

mundial es el de Silva y Haimovici (2000), los cuales estudiaron la reproducción de *Trichiurus lepturus* en la plataforma continental de Brasil. Arrojando como resultado que la talla de la primera madurez gonadal es de 63,9 cm para los machos y 69.3 cm hembras.

Gómez (2009), determino la biología reproductiva, captura por unidad de esfuerzo y estacionalidad en la Bahía de Gaira, Caribe colombiano, encontrando que la talla media de madurez para los machos fue 757.9 mm, 825.7 mm para las hembras y de 807.1 mm para sexos combinados.

Dentro de los estudios biológico-reproductivos de lutjanidos en el Gran Caribe se encuentra el de Báez *et al.*, (1982), quienes estudiaron la reproducción del caballero *Lutjanus griseus* en Tunas de Zaza-Cuba, hallando que dicha especie no presenta dimorfismo sexual externo, la diferenciación se hace a nivel de estudios gonadales, los machos maduran más temprano que las hembras, la talla de iniciación de la madurez es de 24 cm para ambos sexos, 42 y 30 cm para hembras y machos respectivamente.

Pozo *et al.* (1983), determinaron aspectos preliminares de la biología del sesí *Lutjanus buccanella* en la plataforma suroriental de Cuba, encontrando que el intervalo de la talla de iniciación de la madurez para esta especie es 21 - 25 cm para las hembras y 26 - 30 cm para machos. La talla a la cual es capaz de reproducirse, se estableció para los machos en 49.5 cm y para las hembras en 49.4 cm; es decir que las hembras maduran más pronto que los machos. De manera complementaria, los autores realizaron una breve descripción de los cuatro estados gonadales que definieron a nivel macroscópico.

Por último, Gómez *et al.* (2001), analizaron la talla de madurez, fecundidad, tasa de crecimiento y mortalidad del pargo guanapo *L. synagris*, en el golfo de Paria, Venezuela, obteniendo tallas que oscilaron entre 21.0 y 46.7 cm, sin diferencias significativas entre sexos en la relación peso–longitud. La talla de madurez del 50 % fue 36.8 cm, la talla mínima de captura fue 25.5 cm y la mayor actividad reproductiva ocurrió entre julio – noviembre.

En el Caribe colombiano, los primeros estudios iniciaron con De Nogales (1974), quien estudió ejemplares de *Lutjanus synagris* provenientes de la pesca industrial camaronera; halló una proporción sexual de 1:1 y una talla de primera madurez en 17 cm para ambos sexos. Años después, Castillo (1985) en la zona sur del Caribe colombiano para la especie *L. synagris*, definió estados de madurez y fecundidad a partir de conteo de huevos; la talla de primera madurez para machos fue 18 cm y hembras 20 cm.

Gómez *et al.* (1995) estudiaron aspectos reproductivos y biométricos del pargo aleta negra *Lutjanus buccanella*, la talla media de madurez sexual se determinó en 49.5 cm para machos y 49.4 cm para hembras. La estructura de la población mostró un amplio intervalo de tallas (17 - 67 cm), se destaca que más del 70 % de la muestra capturada se ubicó entre los 23 - 37 cm de longitud total.

Arévalo (1996) en el Parque Nacional Natural Tayrona, determinó para *L. synagris* el estado de madurez y el pico reproductivo anual a partir de gráficas mensuales de frecuencias de los estadios gonadales por sexo; se calculó la talla mínima y media de madurez gonadal, siendo este último 36.2 cm en hembras y 29.2 cm en machos. Finalmente, se propuso para *Lutjanus analis* la talla media de madurez en 38.9 cm en machos y para hembras 40.2 cm. En el mismo año Barros *et al.* (1996), realizaron un análisis biológico pesquero del pargo rayado en el área de

Santa Marta, estableciendo que dicha especie para esta área presentó una talla media de madurez de 30.4 cm hembras y 31.4 cm para machos.

Con el trabajo de Gómez *et al.* (2004); En: Manjarrés (2004), se iniciaron los estudios pesqueros enfocados a la familia Lutjanidae en Colombia, los autores encontraron que existen dos stocks de pargo rayado en el área norte del Caribe colombiano, uno para la parte norte del Magdalena y otro para la Guajira, mostrando un modelo de aislamiento por distancia dado el amplio rango geográfico que ocupa la especie; la talla media de madurez para sexos combinados fue 32.53 cm, para las hembras 33.75 cm y en los machos 31.53 cm.

Rodríguez *et al.* (2004); En: Manjarrés (2004), realizaron un estudio sobre stocks del pargo palmero en el área norte del Caribe colombiano, hallando que dicha especie presenta dimorfismo sexual siendo las hembras de mayor talla y altura, solo muestran un stock para esta área, las tallas medias de madurez para la parte norte del Magdalena fueron 41.4 cm en machos y 46.8 cm en hembras.

A nivel del Caribe se cuenta con pocos trabajos que han realizado descripciones histológicas gonadales para alguna de las cinco especies ícticas demersales que se trabajarán, o por lo menos para sus congéneres. Méndez (1989), estudió al pargo guanapo *L. synagris* en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Venezuela, observando que las hembras alcanzan tallas superiores a los machos. El 50 % de las hembras y machos maduraron a los 30.5 cm y a los 29.0 cm de longitud total, respectivamente. Macroscópicamente se diferenciaron seis estadios de desarrollo gonadal para las hembras y cinco para los machos; a nivel histológico, se estableció una escala de siete estadios para las hembras y cinco para los machos. La especie presentó maduración ovocitaria asincrónica y ovulación continua.

Ospina *et al.* (2008), describen los estados de madurez gonadal a nivel histológico de algunas especies ícticas presentes en la bahía de Cartagena. Recolectando 1431 individuos pertenecientes a 79 especies, durante el período de 10 meses, encontrando una proporción hembra-macho de 1,4:1,3 juveniles y 68 indiferenciados, de acuerdo a la distribución porcentual, se hizo una relación con respecto a la proporción hembra-macho de las 18 especies más significativas.

Los estadios y estados gonadales a nivel microscópico tanto para machos como hembras en las especies de peces marinos han sido investigados para *L. purpureus* en la región oriental de Venezuela por Gonzales y Lugo (1997), encontrando que el proceso de maduración de los ovarios comprende dos fases, previtelogénesis de tres estadios determinada por cambios en el núcleo y vitelogénesis de cuatro estadios caracterizada por la acumulación en el citoplasma de sustancias nutritivas representadas por vesículas, gránulos de vitelo y lípidos y el desarrollo ovárico es asincrónico.

Para *Lutjanus argentiventris* en la Paz – México por Martínez (2003), en un estudio sobre la maduración y el desove en condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo, revelando que dicha especie exhibe una organización funciona del ovario de tipo asincrónico y presenta siete estadios de maduración gonadal separando las oogonias para las hembras, los cuales se dividen en dos fases de desarrollo, en la primera denominan al individuo como inmaduro y en esta fase se localiza las oogonias, el ovocito peri-nucléolo temprano (estadio I) y ovocito peri-nucléolo tardío (estadio II), en la segunda etapa ubican ovocito alveolo cortical (estadio III), ovocito en vitelogenesis temprana (estadio IV), ovocito en vitelogénesis tardía (estadio V), ovocito en migración de vesículas germinales (estadio VI) y ovocito hidratado (estadio VII).

Lucano *et al.*, (2001), describen las características distintivas encontradas en cada una de las fases de desarrollo de los ovocitos de *Lutjanus peru* de la ensenada de México. Para esto usaron una técnica histológica y obtuvieron los promedios de diámetro para cada una de las fases. Encontrando así siete fases, siendo estas ovocito nucléolo cromatina (Fase I), con un diámetro promedio de 52.89 μm , ovocito perinucleolo (Fase II) con un promedio de 117.78 μm , ovocito con vesículas vitelinas (fase III) con un diámetro promedio de 166.18 μm , ovocito vitelogenesis primaria (fase IV) con diámetro promedio de 221.73 μm , ovocito vitelogenesis secundaria (fase V), diámetro promedio de 333.7 μm , ovocito vitelogenesis terciaria (fase VI), diámetro promedio de 340.17 μm y ovocito maduro, diámetro promedio de 340.17 μm .

Sin embargo, en Colombia no existen estudios a nivel histológico de las gónadas de peces marinos tanto en machos como en hembras, que permitan corroborar las determinaciones macroscópicas de las tallas medias de madurez para alguna de las cinco especies elegidas en este trabajo de grado.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.

4.1. Problema de Investigación

En Colombia existe poca información sobre los ciclos reproductivos de algunas especies de mayor importancia económica en la zona del departamento Magdalena. Por lo anterior, este trabajo de grado pretende identificar y caracterizar histológicamente los estadios gonadales de las especies *L. analis*, *L. synagris* y *L. mahogoni* pertenecientes a la familia Lutjanidae, *Sphyræna guachancho* a la familia Sphiraenidae y *Trichiurus lepturus* de la familia

Trichiuridae, procedentes de los desembarcos artesanales realizados en el sector comprendido entre Tasajera y La Jorará a lo largo del Magdalena (Caribe colombiano) y así contribuir al conocimiento de la biología reproductiva, sirviendo como insumos para proponer medidas de protección que permitan utilizar el recurso pesquero de forma sostenible.

4.2. Objetivo General

Describir a nivel histológico los estados y estadios de desarrollo de las gónadas tanto en hembras como machos de cinco especies de peces demersales pertenecientes a las familias Lutjanidae, Sphyraenidae y Trichiuridae colectadas a lo largo de la costa del departamento del Magdalena.

4.3. Objetivo Especificos

- Evaluar la condición reproductiva de cinco especies ícticas a partir de la descripción histológica de la estructura de la gónada y los estadios de madurez sexual, en machos y hembras.
- Identificar las diferencias micro-estructurales entre los estados de desarrollos de los ovocitos para cada una de las especies.
- Establecer el tamaño de las células sexuales para cada etapa de maduración tanto de las hembras, como los machos y para cada una de las especies.
- Determinar si existen diferencias entre las tres especies seleccionadas de la familia Lutjanidae a partir de comparación microestructural de cada uno de los estados gonadales observados.

5. HIPÓTESIS

- ✓ Hay diferencias significativas entre la estructura de la gónada y los estadios para las cinco especies a estudiar, tanto para los machos como para las hembras.
- ✓ Se encontrarán diferencias en la microestructura (núcleo, vesículas, zona pelucida y tejido epitelial) que conforman el ovocito para las cinco especies a trabajar.
- ✓ Existen diferencias en el tamaño de las células reproductivas tanto para las hembras como para los machos en cada uno de los estadios gonadales, entre las cinco especies sujetas a estudio.
- ✓ En los estados gonadales existen diferencias significativas entre las especies del género *Lutjanus* tanto para hembras como para machos, ya que a pesar de que pertenecen al mismo género y a la misma familia, presentan tipo de alimentación, estructura social, utilización del nicho y una distribución en la columna de agua diferentes.

6. METODOLOGÍA

6.1. Área de estudio

Las muestras trabajadas en este estudio fueron obtenidas a partir de capturas artesanales desembarcadas en catorce puntos pesqueros a lo largo de la costa del Departamento del Magdalena desde Tasajera (zona sur) hasta La Jorará (zona

norte). Dicho departamento se encuentra ubicado entre los 11°00' y 11°15' N y entre los 74°10' y 75°30' O, formando parte del sector central de la costa Caribe colombiana. Presenta una franja costera de 220 km (Figura 6). Del suroeste hacia el noreste se observa la desembocadura del río Magdalena, la Ciénaga Grande de Santa Marta, seguido se encuentran una serie de playas arenosas, ensenadas y bahías abiertas de playas cortas, rodeadas de sistemas montañosos que corresponden a las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, las cuales conforman la ensenada de Gaira, las Bahías de Santa Marta, Taganga, Chimila y las pertenecientes al Parque Nacional Natural Tayrona (Franco, 2005). Según el INVEMAR (2000) con el Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera (PNIBM) el Departamento del Magdalena hace parte de las ecorregiones Tayrona y Magdalena.

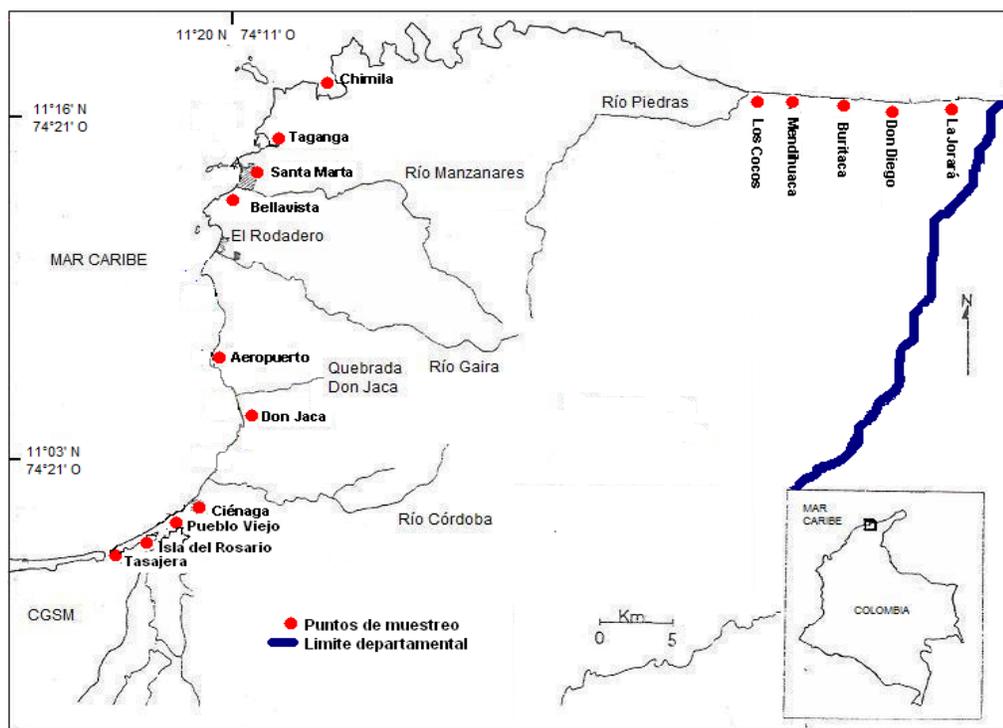


Figura 6. Área de estudio, ubicación de los quince sitios de desembarco de pesca artesanal en el margen costero del Magdalena, se presentan La Jorará, Don Diego, Buritaca, Mendihuaca, Los Cocos, Taganga, Santa Marta, Bellavista, Aeropuerto, Don Jaca, Ciénaga, Pueblo Viejo, Isla del Rosario, Tasajera y Chimila. Modificado de Pinilla (1986).

Según Franco (2005), los períodos climáticos en la región del Magdalena están regidos por los patrones generales que influyen la Costa Atlántica Colombiana. El desplazamiento norte-sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) define la época seca y lluviosa, siendo la primera de diciembre a abril y la segunda de mayo a noviembre. Cuando la ZCIT se desplaza hacia el sur, la región se encuentra bajo la influencia de los vientos Alisios del noreste que son reforzados por diferentes eventos locales. Cuando el desplazamiento se da hacia el norte, se produce una disminución en la velocidad de los vientos Alisios, además de favorecer las precipitaciones en la región; por lo que se definen cuatro períodos climáticos, teniendo en cuenta fases transicionales en el desplazamiento de la ZCIT. De tal forma que se distingue la época seca mayor (diciembre-abril) donde se presenta la mayor intensidad de los vientos Alisios, la lluviosa menor (mayo-junio), donde hay un debilitamiento de los vientos, la seca menor (julio-agosto), también conocida como el “Veranillo de San Juan” y finalmente la lluviosa mayor (septiembre-noviembre), cuando se presenta una precipitación promedio de 500 mm.

De diciembre a marzo se presentan los valores más bajos de temperatura y los mínimos de salinidad, en respuesta al incremento en la intensidad del viento y el evento de surgencia. Durante la época lluviosa, el aumento de la nubosidad, la disminución del viento, la llegada de precipitaciones y el aporte de ríos locales y la escorrentía, generan un aumento en la temperatura del agua y una disminución de la salinidad. En términos generales, la temperatura ambiente fluctúa entre 20 y 37.2 °C. Las temperaturas más altas se presentan hacia mitad de año (Franco, 2005).

6.2. Fase de Laboratorio

6.2.1. Obtención de muestras

Las muestras se recolectaron en el marco del proyecto “*Valoración bioeconómica de las pesquerías artesanales con énfasis en la determinación actual de las tallas medias de madurez de las especies ícticas de mayor importancia comercial, en los sitios de desembarque ubicados entre Tasajera y La Jorará, departamento del Magdalena*”, el cual recopila información biológico-pesquera en los principales sitios de desembarco artesanal y comercialización del margen costero del Departamento, excluyendo el PNNT. De las especies comerciales más importantes y también de las más abundantes según los resultados previos del proyecto marco, se seleccionaron cinco (5) especies para determinar la escala de madurez sexual por medio de la técnica histológica clásica empleando tinción con Hematoxilina-Eosina en muestras de tejido gonadal tomadas de peces capturados entre octubre de 2008 y diciembre de 2009, acompañadas de registros sobre peso, longitud total, estándar y horquilla de cada uno de los individuos, registrándolo en el formato de campo (Anexo A).

Después de obtener la información morfométrica de la totalidad de los peces de las captura, se obtuvieron un total de 92 ejemplares entre hembras y machos para las especies *Lutjanus synagris*, *L. analis*, *L. mahogoni*, *Trichiurus lepturus* y *Sphyræna guachancho*. Los ejemplares se eligieron entre un rango de tallas lo suficientemente amplio para poder contar con muestras en todos los estados de madurez. A cada individuo se realizó una disección ventral en sentido antero-posterior, observando las gónadas en fresco y determinando el sexo, peso y estado de madurez por observación macroscópica, teniendo en cuenta como escala general la descrita por Holden y Raitt (1975) (Anexo B). Seguido a esto se

tomó cada una de las gónadas y se realizó un corte en la parte central para obtener una muestra de un centímetro cuadrado, la cual se introdujo en una rejilla previamente marcada con un código en el cual las dos primeras letras corresponden a los sitios de desembarco (Chimila = CH), las siguientes dos o tres letras son de la especie (*Lutjanus synagis* = LS) y por último, se tiene el número consecutivo que consta de tres dígitos asignados por especie por sitio, es decir, en cada sitio por cada especie hay un consecutivo que empieza en 001, ejemplo CHLS001. Posteriormente se fijaron en paraformaldehído neutro bufferado (Anexo C) por un tiempo de 15 días, luego se cambiaron ha alcohol etílico al 70% y se refrigeraron para su posterior análisis en laboratorio de histología.

En el laboratorio de histología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, sede Bogotá, se procesaron y analizaron cada una de las muestras colectadas en campo por medio de la técnica histológica de inclusión en parafina y coloración Hematoxilina-Eosina para obtener cortes finos de 5µm para ser observados al microscopio, siguiendo paso a paso el procedimiento que se detalla a continuación:

6.2.2. Marcha histológica estandar- Laboratorio UJTL:

- *Deshidratación:* el tejido se sumergio en alcohol etílico en concentraciones gradualmente ascendentes (Tabla 2), con el fin de evitar alteraciones provocadas por una deshidratación brusca, puesto que las muestras al ser retiradas del fijador quedan llenas de agua impidiendo que sean penetradas por la parafina.
- *Aclaramiento:* se preparo el tejido para la penetración de a parafina, utilizando Xilol como solvente, se realizaron dos recambios con diferencia de una hora (Tabla 2).

- *Impregnación:* se impregnaron las muestras con parafina líquida a una temperatura de 58°C, contenida en un dispensador marca J.P. Selecta modelo Dispensar, para que penetre en el tejido (Tabla 2).

Tabla 2. Paso del procesamiento de muestras.

PASO	REACTIVO	TIEMPO
Deshidratación	Etanol 70%	24 Horas
	Etanol 80%	24 Horas
	Etanol 96%	24 Horas
	Isopropanol o alcohol etílico al 100%	24 Horas
Aclaramiento	Xilol	1 Hora
	Xilol	1 Hora
Impregnación	Parafina	12 Horas
Penetración	Parafina	2 Horas
	Parafina	2 Horas

- *Inclusión:* en cubos plásticos de 2 cm², debidamente marcados con el código correspondiente (código indicando la especie, el numero del individuo, el órgano y en el caso de los machos la parte de la gónada anterior o media), se vertió parafina fundida a 58 °C formando un cubo acorde al tamaño de la muestra, se coloco la muestra orientándola hacia el centro del cubo; con ayuda de una aguja de disección se eliminan las burbujas que rodean la muestra. Se dejo enfriar la parafina, posteriormente se pone en un molde con agua fría hasta la solidificación total, siendo el objetivo de este último paso la reducción del tejido a cortes lo suficientemente delgados para permitir el paso de la luz para examinarlo al microscopio.

- *Microtomía:* con un micrótopo tipo Minot de marca Leitz 1512 (Figura 7), se obtuvieron cortes de 5µm de grosor.

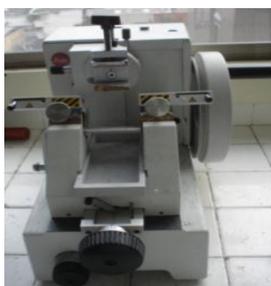


Figura 7. Microtopo tipo Minot. Castro (2009).

En este la cuchilla queda fija y la pieza es la que se desliza sujeta a una platina, verticalmente cuando se hace girar una manivela, permitiendo obtener los cortes seriados en forma de cinta. Las tiras de parafina con la muestra se extienden en agua a 55 °C con gelatina al 0.02 % más dicromato de potasio, contenido en un baño maría (Anexo D). En esta misma mezcla se introducen los portaobjetos, marcados con su código correspondiente, para recogerlos cortes, luego se colocaron en canastillas histológicas y se dejaron secar.

- *Coloración:* después de realizar el corte, se procedió a eliminar la parafina con Xilol para que sobre el portaobjeto quedara solo el tejido, luego se hidrato, para permitir su coloración con alcoholes de concentración decreciente (Tabla 3). Mediante la técnica de coloración hematoxilina-eosina (Anexo D).

Tabla 3. Marcha de coloración para el procesamiento histológico de tejidos de peces.

	PASO	REACTIVO	TIEMPO
Eliminar Parafina	1	Xilol	6 minutos
	2	Xilol	5 minutos
Rehidratar	3	Etanol 100%	5 minutos
	4	Etanol 100%	5 minutos
	5	Etanol 96%	5 minutos
	6	Etanol 80%	5 minutos
	7	Etanol 70%	5 minutos
	8	Agua corriente	5 minutos
Teñir zonas básicas	9	Hematoxilina de Harris	7 minutos
Lavar	10	Agua corriente	Lavado
Eliminar exceso de colorante	11	Alcohol acidulado	Inmersión
	12	Agua corriente	Inmersión
	13	Alcohol amoniacal	Inmersión
	14	Etanol 96%	
Teñir zonas ácidas	15	Eosina	40 segundos
Deshidratar	16	Etanol 96%	Inmersión
	17	Etanol 96%	2 minutos
	18	Etanol 100%	2 minutos
	19	Etanol 100%	2 minutos
Aclarar	20	Xilol	3 minutos
	21	Xilol	2 minutos

- *Montaje:* luego de la coloración se deshidrato el corte y se procedió a la aclaración y montaje definido, con el fin de realizar un preparado en condiciones de ser observado y protegido del medio ambiente para evitar el deterioro de este. La deshidratación se realizo con alcoholes de graduaciones ascendentes y para la aclaración se empleo xilol. El objetivo de este paso es impregnar el corte con un disolvente del entellán, que al mismo tiempo le confiere un índice de refracción semejante al del vidrio. Para finalizar se limpio el portaobjeto alrededor del corte y se deposito sobre el mismo una gota de entellán y se coloco un cubreobjetos, evitando que queden burbujas, se dejo secar ocho días antes de su observación al microscopio.

6.2.3. Descripción de Estadios

Las placas se observaron en un microscopio óptico binocular en aumentos 4, 10, 40 y 100X con cámara DSFI1 integrada de 5 megapixeles, para microscopia con capacidad de conversión analógica a digital de 12bits, con software NIS-ELEMENTS BR: (ILive-Fast) y un estereoscopio marca Leica EZ4D en aumentos 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 30, y 35X con cámara CMOS integrada de 3 megapixeles con software Leica application, con ayuda de estos instrumentos ópticos a cada una de las placas se le tomaron registros fotográficos con el fin de determinar el estado gonadal microscópico y contar con soportes de las observaciones. Con cada una de las fotografías obtenidas de las especies seleccionadas se realizo una descripción de los estadios que se presentaron, teniendo en cuenta las características morfológicas de las células, presencia y abundancia de los distintos tipos celulares, diámetro de las células sexuales, la afinidad de ellas por determinado colorante y presencia ó ausencia de micro-estructuras, esta descripción se baso en las propuestas por Saborido (2002) y Nuñez & Duponchelle (2009), con algunas modificaciones .

6.2.4. Medición de ovocitos y espermatoцитos cada uno de los estadios

Después de obtener las placas se realizó una medición promedio de diámetros para las células sexuales tanto de las hembras como de los machos y para cada uno de las especies se midió un total de 50 células de cada uno de los tipos de linaje gamético (Cárdenas y Barrera, 1998). La medida de los ovocitos solo se hizo en aquellos que se vea el núcleo. Con la información obtenida se realizaron comparaciones entre especies de la misma familia y entre familias.

6.3. Fase de gabinete

Para el estudio de la información se describieron los estados de las gonadas y los estadios de las células reproductivas en cada una de las especies estudiadas a partir de las fotografías obtenidas, comparando las características estructurales y teniendo en cuenta el tamaño de las células en los estadios. En cuanto a la reclasificación de las muestras según características microscópicas los datos fueron introducidos en tablas de resumen en el programa de Microsoft EXCEL de office XP. A partir de estas tablas se obtuvieron gráficas de barras y tortas para observar el porcentaje de la reclasificación de estados gonadales de las 92 muestras según características microscópicas, con el fin de determinar si las muestras correspondían al estado en el que se identificaron inicialmente según observación macroscópica, teniendo en cuenta como escala general la descrita por Holden y Raitt (1975).

Para una mejor observación de los resultados, en la parte trcera de la tesis hay un CD que tiene solo las fotografías como se presentan en los resultados.

7. RESULTADOS

7.1. Descripción estadios y estados para las cinco especies trabajadas

7.1.1. Familia Lutjanidae

7.1.1.1. *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)

7.1.1.1.1. Hembras

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DE ESTADOS MACROSCÓPICOS DE OVARIOS Y ESTADIOS DE OVOCITOS

Las características de los ovocitos para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Estadio nucléolo cromatina inicial: célula pequeña con un tamaño promedio de $23.55 \pm 2.39 \mu\text{m}$, generalmente sola, con núcleo mediano y citoplasma muy basófilo (Figura 8A).

Estadio nucléolo cromatina intermedio: el ovocito presenta un mayor tamaño, siendo este de $34.06 \pm 2.35 \mu\text{m}$, hay presencia de varios nucléolos pequeños, en la periferia del núcleo, el citoplasma aun es basófilo (Figura 8B).

Estadio nucléolo cromatina tardío: el ovocito es más grande, con un tamaño promedio de $45.19 \pm 2.55 \mu\text{m}$, citoplasma menos basofilo, en el núcleo se observa un nucléolo muy grande, el cual se ubica en la periferia de este, el ovocito no se encuentra recubierto por ningún tejido (Figura 8C).

Estadio perinucleolar inicial: el ovocito sigue creciendo, alcanzando un tamaño promedio de $65.30 \pm 3.24 \mu\text{m}$, presenta un citoplasma con una coloración basófila, aumenta el número de nucléolos, los cuales continúan ubicados en la periferia del núcleo, entre estos se observan dos nucléolos de gran tamaño, acompañados de varios pequeños, es decir que continúa la diferencia de tamaño entre ellos, alrededor de la célula empiezan a parecer células epiteliales planas (Figura 9A).

Estadio perinucleolar intermedio: ovocito de mas grande que el anterior, con un tamaño promedio de $79.76 \pm 4.68 \mu\text{m}$, citoplasma menos basofilo con respecto a los del estadio anterior y su coloración no es homogénea, ya que presenta manchas blanquecinas dentro de este, nucléolos en la periferia del núcleo, aparecen un poco mas de células planas alrededor de este (Figura 9B).

Estadio perinucleolar tardío: ovocito mas grande que el anterior con un tamaño promedio de $96.94 \pm 3.19 \mu\text{m}$, citoplasma aun más claro, pero continua siendo basfiro, con presencia de una gran cantidad de nucléolos en la periferia del núcleo, destacándose dos más grandes que el resto, alrededor de este se encuentra una capa de tejido epitelial plano simple muy delgada cubriéndolo (Figura 9C).

Estadio alveolo cortical inicial: el ovocito sigue aumentando, alcanzando un tamaño promedio de $110.42 \pm 6.98 \mu\text{m}$, presenta una coloración más clara del citoplasma, pero sigue siendo basofilo, el núcleo es grande y central, los nucléolos siguen estando en la periferia del núcleo y su número no aumenta continua igual, en todo el citoplasma hay presencia de pocas vesículas o alvéolos (Figura 10A).

Estadio alveolo cortical intermedio: el ovocito sigue su proceso de crecimiento, alcanzando un tamaño promedio de $154.76 \pm 9.78 \mu\text{m}$, se diferencia del estadio anterior en que aumenta el número y el tamaño de las vesículas en todo el

citoplasma, la coloración del citoplasma sigue siendo basófila eso si un poco más clara que en los estadios anteriores (Figura 10B).

Estadio alveolo cortical tardío: en este estadio el ovocito es una célula grande, con un tamaño promedio de $188.86 \pm 5.54 \mu\text{m}$, el citoplasma sigue presentando una coloración basófila, hay presencia de una mayor concentración de vesículas en la parte central, las cuales son más grandes que las del Estadio anterior, rodeando al núcleo, la zona pelucida también va en proceso de maduración, observándose como una capa muy delgada eosinófila, se encuentra rodeado por tejido epitelial plano simple (Figura 10C).

Estadio vitelogénesis inicial: célula que sigue su proceso de crecimiento, alcanzando un tamaño promedio de $224.07 \pm 12.60 \mu\text{m}$, presenta gránulos de vitelo (pequeños, muy eosinofilos) en su citoplasma, los cuales empiezan a aparecer en la misma zona de las vesículas, rodeando el núcleo, siguen observándose vesículas de varios tamaños, con predominio de las grandes, el núcleo es grande y central, la zona pelucida se va engrosando y su coloración es eosinófila, lo rodea una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 11A).

Estadio vitelogénesis intermedio: ovocito desarrollado, con un tamaño promedio de $338.33 \pm 17.33 \mu\text{m}$, los gránulos de vitelo son grandes y se encuentran ocupando casi todo el citoplasma, junto con las vesículas que también aumentan su tamaño y disminuye el número de estas, la zona pelucida está totalmente desarrollada, eosinófila, gruesa y estriada, aun se observa la presencia del núcleo, una capa de tejido epitelial plano simple delgada sigue recubriendo al ovocito (Figura 11B).

Estadio vitelogénesis tardío: el ovocito está maduro y preparado para el desove, se muestra como la célula de mayor tamaño con $420.80 \pm 11.14 \mu\text{m}$ en el ovario, con el citoplasma completamente lleno de gránulos de vitelo grandes y demasiado eosinofilos, ya no es posible observar el núcleo, las vesículas son grandes y se encuentran acompañando a los gránulos, la zona pelucida está bien desarrollada y la rodea un tejido epitelial plano simple (Figura 11C).

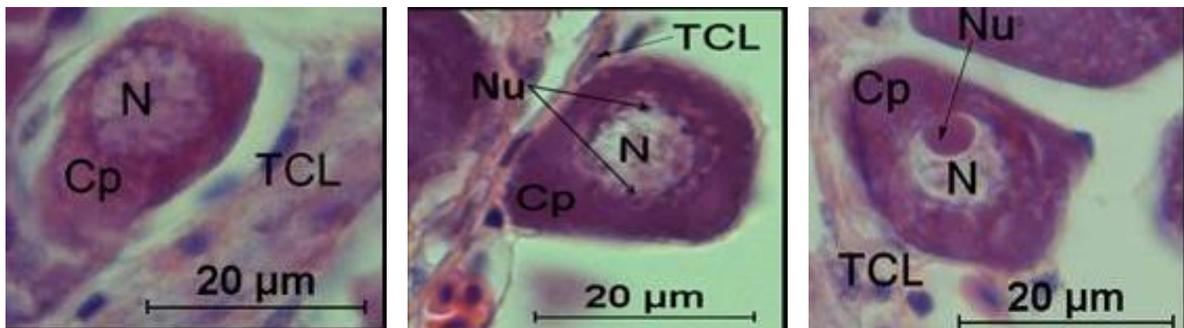


Figura 8. Estadio nucléolo cromatina en ovócitos de *L. synagris*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, TCL: Tejido conjuntivo laxo.

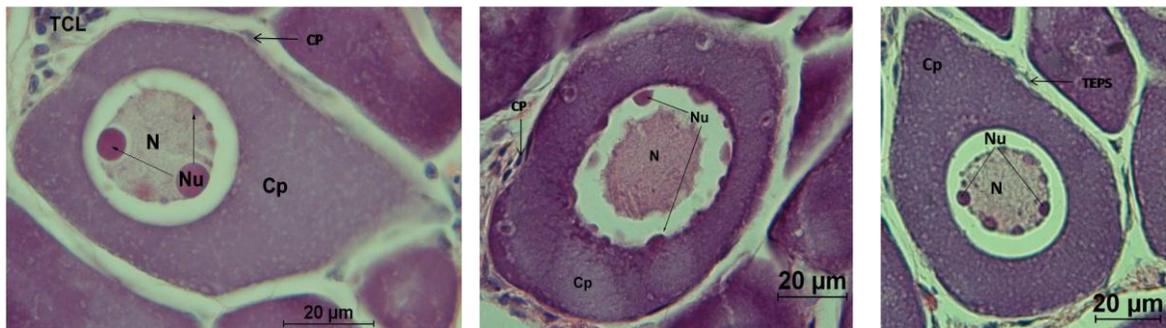
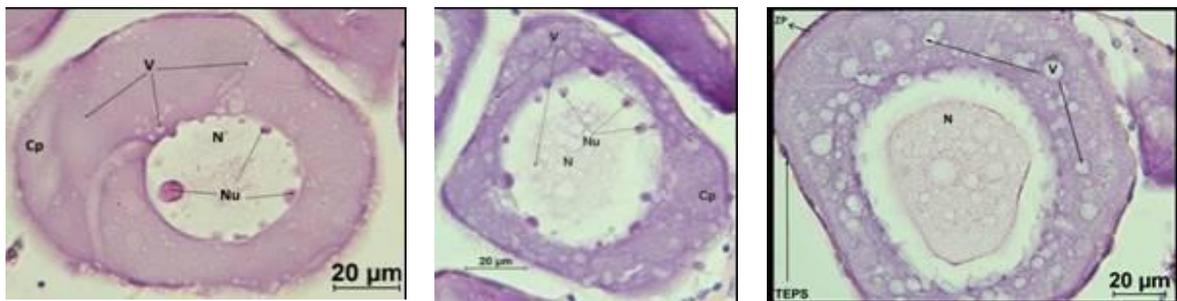
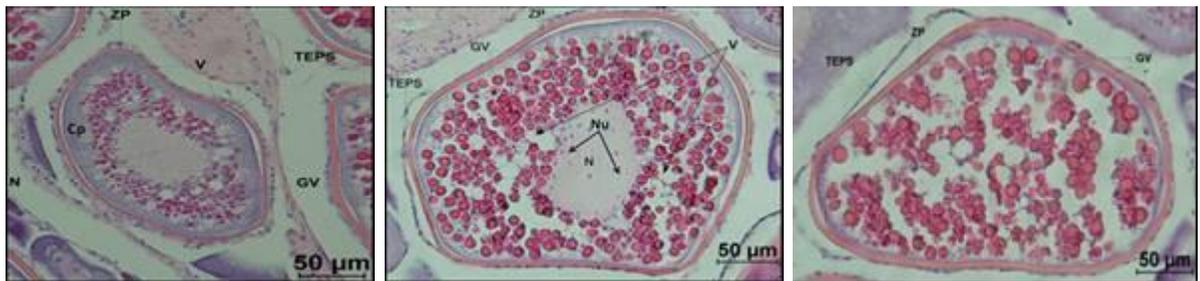


Figura 9. Estadio perinucleolar en ovócitos de *L. synagris*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, CP: células planas, Cp: citoplasma, TCL: tejido conjuntivo laxo, TEPS: tejido epitelial plano simple.



A. B. C.
Figura 10. Estadio alveolo cortical en ovócitos de *L. synagris*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, V: vesículas, ZP: zona pelucida, TEPS: tejido epitelial plano simple.



A. B. C.
Figura 11. Estadio vitelogénesis en ovócitos de *L. synagris*. A. Inicial, 40X. B. Intermedio, 40X. C. Tardío, 40X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, V: vesículas, TEPS: tejido epitelial plano simple, GV: gránulos de vitelo, ZP: zona pelucida.

HEMBRA EN ESTADO II

El ovario de *L. synagris* en estado II, esta formado por una delgada capa de tejido muscular liso, dentro de esta se presentan ovocitos inmaduros en estadios de desarrollo nucléolo cromatina y perinucleolar, se observan entradas del tejido muscular liso, pero no septos que dividen la gónada (Figura 12A y 13A). En el corte transversal las lamelas presentan una capa central de tejido conjuntivo laxo, a lado y lado de esta se ubican dos capas de ovocitos, existen espacios entre las lamelas, las cuales se encuentran en disposición radiada hacia el centro del ovario, y ramificaciones del tejido muscular liso adentrándose hacia la parte central

de la gónada, sin mostrasen como septos que la dividan (Figura 12B y C). Mientras que en el corte longitudinal (Figura 13B) se muestra que las lamelas tienen una secuencia a lo largo de la gónada (paralelas), sin ningún tejido entre ellas, dentro de estas los ovocitos se organizan en filas de cuatro células a lo ancho divididas por una capa de tejido laxo muy delgada (Figura 13C). Las dos muestras no presentan diferencias en cuanto a las características morfológicas.

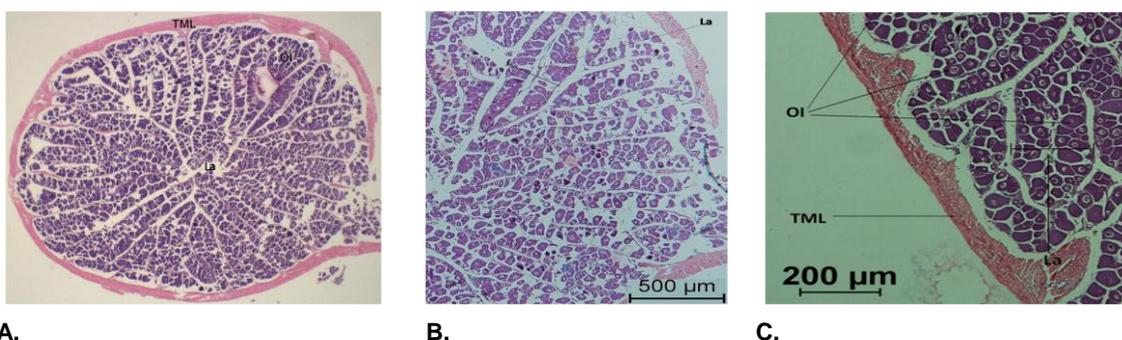


Figura 12. Muestra uno de ovario en estado II de *L. synagris*. A. Panorámica corte transversal, 25X, B. Acercamiento de la lamela, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, L: lamela, OI: ovocito inmaduro.

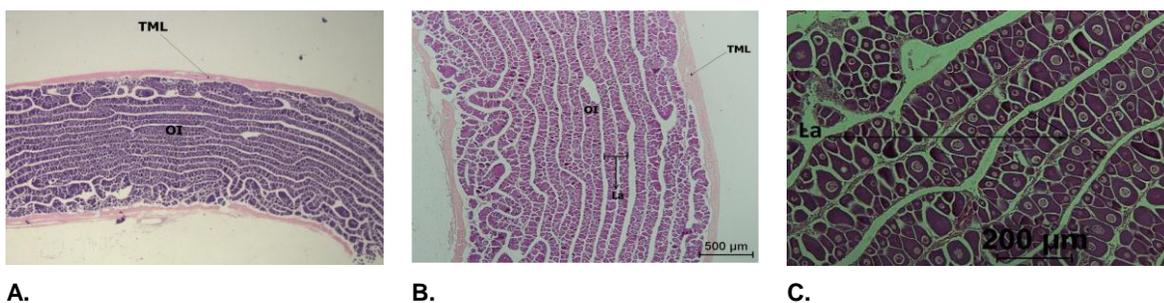
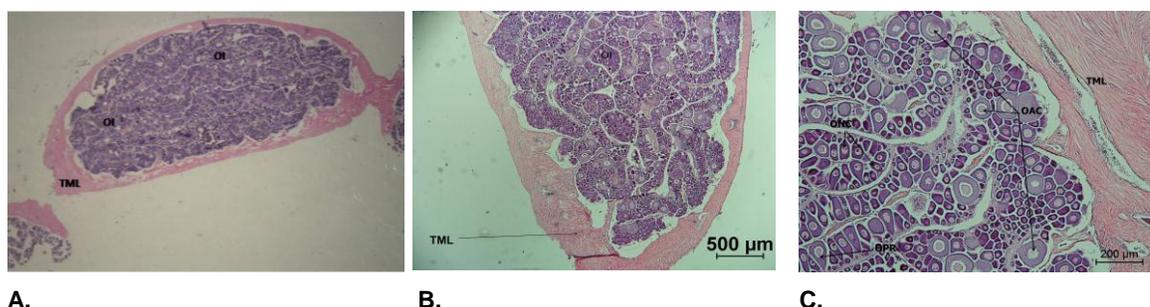


Figura 13. Muestra dos de ovario en estado II de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Disposición de la lamela, 4X. C, Lamela y estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, La: lamela, OI: ovocito inmaduro.

HEMBRA EN ESTADO III

Se observaron dos muestras en el estado III (Figura 14A y 15A), el ovario se encuentra rodeado por una capa de tejido muscular liso más gruesa que el estado

anterior(Figura 14B y 15B), dentro del cual se observan los ovocitos inmaduros en diferentes estadios de desarrollo, nucléolo cromatina en menor proporción que el estado anterior, perinucleolares y alveolo corticales (Figura 14C y 15C), siendo estos últimos los que le dan el estado a la gónada, los ovocitos se encuentran empaquetados en lamelas, en medio de estas se presenta entradas de tejido muscular liso (seudo-septos), dentro de estas no hay una organización como tal, es decir que los ovocitos no tienen una ubicación específica, si no que se encuentran mezclados los ovocito nucléolo cromatina con perinucleolar. Las dos muestras observadas no presentan diferencias en cuanto a las características morfológicas.

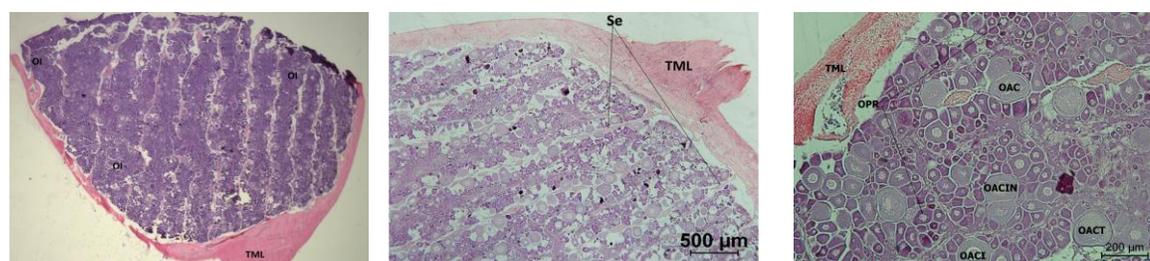


A.

B.

C.

Figura 14. Muestra uno de ovario en estado III de *Lutjanus synagris*. A. Panorámica corte transversal, 10X, B. Acercamiento de la gónada, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, ONC: ovocito nucléolo cromatina, OPR: ovocito perinucleolar, OAC: ovocito alveolo cortical.



A.

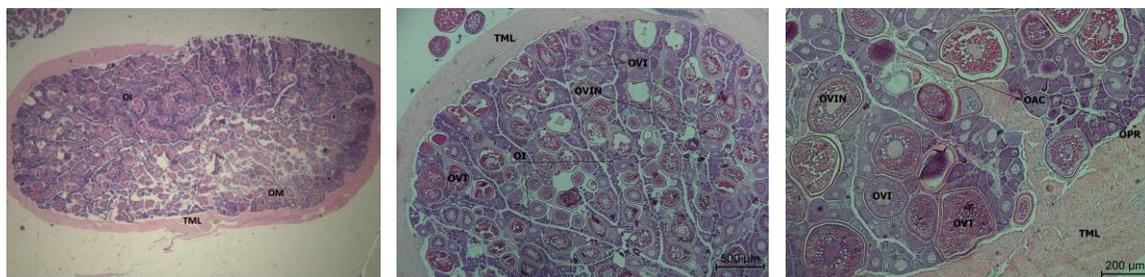
B.

C.

Figura 15. Muestra dos de ovario en estado III de *L. synagris*. A. Panorámica corte transversal, 12.5X. B. Acercamiento de la gónada, 10X. C. Estádios, 10X. TML: tejido muscular liso, OPR: ovocito perinucleolar, OAC: ovocito alvéolo cortical, OACI: ovocito alvéolo cortical inicial, OACIN: ovocito alvéolo cortical intermedio, OACT: ovocito alvéolo cortical tardío, Se: pseudosepto, OI: ovócito inmaduro.

HEMBRA EN ESTADO IV

Se observaron cinco muestras, en estado IV (Figura 16A, 17A, 18A, 19A, 20A), el ovario está rodeado por una capa más gruesa de tejido muscular liso que el estado anterior, el cual presenta una invaginación hacia la parte central de este, posee una organización lamelar, dentro de la cual los ovocitos maduros se ubica en la parte central y los inmaduros en la parte más externa (Figura 16B, 17B, 18B, 19B, 20B), aunque se observan ovocitos en todos los estadios y los inmaduros son abundantes, la presencia y el tamaño de los ovocitos vitelogénicos (inicial, intermedio y tardío) (Figura 16C, 17C, 18C, 19C y 20C), determinan que es una gónada madura, estos últimos se distribuyen por toda la gónada. Las cinco muestras presentan las mismas características, sin embargo en la muestra cuatro (Figura 19A) se observa una división de la gónada por tejido muscular liso, lo cual puede deberse al ángulo del corte y que este pudo ser en un sector donde se ubica la invaginación del tejido muscular y en la muestra cinco (Figura 20A) la gónada presenta una pared de tejido muscular liso delgada, esta indica un corte longitudinal en el cual se observan lamelas paralelas compactas, con las mismas características descritas para este estado.

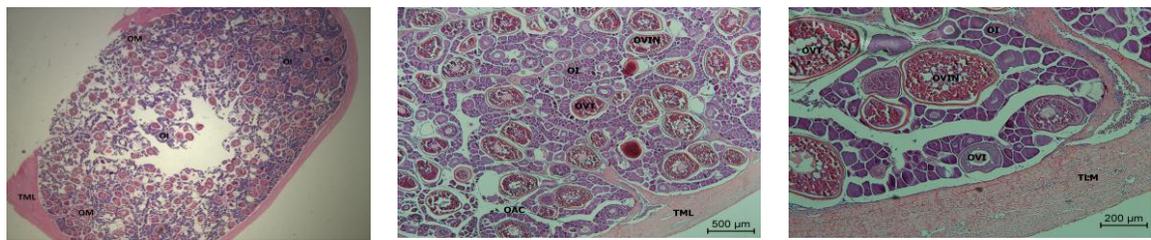


A.

B.

C.

Figura 16. Muestra uno de ovario en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte transversal, 10X. B. Disposición de las lamelas, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OPR: ovocito perinucleolar, OAC: ovocito alveolo cortical. OVI: ovocito vitelogénesis inicial. OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia. OVT: ovocito vitelogénesis tardía.

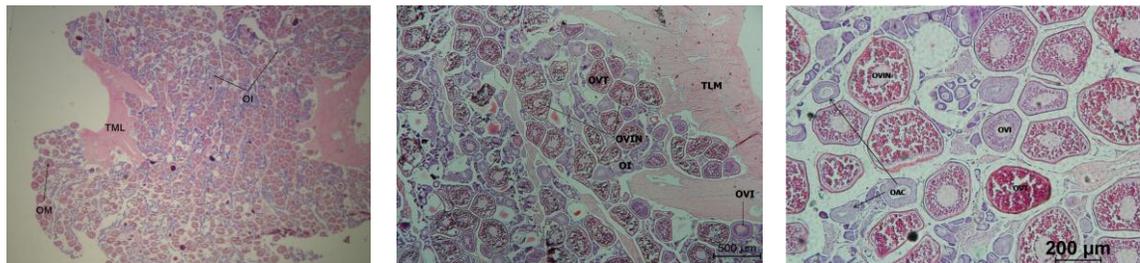


A.

B.

C.

Figura 17. Muestra dos de ovario en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Disposición de las lamelas, 4X. C. Estádios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OVI: ovocito vitelogénesis inicial, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OVT: ovócito vitelogénesis tardía.

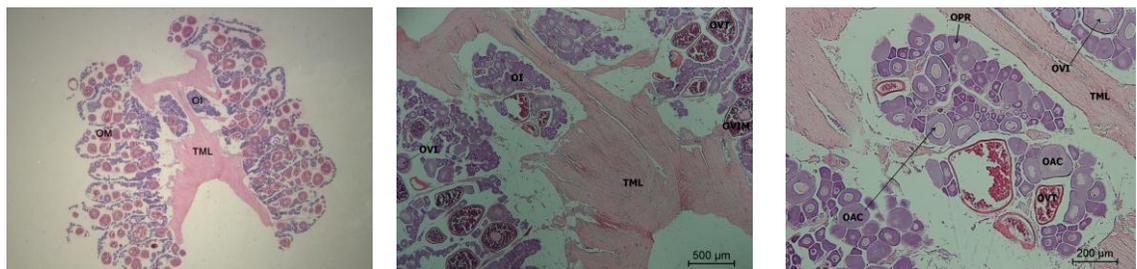


A.

B.

C.

Figura 18. Muestra tres de ovario en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Disposición de las lamelas, 4X. C. Estádios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alveolo cortical. OVI: ovocito vitelogénesis inicial. OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia. OVT: ovocito vitelogénesis tardía.

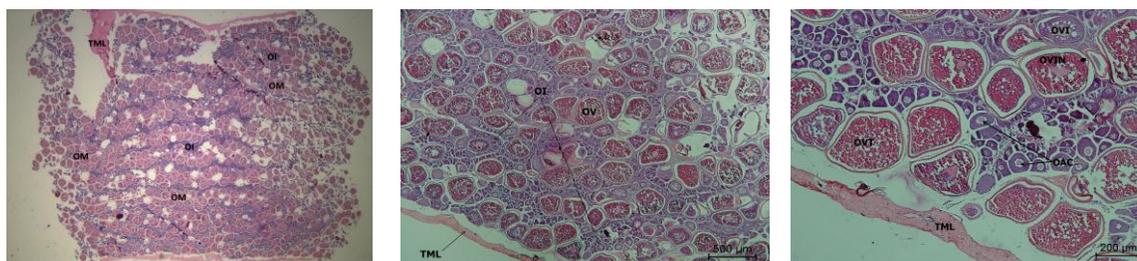


A.

B.

C.

Figura 19. Muestra cuatro de ovario en estado IV de *Lutjanus synagris*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Disposición de las lamelas, 4X. C. Estádios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro. OPR: ovocito perinucleolar, OAC: ovocito alveolo cortical. OVI: ovocito vitelogénesis inicial. OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia. OVT: ovocito vitelogénesis tardía.



A.

B.

C.

Figura 20. Muestra cinco de ovario en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X, B. Acercamiento de la gónada, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OV: ovocito Vitelogénesis, OVI: ovocito vitelogénesis inicial, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OVT: ovocito vitelogénesis tardía.

7.1.1.1.2. Machos

Descripción Histológica de los Estados Macroscópicos de Testículos y Estadios de Células Espermáticas

Las características de las células sexuales masculinas para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Celulas de Sertoli: célula grande con un tamaño promedio de $11.05 \pm 0.76 \mu\text{m}$, con citoplasma muy transparentes y núcleo de coloración rosada, son muy escasas en los cistos (Figura 21A).

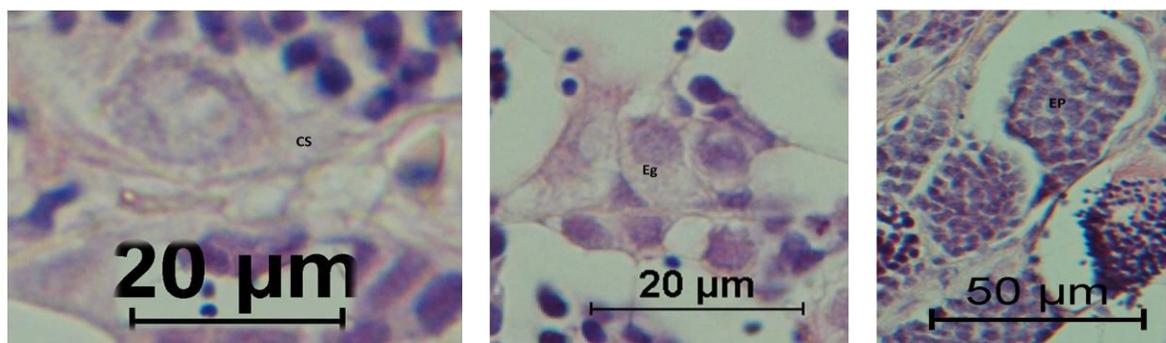
Espermatogonias: son las células más grandes dentro del proceso de maduración espermática, presentan un tamaño promedio de $7.05 \pm 0.58 \mu\text{m}$, citoplasma de coloración eosinofila, con núcleo basofilo, se localizan en grupos pequeños y dentro de todo el desarrollo son las más escasas (Figura 21B).

Espermatocitos primarios: células medianas con un tamaño promedio de $5.06 \pm 0.43 \mu\text{m}$, redondas, núcleo basófilo con la cromatina reticulada, se encuentran en grupos y en mayor cantidad que las anteriores (Figura 21C).

Espermatocitos secundarios: células pequeñas con un tamaño promedio de $3.27 \pm 0.27 \mu\text{m}$, redondeadas, núcleo basófilo con la cromatina condensada y el poco citoplasma, se observan en grupos medianos (Figura 22A).

Espermatides: el tamaño disminuye respecto a los espermatocitos, a un tamaño promedio de $2.48 \pm 0.25 \mu\text{m}$, pero su número aumenta, tanto el núcleo como el citoplasma se observan más basófilo, con una forma ovalada (Figura 22B).

Espermatozoides: células muy pequeñas con un tamaño promedio de $1.67 \pm 0.19 \mu\text{m}$, basófilas, conformadas por una cabeza con forma redonda y un flagelo muy delgado eosinófilo y largo, se encuentran en mayor proporción que el resto de los estadios en las gónadas maduras y en la parte central de los cistos (Figura 22C).



A.

B.

C.

Figura 21. Espermatocitos inmaduros de *L. synagris*. A. Células de sertoli (CS), 100x. B. Espermatogonia (Eg), 100x, C. Espermatocito primario (EP), 40x.

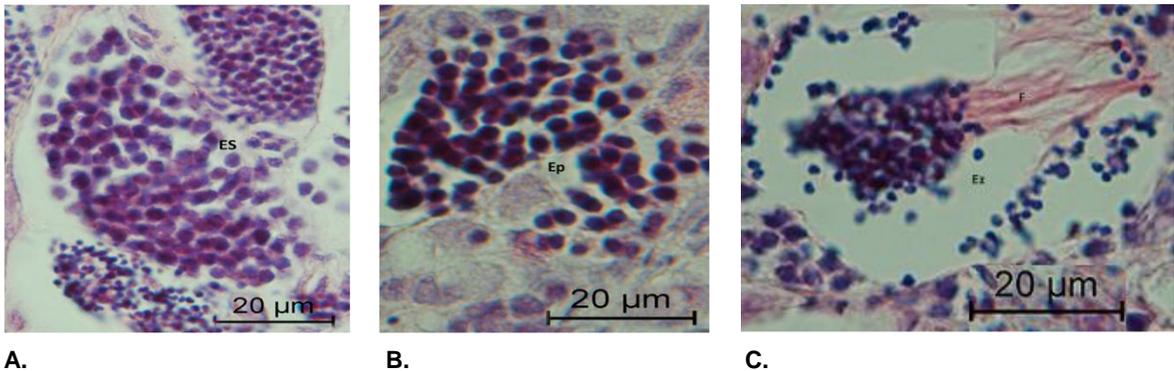
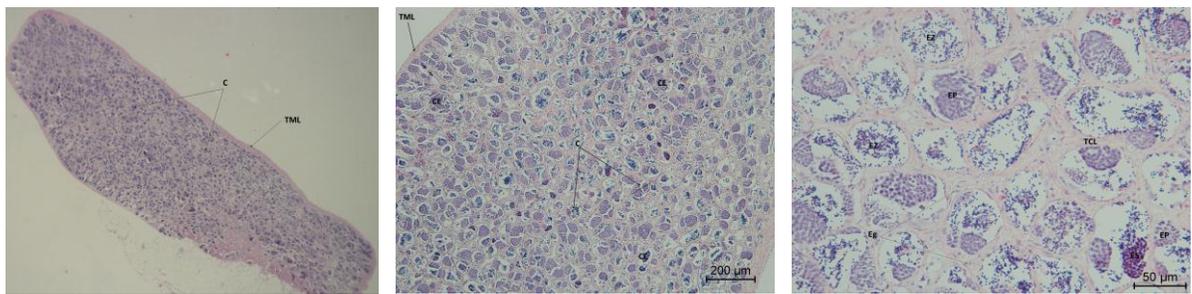


Figura 22. Espermatocitos maduros de *L. synagris*. A. Espermatocito secundario (ES), 100X. B. Espermatide (Ep), 100X. C. Espermatozoides (Ez), 100X. F: flagelos.

MACHO EN ESTADO II

Se observaron dos muestras en el estado II (Figura 23A y 24A), el testículo en este estado presenta una capa muy delgada de tejido muscular liso recubriéndolo, se caracteriza por presentar cistos rodeados por tejido conjuntivo laxo, donde se realiza el proceso de maduración de las células espermáticas (Figura 23B y 24B), dentro de los cistos se encuentra todos los estadios de desarrollo (espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios, espermatides y espermatozoides) (Figura 23C y 24C), a pesar de que hay presencia de una poca cantidad de espermatozoides no hay presencia de lagunas y los espermatocitos primarios se encuentran en mayor proporción. En las muestras se observan diferencias en cuanto a la conformación de los cistos, los cuales están más vacíos y poseen menor cantidad de tejido cubriéndolos en la segunda muestra.

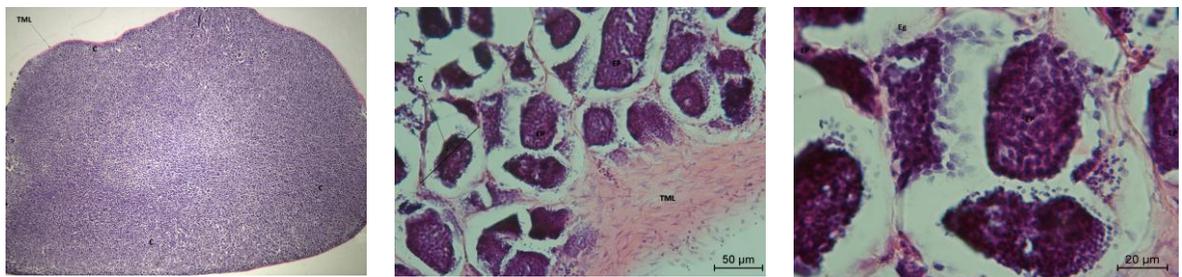


A.

B.

C.

Figura 23. Muestra uno de testículo en estado II de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 20X. B. Cistos, 10X. C. Estadios, 40X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, CE: células espermáticas, TCL: tejido conjuntivo laxo, Eg: espermatogonias, EP: espermatocitos primarios, ES: espermatocitos secundarios, Ez: espermatozoides.



A.

B.

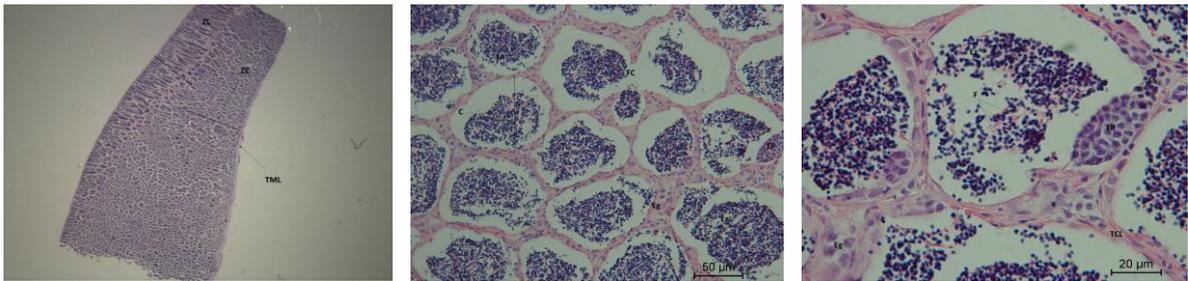
C.

Figura 24. Muestra dos de testículo en estado II de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Cistos, 40X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, Eg: espermatogonias, EP: Espermatocitos primarios.

MACHO EN ESTADO III

Se observaron dos muestras, las cuales se encuentran en estado III (Figura 25A y 26A), el testículo en este estado se caracteriza por presentar una capa de tejido muscular liso más delgada que el estado anterior, además de dos zonas bien marcadas, la primera llamada zona de cistos en donde se encuentran las células espermáticas en proceso de maduración, ubicada en la parte más externa de la gónada y la segunda zona presenta cistos fusionados, formando pequeñas lagunas con presencia solo de espermatozoides, rodeados por capas delgadas de

tejido conjuntivo laxo, ubicadas hacia la parte interna de la gónada (Figura 25B y 26B). En los cistos se encuentran todos los estadios espermatogonias, espermatoцитos primarios y secundarios, espermátides y espermatozoides además de células de sertoli (Figura 25C y 26C). Las dos muestras observadas presentan las mismas características.

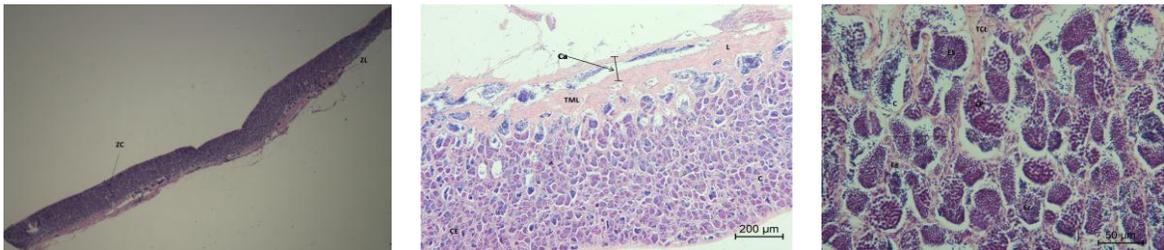


A.

B.

C.

Figura 25. Muestra uno de testículo en estado III de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 20X. B. Fusión de cistos, 40X. C. Cistos y estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, TCL: tejido conjuntivo laxo, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, FC: fusión de cistos, Eg: espermatogonias, EP: espermatoцитos primarios, ES: espermatoцитos secundarios, Ez: espermatozoides, F: flagelo.



A.

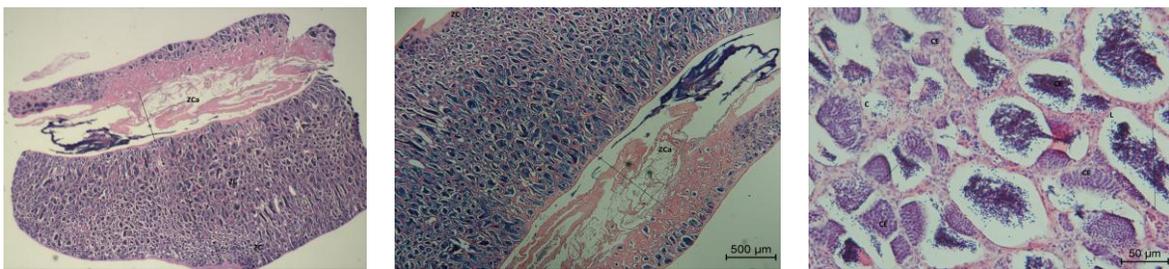
B.

C.

Figura 26. Muestra dos de testículo en estado III de *L. synagris*. A. Panorámica del testículo, corte longitudinal, 10X. B. Canal y cistos, 10X. C. Cistos y estadios, 40X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, TCL: tejido conjuntivo laxo, ZC: zona de cistos, ZL: zona de lagunas, L: lagunas, Ca: canal, CE: células espermáticas, Eg: espermatogonias, EP: espermatoцитo primario, ES: espermatoцитo secundario, Ez: espermatozoides.

MACHO EN ESTADO IV

Se trabajaron cinco muestras, en estado IV (Figura 27A, 28A, 29A, 30A y 31A). La gónada en este estado presenta una capa de tejido muscular liso muy delgada, con respecto al estado anterior, se observa una clara división en tres zonas, la zona de cistos en menor proporción, seguida a esta se encuentra la zona de lagunas rodeadas por tejido conjuntivo laxo, con presencia solo de espermatozoides las cuales han aumentado su tamaño (Figura 27B, 28B, 29B, 30B y 31B), la tercera zona conformada por el canal, la cual presenta abundante tejido muscular liso, espermatozoides y es alimentado por las lagunas, en los cistos se encuentran todos los estadios desde espermatogonias hasta los espermatozoides (Figura 27C, 28C, 29C, 30C y 31C), aunque depende de la maduración del cisto que se encuentren. Las cinco muestras observadas presentan diferencias en el número de células espermáticas y cantidad de tejido conjuntivo laxo que rodea el cisto, además de la proporción del tejido muscular liso y espermatozoides que conforman el canal, por lo que se puede decir que las muestras uno, tres y cuatro se encuentran en el estado IV en su totalidad, mientras que las muestras dos y cinco están en la etapa final del estado.

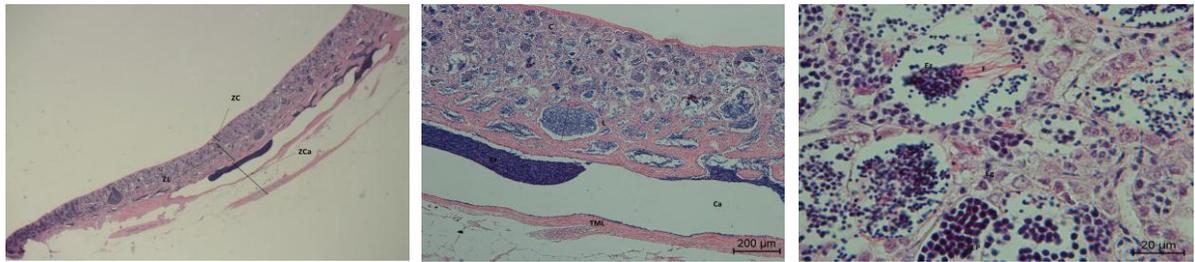


A.

B.

C.

Figura 27. Muestra uno de testículo en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Acercamiento del canal, 4X. C. Cistos y estadios, 40X. ZCa: zona de canal, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cisto, C: cistos, L: lagunas, C: cistos, CE: células espermáticas.

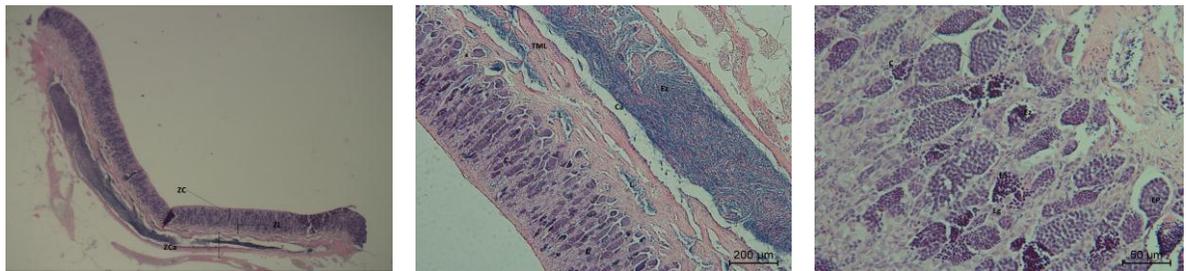


A.

B.

C.

Figura 28. Muestra dos de testículo en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Acercamiento del canal, 10X. C. Cistos y estadios, 100X. ZCa: zona de canal, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cisto, C: cistos, TML: tejido muscular liso, Ca: canal, L: lagunas, Eg: espermatogonias, EP: espermatocito primario, Ez: espermatozoides, F: flagelos.

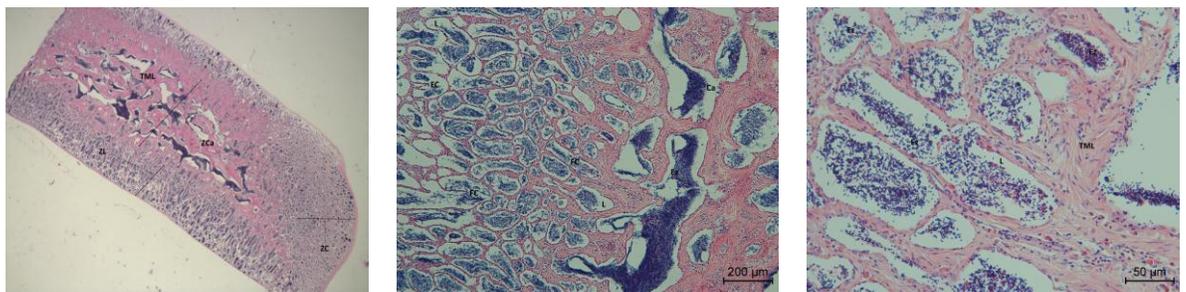


A.

B.

C.

Figura 29. Muestra tres de testículo en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 16X. B. Zona del canal, 10X. C. Cistos y estadios, 40X. ZCa: zona de canal, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cisto, C: cistos, TML: tejido muscular liso, L: lagunas, TCL: tejido conjuntivo laxo, Eg: espermatogonias, EP: espermatocito primario, Ez: espermatozoides.

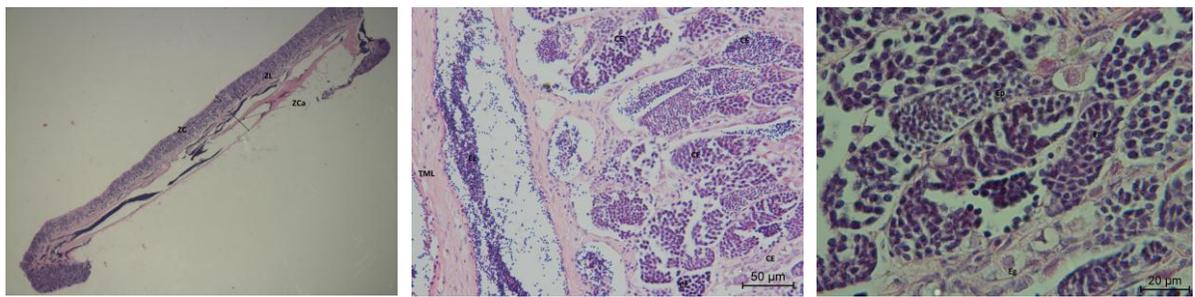


A.

B.

C.

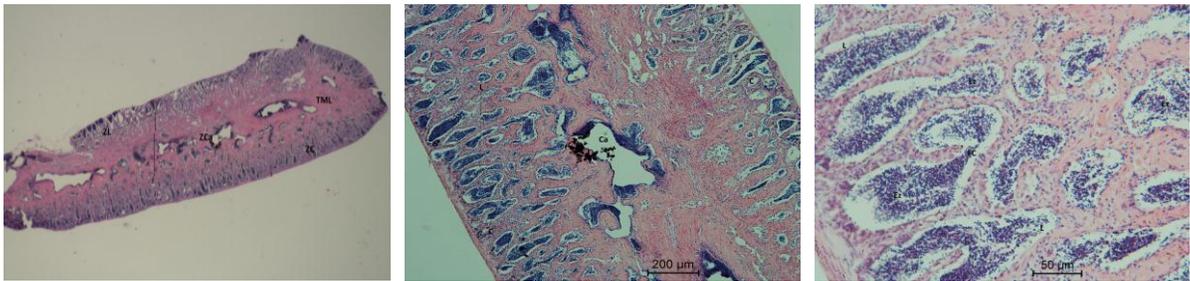
Figura 30. Muestra cuatro de testículo en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Zonal del canal, 10X. C. zona de fusión de cistos y estadios, 40X. ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, ZCa: zona de canal, TML: tejido muscular liso, C: cistos, L: laguna, Ca: canal, FC: fusión de cistos, TCL: tejido conjuntivo laxo, L: lagunas, Ez: espermatozoides.



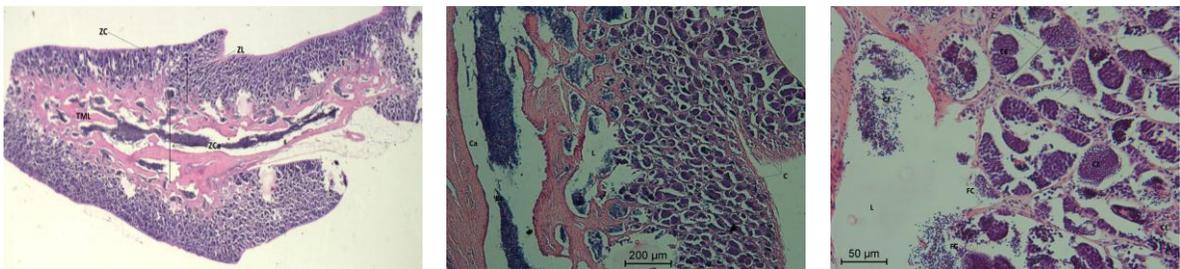
A. **B.** **C.**
Figura 31. Muestra cinco de testículo en estado IV de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Zona de canal, 40X. C. Cistos y estadios, 100X. ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, ZCa: zona de canal, TML: tejido muscular liso, Eg: espermatogonia, EP: espermatocito primario, Ez: espermatozoides.

MACHO EN ESTADO V

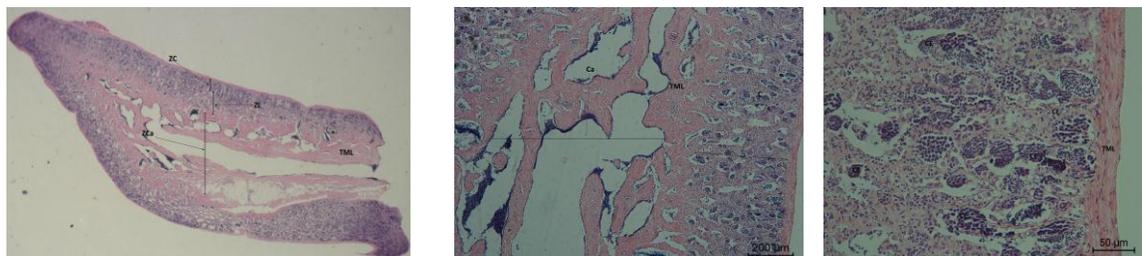
Se observaron cuatro muestras que se encontraron en estado V (Figura 32A, 33A, 34A y 35A), el testículo en este estado se caracteriza por presentar las mismas tres zonas que el anterior bien definidas, la primera está formada por cistos que se encuentran en proceso de maduración, en la segunda zona de lagunas, las cuales poseen abundante tejido conjuntivo laxo, alimentan al canal central, siendo esta última zona, como su nombre lo indica se encuentra en la parte central del testículo, está conformada por una menor cantidad de tejido muscular liso, con respecto al estado anterior y pocos espermatozoides (Figura 32B, 33B, 34B y 35B). En los cistos se encuentra los estadios espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios, espermatides y espermatozoides (Figura 32C, 33C, 34C y 35C), aunque la conformación de estos varía a medida que se acercan a las lagunas. En las cuatro muestras trabajadas no se presentan diferencias en cuanto a la conformación morfológica de la gónada.



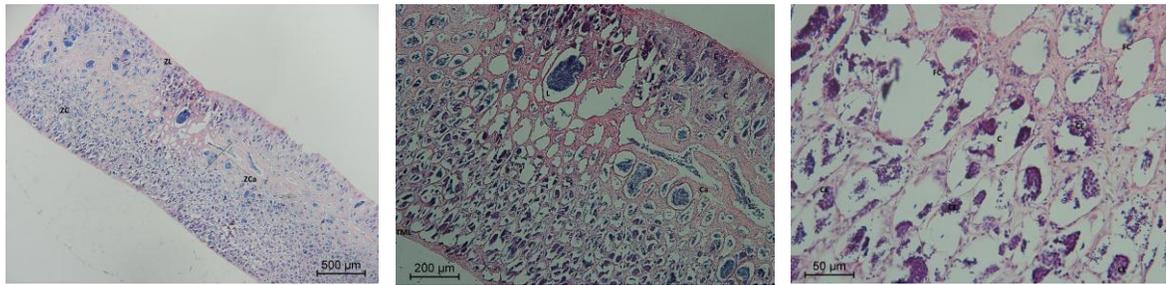
A. **B.** **C.**
Figura 32. Muestra uno de testículo en estado V de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Zona del canal y lagunas, 10X. C. Cistos en fusión y estadios, 40X. ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, ZCa: zona de canal, TML: tejido muscular liso, C: cistos, L: lagunas, Ca: canal, FC: fucion de cistos, Ez: espermatozoides.



A. **B.** **C.**
Figura 33. Muestra dos de testículo en estado V de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Zona del canal y lagunas, 40X. C. Cistos en fusión y estadios, 100X. ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, ZCa: zona de canal, TML: tejido muscular liso, C: cistos, L: lagunas, Ca: canal, FC: fucion de cistos, CE: células espermaticas.



A. **B.** **C.**
Figura 34. Muestra tres de testículo en estado V de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Zona de canal y lagunas, 40X. C. Cistos y estadios, 100X. ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, ZCa: zona de canal, TML: tejido muscular liso, C: cistos, L: lagunas, Ca: canal, CE: células espermaticas.



A.

B.

C.

Figura 35. Muestra cuatro de testículo en estado V de *L. synagris*. A. Panorámica corte longitudinal, 4X. B. Zona del canal y lagunas, 40X. C. Cistos en fusión y estadios, 100X. ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, ZCa: zona de canal, C: cistos, L: lagunas, Ca: canal, CE: células espermáticas, FC: fusión de cistos.

7.1.1.2. *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828)

7.1.1.2.1. Hembras

Descripción Histológica de los Estados Macroscópicos de Ovarios y Estadios de Ovocitos

Las características de los ovocitos para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Estadio nucléolo cromatina inicial: ovocito muy pequeño con un tamaño promedio de $23.77 \pm 2.96 \mu\text{m}$, citoplasma basofilo, núcleo grande el cual ocupa más de la mitad del citoplasma y presenta en su interior la cromatina dispersa (Figura 36A).

Estadio nucléolo cromatina intermedio: ovocito con un tamaño promedio de $34.78 \pm 3.1 \mu\text{m}$, el citoplasma aumenta de tamaño, presenta coloración basófila, núcleo con presencia de dos nucléolos grandes (Figura 36B).

Estadio nucléolo cromatina tardío: ovocito con un tamaño promedio de $49.34 \pm 5.10 \mu\text{m}$, el citoplasma sigue creciendo, en su interior hay presencia de una vacuola grande, la cual presenta una coloración más clara, continua siendo basofilo, en el núcleo se observan varios nucléolos, uno mas grande que los demas, estos se encuentran migrando hacia la periferia del núcleo (Figura 36C).

Estadio perinucleolar inicial: ovocito con un promedio de $70.82 \pm 5.14 \mu\text{m}$, las vacuolas han desaparecido, tanto el núcleo como el citoplasma han aumentado de tamaño, los nucléolos presentan variedad en su tamaño, estos ya se encuentran ubicados en la periferia del núcleo, la coloración del citoplasma es menos basófila que los estadios anteriores (Figura 37A).

Estadio perinucleolar intermedio: ovocito con un tamaño promedio de $88.02 \pm 5.48 \mu\text{m}$, células más grandes y menos basófilas que los estadios anteriores, los núcleos se encuentran en la periferia del núcleo, alrededor de la membrana celular se puede ver la presencia de unas pocas células planas (Figura 37B).

Estadio perinucleolar tardío: ovocito con un tamaño promedio de $105.24 \pm 4.36 \mu\text{m}$, el citoplasma y núcleo sigue creciendo, en la periferia del núcleo se encuentra una gran cantidad de nucléolos con un tamaño homogéneo, la coloración es menos basófila, en la periferia de la membrana celular existe un tejido epitelial plano simple bien definido que cubre al ovocito (Figura 37C).

Estadio alvéolo cortical inicial: el ovocito alcanza un tamaño promedio de $115.24 \pm 3.18 \mu\text{m}$, núcleo grande con muchos nucléolos homogéneos en la periferia, el citoplasma es menos basófilo y presenta pequeñas vesículas ubicadas por todo el citoplasma, rodeando la célula se encuentra una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 38A).

Estadio alvéolo cortical intermedio: ovocito con un tamaño promedio de $130.45 \pm 6.48 \mu\text{m}$, esta célula presenta un mayor tamaño con respecto a las anteriores, vesículas más grande en el citoplasma, pero con concentración alrededor del núcleo, presencia en la periferia de la membrana celular de una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 38B).

Estadio alvéolo cortical tardío: ovocito con un tamaño promedio de $163.13 \pm 10.57 \mu\text{m}$, citoplasma grande con vesículas de diferentes tamaños dispersas por todas lados, el núcleo es redondo con nucléolos más claros y pequeños que en los estados anteriores, la parte externa de la célula se encuentra rodeada por una capa muy delgada de coloración eosinofila denominada zona pelucida, seguida por la capa de tejido epitelial plano simple (Figura 38C).

Estadio vitelogénesis inicial: ovocito con un tamaño promedio de $233.71 \pm 19.93 \mu\text{m}$, núcleo circular con nucléolos homogéneos en su periferia, en todo el citoplasma se encuentran vesículas de diferente tamaño, pero las más grandes se ubican alrededor del núcleo, también se encuentra un anillo de gránulos de vitelos los cuales son circulares y pequeños, rodeando la membrana celular se encuentra la zona pelúcida un poco más gruesa que el estadio anterior y seguida a esta una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 39A).

Estadio vitelogénesis intermedio: ovocito con un tamaño promedio de $360.34 \pm 25.36 \mu\text{m}$, todo el citoplasma está lleno con gránulos de vitelo y vesículas siendo estas últimas más grandes que las del estadio anterior, el núcleo presenta una forma irregular y comienza a dejar de ser tan visible por la presencia del vitelo, en su periferia se encuentran nucléolos que son muy difíciles de observar ya que son muy pequeños, en la parte externa de la célula se encuentra una zona pelúcida

que continua su desarrollo, seguida por la capa de tejido epitelial plano simple (Figura 39B).

Estadio vitelogénesis tardío: ovocito con un tamaño promedio de $501.82 \pm 36.12 \mu\text{m}$, el núcleo no se observa y todo el citoplasma se encuentra totalmente lleno de vesículas grandes y gránulos de vitelo más pequeños, recubriendo la célula se encuentra la zona pelúcida bien desarrollada, seguida por una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 39C).

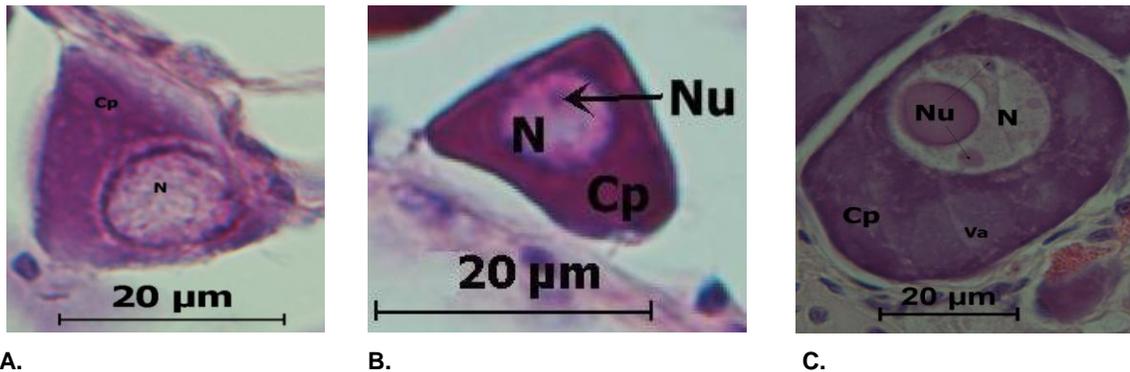


Figura 36. Estadio nucléolo cromatina en ovócitos de *L. analis*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío. 100X N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, Va: vacuola.

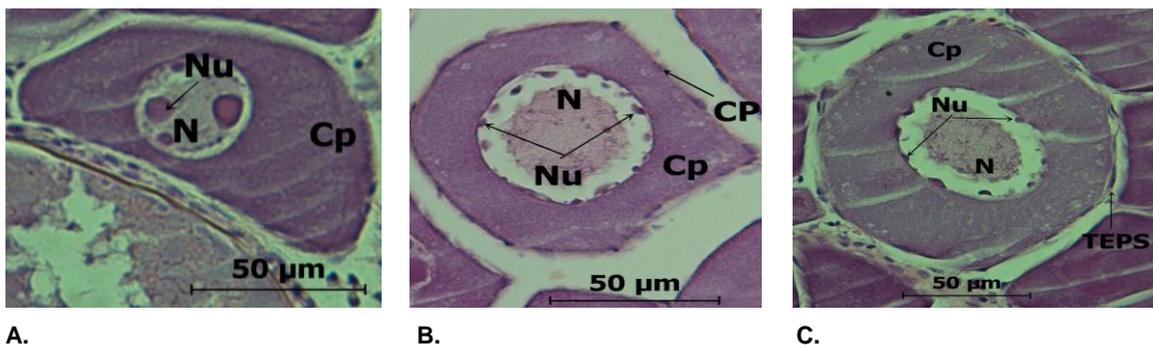
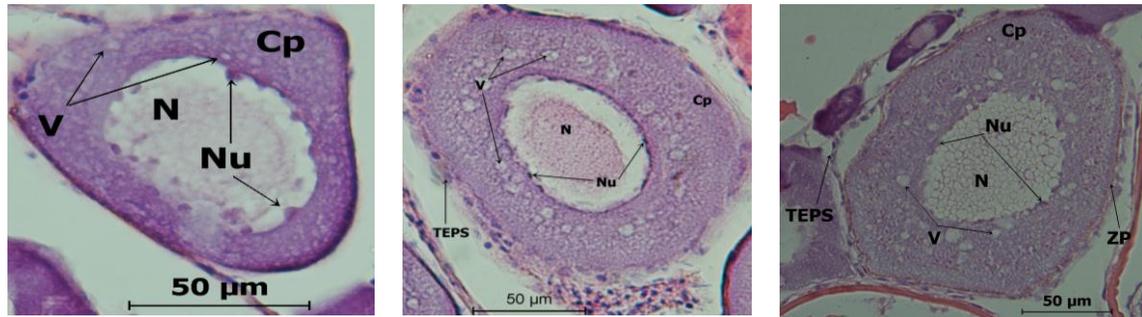
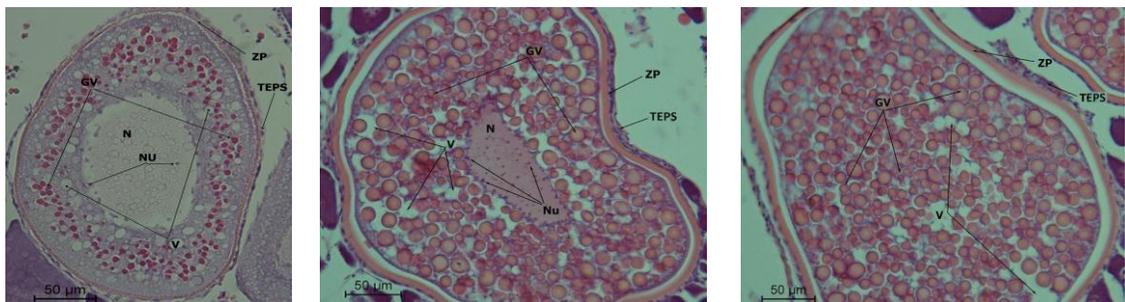


Figura 37. Estadio perinucleolar en ovócitos de *L. analis*. A. Inicial, 40X. B. Intermedio, 40X. C. Tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, CP: célula plana, TEPS: tejedo epitelial plano simple.



A. **B.** **C.**
Figura 38. Estadio alveolo cortical en ovócitos de *L. analis*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 40X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, V: vesículas, ZP: zona pelucida, TEPS: tejido epitelial plano simple.



A. **B.** **C.**
Figura 39. Estadio vitelogénesis en ovócitos de *L. analis*. A. Inicial, 40X. B. Intermedio, 40X. C. Tardío, 40X. N: núcleo, Nu: nucléolos, V: vesículas, TEPS: tejido epitelial plano simple, GV: gránulos de vitelo, ZP: zona pelucida.

HEMBRA EN ESTADO I

Se observaron tres muestras en estado I (Figura 40A, 41A y 42A), en las que el ovario se caracteriza por presentar una capa gruesa de musculo liso formando la pared, el cual invagina hacia el centro de la gónada, formando estructuras llamadas pseudo-septos donde se encuentra una gran cantidad de irrigación sanguínea (Figura 40B y 42C), en el interior de la gónada se encuentran ovocitos inmaduros (Figura 40C y 42B) se observan ovocitos en estadio nucléolo cromatina, los cuales presentan organización lamelar, organizados en cuatro filas

de células separadas por un tejido conjuntivo laxo, los ovocitos que se encuentran ubicados en la parte central de las lamelas son los estadios mas inmaduro y en la parte externa los más desarrollados dentro del estadio nucléolo cromatina, la muestra dos de las tres trabajadas se encontraba en mal estado (Figura 41B y C). Las tres muestras trabajadas presentan las mismas características morfológicas que conforman la gónada.

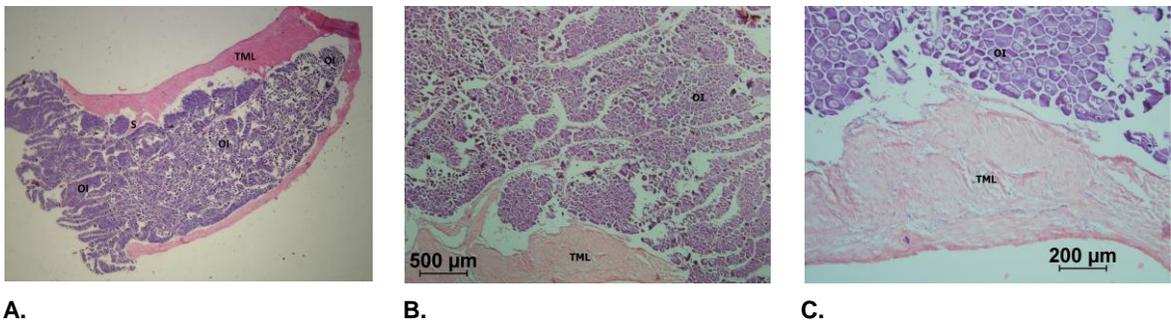


Figura 40. Muestra uno de ovario en estado I de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 20. B. Ovocitos, 4X. C. Tejido muscular liso, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, S: septo.

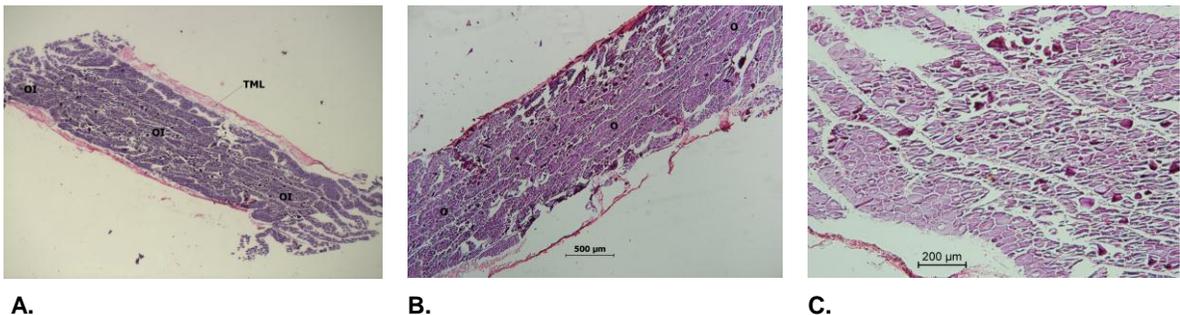
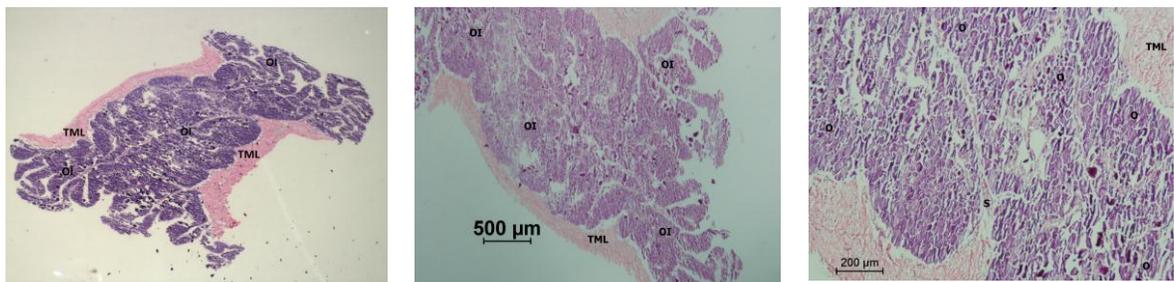


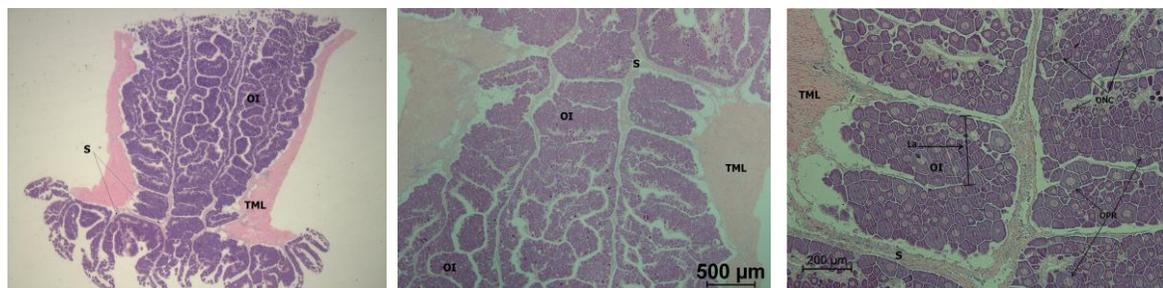
Figura 41. Muestra dos de ovario en estado I de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 20X. B. Acercamiento de la gónada, 4X. C. Ovocitos, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, O: ovocito.



A. B. C.
Figura 42. Muestra tres de ovario en estado I de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 20X. B. Acercamiento de la gónada, 4X. C. Ovocitos, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, O: ovocito.

HEMBRA EN ESTADO II

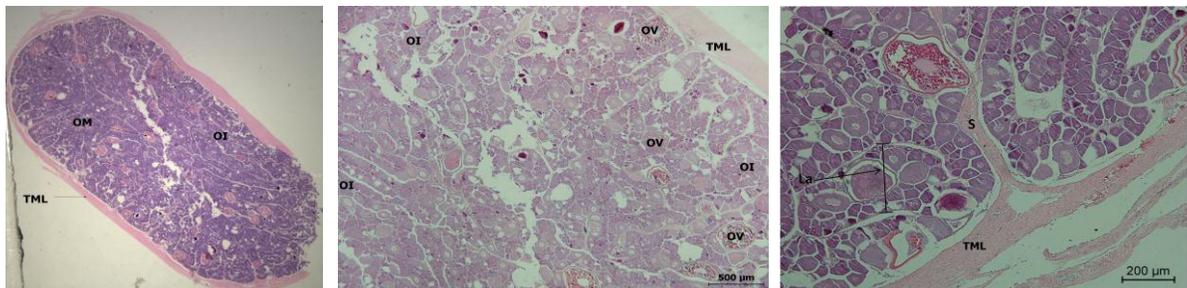
El ovario de *L. analis* en estadio II, presenta la capa de tejido muscular liso más gruesa que el estado anterior (Figura 43A), continúan observándose los septos, que dividen al ovario en tres porciones, sin mostrar ninguna diferenciación en estas zonas (Figura 43B), dentro de estas zonas se observan ovocitos inmaduros en diferentes estadios de desarrollo gonadal (núcleo cromatina y perinucleolar). En un corte longitudinal (Figura 43A) las lamelas se organizan perpendicularmente con respecto al tejido muscular que recubre a la gónada, dentro de estas los ovocitos se organizan en seis filas de células a lo ancho (Figura 43C).



A. B. C.
Figura 43. Muestra uno de ovario en estado II de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Acercamiento de septos y ovocitos, 4X. C. Estadios y lamela, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, La: lamela, S: septo, ONC: ovocito núcleo cromatina, OPR: ovocito perinucleolar.

HEMBRA EN ESTADO III

El ovario de *L. analis* en estadio III, presenta una capa un poco más delgada de tejido muscular liso con respecto al estado anterior (Figura 44A), pero ya no forma septos sino pseudo-septos los cuales no dividen la gónada en zonas, se mantiene la organización lamelar, dentro de las lamelas se encuentran ovocitos en estadio nucléolo cromatina, perinucleolar, alvéolo cortical y unos pocos ovocitos en estadio vitelogenesis inicial (Figura 44B), las lamelas son fáciles de distinguir y están compuestas por cuatro filas de células a lo ancho, que generalmente presentan los ovocitos menos desarrollados en la parte central de la lamela, los más desarrollados en la periferia de esta (Figura 44C), aunque presente ovocitos maduros estos son muy pocos por lo que se determina que esta finalizando el estado III e iniciando el estado IV.



A.

B.

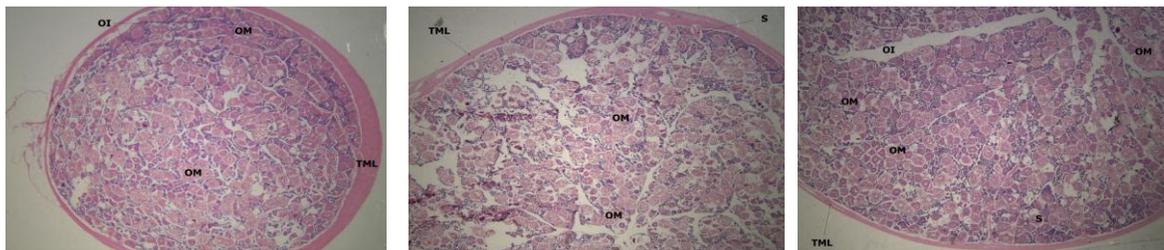
C.

Figura 44. Muestra uno de ovario en estado III de *L. analis*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Estadios, 4X. C. Lamela y septo, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alvéolo cortical, OV: ovocito vitelogénesis, La: lamela, S: septo.

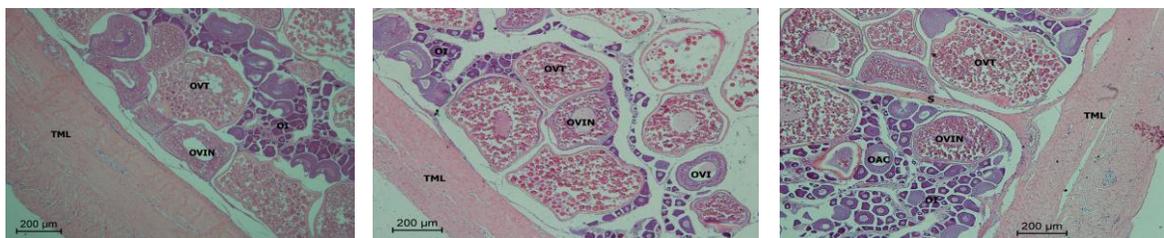
HEMBRA EN ESTADO IV

Se observaron tres muestras, en estado IV (Figura 45A, 46A, 47A y 48A), de las cuales una muestras corespondia a una gónada completa (parte anterior, media y posterior) (Figura 45 y 46) y las otras dos muestras corresponden a la parte media

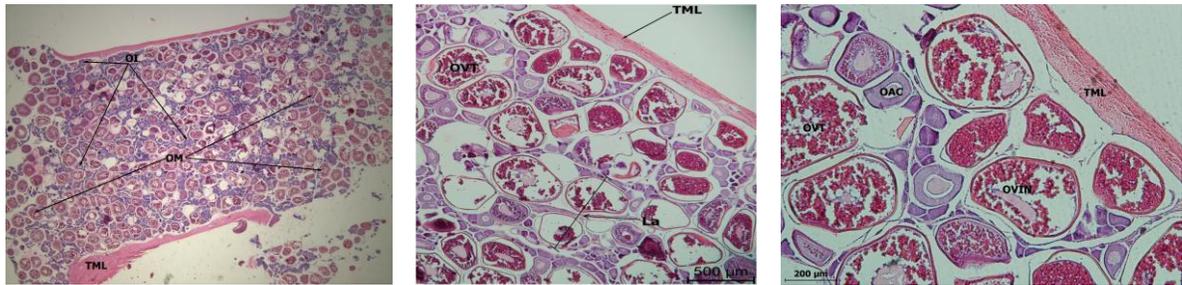
del ovario, la capa de tejido muscular liso es más gruesa, con respecto al estado anterior, sigue presentando septos, pero solo en la parte posterior, aunque no muestran división como tal, se mantiene la organización lamelar, en las lamelas los ovocitos maduros se ubica en toda la gónada y los inmaduros en alguna parte de la periferia de estas, aunque se observan ovocitos en todos los estadios, la presencia y el tamaño de los ovocitos vitelogénicos (inicial, intermedio y tardío) (Figura 45B, 46B, 47B y 48B), determinan que es una gónada madura, además se observan menos ovocitos inmaduros corespecto a los maduros (Figura 47C y 48C), esta conformación se mantiene a lo largo de la gónada tanto en la parte anterior, media y posterior, Las tres muestras trabajadas también mantienen las mismas características.



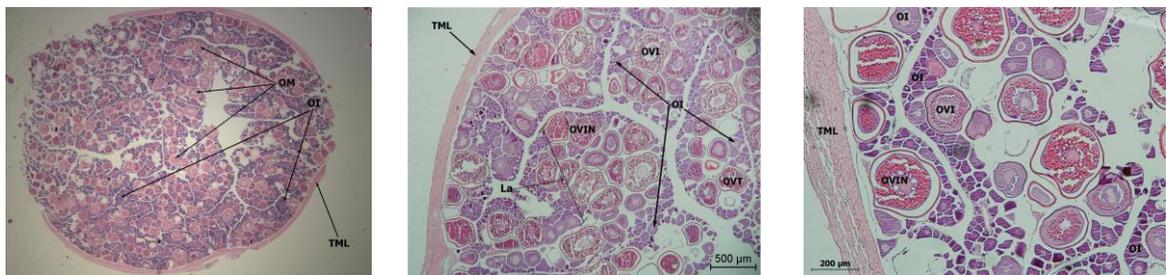
A. **B.** **C.**
Figura 45. Regiones muestra uno de ovario en estado IV de *L. analis*. A. Región anterior, 8X. B. Región media, 8X. C, Región posterior, 8X. TML: tejidomúscular liso, OI: ovócito inmaduro, OM: ovócito maduro.



A. **B.** **C.**
Figura 46. Acercamiento regiones de la muestra uno de ovario en estado IV de *L. analis*. A. Región anterior, 4X. B. Región media, 4X. C, Región posterior, 4X. TML: tejido múscular liso, OI: ovócito inmaduro, S: septo, OAC: ovocito alveolo cortical, OVI: ovocito vitelogenesis inicial, OVIN: ovocito vitelogenesis intermedio, OVT: ovocito vitelogenesis tardio.



A. **B.** **C.**
Figura 47. Muestra dos de ovario en estado IV de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Acercamiento de la lamela, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OVT: ovocito vitelogénesis tardía, La: lamela.

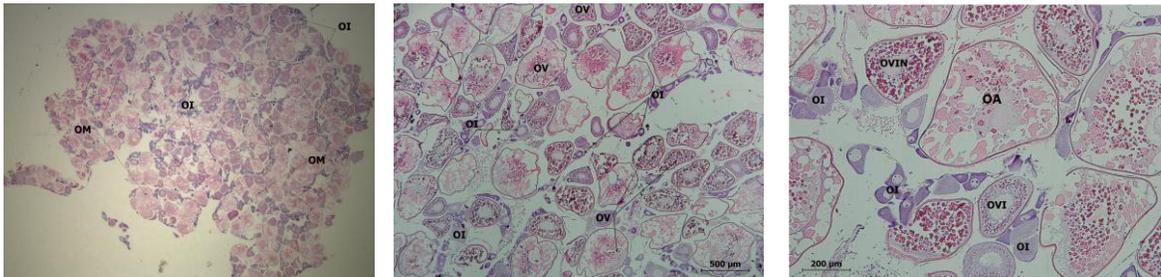


A. **B.** **C.**
Figura 48. Muestra tres de ovario en estado IV de *L. analis*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Acercamiento de las lamelas, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OVI: ovocito vitelogénesis inicial, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OVT: ovocito vitelogénesis tardía, La: lamela.

HEMBRA EN ESTADO V

Ovario totalmente flácido con muchos espacios entre los ovocitos (Figura 49 A), no se observa la pared, la gónada está compuesta por ovocitos inmaduros en estadio nucléolo cromatina, estadio perinucleolar y estadio alvéolo cortical, ovocito maduro en estadio vitelogénico y en proceso de reabsorción, ovocitos atresicos, además se observan muchos espacios vacíos, posiblemente es un ovario con un desove parcial (Figura 49B), la organización lamelar se pierde por completo, es decir que

los ovocitos tanto maduros como inmaduros se encuentran por toda la gonada (Figura 49C).



A.

B.

C.

Figura 49. Muestra uno de ovario en estado V de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Acercamiento ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OV: ovocito vitelogénesis, OVI: ovocito vitelogénesis inicial, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OA: ovocito atresico.

7.1.1.2.2. Machos

Descripción histológica de los estados macroscópicos de testículos y estadios de células espermáticas

Las características de las células sexuales masculinas para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Células de Sertoli: células grandes con un tamaño promedio de $10.82 \pm 0.96 \mu\text{m}$, citoplasma totalmente transparente, núcleo eosinófilo, se encuentra en pocas cantidades y solitarias (Figura 50A).

Espermatogonias: células con un tamaño promedio de $6.79 \pm 0.63 \mu\text{m}$, núcleo grande y redondo el cual ocupa la mayor parte del citoplasma, en este la cromatina se observa libre, de coloración eosinófila, se encuentran en pocas

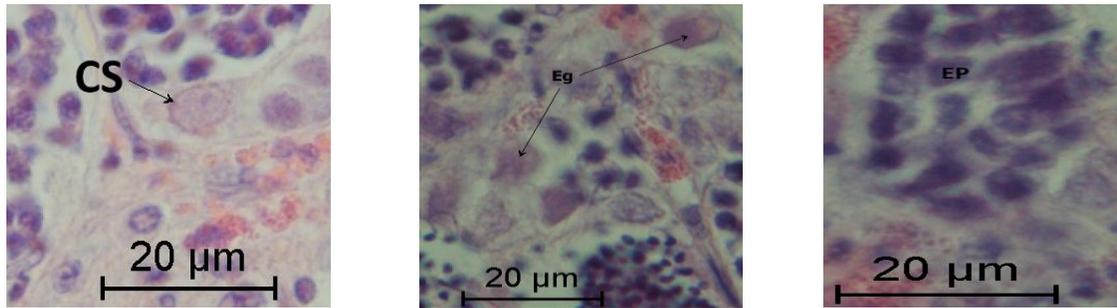
cantidades, hacia la periferia del cisto, algunas veces están acompañadas por espermatocitos primarios (Figura 50B).

Espermatocitos primarios: células con un promedio de $4.80 \pm 0.43 \mu\text{m}$, presentan forma circular, basófilas debido a la cromatina reticulada, con un núcleo grande el cual ocupa casi todo el citoplasma, se encuentran en mayor cantidad que el estadio anterior y están ubicadas en la periferia del cisto acompañadas por espermatogonias y espermatocitos secundarios algunas veces (Figura 50C).

Espermatocitos secundarios: célula con un promedio de $3.53 \pm 0.38 \mu\text{m}$, presentan un núcleo muy basófilo el cual ocupa casi todo el citoplasma este último es casi imperceptible, se encuentran ubicadas en la periferia del cisto cerca a los espermatocitos primarios (Figura 51A).

Espermatides: células pequeñas con un promedio de $2.42 \pm 0.32 \mu\text{m}$, con forma ovalada, coloración basófila, generalmente se encuentran en la periferia del cisto muy cerca de los espermatocitos secundarios migrando hacia la parte central del cisto (Figura 51B).

Espermatozoides: células con un promedio de $1.62 \pm 0.2 \mu\text{m}$, está formado por una cabeza muy basófila en forma ovalada, mientras que la cola es un hilo muy eosinófilo y largo, se ubican en la parte central del cisto, en gónadas maduras en las lagunas y el canal central (Figura 51C).

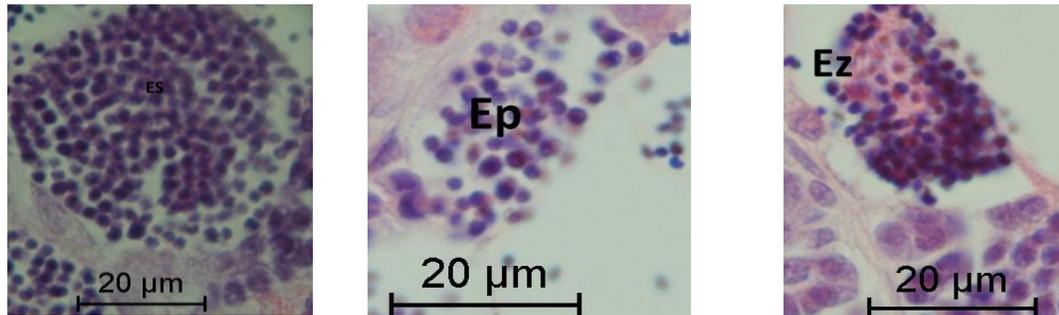


A.

B.

C.

Figura 50. Espermatocitos inmaduros de *L. analis*. A. Célula de Sertoli (CS), 100x. B. Espermatogonia (Eg), 100x, C. Espermatocito primario (EP), 40x.



A.

B.

C.

Figura 51. Espermatocitos maduros de *L. analis*. A. Espermatocito secundario (ES), 100x. B. Espermatide (Ep), 100x. C. Espermatozoide (Ez), 100x.

MACHO EN ESTADO III

Se observaron tres muestras en estado III (Figura 52A, 53A y 54A), el testículo en este estado presenta una capa muy delgada de tejido muscular liso (Figura 52B), en su interior comienza a acumularse una gran cantidad de tejido muscular liso el cual va a dar origen al canal central, este se encuentra bastante irrigado, se divide en dos zonas, la primera está determinada por cistos que se ubican hacia la parte más externa del testículo y presentan células espermáticas en proceso de maduración y la segunda zona esta conforman por lagunas que se han originado de la fusión de los cistos ubicados en la parte central de la gónada (Figura 53B y

54B), en los cistos se hallan todos los estadios (espermatogonias, espermatocitos, espermatides y pocos espermatozoides), la proporción de espermatozoides en toda la gónada es muy baja, en esta se encuentran más células inmaduras, además de células de sertoli (Figura 52C, 53C y 54C). Las tres muestras trabajadas presentan las mismas características morfológicas, sin embargo en la muestra uno (Figura 52A) no se observó la segunda zona ni el tejido muscular central.

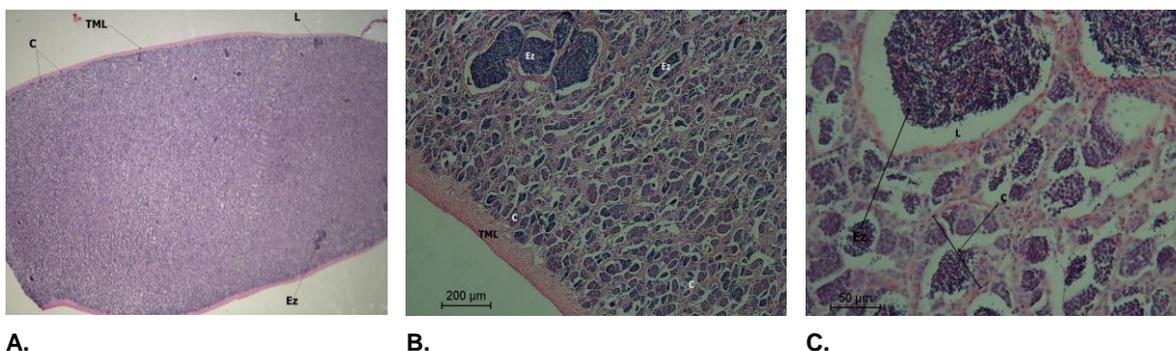


Figura 52. Muestra uno de testículo en estado III de *L. analis*. A. Panorámica corte transversal, 10X. B. Cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, L: laguna, Ez: espermatozoides.

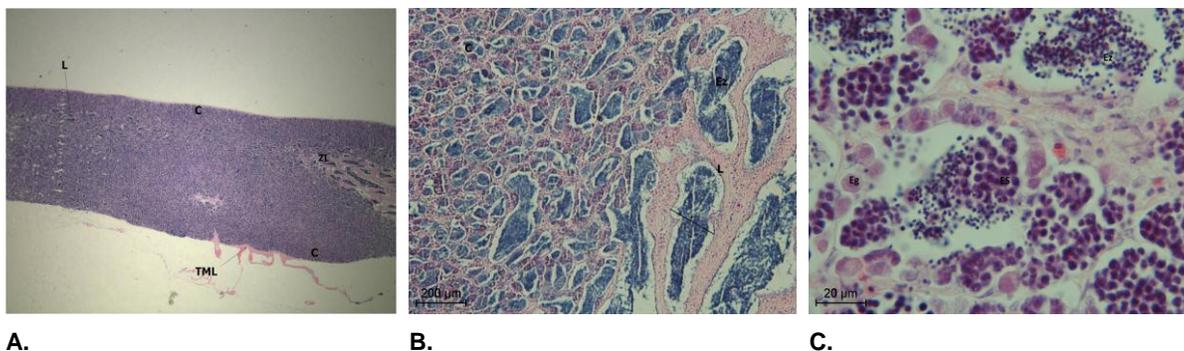
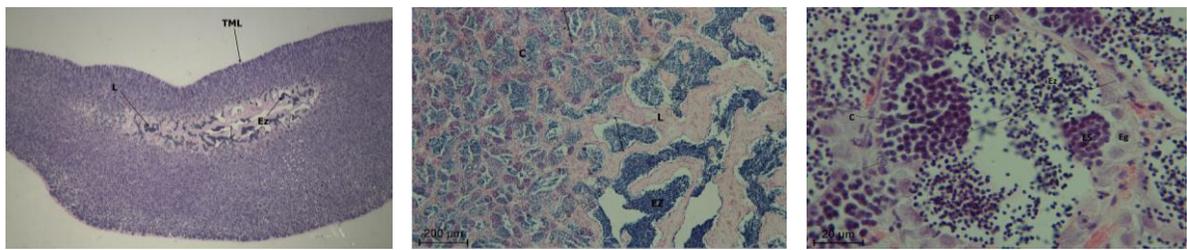


Figura 53. Muestra dos de testículo en estado III de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, L: laguna, ZL: zona de lagunas, Ca: canal, Eg: espermatogonias, ES: espermatocitos secundarios, Ez: espermatozoides.



A.

B.

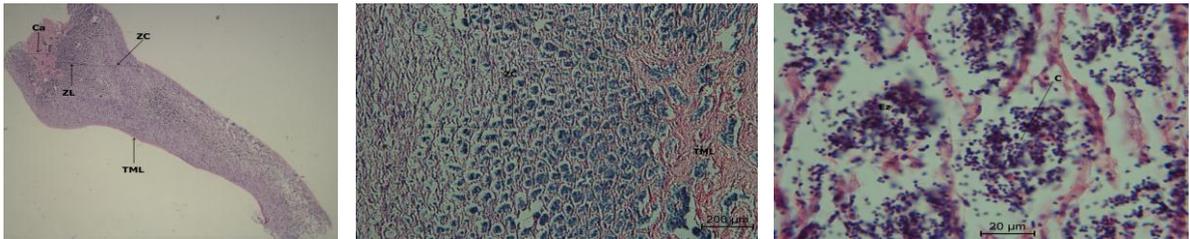
C.

Figura 54. Muestra tres de testículo en estado III de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 10X. B. Cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, L: laguna, Eg: espermatogonias, EP: espermatocitos primarios, ES: espermatocitos secundarios, Ez: espermatozoides.

MACHO EN ESTADO IV

Se trabajaron cuatro muestras, en estado IV (Figura 55A, 56A, 57A y 58A). el testículo en este estado presenta una pared de tejido muscular liso muy delgada, se observa una clara división en tres zonas, la primera zona está conformada por cistos (ZC) con células espermáticas en proceso de maduración, la cual se ubican hacia la periferia de la gónada (Figura 56B y 57B), la segunda es la zona donde se encuentran cistos fusionados, los cuales dan origen a las lagunas (ZL), estas están cubiertas por tejido conjuntivo laxo (Figura 55B y 58B), con presencia solo de espermatozoides y se ubican entre la zona de cistos y en la tercera zona, donde se encuentra el canal (ZCa), este se caracteriza por presenta abundante tejido muscular liso, espermatozoides y ser alimentado por las lagunas, en los cisto se encuentran células espermáticas en proceso de maduración que van desde espermatogonias hasta espermatozoides (Figura 55C, 56C, 57C y 58C), en mayor proporción los últimos, siendo estos las células maduras, listas para el desove. Existen diferencias en las cuatro muestras trabajadas en cuanto a la cantidad de tejido conjuntivo laxo que rodea al cisto, la proporción de tejido muscular liso y espermatozoides que conforman al canal, para las muestras uno y tres se observa mayor cantidad de tejidos y espermatozoides con respecto a las otras dos muestra, en cuanto al canal central en la muestra uno esta ubicado en la

parte superior, mientras que en las muestras dos y tres se encuentra hacia un lado de la gonada y en la cuarta muestra se observa en la parte central.

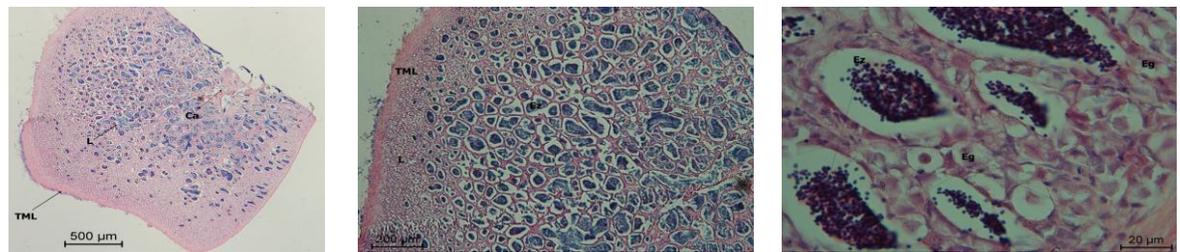


A.

B.

C.

Figura 55. Muestra uno de testículo en estado IV de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Zona de cistos, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZC: zona cisto, ZL: zona laguna, Ca: canal, ES: espermatocono secundario, Ez: espermatozoides.

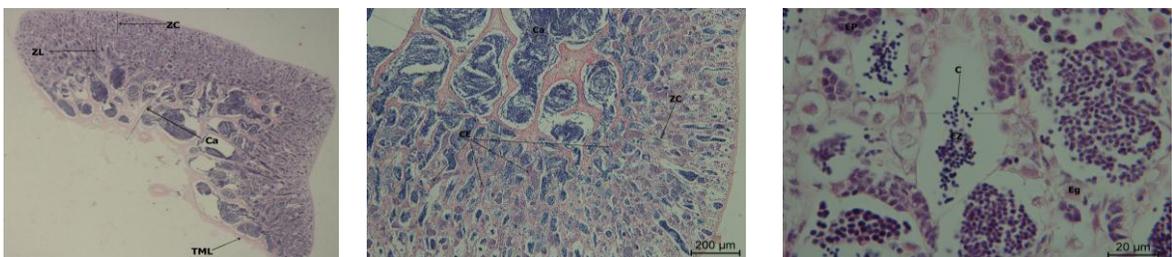


A.

B.

C.

Figura 56. Muestra dos de testículo en estado IV de *L. analis*. A. Panorámica corte transversal, 4X. B. Zona de cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, L: laguna, Ca: canal, Eg: espermatogonias, Ez: espermatozoides.

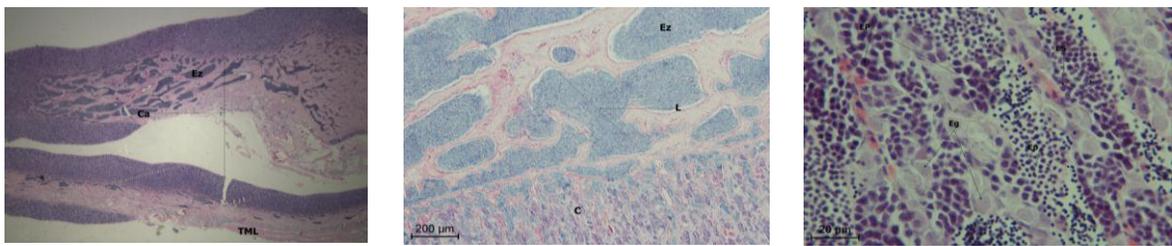


A.

B.

C.

Figura 57. Muestra tres de testículo en estado IV de *L. analis*. A. Panorámica corte transversal, 20X. B. Zona de cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZC: zona cisto, ZL: zona laguna, Ca: canal, CE: célula espermática, Eg: espermatogonias, Ez: espermatozoides.



A.

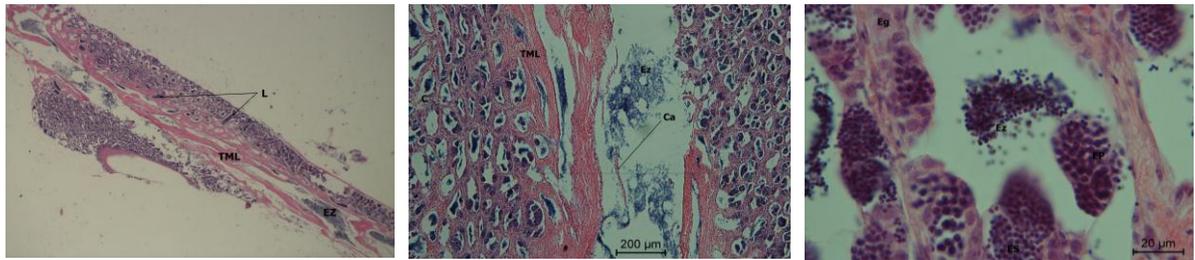
B.

C.

Figura 58. Muestra cuatro de testículo en estado IV de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Zona de cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, L: laguna, Ca: canal, Eg: espermatogonias, EP: espermatocitos primarios, Ep: espermatides, ES: espermatocitos secundarios, Ez: espermatozoides.

MACHO EN ESTADO V

Se observaron cuatro muestras en estado V (Figura 59A, 60A, 61A y 62A), el testículo se presenta como una estructura muy pequeña cubierto por una capa más delgada de tejido muscular liso, con respecto al estado anterior, está formado casi en su totalidad por tejido conjuntivo laxo, donde se puede observar una gran cantidad de espacio libre (Figura 59B, 60B, 61B y 62B), se encuentran las mismas tres zonas del estado IV bien diferenciadas, con la diferencia que en la primera zona esta formada por pocos cistos con células espermáticas en proceso de maduración, en la segunda zona se haya mayor numero de lagunas con muy pocos espermatozoides, y en la tercera zona el canal central está conformado por una menor cantidad de tejido muscular liso, que el estado anterior. En los cistos se hallan todos los estadios espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios, espermatozoides muy pocos (Figura 59C, 60C, 61C y 62C). Las muestras trabajadas presentan las mismas características morfológicas.

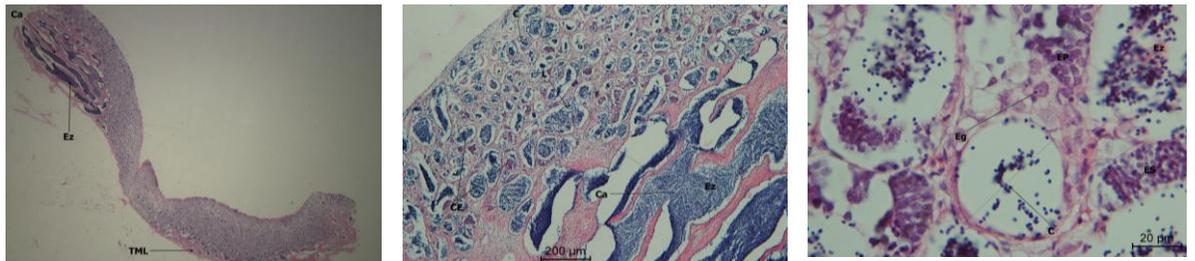


A.

B.

C.

Figura 59. Muestra uno de testículo en estado V de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 16X. B. Canal y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. TML: tejido muscular liso, L: laguna, Ca: canal, Eg: espermatogonias, EP: espermatoцитos primarios, ES: espermatoцитos secundarios, Ez: espermatozoides.

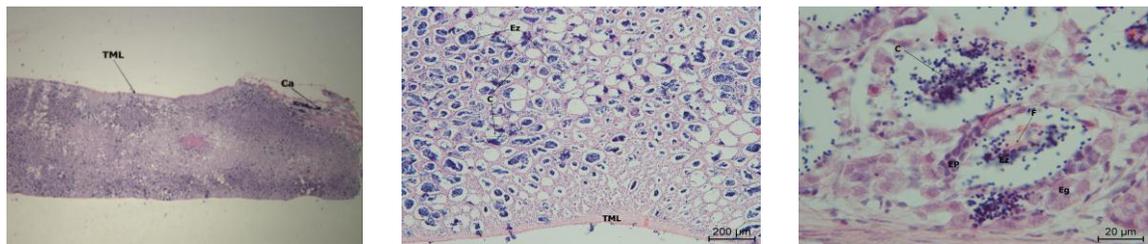


A.

B.

C.

Figura 60. Muestra dos de testículo en estado V de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 10X. B. Canal y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, CE: células espermáticas, TML: tejido muscular liso, L: laguna, Ca: canal, Eg: espermatogonias, EP: espermatoцитos primarios, ES: espermatoцитos secundarios, Ez: espermatozoides.

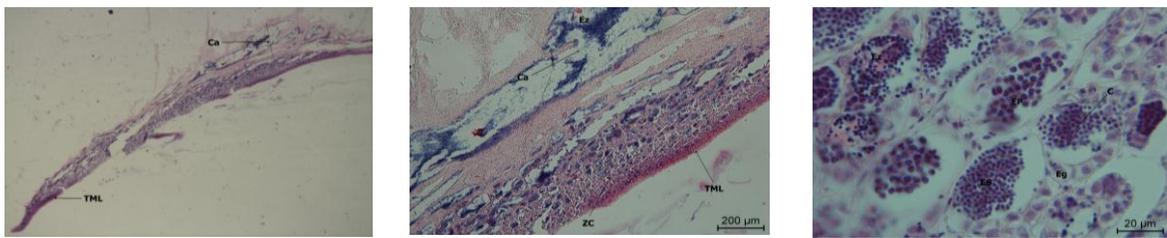


A.

B.

C.

Figura 61. Muestra tres de testículo en estado V de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 10X. B. Cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, C: cisto, Ca: canal, Eg: espermatogonias, EP: espermatoцитos primarios, Ez: espermatozoides, F: flagelo.



A. **B.** **C.**
Figura 62. Muestra cuatro de testículo en estado V de *L. analis*. A. Panorámica corte longitudinal, 16X. B. Canal y zona de cistos, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZC: zona cisto, Ca: canal, Eg: espermatogonias, EP: espermatocitos primarios, Ez: espermatozoides.

7.1.1.3. *Lutjanus mahogoni* (Cuvier, 1828)

7.1.1.3.1. Hembras

Descripción histológica de los estados macroscópicos de ovarios y estadios de ovocitos

Las características de los ovocitos para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Estadio nucléolo cromatina inicial: ovocito más pequeños dentro del proceso de maduración, con un tamaño promedio de $24.36 \pm 2.68 \mu\text{m}$, generalmente se encuentra sola, con núcleo grande y escaso citoplasma basofilo (Figura 63A).

Estadio nucléolo cromatina intermedio: ovocito aumenta de tamaño en un promedio de $35.39 \pm 2.62 \mu\text{m}$, hay presencia de un nucléolo grande en el núcleo, acompañado por varios pequeños, los cuales se encuentran migrando del centro a la periferia, el citoplasma no presenta una coloración homogénea (Figura 63B).

Estadio nucléolo cromatina tardío: ovocito con un tamaño promedio de $45.89 \pm 3.03 \mu\text{m}$, el citoplasma no presenta una coloración homogénea, debido a la presencia de una gran vacuola, se observa gran cantidad de nucléolos de diferentes tamaños en el núcleo, que se encuentran migrando hacia la periferia de este (Figura 63C).

Estadio perinucleolar inicial: ovocito con un tamaño promedio de $55.07 \pm 3.63 \mu\text{m}$, presenta citoplasma con una coloración basofila, los nucléolos se ubican en la periferia del núcleo, pero continúa la diferencia de tamaño entre ellos (Figura 64A).

Estadio perinucleolar intermedio: ovocito en proceso de maduración con un tamaño promedio de $65.14 \pm 3.36 \mu\text{m}$, la coloración menos basofila que los estadios anteriores, nucléolos heterogéneos en la periferia del núcleo, en la periferia de la célula se encuentran unas pocas células planas las cuales darán origen al tejido epitelial plano simple (Figura 64B).

Estadio perinucleolar tardío: ovocito con un promedio de $78.53 \pm 5.05 \mu\text{m}$, citoplasma más claro, con numerosos nucléolos en la periferia del núcleo, alrededor de la célula se presenta una capa de tejido epitelial plano simple definida que lo rodea (Figura 64C).

Estadio alveolo cortical inicial: el ovocito sigue aumentando de tamaño hasta un promedio de $104.97 \pm 3.53 \mu\text{m}$, presenta una coloración más clara, el núcleo es grande y central, en el citoplasma se evidencia la presencia de pequeños espacios redondos denominados vesículas o alveolos, los cuales se encuentran ubicados en la parte externa del citoplasma, la célula externamente presenta una capa de tejido epitelial plano simple, cubriéndola (Figura 65A).

Estadio alveolo cortical intermedio: el ovocito sigue su crecimiento, alcanzando un tamaño promedio de $122.57 \pm 6.87 \mu\text{m}$, se diferencia del estadio anterior en que hay una mayor concentración de las vesículas en todo el citoplasma, una capa de tejido epitelial plano simple se encuentra cubriéndolo (Figura 65B).

Estadio alveolo cortical tardío: ovocito grande, con un promedio de $137.57 \pm 5.26 \mu\text{m}$, mayor cantidad de citoplasma, lo que hace ver al núcleo más pequeño, es eosinofilo, presenta mayor concentración y tamaño de vesículas en todo el citoplasma, se encuentra una capa de tejido epitelial plana cubriendo la célula (Figura 65C).

Estadio vitelogénesis inicial: célula grande y madura, con un promedio de $246.19 \pm 14.33 \mu\text{m}$, presenta un anillo de pequeños gránulos de vitelo muy eosinofilos en la parte más externa del citoplasma, el número de vesículas en el citoplasma aumenta, estas presenta varios tamaños y algunas se encuentran fusionadas, con predominio de las grandes, el núcleo es grande y central, la zona pelúcida es gruesa y eosinófila, seguida a esta se encuentra una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 66A).

Estadio vitelogénesis intermedia: el ovocito ya es una célula desarrollada, con un promedio de $338.73 \pm 12.34 \mu\text{m}$, los gránulos de vitelo son grandes y se encuentran ocupando casi todo el citoplasma, aumenta el número de vesículas, las cuales aumentan su tamaño, la zona pelúcida es gruesa y estriada, indicando que está totalmente desarrollada, seguida a esta se encuentra una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 66B).

Estadio vitelogénesis tardío: ovocito se encuentra maduro, listo para el desove, célula de mayor tamaño en el proceso de maduración, con un promedio de 396.90

$\pm 16.55 \mu\text{m}$, citoplasma completamente lleno de gránulos de vitelo grandes y muy eosinofilos, el núcleo no se observa, las vesículas y los gránulos de vitelo han aumentado su tamaño con respecto al estadio anterior, se ubican en todo el citoplasma, la zona pelúcida está completamente desarrollada y la rodea un capa de tejido epitelial plano simple (Figura 66C).

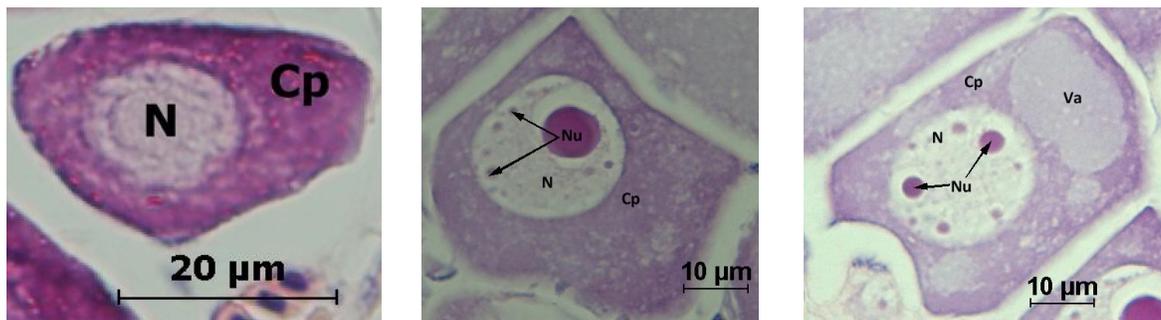


Figura 63. Estadio nucléolo cromatina en ovócitos de *L. mahogoni*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío. 100X N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, Va: vacuolas.

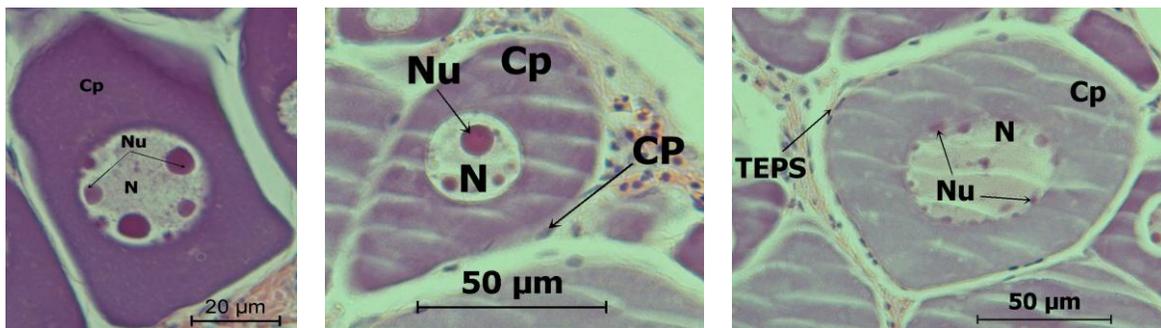
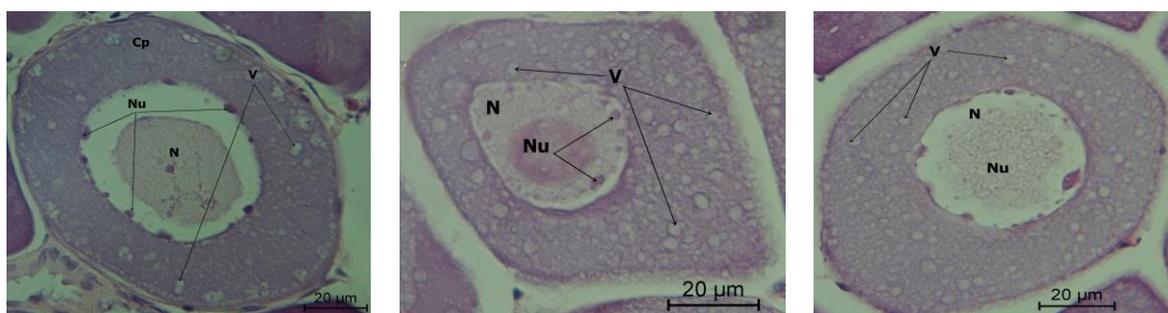
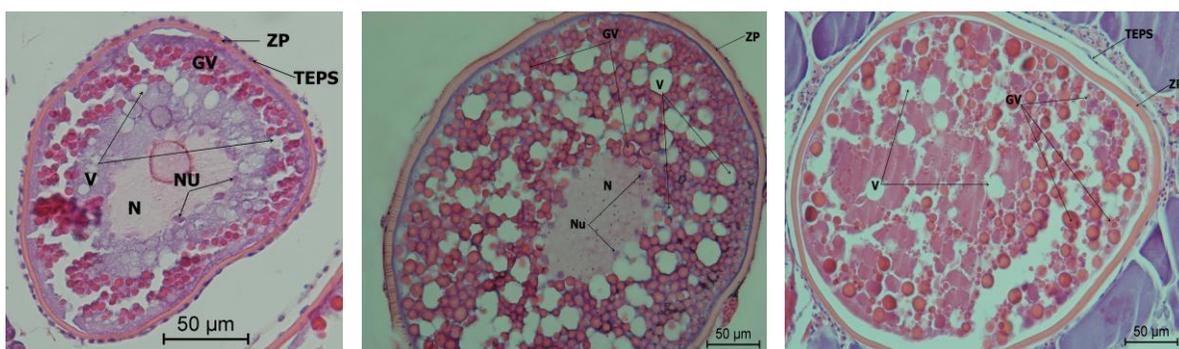


Figura 64. Estadio perinucleolar en ovócitos de *L. mahogoni*. A. Inicial, 100X B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, CP: células planas, TEPS: tejido epitelial plano simple.



A. **B.** **C.**
Figura 65. Estadio alveolo cortical en ovócitos de *L. mahogoni*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, V: vesículas.

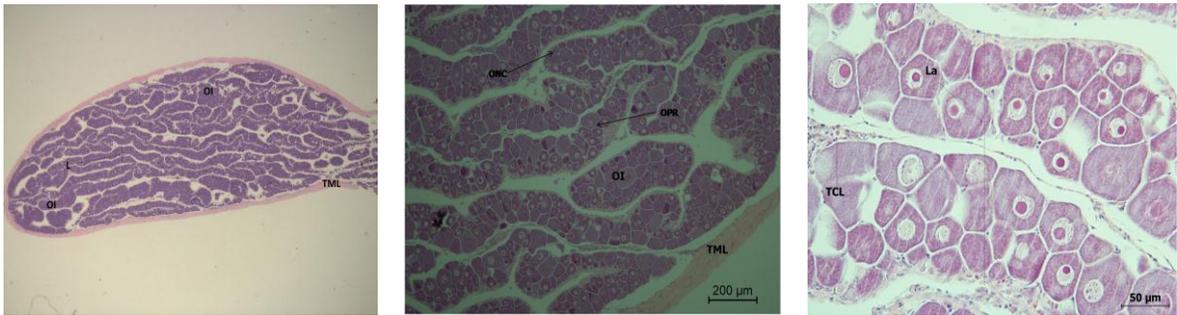


A. **B.** **C.**
Figura 66. Estadio vitelogénesis en ovócitos de *L. mahogoni*. A. Inicial, 40X. B. Intermedio, 40X. C. Tardío, 40X. N: núcleo, Nu: nucléolos, V: vesículas, TEPS: tejido epitelial plano simple, GV: gránulos de vitelo, ZP: zona pelucida, GV: granulos de vitelo.

HEMERA EN ESTADO II

El ovario en estadio II de esta especie, presenta una capa gruesa de tejido muscular liso (Figura 67A), no se observan septos, en un corte transversal se observa una organización lamelar, dentro de estas se organizan ocho filas de ovocitos, con tejido conjuntivo el cual las divide en partes iguales, es decir que a lado y lado se hallan cuatro filas de células (Figura 67B), en la parte central están los ovocitos más grandes en estadios perinucleolares y los más pequeños hacia la periferia de estas, básicamente estadios nucléolo cromatina (Figura 67C), las

lamelas se ubican dentro de la gónada en posición paralela con respecto a la pared.



A.

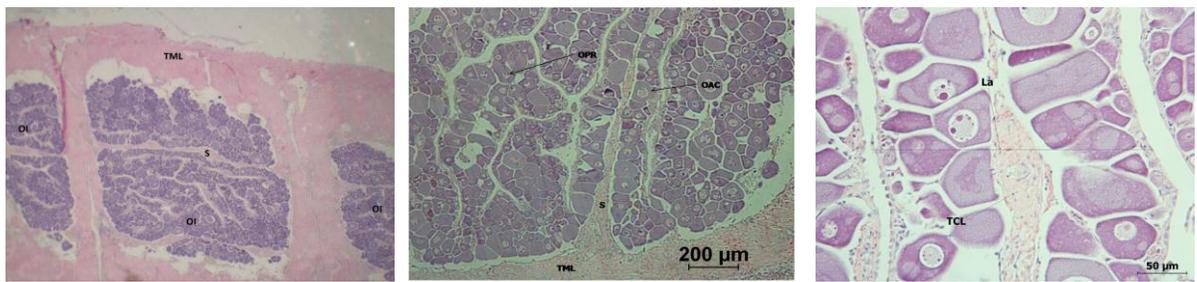
B.

C.

Figura 67. Muestra uno de ovario en estado II de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte transversal, 12.5X. B. Estadios, 10X. C. Lamela, 40X. La: lamela, TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, ONC: ovocito nucléolo cromatina, OPR: ovocito perinucleolar.

HEMBRA EN ESTADO III

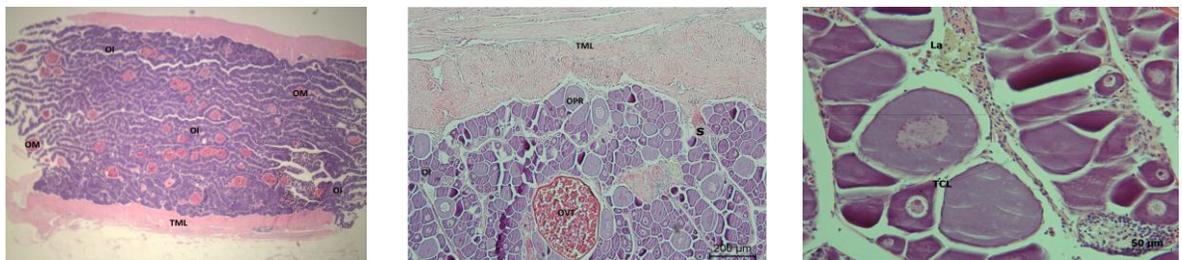
El ovario en estado III, es una gónada inmadura, cubierta por una capa muy gruesa de tejido muscular liso, con respecto al estado anterior (Figura 68A), la cual se invagina formando septos, que a su vez dividen al ovario en sectores, estos septos se encuentran bien irrigados, la gónada está compuesta por células en estadio nucléolo cromatina, perinucleolar y alvéolo cortical (Figura 68B), se mantiene la organización lamelar, las lamelas están compuestas por filas de ocho células que generalmente presentan los ovocitos menos desarrollados en la periferia de esta y los más desarrollados en la parte central, éstas a su vez presenta una capa delgada de tejido conjuntivo laxo dividiéndola en dos partes iguales (Figura 68C).



A. B. C.
Figura 68. Muestra uno de ovario en estado III de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte longitudinal, 25X. B. Estadios, 10X. C. Lamela, 40X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro OI: ovócito inmaduro, S: septo.

HEMBRA EN ESTADO IV

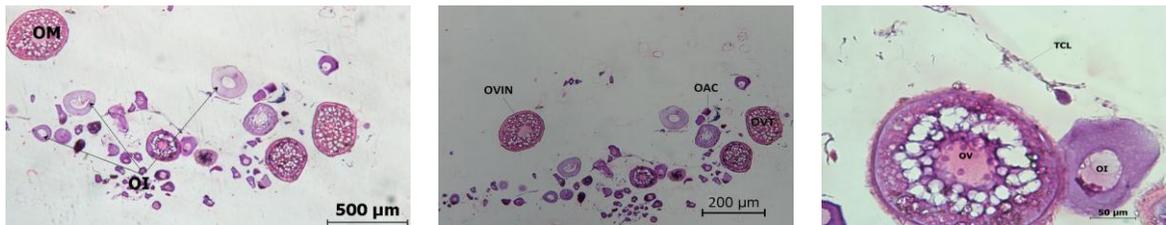
El ovario en estado IV, es una gónada madura (Figura 69A), en la que se observa una capa de tejido muscular liso igual de gruesa, que el estado anterior, no se presentan septos que dividan la gónada, está compuesta por células en estadio nucléolo cromatina, perinucleolar, alvéolo cortical y vitelogenico (Figura 69B), estos ovocitos se encuentran agrupados en lamelas, en la parte central de esta se encuentran los estadios más maduros y en la periferia los mas inmaduros, estas lamelas están conformadas por filas de cuatro células y se dividen por ningún tejido conjuntivo laxo, al lado y lado de este tejido se ubican dos filas de ovocitos (Figura 69C).



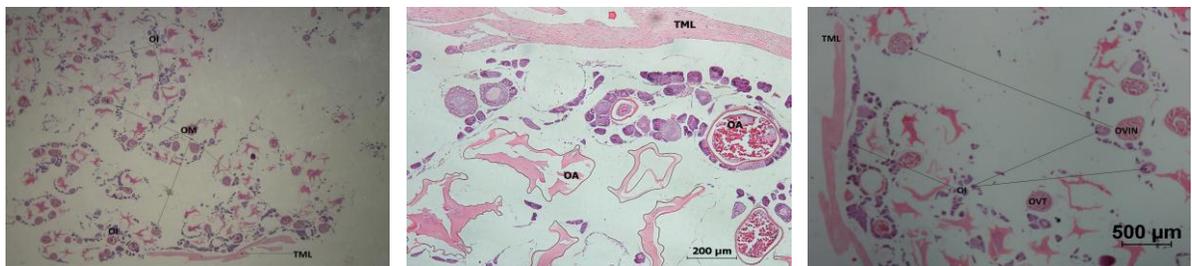
A. B. C.
Figura 69. Muestra uno de ovario en estado IV de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte longitudinal, 10X. B. Estadios, 10X. C. Lamelas, 40X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OM: ovocito maduro, S: septo, OPR: ovocito perinucleolar, OVT: ovocito vitelogénesis tardío, TCL: tejido conjuntivo laxo.

HEMERA EN ESTADO V

Se observaron dos muestras en estado V, ovario que ya ha realizado desove (Figura 70A y 71A), se encuentra cubierta por una capa muy delgada de tejido muscular liso, con respecto al estado anterior (Figura 70B y 71B), la organización lamelar se ha perdido por completo, las células se encuentran esparcidas por toda la gónada con mucho espacio entre los ovocitos, la gónada está conformada por unas pocas células en estadio alvéolo cortical y estadio vitelogenico, estos últimos en proceso de reabsorción (Figura 70C y 71C). Las dos muestras observadas muestran las mismas características morfológicas, aun que en la muestra uno se observa menor cantidad de tejido conjuntivo laxo.



A. **B.** **C.**
Figura 70. Muestra uno de ovario en estado V de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte longitudinal, 4X. B. Ovocitos, 10X. C. Estadios, 40X. TML: Tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro. OAC: ovocito alveolo cortical, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OVT: ovocito vitelogénesis tardío.



A. **B.** **C.**
Figura 71. Muestra dos de ovario en estado V de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte longitudinal, 10X. B. Ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: Tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro. OAC: ovocito alveolo cortical, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OVT: ovocito vitelogénesis tardía.

7.1.1.3.2. Machos

Descripción histológica de los estados macroscópicos de testículos y estadios de células espermáticas

Las características de las células sexuales masculinas para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Celulas de Sertoli: célula grande con un tamaño promedio de $11 \pm 1.14 \mu\text{m}$, que le brindan soporte al proceso de maduración espermática, con citoplasma muy transparentes, con núcleo eosinofilo, muy escasas (Figura 72A).

Espermatogonias: son las células más grandes dentro del proceso espermático, presentan un tamaño promedio de $7.05 \pm 0.68 \mu\text{m}$, citoplasma eosinofilo, con núcleo basofilo, se localizan en pequeños grupos y dentro de todo el desarrollo son las más escasas (Figura 72B).

Espermatocitos primarios: células medianas con un tamaño promedio de $4.72 \pm 0.40 \mu\text{m}$, redondas, con la cromatina reticulada y basofila, se encuentran en grupos y en mayor cantidad que las anteriores, en la periferia de los cistos (Figura 72C).

Espermatocitos secundarios: células que disminuyen con respecto al estadio anterior, con un tamaño promedio de $3.53 \pm 0.29 \mu\text{m}$, redondeadas, con la cromatina mas condesada, basofilas, se encuentran en grupos medianos, en la periferia del cisto (Figura 73A).

Espermatides: célula que disminuye el tamaño con respecto a los espermatocitos, con un tamaño promedio de $2.45 \pm 0.25 \mu\text{m}$, pero su número aumenta en gónadas maduras, mas basófilo, con forma ovalada (Figura 73B).

Espermatozoides: son las células más pequeñas dentro del proceso de maduración espermática, con un tamaño promedio de $1.63 \pm 0.20 \mu\text{m}$, formadas por una cabeza con forma redonda basofila y un flagelo muy delgado largo eosinofilo, se encuentran en mayor proporción que el resto de los estadios en las gónadas maduras y en la parte central de los cistos, laguna o canal (Figura 73C).



Figura 72. Espermatocitos inmaduros de *L. mahogoni*. A. Célula de sertoli (CS), 100X. B. Espermatogonia (Eg), 100X, C. Espermatocito primario (EP), 100X.

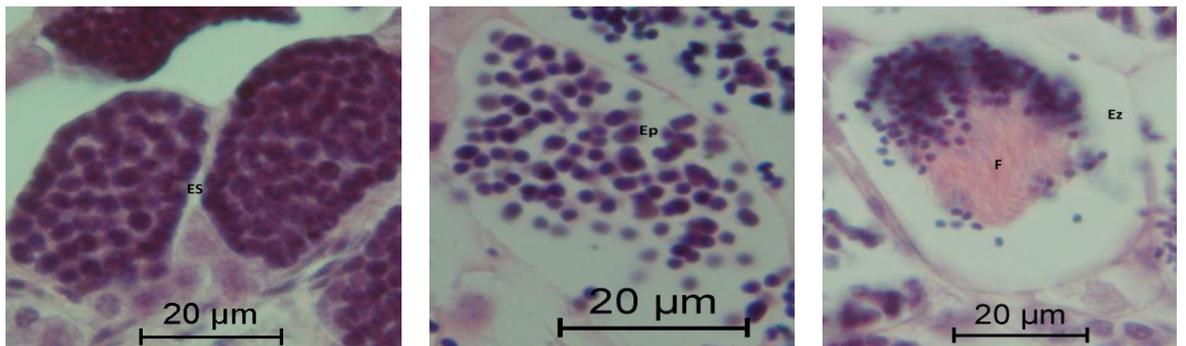
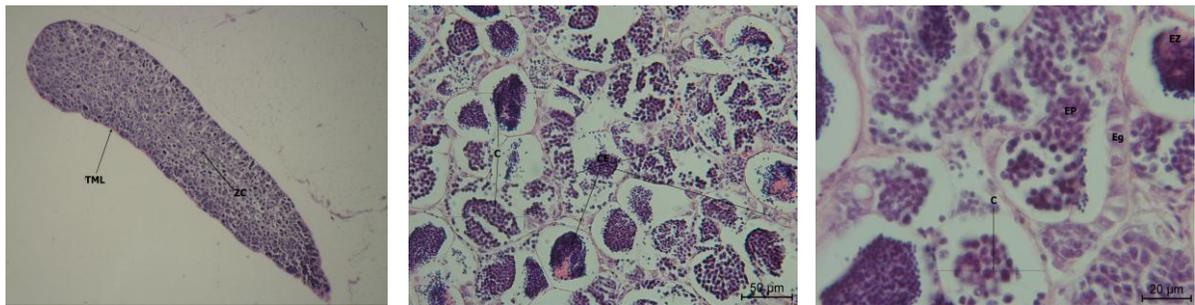


Figura 73. Espermatocitos maduros de *L. mahogoni*. A. Espermatocito secundario (ES), 100X. B. Espermatide (Ep), 100X. C. Espermatozoide (Ez), 100X. F: flagelo.

MACHO EN ESTADO II

El testículo de *L. mahogoni* en estado II, se caracteriza por ser una gónada inmadura, que se encuentra formado por una capa muy delgada de tejido muscular liso (Figura 74A), solo presenta cistos bien compactos (Figura 74B), en los que se encuentran células espermáticas en estadio de espermatogonia y espermatocitos primarios, ubicados en todo el cisto y muy pocos espermatozoides en la parte central de estos (Figura 74C), predominan los estadios inmaduros.



A.

B.

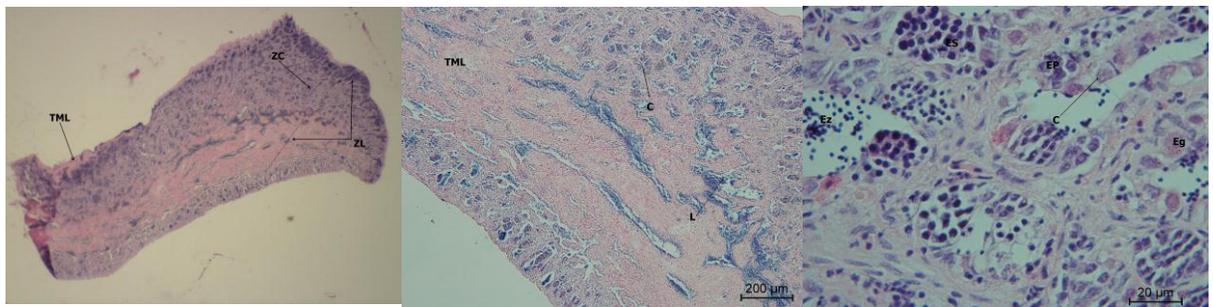
C.

Figura 74. Muestra uno de testículo en estado II de *L. mahogoni*. A. Panorámica, 20X. B. Cistos, 40X. C. Cistos y estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZC: zona de cistos, CE: células espermáticas, Eg: espermatogonia, EP: espermatocito primario, Ez: espermatozoide.

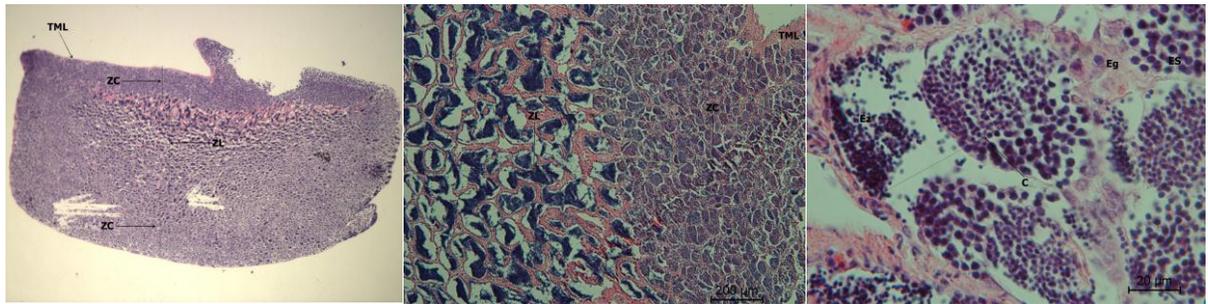
MACHO EN ESTADO III

Para el testículo de *L. mahogoni* en estado III, se observaron dos muestras (Figura 75A y 76A), la gónada se encuentra formada por una capa más delgada de tejido muscular liso, que el estadio anterior, en su interior comienza a apreciarse una gran cantidad de tejido muscular liso el cual va a dar origen al canal central en el siguiente estadio, este se encuentra muy bien irrigado (Figura 75B), presenta dos zonas bien diferenciadas, la zona de cistos en donde las células espermáticas se hallan en proceso de maduración y se ubica hacia la parte

más externa del testículo, la segunda zona formada por lagunas, las cuales se caracterizan por ser cistos fusionados en donde solo se encuentran espermatozoides en la parte central de estas (Figura 76B), en los cistos se encuentra espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios, espermatides y espermatozoides a medida que se acercan a la zona de laguna los cistos solo tienen en su interior espermatozoides, la proporción de espermatogonias en toda la gónada es menor que en el estadio anterior, ya que estas se encuentra en proceso de maduración pasando a espermatocito primario (Figura 75C y 76C). En las dos muestras trabajadas se presentan diferencias en cuanto a la cantidad de lagunas y espermatozoides presentes, en la muestra uno (Figura 75B) se observan pocas lagunas y mucho tejido muscular, a diferencia de la muestra dos (Figura 76B), donde casi no hay tejido y el número de lagunas aumenta.



A. **B.** **C.**
Figura 75. Muestra uno de testículo en estado III de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte transversal, 10X. B. Zona de cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 40X. C: cistos, L: laguna, TML: tejido muscular liso, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, L: laguna, Eg: espermatogonia, EP: espermatocito primario, ES: espermatocito secundario, Ez: espermatozoide.



A.

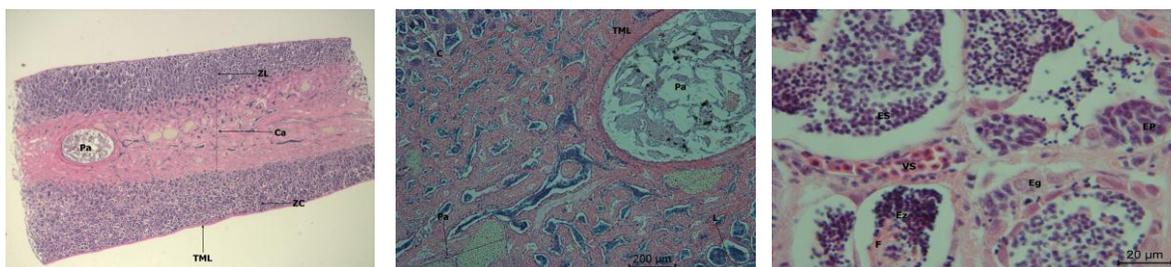
B.

C.

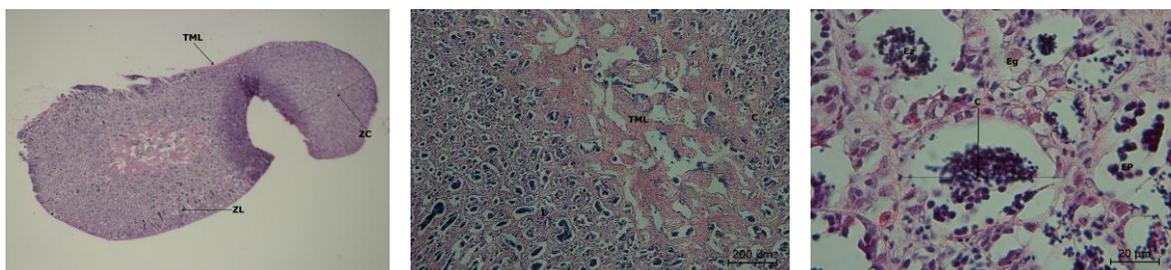
Figura 76. Muestra dos de testículo en estado III de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte transversal, 10X. B. Zona de cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 40X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, Eg: espermatogonia, ES: espermatozoides, Ez: espermatozoides.

MACHO EN ESTADO IV

Se trabajaron dos muestras, que se encontraron en estado IV (Figura 77A y 78A), el testículo en este estado presenta una capa de tejido muscular liso más delgada, con respecto al estadio anterior, se observa una clara división en tres zonas, la zona de cistos con las células espermáticas en proceso de maduración, la segunda zona, de lagunas conformadas por cistos fusionados recubiertas por tejido conjuntivo laxo con presencia solo de espermatozoides (Figura 77B y 78B), y la tercera es el canal central, el cual está formado por abundante tejido muscular liso, alimentado por las lagunas y divide a la gónada en dos. En los cistos se localizan todos los estadios (espermatogonias, espermatozoides primarios y secundarios, espermatozoides y espermatozoides), además de células de sertoli (Figura 77C y 78C). En la muestra uno se encuentra una estructura diferente a las que conforman la gónada, posiblemente sea un parasito (Figura 77A y B).



A. **B.** **C.**
Figura 77. Muestra uno de testículo en estado IV de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Canal y paracito, 4X. C. Estadios, 40X. C: cistos, ZC: zona de cistos, ZL: zona de lagunas, TML: tejido muscular liso, L: lagunas, Ca: canal, VS: vaso sanguíneo, Eg: espermatogonia, EP: espermatocito primario, Ez: espermatozoides, Pa: paracito.



A. **B.** **C.**
Figura 78. Muestra dos de testículo en estado IV de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte transversal, 12.5X. B. Canal central, 40X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, Ca: canal espermático, TCL: tejido conjuntivo laxo, Eg: espermatogonia, EP: espermatocitos primarios, Ez: espermatozoides.

MACHO EN ESTADO V

Se observaron tres muestras que se encontraron en estado V (Figura 79A, 80A y 81A), el testículo en este estado se caracteriza por presentar una capa más delgada de tejido muscular liso y las mismas tres zonas que el estado anterior, en la zona de cistos se encuentra una mayor cantidad de tejido conjuntivo laxo y número de células espermáticas en proceso de maduración en los cistos, en la segunda zona se hallan más lagunas pero con menor cantidad de espermatozoides, las cuales alimentan al canal central (Figura 79B), siendo esta la

tercera, la cual se caracteriza por mostrar una menor cantidad de tejido muscular liso con respecto al estado anterior y espermatozoides (Figura 80B y 81B), en los cistos se localizan estadios desde espermatogonias hasta espermatozoides (Figura 79C, 80C y 81C), abundando más las espermatogonias. Las tres muestras trabajadas presentan las mismas características, pero el canal se encuentra ubicado en diferentes partes, para la muestra uno se observa en la parte central de la gónada mientras que en la segunda y tercera muestra está hacia los lados.

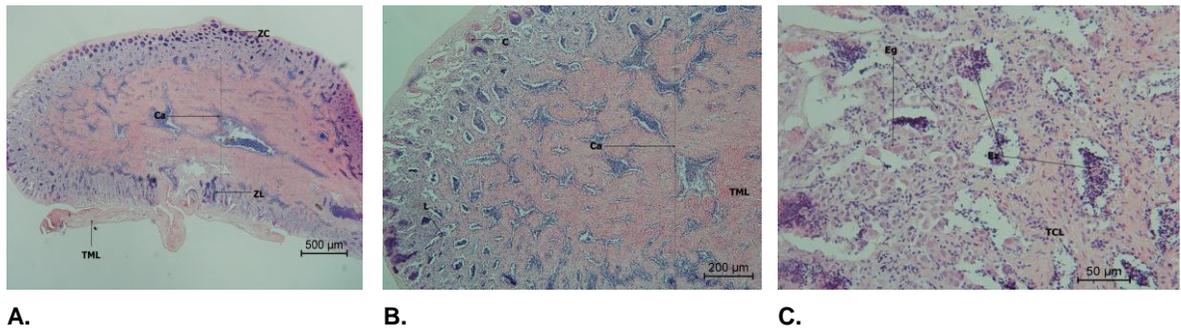


Figura 79. Muestra uno de testículo en estado V de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte transversal, 12.5X. B. Canal central, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, Ca: canal espermático, TCL: tejido conjuntivo laxo, Eg: espermatogonia, Ez: espermatozoides.

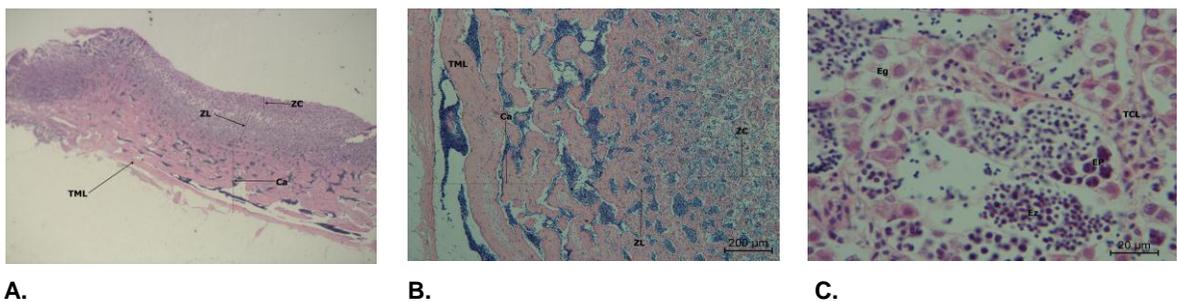
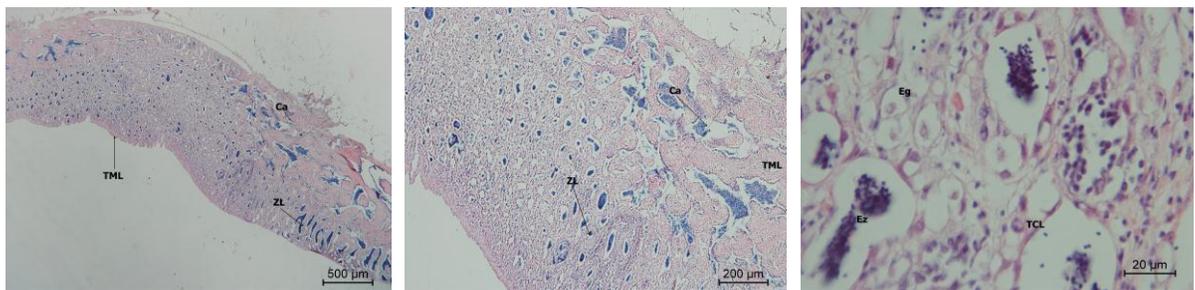


Figura 80. Muestra dos de testículo en estado V de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Canal central, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, Ca: canal espermático, TCL: tejido conjuntivo laxo, Eg: espermatogonia, EP: espermatoцитos primarios, Ez: espermatozoides.



A. **B.** **C.**
Figura 81. Muestra tres de testículo en estado V de *L. mahogoni*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Canal central, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZL: zona de lagunas, ZC: zona de cistos, Ca: canal espermático, TCL: tejido conjuntivo laxo, Eg: espermatogonia, Ez: espermatozoides.

7.1.2. Familia Sphyraenidae

7.1.2.1. *Sphyraena guachancho* (Cuvier, 1829)- Picúa

7.1.2.1.1. Hembras

Descripción histológica de los estados macroscópicos de ovarios y estadios de ovocitos

Las características de los ovocitos para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Estadio nucléolo cromatina inicial: son células pequeñas, con un tamaño promedio de $22.15 \pm 2.22 \mu\text{m}$, generalmente se encuentra sola, citoplasma basofilo y escaso, con núcleo grande (Figura 82A).

Estadio nucléolo cromatina intermedio: el ovocito aumenta, alcanza un tamaño promedio de $33.74 \pm 3.34 \mu\text{m}$, hay presencia de nucléolos en el núcleo,

generalmente dos muy grandes migrando del centro a la periferia, el citoplasma es aun basofilo (Figura 82B).

Estadio nucléolo cromatina tardío: el ovocito es más grande, con un tamaño promedio de $51.42 \pm 4.21 \mu\text{m}$, el citoplasma es más claro, con presencia de dos vacuolas, se observa gran cantidad de nucléolos migrando que presentan diferentes tamaños (Figura 82C).

Estadio perinucleolar inicial: ovocito aumenta de tamaño, presenta un promedio de $72.27 \pm 5.76 \mu\text{m}$, citoplasma con una coloración no muy homogénea, los nucléolos se ubican en la periferia del núcleo, pero continúa la diferencia de tamaño entre ellos (Figura 83A).

Estadio perinucleolar intermedio: ovocito más grande que el estadio anterior con un promedio de $88.19 \pm 5.97 \mu\text{m}$, citoplasma menos basofilo, nucléolos homogéneos en la periferia del núcleo, células planas rodeando el citoplasma (Figura 83B).

Estadio perinucleolar tardío: ovocito mas grande con un tamaño de $105.67 \pm 3.94 \mu\text{m}$, citoplasma más claro, pero continua basofilo, numerosos nucléolos en la periferia del núcleo, el ovocito presenta una capa de tejido epitelial plano simple que lo rodea (Figura 83C).

Estadio alveolo cortical inicial: el ovocito sigue aumentando de tamaño hasta un promedio de $125.23 \pm 5.45 \mu\text{m}$, presenta una coloración más clara, el núcleo es grande y central, en el citoplasma hay innumerables vesículas o alveolos, externamente presenta el tejido epitelial plano simple (Figura 84A).

Estadio alveolo cortical intermedio: el ovocito sigue su crecimiento, alcanzando un tamaño promedio de $141.95 \pm 3.62 \mu\text{m}$, y se diferencia del estadio anterior en que hay una concentración de las vacuolas hacia la parte central rodeando el núcleo y empieza a ser visible la zona pelucida ubicada antes del tejido epitelial plano simple (Figura 84B).

Estadio alveolo cortical tardío: en este estadio el ovocito es una célula grande, con un tamaño promedio de $164.90 \pm 6.33 \mu\text{m}$, en el citoplasma se resaltan tres características: citoplasma mas grande, lo que hace ver al núcleo pequeño, es eosinofilo, presenta más concentración y mayor tamaño de vesículas en la parte central, rodeando al núcleo, la zona pelucida también va en proceso de maduración, observándose más gruesa que en el estadio anterior (Figura 84C).

Estadio vitelogénesis inicial: células más grande que el estadio anterior, con un tamaño promedio de $211.91 \pm 10.65 \mu\text{m}$, presenta gránulos de vitelo en su citoplasma, empiezan a aparecer en la región comprendida entre la zona pelucida y la zona de las vesículas, son gránulos pequeños, muy eosinofilos, las vesículas se observan de varios tamaños, con predominio de las grandes, el núcleo es grande y central, la zona pelucida es gruesa y eosinófila, (Figura 85A y B).

Estadio vitelogénesis intermedia: el ovocito ya es una célula desarrollada, con un tamaño promedio de $271.70 \pm 33.50 \mu\text{m}$, los gránulos de vitelo son gruesos y migran hacia el centro ocupando casi todo el citoplasma, en ovocitos avanzados de este estadio, los gránulos de vitelo van cubriendo al núcleo, la zona pelucida está totalmente desarrollada, es gruesa y estriada (Figura 85C y 86A).

Estadio vitelogénesis tardío: el ovocito está maduro y listo para el desove, con un promedio de $449.95 \pm 29.93 \mu\text{m}$, se presenta como la célula de mayor tamaño

en el ovario, con el citoplasma completamente lleno de gránulos de vitelo grandes y muy eosinofilos, ya no es posible observar el núcleo, las vesículas son grandes y en disposición central, la zona pelucida está bien desarrollada y la rodea un tejido epitelial plano simple (Figura 86B y C).

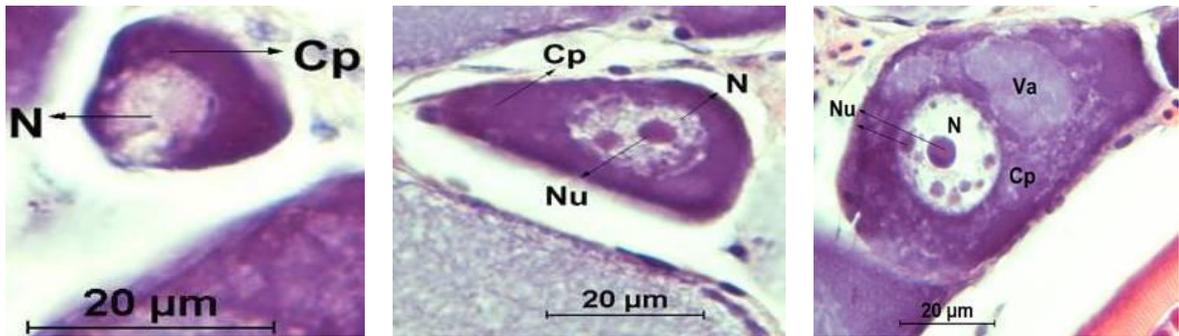


Figura 82. Estadio nucléolo cromatino en ovócitos de *S. guachancho*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, Va: vacuola.

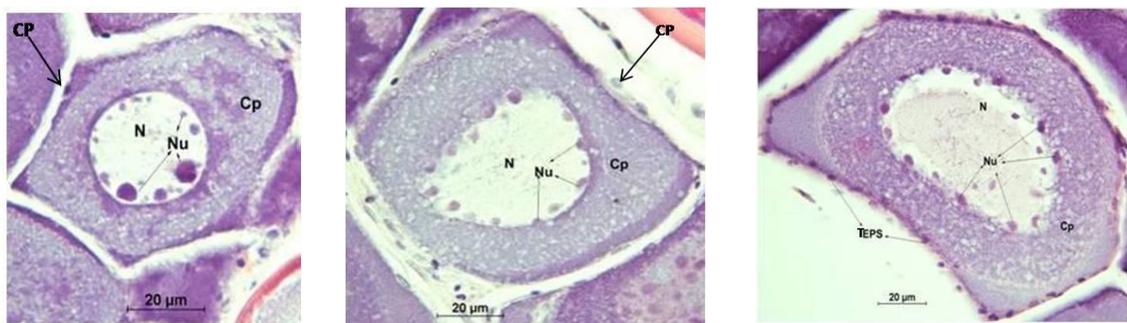
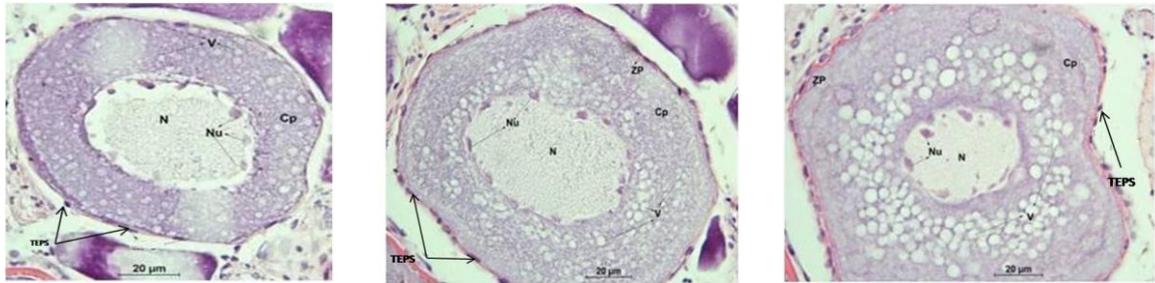
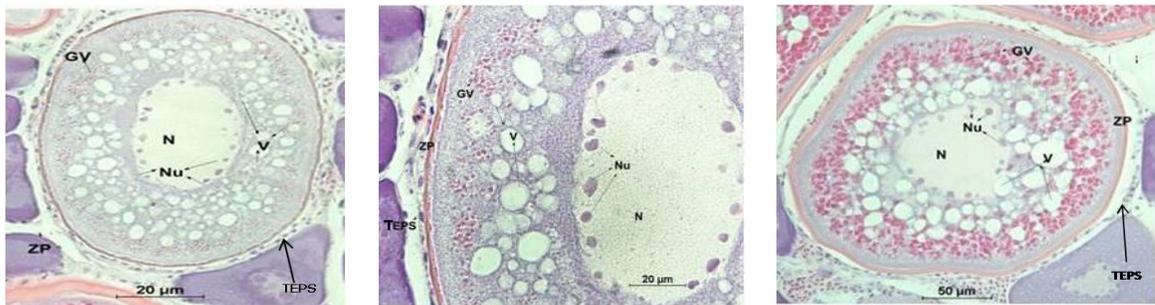


Figura 83. Estadio perinucleolar en ovócitos de *S. guachancho*. A. Inicial, 100X B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, TEPS: tejido epitelial plano simple.



A. **B.** **C.**
Figura 84. Estadio alveolo cortical en ovócitos de *S. guachancho*. A. Inicial, 100X. B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, V: vesículas, ZP: zona pelucida, TEPS: tejido epitelial plano simple.



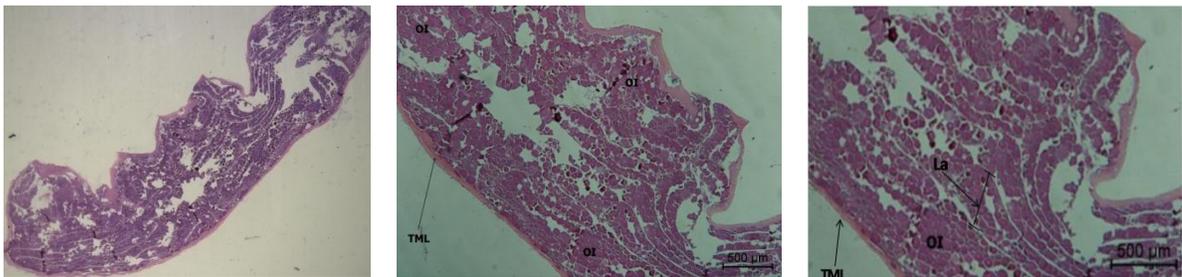
A. **B.** **C.**
Figura 85. Estadio vitelogénesis en ovócitos de *S. guachancho*. A. Inicial, 40X. B. Detalle de las estructuras, 100X. C. Intermedio, 40X. N: núcleo, Nu: nucléolos, V: vesículas, GV: gránulos de vitelo, ZP: zona pelucida, TEPS: tejido epitelial plano simple.



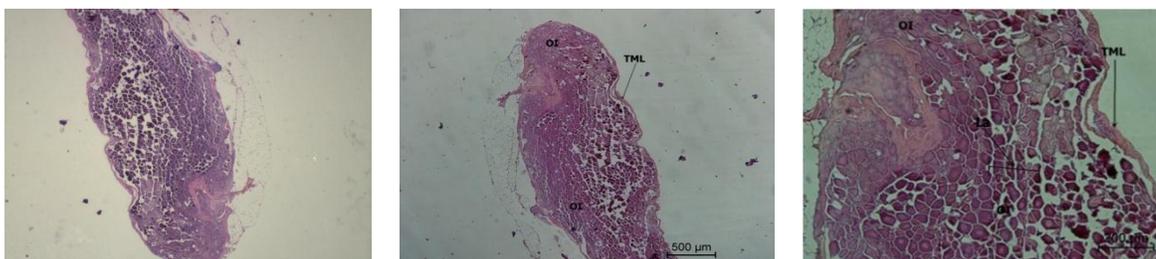
A. **B.** **C.**
Figura 86. Estadio vitelogénesis en ovócitos de *S. guachancho*. A. Detalle de las estructuras del estadio intermedio, 40X. B. Tardío (ovocito maduro), 40X. C. Detalle de las estructuras del estadio tardío, 100X. N: núcleo, Nu: nucléolos, V: vesículas, GV: gránulos de vitelo, ZP: zona pelucida, TEPS: tejido epitelial plano simple.

HEMBRA EN ESTADO I

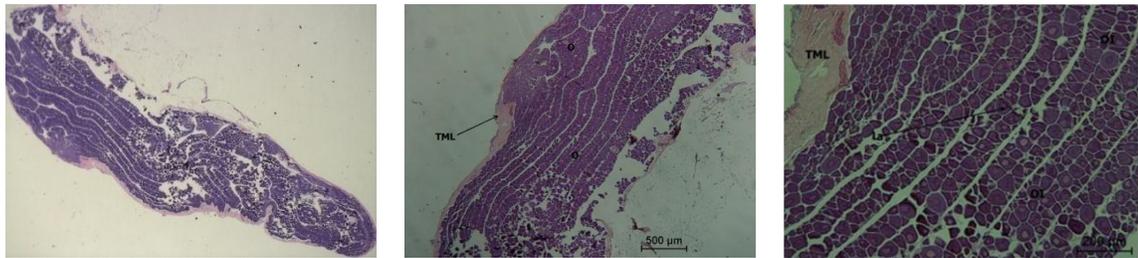
Se observaron tres muestras en estadio I (Figura 87A, 88A y 89A), el ovario se encuentra formado por una delgada capa de tejido muscular liso, presenta organización lamelar, dentro de las lamelas se observa ovocitos inmaduros en estadio de desarrollo gonadal nucléolo cromatina, en un corte transversal (Figura 87B, 88B y 89B) se observa lamelas, las cuales se presenta paralelas a la capa de tejido muscular dentro de la gónada, sin ningún tejido entre ellas que las divida, dentro de estas los ovocitos se organizan en filas de cuatro células a lo ancho (Figura 87C, 88C y 89C), existen espacios entre las lamelas. Las tres muestras observadas presentan las mismas características.



A. **B.** **C.**
Figura 87. Muestra uno de ovario en estado I de *S. guachancho*. A. Panorámica corte transversal, 12.5X. B. Acercamiento de lamela, 4X. C. Ovocitos, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, La: lamela, ONC: ovocito núcleo cromatina.



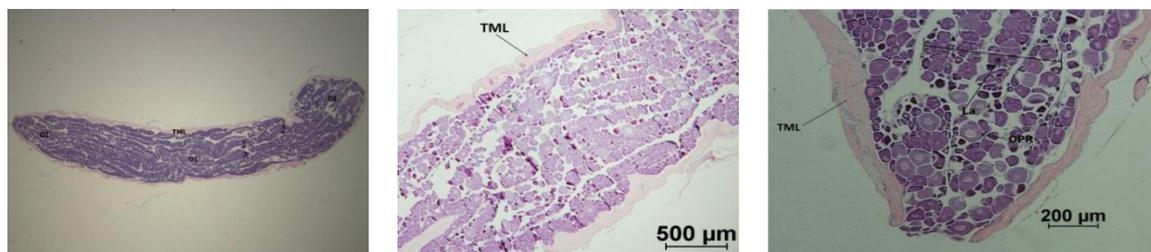
A. **B.** **C.**
Figura 88. Muestra dos de ovario en estado I de *S. guachancho*. A. Panorámica corte transversal, 30X. B. Ovocitos, 4X. C. Lamela, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, La: lamela.



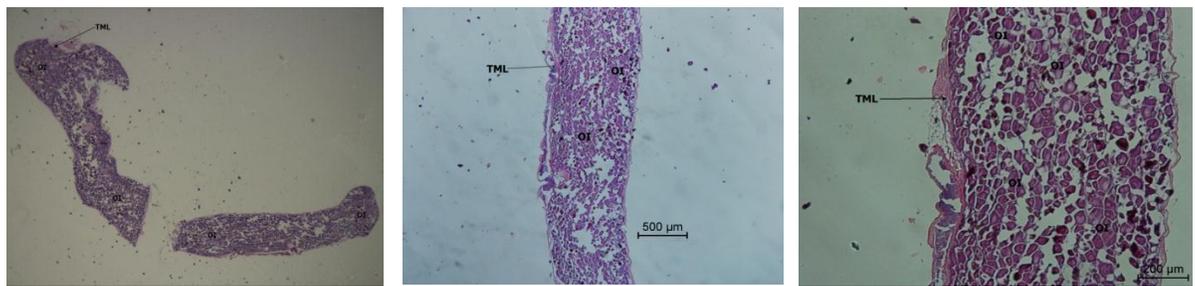
A. **B.** **C.**
Figura 89. Muestra tres de ovario en estado I de *S. guachancho*. A. Panorámica corte transversal, 16X. B. Ovocitos, 4X. C. Lamela, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, La: lamela.

HEMBRA EN ESTADO II

El ovario de *S. guachancho* en estadio II, presenta una capa de tejido muscular liso mas delgada que el estado anterior (Figura 90A y 91A), además del estadio nucléolo cromatina se encuentra el perinucleolar (Figura 90B y 91B), continua la organización lamelar, las lamelas están compuestas por agrupaciones en filas de cuatro células separadas a la mitad por tejido conjuntivo laxo, la distribución de los dos estadios en la gónada es al azar (Figura 90C y 91C) En el corte longitudinal se observa que las lamelas tienen una secuencia a lo largo de la gónada (paralelas con respecto al tejido muscular), no existen espacios entre ellas (Figura 90B y 91B). Las dos muestras observadas presentan las mismas características.



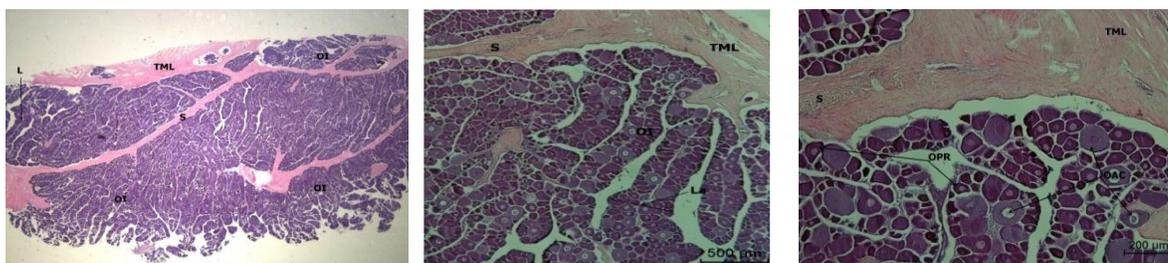
A. **B.** **C.**
Figura 90. Muestra uno de ovario en estado II de *S. guachancho*. A. Panorámica corte longitudinal, 10X. B. Ovocitos, 4X. C. Lamela, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, La: lamela, OPR: ovocito perinucleolar.



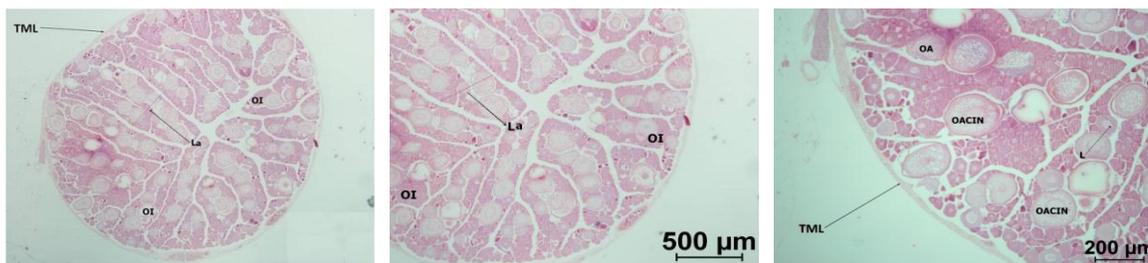
A. **B.** **C.**
Figura 91. Muestra dos de ovario en estado II de *S. guachancho*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Ovocitos, 4X. C. Lamela, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro.

HEMBRA EN ESTADO III

Se observaron dos muestras en el estado III (Figura 92A y 93A), la capa de tejido muscular liso es mas gruesa, que el estado anterior, dentro del cual se observan los ovocitos inmaduros en diferentes estadios de desarrollo, nucléolo cromatina en menor proporción que el estado anterior, perinucleolar y alveolo corticales (Figura 92B y 93B), dichos ovocitos se encuentran empaquetados en lamelas, las cuales están separadas unas de las otras por septos, las caracteisticas de las lamelas son iguales que en el estado anterior, la distribución de los estadios en la lamela es al azar y la distribución de estas dentro de la gónada es irregular (Figura 92C y 93C). Aunque las dos muestras se diferencian por el tipo de corte, la presencia de septos dividiendo el ovario y la disposición de las lamelas, presentan las mismas características morfológicas en cuanto a la formación de las lamelas y los estadios presentes.



A. **B.** **C.**
Figura 92. Muestra uno de ovario en estado III de *S. guachancho*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Tejido, Lamela y septo, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, S: septo, La: lamela, OPR: ovocito perinucleolar, OAC: ovocito alveolo cortical.

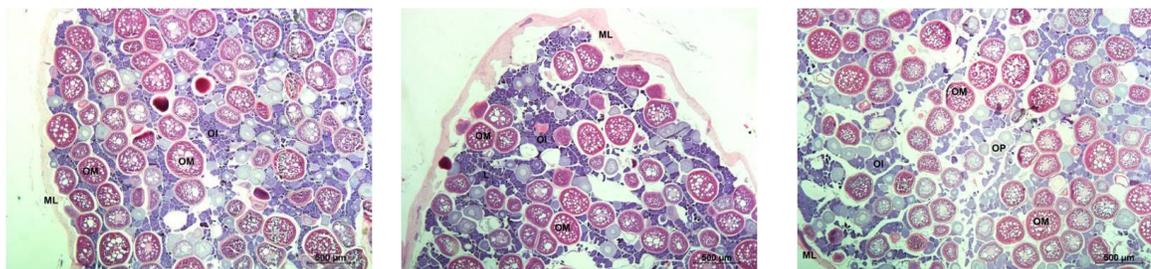


A. **B.** **C.**
Figura 93. Muestra dos de ovario en estado III de *S. guachancho*. A. Panorámica corte longitudinal, 25X. B. Lamela, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, S: septo, OAC: ovocito alveolo cortical, OACIN: ovocito alveolo cortical intermedio, La: lamela.

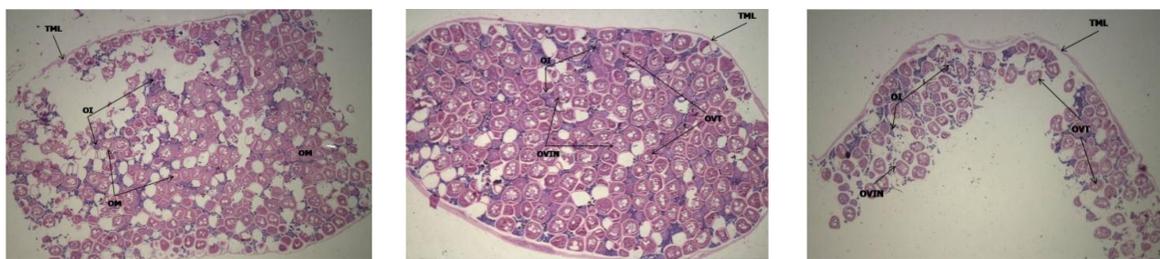
HEMBRA EN ESTADO IV

El ovario de *S. guachancho* en estado IV, se observaron seis muestras (Figura 94, 95, 96, 97A, 98A, 99A y 100A), de las cuales dos pertenecen a gónadas completas (Figura 94, 95 y 96), este ovario presenta una pared de tejido muscular liso más delgada, que el estadio anterior, sin observarse diferencias en el tejido muscular en las tres regiones observadas (anterior, media y posterior) (Figura 94A, 94B, 94C, 95A, 95B, 95C, 96A, 96B y 96C) dentro de este se observan lamelas, con ovocitos en todos los estadios de desarrollo y aunque los inmaduros son abundantes, la cantidad y el tamaño de los ovocitos vitelogénicos, determinan una gónada madura, estos ovocitos se distribuyen por toda la gónada

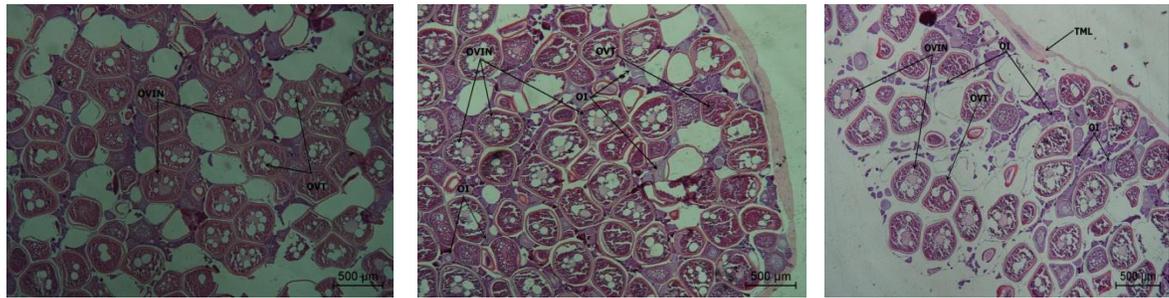
encontrándose mayor cantidad en la parte anterior y posterior que en la zona media (Figura 94B, 94C, 95B, 95C, 96B, 96C, 97B, 98B, 99B y 100B), hay algunas con ovocitos en estadios iniciales (núcleo cromatina, perinucleolares) que presentan una capa central de tejido conjuntivo laxo, a lado y lado de esta se ubican dos capas de ovocitos, a medida que los ovocitos de la lamela maduran se pierde la forma de esta y en los que se encuentran células en estados más avanzados de maduración (alveolo corticales y vitelogenéticos) ya no es posible definir la lamela (Figura 97C, 98C, 99C y 100C). No se presentan diferencias significativas en cuanto a la conformación morfológica de la gónada completa, región anterior, media y posterior, ni entre las muestras trabajadas.



A. **B.** **C.**
Figura 94. Muestra uno de ovario en estado IV de *S. guachancho*. A. Región anterior, 4X, B. Región media, 4X, C, Región posterior, 4X. TML: tejidomuscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OP: ovocito previtelogenético.



A. **B.** **C.**
Figura 95. Muestra dos de ovario en estado IV de *S. guachancho*. A. Región anterior, 10X. B. Región media, 12.5X. C, Región posterior, 10X. ML: músculo liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OVIN: ovocito vitelogenesis intermedio, OVT: ovocito vitelogenesis tardio.

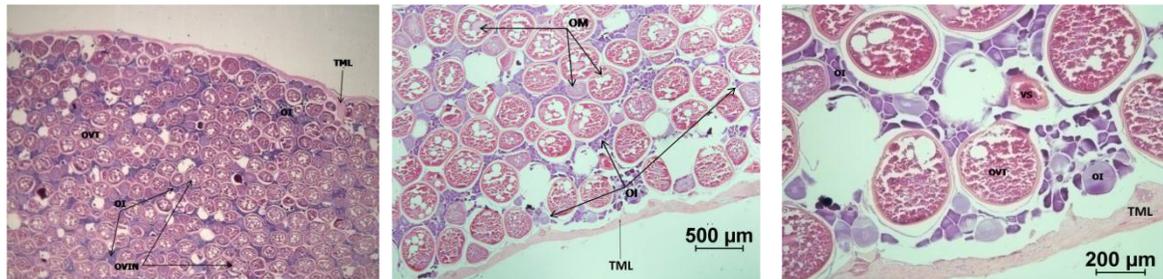


A.

B.

C.

Figura 96. Acercamiento de muestra dos de ovario en estado IV de *S. guachancho*. A. Región anterior, 4X, B. Región media, 4X, C. Región posterior, 4X, TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OM: ovócito maduro, OVIN: ovocito vitelogenesis intermedio, OVT: ovocito vitelogenesis tardío.

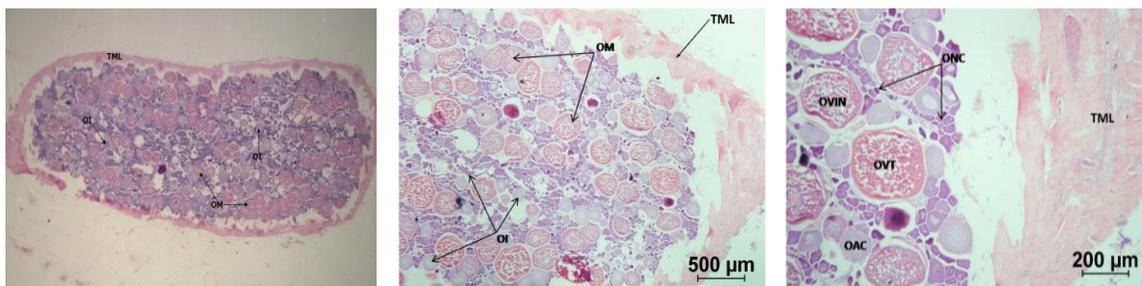


A.

B.

C.

Figura 97. Muestra tres de ovario en estado IV de *S. guachancho*. A. Corte longitudinal, 12.5X. B. Tejido y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OVIN: ovocito vitelogenesis intermedio, OVT: ovocito vitelogenesis tardío.

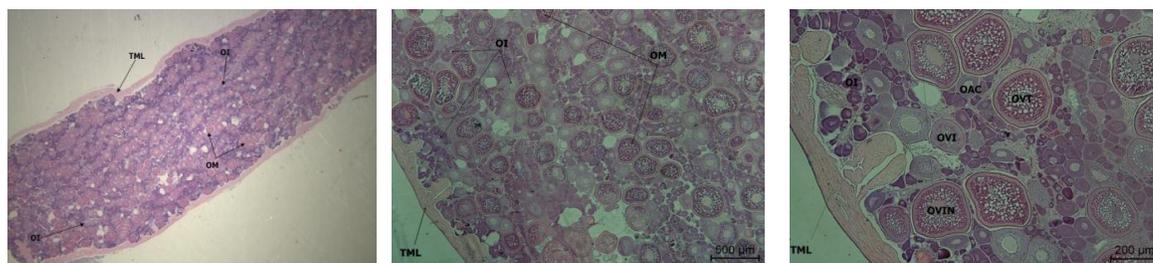


A.

B.

C.

Figura 98. Muestra cuatro de ovario en estado IV de *S. guachancho*. A. Panorámica corte longitudinal, 12.5X. B. Ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OVIN: ovocito vitelogenesis intermedio, OVT: ovocito vitelogenesis tardío, OAC: ovocito alveolo cortical.

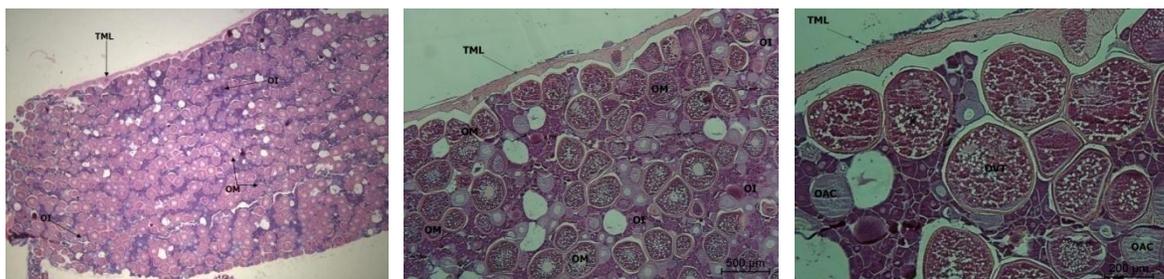


A.

B.

C.

Figura 99. Muestra cinco de ovario en estado IV de *S. guachancho*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OVI: ovocito vitelogenesis inicial, OVIN: ovocito vitelogenesis intermedio, OVT: ovocito vitelogenesis tardío.



A.

B.

C.

Figura 100. Muestra seis de ovario en estado IV de *S. guachancho*. A. Corte transversal, 8X. B. Ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OVT: ovocito vitelogenesis tardío.

7.1.2.1.2. Machos

Descripción histológica de los estados macroscópicos de testículos y estadios de células espermáticas

Las características de las células sexuales masculinas para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Células de Sertoli: célula grande, con un tamaño promedio de $10.2 \pm 1.02 \mu\text{m}$, núcleo pequeño y eosinófilo, citoplasma transparente, muy escasas (Figura 101A).

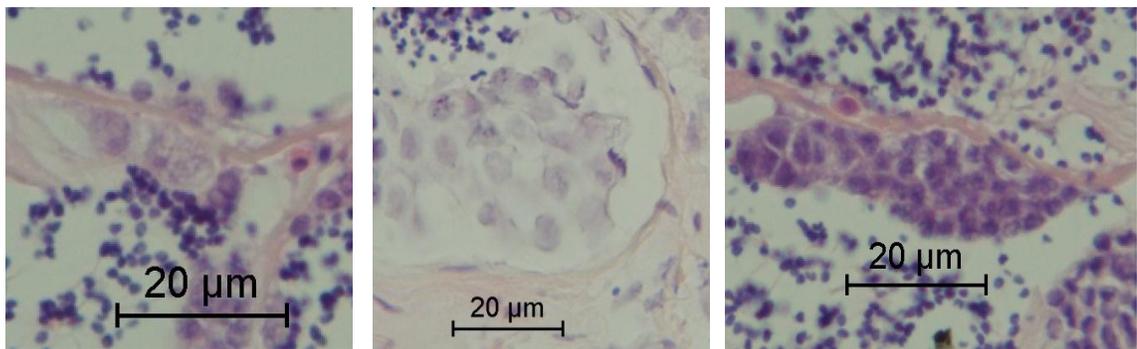
Espermatogonias: son las células más grandes dentro del proceso de maduración espermática, alcanzan un tamaño promedio de $6.78 \pm 0.59 \mu\text{m}$, núcleo basofilo, citoplasma eosinófilo, se encuentran en poca cantidad dentro de todo el desarrollo y en pequeños grupos, se ubican en la periferia del cisto (Figura 101B).

Espermatocitos primarios: son células medianas, con un tamaño promedio de $4.56 \pm 0.36 \mu\text{m}$, redondeadas, núcleo más basófilo que la célula anterior con cromatina reticulada, citoplasma eosinófilo, se encuentran en grupos y en mayor numero que las espermatogonias (Figura 101C).

Espermatocitos secundarios: son células redondeadas y más pequeñas que los espermatocitos primarios, alcanzando un tamaño promedio de $3.47 \pm 0.28 \mu\text{m}$, cromatina está más condensada, núcleo con coloración basófila y de gran tamaño, pueden aparecer varios grupos de ellas dentro de un mismo cisto (Figura 102A).

Espermatides: su tamaño disminuye con respecto a los espermatocitos secundarios, alcanzando un tamaño promedio de $2.29 \pm 0.20 \mu\text{m}$, su número aumenta dentro de los cistos en su parte más externa, el citoplasma disminuye su tamaño, tiene forma ovalada, presenta una coloración basofila (Figura 102B).

Espermatozoides: células más pequeñas dentro del proceso, con un tamaño promedio de $1.62 \pm 0.17 \mu\text{m}$, cabeza redondeada muy basofila, con un flagelo largo y delgado de coloración eosinofila, siempre se ubican en el centro del cisto, ocupando tanto las lagunas y como el canal (Figura 102C).

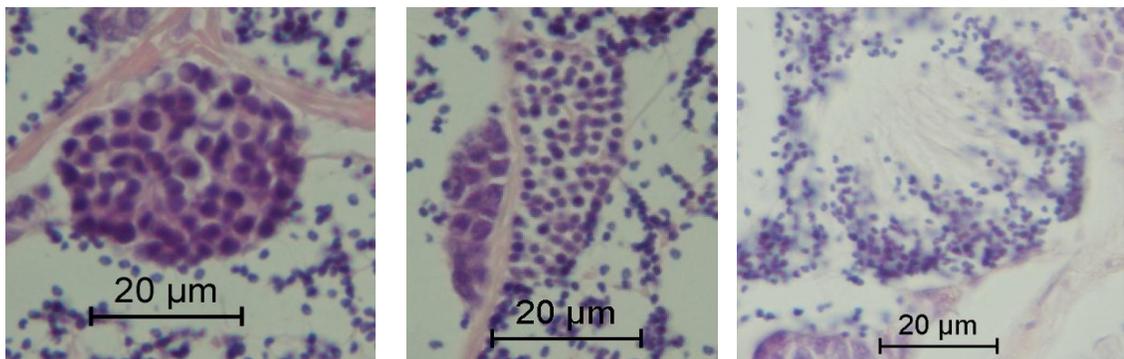


A.

B.

C.

Figura 101. Espermatocitos inmaduros de *S. guachancho*. A. Célula de Sertoli, 100X. B. Espermatogonia, 100X, C. Espermatocito primario, 100X.



A.

B.

C.

Figura 102. Espermatocitos maduros de *S. guachancho*. A. Espermatocito secundarios, 100X. B. Espermatide, 100X. C. Espermatozoide, 100X.

MACHO EN ESTADO III

La gónada de macho en estadio III, presenta una pared formada por una capa delgada de tejido muscular liso (Figura 103A), se observan dos zonas bien diferenciadas, la primera se ubica hacia los extremos de la gónada y está definida por cistos rodeados de tejido conjuntivo laxo, donde se lleva a cabo la maduración de las células espermáticas, dentro de estos se pueden encontrar todos los estadios, la segunda zona que se ubica en la parte central de la gónada, está formada por cistos fusionados formando lagunas en las que solo se encuentran

espermatozoides en la parte central (Figura 103B), en los cistos se observan espermatogonias, espermatocitos primarios y secundarios, espermatides y espermatozoides, o solo algunos, a medida que están más cerca a las lagunas menos estadios van a tener, hasta llegar a encontrarse cistos con solo espermatozoides (Figura 103C).

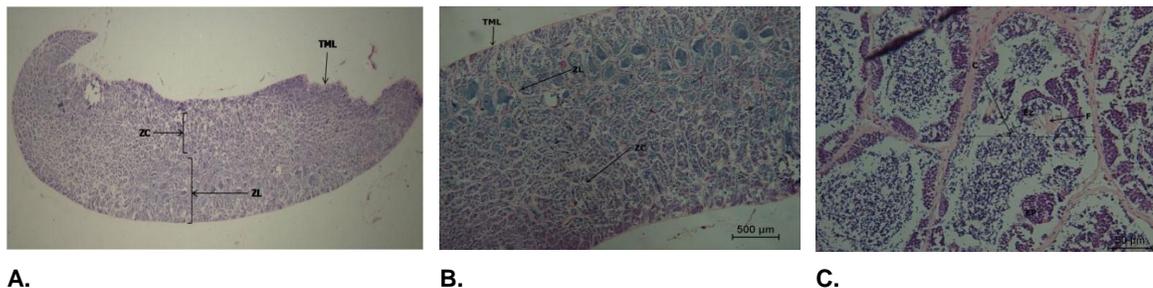


Figura 103. Muestra uno de testículo en estado III de *S. guachancho*. A. Panorámica, 10X. B. Zona de cistos y lagunas, 10X. C. Estadios, 40X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZC: zona de cistos, ZL: zona de lagunas, EP: espermatocito primario, Ez: espermatozoides, F: flegelo.

MACHO EN ESTADO IV

Para el testículo de *S. guachancho* en estado IV, se observaron seis muestras (Figura 104A, 105A, 106A, 107A, 108A, 109A y 110A), El testículo en este estadio se encuentra formado por una capa más delgada de tejido muscular liso, que el estado anterior, presenta las mismas dos zonas anteriormente mencionadas bien diferenciadas, la primera zona se caracteriza por tener menor cantidad de cistos con células en proceso de maduración (Figura 106B, 107B, 108B, 109B y 110B), seguida a este se ubica la segunda zona conformada por mayor numero de lagunas llenas de espermatozoides en su parte central, las cuales están dirigidas hacia el canal central, siendo este la tercera zona, caracterizada por presentar abundante tejido muscular liso y por tener una gran cantidad de espermatozoides, esta se ubica en la parte central de la gónada, los citos muestran todos los estadios de las células espermáticas espermatogonias, espermatocitos primarios y

secundarios, espermátides y espermatozoides, aunque estos cistos se encuentran con diferentes células, no con todas, ya que algunos presentan solo espermátogonias acompañadas con células de sertoli, otros presentan espermátocitos primarios y espermatozoides, otros espermátogonias y espermatozoides o solo espermatozoides (Figura 106C, 107C, 108C, 109C y 110C). No se encuentra diferencias significativas en cuanto a las características estructurales entre la parte anterior (Figura 104A y 105A), media (Figura 104B y 105B) y posterior (Figura 104C y 105C) para esta especie en este estadio. En cuanto a las muestras observadas, la única que presenta diferencias en las características con respecto a las demás, es la muestra cinco (Figura 110), en la que se diferencia claramente el canal de salida de los espermatozoides, bien desarrollado con poco tejido muscular y bastantes células maduras (espermatozoides).

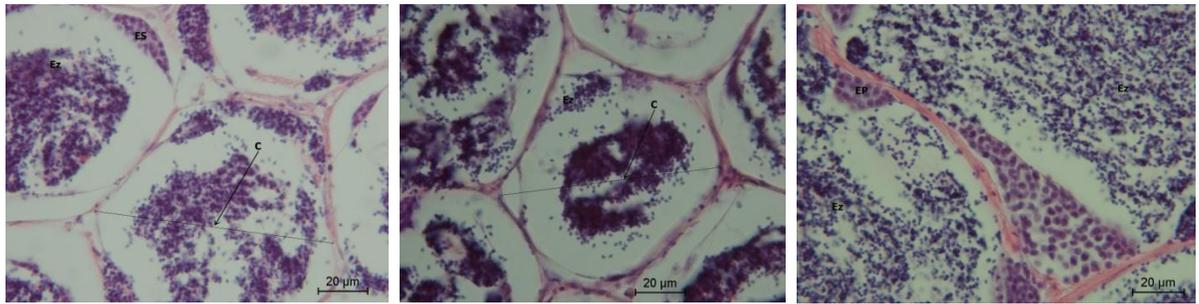


A.

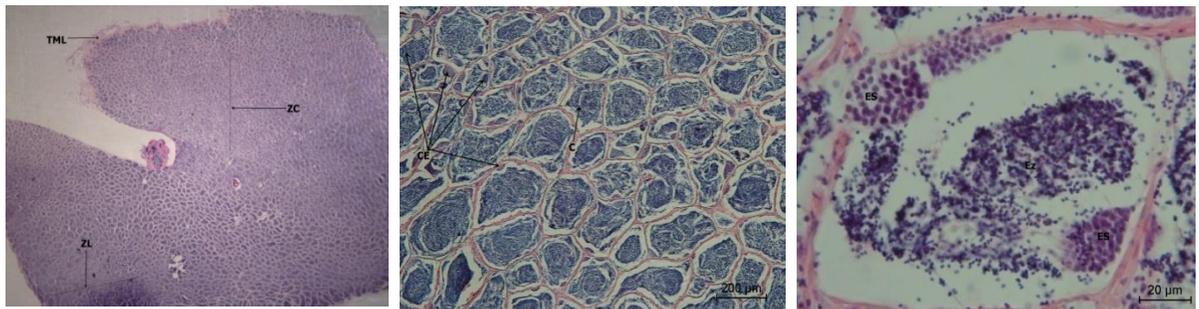
B.

C.

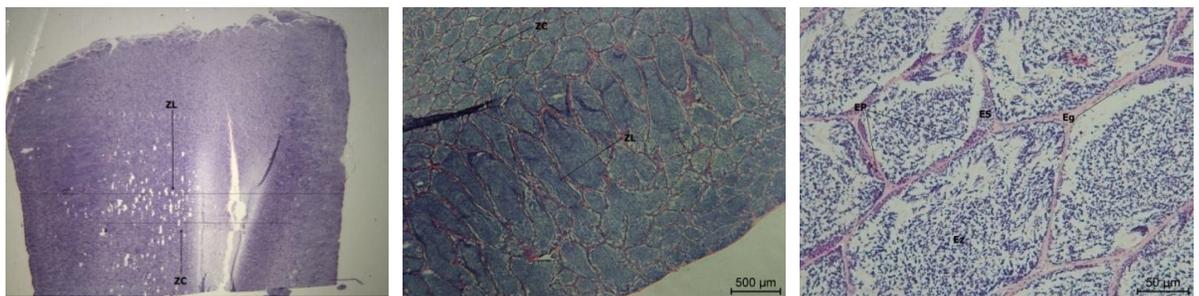
Figura 104. Muestra uno de testículo en estado IV de *S. guachancho*. A. Región anterior, 8X. B. Región media, 12.5X. C, Región posterior, 10X. TML: tejido muscular liso, ZL: zona lagunas, ZC: zona cistos, Ca: canal.



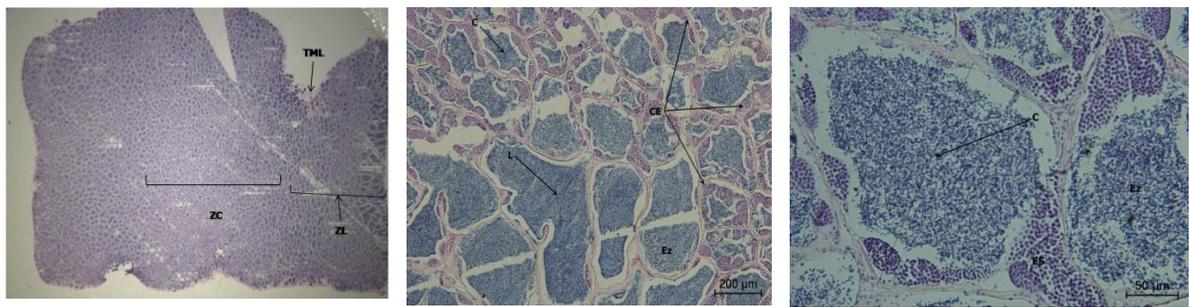
A. **B.** **C.**
Figura 105. Acercamiento de muestra uno de testículo en estado IV de *S. guachancho*. A. Región anterior, 100X. B. Región media, 100X. C. Región posterior, 100X. C: cistos, EP: espermatoцитos primarios, ES: espermatoцитos secundarios, Ez: espermatozoides.



A. **B.** **C.**
Figura 106. Muestra dos de testículo en estado IV de *S. guachancho*. A. Panorámica, 8X. B. Zona cistos, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZC: zona cisto, ZL: zona laguna, ES: espermatoцитos secundarios, Ez: espermatozoides, CE: células espermáticas.



A. **B.** **C.**
Figura 107. Muestra tres de testículo en estado IV de *S. guachancho*. A. Panorámica, 12.5X. B. Zona cistos y lagunas, 10X. C. Cistos y estadios, 100X. C: cistos, ZC: zona cisto, ZL: zona laguna, Eg: espermatoгонias, EP: espermatoцитos primarios, ES: espermatoцитos secundarios, Ez: espermatozoides.

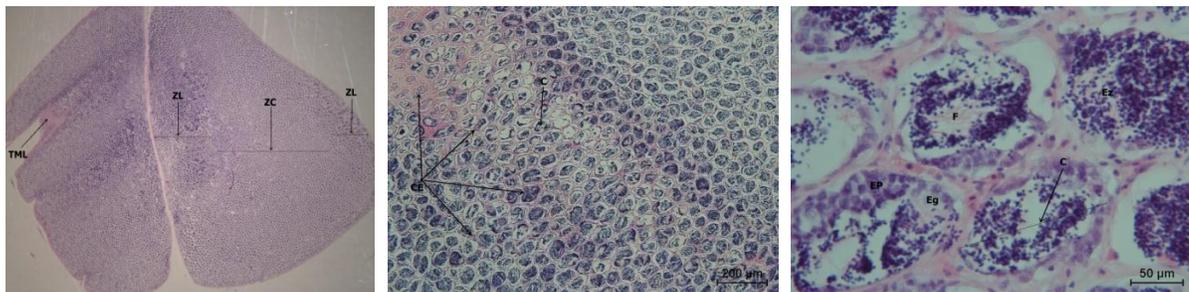


A.

B.

C.

Figura 108. Muestra cuatro de testículo en estado IV de *S. guachancho*. A. Panorámica, 10X. B. Zona lagunas, 10X. C. Cistos y estadios, 100X. TML: tejido muscular liso, ZC: zona cisto, ZL: zona laguna, L: laguna, C: cisto, ES: espermatoцитos secundarios, Ez: espermatozoides, CE: células espermáticas.

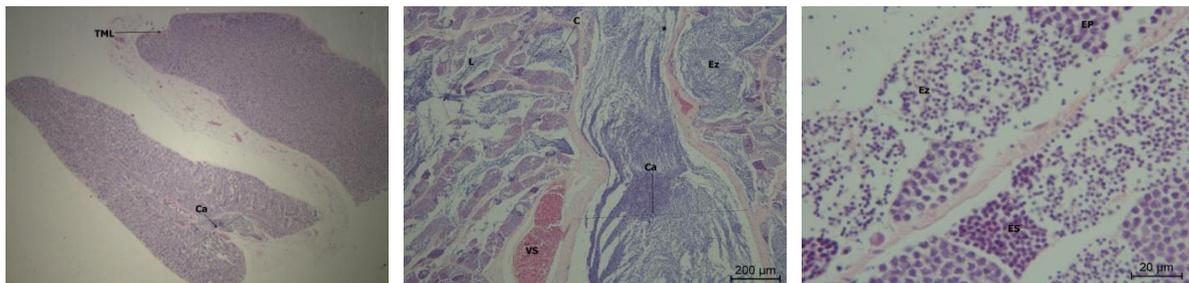


A.

B.

C.

Figura 109. Muestra cinco de testículo en estado IV de *S. guachancho*. A. Panorámica, 10X. B. Zona cistos, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, TML: tejido muscular liso, ZC: zona cisto, ZL: zona laguna, Eg: espermatoгония, EP: espermatoцитo primario, Ez: espermatozoides, F: flagelo, CE: células espermáticas.



A.

B.

C.

Figura 110. Muestra seis de testículo en estado IV de *S. guachancho*. A. Panorámica, 12.5X. B. Cistos, lagunas y canal, 10X. C. Estadios, 100X. C: cistos, L: laguna, TML: tejido muscular liso, Ca: canal, EP: espermatoцитos primario, ES: espermatoцитo secundario, Ez: espermatozoides, VS: vaso sanguíneo.

7.1.3. Familia Trichiuridae

7.1.3.1. *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758) – Sable

7.1.3.1.1. Hembras

Descripción histológica de los estados macroscópicos de ovarios y estadios de ovocitos

Las características de los ovocitos para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Estadio nucléolo cromatina inicial: célula pequeña con un tamaño promedio de $26.93 \pm 5.70 \mu\text{m}$, con núcleo mediano y poco citoplasma muy basófilo (Figura 111A).

Estadio nucléolo cromatina intermedio: el ovocito presenta un mayor tamaño, con un promedio de $34.50 \pm 3.78 \mu\text{m}$, el citoplasma no presenta una coloración homogénea pero continua siendo basófilo (Figura 111B).

Estadio nucléolo cromatina tardío: el ovocito más grande que el estadio anterior, con tamaño promedio de $48.11 \pm 5.48 \mu\text{m}$, citoplasma menos basófilo, presencia de una gran vacuola en el citoplasma, se observa nucléolos de tamaño homogéneo en el núcleo, los cuales están migrando hacia la periferia, el ovocito no está cubierto por ningún tejido (Figura 111C).

Estadio perinucleolar inicial: el ovocito sigue creciendo hasta alcanzar un tamaño promedio de $79.98 \pm 6.79 \mu\text{m}$, presenta un citoplasma con una coloración basófila mas clara, los nucléolos se ubican en la periferia del núcleo, no hay

diferencia de tamaño entre ellos, continua la presencia de la vacuola en el citoplasma, por lo que su coloración no es homogénea (Figura 112A).

Estadio perinucleolar intermedio: ovocito de mayor tamaño que el anterior, con un promedio de $115.30 \pm 11.05 \mu\text{m}$, citoplasma menos basofilo con respecto al estadio anterior y coloración homogénea, nucléolos en la periferia del núcleo, aparecen células planas alrededor (Figura 112B).

Estadio perinucleolar tardío: ovocito con un tamaño promedio de $177.43 \pm 13.44 \mu\text{m}$, citoplasma aun más claro, pero continua siendo basofilo, con presencia de nucléolos en la periferia del núcleo, alrededor del ovocito se encuentra una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 112C).

Estadio alveolo cortical inicial: el ovocito con un tamaño promedio de $220.15 \pm 9.14 \mu\text{m}$, presenta una coloración más clara en el citoplasma, el núcleo es grande y central, los nucléolos siguen estando en la periferia del núcleo y en el citoplasma hay presencia de un anillo de vacuolas que se observan como espacios blanquecinos, la zona pelucida se observa como una capa delgada de coloración rosada, seguida a esta la capa de tejido epitelial plano simple (Figura 113A).

Estadio alveolo cortical intermedio: el ovocito sigue su proceso de crecimiento, alcanzando un tamaño promedio de $260.93 \pm 9.14 \mu\text{m}$, se diferencia del estadio anterior por presentar una mayor concentración de las vesículas en todo el citoplasma, la coloración del citoplasma es más clara que en los estadios anteriores, varia la forma del núcleo, pero continua presentando nucléolos en su periferia, los cuales han disminuido de tamaño, la zona pelucida sigue su proceso de desarrollo, se observa más gruesa, seguido a esta se encuentra la capa de tejido epitelial plano (Figura 113B).

Estadio alveolo cortical tardío: el ovocito es una célula grande con un tamaño promedio de $284.98 \pm 9.32 \mu\text{m}$, en el citoplasma presenta una coloración clara, hay presencia de una mayor concentración de vesículas en la parte central, las cuales han aumentado su tamaño con respecto al estadio anterior, el núcleo no se observa, la zona pelucida sigue en proceso de maduración, observándose como una capa un poco más gruesa eosinófila, se encuentra rodeado por tejido epitelial plano simple (Figura 113C).

Estadio vitelogénesis inicial: ovocito es más maduro con un tamaño promedio de $410.66 \pm 33.92 \mu\text{m}$, presenta gránulos de vitelo pequeños eosinofilos en su citoplasma, acompañando a las vesículas, los cuales forman un anillo alrededor del núcleo, siguen manteniéndose la diferenciación de tamaños en las vesículas, con predominio de las grandes, el núcleo mediano y central, la zona pelucida se muestra más madura y su coloración continua siendo eosinófila, lo rodea una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 114A).

Estadio vitelogénesis intermedio: el ovocito se presenta como una célula desarrollada, con un tamaño promedio de $569.33 \pm 32.30 \mu\text{m}$, los gránulos de vitelo son grandes y se encuentran ocupando casi todo el citoplasma, las vesículas se concentran en todo el citoplasma y aumentan su tamaño con respecto al estadio anterior, el nucléolo se observa más pequeño, pero continua la presencia de nucléolos en su periferia, la zona pelucida está totalmente desarrollada, eosinófila, gruesa y estriada, seguida a esta se ubica la capa de tejido epitelial plano simple, la cual cubre al ovocito (Figura 114B).

Estadio vitelogénesis tardía: ovocito está completamente maduro, es el de mayor tamaño dentro del proceso de maduración, con un tamaño promedio de $645.53 \pm 30.53 \mu\text{m}$, listo para el desove, se caracteriza por presentar el citoplasma

completamente lleno de gránulos de vitelo grandes y muy eosinofilos, ya no es posible observar el núcleo, las vesículas son grandes y se encuentran por todo el citoplasma, la zona pelucida está completamente desarrollada y la rodea una capa de tejido epitelial plano simple (Figura 114C).

Ovocito atresico: es una célula que se ha pasado del tiempo de desove, se caracteriza por no tener una forma definida, el citoplasma, gránulos de vitelo y vesículas están siendo reabsorbidas (Figura 115A).

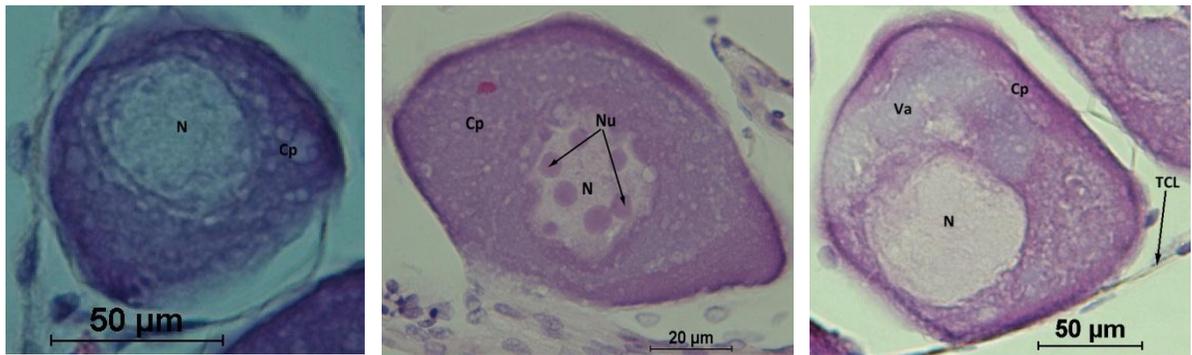


Figura 111. Estadio nucléolo cromatina en ovócitos de *T. lepturus*. A. Inicial, 40X. B. Intermedio, 40X. C. Tardío. 100X N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, TCL: Tejido conjuntivo laxo, Va: vacuola.

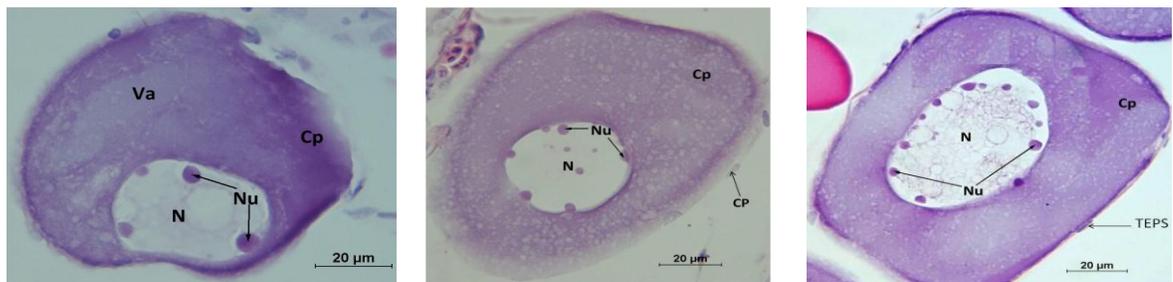


Figura 112. Estadio perinucleolar en ovócitos de *T. lepturus*. A. Inicial, 100X B. Intermedio, 100X. C. Tardío, 100X. Va: vacuola, N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, CP: células planas, TEPS: tejido epitelial plano simple.

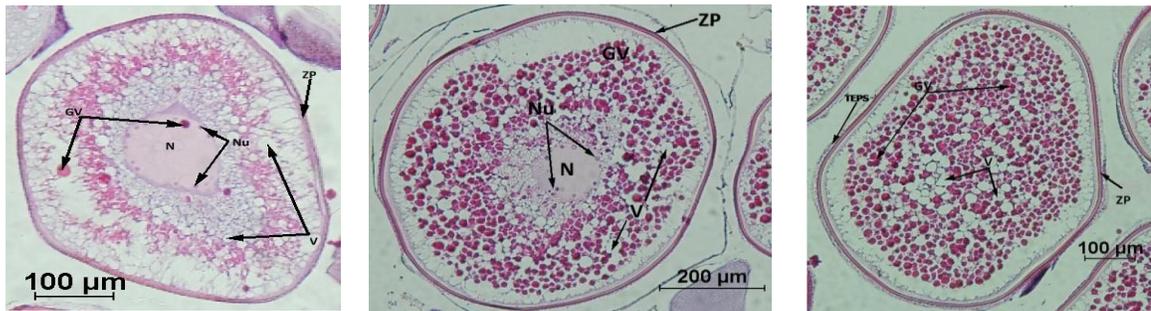


A.

B.

C.

Figura 113. Estadio alveolo cortical en ovocitos de *T. lepturus*. A. Inicial, 40X. B. Intermedio, 40X. C. Tardío, 40X. N: núcleo, Nu: nucléolos, V: vesículas, ZP: zona pelucida, TEPS: tejido epitelial plano simple, TCL: tejido conjuntivo laxo.

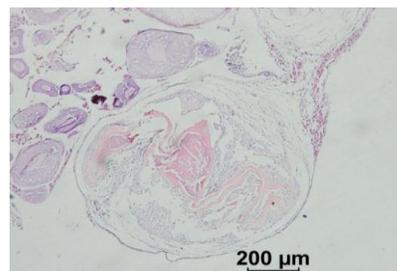


A.

B.

C.

Figura 114. Estadio vitelogénesis en ovocitos de *T. lepturus*. A. Inicial, 40X. B. Intermedio, 40X. C. Tardío, 40X. N: núcleo, Nu: nucléolos, Cp: citoplasma, V: vesículas, TEPS: tejido epitelial plano simple, GV: gránulos de vitelo, ZP: zona pelucida.

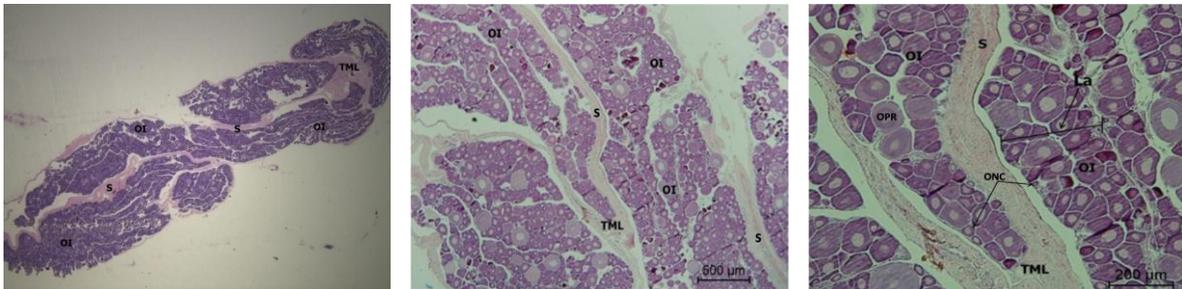


A.

Figura 115. A. Ovocito atresico de *T. lepturus*, 10X.

HEMERA EN ESTADO II

Se observaron dos muestras de *T. lepturus* en estado II (Figura 116A y 117A), el ovario en este estado, presenta una capa delgada de tejido muscular liso, el cual se invagina hacia la parte central de esta formando septos que dividen a la gónada en sectores (Figura 116B y 117B), sin mostrar diferencias entre estos, en corte longitudinal se observa una organización lamelar, dentro de estas se encuentra de cuatro a seis filas de ovocitos a lo ancho, sin ningún tejido que las divida, en la parte central se ubican los ovocitos en estadios perinucleolares y los más pequeños se ubican hacia la periferia de estas (núcleo cromatina) (Figura 116C y 117B), las lamelas se organizan paralelamente respecto al tejido muscular. Las dos muestras observadas presentan las mismas características morfológicas que conforman la gónada.

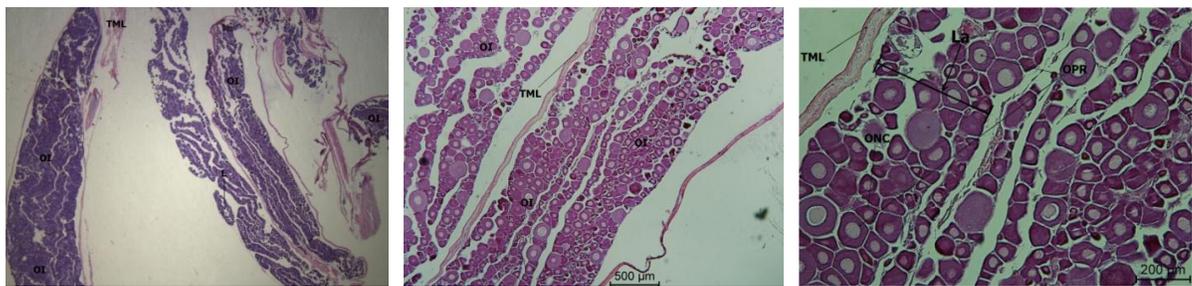


A.

B.

C.

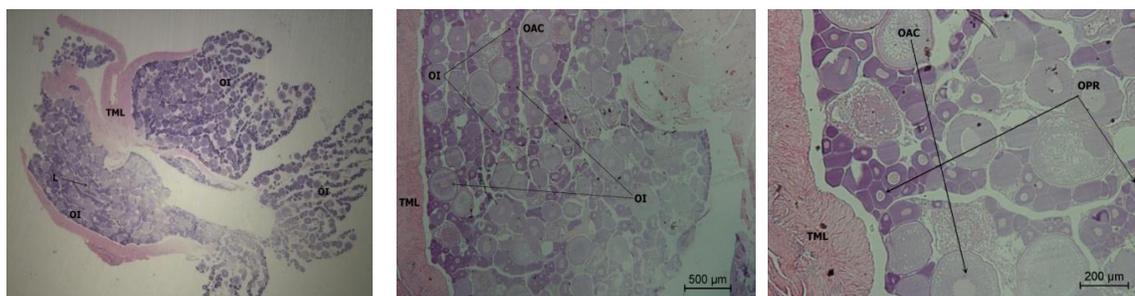
Figura 116. Muestra uno de ovario en estado II de *T. lepturus*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Septos, 4X. C. Estadios y lamela, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, S: septo.



A. **B.** **C.**
Figura 117. Muestra dos de ovario en estado II de *T. lepturus*. A. Panorámica corte longitudinal, 8X. B. Tejido muscular liso, 4X. C. Estadios, 10X. L: lamela, TML: tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, ONC: ovocito nucléolo cromatina, OPR: ovocito perinucleolar.

HEMBRA EN ESTADO III

Se observaron siete muestras de *T. lepturus* en el estado III (Figura 118A, 119A, 120A, 121A, 122A, 123A y 124A), el ovario presenta una capa de tejido muscular liso más delgada, respecto al estado anterior (Figura 118B, 119B, 120B, 121B, 122B, 123B y 124B), continua la presencia de septos, aunque se observan solo en las muestras tres y cinco (Figura 120 y 122) respectivamente, los cuales no dividen a la gonada en zonas, dentro de la gonada se observan los ovocitos inmaduros en diferentes estadios de desarrollo gonadal como nucléolo cromatina en menor proporción, perinucleolares y alveolo corticales (Figura 118C, 119C, 120C, 121c, 122C, 123C y 124C), siendo estos últimos los que le dan el estado a la gónada, estas células se encuentran organizados en lamelas, dentro de estas los ovocitos se organizan en filas de tres células a lo ancho, ubicándose en la parte central el estadio alveolo cortical, y hacia la periferia de esto los nucléolo cromatino y perinucleolares, la distribución de las lamelas dentro de la gónada es irregular. Aunque las seis muestras no presentan diferencias en su conformación morfológica.

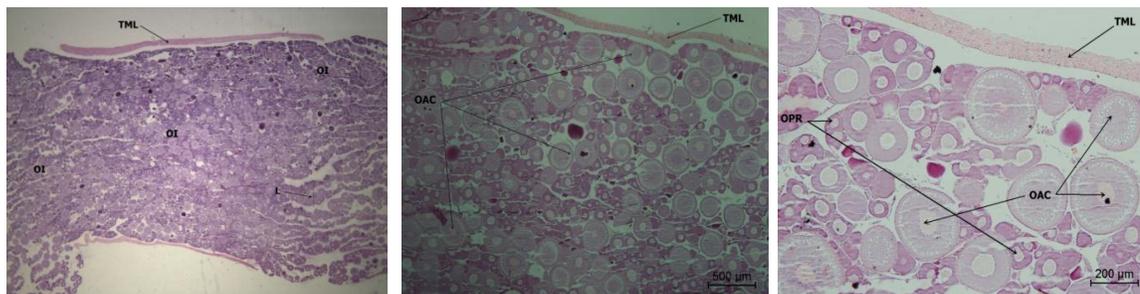


A.

B.

C.

Figura 118. Muestra uno de ovario en estado III de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Tejido muscular y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OPR: ovocito perinucleolar.

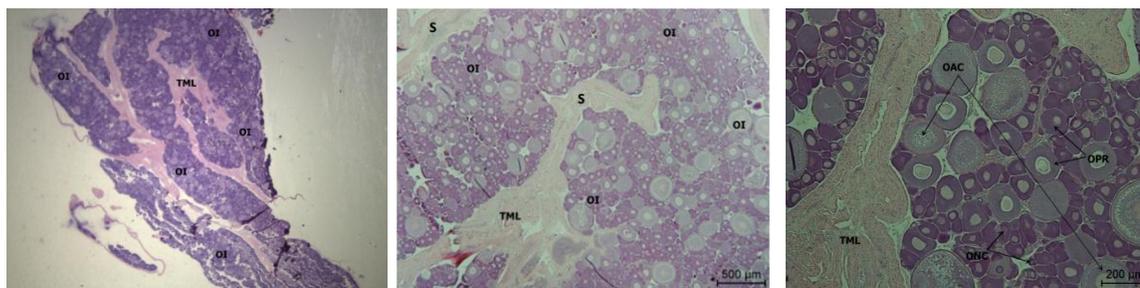


A.

B.

C.

Figura 119. Muestra dos de ovario en estado III de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Tejido muscular liso y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OPR: ovocito perinucleolar.

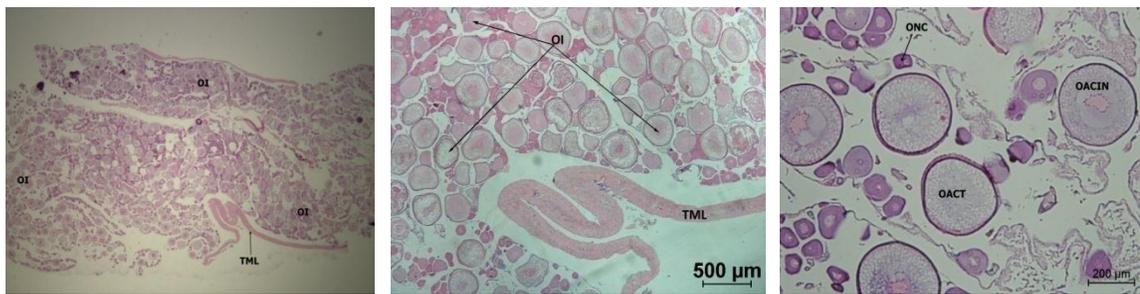


A.

B.

C.

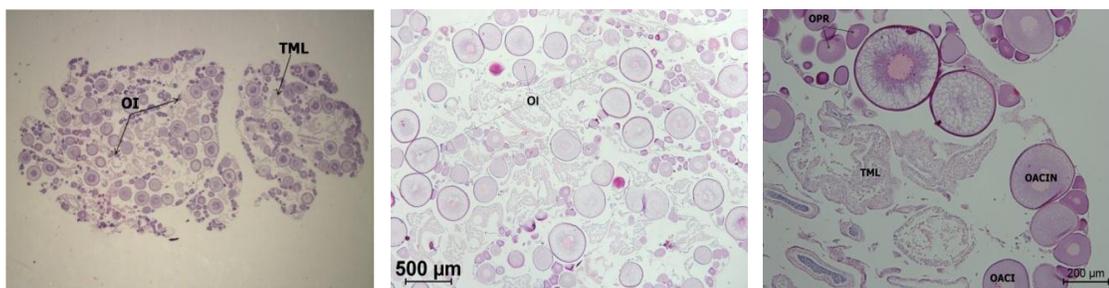
Figura 120. Muestra tres de ovario en estado III de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Septos y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OPR: ovocito perinucleolar, ONC: ovocito nucléolo cromatina.



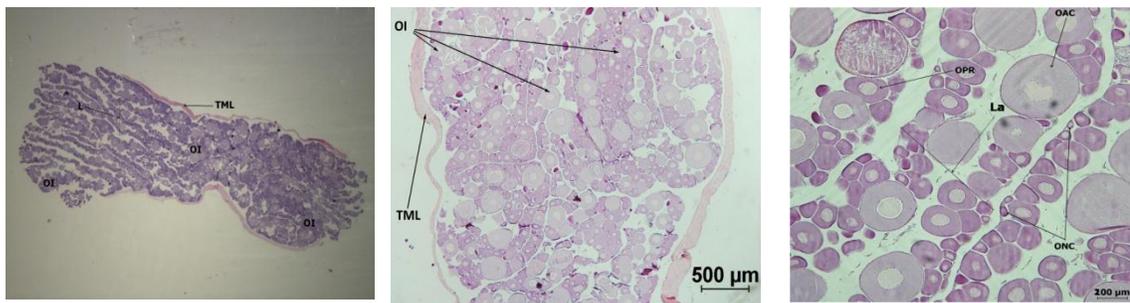
A. **B.** **C.**
Figura 121. Muestra cuatro de ovario en estado III de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Tejido muscular y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OACIN: ovocito alveolo cortical intermedio, OACT: ovocito alveolo cortical tardío, ONC: ovocito nucléolo cromatina.



A. **B.** **C.**
Figura 122. Muestra cinco de ovario en estado III de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 10X. B. Ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OPR: ovocito perinucleolar.



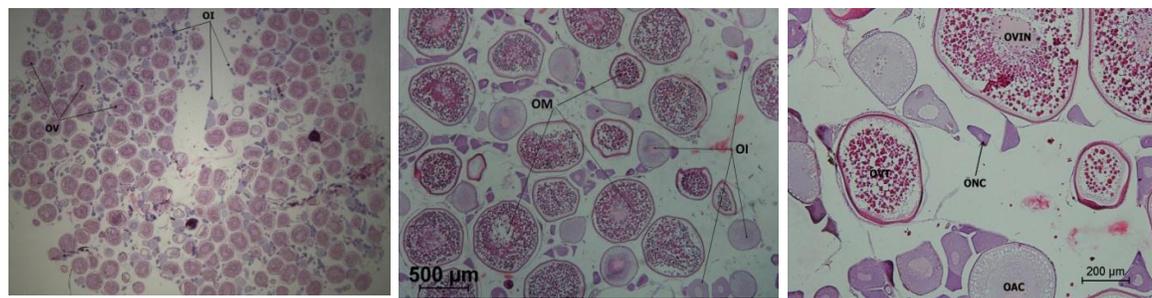
A. **B.** **C.**
Figura 123. Muestra seis de ovario en estado III de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 12.5X. B. Ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OPR: ovocito perinucleolar, OACIN: ovocito alveolo cortical intermedio, OACT: ovocito alveolo cortical tardío.



A. **B.** **C.**
Figura 124. Muestra siete de ovario en estado III de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Tejido muscular y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: tejido muscular liso, OI: ovócito inmaduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OPR: ovocito perinucleolar, ONC: ovocito nucléolo cromatina.

HEMBRA EN ESTADO IV

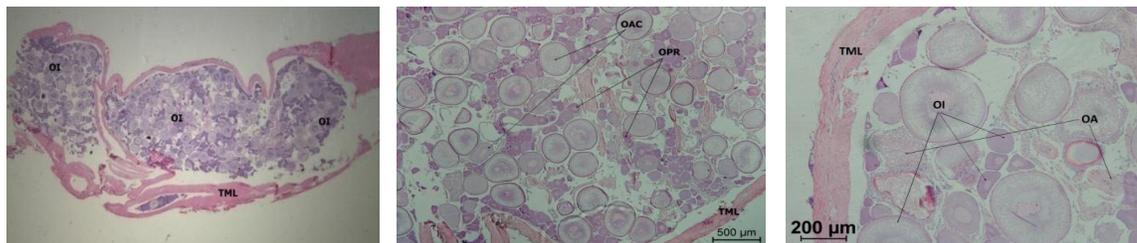
El ovario en estado IV, es una gónada madura (Figura 125A), en la que se observa una menor cantidad de tejido muscular liso, respecto al estado anterior, sea perdido la organización lamelar (Figura 125B), en esta se encuentran ovocitos en estadio nucléolo cromatina, estadio perinucleolar, estadio alvéolo cortical y estadio vitelogenico, estas células se encuentran distribuidas en toda la gónada, sin tener una ubicación exacta (Figura 125C), predomina los estadios vitelogenicos por su gran tamaño.



A. **B.** **C.**
Figura 125. Muestra uno de ovario en estado IV de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alveolo cortical, OVIN: ovocito vitelogénesis intermedia, OVT: ovocito vitelogénesis tardía.

HEMBRA EN ESTADO V

Se observaron tres muestras en el estado V (Figura 126A, 127A y 128A), el ovario en este estado, es una gónada en la que ya ha ocurrido el desove, se encuentra cubierto por una capa mas gruesa de tejido muscular liso (Figura 126B, 127B y 128B), con respecto al los estados anteriores, la organización lamelar se ha perdido por completo, las células se encuentran esparcidas por toda la gónada con muchos espacios entre ovocito y ovocito, la gónada está conformada por unas pocas células en estadio alvéolo cortical y estadio vitelogenico, estos últimos en proceso de reabsorción (ovocito atresico) (Figura 126C, 127C y 128C). Las tres muestras observadas presentan las mismas características morfológicas.

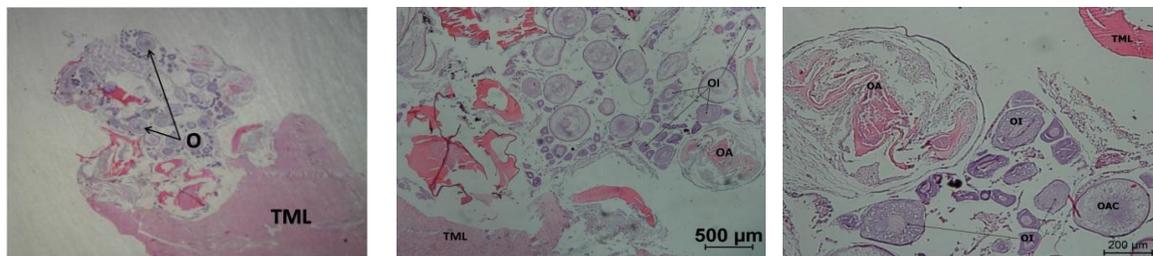


A.

B.

C.

Figura 126. Muestra uno de ovario en estado V de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Tejido muscular y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: Tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OAC: ovocito alveolo cortica, OPR: ovocito perinucleolar, OA: ovocito Atresico.

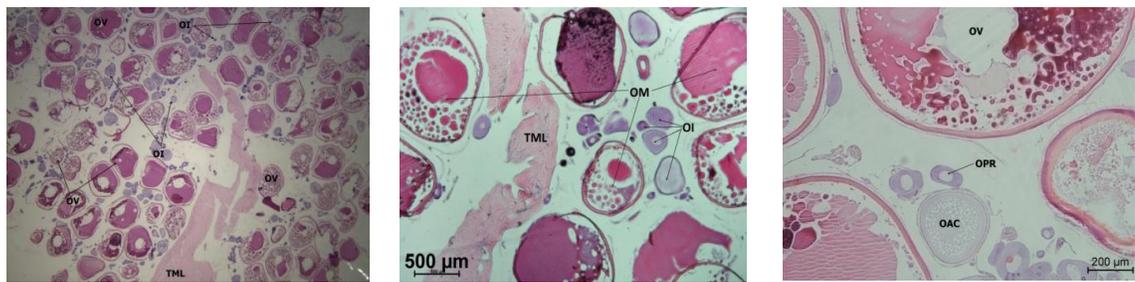


A.

B.

C.

Figura 127. Muestra dos de ovario en estado V de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 12.5X. B. Tejido muscular y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: Tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OAC: ovocito alveolo cortica, OA: ovocito Atresico.



A.

B.

C.

Figura 128. Muestra tres de ovario en estado V de *T. lepturus*. A. Panorámica corte transversal, 8X. B. Tejido muscular y ovocitos, 4X. C. Estadios, 10X. TML: Tejido muscular liso, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro, OAC: ovocito alveolo cortica, OPR: ovocito perinucleolar, OV: ovocito vitelogenetico, OA: ovocito atresico.

7.1.3.1.2. Machos

Descripción histológica de los estados macroscópicos de testículos y estados de células espermáticas

Las características de las células sexuales masculinas para cada estadio en esta especie son las siguientes:

Celulas de Sertoli: célula grande con un tamaño promedio de $9.03 \pm 0.68 \mu\text{m}$, que ayudan al proceso de maduración espermática, presentan un citoplasma muy transparente, núcleo eosinofilo, son muy escasas y se encuentran en los cistos (Figura 129A).

Espermatogonias: son las células mas grandes dentro de este proceso maduración, con un tamaño promedio de $6.93 \pm 0.79 \mu\text{m}$, citoplasma eosinofilo, con núcleo basofilo, se localizan en pequeños grupos y dentro de todo el desarrollo son las más escasas (Figura 129B).

Espermatocitos primarios: células medianas con un tamaño promedio de $5 \pm 0.45 \mu\text{m}$, con forma redonda, cromatina reticulada y basofila, se encuentran en grupos y en mayor cantidad que las anteriores, en la periferia de los cistos (Figura 129C).

Espermatocitos secundarios: células con un tamaño promedio de $3.60 \pm 0.29 \mu\text{m}$, redondeadas, con la cromatina más condensada, de coloración basofila, se encuentran en grupos medianos, en la periferia del cisto (Figura 130A).

Espermatides: células pequeñas, con un tamaño promedio de $2.40 \pm 0.24 \mu\text{m}$, pero su número aumenta, en gónadas maduras, de coloración basófilo y sin una forma definida (Figura 130B).

Espermatozoides: células más pequeñas dentro del proceso de maduración, presentan un tamaño promedio de $1.64 \pm 0.19 \mu\text{m}$, se divide en dos partes, la primera es la cabeza de forma redonda basofila, la segunda es un flagelo muy delgado largo eosinofilo, se observan en mayor proporción que el resto de los estadios en las gónadas maduras y en la parte central de los cistos, laguna o canal (Figura 130C).

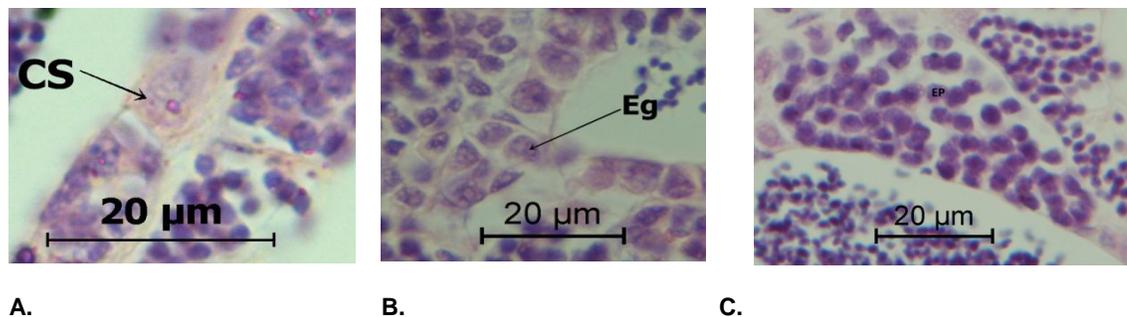


Figura 129. Espermatocitos inmaduros de *T. lepturus*. A. Células de Sertoli (CS), 100x. B. Espermatogonias (Eg), 100x. C. Espermatocitos primarios (EP), 100x.

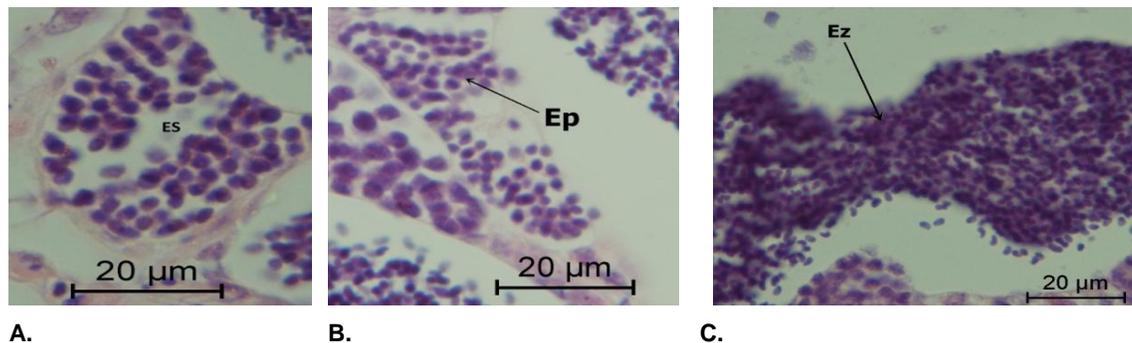
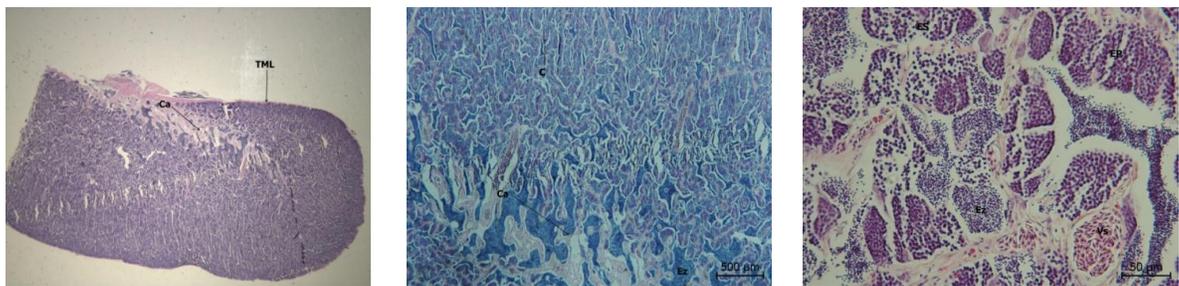


Figura 130. Espermatoцитos maduros de *T. lepturus*. A. Espermatoцитos secundarios (ES), 100X. B. Espermatoцитos (Ep), 100X. C. Espermatoцитos (Ez), 100X.

MACHO EN ESTADO IV

Se trabajaron tres muestras, que se encontraron en estado IV (Figura 131A, 132A y 133A). La gónada en este estado presenta una capa muy delgada de tejido muscular liso y tres zonas bien diferenciadas, en la primera zona se encuentran cistos rodeados de tejido conjuntivo laxo, donde se lleva a cabo la maduración de las células espermáticas (espermatoгонias, espermatoцитo primario y secundario, espermatoцитo y espermatoцитos) y se ubica hacia la parte más externa de la gónada, seguida a esta se localiza la segunda zona determinada por la presencia de tejido conjuntivo laxo en menor cantidad que la zona anterior y en este se observan inmersas las lagunas, las cuales son el producto de la fusión de cistos, seguida a esta se encuentra la tercera zona caracterizada por tener abundante tejido muscular liso, formando el canal espermático (Figura 131B, 132B y 133B), en los cistos se pueden encontrar todos los estadios, o solo algunos, a medida que se acercan a las lagunas (Figura 131C, 132C y 133C), hasta encontrarse cistos con solo espermatoцитos, cerca o formando las lagunas. Las tres muestras trabajadas presentan las mismas características morfológicas que componen la gónada.

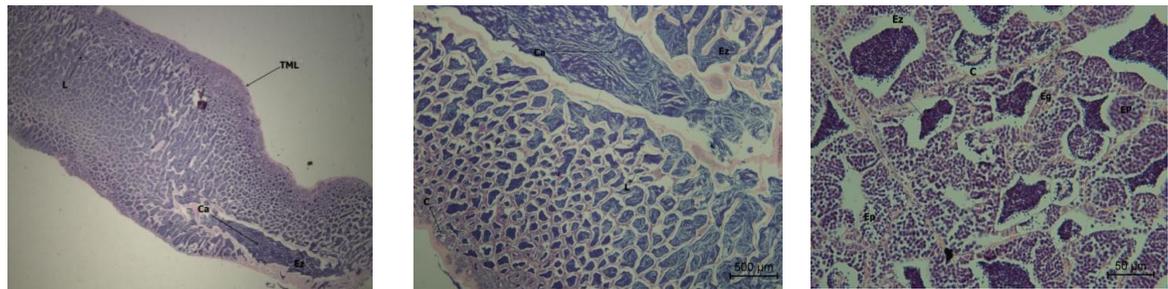


A.

B.

C.

Figura 131. Muestra uno de testículo en estado IV de *T. lepturus*. A. Panorámica Corte longitudinal, 8X. B. Canal, 10x. C. Cisto y Estadios, 40x. C: cistos, TML: tejido muscular liso, Ca: canal, L: laguna, EP: espermatozoides primarios, ES: espermatozoides secundarios, Ez: espermatozoides, Vs: vaso sanguíneo.

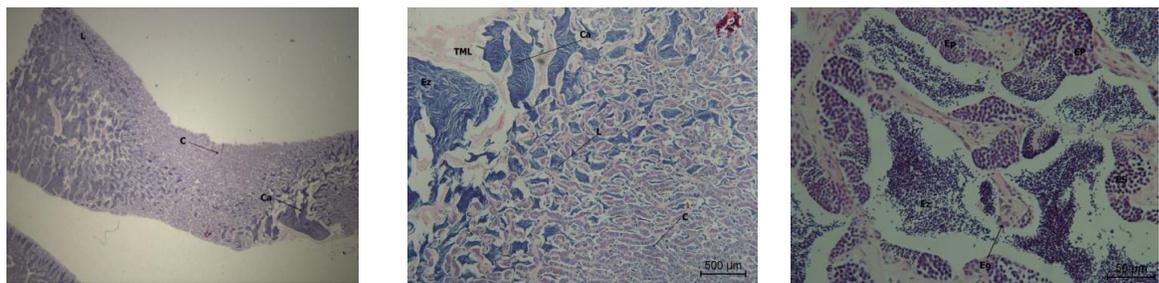


A.

B.

C.

Figura 132. Muestra dos de testículo en estado IV de *T. lepturus*. A. Panorámica Corte longitudinal, 8X. B. Canal y lagunas, 10x. C. Cisto y estadios, 40x. C: cistos, TML: tejido muscular liso, Ca: canal, L: laguna, EP: espermatozoides primarios, Ez: espermatozoides.



A.

B.

C.

Figura 133. Muestra tres de testículo en estado IV de *T. lepturus*. A. Panorámica Corte longitudinal, 8X. B. Canal, 10x. C. Cisto y estadios, 40x. C: cistos, TML: tejido muscular liso, Ca: canal, L: laguna, Eg: espermatozoides, EP: espermatozoides primarios, ES: espermatozoides secundarios, Ez: espermatozoides.

7.2. Escala de Madurez Sexual

Tabla 4. Escala de madurez sexual microscópica de los estados gonadales tanto de hembras y machos en peces de la familias Lutjanidae, Sphyraenidae y Trichiuridae.

ESTADO	DESCRIPCIÓN	
	HEMBRAS	MACHOS
I (Inmaduro)	Pared de tejido muscular liso, dentro se observa ovocitos inmaduros en estadio nucléolo cromatina, presenta organización lamelar, dentro de las lamelas los ovocitos se organizan en filas de cuatro células a lo ancho, en un corte transversal se presenta paralelas a la capa de tejido muscular.	No se encontraron muestras
II (Inmaduro-Recuperando)	Pared de tejido muscular liso, un poco más gruesa que el estado anterior, presenta ovocitos inmaduros en estadio nucléolo cromatina y perinucleolar, se observan entradas del tejido muscular liso, pero no septos que dividan la gónada (excepto <i>L. analis</i>). Existe organización lamelar, sin ningún tejido entre ellas, dentro los ovocitos se organizan en filas de cuatro células a lo ancho.	Posee una pared delgada de tejido muscular liso, presenta cistos rodeados por tejido conjuntivo laxo, donde se realiza el proceso de maduración de las células espermáticas, dentro de estos se encuentra los estadios de desarrollo espermatogonias, espermaticitos primarios, secundarios y espermaticides.
III (Madurando)	Pared de tejido muscular liso más gruesa que el estado anterior, dentro de esta se observan ovocitos inmaduros en estadios nucléolo cromatina, perinucleolares y alveolo corticales, estos ovocitos se encuentran empaquetados en lamelas, aunque dentro de estas no hay una organización determinada, la distribución lamelar dentro del ovario es irregular, en las especies <i>L. mahogoni</i> y <i>S. guachancho</i> se presentan septos.	Pared de tejido muscular liso más delgada que el estado anterior, se divide en dos zonas, la primera de cistos en donde se lleva a cabo el proceso de maduración de las células espermáticas, dentro de estos se encuentra los estadios de desarrollo espermatogonias, espermaticitos primarios, secundarios, espermaticides y espermatozoides, se ubican en la parte más externa de la gónada y la zona de lagunas con solo de espermatozoides, rodeados por capas delgadas de tejido conjuntivo laxo, ubicadas hacia la parte interna de la gónada.
IV (Maduro)	Es una gónada madura, con menor cantidad de tejido muscular liso conformando la pared, respecto al estado anterior, se pierde la organización lamelar, se encuentran ovocitos en estadio nucléolo cromatina, perinucleolar, alvéolo cortical y vitelogénico, estas células se encuentran distribuidas en toda la gónada, sin tener una ubicación exacta, predomina los estadios vitelogénicos por su gran tamaño.	Pared de tejido muscular liso más delgada que el estado anterior, presenta tres zonas bien diferenciadas, la primera zona se caracteriza por tener cistos con células en proceso de maduración y es la más externa, seguida a este se ubica la zona lagunas llenas de espermatozoides en su parte central, están dirigidas hacia el canal central, siendo esta la tercera zona, esta se encuentra formado por abundante tejido muscular liso, en el centro se observa espermatozoides, ubicandose en la parte central de la gónada, en este estado se encuentran todos los estadios (espermatogonias, espermaticitos primarios y secundarios, espermaticides y espermatozoides), en mayor cantidad estos últimos.

V (Desove)	El ovario, es una gónada en la que ya ha ocurrido el desove, pared muy delgada de tejido muscular liso, respecto al estado anterior, se pierde la organización lamelar por completo, los ovocitos se encuentran por toda la gónada con muchos espacios entre ellos, el ovario está conformado por pocas células en estadio perinucleolar, alvéolo cortical y vitelogénico, estos últimos en proceso de reabsorción (ovocito atresico) en la especie <i>T. lepturus</i> .	Pared más delgada de tejido muscular liso, que el estadio anterior, continúan las tres zonas bien definidas, pero disminuye la cantidad de tejido y espermatozoides presente tanto en el canal como en las lagunas, los citos se observan con menor proporción de células espermáticas, en estadios desde espermatogonias hasta espermatozoides.
-------------------	--	--

* El nombre de los estados se tomaron de acuerdo a la escala macroscópica dada por Holden y Raitt (1975).

7.3. Confirmación estados gonadales macroscópicos a nivel microscópicos

Tabla 5. Porcentaje de reclasificación de los estados gonadales macroscópicos, según características microscópicas para las cinco especies trabajadas.

Especie	Total Muestras (%)	Muestras (%)			Recalcificación (%)			
		Hembras	Machos	Ind	Hembras		Machos	
					Bien	Mal	Bien	Mal
<i>Lutjanus analis</i>	21,7	45	50	5	0	45	0	55
<i>Lutjanus mahogoni</i>	15,2	28,6	64,3	7,1	21,4	14	0	64,3
<i>Lutjanus synagris</i>	23,9	36,4	63,6	0	18,2	18	4,55	59,1
<i>Sphyraena guachancho</i>	22,8	61,9	28,6	9,5	38,1	24	9,52	19
<i>Trichiurus lepturus</i>	16,3	46,7	33,3	20	13,3	33	13,3	20
Total (%)	100	44,6	47,8	7,6	18,5	27,2	5,4	43,5

En la Tabla 5 se observa el porcentaje de muestras analizadas para las especies *L. synagris*, *L. analis*, *L. mahogoni*, *S. guachancho* y *T. lepturus*, respecto a las muestras estudiadas el 23.9% corresponde a la especie *L. synagris*, 22.8% a *S. guachancho*, el 21.7% a *L. analis*, el 16.3% a *T. lepturus* y el 15.2% para *L. mahogoni* (Figura 134), en donde el 44.6% muestras analizadas (Anexo F) corresponde a hembras, el 47.8% a machos y el 7.6% a gónadas indiferenciadas. Las especies *L. mahogoni* (64.3%), *L. synagris* (63.6%) y *L. analis* (55%)

presentaron una mayor proporción de machos con respecto a hembras, caso contrario ocurrió con *S. guachancho* (45%) y *T. lepturus* (46.7%) donde el porcentaje de hembras fue mayor al porcentaje de machos (Figura 135).

Para el porcentaje de muestras bien o mal clasificadas tanto en hembras como en machos en cada una de las especies, *L. analis* presenta un 50% y 45% de gonadas de machos y hembras mal clasificadas (dentro del 21.7% de las muestras que le corresponden a esta especie), es decir el 100% de las muestras trabajadas en esta especie no correspondía a la clasificación macroscópica con el estado a nivel microscópico, clasificándose a nivel macroscópico la mayoría como gonadas inmaduras y reclasificándose a nivel microscópico como gonadas maduras en el caso de los machos, un ejemplo específico es que gonadas en estado I se reclasificaron como gonadas en estado V, en hembras uno de los ovarios venía en estado V y se reclasificó en estado I (Anexo E), mientras que para las hembras de la especie *L. synagris* se presentó un mismo porcentaje de ovarios bien y mal clasificados siendo este de 18% (dentro del 23.9% de las muestras analizadas), pues gónadas que se clasificaron como inmaduras continuaron en estos estados, ejemplo un ovario en estado I, paso a ser un ovario en estado II (Anexo E), por el contrario en los machos se observó un 59.1% de testículos mal clasificados y solo un 4.55% bien clasificados, aunque aquí se presenta un mayor error pues gónadas que venían determinadas como machos terminaron identificándose como gónadas de hembras (Anexo E), este mismo caso ocurrió para *L. mahogoni* el cual presentó un total de 64.3% en machos mal clasificados, con tres muestras que se clasificaron como hembras, en cuanto a las especies *S. guachancho* y *T. lepturus*, presentaron el menor porcentaje de mal clasificadas en machos, siendo de 19% y 20%, respectivamente, en *S. guachancho* se observó un 38.51% en hembras de muestras bien clasificadas, indicando que es la especie que presenta un mayor porcentaje de aciertos en los estados (Figura 136).

Dentro de las muestras se observaron gónadas indiferenciadas para las especies *L. analis*, *L. mahogoni*, *S. guachancho* y *T. lepturus* con un porcentaje del 5%, 7.1%, 9.5% y 20%, respectivamente, la muestra de *L. analis* corresponde a un macho en estado V, la de *L. mahogoni* a una hembra en estado I, las dos gónadas de *S. guachancho* terminaron reclasificándose una como macho en estado IV y la otra como hembra en estado III, mientras que las tres gónadas de *T. lepturus* se reclasificaron como hembras dos de las muestras en estado II y una en estado III (Anexo E).

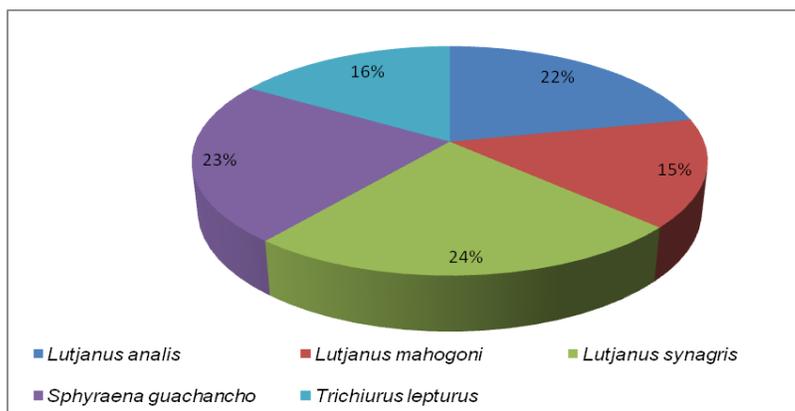


Figura 134. Porcentaje de muestras procesadas para cada una de las especies estudiadas.

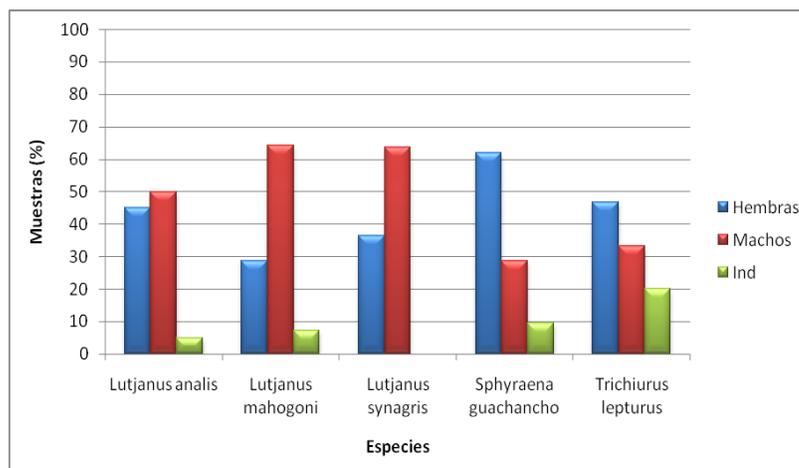


Figura 135. Porcentaje de muestras correspondientes a hembras y a machos para cada una de las especies trabajadas.

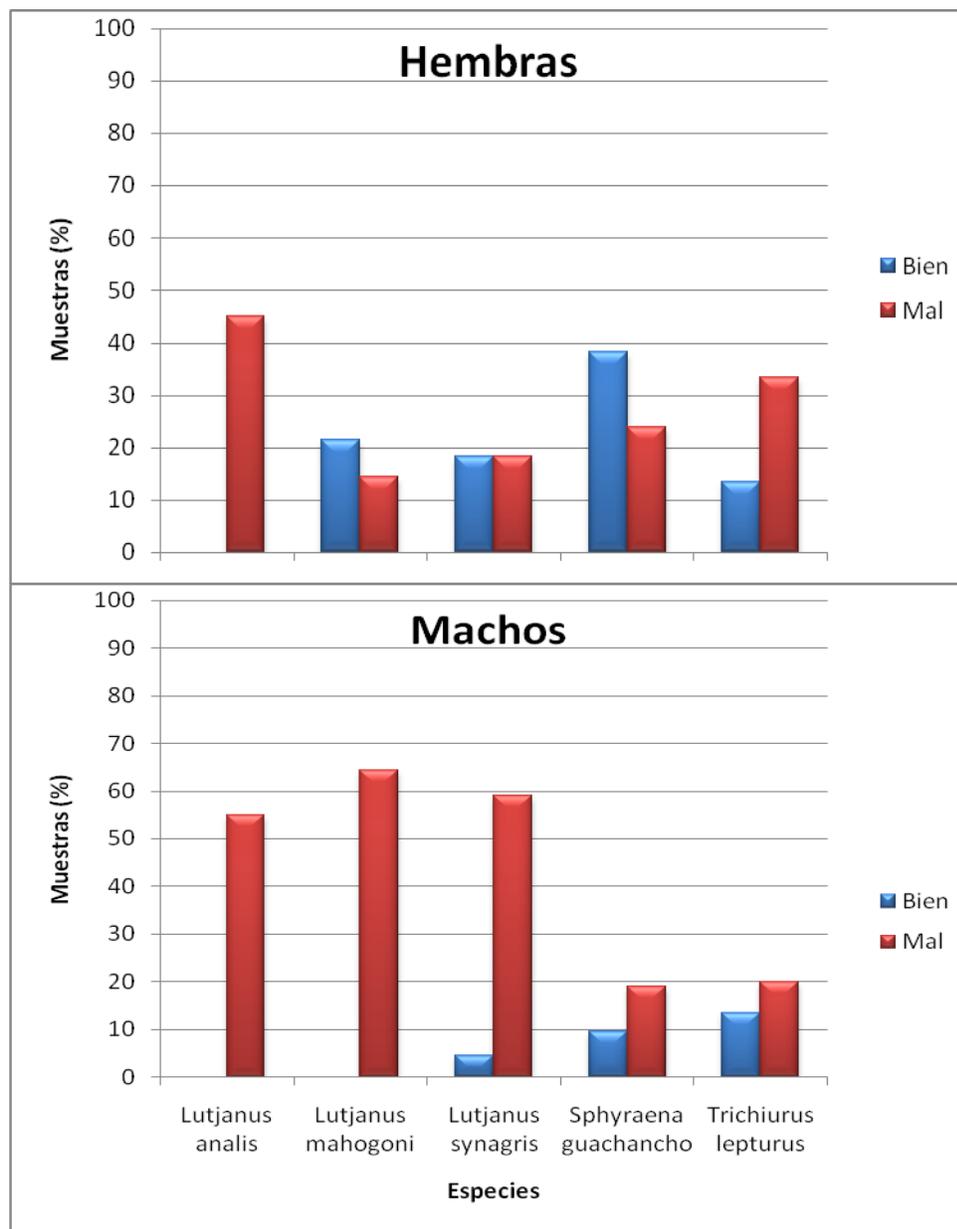


Figura 136. Porcentaje de muestras bien o mal clasificadas microscópicamente para hembras y machos de las especies trabajadas.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1. Características de las Gónadas

8.1.1. Hembras

En general los ovarios en todos los estados descritos, presentan la misma conformación estructural: una pared de tejido muscular liso que a medida que madura va engrosándose, pero en el estado V pierde su grosor y vuelve a ser delgada, dicho tejido ingresa a la gónada formando septos que dividen la gonada, esto se evidencio en las especies *Lutjanus analis* desde el estado I hasta el IV, *Trichiurus lepturus* en el estado II y III, mientras que *Lutjanus mahogoni* y *Sphyaena guachancho* solo presentaron los septos en el estado III, teniendo en cuenta que estos dividen el ovario en zonas, pero estas no muestran ninguna diferencia en su conformación, por lo general los ovocitos se agrupan en lamelas en los estados inmaduros (I, II y III), pero en los estados IV (maduro) y V (desovado) se pierde la organización lamelar y se observan espacios entre los ovocitos en este ultimo estado.

Según Barbieri & Barbieri (1985), a cada estado de maduración le corresponden ovocitos en diferentes estadios de desarrollo, presentes en distintas proporciones, lo cual se pudo constatar en este estudio, puesto que en el estado I se observo solo el estadio nucléolo cromatina, en el estado II nucléolo cromatina y perinucleolar, en el III nucléolo cromatina, perinucleolar y alveolo cortical, los estados IV y V se presentan los mismos estadios mencionados anteriormente mas el estadio vitelogénesis, La aparición de estadios inmaduros a lo largo de todo el desarrollo gonadal fue total exceptuando el estadio alveolo cortical (en maduración), en general todos los ovarios presentaron ovocitos en estadio

nucléolo cromatina, mostrando que ninguna de las cinco especies trabajadas en este estudio presenta una maduración total de sus ovocitos.

Sin embargo existen diferencias entre las especies del genero Lutjanus, entre *L. synagris*, *L. analis* y *L. mahogoni*, la diferencia más grande es la conformación de las lamelas, aunque las especies del genero Lutjanus trabajadas, presentaron ovocitos agrupados en lamelas aquellos individuos de *L. synagris* presenta lamelas muy bien definidas desde el estado I hasta el III, *L. mahogoni* desde el estado II hasta el III, mientras que en los individuos de *L. analis* son muy difícil definir las. Dentro de este género también existen diferencias en cuanto a la presencia de septos, *L. synagris* no presenta septos mientras que *L. analis* (estado III hasta IV) y *L. mahogoni* (estado II hasta IV) presentan septos gruesos que atraviesan de lado a lado el ovario, este tejido va aumentando de grosor a medida que se va adentrando, pero no marca ninguna diferencia dentro de la gónada.

Y el genero anteriormente nombrado, con respecto a los géneros *Trichurus* y *Sphyrna*, presenta diferencias en cuanto al grosor de la pared, presencia o ausencia de septos y la disposición de las lamelas, ya que tanto *S. guachancho* y *T. lepturus* presentan una pared de tejido muscular liso un poco más delgada con respecto a las especies del genero *Lutjanus*, presentan septos.

En cuanto a la organización lamelar y la cantidad de ovocitos que conforman las lamelas, las cinco especies trabajadas presenta la misma conformación, la cual presentan cuatro filas de células separadas por un tejido conjuntivo laxo, en general los ovocitos que se encuentran ubicados en la parte central de las lamelas son los estadios mas inmaduros y en la parte externa los más desarrollados, dependiendo del estado en que se encuentre la gónada, dicha organización se empieza a perder en estados maduros (IV y V), aunque en las especies del genero

Lutjanus en el estado IV se encontraron los ovocitos empaquetados en lamelas, pero dentro de estas ya no hay una distribución.

Según Vazzoler (1996), el tipo de desove en los peces iteroparos depende de los estadios que se encuentren en cada uno de los estados, es decir que dichas especies pueden presentar un tipo de desove sincrónico en un grupo, en dos grupos y en mas de dos grupos o asincrónico, y aunque no se puede determinar que tipo de desove se presenta en las hembras de estas cinco especies, los ovarios contienen al menos dos grupos de ovocitos en estados de desarrollo diferentes, lo que se pudo observar en gónadas maduras (estados IV y V), las cuales presentan ovocitos inmaduros en estadio nucléolo cromatina y perinucleolar, con ausencia de los alveolos corticales, indicando posiblemente que posterior al desove los ovocitos inmaduros en pesaran el proceso de maduración.

8.1.2. Machos

Estructuralmente las gónadas de los machos presentan las mismas características en todas las cinco especies *L. synagris*, *L. analis*, *L. mahogoni*, *S. guachancho* y *T. lepturus*, una capa muy delgada de tejido muscular liso, dentro de este células espermáticas agrupadas en cistos (primera zona) en el estado I, los cuales se fusionan para formar lagunas (segunda zona) en los estado II y III, posteriormente aparece un canal central (tercera zona) en los estado IV y V, estos dos últimos estados se diferencian por la cantidad de tejido muscular liso que conforma el canal, la zona de cistos, la cual se observa mas flácida y la mayor cantidad de lagunas en el estado V.

En cuanto a la conformación de los cistos depende del estado en el que se encuentra el testículo y de que tan cerca estén a la zona de las lagunas, a medida

que la gónada madura se observa que en el cisto se presentan más estadios de células espermáticas, es decir que en el estado II solo se muestran cistos con células espermáticas inmaduras (espermatogonia, espermatocitos primarios y secundarios) y desde el estado III hasta el V se hayan cistos con espermatogonias hasta espermatozoides, pero las cantidades y los estadios variaran a medida que estos se acercan a las lagunas, por ejemplo los cistos que se localizan cerca a la pared solo presentan espermatogonias y espermatocitos, los que siguen presentan los mismos estadios mas espermatides y así hasta llegar a los que están mas cerca a las lagunas lo cuales se caracterizan por mostrar menor cantidad de células espermáticas inmaduras y mayor cantidad de espermatozoides en la parte central, algunos de estos cistos se fusionan y forman las lagunas.

No se pudo determinar las características del estado I, ya que no fue posible encontrar individuos en este estado a lo largo de todo el muestreo, los pocos individuos que se encontraron en estado II no presentan diferencias en cuanto a la conformación, en este estado se observan cistos con células de sertoli y espermáticas en proceso de maduración, no se encuentran espermatozoides, este estado solo se describió para la especie *L. mahogoni* y *L. synagris*; los individuos en estado III, IV y V no presentan diferencias tan marcadas en la composición estructural en estas especies, sin embargo se encontraron características diferentes entre ellas, como la cantidad de tejido muscular liso que conforma el canal de salida de espermatozoides, siendo esta mayor para las especies *L. mahogoni* y *T. lepturus*, con respecto al resto de especies.

Según la escala de maduración para peces machos propuesta por el INPA (2001), cada uno de los estados presenta características específicas en los cistos y células espermáticas que aparecen, para un estado II se encuentran cistos

compatos con espermatoцитos secundarios, lo cual con cuerda con los resultados obtenidos para los tres géneros estudiados Lutjanus, Sphyræna y Trichiurus.

Según Zanuy y Carillo (1987); En: INPA (2001), el tipo de desove en los peces iteroparos depende de los estadios que se encuentren en cada uno de los estados, es decir que dichas especies pueden presentar un tipo de desove sincrónico en un grupo, en dos grupos y en mas de dos grupos o asincrónico, y aunque no se puede determinar que tipo de desove presentan los machos de las cinco especies estudiadas, se observo que los testículos en cada uno de los estados III, IV y V contienen células espermáticas en todos los estadios de desarrollo y no están distribuidos por grupos, al parecer los espermatozoides que van madurando son desovados, por lo que se puede inferir que no existe una época de desove definida.

8.2. Características de los Estadios

8.2.1. Ovocitos

Según Saborido (2002), El desarrollo de los ovocitos de los peces en general comprende los siguientes estados: crecimiento primario (Nucleolo cromatina y perinucleolar), alveolos corticales, vitelogénesis y maduración, siendo el crecimiento primario la fase inicial, desde la formación del ovocito hasta el comienzo de la aparición de las vesículas o alveolos. Aunque en esta fase el ovocito crece considerablemente el tamaño es muy pequeño en comparación con el ovario:

En el estadio nucléolo-cromatina: los ovocitos tienen un núcleo muy grande, rodeado de una delgada capa de citoplasma, el núcleo contiene un nucléolo único, también muy grande, características que concuerdan con lo encontrado en este estudio para las cinco especies trabajadas, aunque en las especies *Trichiurus lepturus* en nucléolo cromatina intermedia, *S. guachancho* y *L. mahogoni* en nucléolo cromatina tardío presenta vacuola, diferenciando a esta última especie de las otras dos estudiadas para el género *Lutjanus*, en cuanto tamaño promedio del estadio nucléolo cromatina inicial la especie que presentó el menor tamaño fue *S. guachancho* con $22.15 \pm 2.22\mu\text{m}$, seguido por *L. synagris* con $23.55 \pm 2.39\mu\text{m}$, siendo mayor para *T. lepturus* de $26.93 \pm 5.70\mu\text{m}$

Los estadios nucléolo cromatina inicial, intermedio y tardío se encontraron en todas las muestras analizadas, aunque el porcentaje en el que se encontraban presentes cambia de una especie a otra y de un estado al otro son los estadios que más se encuentran en la gónada, estos no presentan diferencias en la aparición o pérdida de micro-estructuras entre familias, géneros o especies, no existe una diferencia significativa para decir que el tamaño de los ovocitos es diferente, mostrando así que la aparición de micro-estructuras y el paso de un estadio al otro genera en todas las especies un aumento en el tamaño de la gónada.

Aunque la aparición de micro-estructuras al alcanzar los ovocitos cierto tamaño son las mismas, estas presentan leves diferencias entre especies, el estadio nucléolo cromatina intermedio presenta un núcleo grande y redondo sin embargo los nucléolos presentes en el interior de este varían en cantidad y tamaño, las especies de la familia *Lutjanidae* presentan diferencias en cuanto al número de nucléolos, siendo dos para las especies *L. synagris* y *L. analis*, mientras que *L. mahogoni* presenta una gran cantidad de estos en su núcleo, los peces de la

especie *L. sinagris* presentan nucléolos grandes mientras que los demás especies presentan uno o dos nucléolos grandes y el resto pequeños, en el caso de la familia Sphyraenidae presentan un nucléolo grande y el resto pequeños mientras que *T. lepturus* presentan nucléolos grandes, esta diferencia comienza a perderse en el estadio perinucleolar donde los nucléolos aumentan un poco su tamaño proporcionalmente y posteriormente en estadio alveolo cortical y vitelogenesis van a presentar el mismo tamaño. Las vacuolas se presentan básicamente como una grande, aunque la presencia de vacuolas no es la característica principal que tiene el estadio nucléolo cromatina tardío, se encuentran en algunas de las especies. A pesar de que no existe información de la importancia o la función que cumplen las vacuolas en los estadios de desarrollo Saborido (2002) reporta la aparición de estas estructuras pero para el estadio perinucleolar.

En el estadio perinucleolar el ovocito aumenta su tamaño, el núcleo aumenta de tamaño y aparecen múltiples nucléolos, generalmente en la periferia. El citoplasma se tiñe uniformemente, aunque en su estado más avanzado pueden observarse vacuolas en el citoplasma. Los estadios perinucleolar inicial, intermedio y tardío presentan una serie de dificultades en cuanto a su diferenciación ya que en este estadio hay un aumento marcado en el tamaño de los ovocitos, sin embargo estos estadios se divide por la presencia de células planas en el estadio perinucleolar intermedio y su terminación como tejido epitelial plano simple en el tardío, lo cual se evidencio para todas las especies, exepctuando a *S. guachancho* en la cual las células planas aparecen desde perinucleolar inicial, la mayor dificultad que se tubo fue la presencia o ausencia de estas células en el tamaño superiores a los que se deberían encontrar, al parecer estas células y principalmente en este estadio son muy susceptibles a dañarse o perderse al no encontrarse bien fijadas o en el momento de hacer el corte, otra característica que posiblemente sea más

susceptible es la zona pelúcida, ya que teóricamente se debe empezar a formar en el estadio perinucleolar tardío.

En cuanto a los tamaños promedios que presentan el estadio perinucleolar inicial se encuentra entre un rango de $55.07 \pm 3.63 \mu\text{m}$ hasta $79.98 \pm 6.79 \mu\text{m}$, en las especies *L. mahogoni* y *T. lepturus* respectivamente, el tamaño de los ovocitos aumentan en la fase intermedia de este estadio y el rango se encuentra entre $65.14 \pm 3.36 \mu\text{m}$ (*L. mahogoni*) hasta $115 \pm 11.05 \mu\text{m}$ (*T. lepturus*), las mismas especies presentaron el menor y mayor valor para la fase tardía de este estadio el cual muestra un rango de $78.53 \pm 5.05 \mu\text{m}$ hasta $177.43 \pm 16.44 \mu\text{m}$, esta fue la diferencia más marcada entre las especies, presentando los menores valores para *L. mahogoni* en las tres fases.

El estadio alvéolos corticales se define por la aparición de vesículas o alveolos (esferas huecas) en el citoplasma. Las vesículas aumentan de tamaño y número hasta formar varias filas en la periferia del citoplasma, la zona pelúcida aparece normalmente en este estado y algunos autores como Saborido (2002) utilizan la presencia de ambas estructuras para definir este estado, aunque según Vazzoler (1996), la zona pelúcida o membrana vitelina solo aparece hasta el estadio vitelogenesis. Sin embargo el momento en el que la zona pelúcida aparece varía según la especie, como en *L. synagris* y *L. analis* aparece en el estadio alveolo cortical tardío, mientras que en *L. mahogoni* no se hace evidente hasta el estadio vitelogenesis inicial, para *S. guachancho* esta estructura se observa en el estadio alveolo cortical intermedio y en *T. lepturus* en alveolo cortical inicial.

Los estadios alveolo cortical inicial, intermedio y tardío se encuentran divididos por la cantidad, distribución y tamaño de las vesículas al igual que el tamaño de los ovocitos ya que en estos estadios así como en los de vitelogenesis se van a

encontrar el mayor crecimiento de la célula, al iniciar este estadio los ovocitos se encontraran en un tamaño promedio de 100 a 200 μm y al terminar han aumentado más de 50 μm , en cuanto a las vesículas se vio que en todas las muestras presentaba el mismo tipo de desarrollo, en el estadio alveolo cortical inicial comienzan a aparecer vesículas muy pequeñas en la periferia de la célula o en todo el citoplasma, luego crecen de tamaño y comienzan a avanzar hacia el núcleo lo cual sería un alveolo cortical intermedio y por último en el tardío se encuentran vesículas grandes alrededor del núcleo y pequeñas en el resto del citoplasma, el rango de tamaños de este estadio se encuentra entre $110.42 \pm 6.98 \mu\text{m}$ hasta $284.98 \pm 9.32 \mu\text{m}$, correspondiendo a *L. synagris* y *T. lepturus* respectivamente.

El estadio vitelogénesis se caracteriza por la aparición gránulos llenos de vitelo, al principio los gránulos son de menor tamaño y se hacen mayores al avanzar este estadio, lo cual se evidencia en la vitelogénesis tardía. Los estadios vitelogénesis inicial, intermedio y tardío se diferencian gracias a la cantidad de gránulos de vitelo presenten en el citoplasma, su tamaño y la visibilidad del núcleo, al igual que las vesículas los gránulos de vitelo ingresan muy pequeños y se encuentran en la periferia de la célula, posteriormente aumentan de tamaño sin sobrepasar el de las vesículas y llegan hasta el núcleo el cual en la vitelogenesis intermedia comienza a perder su forma circular y empieza a ser menos visible por la cantidad de vitelo hasta que en la vitelogenesis tardía está totalmente cubierto por los gránulos de vitelo y las vesículas; este último estadio es el que presenta el mayor tamaño promedio dentro de la ovogénesis siendo sus valores de $396.90 \pm 16.55 \mu\text{m}$, $420.80 \pm 11.14 \mu\text{m}$, $449.65 \pm 29.93 \mu\text{m}$, $501.82 \pm 36.12 \mu\text{m}$ y $645.53 \pm 30.53 \mu\text{m}$, para *L. mahogoni*, *S. guachancho*, *L. synagris*, *L. analis* y *T. lepturus*, respectivamente, pero este estadio en su fase inicial presenta tamaños promedios

de 211.91(\pm 10.65 μ m) hasta 410.56 (\pm 33.92 μ m), para *S. guachancho* y *T. lepturus* respectivamente.

La atresia se presenta como un fenómeno similar a lo descrito por Nagahama (1983), el cual es un proceso de reabsorción y reutilización de nutrientes, morfológicamente el ovocito atrésico se caracteriza por ser células grandes, sin forma definida, el citoplasma, gránulos de vitelo y vesículas están siendo reabsorbidas, esta es una célula que se ha pasado del tiempo de desove, estos ovocitos fueron más evidentes en la especie *T. lepturus*, Hacia el final del proceso de maduración.

La atresia es muy común y es necesario aprender a distinguir entre este tipo de ovocitos y los normales; este proceso se produce sobre los ovocitos que tras la puesta no han ovulado, pero puede afectar a los que están en desarrollo, incluso al inicio de la vitelogénesis. La atresia folicular ocurre de forma similar en todas las especies de peces: las células de la granulosa invaden el citoplasma del ovocito y digieren el vitelo, este mecanismo es muy importante en diversas especies para regular el número de huevos que van a ser liberados, ya que este fenómeno reduce el número de huevos (fecundidad) y se recupera la energía acumulada en el ovocito (Saborido, 2002).

La morfología de la maduración de los estadios de desarrollos en hembras para las cinco especie estudiadas, es semejante a la descrita para otros teleósteos, como: *Lutjanus argentiventris* (Martínez, 2003), *L. peru* (Lucano *et al.*, 2001), *L. purpureus* (Gonzales & Lugo, 1997) y *L. synagris* (Méndez, 1989), similar para conformación estructural a lo largo del proceso, pero no tanto para la secuencia ya que por lo general las especies descritas en los otros trabajos presentan siete estadios, lo que se diferencia de las descritas en este estudio, pero esto se debe a

que el estadio vitelogenesis lo dividen en tres (primaria, secundaria y terciaria), pero las características son las mismas, además hablan de un ovocito maduro, célula lista para ser desovado que en el caso de este trabajo sería el estadio vitelogenesis tardío.

8.2.2. Espermatoцитos

Las diferencias en la conformación (micro-estructurales) de los estadios para machos son menores con respecto a las hembras, puesto que este proceso es menos complejo y está hecho a gran escala, aunque no se encontraron reportes para ninguna de las especies, pero Cárdenas y Barrera (1998) presentan una descripción de los estadios en peces de agua dulce como *Chirostoma jordani*, la cual se acerca a las características y los valores encontrados en las especies sujetas a este estudio, el proceso de maduración espermática comienza con las espermatogonias, las cuales presentan un aspecto más o menos esférico, con bordes irregulares con un tamaño promedio de $8 \pm 0.7 \mu\text{m}$, con citoplasma ligeramente basófilo y núcleo central, el proceso continúa con el espermatoцитo primario, los cuales se encuentran ubicados en la periferia de los cistos, esféricos y mide $6.2 \pm 0.3 \mu\text{m}$, posee un citoplasma ligeramente acidófilo y núcleo altamente basófilo, a partir de este se origina el espermatoцитo secundario los cuales miden $4.4 \pm 0.1 \mu\text{m}$, ovoides, el núcleo ocupa la mayor parte del volumen de la célula, cromatina reticulada, estos espermatoцитos dan origen a las espermatides, células pequeñas de $2.5 \pm 0.2 \mu\text{m}$, con núcleo abarcando toda la célula, este proceso finaliza con los espermatozoides los cuales presentan un flagelo y una cabeza con un tamaño promedio de $2 \pm 0.1 \mu\text{m}$ y cromatina condensada, estas mismas características se presentaron en todos los estadios para todos los machos de las cinco especies trabajadas, aunque presenta diferencias en el tamaño promedio en las células espermáticas, con respecto a los peces de agua dulce, ya que las

espermatogonias se encuentran en un rango de 6.78 hasta 7.05 μm , siendo las de menor tamaño par la especie *S. guachancho* y las de mayor tamaño *L. synagris* y *L. mahogoni*, los espermatocitos primarios presentan un rango entre 4.56 hasta 5.06 μm , siendo valores promedios para *S. guachancho* y *L. synagris* respectivamente, mientras que los espermatocitos secundarios tienen un rango promedio de 3.27 hasta 3.60 μm (valor minimo y máximo para *L. synagris* y *S. guachancho*, respectivamente), para las espematides el tamaño promedio varia entre 2.29 hasta 2.48 μm (valores respectivos para *S. guachancho* y *L. synagris*) y para finalizar la cabeza de los espermatozoides obtuvieron un valor entre 1.62 hasta 1.67 μm (para *S. guachancho* y *L. synagris* respectivamente), mostrándose que *S. guachancho* es la especie que presenta los estadios mas pequeños dentro de las cinco especies estudiadas y *L. synagris* los mas grandes.

No existe una diferencia significativa en este proceso, posiblemente se deba a que al solo llevar la información genética los espermatozoides no necesiten adaptarse drásticamente a los distintos ambientes marinos, tanto la forma en los procesos así como el tamaño de los mismos no presentan una diferencia estadísticamente significativas en las que se demuestren células más grandes que otras, aunque si bien se sabe que los espermatozoides deben presentar una forma específica en peces para entran por el micrópilo; por el tipo de microscopio que se utilizó en el estudio no se puede diferencia una forma de otra viéndose todos los espermatozoides con forma de coma. Las espermatogonias se caracterizan por presentar una forma redonda, con citoplasma eosinofilo y nucleo basofilo con cromatina dispersa, son las células más grandes dentro del proceso de maduración y en los espermatozoides el citoplasma sea perdido y la cromatina se condensada mucho más.

También se encontraron células de sertoli, las cuales se caracterizan por presentar un mayor tamaño con respecto a las células espermáticas, dicho valor varía entre 9.03 μm y 11.08 μm , para las especies *T. lepturus* y *L. mahogoni* respectivamente, con núcleo grande e irregular y brindar soporte al proceso de maduración espermática (Nutriendo a las células reproductoras y permitiendo su desplazamiento), un ejemplo claro de este soporte que brindan estas células, es el paso de una espermátida a espermatozoide, aunque esto puede ser discutible debido a que las células de sertoli cambian su morfología o función de acuerdo a las células que estén asociadas, según Cardenas & Barrera (1998), brindan soporte estructural y metabólico a las células durante la espermatogénesis, cuando se encuentran asociadas a las espermatogonias su morfología corresponde a células planas, cuando están cercas de las espermatides su morfología es columnar, en el caso de las especies trabajadas, no se encontró variación en la morfología, mostrándose siempre como células planas y asociadas generalmente a las espermatogonias.

8.3. Escala de Madurez Sexual

La determinación de las escalas de madurez sexual son de suma importancia, ya que en estas se observa cuando un individuo alcanza su madurez sexual siendo esta la capacidad que tiene un pez para reproducirse, los peces son sexualmente maduros cuando las gónadas salen de su latencia, empiezan a desarrollarse presentando cambios que culminan con la presencia de óvulos en el caso de las hembras y espermatozoides en los machos, todo ello se evidencia mediante los cambios morfológicos que a simple vista pueden ser detectados en las gónadas (escalas macroscópicas), pero estos cambios no son los mas exactos para indentificar si un individuo es maduro, por esto se hace necesario realizar escalas

de madurez sexual a nivel histológico, las cuales permiten determinar con certeza en que estado se encuentra el pez, en cuanto a la escala de madurez sexual todos los machos de las cinco especies no presentan diferencias en la conformación de cada uno de los estados, mientras que en las hembras se presentan diferencias a nivel de la ausencia de septos en la especie *L. synagris*, la presencia de lamelas hasta el estado IV en el caso de las especies del género *Lutjanus*.

Vazzoler (2006) describe cinco estados de madurez para las hembras de peces marinos, el estado A (I) se caracteriza por presentar organización lamelar con células basófilas, el estado B (II) lo divide en dos sub-estadios el primero con ovocitos perinucleolares y alveolo corticales y el segundo con ovocitos previtelgenéticos, el C (III) se caracteriza por presentar ovocitos maduros (vitelogénesis completa), el D (IV) presenta ovocitos atresicos y la organización lamelar se pierde, por último el estado E (V) vuelven a encontrarse células inmaduras (ovocitos de reserva), con organización lamelar pero menos compactas que en el estado inicial, esto concuerda con lo encontrado en este trabajo, para las cinco especies, pero en el estado II no se observan ovocitos iniciando el estadio de vitelogénesis, estos solo se encuentran hasta el estado IV, en este estado también se presenta una pérdida de lamelas para las especies *S. guachancho* y *T. lepturus*, pero para las especies del género *Lutjanus* aun se conservan sin presentar ninguna organización dentro de ellas, además como diferencia con la escala descrita por esta autora los ovocitos atresicos solo se observan hasta el estado V, pero este también presenta ovocitos inmaduros empaquetados en lamelas.

8.4. Confirmación Estados Gonadales macroscópicos a nivel microscópicos

En cuanto a la confirmación de los estados gonadales macroscópicos a nivel microscópicos, se encontró un porcentaje grande de error en general, ya que 70.7% de las muestras trabajadas venían mal identificadas, dentro de estas el 7.6% son gónadas indiferenciadas, mientras que solo el 23.9% bien identificadas, esto genera un gran problema para la especie *L. analis* quien el 100% de las muestras analizadas de machos como de hembras venían mal clasificadas, lo cual indica que es de suma importancia incluir los estudios a nivel histológico para determinar todos los parámetros biológico pesqueros de una especie de importancia comercial, ya que esto permitiría la continuidad de la especie por el resto del tiempo, los errores en hembras se evidencia en ovarios identificados macroscópicamente como gónadas inmaduras en estados I y II, y reclasificándose como gónadas en estados maduros, lo cual concuerda con el estudio realizado por Costa (2009), en la especie *Trachurus trachurus*, la cual concluye que estados maduros tienden a confundirse con estados inmaduros por lo que macroscópicamente las gónadas tienden a mostrasen flácidas y en proceso de reabsorción y diferenciarlas a simple vista se hace muy difícil.

Dentro de las muestras mal identificadas se ubican las gónadas indiferenciadas (7.6%), las cuales muestran un gran problema debido a que al reclasificarlas según características histológicas se determinan que son gónadas maduras o inmaduras, en el caso de gónadas maduras se observo en las especies *L. analis* en donde la gónada indiferenciada finalizo clasificándose como una macho en estado V y en *S. guachancho* las dos gónadas terminaron como macho en estado III y la otra como hembra en estado III, mientras que en el caso de las gónadas inmaduras se observo en las especies *L. mahogoni* en donde la gónada indiferenciada acabo determinándose como una hembra en estado I y en *T.*

lepturus dos gónadas se clasificaron como hembras en estado II y una en estado III.

Otro de los grandes problemas en la clasificación macroscópica es que al reclasificarla microscópicamente, se presentan gónadas identificadas como hembra inmadura (estado I) y al determinar con las características microscópicas termino como macho maduro (estado V) para la especie *L. synagris*, caso contrario se observo en la especie *T. lepturus* en donde gónadas clasificadas macroscópicamente como machos en estado III y IV, terminaron reclasificadas microscópicamente como hembras inmaduras en estados III, IV y V.

9. CONCLUSIONES

- Las únicas estructuras en que se diferencian claramente la conformación de las gónadas en hembras para las familias Lutjanidae, trichiuridae y Sphyraenidae, son características como el grosor de la pared, presencia o ausencia de septos y la conformación de las lamelas en los estados. Para los machos no existen diferencias en las estructuras que conforman los testículos en las cinco especies estudiadas.
- Existen pequeñas diferencias en la aparición y desarrollo de micro-estructuras entre las familias pero muy mínimas entre las especies del mismo género, esto seda más que todo a nivel de las hembras, en machos realmente no existen diferencias significativas ni entre especies del mismo género ni de las diferentes familias estudiadas.

- *L. synagris* presentó diferencias en el estadio nucléolo cromatina tardío dentro de la familia Lutjanidae, ya que no presenta vacuola.
- *T. lepturus* se diferencia del resto por seguir presentando vacuola en el estadio Perinucleolar inicial.
- Las especies *L. analis* y *L. mahogoni*, presentan diferencias en cuanto a la presencia de septos en un solo estado, en el dos para la primera y en el tres para la segunda, con respecto a *L. synagris* que no presenta estas estructuras.
- El 70.7% de las muestras trabajadas venían mal clasificadas, solo un 23.9% bien identificadas y un 7.6 % de gónadas indiferenciadas, estas últimas presentando gran problema, al reclasificarlas se encontró que pertenecían a gónadas maduras.
- La base histológica que se obtuvo, de aquí en adelante va a permitir obtener resultados mucho más confiables al momento de evaluar ciertos parámetros biológico-pesqueros como: frecuencia y área de desove, fecundidad parcial, fecundidad relativa y biomasa desovante, además del estudio de otros factores que pueden influenciar el estado reproductivo de las especies.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las escalas de madures para los peces, sean soportada con estudios histológicos gonadales, ya que estos permiten establecer características

especificas para cada estado y de esta forma poder brindar información segura sobre la tallas medias de madurez.

- Sería importante tener en cuenta la proporción de estadios en cada uno de los estados, ya que este permite identificar de manera acertada si pertenece a un estado u a otro, pero relacionarlo con el tamaño promedio del estadio, pues en muchas gónadas maduras se encuentra muy pocos ovocitos maduros y mayor proporción de inmaduros, lo cual llevaría a una mala identificación del estado.
- Manejar un número más grande de muestras por cada estado, ya que esto permite brindar un valor acertado en el tamaño promedio de cada uno de los estadios.
- Tener en cuenta los estudios histológicos en los trabajos biológicos pesqueros para determinar las escalas de madurez y tallas mínimas de captura en otras especies de importancia comercial.
- Asegurar la obtención de muestras en cada una de las fases el ciclo reproductivo de especie sujeta a estudio, para poder encontrar todos los estadios, es decir tomar muestras durante los picos máximos y mínimos (época donde no se reproducen) de reproducción (año).
- Realizar tanto cortes transversales como longitudinales, para tener una visión más completa de la conformación de las gónadas (ovarios y testículos).
- Realizar estudios más profundos de las especies *L. analis* y *L. mahogoni*, para poder determinar mejor la conformación del ovario.

11. BIBLIOGRAFÍA

ACERO, A. y J, GARZÓN. 1985. Los pargos (Pisces: Perciformes: Lutjanidae) del Caribe colombiano. *Revista Actualidades Biológicas*: 14 (53). 89-99 p.

ACERO, A., MEJÍA, L. y M, SANTOS. 2002. *Lutjanus analis*. En Mejía, L., Acero. A (Eds.): Libro rojo de peces marinos de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá. 123-126 p.

AIMALE, M. y C, GATTI. 2003. Introducción a las Técnicas Histológicas. Cátedra de Anátomo-Histología. Universidad Nacional del Sur. Fecha de consulta: 29 de julio de 2009. En Línea: www.anatomohistologia.uns.edu.ar/plantilla.asp?zona=modtecni.

ARÉVALO, J. 1996. Caracterización trófica y reproductiva de las poblaciones de *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) y *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en el Parque Nacional Natural Tayrona (Caribe Colombiano). Tesis de grado para obtener el título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 65 p.

AREVALO, J., MANJARRES, L., ALTAMAR, J., MELO, G. y BAROS, M. 2004. Evaluación de la ictiofauna demersal explotada por la flota de embarcaciones "Pargueras" en el área norte del Caribe Colombiano y su relación con algunas condiciones medio ambientales. En: Manjarrés, L. (Ed.). 2004. Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. Universidad del Magdalena. Santa Marta. 93-114 p.

BAEZ, M., ALVAREZ, L. y E, OJEDA. 1982. Reproducción del caballero *Lutjanus griseus* (Linnaeus) en Tunas de Zaza-Cuba. Revista de investigaciones marinas: 3 (1). Cuba. 43-85 p.

BARBIERI, M. y BARBIERI, G. 1985. Reprodução de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo (SP), Morfologia e histologia de ovário. Variação sazonal. (Pisces, Gymnotidae). Revista Biológica de Brasil: 45 (1 / 2). 3- 12p. Brasil.

BARROS, M., CORREA, J. y L, MANJAREZ. 1996. Analisis biologico pesquero del pargo rayado *lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en el area de Santa Marta, Caribe Colombiano. Boletin Cientifico. No 4. Santa Fe de Bogota. 79-105 p.

CARDENAS, R y H, BARRERA. 1998. Histologia y ultraestructura del testiculo del chaal *Chiostoma jordani* (Osteichthyes: Atherinidae). Revista de Biología Tropical: 46 (4). San Jose. Costa Rica. 943-949 p.

CASTILLO, A. 1985. Contribución al conocimiento de la biología y pesquerías del pargo chino *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en la zona sur de la costa Atlántica Colombiana. Trabajo de grado para obtener el título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 108 p.

CCO. 2007. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC). Serie Documentos Generales INVEMAR No. 19. Litoflash, Santa Marta. 56 p.

CERVIGÓN, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. Editorial Fundación Científica Los Roques. Segunda edición. Vol 2. Caracas. 498p.

COLCIENCIAS-CCO-DNP. 2000. Plan de desarrollo de las ciencias y las tecnologías del mar en Colombia 1990-2000. Colombia. 138 p.

COSTA, A. 2009. Macroscopic vs microscopic identification of the maturity stages of female hose marckerel. *Jornual of marine science*: 66. 509 -516 p.

CSIRKE, J.1980 Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO: Documentos Técnicos de Pesca. Vol 192. 82 p.

DE NOGALES, C. 1974. Contribución al estudio biológico-pesquero del pargo chino *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en el Caribe Colombiano. Trabajo de grado para obtener el título de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Cartagena. 58 p.

DUARTE, L. Y D, VON SCHILLER. 1997. Comunidad de peces demersales del Golfo de Salamanca (Caribe colombiano): estructura espacio-temporal y caracterización trófica con énfasis en los hábitos alimentarios de *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), *Balistes capriscus* (Gmelin, 1788) y *Balistes vetula* (Linnaeus, 1758). Tesis de grado para optar el titulo de Biólogo Marino. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta, 215p.

FRANCO-HERRERA, A. 2005. Oceanografía de la Ensenada de Gaira: El Rodadero, más que un centro turístico en el Caribe colombiano. 1ª edición. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C. 56 p.

GOMÉZ, S. 2009. Biología reproductiva, captura por unidad de esfuerzo y estacionalidad de *Trichurus lepturus* (Linnaeus, 1758) (Trichiuridae: teleostei) en la Bahía de Gaira, Caribe colombiano. Trabajo de grado para optar el titulo de

Biólogo Marino. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Marinas. Programa de Biología Marina. Santa Marta. 66 p.

GÓMEZ, G. GUZMÁN, R. RAMÍREZ, T. y L. MARCANO. 1995. Aspectos reproductivos y biométricos del Pargo aleta negra, *Lutjanus Buccanella* (Cuvier, 1828) de las Islas los Hermanos, Venezuela. Revista Zootecnia Tropical: 13 (1). Venezuela. 31-48 p.

GÓMEZ, G. GUZMÁN, R. y CHACÓN R. 2001. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria-Venezuela. Revista Zootecnia Tropical: 19 (3). Venezuela. 335-357 p.

GÓMEZ, P., RODRÍGUEZ, D., ARÉVALO, J. y MANJARRÉS, L. 2004. Identificación de stocks de pargo rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en el área norte del Caribe colombiano. En: Manjares, L. (Ed). 2004. Pesquerías demersales del área norte del mar caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. Universidad del Magdalena, Santa Marta: 203-216 p.

GONZÁLEZ, L. Y LUGO, T. 1997. Ovogenesis de *Lutjanus purpureus* poey, 1867 (Pisces: Lutjanidae) de la Región Oriental de Venezuela. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR: 26 (1). Santa Marta. Colombia. 53-60 p.

GRIER, H. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. American Zoologist. Vol 21. 345 - 347p.

HENRIQUEZ, N. 2008. FICHA: Pez sable. Fecha de consulta: 09/11/09. En Línea: <http://www.ifop.cl/noticia.php?id=469>

HOLDEN, M. y RAITT, D. 1975. Manual de ciencia pesquera, métodos para investigar los recursos y su aplicación. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Vol 2. Roma. 221 p.

INPA. 2001. Fundamentos de acuicultura continental. Capítulo VII Bases fisiológicas de la reproducción de peces tropicales. Segunda edición. Editorial Grafimpresos Quintero. Colombia. 189-217 p.

Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 28 de octubre de 2009. Clasificación taxonómica del género *Lutjanus*. En Línea: <http://www.itis.gov/index.html>.

INVEMAR (Instituto de investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis). 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Editado por Juan Manuel Díaz Merlano y Diana Isabel Gómez López- INVEMAR, FONADE, MMA. Santa Marta. 83 p.

LUCANO, G. VILLAGRÁN, M. RUIZ, S.Y LOPÉZ, T. 2001. Histología de los ovocitos de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1992) (Pisces: Lutjanidae) de la ensenada de México. Revista Ciencias Marinas: 27 (003). Universidad Autónoma de Baja California. México. 335 - 349 p.

MANJARES, L. 1998. Caracterización ambiental, ecológica y biológica-pesquera de las asociaciones de peces demersales del Caribe Colombiano Norte, con

énfasis en pargos (Lutjanidae). Tesis de Maestría Sc. Universidad Nacional de Colombia-INVEMAR. Bogotá. 231 p.

_____. 2004. Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. Universidad del Magdalena. Santa Marta. 205 p.

MANJARRÉS, L. GARCÍA, C. y A, ACERO. 2001. Caracterización ecológica de las asociaciones de peces demersales del Caribe Colombiano Norte, con énfasis en los pargos (Lutjanidae). Boletín de Investigaciones Marinas: 30 (1). 77-107 p.

MARÍN, G. 1986. Consideraciones sobre la Biología y Pesquería de PARGOS (*Lutjanus* spp) en la zona central de Venezuela. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP. No: 21. Venezuela. 15 p.

MARTINEZ, R. 2003. Maduración y desove del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1986) en condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo. Tesis de Maestría Sc en ciencias: uso, manejo y preservación de los recursos naturales (orientación de acuicultura). Centro de investigaciones biológicas del Noroeste. La Paz. 134 p.

MEJIA, L. y A. ACERO. 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. 174 p.

MÉNDEZ, F. 1989. Contribución al estudio de la biología y la pesquería del pargo guanapo, *Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758 (Pisces Lutjanidae), en el Parque

Nacional Archipiélago de Los Roques, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 125 p.

MOI, C. 2008. "Peces: La Reproducción Y La Maduración Sexual." Editum.org 20 Marzo 2008. Fecha de consulta: 31 Julio 2009. En Línea: <http://www.editum.org/Peces-La-Reproduccion-Y-La-Maduracion-Sexual-p-839.html>.

NAGAHAMA, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. *Jornal fish physiology*. Academy press. Vol 9. 223 – 275 p.

NUÑEZ, J., DUPONCHELLE, F. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiol Biochem*. Vol: 35. 167–180.

OSPINA, J. PARDO, F. y R, ÁLVAREZ. 2008. Madurez gonadal de la ictiofauna presente en la Bahía de Cartagena, Caribe Colombiano. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*: 12. 117–140 p.

PINILLA, G. 1986. Ecología trófica del jurel (*Caranx hippos* Linnaeus, 1766), la cojinúa (*Caranx crysos* Mitchill, 1815) y el ojogordo (*Selar crumenoptalmus* Bloch, 1793) (Pisces: Carangidae), en aguas costeras del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. Tesis de grado para opta el título de Biólogo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá. 90 p.

POZOS, E. ESPINOSA, L. y M, GUARDIOLA. 1983. Aspectos preliminares de la biología del sesí *Lutjanus buccanella* (Cuvier, 1928) en la Plataforma Suroriental de Cuba. *Revista cubana de investigaciones pesqueras*: 8 (3). Cuba. 1-28 p.

RODRIGUEZ, M. 1192. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. Editorial AGT editor. México. 75 p.

ROJAS, P., ZAPATA, L. 2006. Peces demersales del Parque Nacional Natural Gorgona y su área de influencia, Pacífico colombiano. Revista Biota Colombiana: 7 (2). 211 – 244 p.

SABORIDO, F. 2002. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC). Universidad de Vigo. 71 p.

SILVA, A.Y M, HAIMOVICI. 2000. Reproduction of the cutlassfish "*Trichiurus lepturus*" in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. Revista científica Marina: 64 (1). 97-105 p.

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana (UNAP). Biología reproductiva. Fecha de consulta: 29 de julio de 2009. En Línea: [http://www.unapiquitos.edu.pe/intranet/pagsphp/Zocentes/archivos/BIOLOGIA% 20 REPRODUCTIVA.doc?PHPSESSID=cb22931327a0e0f969dd3254ad347535](http://www.unapiquitos.edu.pe/intranet/pagsphp/Zocentes/archivos/BIOLOGIA%20REPRODUCTIVA.doc?PHPSESSID=cb22931327a0e0f969dd3254ad347535).

URIA, E. MONCAYO, M. y R, GAIBAY. 1998. Desarrollo y madurez testicular del charal *Chirostoma humboldtianum* (Pices: Atherinidae), del Embalse Huapango, Edo. de México. Revista Hidrobiológica: 8 (1). 9-18 p.

VAZZOLER, A. 1996. Biología da reproducao de peixes teleósteos: teoría e práctica. Editorial Maringa. Barzil. 169 p.

Anexo B. Escala de madurez sexual de Holden y Raitt (1975).

FASE	ESTADIO	DESCRIPCIÓN
I	Inmaduro	Órganos sexuales muy delgados, situados cerca a la columna vertebral y con 1/3 de la longitud de la cavidad abdominal, ovarios amarillos traslucidos y testículos blanquecinos. Huevos invisibles a simple vista.
II	Inmaduro-Recuperando	Ovarios y testículos cerca de la mitad de la cavidad abdominal. Ovarios amarillos translúcidos; testículos blancuzcos, ambos más llenos de tejido. Huevos invisibles a simple vista.
III	Madurando	Ovarios y testículos cerca de 2/3 de la longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de color rosáceo amarillo con aspecto granular y huevos opacos; testículos blancuzcos crema de forma aplanada.
IV	Maduro	Ovarios y testículos ocupan 2/3 a toda longitud de la cavidad abdominal. Ovarios de coloración amarillo rojizo con vasos superficiales visibles y huevos maduros translucidos. Testículos de color crema nacarados y blandos, con lobulaciones aplanadas en su extremo.
V	Desove	Ovarios y testículos contraídos cerca de la mitad de la cavidad abdominal. Ovarios con huevos desintegrándose. Testículos flácidos.

Anexo C. Solución Fijadora.

Paraformaldehido en solución Buffer - 1 litro de solución total:

100ml de agua destilada

40g de paraformaldehido

Se disuelve el paraformaldehido en el agua, se calienta máximo a 80°C tapando con papel aluminio, se retira y se adiciona gota a gota de NaOH 1M hasta que aclare (10 a 20 gotas) y quede totalmente transparente. A 900ml de agua destilada se agrega 4g de fosfato de sodio monobásico y 6,5g de fosfato de sodio dibásico. Luego se mezcla la solución de paraformaldehido con la de los fosfatos, se deja

enfriar y se mide el pH el cual debe estar entre 7,2 - 7,3, si no se calibra con NaOH y se mantiene refrigerado.

Anexo D. Técnica Histológica.

Según Aimale y Gatti (2003), se define técnica histológica al conjunto de operaciones a que se somete una materia organizada, a fin de que sea posible su estudio por medio del microscopio, posibilitando la observación de estructuras no visibles al ojo humano.

HEMATOXILINA: Es un colorante vegetal; para ser utilizada debe ser oxidada previamente. Los agentes oxidantes pueden ser: el aire (varios meses de exposición) u oxidantes artificiales (óxido de mercurio, permanganato de potasio, dicromato potásico, etc.). Es un colorante directo, pero en la práctica se lo utiliza en forma de lacas hematoxilínicas (se utiliza alumbre de potasio o de sodio como mordiente para preparar la solución colorante), comportándose en este caso como un colorante indirecto.

EOSINA: Es un colorante artificial (se trata de derivados hidroxixanténicos halogenados); presenta autofluorescencia espontánea. Se la emplea tanto en soluciones acuosas como alcohólicas.

Preparación de reactivos:

Alcohol Acido: se mezclan 100 ml de alcohol al 70% con 1ml de ácido clorhídrico.

Alcohol Amoniacoal: se mezclan 100 ml de alcohol al 70% con 1ml de Hidróxido de amonio.

Eosina: solución patrón 10 g de eosina en 200 ml de agua destilada, se lleva al litro con alcohol absoluto, a esta solución se le agregan 5ml de ácido acético por cada litro de alcohol al 80% añadido anteriormente, se guarda en botella oscura.

Hematoxilina: solución patrón disuelva 100 g de alumbre de potasio en 1litro de agua destilada, calentando si es necesario hasta que el alumbre quede completamente disuelto, al mismo tiempo en un elenmeyer de 250 ml disuelva 5 g de hematoxilina en 50 ml de alcohol absoluto, una vez disuelto el alumbre, agregue la hematoxilina, mezcle bien las dos soluciones y lleve hasta punto de ebullición lo más rápido posible, baje del fuego y añada lentamente 5 g de óxido de mercurio rojo, mezcle y caliente suavemente hasta ebullición durante 5 min, hasta que la solución tome un color púrpura, enfríe rápidamente con hielo, por cada 100 ml de solución patrón que se vaya a usar añada 2 ml de ácido acético, guardar en botella oscura y filtrarla cada vez que se vaya a usar.

Pegante gel para baño maría: disuelva 1g de gelatina sin sabor en un erlenmeyer agregando poco a poco agua destilada hasta completar cinco litros, calentando hasta que se disuelva bien. Filtre. Agregue la punta de una espátula de dicromato de potasio, en el momento de usar manténgase a 60°C.

Anexo F. Tabla del total de muestras reclasificadas para cada una de las cinco especies trabajadas.

Especie	Total Muestras	No. Muestras			Recalcificación			
		Hembras	Machos	Ind	Hembras		Machos	
					+	-	+	-
<i>Lutjanus analis</i>	20	9	10	1	0	9	0	11
<i>Lutjanus mahogoni</i>	14	4	9	1	3	2	0	9
<i>Lutjanus synagris</i>	22	8	14	0	4	4	1	13
<i>Sphyraena guachancho</i>	21	13	6	2	8	6	2	5
<i>Trichiurus lepturus</i>	15	7	5	3	2	8	2	3
Total	92	41	44	7	17	29	5	41