

**APORTES AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL
BAGRE RAYADO *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (PISCES:
PIMELODIDAE), EN LA CUENCA MAGDALÉNICA, ORIENTADO A LA
PROTECCIÓN DE LA ESPECIE**

JOHN WILMAR ARCE ZUÑIGA

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

**PROGRAMA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA,
QUÍMICA Y BIOLOGÍA**

NEIVA- HUILA

2014

**APORTES AL CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL
BAGRE RAYADO *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (PISCES:
PIMELODIDAE), EN LA CUENCA MAGDALÉNICA, ORIENTADO A LA
PROTECCIÓN DE LA ESPECIE**

JOHN WILMAR ARCE ZUÑIGA

**Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Ciencias Naturales:
Física, Química y Biología**

DIRECTOR

JUAN CARLOS ALONSO GONZALEZ

**Biólogo marino, Ph.D. en Ciencias Biológicas (Énfasis Biología de Agua
Dulce y Pesca)**

**Docente Facultad Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Surcolombiana**

CODIRECTORA

SANDRA JEANNETTE HERNANDEZ BARRERO

**Bióloga Marina, M.Sc. en Pesquerías
Asesora en Investigación Pesquera de la Fundación Humedales**

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

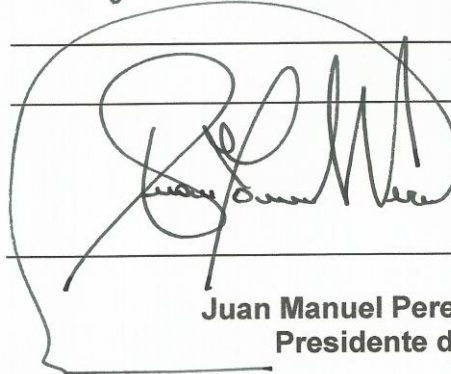
**PROGRAMA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA,
QUÍMICA Y BIOLOGÍA**

NEIVA- HUILA

2014

NOTA DE ACEPTACIÓN

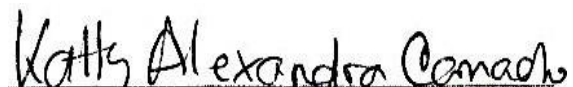
Aprobado bajo Concepto
de Jurados.



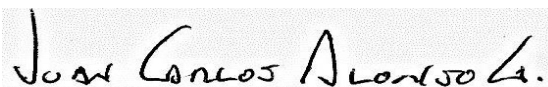
Juan Manuel Perea Espitia
Presidente del jurado



Licenciado Elías F. Amórtegui Cedeño
Jurado



Bióloga Katty A. Camacho García
Jurado



Biólogo Juan Carlos Alonso González
Director del Trabajo

Neiva, 26 de Noviembre de 2014

A mi familia

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, quienes me ayudaron a llegar hasta esta instancia y me han brindado todo el apoyo que he requerido y hasta donde han podido de acuerdo a sus alcances.

Al profesor Juan Carlos Alonso González, por haberme dado la oportunidad de haber participado en este proyecto y brindarme su asesoría con la que se ha podido alcanzar los objetivos de esta tesis.

A mi compañera de trabajo, Diana Espinosa, quien me colaboró incondicionalmente durante una de las etapas más fuertes, la fase de laboratorio y quien siempre estuvo ahí al pendiente de todo lo que acontecía, proporcionándome los ánimos para continuar.

A la profesora Olga Esperanza González, que muy amablemente me regaló parte de su tiempo enseñándome acerca de la técnica histológica, etapa crucial para la realización de este trabajo.

A la bióloga Sandra Hernández Barrero, quien me acompañó en una parte muy importante de la investigación, siendo ella una de las representantes de la Fundación Humedales directamente involucrada en la realización del proyecto, al igual que la Fundación Bosques y Humedales, la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP, la Universidad Surcolombiana USCO y ECOPETROL, quien financió en gran medida los recursos para ser factible este proyecto.

De la misma manera agradecer al profesor Elías Francisco Amórtegui y a la Bióloga Katty Alexandra Camacho por dedicar su tiempo a la evaluación de este manuscrito en calidad de jurados, quienes permitieron darle una mayor calidad al mismo.

Agradecer a José Wagner Hermosa, amigo con el que tuvimos largas horas de plática acerca de la realización de su trabajo como del mío, para después de tanto tiempo poder culminar y llegar a finiquitar esta meta.

Finalmente, a todas aquellas personas que de manera directa e indirecta colaboraron en la obtención de datos cruciales con los cuales no hubiera sido posible la culminación de éste trabajo, personal que laboró en las diferentes localidades y por sobre todo a los pescadores con los que se trabajó de manera mancomunada para la obtención de toda la información acerca del bagre rayado del Magdalena, con la cual fue posible la realización de este proyecto de grado.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
1.1 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	5
2. OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVOS GENERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3. JUSTIFICACIÓN.....	9
4. ANTECEDENTES	14
4.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS SILURIFORMES EN AMÉRICA LATINA	14
4.2 ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS BAGRES EN AMÉRICA LATINA (<i>pseudoplatystoma sp.</i>).....	18
4.3 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PSEUDOPLATYSTOMA MAGDALENIATUM.....	21
5. MARCO TEÓRICO	23
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE OBJETO DE ESTUDIO: <i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i>	23
5.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Cuenca del Río Magdalena, incluyendo el río Cauca, Colombia.	24
5.3 REPRODUCCIÓN COMO ESTRATEGIA DE VIDA	24
5.4 ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS REPRODUCTIVAS	25
5.5 PROCESO REPRODUCTIVO EN PECES.....	25
5.5.1 Oogénesis.....	26
5.5.2 Vitelogénesis.	26
5.5.3 Maduración.	26

5.5.4 Ovulación.....	27
5.5.5 Fertilización.....	27
5.6 FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN LA REPRODUCCIÓN EN PECES	28
5.7 MECANISMOS REPRODUCTIVOS EN LOS PECES TELEÓSTEOS	29
5.7.1 Gonocorístico o bisexuado.	29
5.7.2 Hermafrodita.....	29
5.8 FASES DE DESARROLLO OVOCITARIO	30
5.8.1 Fase I: Células germinativas jóvenes (<i>Cromatina nucleolar</i>).	30
5.8.2 Fase II: Ovocitos de valores de reserva (<i>Perinucleolar</i>).	30
5.8.3 Fase III: Ovocitos con vitelogénesis lipídica (<i>Formación de la vesícula vitelínica</i>).....	30
5.8.4 Fase IV: Ovocitos con vitelogénesis lipídica y proteica (<i>Vitelogénesis</i>).	30
5.8.5 Fase V: Ovocitos con vitelogénesis completa (<i>Maduro</i>).	30
5.8.6 Fase VI: Ovocitos en hialinización.....	31
6. ÁREA DE ESTUDIO	32
6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL RÍO MAGDALENA	32
7. METODOLOGÍA	35
7.1 FASE DE CAMPO	35
7.1.1 Muestreo biología reproductiva	35
7.2 FASE DE LABORATORIO	38
7.2.1 Clasificación microscópica de las gónadas	38
7.2.2 Evaluación de ovocitos y fecundidad	39
7.2.3 Pasos para el procesamiento de la muestra de ovocitos	39
7.2.4 Pasos básicos de trabajo con IMAGE-J.....	43
7.2.5 Pasos básicos de trabajo con IMAGE TOOL.....	47
7.3 ANÁLISIS DE DATOS	50
7.3.1 Definición del Periodo Reproductivo.	50
7.3.2 Talla Media de Madurez Sexual (TMM)	52

8. RESULTADOS.....	53
8.1 MACROSCÓPICO: FECUNDIDAD, DIÁMETRO DE OVOCITOS Y TIPO DE DESOVE.....	53
8.1.1 Localidad: Neiva.....	53
8.1.2 Localidad: Barrancabermeja.....	55
8.2 MICROSCÓPICO: HISTOLOGÍA.....	58
8.2.1 Localidad: Neiva.....	58
8.2.2 Localidad: Dorada.....	60
8.2.3 Localidad: Barrancabermeja.....	62
8.2.4 Localidad: Magangué.....	66
8.3 CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ESTADOS GONADALES	68
8.4 CLASIFICACIÓN MICROSCÓPICA DE ESTADOS GONADALES.....	73
8.5.1 Índice gonadosomático.....	76
8.5.2 Índice hepatosomático.....	78
8.5.3 Índice de grasa cavital.....	81
8.5.4 Factor de condición.....	83
8.5.5 Proporción sexual.....	85
8.6 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL (TMM).....	88
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
9.1 FECUNDIDAD, DIÁMETRO DE OVOCITOS Y TIPO DE DESOVE.....	92
9.2 CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE ESTADOS Y ESTADÍOS GONADALES	93
9.3 DEFINICIÓN DEL PERÍODO REPRODUCTIVO	95
9.4 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL.....	103
9.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN	103
10. CONCLUSIONES	106
11. RECOMENDACIONES.....	110

LISTA DE TABLAS

pág.

- Tabla 1.** Trabajos realizados en diferentes países de centro América y Sudamérica para diferentes familias de peces pertenecientes al orden siluriforme. _____ **15**
- Tabla 2.** Trabajos realizados en diferentes especies de bagres (*Pseudoplatystoma sp.*) pertenecientes exclusivamente a países de sudamérica. _____ **18**
- Tabla 3.** Resultados de trabajos realizados en la cuenca del Magdalena para el bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* y *Pseudoplatystoma fasciatum*, este último, como se le denominaba anteriormente al bagre rayado del magdalena. _____ **21**
- Tabla 4.** Escala de madurez propuesta para las hembras de bagres en la Amazonia colombiana considerando: Nikolsky (1963), Arboleda (1989), Fonteles (1989), Castro & Santamaría (1993), Agudelo (1994), Salinas (1994), Gómez (1996), Vazzoler (1996), Agudelo et al., (2000), Alonso (2002) y Camacho (2006). _____ **37**
- Tabla 5.** Datos obtenidos para cada uno de los ovocitos incluido el diámetro, una vez la foto ha sido procesada por el programa image -j. _____ **45**

Tabla 6. Descripción de la muestra encontrada en la localidad de Neiva (NEV - 87), se presenta el código de dicha muestra, la longitud estándar del ejemplar de bagre al igual que su peso total, el peso de la gónada y el peso de la muestra conservada, el peso de la muestra para el conteo, el número de huevos que se hallaron y la fecundidad absoluta y efectiva. _____ **54**

Tabla 7. Número de muestras procesadas para la localidad de Barrancabermeja, 7 en total, en donde se indica la fecundidad absoluta y efectiva para cada muestra del ejemplar capturado; al igual que la longitud estándar del bagre, peso total del bagre, peso de la gónada al igual que de la muestra conservada y el peso de la muestra seca para el conteo, número de huevos encontrados en la muestra, la fecundidad absoluta y efectiva de toda la gónada. _____ **55**

Tabla 8. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración para la localidad de Neiva, (NEV - 87). _____ **59**

Tabla 9. Clasificación del diámetro de los ovocitos para cada estadio de maduración para las muestras halladas en La Dorada (DOR – 05) y (DOR – 119). _____ **60**

Tabla 10. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración para la localidad de Barrancabermeja ONC (Ovocitos Nucléolo Cromatina), OP (Ovocitos Perinucleolares), OAC (Ovocitos Alveolo Cromatina), OVI (Ovocitos Vitelogénesis Inicial), OVIN (Ovocitos Vitelogénesis Intermedia), OVT (Ovocitos Vitelogénesis Total). _____ **63**

LISTA DE GRÁFICAS

pág.

Gráfica 1. Comportamiento de la pesca en Latinoamérica durante el período de 1996 a 2005, expresado en miles de toneladas. _____ **9**

Gráfica 2. Fluctuación del estado de la pesca en Colombia, incluyendo la pesca de captura, acuicultura, pesca marina y el total general de la pesca más la acuicultura expresada en miles de toneladas, para un período comprendido entre el 2006 hasta el 2011. _____ **11**

Gráfica 3. Visualización de la extracción pesquera de tipo captura en la cuenca del Río Magdalena, resaltando las especies de mayor producción entre ellas el bagre, para un periodo que está entre 1995 a 2009 expresadas en miles de toneladas. _____ **12**

Gráfica 4. Representación de los diámetros de cada uno de los huevos pertenecientes a la muestra de gónada de bagre rayado, se puede observar la cantidad de huevos pertenecientes a un determinado diámetro, en este caso para una muestra perteneciente a la localidad de Barrancabermeja con código 43, (BJA – 43). _____ **46**

Gráfica 5. Distribución macroscópica de los cinco estados gonadales por mes para el bagre rayado en la totalidad de la cuenca del Magdalena. _____ **72**

Gráfica 6. Porcentajes de estados gonadales analizados histológicamente para cada una de las localidades estudiadas.	75
Gráfica 7. Resultado del índice gonadosomático para la totalidad de la cuenca del Magdalena.	78
Gráfica 8. Índice hepatosomático para la totalidad del Río Magdalena.	80
Gráfica 9. Definición del índice de grasa cavital para la totalidad de la cuenca del Río Magdalena.	83
Gráfica 10. Factor de condición para todo el Río Magdalena a lo largo del período de estudio.	85
Gráfica 11. Proporción total de machos y hembras encontrados a lo largo de toda la cuenca magdalénica en términos de porcentajes con sus respectivos tallajes.	88
Gráfica 12. Determinación de la talla media de madurez sexual para bagres machos encontrados en la localidad de Neiva.	89
Gráfica 13. Talla media de madurez sexual para individuos machos (A) y hembras (B) en la estación de La Dorada.	89
Gráfica 14. Definición de la talla media de madurez sexual para los ejemplares machos (A) y hembras (B) en Barrancabermeja.	90
Gráfica 15. Talla media de madurez sexual en Magangué únicamente para machos, ya que en esta estación no se llevaron a cabo eventos reproductivos.	90

Gráfica 16. Determinación de la talla media de madurez sexual para toda la cuenca del Magdalena. A. Machos; B. Hembras. _____ **91**

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Ejemplar de Bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* descrito por Buitrago y Burr en el año 2007. _____ **23**

Figura 2. Distribución de *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (círculos negros), tipo de localidad indicada por una estrella. Tomado de Buitrago y Burr 2007. _____ **24**

Figura 3. Esquema del mecanismo de control endocrino e interacción folicular en peces teleósteos. PDR pars distalis rostralis; PDP pars distalis proximalis; PI pars intermedia (modificado de Zanuy y Carrillo 1987). (Tomado de Valdebenito, 2011). _____ **29**

Figura 4. Esquema de un corte transversal de ovario de pez con distintas etapas de crecimiento folicular. I oogonia; IIa cromatina nucleolar; IIb oocitos perinucleolares; III alvéolo cortical; IV vitelogénesis; V oocito maduro; VI oocito ovulado (Extraído de Takashima e Hibiya 1995). (Tomado de Valdebenito, 2011). _____ **31**

Figura 5. Imágenes de los tres estratos pertenecientes a la cuenca del Magdalena. Alta, media y baja. Tomado de proyecto ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL BAGRE RAYADO *Pseudoplatystoma magdaleniatum* EN LA CUENCA MAGDALÉNICA VALORACIÓN DE IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICAS Y DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE ORDENACIÓN PESQUERA Y SOTENIBILIDAD. _____ **33**

Figura 6. Mapa de localización de la cuenca del Río Magdalena - Cauca. Tomado de Proyecto FFEM CORMAGDALENA Plan de Manejo de la cuenca Magdalena – Cauca (segunda fase), 2007. _____ **34**

Figura 7. BJA - 345. Ejemplar capturado en campo junto con sus vísceras; del lado gónada con huevos. _____ **36**

Figura 8. Preparación de la muestra para conteo de los ovocitos (A), extracción (B), corte (C) y pesado (D) de la muestra de gónada. _____ **40**

Figura 9. Lavado (A) y separación (B) de los ovocitos de la muestra de gónada para llevar a cabo su conteo. _____ **41**

Figura 10. Predisposición de los ovocitos en el vidrio de reloj para llevar a cabo su conteo directo. _____ **41**

Figura 11. Proceso para la toma de la fotografía; se coloca la muestra de los ovocitos en la caja de petri y se llevan al mueble teniendo en cuenta la restricción de la luz para evitar desperfectos en la foto. _____ **42**

Figura 12. Ejemplo de resultado de la fotografía digital de un lote de 150 ovocitos, donde se aprecian dos balines de diámetro conocido, el más pequeño de 2,4 mm y el otro de 3,2 mm; el de mayor relevancia es el de 2,4 mm, ya que con ese se llevan a cabo los cálculos para la determinación de los diámetros de los huevos. _____ **43**

Figura 13. Presentación del programa IMAGE – J, se observan todas las opciones que posee el programa y que se emplean para el procesamiento de las fotografías. _____ **43**

Figura 14. Creación del duplicado de la foto y conversión de la imagen a formato JPEG. _____ **44**

Figura 15. Imagen de puntos negros y tabla de los diferentes resultados que se dan para cada uno de los huevos, acompañado de una imagen en la que cada huevo aparece con un número que identifica cada ovocito. _____ **45**

Figura 16. Apertura y presentación del programa *IMAGE TOOL* para el procesamiento de las fotografías de los cortes histológicos. _____ **47**

Figura 17. Procesamiento de foto de corte histológico, allí se puede observar que la medida que posee la foto es de 500 micras que serán convertidas a 0,5 mm. _____ **48**

Figura 18. Interpretación de forma gráfica del número de ovocitos con su respectivo diámetro presentes en el corte histológico. _____ **49**

Figura 19. Ejemplar NEV - 87. A. Fotografía de los ovocitos; B. Gráfica de los ovocitos resultado del conteo directo. _____ **54**

Figura 20. Ejemplares encontrados en la localidad de Barrancabermeja, A. Foto de los ovocitos; B. Gráfico conteo directo de los ovocitos. _____ **57**

Figura 21. Ejemplar de bagre rayado encontrado en la localidad de Neiva con código NEV – 87. A. Corte histológico; B. Gráfico de los diámetros de las células encontradas en el corte histológico. _____ **59**

Figura 22. Ejemplares de bagre rayado pertenecientes a la localidad de La Dorada, DOR – 05 y DOR – 119. A. Fotografía del corte histológico; B. Gráfico de los diámetros de las células encontradas en el corte histológico. _____ **61**

Figura 23. Ejemplares de bagre rayado encontrados en la localidad de Barrancabermeja. A. Corte histológico; B. Diámetro de los ovocitos encontrados en el corte. A partir de la línea punteada se consideran ovocitos maduros. _____ **66**

Figura 24. Muestra MGE-129-AG. A. Corte transversal de ovario en estado I. 8X. B. Disposición de los ovocitos. 40X. ONCI: ovocito nucléolo cromatina inicial, ONCIN: ovocito nucléolo cromatina intermedia. _____ **67**

Figura 25. Muestra MGE-121-AG. A. Corte transversal de ovario en estado II. 8X. B. Disposición de los ovocitos. 40X. ONC: ovocito nucléolo cromatina, OPIN: ovocito perinucleolar intermedio, OPT: ovocito perinucleolar tardío. _____ **67**

Figura 26. Muestra MGE-84-JN-4X. A. Corte transversal de ovario en estado III. 4X. ONC: ovocito nucléolo cromatina, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro. _____ **68**

Figura 27. Diferenciación en los sexos del bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. A. Testículos en forma de racimo y B. Ovarios en forma de sacos. _____ **68**

Figura 28. Distribución de los estados gonadales de acuerdo a la clasificación macroscópica en cada uno de los meses de muestreo en las respectivas localidades. A. Neiva, B. La Dorada, C. Barrancabermeja, D. Magangué. _____ **70**

Figura 29. Distribución por mes de los estados gonadales analizados a través de proceso histológico para cada una de las estaciones en las que se llevó a cabo los muestreos. A. Neiva, B. La Dorada, C. Barrancabermeja y C. Magangué. ___ **74**

Figura 30. Determinación del índice gonadosomático en las cuatro estaciones localizadas a lo largo de la cuenca del Magdalena. A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué. _____ **77**

Figura 31. Análisis del índice hepatosomático de manera independiente para las localidades de A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué. _____ **80**

Figura 32. Análisis del índice de grasa cavital para cada una de las estaciones en las que se hizo los respectivos muestreos. A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja, C. Magangué. _____ **82**

Figura 33. Análisis del factor de condición de forma independiente para las localidades de A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué. _____ **84**

Figura 34. Proporción en términos de porcentajes para machos y hembras en cada uno de los puntos de muestreo. A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué. _____ **87**

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Formato para la toma de datos biológicos en campo

96

Anexo B. Procedimiento realizado para la medición del diámetro de los ovocitos empleando el programa *Image J*

97

Anexo C. Procedimiento realizado para la medición del diámetro de los ovocitos en el corte histológico empleando el programa UTHSCSA *Image Tool* versión 3.00 (2007)

99

Anexo D. Porcentajes de estados de maduración gonadal procesadas histológicamente de hembras y machos de bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*

100

Anexo E. Porcentajes de estados de maduración gonadal de hembras y machos de bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* procesadas histológicamente por sitio de muestreo

101

Anexo F. Fotografía digital de los ovocitos con su respectiva representación gráfica del conteo

102

Anexo G. Secuencia fotográfica del ejemplar de bagre rayado con su respectiva gónada, sus huevos y el conteo de los mismos representados en la gráfica

104

Anexo H. Conteo directo e histológico de los ovocitos con su respectiva representación gráfica

105

Anexo I. Secuencia fotográfica completa del ejemplar de bagre rayado con su gónada, ovocitos, corte histológico, con su respectivo gráfico producto del conteo

106

Anexo J. Material didáctico de divulgación “El Oro del Magdalena, un encuentro con nuestro Bagre rayado”

107

Anexo K. Artículo científico: DETERMINACIÓN DEL TIPO DE DESOVE Y NIVEL DE FECUNDIDAD DEL BAGRE RAYADO DEL MAGDALENA (*Pseudoplatystoma magdaleniatum* Pisces: PIMELODIDAE)

108

GLOSARIO

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA: estudia todos los parámetros poblacionales (ciclos de vida, longevidad, relación sexual, mortalidad natural), y calcula los parámetros reproductivos (fracción desovante, actividad reproductiva, índice gonadosomático, talla de primera madurez, desove, fecundidad). Además, realiza la validación de las escalas de madurez gonadal de peces e invertebrados marinos.

CONSERVACIÓN: diversas formas de proteger y preservar el futuro de una especie.

DESOVE: acción y efecto de soltar los huevos por parte de los peces hembra.

ESTADIO: etapa de desarrollo en la cual un individuo sufre unas determinadas transformaciones.

FECUNDIDAD: potencial reproductivo de un organismo o población.

GÓNADA: glándula mixta de la función reproductora. Las gónadas son los testículos en el macho y los ovarios en la hembra. Como glándula de secreción externa produce los gametos o células sexuales. Como glándula de secreción interna produce las hormonas sexuales.

HISTOLOGÍA: rama de la biología que estudia la composición y estructura microscópica de los tejidos orgánicos.

IMAGE J: programa de procesamiento de imagen digital de dominio público programado en java desarrollado en el National Institutes of Health.

MIGRACIÓN: desplazamiento de una población animal que se produce desde un lugar de origen a otro destino y lleva consigo un cambio de la residencia habitual del hábitat.

OVOCITO: célula germinal hembra que está en proceso de convertirse en un óvulo maduro.

PIMELODIDAE: familia de peces que pertenecen al orden siluriformes.

PSEUDOPLATYSTOMA: género de peces siluriformes de agua dulce nativos de América del Sur.

PSEUDOPLATYSTOMA MAGDALENIATUM: especie de peces de la familia pimelodidae en el orden de los siluriformes.

RESILIENCIA: capacidad que tiene las comunidades de animales de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad.

SILURIFORMES: orden al cual pertenecen los bagres y los denominados peces gato.

STOCK: unidad biológica de una especie que forma un grupo de características ecológicas similares y, como unidad, es el sujeto de la evaluación y de la ordenación.

UTHSCSA IMAGE TOOL 3.00: programa de procesamiento de imágenes y análisis gratuito.

VEDA: período de tiempo durante el que está legalmente prohibido cazar o pescar.

RESUMEN

Para los conocedores sobre los recursos pesqueros de la cuenca del Magdalena, es un hecho la problemática relacionada con el *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Bagre rayado del Magdalena), la cual ha llevado a categorizarla dentro del libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia (2012) como en “Peligro Crítico” [CR (A1d)] debido a su sobrepesca y a las abundantes capturas por debajo de la talla permitida (80 cm). Dentro de las estadísticas pesqueras más recientes para la cuenca del Magdalena, se presenta como la segunda especie más explotada después del bocachico, por lo que el deterioro de sus poblaciones también afectaría a los pescadores artesanales que viven en las riveras de esta importante arteria fluvial del país.

Para el presente estudio, a lo largo de la cuenca del Magdalena se tomaron como puntos de muestreo cuatro puertos de gran importancia pesquera (Neiva, La Dorada, Barrancabermeja y Magangué). De las diversas capturas que se realizaron en cada uno de estos puertos, se muestrearon mínimo 30 especímenes para evaluar sus características reproductivas tanto en campo como en laboratorio.

Para la identificación de la época reproductiva se trabajaron el índice gonadosomático, hepatosomático, grasa cavitaria y la relación talla – peso del animal, entre otros. Al mismo tiempo se evaluaron a nivel microscópico los estadios gonadales en los cuales se tuvo en cuenta como de mayor relevancia las tres etapas del estadio cuatro realizando cortes histológicos.

La fecundidad y tipo de desove se identificó por conteo y medición de los diámetros de los ovocitos, en donde para éstos últimos, el diámetro óptimo para que se lleve a cabo la fecundidad de los mismos está alrededor de 0,7 mm, ya que esta es la etapa en la que se encuentran con una madurez avanzada.

Es de suma importancia poder identificar los periodos en los cuales se lleva a cabo el proceso reproductivo de esta especie de bagre ya que con ello se pueden establecer periodos de veda en los que se le permita al animal tener la libertad de alcanzar su madurez y poder desovar. De igual manera el contribuir en alguna medida a garantizar la presencia y abundancia del Bagre rayado del Magdalena, también beneficiaría a cientos de familias que viven de la pesca artesanal.

Palabras clave: Bagre rayado del Magdalena, veda, fecundidad, madurez gonadal, conservación.

ABSTRACT

For connoisseurs of the fishery resources of the basin of the cupcake, it's a fact the problems related *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (striped catfish Magdalena), which has led to categorize in the red book of freshwater fishes of Colombia (2012) as to "Critically Endangered" [CR (A1d)] due to overfishing and high catches below the allowable size (80 cm). Among the most recent fishery statistics for the Magdalena, is presented as the second most exploited after bocachico species, so that deterioration of their populations also affect artisanal fishers living on the banks of this important waterway of country.

For the present study, along the Magdalena basin were used as sampling points four ports of great commercial importance (Neiva, La Dorada, Barrancabermeja and Magangué). Of the various catches that were made in each of these ports, at least 30 specimens were sampled to assess reproductive characteristics in the field and laboratory.

For identification of the reproductive cycle gonadosomatic index, hepatosomatic, cavity fat and height worked relationship - animal weight, among others. While gonadal stages in which it was taken into account as the three most important stages of the four stage performing histological sections were evaluated microscopically. Fecundity and spawning type was identified by counting and measuring the diameters of oocytes, where for the latter, the optimum diameter to be carried out the same fertility is around 0.7 mm, since this This is the stage at which they meet an advanced maturity.

It is important to identify periods in which is conducted the reproductive process of this kind of catfish as this can establish closed seasons in which the animal will be allowed the freedom to reach maturity and to spawn. Similarly to contribute in some measure to ensure the presence and abundance of striped catfish Magdalena, also benefit hundreds of families living in artisanal fisheries.

Keywords: cupcake Striped Catfish, veda, fecundity, gonadal maturity conservation.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del Magdalena es la más importante en Colombia, involucrando en ella todos los aspectos relevantes de la nación, como son el campo económico, social, cultural, entre otros; durante siglos su utilización ha sido indispensable, la navegabilidad, el uso de sus recursos pesqueros y utilización como drenaje, son entre tanto los usos que se le han dado a este río; por tal motivo el río grande de la Magdalena es sin duda el recurso hídrico más importante de Colombia (Restrepo, 2005).

Es innegable que en el transcurrir de los años, la cuenca del Magdalena ha presentado problemas ambientales muy significativos, ya sea en el aumento de sedimentos o en la deforestación, a pesar de que posee el tercer lugar en importancia por su cobertura vegetal en Suramérica, se ha estimado una tasa de deforestación anual representada en un 2,6% entre 1990 y 2000; su pérdida de cobertura vegetal original de bosque equivale al 87% la cual se calcula como la relación entre la extensión presente y la extensión de bosques densos; con la ayuda de imágenes satelitales llevadas a cabo por el Instituto Mundial de los Recursos (WRI), se pudo determinar que el 37,2% del área de la cuenca del Magdalena está cubierta por bosques, el 35,8% por zonas agrícolas y el 14,8% por pastos y sabanas.

Se determinó que cerca del 50% del área de la cuenca está destinada a la actividad agropecuaria y el IDEAM en el año 2001 señaló que el 55% del territorio de la cuenca está cubierto por zonas de cultivo y pastos mientras que lo correspondiente a bosques solo ocupa el 26,4%; aquí se puede apreciar una de las graves problemáticas que en la actualidad presenta la cuenca, otra es su fragmentación, que hace alusión a la cantidad de intervenciones que se le han impuesto al río ya sean presas, desvíos para riegos, etc., en donde el Río Magdalena se encuentra en un estado de fragmentación moderado ya que presenta seis presas con alturas superiores a los 15 m y a la proyección de otras tres con alturas mayores a los 60 m (Restrepo, 2005).

El Río Magdalena se ha convertido en un eje económico muy importante ya que le significa al país el 88% del PIB generado anualmente, éste, resultado de las grandes concentraciones poblacionales que ha permitido el desarrollo de economías a escala, ejemplo de ello los centros de producción agrícola como el de la sabana de Bogotá, el eje cafetero y la región del Tolima, y también por la presencia de corredores industriales como los de Bogotá – Soacha, Medellín – oriente antioqueño, Cali – Jumbo y Mamonal (Restrepo, 2005).

A parte de este tipo de economía también hay que resaltar como de gran importancia la explotación pesquera; la cuenca del Magdalena para el año de 1976 se instauró con un potencial pesquero que estaba representado entre 80000 y 120000 t.año⁻¹, pero entre 1974 y 2009 la pesca desembarcada registró una disminución del 85%, el río para los años setenta era muy sobresaliente en cuanto a la producción a nivel continental ya que aportaba entre el 77% y el 95% de toda la pesca de este tipo y en cuanto a la de carácter nacional se registró de un 69% a 18,63% para el año 2009.

Ésta disminución es probable que se diera producto de la forma incorrecta como se ejecutaban las capturas de los peces, como era la utilización de dinamita entre otros métodos inadecuados; de igual forma la erosión y la contaminación de las aguas (Instituto Humboldt, 2011).

Después del bocachico, el bagre rayado del magdalena *Pseudoplatystoma magdaleniatum* es la especie que más se explota de la cuenca del Magdalena, gracias a su gran tamaño ya que puede crecer hasta 1.40 m de longitud y su carne es de excelente calidad, posee un valor económico muy alto al igual que es una especie migratoria lo que la hace sensible a la pesca. El bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* es un pez perteneciente a la familia Pimelodidae, el cual se caracteriza por poseer una cabeza deprimida con un proceso occipital largo que se une con las placas predorsales de la aleta dorsal y una larga fontanela en la región media del cráneo; su coloración se caracteriza por ser oscura en la zona dorsal sin llegar a presentar una delimitación definida entre esta y la zona grisácea, además de poseer franjas oscuras que se extienden hasta la línea lateral que se conectan a través de la zona dorsal con el lado opuesto. Anteriormente el bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, era conocido como *Pseudoplatystoma fasciatum*, hasta que un estudio taxonómico realizado por Buitrago-Suarez y Burr en el año 2007, determinó que las especies que hacían parte tanto de la cuenca del río Cauca como del Magdalena eran endémicas de este último y por ende su nueva denominación es la que se da hoy día (Arce, 2008).

En la actualidad se encuentra en estado de alerta debido a su sobreexplotación, en los últimos años las tallas que se han encontrado en los desembarques no son los autorizados a nivel nacional que permiten la protección del animal, ya que la talla establecida mínima es de 80 cm (FAO, 2012).

Las disminuciones del bagre rayado se pueden registrar a partir del año de 1977 en donde representaba el 37% de la pesca del Magdalena con un total de 15960 toneladas, para 1978 el 31% equivalente a 10669 toneladas, para 1981 el 12%; 1451 toneladas, en 1982 el 13% y 2689 toneladas; 1985, 14%; 2694 toneladas y finalmente para el año de 1987 se registró el 9% de la pesca total del Magdalena, 1539 toneladas. Para la década de los 90 la reducción del pescado se sigue dando de manera significativa ya que para 1991 se llegaron a producir en toda la cuenca 160,774 toneladas de bagre equivalentes al 10,3% de la producción; en 1992 la cifra es de 19,078 toneladas representando el 3,0%; 1993, 149,92 toneladas, 1,3%; 1994, 263,7 toneladas, 1,4%; 1995, 398,9 toneladas, 3,9%; 1996, 221,028 toneladas, 2,5%; 1998, 373,24 toneladas, 4,9%, y finalmente para el año de 1999 la pesca de bagre estuvo alrededor de 170,15 toneladas para un 1,9% (Arce, 2008).

Todas estas cifras anteriormente descritas muestran un panorama bastante complicado para esta especie que ha sido registrada dentro del libro rojo de especies amenazadas y que no solo amenaza con la extinción de la misma, sino con el sustento de muchas familias que viven de la pesca artesanal y que dependen de entre otras muchas especies de esta también en particular.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Las estadísticas pesqueras del bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* vienen demostrando que sus poblaciones están presentando problemas siendo entre las causas la sobrepesca, el deterioro ambiental, y que se refleja explícitamente en el proceso de sedimentación acelerado que viene presentándose, al igual que el taponamiento de caños y la desecación de ciénagas del Río Magdalena.

A pesar que a nivel nacional se cuenta con dos medidas reglamentarias de protección para la especie, siendo una de éstas la implementación de un tiempo de veda¹, sin embargo ésta genera un alto nivel de incertidumbre en su aplicabilidad. Al hacer un alto en el camino y pensar sobre el trasfondo de la situación, teniendo como precedente que una veda es una de las mejores alternativas para proteger una especie sujeta de uso, se detectan 3 posibles causas que generan ésta incertidumbre y que identifican la problemática del bagre rayado.

¹ “La veda es la prohibición del aprovechamiento de una especie, total o parcialmente durante la época de reproducción, dirigida a disminuir los efectos negativos que ocasiona la sobrepesca y garantizar permanencia

1) El estilo de gobernanza del sistema pesquero² en donde el principal actor (los pescadores) no adoptan dicha medida por una parte porque son períodos muy largos con dos temporadas al año equivalentes cada una a treinta días, del 1 al 30 de mayo y del 15 de septiembre al 15 de octubre (Resolución 242 de 1996), lo que significa un desequilibrio económico para ellos durante este período, teniendo en cuenta que la pesca es la principal fuente de ingresos de muchas familias que dependen de la pesca de esta especie, y por ende la necesidad de sostenerse los ha llevado a que no tengan en cuenta la veda establecida; y el segundo actor que es el estado, no ha generado por su parte, políticas de viabilidad social que garanticen el cumplimiento de dicha medida.

2) La resiliencia del bagre: Las condiciones del río han cambiado en comparación a la época en la cual se estableció el tiempo de veda que fue en el año de 1987; los peces como el bagre son recursos dinámicos con una capacidad de adaptación determinada a los cambios ambientales como a las presiones pesqueras. No obstante, actualmente se desconoce cuáles han podido llegar a ser las nuevas características por la que los bagres hayan tenido que optar para asegurar su supervivencia y por ende de manera directa con su ciclo reproductivo en relación a lo que tiene que ver por ejemplo en la cantidad de huevos, eventos reproductivos a edades más tempranas o desoves parciales a lo largo de todo el año.

3) El stock del bagre. Otro factor que surge y no menos importante es que la autoridad de pesca cuando estableció la veda para el bagre rayado lo hizo asumiendo que hay un solo stock (genéticamente hablando) a lo largo de todo el río es decir que las poblaciones presentes tiene características similares tanto en crecimiento como en reproducción.

² Gobernanza del sistema pesquero, determina la relación entre la sociedad y el servicio de provisión (peces).

En este sentido se rechaza la posibilidad que pueda haber poblaciones que se reproduzcan bajo estrategias diferentes, situación manifiesta por muchos pescadores.

Lo anterior implicaría que durante el tiempo en el cual es permitida la pesca se puede estar interrumpiendo el ciclo reproductivo de ciertas poblaciones de bagre de alguna parte de la cuenca del Río Magdalena, o en el caso contrario durante el tiempo de la veda no se estarían llevando a cabo los eventos reproductivos que se creen deban darse durante este tiempo. Convirtiéndose ésta en una de las otras causas del por qué el pescador no asume la veda, indicándose por parte de ellos que cuando se establece la veda en su zona aún no es la época reproductiva del bagre.

La problemática a resolver en el presente estudio radica en poder llegar a establecer una temporada de veda que sea beneficiosa tanto para la protección del bagre rayado como para los pescadores; permitiendo de esta forma que durante el tiempo en el cual no puedan llevar a cabo su práctica pesquera, se puedan dedicar a otras actividades que les permita suplir sus necesidades en la temporada en la que no hagan uso de la especie.

Con base en lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

Desde el punto de vista de la biología reproductiva, ¿Cuál es la época óptima en el año de acuerdo con la estratificación del río (*cuenca baja, media y alta del Río Magdalena*) para determinar, el tiempo y período de protección para el bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERAL

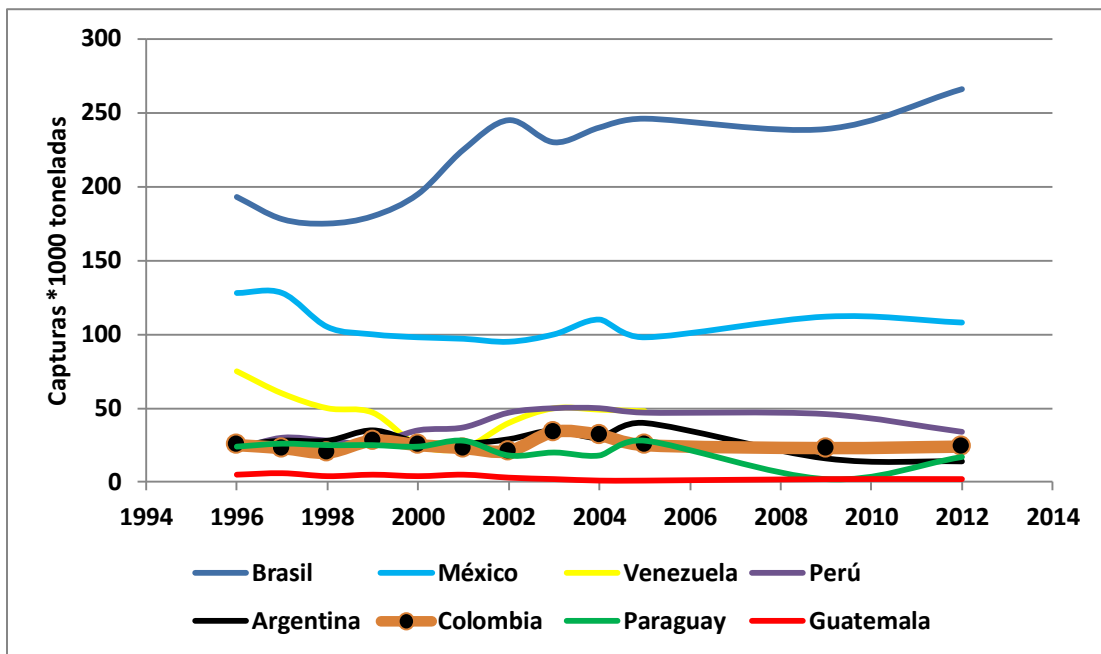
- Determinar la época reproductiva del Bagre Rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Pisces: Pimelodidae) en la cuenca Magdalénica, orientado a los tomadores de decisiones en el ajuste de las medidas de uso, manejo y conservación de la especie.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el período reproductivo del bagre rayado a nivel de la cuenca alta, media y baja del Río Magdalena desde el punto de vista macroscópico y microscópico.
- Identificar las estrategias reproductivas del bagre rayado a nivel de tipos de desoves, proporción sexual y fecundidad por grupos de talla, el periodo y tiempo adecuado para su protección.
- Proponer medidas de protección para el bagre rayado del Magdalena, desarrollando estrategias de divulgación de los resultados, que sean asequibles tanto a usuarios locales, como a las instituciones y organizaciones involucradas con su pesquería.

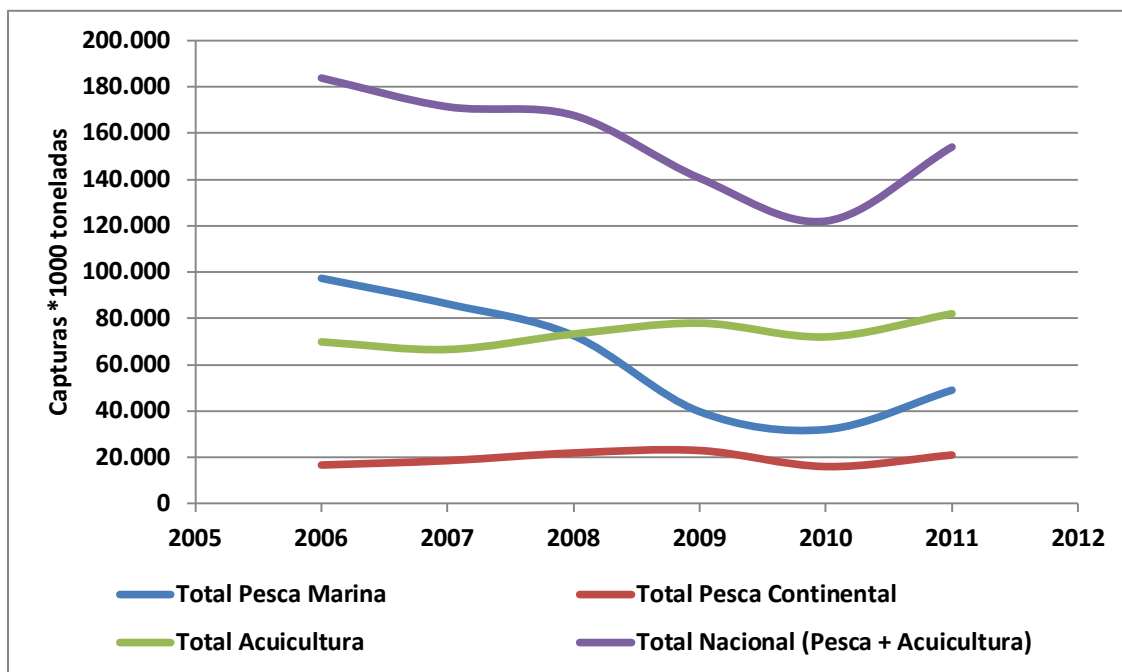
3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, América Latina es líder regional en producción pesquera extractiva, 14,7 millones de toneladas desembarcadas en el año 2009, de las cuales el 86,2% de las capturas son silvestres, de esta forma Sudamérica lidera en cuanto a la producción pesquera regional. Dentro de los principales países pesqueros del mundo, Perú ocupa el tercer lugar y Chile el octavo en el período comprendido entre 2007-2009. Dentro de las especies que salen de la pesca extractiva se encuentran los peces pelágicos, en especial la anchoveta, el jurel, la sardina, el estornino (caballa) y el calamar gigante (pota o jibia) (CEPAL. FAO. IICA, 2011) (Gráfica 1).



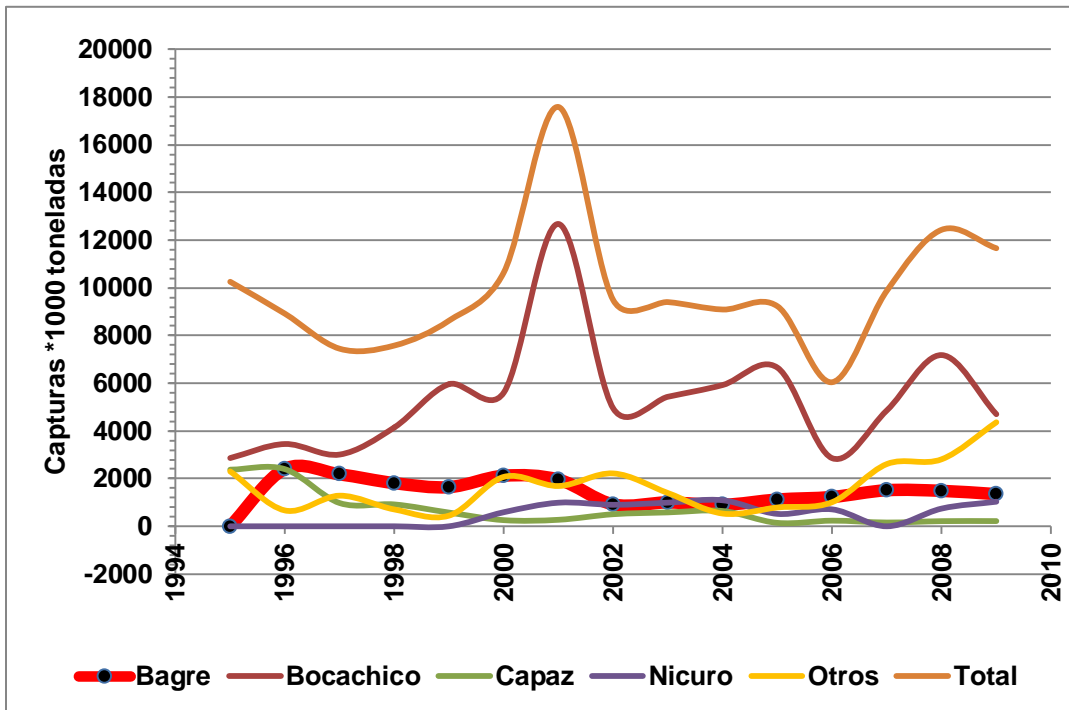
Gráfica 1. Comportamiento de la pesca en Latinoamérica durante el período de 1996 a 2012, expresado en miles de toneladas.

En Colombia más del 50% del producto pesquero nacional se extrae de los ríos y en especial del Magdalena, pero hay que resaltar que la producción pesquera siempre ha sido baja; a finales de los años 70 el total no superaba las 80 mil toneladas lo que indica una cantidad de 3,3 kilogramos per cápita, una cifra baja teniendo en cuenta la extensión de sus costas y ríos. De manera tradicional la pesca en Colombia ha significado la subsistencia y supervivencia para alrededor de 400 mil personas que hacen parte de familias de pescadores que viven a orillas de las riveras de los ríos, en especial las del río Magdalena. Posee más de 238.000 hectáreas en cuerpos de agua permanentes (ciénagas, lagunas, embalses) y de igual forma importantes corrientes de agua que corresponden a las cuencas del Magdalena, Orinoquía, Amazonía y los ríos Sinú y Atrato. En la actualidad la pesca ha permitido mantener una estabilidad en cuanto a la balanza comercial, siendo esta una alternativa interesante para los inversionistas y campesinos del país; estas actividades han dejado una producción equivalente a 160000 toneladas con una representación del 25% en cuanto a la pesca artesanal. El consumo per cápita actual es de 5,4 kg/año. En cuanto a la pesca continental, esta se lleva a cabo en su gran mayoría en la cuenca del río Magdalena, y una de las especies de mayor interés comercial es el bagre rayado (Conde, *sin año*) (Gráfica 2).



Gráfica 2. Fluctuación del estado de la pesca en Colombia, incluyendo la pesca de captura, acuicultura, pesca marina y el total general de la pesca más la acuicultura expresada en miles de toneladas, para un período comprendido entre el 2006 hasta el 2011.

El Río Magdalena, gracias a sus numerosas utilidades que presta a toda la población, se distingue como la de mayor importancia a nivel socioeconómico y ambiental para el país. La pesca en esta cuenca ha sido de crucial importancia para la población aunque en su gran mayoría se trata todavía de práctica artesanal y la mayor pesca se obtiene durante los períodos de subienda debido a los hábitos migratorios de las especies dominantes. Dentro de las especies que predominan en cuanto a la producción pesquera proveniente de este río, se encuentra el bagre, que presentó cifras de capturas desembarcadas provenientes de toda la cuenca del Magdalena equivalentes a 2.717,68 toneladas para el año de 1995 y finalmente culminó en 1.349,78 toneladas para el año 2009 (Gráfica 3).



Gráfica 3. Visualización de la extracción pesquera de tipo captura en la cuenca del río Magdalena, resaltando las especies de mayor producción entre ellas el bagre, para un periodo que está entre 1995 a 2009 expresadas en miles de toneladas.

La gráfica resalta la capacidad de extracción pesquera que posee la cuenca del Río Magdalena, ubicando al bagre, pez objeto de estudio, como la segunda especie que más se captura en la cuenca después del Bocachico quien presenta los más altos índices productivos del río. El comportamiento que presenta la pesca del Bagre muestra cómo ha ido disminuyendo su producción para un periodo que va desde el año 1995 hasta el año 2009, en donde su producción pasó de más de 2.000 toneladas a un poco más de 1000 para el año 2009.

Por tal motivo es crucial tomar medidas en cuanto a la problemática que se registra para el bagre rayado, ya que si su sobreexplotación ha sido constante es porque no se ha impuesto una normatividad óptima o que la establecida en 1987 en primer lugar dada por el INDERENA (Acuerdo 016/1987, Resolución Ejecutiva Ministerio de Agricultura 057/1987), donde se estipula la veda como una estrategia de conservación durante los meses de mayo y junio para este animal y que posteriormente fue modificada en 1996 por el INPA (Resolución 242/1996) y ratificada por el INCODER, que implementó como acción de manejo el establecimiento de dos periodos de veda temporal de pesca para la especie (1-30 mayo y 15 septiembre al 15 de octubre), no está funcionando de la mejor manera en aras de conservar la especie.

A pesar de las anteriores medidas de manejo, los resultados no han sido los mejores, ya que la disminución de los volúmenes de captura de la especie se viene registrando periódicamente, tal como se menciona anteriormente. Por lo general este problema se le atribuye a la sobrepesca pero hay que tener en cuenta que son muchas las familias que dependen de este recurso pesquero, y que si se ha hecho caso omiso al cumplimiento de la veda es porque la estrategia no alcanza a cubrir las necesidades de las personas que dependen de la pesca.

Éste presente trabajo de grado, tratará de generar datos actualizados acerca de la biología reproductiva del bagre rayado del Magdalena, con el fin de que los tomadores de decisiones puedan llevar a cabo las estrategias más eficaces para salvaguardar la especie y beneficiar de igual manera a la población que depende de este recurso.

4. ANTECEDENTES

4.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS SILURIFORMES EN AMÉRICA LATINA

El orden siluriformes, los denominados peces gatos, hacen parte del grupo de peces de gran abundancia que se encuentran distribuidos en su gran mayoría por América del sur y Central; estos peces se caracterizan por poseer un cuerpo desproporcionado de escamas (Coles, *et. al.* 2006) y muchos de estos presentan características que los particularizan, como es la presencia de bigotes, de igual forma, para América del sur que es donde se localizan la gran mayoría de estos individuos, algunos grupos presentan franjas negras que recorren transversalmente sus cuerpos y logran alcanzar un gran tamaño. Son de suma importancia para la economía pesquera de los países pertenecientes al cono sur y en particular para los pescadores artesanales, pertenecientes a familias de escasos recursos que tienen como única subsistencia la pesca de este tipo de pez; este orden y en particular donde se hallan los denominados bagres, se encuentran en la actualidad como una especie en peligro inminente (FAO. 2012), su sobrepesca ha llevado a que se presente esta situación, es por eso que se han llevado a cabo múltiples trabajos que involucran a los siluriformes y en especial a los bagres en pro de conocer más de estos individuos, con el ánimo de brindar herramientas que puedan contribuir a la conservación de esta especie. Amezcua & Muro (2012) determinaron por medio de la longitud sexual de las hembras de bagre cominate involucrando la época de reproducción, que la disminución de esta especie se daba gracias a la sobrepesca de juveniles de esta especie en el sureste del Golfo de California (Tabla 1).

Tabla 1. Trabajos realizados en diferentes países de Centro América y Sudamérica para diferentes familias de peces pertenecientes al orden Siluriformes.

PAIS	CUENCA	RESULTADO	AUTORES
MÉXICO	Sureste Golfo de California	<i>Occidentarius platypogon</i> (Pisces: Ariidae): se determinó que hay capturas muy frecuentes de ejemplares juveniles, al igual que machos incubando y hembras maduras.	Amezcuca & Muro, 2012
COSTA RICA	Río Reventazón	<i>Peces diablo</i> (teleósteo: siluriformes: loricariidae): se encontraron individuos de la especie <i>Hypostomus panamensis</i> , seguidos por <i>Pterygoplichthys sp.</i> Por su parte, <i>Hypostomus panamensis</i> , se considera de origen panameño y con distribución en Costa Rica, en el Pacífico sur, por lo que se cree fue introducido en la cuenca del Río Reventazón.	Herrera & Molina, 2011
MÉXICO	Presa Lázaro Cárdenas	<i>Ictalurus punctatus</i> (Siluriformes: Ictaluridae): el consumo de alimento está sujeto a varios factores como la longitud y de igual forma a la disponibilidad del mismo existente en la zona.	Martínez, 2011
COLOMBIA	Río Opón	<i>Trichomycterus sketi</i>: (Siluriformes: Trichomycteridae): se diferencia de otras especies del género por poseer la fontanela dividida en dos porciones, cabeza más ancha que el cuerpo, cuerpo delgado, casi tan alto como ancho.	Castellanos-Morales, 2010
COLOMBIA	Cautiverio	<i>Ariopsis seemanni</i>, (Pisces: Ariidae): descubrieron que el encéfalo es la estructura más grande, lo cual indica que este animal tiene que hacer un gran uso de su visión y el sentido del gusto para llevar a cabo la exploración de su habitat.	Londoño & Hurtado, 2010
PERÚ	Mercado de Belén, ciudad de Iquitos	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i> (Britski, 1981): presentó menor variabilidad genética siendo posible que esta especie sufre o ha pasado por un reciente efecto de cuello de botella, seguido por un crecimiento poblacional rápido o presente un efecto fundador.	Marin, 2010

ARGENTINA	Ríos y arroyos del valle de Lerma	Corydoras paleatus, Trichomycterus spegazzinii y Heptapterus mustelinus: se concluyó que estas especies pueden desovar en cualquier estación del año a excepción de T. spegazzinii que prefiere la estación cálida.	Romero & Vera, 2010
PERÚ	Ríos Ucayali, Maraón y Amazonas en Perú	Brachyplatystoma rousseauxii (Castelnau, 1855): estos animales consumen dentro de su dieta en su gran mayoría peces con la particularidad de que esta especie posee mecanismo de regurgitación, probablemente incentivada por la técnica de pesca.	García, 2009
CHILE	Río San Pedro, cuenca del Valdivia	Diplomystes camposensis (Siluriformes, Diplomystidae): innovación en la aplicación de protocolo de cirugía para llevar a cabo implantes de neurotransmisores.	Solís, 2009
COLOMBIA	Río Magdalena	Trichomycterus cachiraensis (siluriformes: trichomycteridae): una de las diferencias más puntual y que la diferencia de otras especies es la reducción de la fontanela posterior y su ubicación enteramente sobre el parieto-supraoccipital.	Ardila, 2008
COLOMBIA	Río Bogotá	Eremophilus mutisii (Trychomecterae, Siluriformes): se encontraron gran cantidad de células clava y células mucosas en la piel de E. mutisii, lo cual indica el hábitat en el cual este animal se desenvuelve y la protección que necesita para su cuerpo.	Bonilla, 2008
COLOMBIA	Río Amazonas: área fronteriza Brasil-Colombia-Perú	Brachyplatystoma rousseauxii Castelnau, 1855 (PISCES: PIMELODIDAE): la especie presenta un desove de tipo parcelado, donde las hembras desovan una primera vez en el año, posterior a esto hay un proceso de maduración que prepara a la hembra para un segundo evento reproductivo.	Gil Manrique, 2008

ARGENTINA	Río Paraná	<i>Rhamdia quelen</i> (Pisces, Siluriformes): en la caracterización cromosómica hecha al siluro <i>Rhamdia quelen</i> , concluyeron que había presencia de 58 cromosomas diploides ubicados en posición (metacéntricos, submetacéntricos y subteloacrocéntricos).	Coles, 2006
COLOMBIA	Complejo lagunar CGSM	<i>Ariopsis bonillai</i> : se mostró un buen desempeño en la aplicación del probiótico sin presentar mortalidad.	Rodríguez, 2006
MÉXICO	Laguna Pueblo Viejo, Veracruz	<i>Ictalurus punctatus</i> (Pisces: Ariidae): se pudo determinar mediante su longitud que este bagre presenta una dieta preferencialmente hacia los peces.	Kobelkowsky & Castillo, 1995
ARGENTINA	Cuerpos de agua lenticos	<i>Rhamdia sapo</i> : se obtuvieron resultados positivos en el desove inducido por medio de extractos hipofisarios de sábalo, lo contrario con la aplicación de gonadotropina coriónica animal.	Luchini & Cruz, 1981

4.2 ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS BAGRES EN AMÉRICA LATINA (*pseudoplatystoma sp.*)

Las especies de este género se encuentran distribuidas en las principales cuencas del continente sudamericano, excepto las del pacífico. Los ambientes en los cuales estos peces pueden habitar, pueden ser de tipo lótico como lo prefieren algunas especies de *pseudoplatystoma* como el *P. reticulatum*, y *P. fasciatum*, mientras que individuos como el *P. curruscans*, gustan más de ambientes lénticos de ríos. La gran mayoría de este género presenta hábitos reproductivos de tipo migratorio, que hace que deban moverse río arriba para llevar a cabo su evento reproductivo durante el período de lluvias, estos animales poseen un potencial de fecundidad elevado cuyos huevos se dan en gran abundancia y su tamaño es bastante pequeño, caracterizándose por poseer un bajo nivel de adhesión y en el momento de quedar libres en el agua presentan semiflotabilidad (FAO 2010).

Tabla 2. Trabajos realizados en diferentes especies de bagres (*Pseudoplatystoma sp.*) pertenecientes exclusivamente a países de Sudamérica.

PAIS	CUENCA	RESULTADO	AUTORES
COLOMBIA	cautiverio	<i>Pseudoplatystoma metaense</i> (Teleostei, Pimelodidae): después de haber experimentado con diferentes protocolos de congelación en siluros, determinaron que la mezcla más apta de sustancias empleadas en el proceso de crioconservación es la mezcla de 10% DMSO, 5,5% de glucosa más 5% de LE o la mezcla de 12% MET, 5,5% de glucosa más 5% de LE para la especie <i>Pseudoplatystoma metaense</i> .	Ramírez, 2011

COLOMBIA	cautiverio	<i>Pseudoplatystoma metaense</i> (Teleostei, Pimelodidae): determinaron la calidad del semen de bagre rayado <i>Pseudoplatystoma metaense</i> teniendo en cuenta la época reproductiva del animal, lo cual permite inferir que se pueden hacer estudios sobre fertilización artificial durante todo el periodo reproductivo del animal.	Ramírez, 2011
PERÚ	cautiverio	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766): se concluyó que el origen parental es muy significativo en la viabilidad y el crecimiento de esta especie.	Castro, 2010
VENEZUELA	Orinoco medio	<i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> : pudieron hallar que el crecimiento para el bagre rayado <i>Pseudoplatystoma orinocoense</i> en Venezuela presenta crecimiento lento, lo cual indica un riesgo debido a la sobreexplotación a la cual está sometido.	González, 2010
PERU	cautiverio	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766): se mostró gran eficacia en la utilización de microsatélites para llevar a cabo la diferenciación genética en individuos reproductores.	Castro, 2009
BOLIVIA	Ríos Mamoré e Iténez	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> y <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> : las hembras alcanzan mayores tamaños en ambas cuencas a diferencia de los machos. <i>P. fasciatum</i> alcanza un mayor tamaño en la cuenca del río Mamoré.	Inturias, 2007
PERÚ	Cuenca Amazónica peruana	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766) y <i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> (Valenciennes 1840): se mostraron dos grupos bien definidos y totalmente independientes entre sí.	Rodríguez, 2007

GUYANAS	Río Suriname	<i>Pseudoplatystoma bleeker</i> 1862 (siluriformes: Pimelodidae): una de las características fundamentales y en especial para las especies de bagre que se encuentran en peligro de extinción, es poder tener en cuenta aspectos anatómicos como su longitud y otras características cruciales que se emplean en su proceso de taxonomía y sistemática que pueden contribuir a su conservación.	Buitrago, 2006
VENEZUELA	Orinoco	<i>Pseudoplatystoma Fasciatum</i> y <i>P. tigrinum</i> (Siluriformes, Pimelodidae): se presentó alta variabilidad genética producto de la respuesta evolutiva a los cambios ambientales.	Escobar & Taphor, 2006
PERÚ	Río Ucayali	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (LINNAEUS, 1766; PISCES): es una especie de gran abundancia para la región de Ucayali, ya sea en época de sequía o en época de lluvias.	Deza, 2005
BOLIVIA	Cuenca Amazónica boliviana	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i> y <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> : se hallaron claras diferencias entre las dos especies, constituyendo cada una dos grupos monofiléticos distintos.	Rivera, 2003

4.3 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PSEUDOPLATYSTOMA MAGDALENIATUM

La especie *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, también conocida como bagre rayado o pintadillo, antes de 2007 se denominaba como *Pseudoplatystoma fasciatum*, año en el que Buitrago-Suarez & Burr después de haber realizado un estudio taxonómico de la especie, concluyeron que las especies que pertenecían a la cuenca del río Magdalena y Cauca eran endémicas renombrándola como *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. Los *Pseudoplatystoma magdaleniatum* pertenecen a la familia pimelolidae y es una especie muy importante en la economía pesquera, ya que su carne es de excelente calidad y pueden llegar a medir 1.40 m (Arce, 2008).

Tabla 3. Resultados de trabajos realizados en la cuenca del Magdalena para el bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* y *Pseudoplatystoma fasciatum*, este último, como se le denominaba anteriormente al bagre rayado del Magdalena.

PAIS	CUENCA	RESULTADO	AUTORES
COLOMBIA	Magdalena	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> : se determinó que el 60% de la captura (TCM) se encuentra por debajo de lo permitido (80 cm).	Jiménez-Segura, Palacio & López, 2009
COLOMBIA	Magdalena	<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> : se determinó una alta presión pesquera que no va acorde con el ritmo reproductivo de la especie.	Arce, 2008
COLOMBIA	Magdalena	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (linnaeus, 1766): se presentó para esta especie gran variabilidad en cuanto al proceso de crioconservación.	Guarnizo, 2007

COLOMBIA	Magdalena	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766): se pudo mostrar la sensibilidad que presentan las células espermáticas a la sustancia DMSO en el protocolo de crioconservación.	Pinzón, Mojica & Cruz, 2005
COLOMBIA	Magdalena	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766): se concluyó que el origen parental es muy significativo en la viabilidad y el crecimiento de esta especie.	Castro, 2003
COLOMBIA	Magdalena	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Pisces: Pimelodidae): se pudo evidenciar una variabilidad genética muy baja con la existencia de una población panmíctica, donde no hay grupos genéticamente establecidos.	Gallo & Díaz, 2003

5. MARCO TEÓRICO

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE OBJETO DE ESTUDIO: *Pseudoplatystoma magdaleniatum*



Figura 1. Ejemplar de Bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* descrito por Buitrago y Burr en el año 2007.

Dentro de las características que permiten identificar al *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, encontramos las rayas ubicadas en los lóbulos dorsal y ventral de la aleta caudal con ramas que se encuentran unidas a diferencia de cómo se pueden observar en otras especies de *Pseudoplatystoma*, posee un cuerpo alargado cuya margen anterior de la cabeza es redondeada, mientras que la región dorsal es áspera y con surcos; en el proceso supraoccipital la cresta posee una fontanela media corta con fosas nasales anteriores; de igual forma posee una pigmentación consistente en barras oscuras rectas a lo ancho de su cuerpo y verticales a los costados. Las barras rectas se extienden más allá de la parte lateral. Posee barras con las que se puede conectar dorsalmente hacia el lado opuesto. En la región donde se ubica la aleta pectoral, ésta se encuentra pálida sin presencia de manchas, mientras que en su aleta adiposa se pueden hallar entre 6 y 7 manchas grandes (Buitrago & Burr, 2007) (Figura 1).

5.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Cuenca del río Magdalena, incluyendo el río Cauca, Colombia.

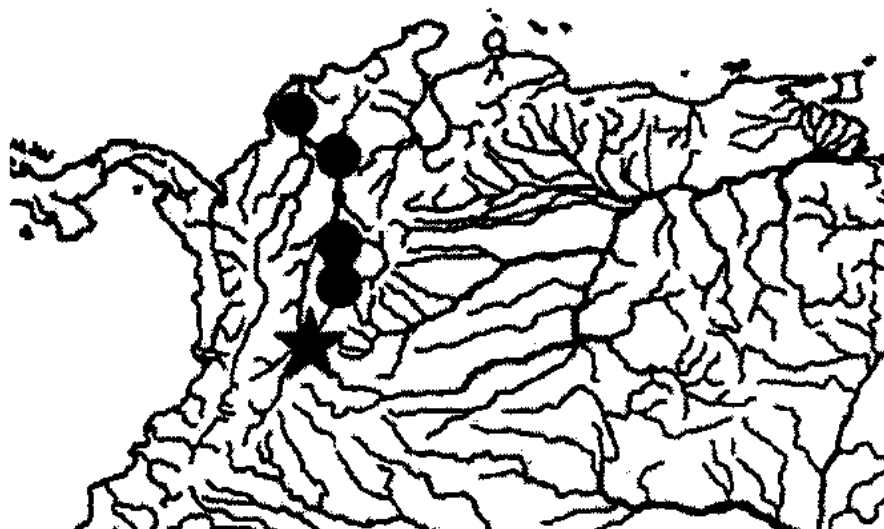


Figura 2. Distribución de *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (círculos negros), tipo de localidad indicada por una estrella. Tomado de Buitrago y Burr 2007.

5.3 REPRODUCCIÓN COMO ESTRATEGIA DE VIDA

La forma en la que un ser vivo se hace perenne en el tiempo es a través de la reproducción, ésta va acompañada de un sin número de factores que la propician y que hace que sea posible para darle continuidad a una determinada especie de la biodiversidad. Para el caso de la reproducción en los peces, los cuales presentan gran variedad de especies (± 24.000), se presentan diversas estrategias y tácticas para llevar a cabo el evento reproductivo, entre las que se encuentran: las relacionadas con la utilización del alimento, el desarrollo de las estructuras reproductivas, la presencia o ausencia de caracteres sexuales secundarios, el tipo de fecundación, la forma en que los peces se reproducen, etc. (Vazzoler, 1996).

5.4 ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS REPRODUCTIVAS

Tanto las estrategias como las tácticas que los peces deben establecer en el proceso reproductivo, están influenciadas bajo las condiciones ambientales; de las características de las que están compuestas las estrategias de la especie dependerá el éxito de supervivencia de la misma, adaptándose de igual forma a los cambios ecológicos existentes que proporcionarán diferencias anatómicas, fisiológicas, comportamentales y energéticas con respecto a otras especies, y de acuerdo a como fluctúe el ambiente y la respuesta que los animales puedan dar a ésta, se estaría hablando de una táctica en particular. Dentro de las tácticas se pueden incluir las relacionadas con la utilización del alimento, el desarrollo de las estructuras reproductivas, la presencia o ausencia de caracteres sexuales secundarios, el tipo de fecundación, la forma en que los peces se reproducen, etc. (Vazzoler, 1996).

5.5 PROCESO REPRODUCTIVO EN PECES

Dentro de todo el proceso reproductivo se llevan a cabo unas determinadas etapas y con ellos un desarrollo a nivel celular, además de un acompañamiento hormonal que va a la par de todo este proceso que nos permite conocer todo el recorrido que yace en la formación de un nuevo individuo (INCODER; UNAL, 2005).

5.5.1 Oogénesis.

Al interior del pez, en su ovario a través de mitosis en una fase inicial, las oogonias terminan convertidas en oocitos, este proceso que inicia en las células germinativas es cíclico dentro del pez, posterior a la formación de los oocitos primarios, la célula entra en fase meiótica en donde puede alcanzar un tamaño 100 veces mayor (INCODER; UNAL, 2005).

5.5.2 Vitelogénesis.

La vitelogenina, un fosfolípido que se produce al interior del hígado es llevado a través de la sangre hasta el oocito acumulándose en este en forma de glóbulos de vitelo dándole un mayor crecimiento (INCODER; UNAL, 2005).

5.5.3 Maduración.

En esta etapa los oocitos que se encuentran en periodo de latencia están a la espera de que las condiciones medioambientales sean las propicias para que se lleve a cabo la culminación del proceso de maduración, ya que se encuentran en la primera fase de división meiótica, exactamente en el estadio de diploteno de la profase I.

Cuando se vuelve a retomar este estadio en división meiótica, donde los oocitos se encuentran infértiles, posteriormente se convertirán en fértiles antes de la ovulación producto del actuar de los diversos esteroides que se encargan de inducir el proceso de maduración (INCODER; UNAL, 2005).

5.5.4 Ovulación.

Cuando ha terminado la etapa de maduración, los oocitos se encuentran listos para ser expulsados una vez se han ubicado en el lumen del ovario, de aquí en adelante el proceso meiótico continúa hasta llegar a metafase, etapa en la cual ya están listos para ser fertilizados. En esta parte ya se pueden apreciar las características de cada especie aunque ocurre algo diferente para los silúridos, ya que estos presentan una envoltura gelatinosa con presencia de poros que le permite el contacto con el exterior (INCODER; UNAL, 2005).

5.5.5 Fertilización.

Para la mayoría de los peces teleósteos, el proceso de fertilización se hace de forma externa, las hembras depositan gran cantidad de huevos y los machos vierten sobre ellos su esperma; finalmente este proceso es la unión de los pronúcleos del óvulo y del espermatozoide. El óvulo se prepara de tal forma que en él se forma un micrópilo en donde el citoplasma se parece a un embudo el cual permite la entrada del espermatozoide, este micrópilo es tan pequeño que su tamaño se iguala al de la cabeza del espermatozoide pero solo permite la entrada de uno de ellos (INCODER; UNAL, 2005).

5.6 FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN LA REPRODUCCIÓN EN PECES

A parte de todas estas etapas que se llevan a cabo en el proceso de reproducción de los peces teleósteos, hay que decir que existen factores que incentivan a que este proceso se pueda ejecutar de manera efectiva, dentro de los cuales se encuentra el ambiente que rodea a las diversas especies y en segundo lugar y la más importante, la producción hormonal. En este caso tratándose de peces que pertenecen al trópico en donde las variaciones se pueden presentar en cuanto a las temporadas de lluvia, ya que no se presentan estaciones, estas son benéficas ya que el aumento en las aguas permite la migración y zonas óptimas en donde se pueden depositar los huevos. Por ejemplo, el bagre africano que pertenece a zonas tropicales y semitropicales, lleva a cabo su proceso de reproducción en la temporada de lluvias, pero al parecer la temperatura es la más influyente en cuanto a lo que tiene que ver con su actividad ovárica (INCODER; UNAL, 2005).

En segundo lugar tenemos la producción hormonal que va de la mano con el entorno en el cual se desarrolla la especie, ya que es precisamente el medio el que estimula a través de los sentidos al animal, que posteriormente a través del sistema nervioso se emite una respuesta que evoca en toda una cascada de hormonas y neurotransmisores que desempeñan múltiples funciones en cada uno de los órganos reproductores; entre ellos esteroides, peptídicas, aminas, y ecosanoides (INCODER; UNAL, 2005) (Figura 3).

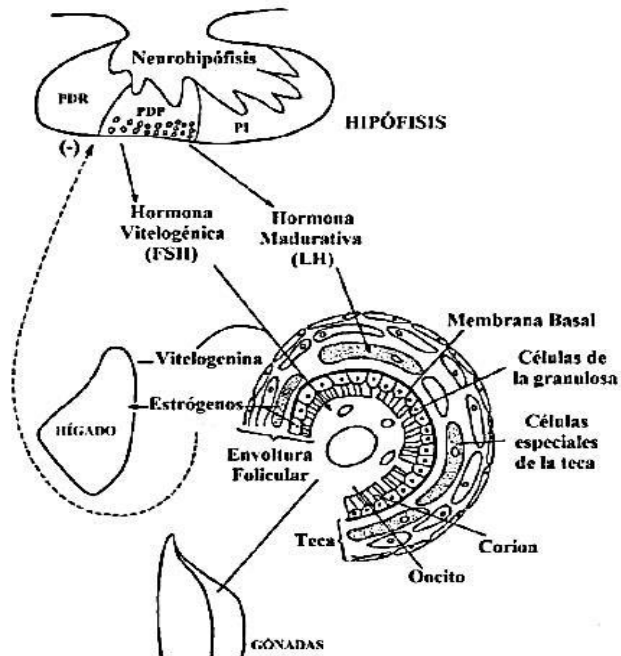


Figura 3. Esquema del mecanismo de control endocrino e interacción folicular en peces teleósteos. PDR pars distalis rostralis; PDP pars distalis proximalis; PI pars intermedia (modificado de Zanuy y Carrillo 1987). (Tomado de Valdebenito, 2011).

5.7 MECANISMOS REPRODUCTIVOS EN LOS PECES TELEÓSTEOS

5.7.1 Gonocorístico o bisexuado.

Aquí los individuos no se pueden identificar como hembra o macho; en lo que se puede presentar: la ovuliparidad, oviparidad, ovoviviparidad, viviparidad (Vazzoler, 1996).

5.7.2 Hermafrodita.

Las gónadas de estos animales pueden desempeñar la función de ovario y/o testículos. Puede ser de tipo: simultáneo, secuencial (protándrico y protogínico) (Vazzoler, 1996).

5.8 FASES DE DESARROLLO OVOCITARIO

5.8.1 Fase I: Células germinativas jóvenes (*Cromatina nucleolar*).

Son visibles en ovarios “vírgenes” y aparecen agrupadas en forma de “nidos”, insertados en laminillas ovígeras en regiones vascularizadas (Vazzoler, 1996).

5.8.2 Fase II: Ovocitos de valores de reserva (*Perinucleolar*).

Se empiezan a separar de la formación en “nido”, se encuentran presentes en las gónadas de todos los estadios de maduración y son las que surgirán para iniciar la vitelogénesis (Vazzoler, 1996).

5.8.3 Fase III: Ovocitos con vitelogénesis lipídica (*Formación de la vesícula vitelínica*).

Presencia del denominado *fóliculo ovocitario*, que es el conjunto conformado por el ovocito, la membrana vitelina y la capa de células foliculares. Estos ovocitos se presentan en el estadio de maduración inicial de los ovarios (Vazzoler, 1996).

5.8.4 Fase IV: Ovocitos con vitelogénesis lipídica y proteica (*Vitelogénesis*).

Presencia de proteínas en forma de plaquetas acidófilas en la periferia del citoplasma, mientras que las células foliculares se tornan más alargadas (Vazzoler, 1996).

5.8.5 Fase V: Ovocitos con vitelogénesis completa (*Maduro*).

Hay un aumento acelerado de los ovocitos, proporcional al número de los gránulos de vitelo acidófilo, al igual que también aumentan los gránulos proteicos (Vazzoler, 1996).

5.8.6 Fase VI: Ovocitos en hialinización.

Hay fusión de los gránulos de vitelo, el citoplasma posee un aspecto manchado de color rosado, el núcleo se presenta basófilo con bordes irregulares y por último las células foliculares aparecen aplanadas (Vazzoler, 1996).

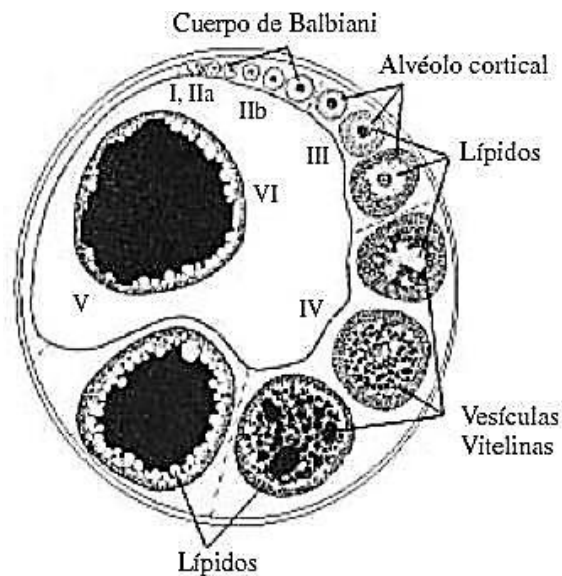


Figura 4. Esquema de un corte transversal de ovario de pez con distintas etapas de crecimiento folicular. I oogonia; IIa cromatina nucleolar; IIb oocitos perinucleolares; III alvéolo cortical; IV vitelogénesis; V oocito maduro; VI oocito ovulado (Extraído de Takashima e Hibiya 1995). (Tomado de Valdebenito, 2011).

6. ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de La Magdalena es el nacimiento del afluente hídrico más importante de Colombia ubicada en la cordillera central de los Andes a una altura de 3.685 m.s.n.m. Su longitud total es de 1.538 km ocupando 256.622 km² de territorio nacional. Durante su trayecto recorre los Departamentos de Huila, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Caldas, Antioquia, Santander, Cesar, Bolívar, Magdalena y Atlántico (Mojica, 2006).

6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL RÍO MAGDALENA

El Río Magdalena se encuentra dividido en tres estratos: alto, medio y bajo Magdalena (Figura 5). En la parte alta, por tratarse de una pendiente considerable, el río se vuelve bastante turbulento y corrientoso cuyo caudal aumenta debido a la recepción de otros afluentes. En la parte media del río, este se sigue ensanchando hasta que alcanza su máximo cuando ha llegado al Municipio del Banco. En el estrato bajo, las características que presenta el río son de tipo fluvio – lacustre donde se llevan a cabo la formación de ciénagas que regulan las crecientes en épocas de lluvia y que permiten que devuelvan el agua al río en épocas de sequía. En esta fracción del río, la velocidad de la corriente disminuye formándose bancos de arena, depósitos de arcilla y lodo hasta que finalmente se acerca a su desembocadura formada por la bifurcación en calamar que lleva a dos desembocaduras más donde se forma el triángulo compuesto por Bocas de ceniza, Pasacaballos y la ciénaga grande de Santa Marta (García, 2012).

Cuenca alta



Cuenca media



Cuenca baja



Figura 5. Imágenes de los tres estratos pertenecientes a la cuenca del Magdalena. alta, media y baja. Tomado de proyecto ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL BAGRE RAYADO *Pseudoplatystoma magdaleniatum* EN LA CUENCA MAGDALÉNICA VALORACIÓN DE IMPLICACIONES AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICAS Y DEFINICIÓN DE ESCENARIOS DE ORDENACIÓN PESQUERA Y SOTENIBILIDAD.

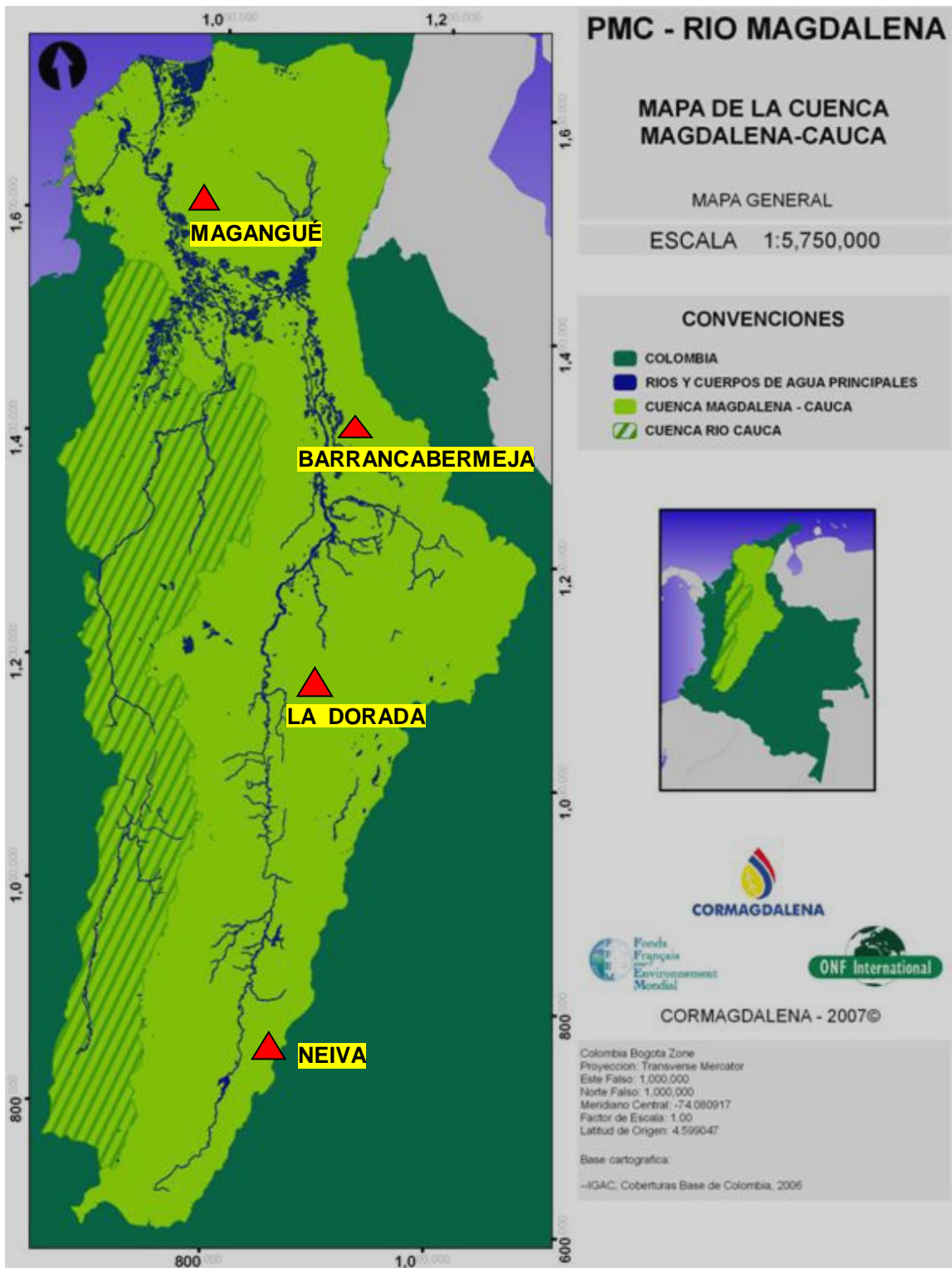


Figura 6. Mapa de localización de la cuenca del río Magdalena - Cauca. Tomado de Proyecto FFEM CORMAGDALENA Plan de Manejo de la cuenca Magdalena – Cauca (segunda fase), 2007.

7. METODOLOGÍA

7.1 FASE DE CAMPO

7.1.1 Muestreo biología reproductiva

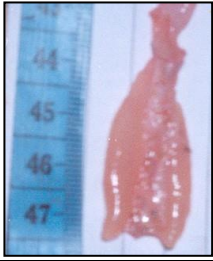

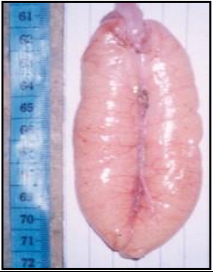
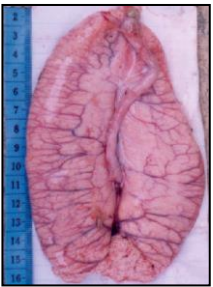

Se llevaron a cabo los respectivos muestreos de bagre rayado sobre la cuenca del Río Magdalena teniendo en cuenta las tres estratificaciones del río: cuenca alta, media y baja del mismo tomando cuatro puntos de colecta de muestra; Neiva para la parte alta del río, Dorada, cuenca media- alta, Barrancabermeja en la parte media y finalmente Magangué en la cuenca baja (Figura 6). Las muestras se tomaron de las capturas realizadas por los pescadores de cada localidad durante el mes de abril de 2012 hasta marzo de 2013, de las cuales se tuvieron en cuenta para la realización de este trabajo machos y hembras, de estas últimas las pertenecientes a los estadios III y IV teniendo en cuenta la escala macroscópica de madurez propuesta para bagres amazónicos de Camacho (2006); cuyas gónadas poseen huevos con los cuales se puede determinar el potencial de fecundidad (Tabla 4).

De cada una de estas gónadas se tomó dos muestras que se fijaron en paraformaldehído bufferado neutro al 4%; una destinada para el conteo de los ovocitos que se depositó en recipientes pequeños de tapa y la otra en rejillas para hacer el análisis histológico. Para cada uno de los ejemplares capturados en los diferentes puntos se les tomó las medidas de longitud estándar (Le), longitud horquilla (Lh) y longitud total (Lt); peso total (Pt) y peso eviscerado (Pev) medido en kilogramos (kg) con balanza de reloj de 100 kg y precisión de 0,5 kg; se determinó el sexo (machos, hembras o indefinido) y el estadio gonadal de las hembras (Figura 7).



Figura 7. BJA - 345. Ejemplar capturado en campo junto con sus vísceras; del lado gónada con huevos.

Tabla 4. Escala de madurez propuesta para las hembras de bagres en la Amazonia colombiana considerando: Nikolsky (1963), Arboleda (1989), Fonteles (1989), Castro & Santamaría (1993), Agudelo (1994), Salinas (1994), Gómez (1996), Vazzoler (1996), Agudelo et al., (2000), Alonso (2002) y Camacho (2006).

ESTADO	GÓNADA	NOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
I		VIRGEN	Peces que no han desovado, jóvenes, pre - adultos, ovarios translúcidos y de pequeño tamaño.
II		EN DESARROLLO	Individuos vírgenes que comienzan su proceso de maduración, los ovarios ocupan 1/3 y 1/2 de la cavidad abdominal, se observa tejido vascularizado, color rosado acentuado.
III		MADURANDO	Ovarios aumentan de tamaño, ocupan 1/2 a 2/3 de la cavidad abdominal, los óvulos se pueden observar a simple vista, con diferentes tamaños los ovocitos, coloración amarilla opaca, muy vascularizada.
IV		MADUROS Y DESOVANTES	Ovarios ocupan 3/4 o más de la cavidad abdominal, óvulos blanco amarillentos, con tamaños homogéneos y redondos, la membrana ovárica se puede presentar muy delgada y transparente, al presionarse los óvulos pueden ser expulsados.
V		REABSORCIÓN, RECUPERACIÓN O REPOSO	Ovarios se han retraído hacia la mitad de la cavidad abdominal, la membrana ovárica presenta una consistencia gruesa con color rojizo o rosado, considerándose un pez adulto, que próximamente reinicia su ciclo en estadio III.

7.2 FASE DE LABORATORIO

De todas las muestras que se colectaron de las cuatro estaciones a lo largo de la cuenca del Magdalena, solo se pudieron analizar 8 muestras, una (1) en la Localidad de Neiva y siete (7) en Barrancabermeja, las cuales presentaban las condiciones óptimas para llevar a cabo el conteo de los ovocitos.

7.2.1 Clasificación microscópica de las gónadas

Se procesaron 200 muestras de gónadas hembras pertenecientes a todas las cuatro estaciones de la cuenca magdalénica en los laboratorios de Biología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, de las cuales el 18% hacen parte de la localidad de Neiva, el 25% de La Dorada, el 31% de Barrancabermeja y finalmente Magangué con el 26%; mediante la técnica de inclusión en parafina, se realizaron 4 cortes de 0,5 μm en micrótomo tipo Minot, marca Leitz 1512, los cuales se tiñeron con hematoxilina – eosina produciéndose 800 placas que fueron analizadas en estereoscopio y microscopio óptico binocular con cámara DSFI1 integrada de 5 megapíxeles, específico para microscopía con capacidad de conversión analógica a digital de 12 bits, con ayuda del software NIS-ELEMENTS BR: (iLive-Fast), se realizó el registro fotográfico y se evaluó la etapa de madurez, se describió cada estadio de las células y cada estado de las gónadas, se midió el diámetro de 20 células por estadio, según lo recomendado por Morris *et al.*, (2011).

También se realizó una reclasificación microscópica de los estados gonadales y se comparó la clasificación macroscópica con la histología, se obtuvieron los porcentajes de coincidencia y no coincidencia, analizando los errores que se presentaron.

7.2.2 Evaluación de ovocitos y fecundidad

La fecundidad hace referencia al número de óvulos producidos por hembra (F. absoluta) o por unidad de biomasa de hembra (F. relativa). El conteo de los ovocitos se llevó a cabo de manera directa a ojo con la ayuda de un vidrio de reloj y una aguja de punta quebrada para facilitar el mismo. Para determinar finalmente el número total de ovocitos es necesario aplicar la fórmula de Joseph (1963) para evaluar la fecundidad.

$F = \# \text{ ovocitos en la submuestra} * [\text{Peso total de la gónada (g)} / \text{Peso de la submuestra (g)}].$

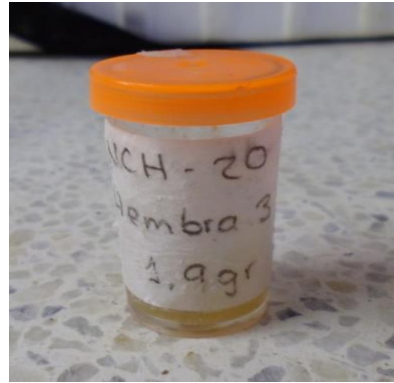
7.2.3 Pasos para el procesamiento de la muestra de ovocitos

7.2.3.1 Preparación de las muestras.

Primero se toma una de las muestras que se encuentra en refrigeración y fijado en paraformaldehído bufferado al 4% que se encuentra al interior de una nevera de icopor, de la cual se extrae una pequeña muestra de 0,5 g aprox.; esta medición se hace en balanza analítica y posteriormente se consigna el dato en una planilla (Figura 8).



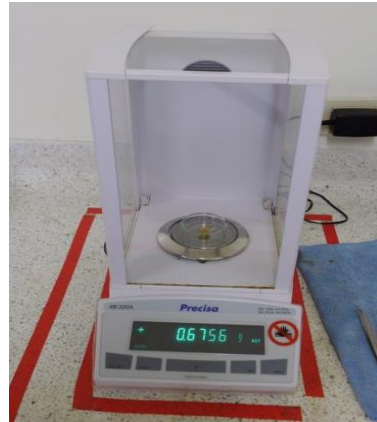
A



B



C



D

Figura 8. Preparación de la muestra para conteo de los ovocitos (A), extracción (B), corte (C) y pesado (D) de la muestra de gónada.

7.2.3.2 Separación y limpieza de ovocitos.

La muestra se lavó con abundante agua teniendo en cuenta que esta debe ir al interior de un tamiz de poro muy pequeño para que los huevos no se puedan salir; este lavado se hace para soltar las membranas de las que se encuentran sujetos los huevos y para desprenderlos del fragmento de gónada que se ha cortado (Figura 9).

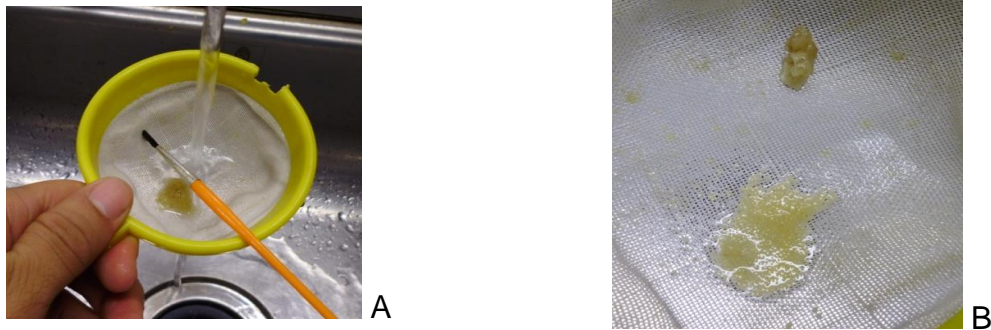


Figura 9. Lavado (A) y separación (B) de los ovocitos de la muestra de gónada para llevar a cabo su conteo.

7.2.3.3 Conteo de los ovocitos.

Una vez los huevos quedan totalmente sueltos de la piel de la gónada, éstos se depositaron en un vidrio de reloj para llevar a cabo su conteo de forma directa a ojo; de este conteo aparte de saber cuántos huevos hay en esa muestra, se tomaron dos grupos de huevos, cada uno de 150 para llevar a cabo el registro fotográfico (Figura 10).

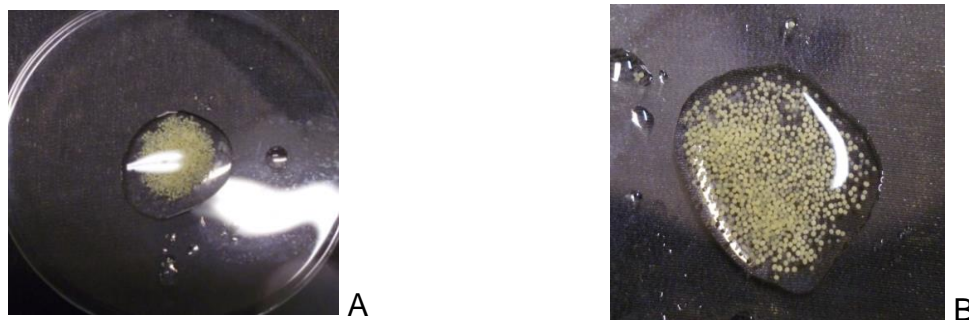


Figura 10. Predisposición de los ovocitos en el vidrio de reloj para llevar a cabo su conteo directo.

7.2.3.4 Toma de fotografía.

A cada grupo de 150 huevos se les hizo dos fotografías empleando una caja de petri de mayor tamaño y donde se hacen todos los registros fotográficos de las muestras, estas muestras están acompañadas de un balín cuyo diámetro es de 2,4 mm y sirve como referencia para determinar el diámetro de todos los huevos.

La fotografía se hace empleando una cámara digital que se encuentra acondicionada en un mueble artesanal, idea tomada de un equipo europeo que permite que la fotografía se lleve a cabo en unas condiciones especiales de luz, ya que el programa al cual posteriormente se incorporará la foto es extremadamente sensible (Figura 11).

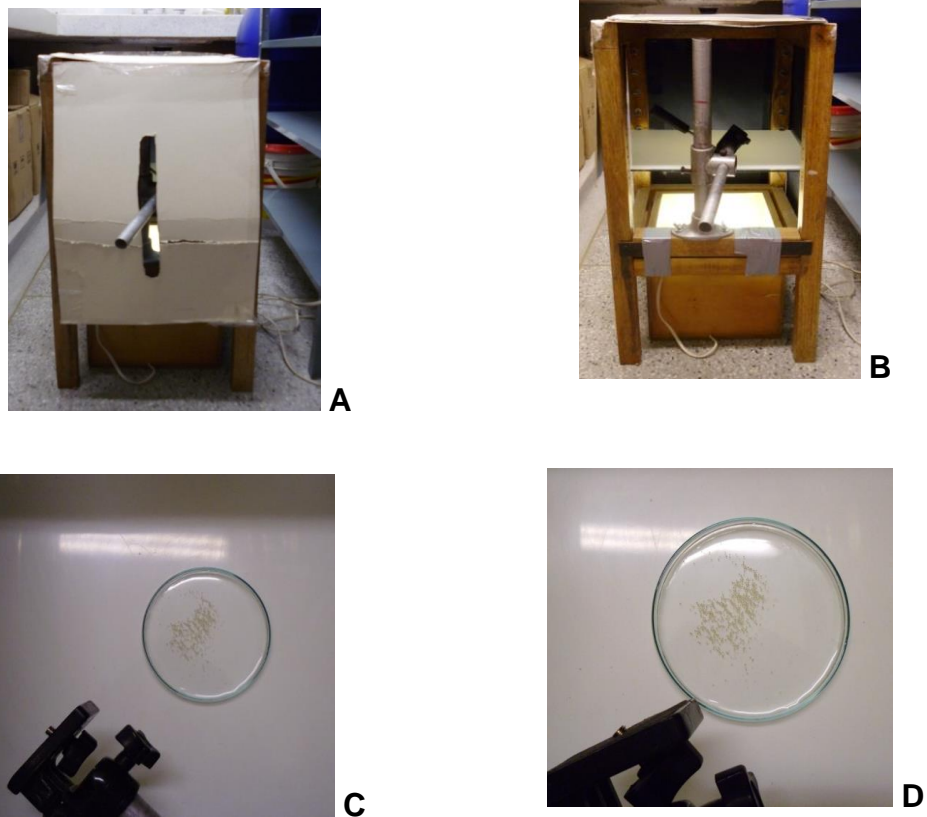


Figura 11. Proceso para la toma de la fotografía; se coloca la muestra de los ovocitos en la caja de petri y se llevan al mueble teniendo en cuenta la restricción de la luz para evitar desperfectos en la foto.

7.2.3.5 Procesamiento fotografía digital.

Una vez se han obtenido las dos fotografías por cada lote de 150 huevos, se escogen dos de las cuatro fotos y se incorporan en el programa *IMAGE - J*, en donde se determinará a través de una serie de pasos el diámetro de cada uno de los huevos (Figura 12).

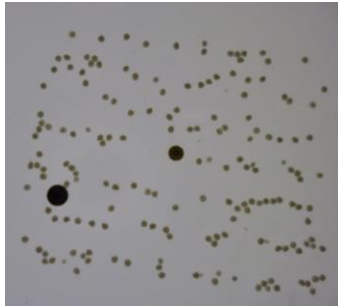


Figura 12. Ejemplo de resultado de la fotografía digital de un lote de 150 ovocitos, donde se aprecian dos balines de diámetro conocido, el más pequeño de 2,4 mm y el otro de 3,2 mm; el de mayor relevancia es el de 2,4 mm, ya que con ese se llevan a cabo los cálculos para la determinación de los diámetros de los huevos.

7.2.4 Pasos básicos de trabajo con IMAGE-J.

7.2.4.1 Apertura del programa.

Como primera medida lo que se hace es abrir el programa y se va al archivo que este posee para extraer la fotografía de la carpeta en la cual se halla guardado la foto y ponerla visible (Figura 13).

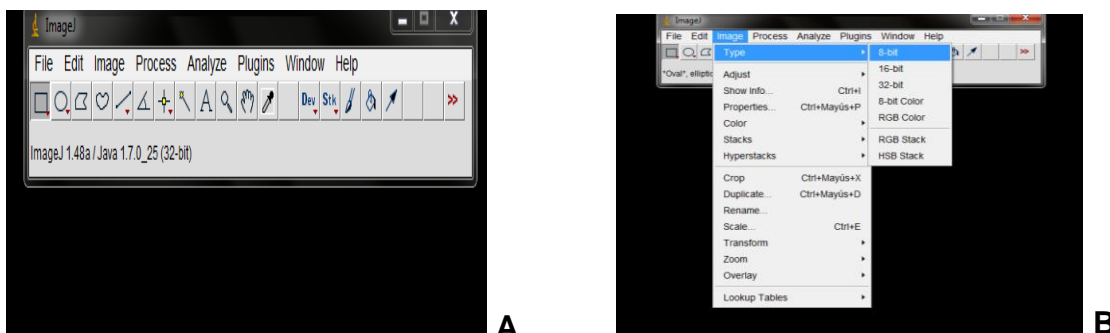


Figura 13. Presentación del programa IMAGE – J, se observan todas las opciones que posee el programa y que se emplean para el procesamiento de las fotografías.

7.2.4.2 Trabajo sobre fotografía digital.

Cuando se ha extraído la fotografía, a esta se le hace un recuadro específicamente al grupo de huevos y se crea un duplicado en el cual se seguirán aplicando todos los pasos del procedimiento; uno de los cuales es aplicar una escala de grises que se da en el momento en que la imagen se guarda en formato JPEG (Figura 14).

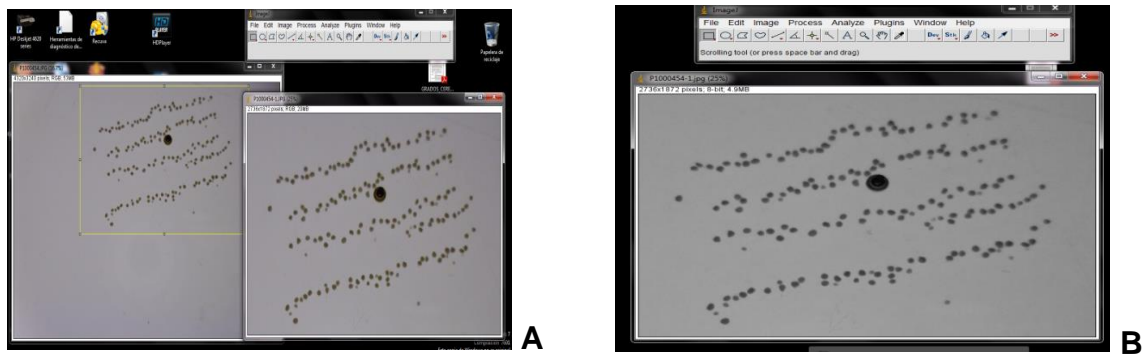


Figura 14. Creación del duplicado de la foto y conversión de la imagen a formato JPEG.

7.2.4.3 Edición de la fotografía para determinación de diámetros.

Siguiendo con el procedimiento, a la imagen se le siguen aplicando los respectivos pasos en los cuales el programa en este caso convierte la fotografía en una imagen de puntos negros y posteriormente le asignará valores a cada uno de estos ovocitos, como es el caso del área, entre otros, valores que se emplearán para determinar finalmente a través de una ecuación el diámetro de los ovocitos (Figura 15).

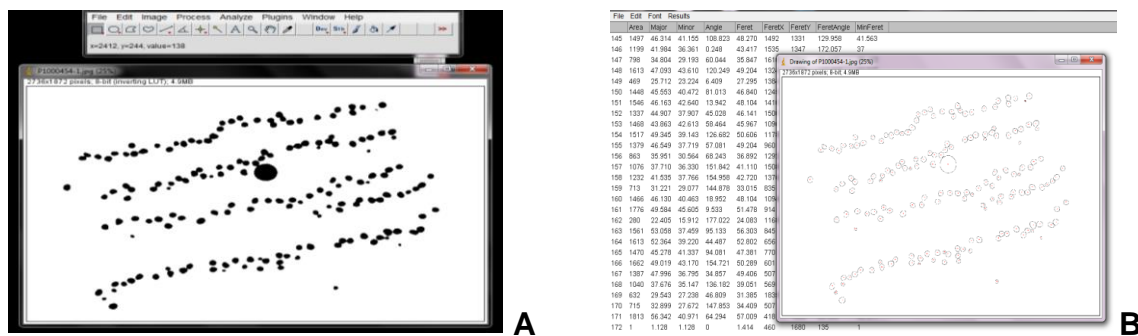


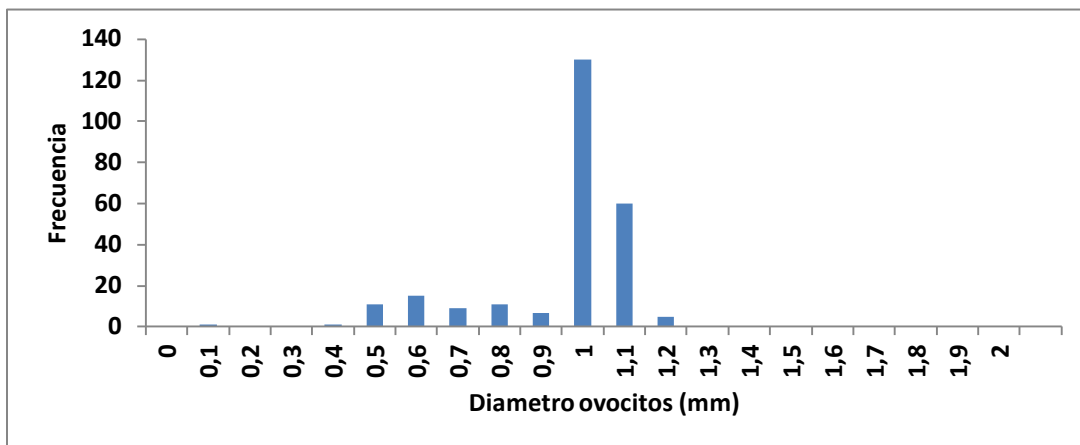
Figura 15. Imagen de puntos negros y tabla de los diferentes resultados que se dan para cada uno de los huevos, acompañado de una imagen en la que cada huevo aparece con un número que identifica cada ovocito.

7.2.4.4 Interpretación de datos.

Cuando se ha hecho el recorrido de todos los pasos del programa **IMAGE - J**, se obtienen unas secuencias numéricas que se trabajan empleando **EXCEL** y que permitirán determinar el diámetro de cada uno de los ovocitos, y posteriormente estos datos se visualizan en un histograma para facilitar la lectura y comprensión de los mismos (Tabla 5; Gráfica 4).

Tabla 4. Datos obtenidos para cada uno de los ovocitos incluido el diámetro, una vez la foto ha sido procesada por el programa IMAGE – J.

	AREA	MAJOR	MINOR	ANGLE	FERET	FERETX	FERETY	FERETANGLE	MINFERET	PROMEDIO GEOMETRICO	DIAMETRO
1	1317	42.837	39.145	34.359	45.310	706	134	22.036	38.891	40949,41227	0,80155676
2	277	19.801	17.811	27.287	21.471	752	185	27.759	18.696	18779,6595	0,367599
3	1762	50.099	44.780	148.581	51.245	1267	208	162.979	45.962	47364,89438	0,92713544
4	2415	56.181	54.732	106.611	57.723	735	254	75.964	55.154	55451,76726	1,08543045
5	1370	44.809	38.928	23.363	46.819	812	236	19.983	40.132	41765,11405	0,81752356
6	1435	47.490	38.473	80.480	49.163	511	286	85.333	39.951	42744,38875	0,8366922
7	1184	42.285	35.651	93.085	45.398	555	288	82.405	37.320	38826,56996	0,76000357
8	1774	48.162	46.899	177.561	50.636	1023	302	80.910	47.226	47526,3047	0,93029493
10	1284	43.397	37.672	4.713	44.407	1713	280	172.235	37.929	40433,30043	0,79145422



Gráfica 4. Representación gráfica de los diámetros de cada uno de los huevos pertenecientes a la muestra de gónada de bagre rayado, se puede observar la cantidad de huevos pertenecientes a un determinado diámetro, en este caso para una muestra perteneciente a la localidad de Barrancabermeja con código 43; (BJA – 43).

El procesamiento de las muestras con el programa **IMAGE – J**, es la primera etapa en la determinación del diámetro de los ovocitos basándose en un conteo directo para poder determinar el potencial de fecundidad en el bagre rayado del magdalena. Posterior a esta primera fase, se realiza un segundo procedimiento empleando el programa **IMAGE TOOL**, en el cual los ovocitos son medidos desde el corte histológico, con el cual se pueden clasificar los ovocitos en un determinado estadio de maduración.

7.2.5 Pasos básicos de trabajo con IMAGE TOOL

7.2.5.1 Apertura del programa.

Esta es la presentación que se obtiene cuando se abre por vez primera el programa, se puede observar el espacio gris en donde se coloca la foto para empezar a procesarla y de un costado una tabla en donde se van adjuntando los datos numéricos de todas y cada una de las mediciones que se hace sobre la foto; en este caso, los ovocitos en el corte histológico. (Figura 16).



Figura 16. Apertura y presentación del programa *IMAGE TOOL* para el procesamiento de las fotografías de los cortes histológicos.

7.2.5.2 Extracción fotografía corte histológico.

Una vez abierto el programa, se procede a extraer una fotografía del corte histológico perteneciente a una muestra, para este caso la que se visualiza en la imagen es el corte histológico perteneciente a la muestra de la localidad de Neiva (NEV – 87).

La fotografía viene con una medida en micras, la cual se asignó en el momento de la realización de la foto del corte histológico; una vez incorporada la foto en el sistema se hace la conversión a milímetros calibrando una reglilla con la que se seguirán haciendo en adelante todas las medidas de los ovocitos. Como se puede observar también en la imagen, aparece un recuadro del lado derecho en el cual se van consignando todas las mediciones en milímetros que se hagan sobre el ovocito y que posteriormente se promediarán para extraer un único valor y poderlo llevar a un gráfico (Figura 17).

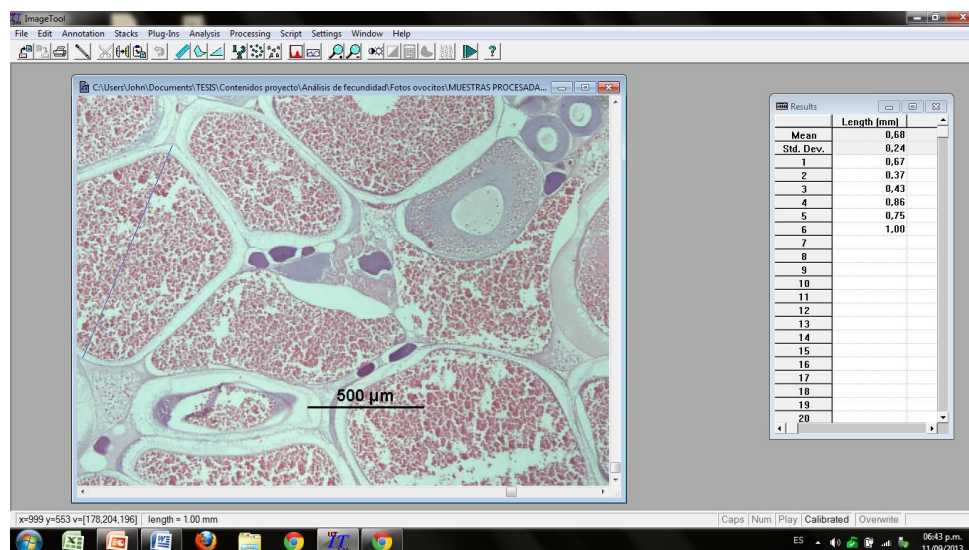


Figura 17. Procesamiento de foto de corte histológico, se puede observar que la medida que posee la foto es de 500 micras que serán convertidas a 0,5 mm.

Una vez se han obtenido todas las medidas de todos los huevos que aparecen allí en la fotografía del corte histológico, largo y ancho del mismo, se promedian estos dos valores para obtener uno solo el cual se llevará a Excel para expresarlo en una gráfica en donde se van a obtener todos los diámetros de los ovocitos, teniendo en cuenta una escala propuesta de acuerdo a los tamaños relativos de los diámetros de los ovocitos que se han presentado hasta el momento, que no sobrepasan los 2 mm (Figura 18).

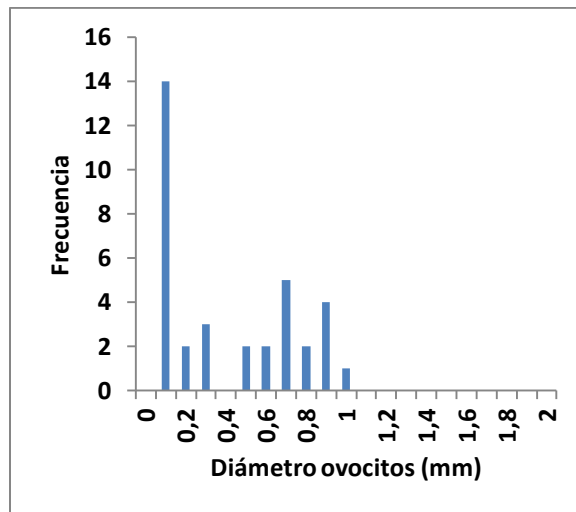
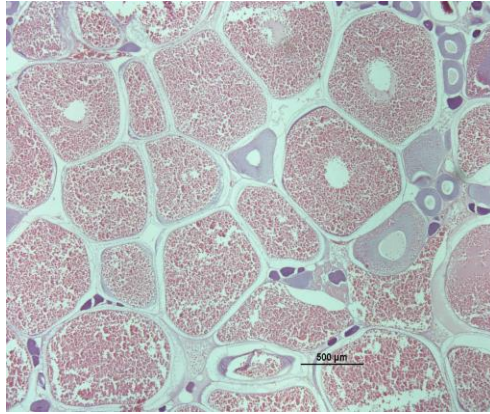


Figura 18. Interpretación de forma gráfica del número de ovocitos con su respectivo diámetro presentes en el corte histológico.

7.3 Análisis de datos

7.3.1 Definición del Periodo Reproductivo.

7.3.1.1 Índice Gonadosomático (IGS)

Es una expresión, de las más empleadas en el estudio gonadal y para describir el ciclo reproductivo de los peces; se encarga de mostrar el crecimiento de la gónada mientras se acerca el momento de la freza. Se expresa de la forma $IGS = (Wg / W) \times 100$ o $IGS = Wg / (W - Wg) \times 100$; donde Wg es el peso de la gónada y W el del cuerpo, ambos en gramos (Granado C, 1996).

7.3.1.2 Índice Hepatosomático (IHS)

Es uno de los parámetros que se emplea a los efectos de evaluar las modificaciones de las reservas energéticas a lo largo del ciclo gonadal (Introzzi & Duhalde, 1986).

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

7.3.1.3 Índice de Grasa Cavital (IGC)

Este índice está relacionado con la oferta de alimento existente y el empleo de las reservas o grasa del animal durante la vitelogénesis en los procesos de migración del pez. Es la relación grasa – peso corporal.

Siendo:

W_{gc} = peso de la grasa cavital (gr)

W_t = peso total del individuo (gr)

$IGC = (W_{gc} / W_t) \times 100$

7.3.1.4 Factor de condición (Fc)

Este es un factor que nos indica el estado nutritivo del pez, cuando están en cultivo, sirve para comparar y cuantificar numéricamente las condiciones en las cuales se encuentra el animal haciendo alusión a la contextura, delgadez o gordura de este. El factor de condición (K) expresa la relación volumétrica en función del peso, de acuerdo a la expresión matemática: $K = P100 / L^3$, donde P es el peso en gramos y L la longitud en cm (García & Cerezo, *Sin año*).

7.3.1.5 Proporción sexual

Es de suma importancia en cuanto a lo que tiene que ver con la población de los peces, cuando hay un desequilibrio en la cantidad de machos y hembras; este hecho se puede atribuir a la supervivencia superior de uno de los sexos o a la distribución que prefiere cada uno de ellos (Lucano, Ruíz & Rojo, 2005). Lo ideal en este caso de proporción es poder encontrar una relación 1:1 con respecto de machos y hembras para hablar de un equilibrio en la especie. Para poder determinar este índice se aplica la prueba de Chi cuadrado (X^2) (Vazzoler, 1996).

$$X^2 = \sum (O-E) / E$$

Siendo: X^2 = Chi cuadrado

O = Frecuencia observada

E = Frecuencia esperada

7.3.2 Talla Media de Madurez Sexual (TMM)

Se habla de talla media de madurez sexual (L50), cuando al menos el 50% de una población de individuos ha alcanzado su madurez sexual en una determinada longitud (Camacho, 2006). El cálculo se basa en un modelo logístico en el cual se ajusta la proporción (P) de los individuos sexualmente maduros (L):

$$P = 1 / (1 + e^{-r(L-Lc)})$$

Dónde:

r = (pendiente de la curva)

L50 = Longitud media de madurez sexual.

La constante r se determina a partir de la transformación de la ecuación a la forma lineal usando logaritmo natural, de la siguiente forma:

$$\ln \{(1 - P) / P\} = rL50 - rL$$

8. RESULTADOS

8.1 MACROSCÓPICO: FECUNDIDAD, DIÁMETRO DE OVOCITOS Y TIPO DE DESOVE

En la determinación de la fecundidad, ésta solo se pudo llevar a cabo para ejemplares de bagre de dos de las cuatro localidades, Neiva y Barrancabermeja, ya que fue en donde se pudieron hallar ejemplares cuyas gónadas poseían huevos.

De acuerdo a lo ya expuesto en la metodología, se llevó a cabo la determinación del diámetro de los ovocitos empleando el programa *Image J* por medio del cual y con la ayuda del corte histológico, se estimó que los ovocitos que poseían un diámetro igual o mayor a 0,7 mm son los aptos para dar inicio al proceso de fecundidad. De la misma manera se determinó para todas las muestras, la fecundidad absoluta que hace referencia a la cantidad total de ovocitos que posee la gónada y la fecundidad efectiva, la cual indica la cantidad real posible de ovocitos que pueden llegar a ser fecundados y a futuro convertirse en un nuevo ejemplar de bagre rayado.

8.1.1 Localidad: Neiva.

8.1.1.1 Fecundidad.

Para la localidad de Neiva, solo se pudo llevar a cabo el análisis de una muestra en la cual fue posible hallar ovocitos; se encontró de acuerdo a lo reflejado en la gráfica del conteo directo que este ejemplar de bagre rayado posee una fecundidad absoluta que está alrededor de 1.076.959 huevos y su fecundidad efectiva es de 900.270 huevos (Tabla 6).

Tabla 5. Descripción de la muestra encontrada en la localidad de Neiva (NEV - 87), se presenta el código de dicha muestra, la longitud estándar del ejemplar de bagre al igual que su peso total, el peso de la gónada y el peso de la muestra conservada, el peso de la muestra para el conteo, el número de huevos que se hallaron y la fecundidad absoluta y efectiva.

Cód.	L(s) Bagre	Pt (g) Bagre	Wt. Gónada (g)	Wm. Conservada (g)	Wm. Seca para conteo (g)	N° de huevos	Fec. Abs.	Fec. Efec.
NEV-87	98 cm	14.189	820	8,2	0,4340	570	1.076.959	900.270

Cod.: Código; **L(s):** Longitud estándar; **Pt.:** Peso total; **Wt.:** peso total gónada; **Wm.:** peso muestra; **Fec. Abs.:** Fecundidad absoluta; **Fec. Efec.:** Fecundidad efectiva.

8.1.1.2 Tipo de desove.

De acuerdo al comportamiento observado en la gráfica del conteo directo de los ovocitos y con lo estimado por Vazzoler 1996; el tipo de desove para el ejemplar capturado en Neiva, NEV – 87, es de tipo sincrónico en un grupo, lo que quiere decir que la especie desova una única vez durante la época de reproducción (Figura 19).

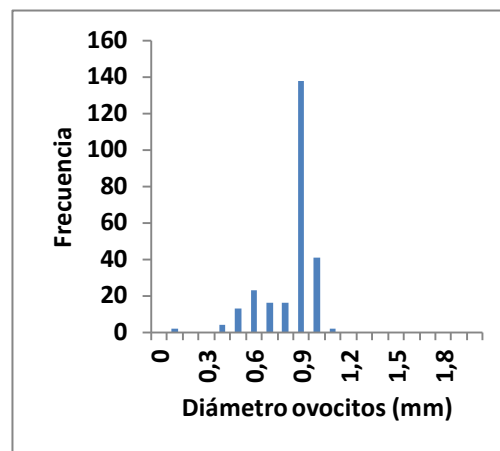


Figura 19. Ejemplar NEV - 87. A. Fotografía de los ovocitos; B. Gráfica de los ovocitos resultado del conteo directo.

8.1.2 Localidad: Barrancabermeja.

8.1.2.1 Fecundidad.

En Barrancabermeja se obtuvieron 7 muestras cuya fecundidad oscila entre 702.198 ovocitos, siendo esta la fecundidad más baja y 1.710.261 la más alta; lo cual indica que la fecundidad promedio para el bagre rayado del Magdalena en esta zona corresponde a 1.280.258 ovocitos (Tabla 7).

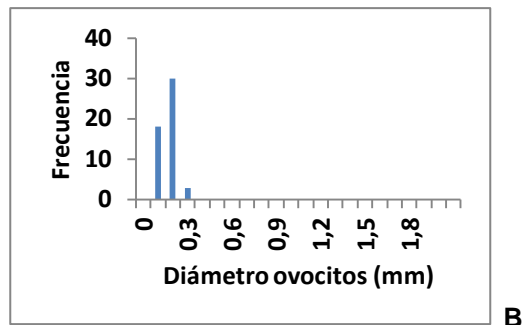
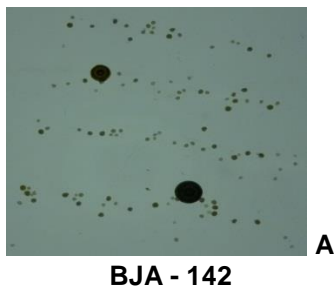
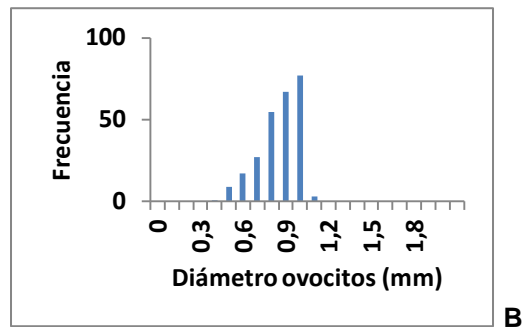
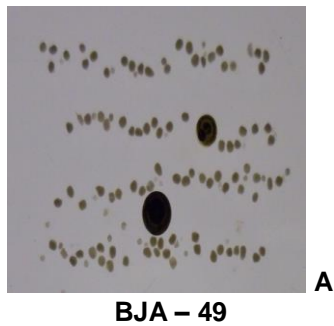
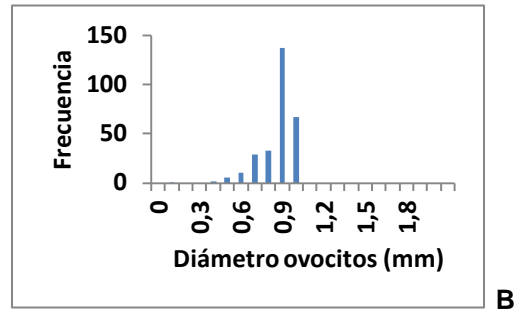
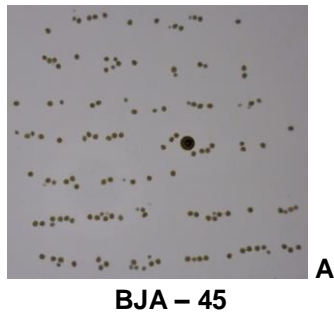
Tabla 7. Número de muestras procesadas para la localidad de Barrancabermeja, 7 en total, en donde se indica la fecundidad absoluta y efectiva para cada muestra del ejemplar capturado; al igual que la longitud estándar del bagre, peso total del bagre, peso de la gónada al igual que de la muestra conservada y el peso de la muestra seca para el conteo, número de huevos encontrados en la muestra, la fecundidad absoluta y efectiva de toda la gónada.

Cód.	L(s) Bagre	Pt Bagre (g)	Wt Gónada (g)	Wm conservada (g)	Wm seca para conteo (g)	n° de huevos	Fecund. Abst.	Fecund. Efect.
BJA – 45		8.750	674	2,9	0,2262	536	1.597.100	1.490.627
BJA - 49	92	8.820	426	2,8	0,3458	570	702.198	628.138
BJA - 142	93	11.000	1009	5,4	0,4725	494	1.054.912	0
BJA - 192	104	17.100	830	3,5	0,4942	795	1.335.188	1.174.045
BJA - 193	89	8.100	1006	2,4	0,4941	840	1.710.261	1.160.534
BJA - 345	82	6.100	760	2	0,4769	637	1.015.139	614.289
BJA - 347	79	5.400	900	2	0,4084	702	1.547.013	1.301.755
						Prom.	1.280.259	909.913
						Ds.	368.485	519.307

Cod.: Código; **L(s):** Longitud estándar; **Pt.:** Peso total; **Wt.:** peso total gónada; **Wm.:** peso muestra; **Fec. Abs.:** Fecundidad absoluta; **Fec. Efec.:** Fecundidad efectiva.

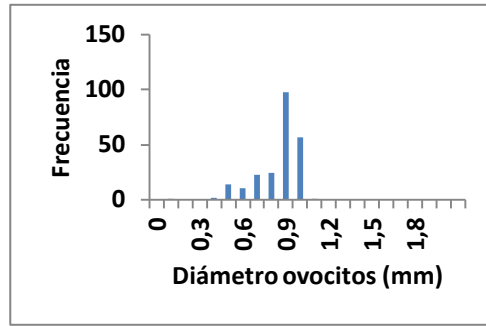
8.1.2.2 Tipo de desove

El comportamiento en la fluctuación de la curva en la determinación del diámetro de los ovocitos, indica que se trata de especies de tipo semélparas, o sea, que de igual forma son animales que solo hacen una desova durante su época reproductiva (Vazzoler, 1996) (Figura 20).





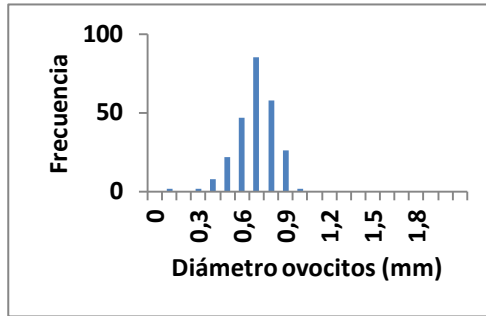
BJA - 192



B



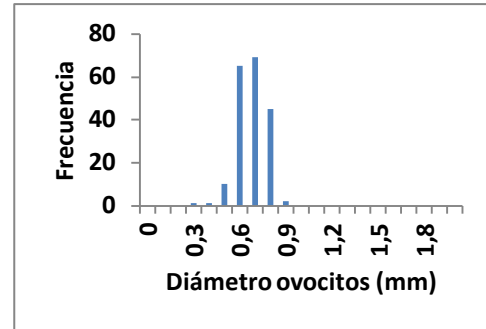
BJA - 193



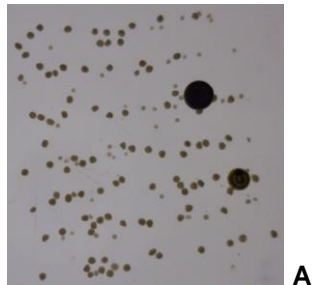
B



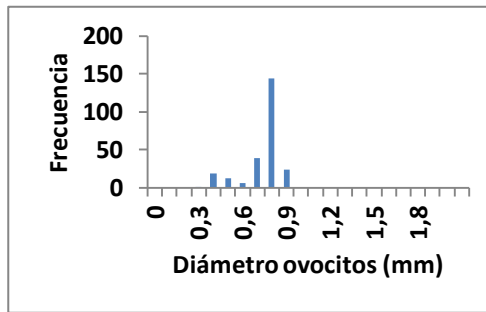
BJA - 345



B



BJA - 347



B

Figura 20. Ejemplares encontrados en la localidad de Barrancabermeja, A. Foto de los ovocitos; B. Gráfico conteo directo de los ovocitos.

8.2 MICROSCÓPICO: HISTOLOGÍA

Se hizo una clasificación por localidad de todos los ovocitos pertenecientes a un estadio en especial teniendo en cuenta el corte histológico realizado a esta muestra y la medición de su diámetro; los estadios que se presentan para agrupar a los ovocitos en su desarrollo son: estadio I: *ovocitos nucléolo cromatina (ONC)*, los cuales se consideran los más inmaduros; estadio II: *ovocitos perinucleolares (OP)*; estadio III: *ovocitos alveolo cortical (AOC)*; el estadio IV al cual pertenecen los ovocitos con vitelogénesis lipídica o en el que ya se empiezan a considerar maduros teniendo en cuenta tres etapas de maduración. La primera *ovocitos vitelogénesis inicial (OVI)*, *ovocitos vitelogénesis intermedia (OVIN)*, y los ovocitos o huevos que se consideran completamente maduros, *ovocitos vitelogénesis total (OVIT)* y finalmente el estadio V (*Desovados*), que solo se pudo encontrar en ejemplares de una sola localidad.

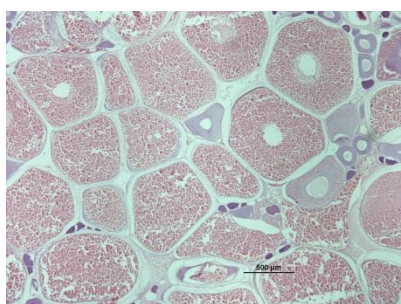
Se tuvo en cuenta con más rigurosidad las tres fases que se presentan en el estadio IV, ya que es la parte en el desarrollo ovocitario que permite definir el proceso de maduración del huevo, y poder determinar el diámetro que corresponde a cada una de estas etapas de maduración para el bagre rayado del magdalena (Tabla 8).

8.2.1 Localidad: Neiva

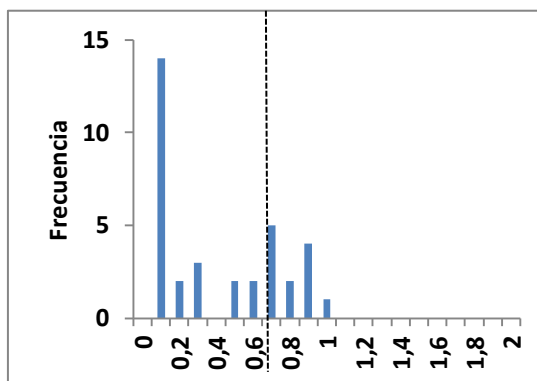
En Neiva después de observar el corte histológico, se hallaron ovocitos inmaduros (ONC) con un diámetro de 0,15mm; de 0,27mm para el estadio II (OP) y para el estadio IV en vitelogénesis intermedia de 0,71mm (Tabla 8).

Tabla 8. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración para la localidad de Neiva, (NEV - 87).

Local.	Cód.	Estad. I ONC	Estad. II OP	Estad. III OAC	Estad. IV		
					OVI	OVIN	OVIT
NEIVA	NEV - 87	0,15 (+/- 0,21)	0,27 (+/- 0,12)			0,71 (+/- 0,17)	



A



B

Figura 21. Ejemplar de bagre rayado encontrado en la localidad de Neiva con código NEV – 87. A. Corte histológico; B. Gráfico de los diámetros en (mm) de las células encontradas en el corte histológico.

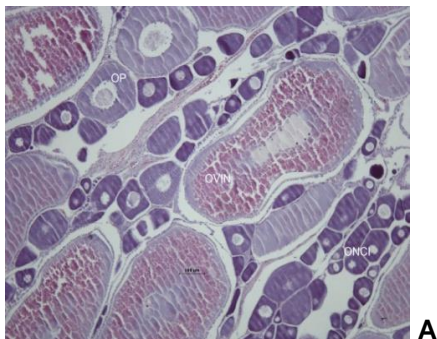
De acuerdo al informe entregado por los laboratorios de biología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, de todas las muestras que se tomaron en la localidad de Neiva y que posteriormente se les realizaron los estudios histológicos, el 78,6% de estas muestras fueron ejemplares machos y el 21,4% hembras. Para el caso de las hembras, hay que decir que la mayoría de las muestras se encontraban inmaduras, el 7,1% en estado I, muestras correspondientes a los meses de Agosto, Noviembre y Febrero; en el estado II también se halló el mismo porcentaje en los meses de Julio, Noviembre y Enero; para el estado III hubo el 4,8% correspondiente a los meses de Septiembre y Octubre y finalmente para el estado IV solo se presentó en el mes de Marzo representando un 2,4% de las muestras.

8.2.2 Localidad: Dorada.

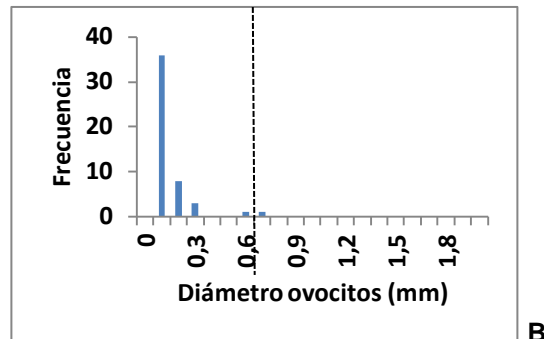
Para esta localidad se establecieron diámetros en los estados I, II y IV; para este último se pudieron definir diámetros en dos estadíos de maduración, 0,6mm para vitelogénesis inicial (OVI) y 0,76mm para ovocitos en vitelogénesis intermedia (OVIN). Para el caso de los ovocitos nucléolos cromatinos (ONC), se encontraron diámetros de alrededor de 0,1mm y en el estado II, ovocitos perinucleolares (OP) de 0,25mm (Tabla 9).

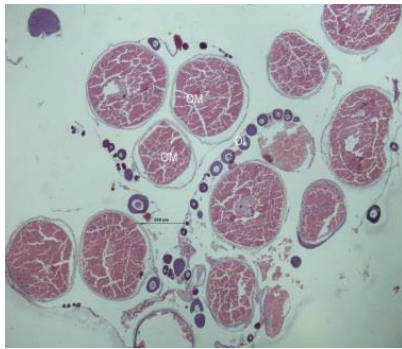
Tabla 9. Clasificación del diámetro de los ovocitos para cada estadío de maduración para las muestras halladas en La Dorada (DOR – 05) y (DOR – 119).

Local.	Cód.	Estad. I ONC	Estad. II OP	Estad. III OAC	Estad. IV		
					OVI	OVIN	OVIT
La Dorada	DOR - 05	0,10 (+/- 0,099)	0,25 (+/- 0,056)		0,6		
La Dorada	DOR - 119	0,11 (+/- 0,01)				0,76 (+/- 0,023)	
	Prom.	0,11	0,25		0,6	0,76	
	Ds.	0,005					

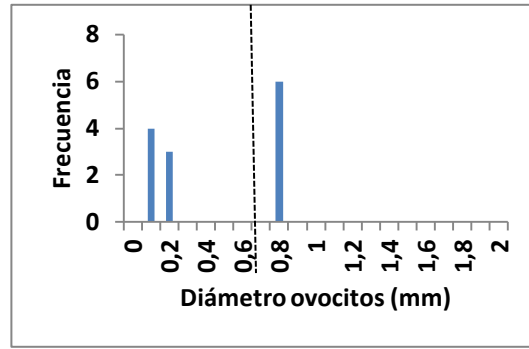


DOR – 05





A



B

DOR - 119

Figura 22. Ejemplares de bagre rayado pertenecientes a la localidad de La Dorada, DOR – 05 y DOR – 119. A. Fotografía del corte histológico; B. Gráfico de los diámetros de las células encontradas en el corte histológico.

Según lo reportado en el informe de histología, la predominancia en las muestras se dio por parte de los machos, los cuales presentaron un 58,2% y las hembras el 41,8% de las muestras. Se encontró que el estado I representó el 10,9% para los meses de Mayo, Junio y Octubre; el estado II fue el mayor porcentaje, 16,4%; muestras que se hallaron para los meses de Junio a Agosto, Noviembre y Febrero. El estado III presentó el mismo porcentaje que el estado I para los meses de Agosto, Octubre y Diciembre; y en los meses de Abril y Julio se reportaron muestras para el estado IV representados en el 3,6% de las muestras.

Para la clasificación de los diámetros de los ovocitos de acuerdo a su estadio de maduración, se tomaron los valores de los diámetros de las muestras que poseían corte histológico, de esta forma y promediando los resultados se pudo determinar cuál es el diámetro predominante para cada estadio de maduración.

8.2.3 Localidad: Barrancabermeja.

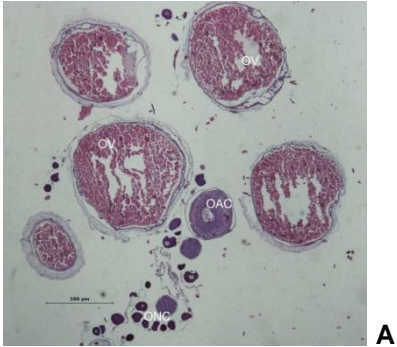
Para la localidad de Barrancabermeja, se encontró que para los ovocitos inmaduros (ONC), el diámetro está alrededor de 0,085mm; en el estadio II (OP), se hallaron de 0,20mm, para los de estadio III (OAC) de 0,36mm y finalmente en el cual se empieza el proceso de maduración, estadio IV, se hallaron de 0,52mm para el estadio vitelogénesis inicial (OVI); 0,62mm los correspondientes al estadio vitelogénesis intermedia (OVIN) y finalmente los de estadio vitelogénesis total (OVT) con un diámetro de 0,74mm (Tabla 10).

A excepción de las localidades de Neiva y La Dorada, en la localidad de Barrancabermeja fue donde se obtuvieron el mayor porcentaje de hembras, un 81,8 % y el 18,2% fueron machos.

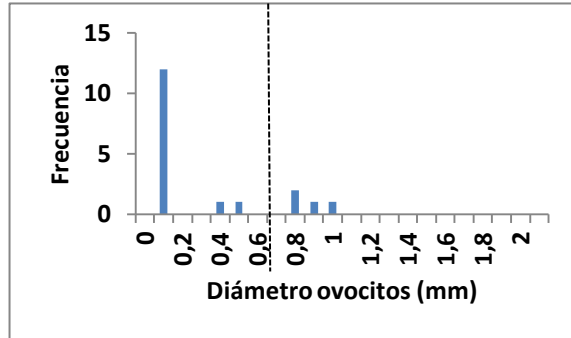
El mayor porcentaje estuvo a cargo del estado I con un 30,3% concerniente a todos los meses de muestreo exceptuando Mayo y Noviembre; en el estado II se encontraron muestras pertenecientes a los 9 de los 12 meses de muestreo sin incluir Mayo, Octubre y Diciembre con un 28,8%. Esta localidad fue la que reportó un mayor porcentaje de hembras maduras en comparación con las otras localidades, 10,6% perteneciente a los meses de Mayo, Agosto, Octubre y Marzo. Finalmente los estados que presentaron los más bajos porcentajes estuvieron a cargo del III, con un 7,6% en los meses de Abril a Agosto sin incluir Julio y el 3% para el estadio V que solo se reportó en el mes de Mayo.

Tabla 6. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración para la localidad de Barrancabermeja. ONC (Ovocitos Nucléolo Cromatina), OP (Ovocitos Perinucleolares), OAC (Ovocitos Alveolo Cromatina), OVI (Ovocitos Vitelogénesis Inicial), OVIN (Ovocitos Vitelogénesis Intermedia), OVT (Ovocitos Vitelogénesis Total).

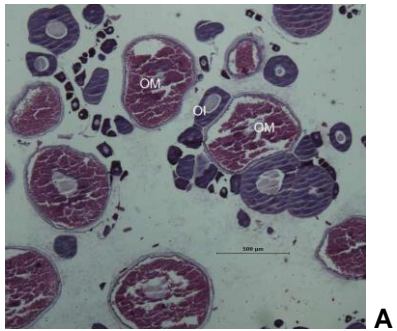
Local.	Código	Estad. I ONC	Estad. II OP	Estad. III OAC	Estad. IV			Estad. V
					OVI	OVIN	OVT	
B/JA	BJA - 43	0,06 (+/- 0,014)		0,38				0,75 (+/- 0,173)
B/JA	BJA - 47	0,10 (+/- 0,035)	0,23 (+/- 0,071)			0,63 (+/- 0,058)		
B/JA	BJA - 50	0,07 (+/- 0,011)	0,22 (+/- 0,06)		0,50 (+/- 0,058)	0,64 (+/- 0,027)		0,76 (+/- 0,031)
B/JA	BJA - 51	0,17 (+/- 0,130)			0,52 (+/- 0,043)	0,66 (+/- 0,020)		0,72 (+/- 0,007)
B/JA	BJA - 142	0,08 (+/- 0,020)	0,18 (+/- 0,025)			0,6		
B/JA	BJA - 177	0,07 (+/- 0,021)			0,55 (+/- 0,031)			
B/JA	BJA - 192	0,09 (+/- 0,029)		0,35 (+/- 0,060)		0,66 (+/- 0,15)		
B/JA	BJA - 193	0,07 (+/- 0,017)	0,14 (+/- 0,018)				0,69	
B/JA	BJA - 345	0,06 (+/- 0,024)	0,24 (+/- 0,13)			0,58 (+/- 0,070)		
	Prom.	0,085	0,20	0,36	0,52	0,62	0,69	0,74
	Ds.	0,034	0,041	0,021	0,025	0,032		0,020



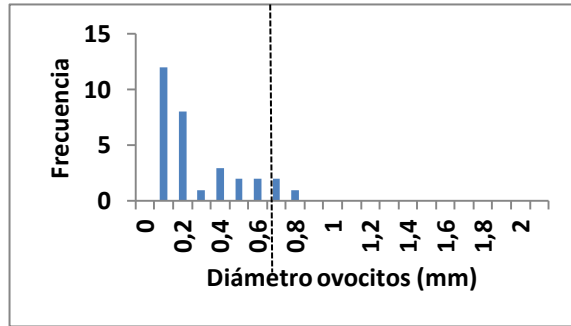
BJA – 43



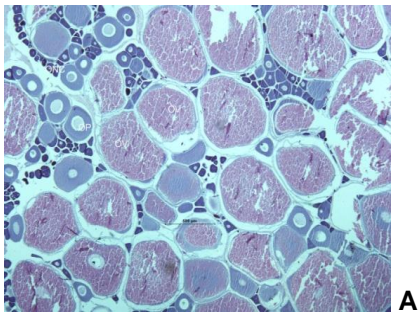
B



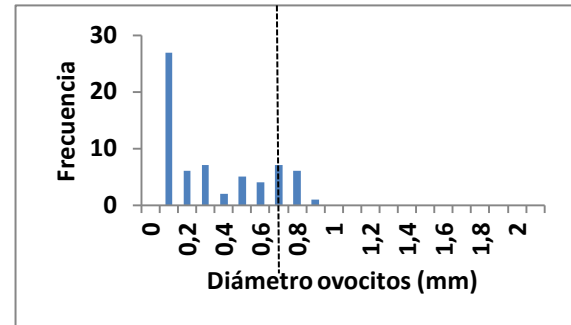
BJA – 47



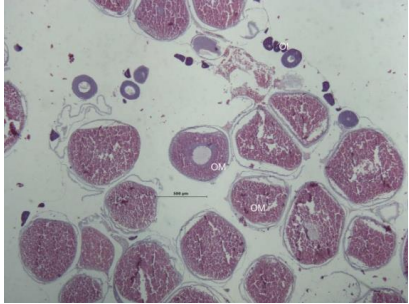
B



BJA – 50

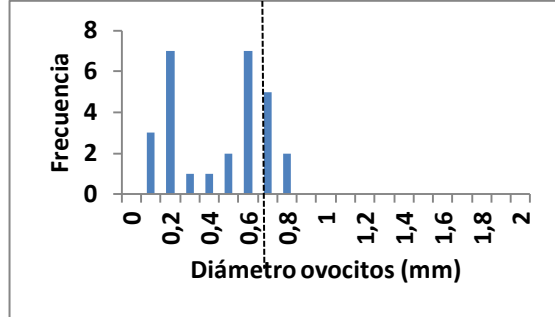


B

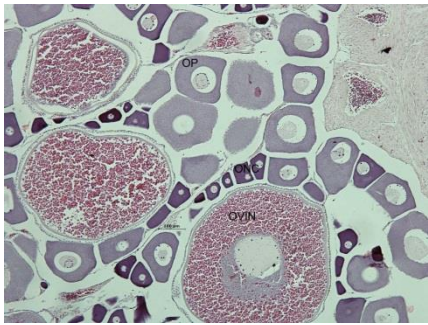


A

BJA - 51

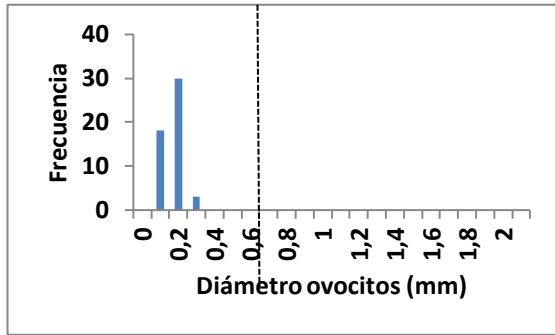


B

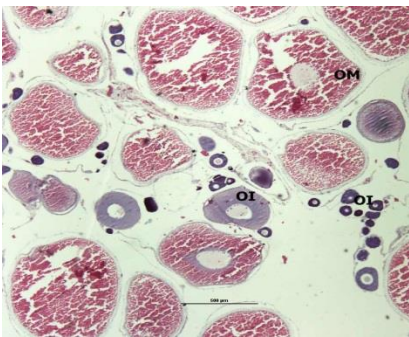


A

BJA - 142

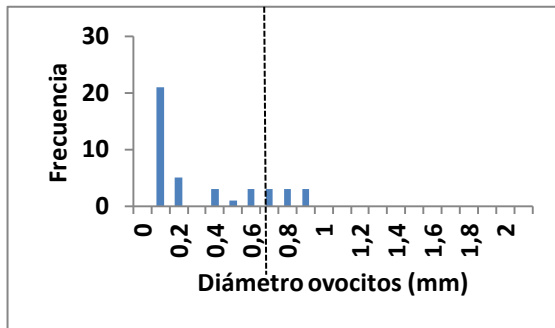


B

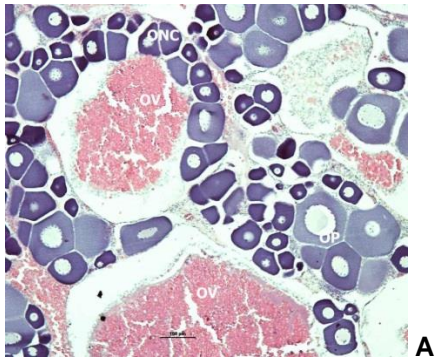


A

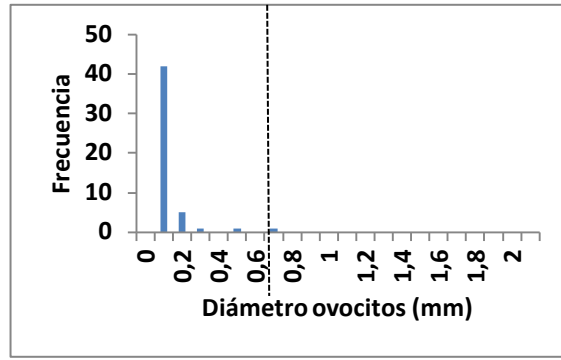
BJA - 192



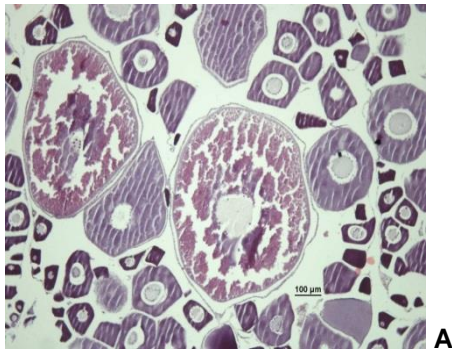
B



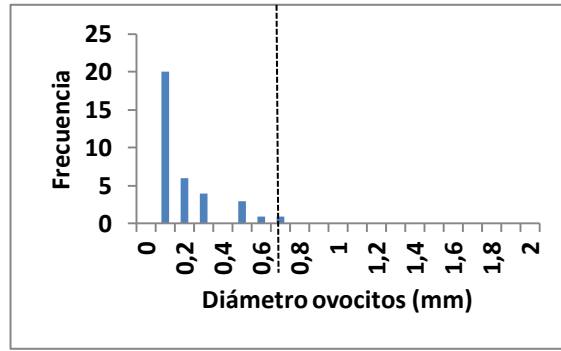
BJA - 193



B



BJA - 345



B

Figura 23. Ejemplares de bagre rayado encontrados en la localidad de Barrancabermeja. A. Corte histológico; B. Diámetro de los ovocitos encontrados en el corte. A partir de la línea punteada se consideran ovocitos maduros.

8.2.4 Localidad: Magangué.

Para la localidad de Magangué no se pudieron establecer valores para la fecundidad ni el valor de los diámetros en los ovocitos a partir del corte histológico, ya que todas las muestras que allí se presentaron estaban inmaduras. El 53,3% de las muestras fueron hembras y el 46,7% machos.

Se presentaron tres de los cuatro estados de maduración con los siguientes porcentajes: para el estado I el 35% correspondiente a 10 de los 12 meses exceptuando Mayo y Marzo; el 16,7% para el estado II y el 1,7% en estado III.

Como ejemplo se muestran micrografías de los tres estados de maduración que se hallaron para la estación de Magangué.

8.2.4.1 Estado I

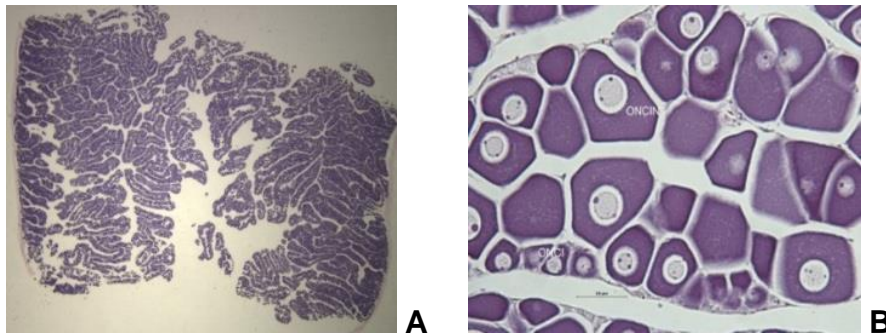


Figura 24. Muestra MGE-129-AG. A. Corte transversal de ovario en estado I. 8X. B. Disposición de los ovocitos. 40X. ONCI: ovocito nucléolo cromatina inicial, ONCIN: ovocito nucléolo cromatina intermedia.

8.2.4.2 Estado II

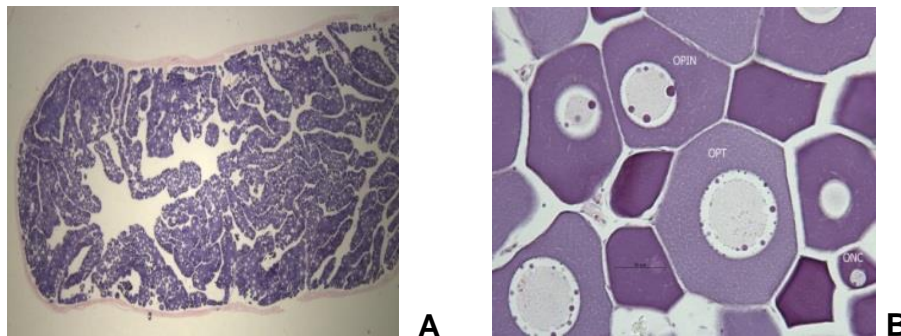


Figura 25. Muestra MGE-121-AG. A. Corte transversal de ovario en estado II. 8X. B. Disposición de los ovocitos. 40X. ONC: ovocito nucléolo cromatina, OPIN: ovocito perinucleolar intermedio, OPT: ovocito perinucleolar tardío.

8.2.4.3 Estado III

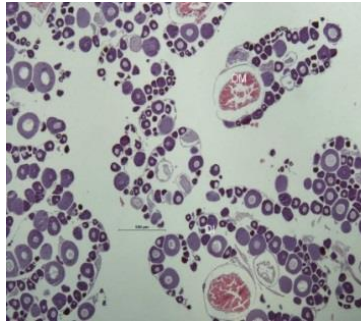


Figura 26. Muestra MGE-84-JN-4X. A. Corte transversal de ovario en estado III. 4X. ONC: ovocito nucléolo cromatina, OI: ovocito inmaduro, OM: ovocito maduro.

8.3 CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA DE ESTADOS GONADALES

Durante el muestreo en la fase de campo, es fácil poder identificar los sexos del bagre rayado; cuando se lleva a cabo la disección del animal se puede diferenciar el macho de la hembra, ya que esta última presenta sus ovarios en forma de sacos alargados que pueden llegar a alcanzar un gran tamaño y peso (>700 g) cuando se encuentran en estadio IV. Mientras que los testículos presentan una contextura menos “abultada” en comparación con las gónadas de la hembra y su forma se presenta en racimos (Figura 27).

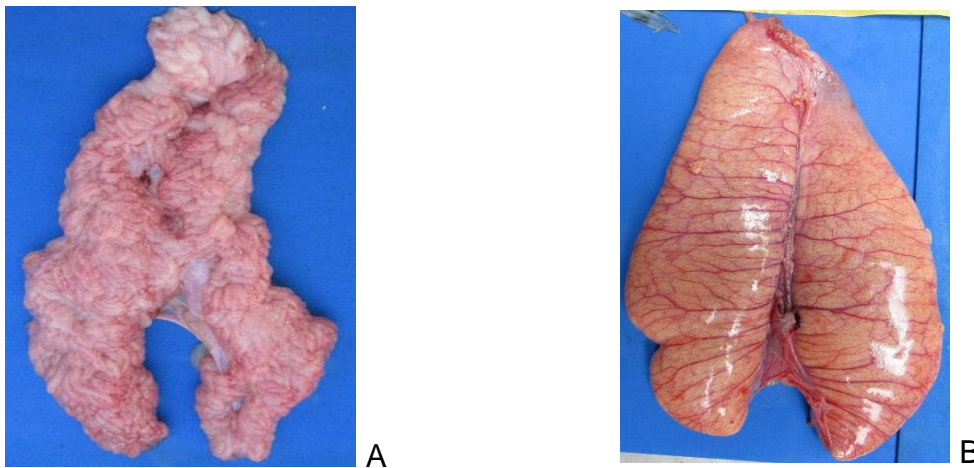


Figura 27. Diferenciación en los sexos del bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*. A. Testículos en forma de racimo y B. Ovarios en forma de sacos.

Se determinaron los estados de maduración gonadal mes a mes para cada una de las estaciones correspondiente a toda la cuenca magdalénica (Figura 28), encontrándose que para la localidad de Neiva (Figura 28 A), se presentó con más recurrencia el estado II de maduración en nueve de los diez meses de muestreo, de los cuales 5 representan más del 50% y uno de ellos, mayo, posee el 100% de todos los individuos en este estado. Otro de los meses cuya totalidad de los individuos se encontraron inmaduros, fue en el mes de febrero, siendo el estado I el que predominó. Solo se encontraron ejemplares maduros en estado IV en los meses de noviembre del 2012 y marzo del 2013, representando menos del 20% de los individuos.

En la localidad de Dorada (Figura 28 B) estuvieron presentes los estados I, II y III en mayor proporción, estando el estado I presente durante todo el año de muestreo entre el 8% para el mes de febrero de 2012 y el 80% para el mes de julio de 2013; el estado II entre el 12% en el mes de julio de 2012 y el 80% en el mes de abril de 2012 y finalmente el estado III con una presencia del 7% en el mes de julio de 2012 y el 83% en marzo de 2013. El estado IV solo se presentó en los meses de junio, octubre, noviembre y diciembre de 2012 con presencia inferior al 10% de los individuos.

Barrancabermeja (Figura 28 C) presenta a lo largo de todo el año como predominante el estado II de maduración, encontrándose éste en una proporción mínima correspondiente al 32% en el mes de mayo y octubre de 2012 de todos los individuos muestreados. No hubo presencia del estado IV y el estado II y III estuvieron presentes en menor proporción a excepción de los meses de mayo de 2012 y marzo de 2013, donde el estado III supera el 40% de los ejemplares.

En la cuarta y última estación, Magangué (Figura 28 C), el estado II fue el que más tuvo presencia durante todo el año muestreado, se presentó a partir del 58% en el mes de marzo de 2013 y tuvo su pico más alto en los meses de mayo y septiembre de 2012 con el 100% de los individuos. Los otros estados exceptuando el IV, se presentaron en algunos meses del año con una representación poco notoria.

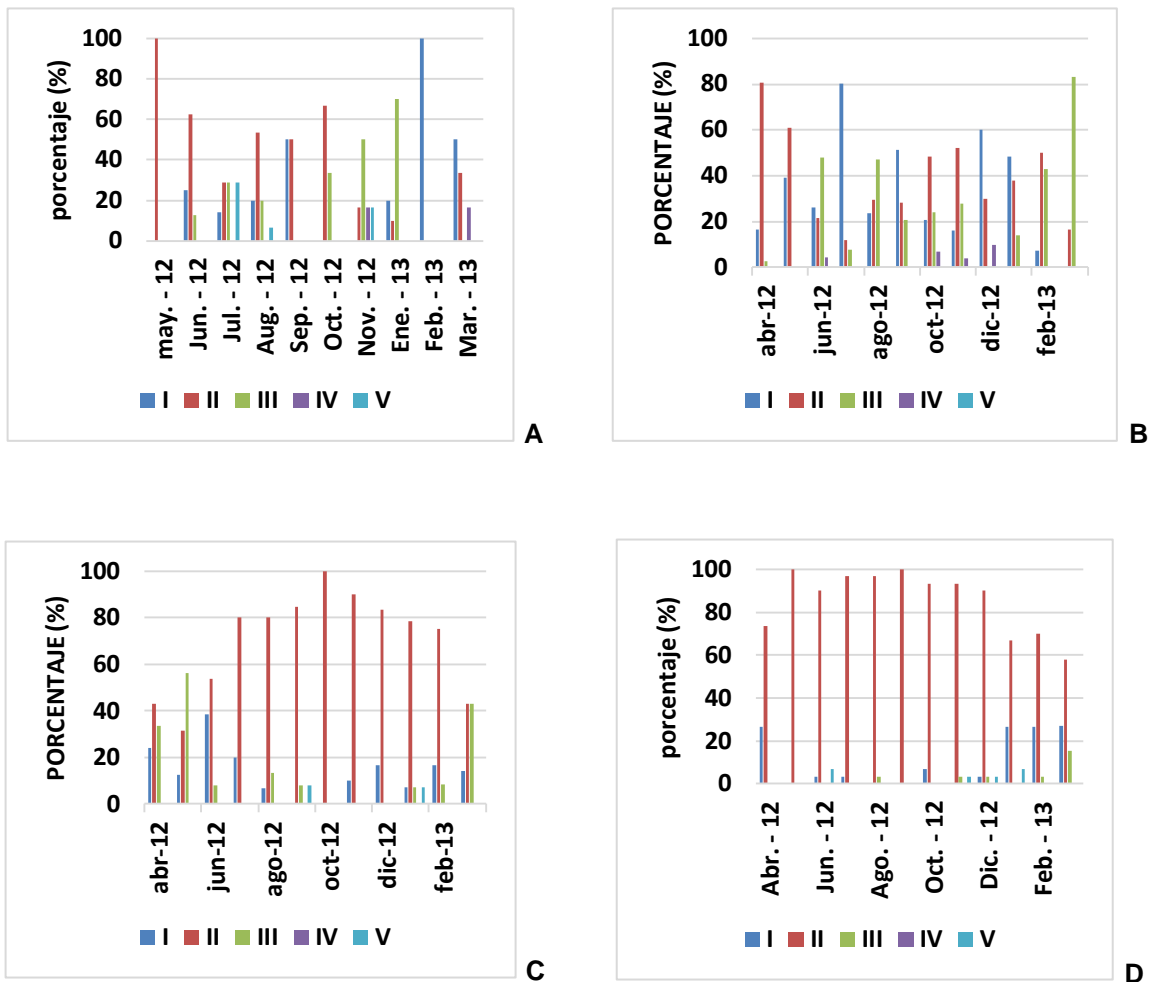
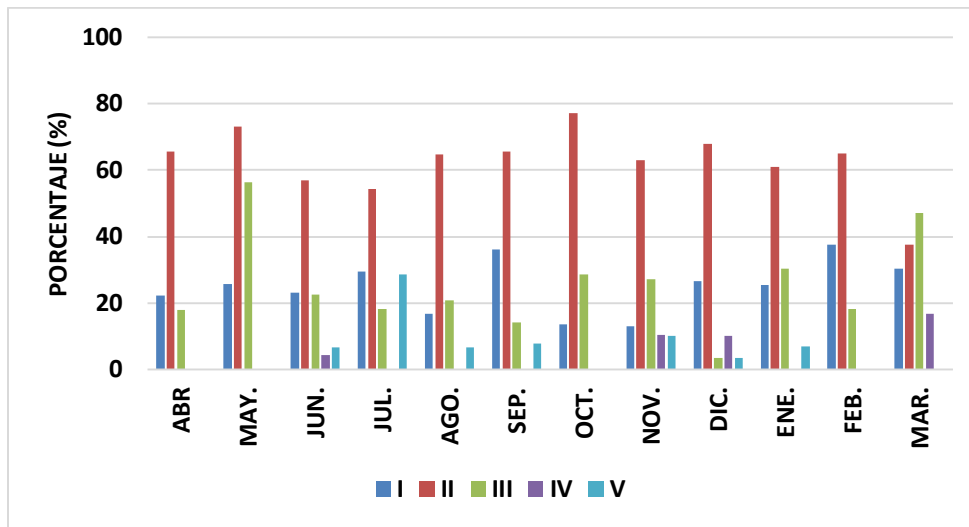


Figura 28. Distribución de los estados gonadales de acuerdo a la clasificación macroscópica en cada uno de los meses de muestreo en las respectivas localidades. A. Neiva, B. La Dorada, C. Barrancabermeja, D. Magangué.

Se tomaron los valores de todas las estaciones en las que se llevaron a cabo los muestreos y se conjugaron para definir los estados de maduración del bagre rayado a lo largo de toda la cuenca magdalénica (Gráfica 5). Se encontró que a lo largo de todo el río, en todos los meses del año siempre predominaron los estados I, II y III sin excepción, siendo el estado II el que se halla representando los mayores porcentajes, el menor valor se dio para el mes de marzo de 2013 con un 38% hasta el mes de octubre de 2012 cuyo porcentaje está alrededor del 78%. El estado I se encontró en un 12% en el mes de noviembre, siendo este el más bajo y tuvo su mayor pico en el mes de febrero de 2013 con un 38%. La mayor representación para el estado III se dio para el mes de mayo de 2012 con un 57% y en el mes de diciembre de 2012 se indicó la proporción más baja de este estado con un 4%.

En todo el período de análisis, solo se encontró que cuatro meses son los que presentan el estado de madurez más avanzado, estado IV, en menor proporción se halló el mes de junio de 2012 con un 4% de los individuos en este estado; seguido se encuentra el mes de diciembre de 2012 representando el 9% de este estado; noviembre de 2012 con 10% y finalmente el mes de marzo en el cual se presentó la mayor cantidad de individuos pertenecientes a este estado indicando una cantidad correspondiente al 17%.



Gráfica 5. Distribución macroscópica de los cinco estados gonadales por mes para el bagre rayado en la totalidad de la cuenca del Magdalena.

Hay que tener muy en cuenta que la clasificación de los estados de madurez gonadal para cada una de las localidades y cuyos resultados fueron expresados en las gráficas anteriormente descritas, se realizaron teniendo en cuenta los datos que se tomaron durante el proceso de muestreo en la fase de campo, en donde según lo reportado por el informe histológico, esta clasificación macroscópica registró un alto índice de error para las diferentes localidades, presentándose confusión a la hora de poder clasificar con exactitud los diferentes estados o confundiendo machos con hembras; lo cual indica la importancia de la realización de estudios histológicos para poder corroborar y poder redefinir, para este caso, tratándose de clasificación en una escala de madurez.

8.4 CLASIFICACIÓN MICROSCÓPICA DE ESTADOS GONADALES

De acuerdo a los análisis histológicos, se encontró que para la primera estación de muestreo, Neiva, solo se reportaron individuos en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, enero, febrero y marzo con proporciones todas equivalentes al 2,4% (Figura 29 A). El estado I se presentó en los meses de agosto, noviembre y febrero siendo el 7,2% de los individuos; el estado II para los meses de julio, noviembre y enero, también con el 7,2%; el estado III se observó en el mes de septiembre y octubre con un porcentaje del 4,8%. Únicamente para el mes de Marzo se presentó el estado IV con un porcentaje del 2,4%.

En la localidad de La Dorada (Figura 29 B) el estado con mayor porcentaje fue el II con 16,4%, mientras que el I y el III presentaron porcentajes prácticamente similares comprendidos entre 10,8% y 10,9% respectivamente. Para el estado IV solo se presentó el 3,6% de los individuos para esta localidad.

La predominancia en Barrancabermeja estuvo a cargo del estado I con el 33,1% seguido del estado II con el 28,6%, siendo estos los porcentajes más altos para esta localidad. Posteriormente se presentan el estado III con el 7,5% y finalmente el estado IV con el 6% (Figura 29 C).

En el último punto de muestreo correspondiente a la localidad de Magangué, bajo Magdalena; el estado I fue el que presentó un mayor porcentaje; 33,3%, lo que indica que en ésta localidad predomina la inmadurez. El estado II se presentó en un 16,8% y el III con 1,7%. No se presentó el estado IV (Figura 29 D).

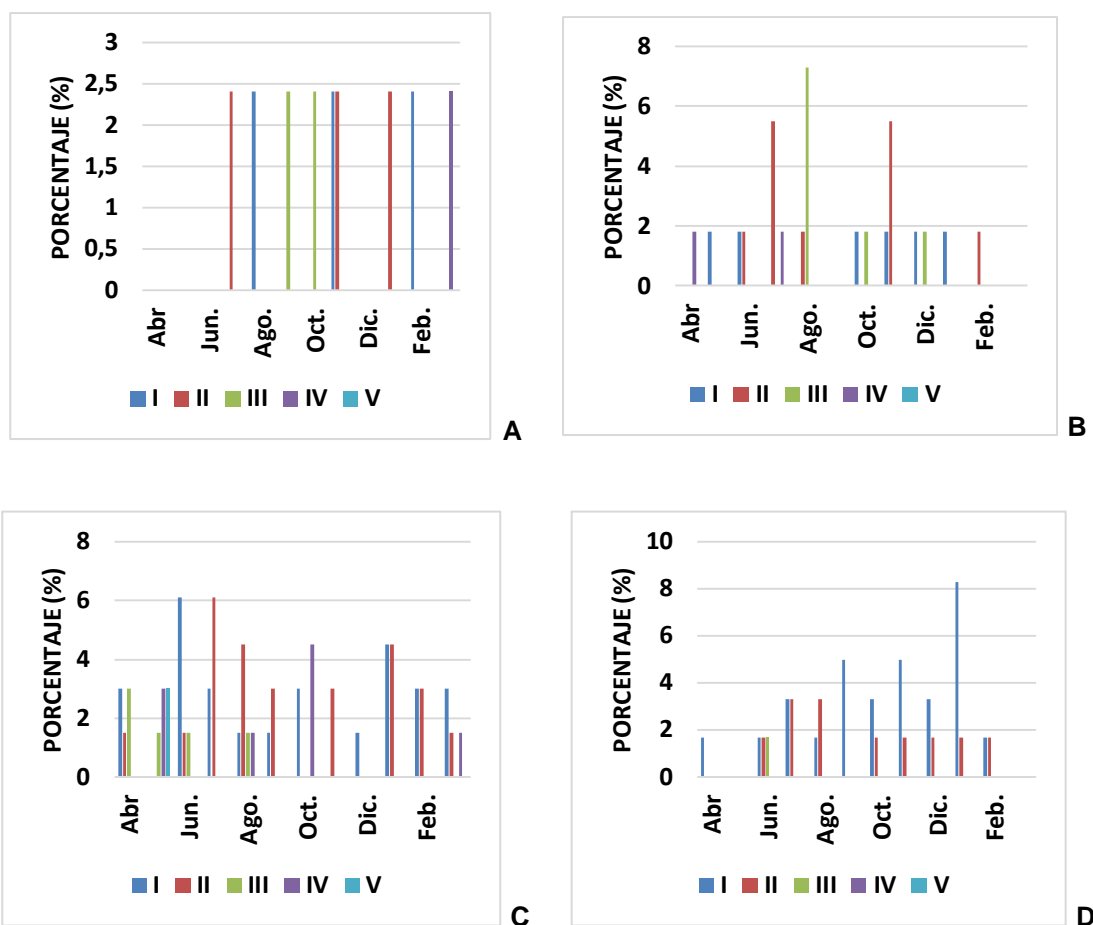
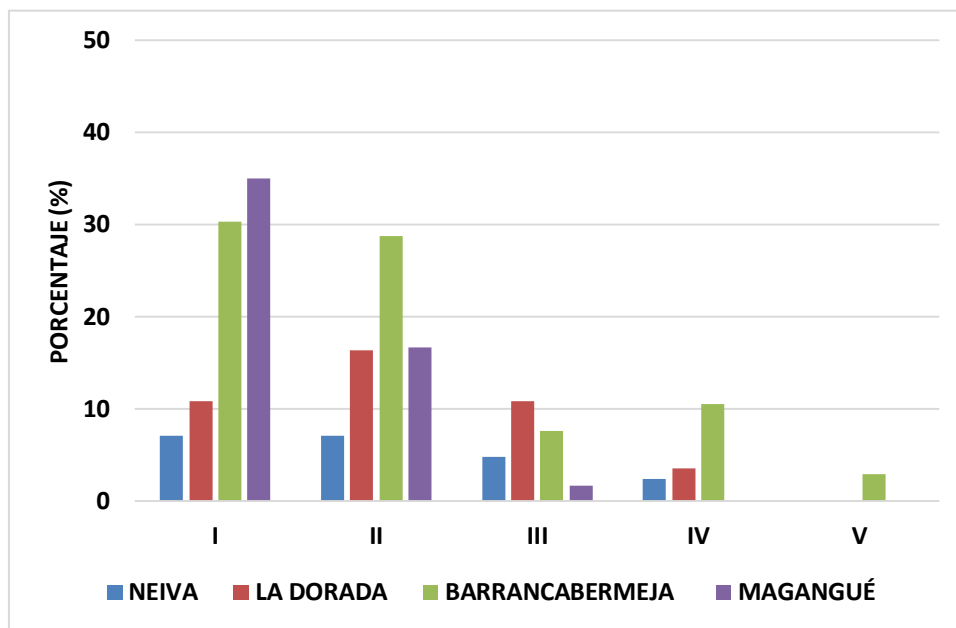


Figura 29. Distribución por mes de los estados gonadales analizados a través de proceso histológico para cada una de las estaciones en las que se llevó a cabo los muestreos. A. Neiva, B. La Dorada, C. Barrancabermeja y C. Magangué.

Se llevó a cabo una clasificación general a lo largo de toda la cuenca magdalénica involucrando todas las cuatro estaciones y su predominancia en cada estado de madurez gonadal. Se encontró que en Magangué con un 35% de las muestras en estado I, es la localidad con mayor índice de inmadurez seguida de Barrancabermeja con el 30,3%; La Dorada con el 10,9% y finalmente Neiva con el 7,1%. En el estado II Barrancabermeja presenta el mayor porcentaje 28,8%; con 16,4% las localidades de La Dorada y Magangué y por último Neiva con 7,1%.

La localidad de La Dorada presenta el mayor porcentaje para el estado III de maduración con 10,9%, seguido de Barrancabermeja con 7,6%; Neiva con el 4,8% y por último Magangué con el 1,7%. En el estado IV se presentaron solo tres estaciones; Barrancabermeja con el 10,6%; La Dorada con el 3,6% y Neiva con el 2,4%. En Magangué no se presentaron ejemplares en estado IV. El estado V solo se presentó en una muy baja proporción, 3%, únicamente para la localidad de Barrancabermeja (Gráfica 6).



Gráfica 6. Porcentajes de estados gonadales analizados histológicamente para cada una de las localidades estudiadas.

8.5 DEFINICIÓN DEL PERÍODO REPRODUCTIVO

8.5.1 Índice gonadosomático.

Para la primera localidad, Neiva, los picos más altos para el índice gonadosomático se mostraron en los meses de octubre a noviembre de 2012 con una muy leve caída en este último mes, pero manteniéndose superior a los 0,80 como se muestra en la figura 30 A, posterior a esto hay otra pequeña caída hacia el mes de diciembre de 2012 manteniéndose en 0,76. A partir de allí el índice gonadosomático para esta localidad cae de manera abrupta para el mes de enero de 2013.

En La Dorada se presentaron dos puntos sobresalientes para los meses de junio y agosto de 2012 (Figura 30 B), pero hay que tener en cuenta que en esta estación se visualizan los valores de índice gonadosomático extremadamente bajos, se encuentran entre 0,00 y 0,01; no fue una proporción suficientemente significativa de eventos reproductivos. Barrancabermeja (Figura 30 C), es la estación que presenta un mayor índice gonadosomático, con un valor de 3,35 para el mes de mayo, después de este mes, en junio, la caída es a 0,11 manteniendo esta fluctuación baja a lo largo del resto del año. La cuarta localidad, Magangué (Figura 30 D), es otra de las estaciones de muestreo que también registra los índices gonadosomático más bajos, siendo el más alto en el mes de noviembre de 2012 con 0,18. Allí se puede constatar de acuerdo a los análisis histológicos que no hubo eventos reproductivos.

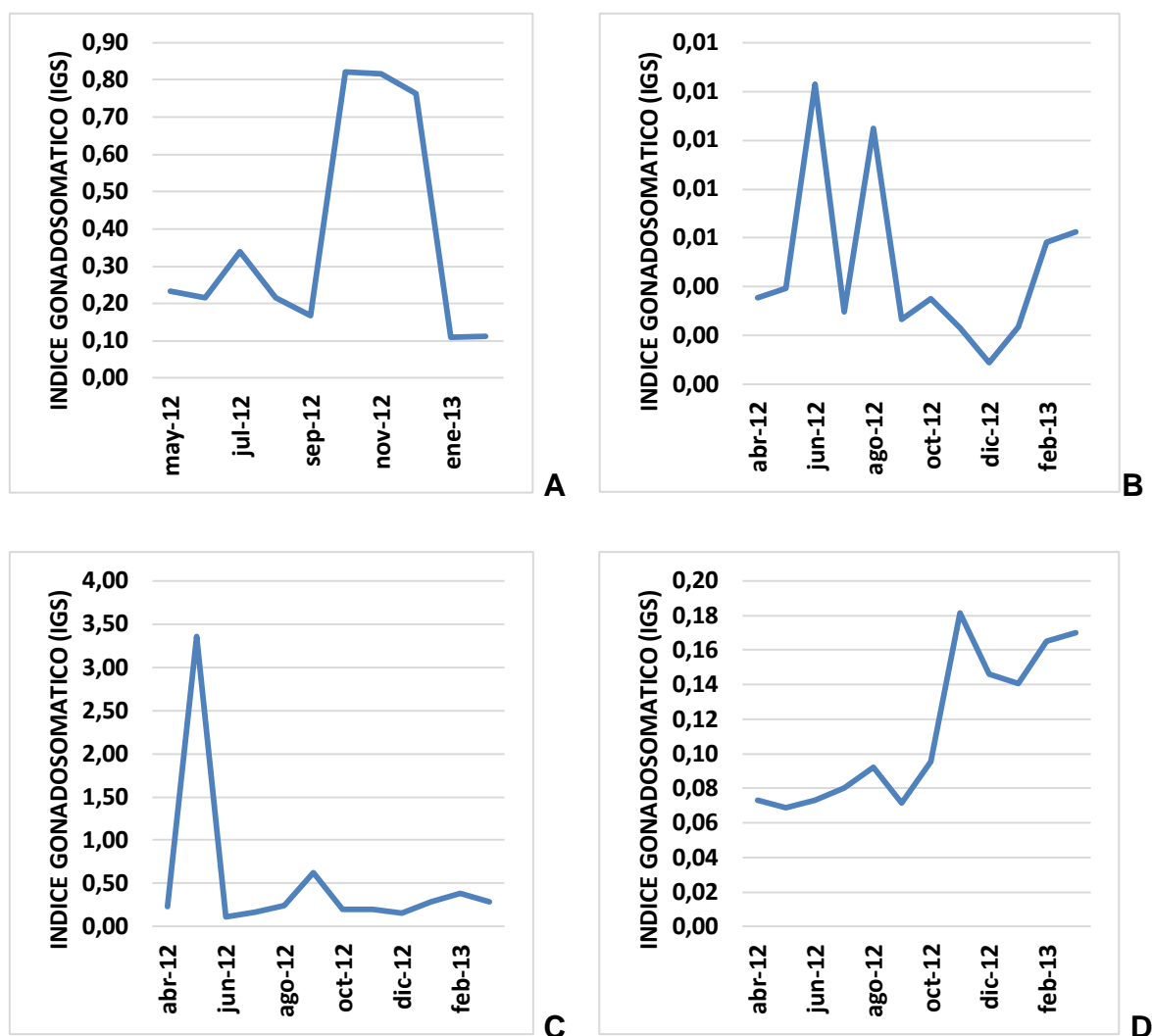
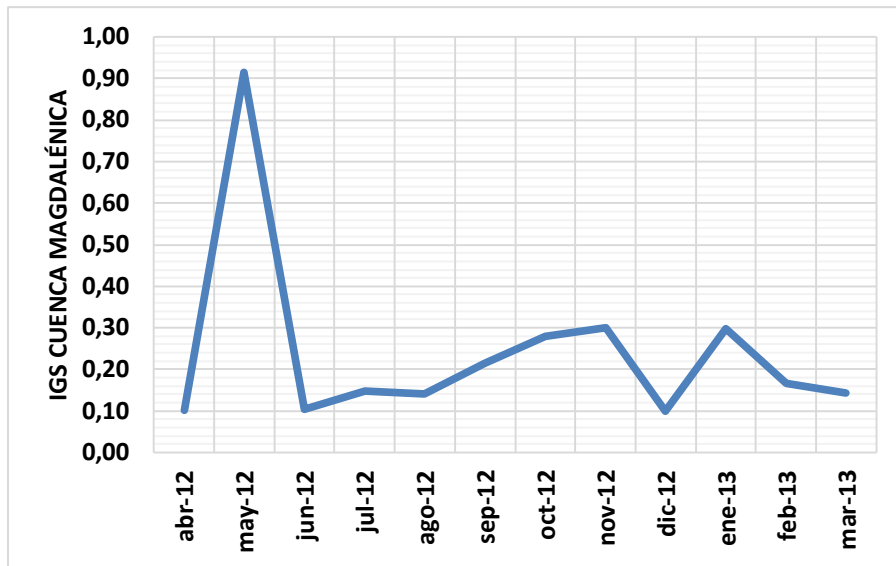


Figura 30. Determinación del índice gonadosomático en las cuatro estaciones localizadas a lo largo de la cuenca del Magdalena. A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué.

Cuando se conjugaron los resultados de todos los índices gonadosomáticos de cada una de las estaciones de muestreo (Gráfica 7), en la gráfica se registró que para el mes de mayo es donde se efectúa el mayor valor de este índice, teniendo un valor superior a 0,9 y que de acuerdo a lo observado en los resultados individuales, correspondería a la localidad de Barrancabermeja quien fue la que registró el valor más alto. El resto del año este índice se comporta con una fluctuación que oscila entre 0,10 y 0,30 en el resto de los meses.



Gráfica 7. Resultado del índice gonadosomático para la totalidad de la cuenca del Magdalena.

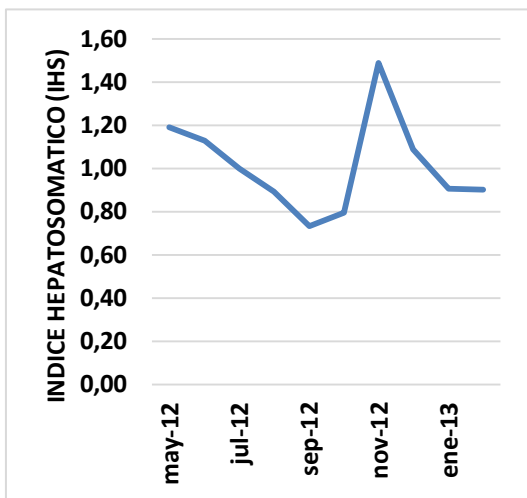
8.5.2 Índice hepatosomático.

Como lo plantea Introzzi & Duhalde (1986), el índice hepatosomático se emplea para evaluar las modificaciones de las reservas energéticas a lo largo del ciclo gonadal. En Neiva este índice estuvo alrededor de 1,49; siendo este el mayor valor registrado para el mes de noviembre de 2012 después de haber tenido una caída en forma progresiva a partir del mes de mayo de 2012 al mes de septiembre de 2012, desde donde comienza a recuperarse como se muestra en la figura 31 A.

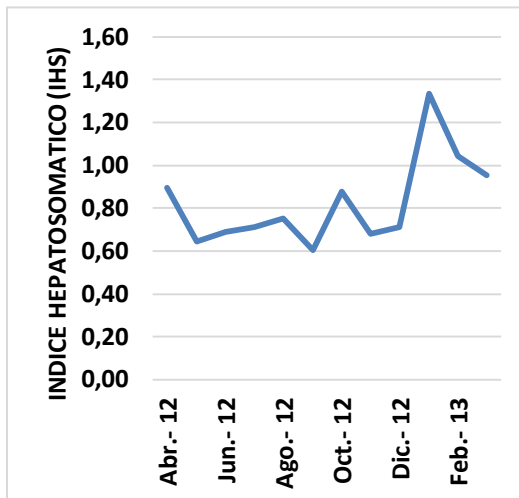
En La Dorada hubo un incremento paulatino a lo largo del año de muestreo, empezando en el mes de abril de 2012 en donde el valor fue de 0,90, decayendo y volviéndose a incrementar para el mes de agosto con un valor de 0,75; nuevamente decae y se levanta alcanzando un valor de 0,88 para el mes de octubre. Después de un último descenso el mayor valor de índice gonadosomático se presentó para el mes de enero de 2012 con un valor de 1,34 (Figura 31 B).

El índice hepatosomático en la localidad de Barrancabermeja (Figura 31 C), se mantuvo oscilando entre los valores de 0,75 en 2012 y 0,58 en 2013, siendo el primero el mayor registrado y el segundo el más bajo. A diferencia del resto de las estaciones, aquí se mantiene una fluctuación cuyos cambios no tienden a hacer tan distantes el uno del otro.

En abril de 2012 se registra el valor más alto para este índice en la localidad de Magangué (Figura 31 D) con 1,15, a partir de allí hay un descenso prácticamente directo en el mes de julio de 2012 indicándose el valor más bajo de 0,52. Posteriormente se mantiene un rango en la gráfica que oscila entre 0,5 y 0,7 aproximadamente.



A



B

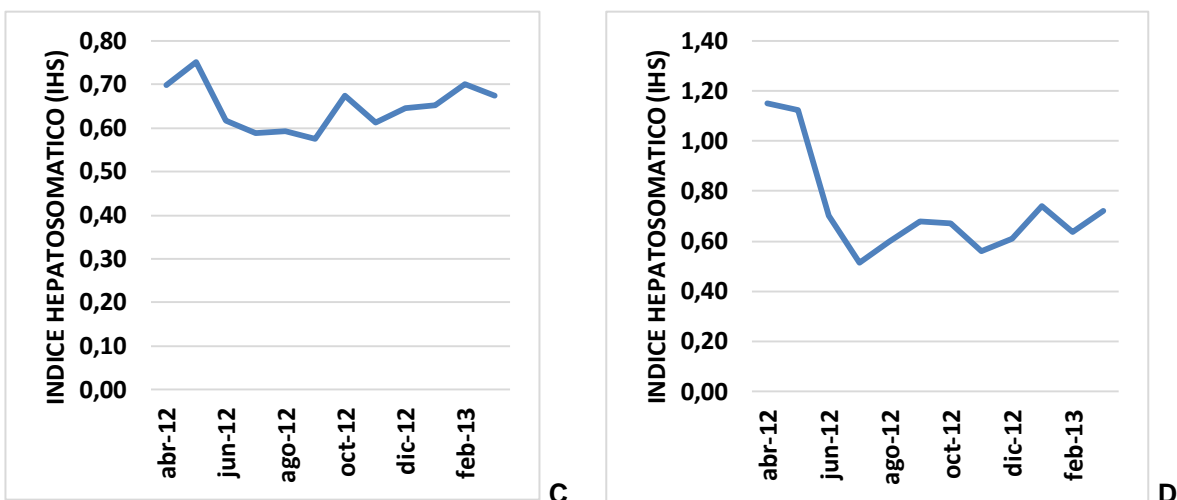
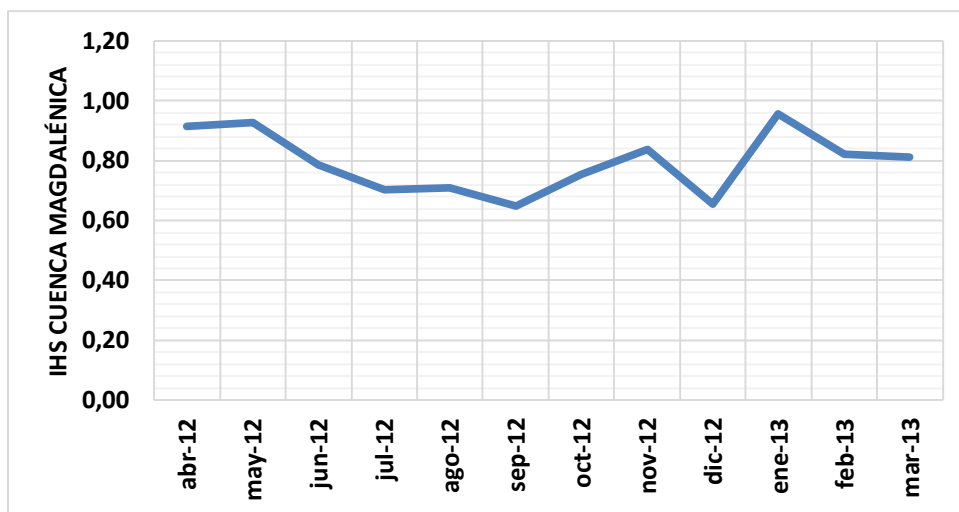


Figura 31. Análisis del índice hepatosomático de manera independiente para las localidades de A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué.

Al visualizar los valores del índice hepatosomático a lo largo de toda la cuenca magdalénica, se pueden observar tres puntos significativos en el río. El primero se da en el mes de mayo de 2012 con valor de 0,93; el segundo es en el mes de noviembre de 2012 con valor de 0,84 y finalmente se da el mayor registrado para el mes de enero de 2013 con un valor de 0,95 (Gráfica 8).



Gráfica 8. Índice hepatosomático para la totalidad del río Magdalena.

8.5.3 Índice de grasa cavital.

La grasa es de suma importancia en el proceso reproductivo del bagre rayado, ya que contribuye a la formación de gránulos de vitelo, lo que genera el aumento en el tamaño de los ovocitos. La grasa en el bagre tiene un comportamiento inversamente proporcional con respecto al crecimiento de la gónada, lo que quiere decir que a medida que la gónada aumenta su tamaño, el nivel de la grasa corporal en el animal debe disminuir.

Para la localidad de Neiva, perteneciente a la parte alta del río Magdalena, los índices de grasa cavital más bajos estuvieron en el mes de junio con un valor de 0,32; otro en el mes de septiembre con 0,47 y finalmente en el mes de enero de 2013 con valor de 0,49 (Figura 32 A).

En La Dorada se encontraron dos puntos de caída importante que fueron en los meses de agosto de 2012 con valor de 0,34 y posteriormente en los meses de noviembre y diciembre de 2012, con valores de 0,21 y 0,18 respectivamente, siendo este último el menor registrado en toda la localidad (Figura 32 B).

Entre julio y diciembre de 2012 para Barrancabermeja se presenta un comportamiento que muestra tres puntos de caída en cuanto al índice de grasa cavital, siendo el menor el correspondiente al mes de diciembre de 2012 con valor de 0,40; seguido por el mes de julio de 2012 con 0,43 y finalmente el registrado en el mes de septiembre con un valor de 0,52 (Figura 32 C).

En la cuarta y última estación, Magangué, los valores de índice de grasa cavital más bajos estuvieron entre los meses de junio y julio con valores comprendidos entre 0,47 y 0,44 respectivamente; volviéndose a incrementar durante los siguientes meses hasta llegar a noviembre y diciembre de 2012 en donde se vuelve a presentar una caída con valores de 0,58 en el primero y 0,63 en el segundo (Figura 32 D).

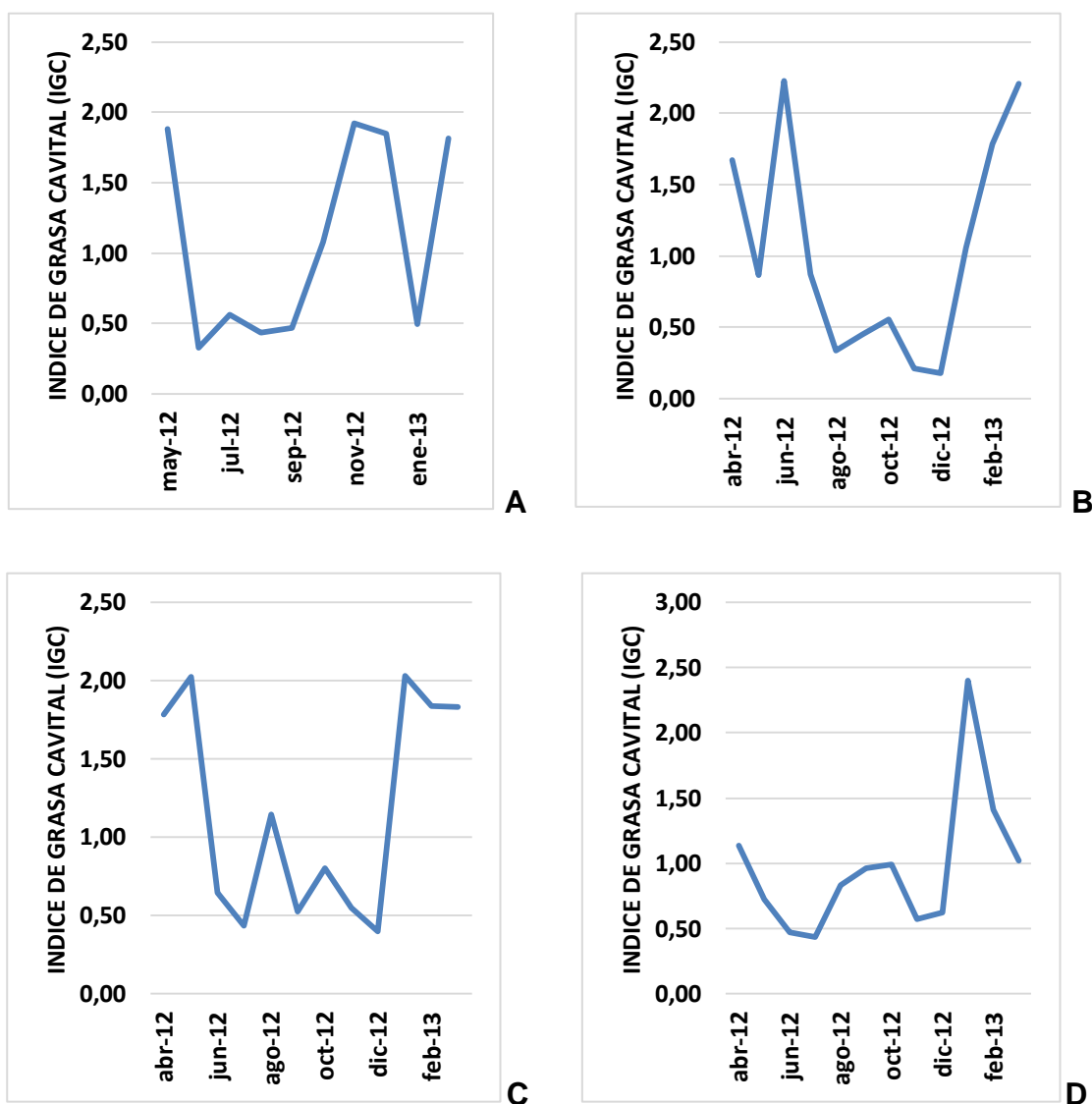
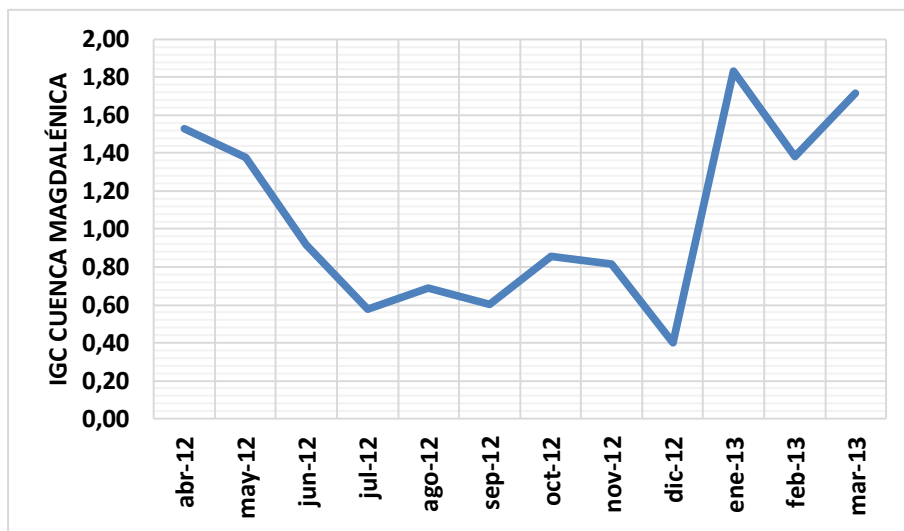


Figura 32. Análisis del índice de grasa cavital para cada una de las estaciones en las que se hizo los respectivos muestreos. A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja, C. Magangué.

Al unificar todos los datos de los índices de grasa que se obtuvieron en todas las cuatro estaciones, el más bajo se presentó para el mes de diciembre de 2012 con un valor de 0,40 correspondiente a toda la cuenca del río Magdalena (Gráfica 9).



Gráfica 9. Definición del índice de grasa cavitaria para la totalidad de la cuenca del río Magdalena.

8.5.4 Factor de condición.

El factor de condición es un índice que muestra que tan saludables se encuentran, en este caso los bagres durante todo el período de tiempo en el cual se llevó a cabo el muestreo. Para los bagres que se encontraron en Neiva, el valor del factor de condición más elevado se halló en el mes de septiembre de 2012 con un valor de 87,42 (Figura 33 A), bastante elevado en comparación con el encontrado en La Dorada cuyo mayor valor se presentó en el mes de junio de 2012 con 0,14 (Figura 33 B). Seguida la localidad de Barrancabermeja cuyo mayor índice se ubica en el mes de diciembre de 2012 con valor de 0,002 (Figura 33 C) y finalmente Magangué que registró su mayor pico durante el mes de abril de 2012 con un valor de 0,02 (Figura 33 D).

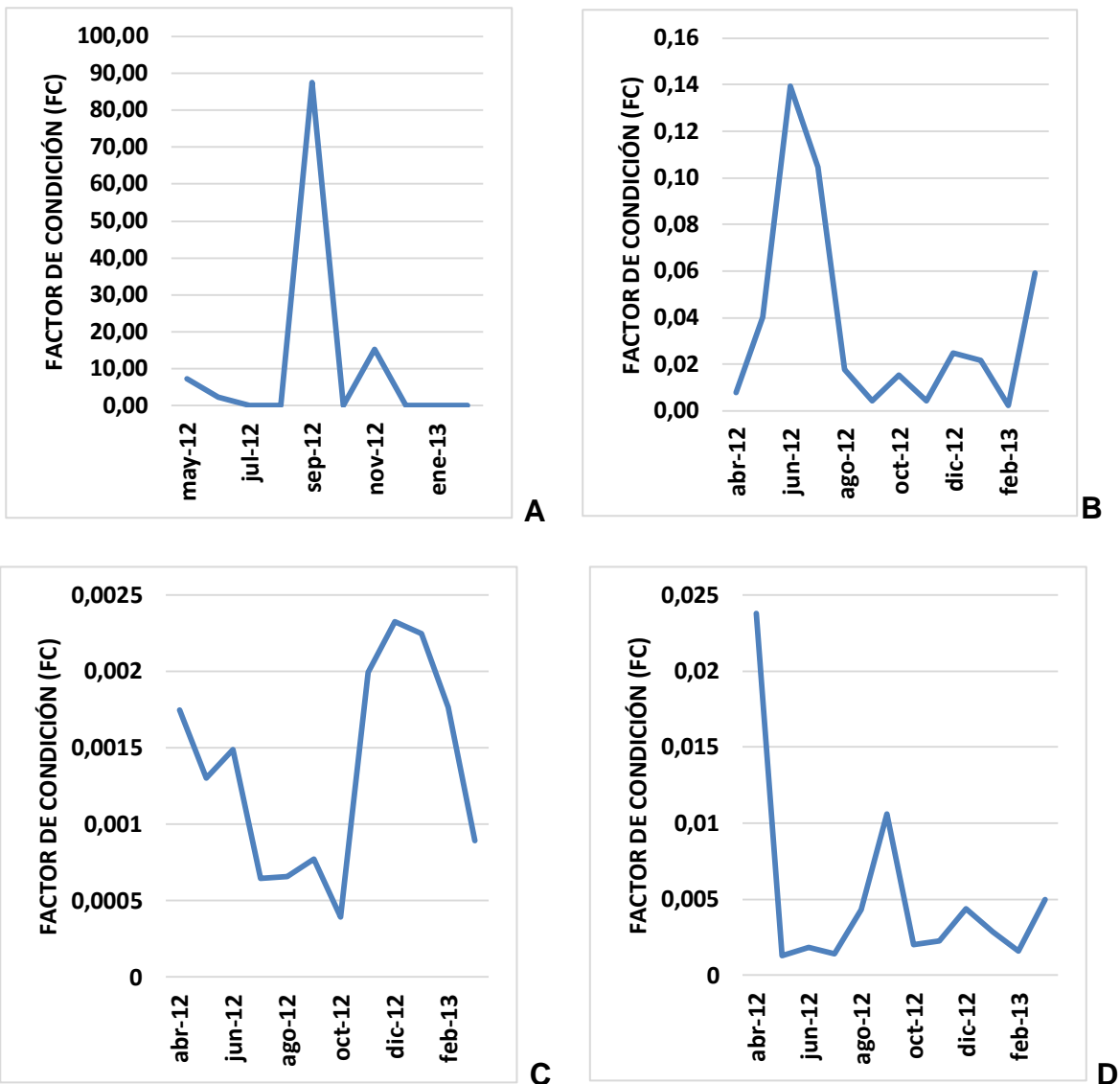
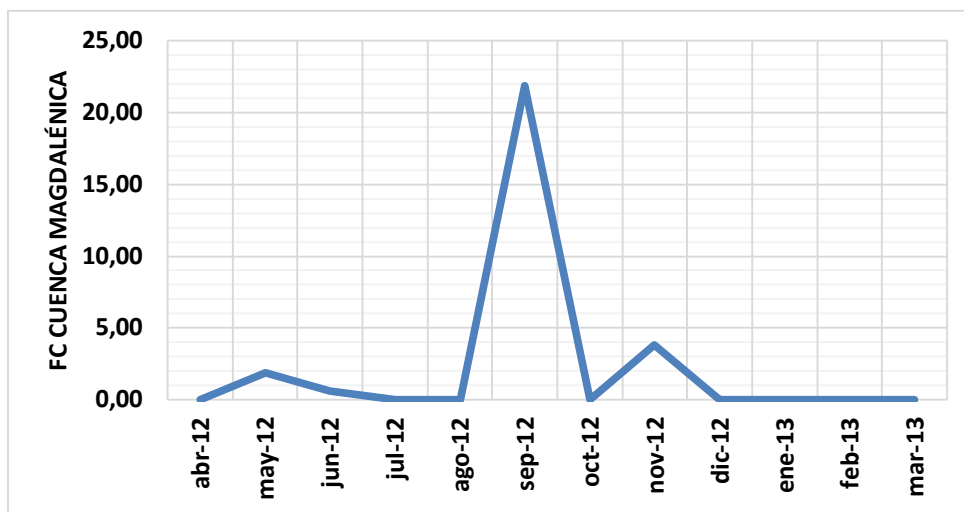


Figura 33. Análisis del factor de condición de forma independiente para las localidades de A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué.

A lo largo de toda la cuenca magdalénica, de acuerdo a lo reportado en la gráfica, se puede inferir que el Mayor índice de salubridad presentado por parte del bagre rayado corresponde al mes de septiembre de 2012 cuyo valor está alrededor de 21,86 y que coincide con lo reportado en la localidad de Neiva que registro el mayor valor en este índice durante esta época (Gráfica 10).



Gráfica 10. Factor de condición para todo el Río Magdalena a lo largo del período de estudio.

8.5.5 Proporción sexual.

La proporción sexual indica que tan equilibrada se encuentran la población de machos y de hembras, en este caso, como se encuentran la proporción de bagres machos con respecto a los bagres hembras; aludiendo a que el equilibrio de los sexos debiera ser 1:1. La proporción sexual en este caso se realizó con respecto a la talla de los individuos.

Para la localidad de Neiva se encontró que la predominancia está por parte de los machos, observándose que para la mayoría de tallas encontradas para estos ejemplares predominan casi que en su totalidad con el 92,8%. Se encontró que las hembras se establecieron en un 100% para las tallas de 85 cm y 93 cm únicamente, siendo el 7,2% la totalidad de los individuos restantes (Figura 34 A).

En la estación de La Dorada la proporción machos – hembras estuvo dominada por los primeros, siendo estos mayoría a partir de la talla de 49 cm hasta 81 cm de longitud estándar con el 65,7% de todos los ejemplares capturados. Las hembras son dominantes en las tallas de 93 cm hasta 109 cm representadas con el 34,3% de los ejemplares (Figura 34 B).

A diferencia de la localidad de Neiva y La Dorada, en Barrancabermeja la predominancia estuvo a cargo de las hembras con el 80,5% de todos los individuos encontrados en ésta estación; las tallas en las que hubo una mayor presencia fueron las establecidas entre 41cm y 109cm. Solo unos pocos ejemplares machos se pudieron hallar entre las tallas de 49cm a 65cm, siendo estos una minoría bastante significativa correspondiente al 19,5% como se muestra en la figura 34 C.

Para Magangué la mayor representación está a cargo de las hembras, que se ubicaron dentro de los valores de talla correspondiente a 76cm y 101cm de longitud estándar con un porcentaje total de 56,89% y los machos con el 43,11%, ubicándose dentro de las tallas menores comprendidas entre 33cm y 53cm de longitud estándar (Figura 34 D).

Las diferencias presentadas para machos y hembras de bagre rayado con respecto a las tallas, se dan de manera marcada para las diferentes zonas de muestreo, esto se puede deber a dos factores, el primero relacionado con el hábito migratorio de la especie y el otro de carácter antrópico, en donde por el empleo de unos determinados artes de pesca la selectividad se ve cambiada.

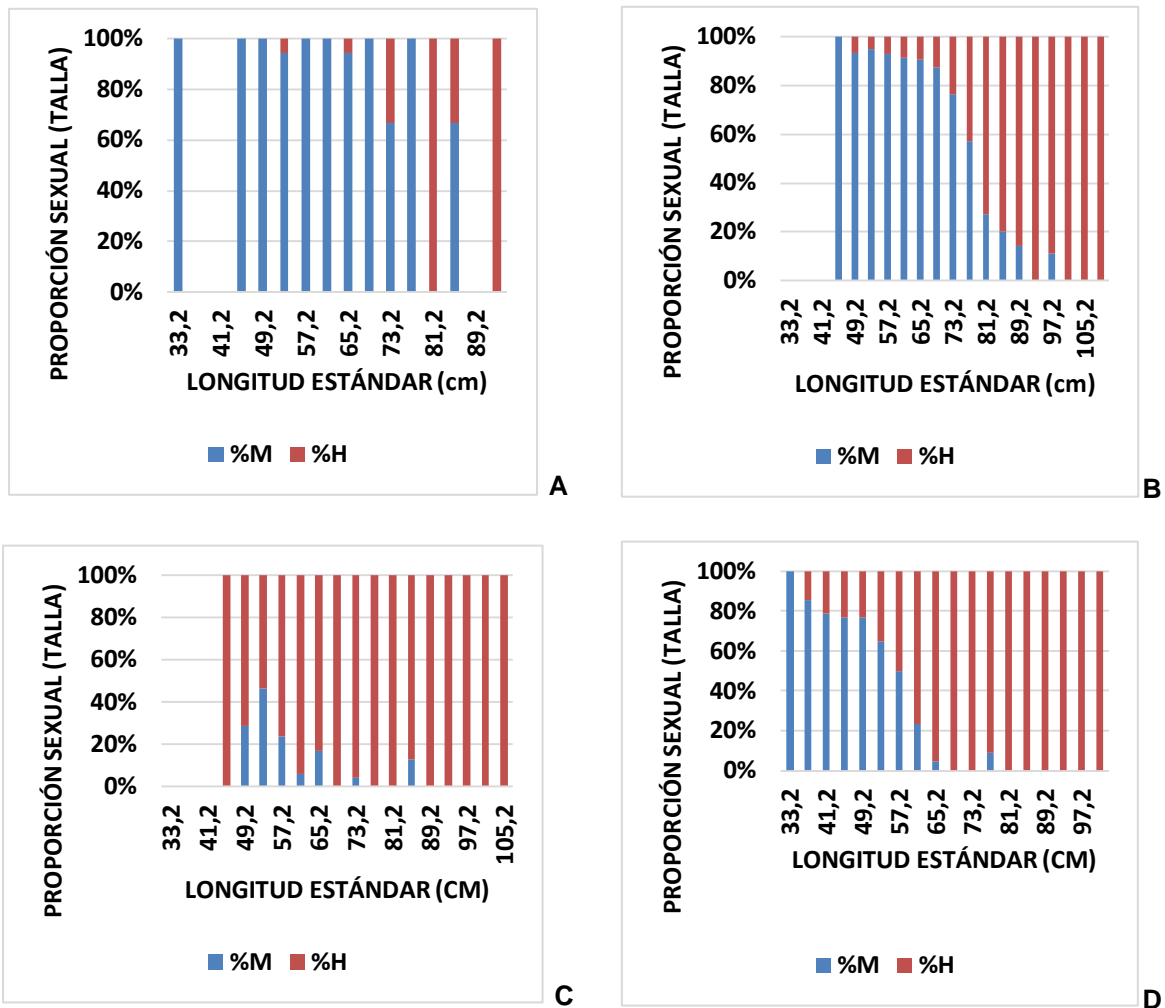
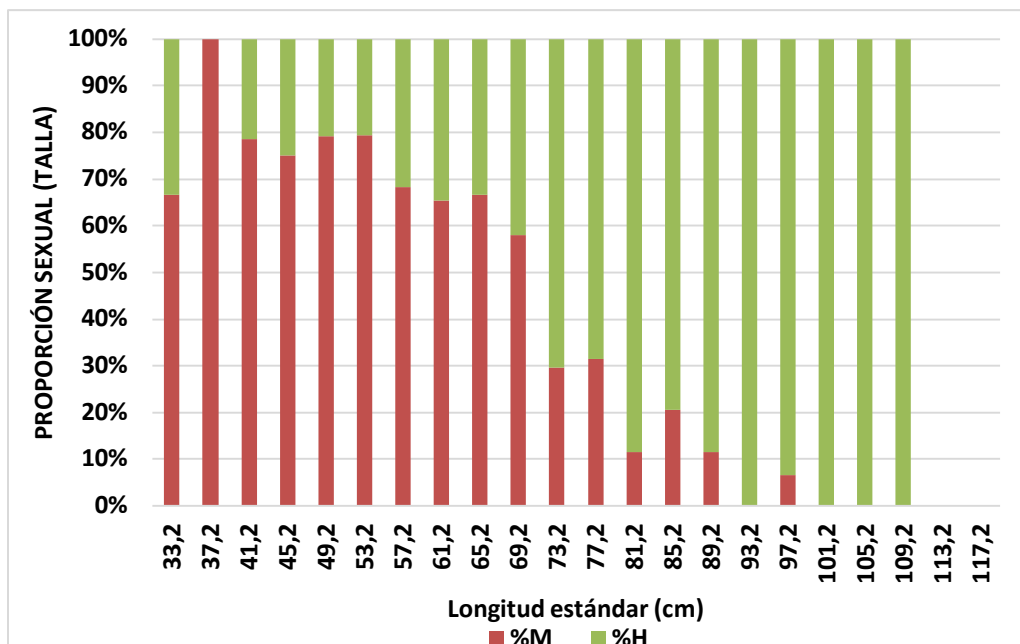


Figura 34. Proporción en términos de porcentajes para machos y hembras en cada uno de los puntos de muestreo. A. Neiva; B. La Dorada; C. Barrancabermeja; D. Magangué.

La proporción sexual para la cuenca del Magdalena teniendo en cuenta los datos arrojados de manera independiente por cada una de las localidades, dio como resultado que son los machos los que predominan más que las hembras con una proporción del 58,72% contra un 41,28% en las hembras. Con respecto a la talla, los machos que son mayoría, se encuentran en mayor cantidad entre las tallas de 33cm a 69cm de longitud estándar y las hembras se ubican en su gran mayoría dentro de las tallas más grandes, entre 73cm a 109cm de longitud estándar (Gráfica 11).

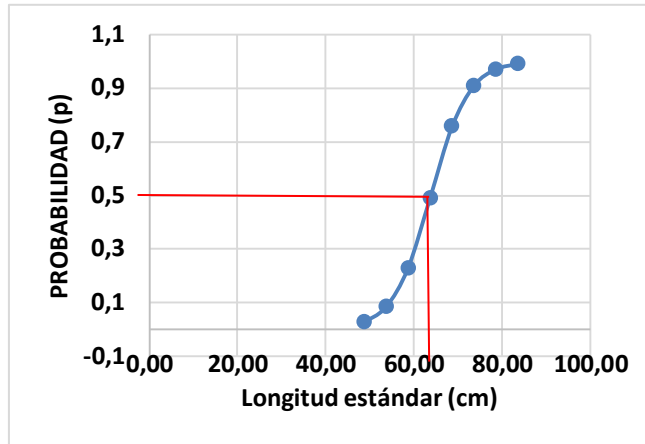


Gráfica 11. Proporción sexual de machos y hembras encontrados a lo largo de toda la cuenca magdalénica en términos de porcentajes con sus respectivas tallas.

8.6 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL (TMM)

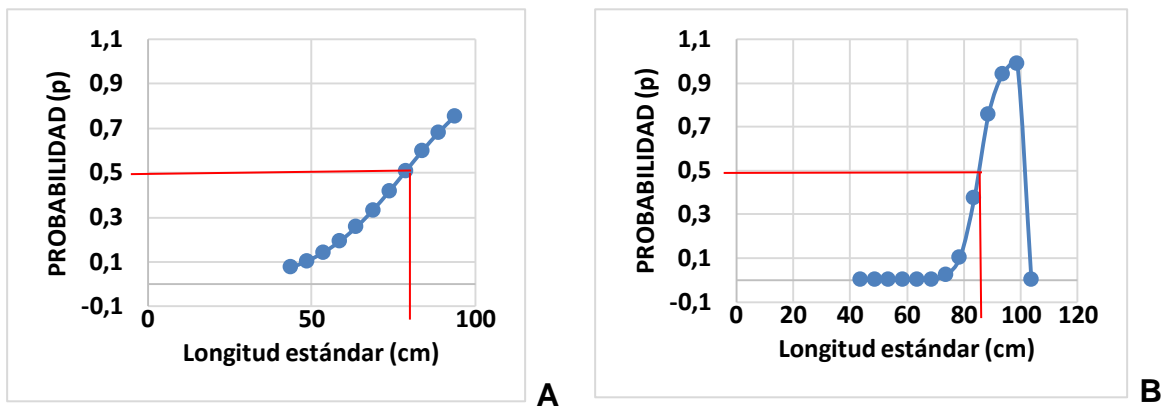
Para terminar de definir el período reproductivo del bagre rayado, se llevó a cabo el último parámetro, la talla media de madurez sexual, que indica que al menos la mitad de la población ya ha alcanzado su madurez reproductiva. Para definir este parámetro se emplearon los individuos machos y hembras pertenecientes a los estados III, IV y V de maduración.

En la localidad de Neiva solo fue posible determinar la TMM para los machos, ya que en las hembras, en el momento de llevar a cabo los cálculos, los datos resultantes fueron insuficientes para poder realizar la regresión, por tal motivo no fue posible mostrar gráficamente éste parámetro. La TMM en este caso para los machos fue de 63,7cm como se muestra en la gráfica 12.



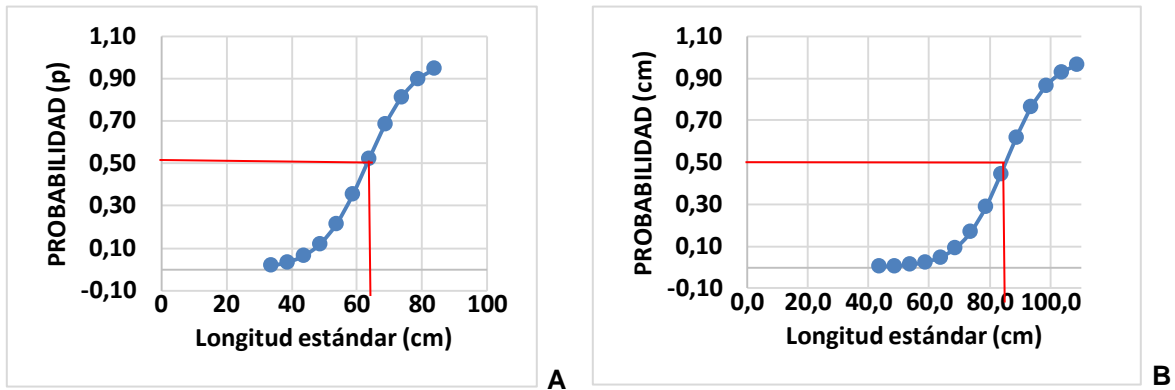
Gráfica 12. Determinación de la talla media de madurez sexual para bagres machos encontrados en la localidad de Neiva.

La TMM en la localidad de La Dorada, para los machos, estuvo alrededor de 78,7cm de longitud estándar; mayor si la comparamos con la localidad de Neiva. En el caso de las hembras, estas registraron 88,7cm (Gráfica 13).



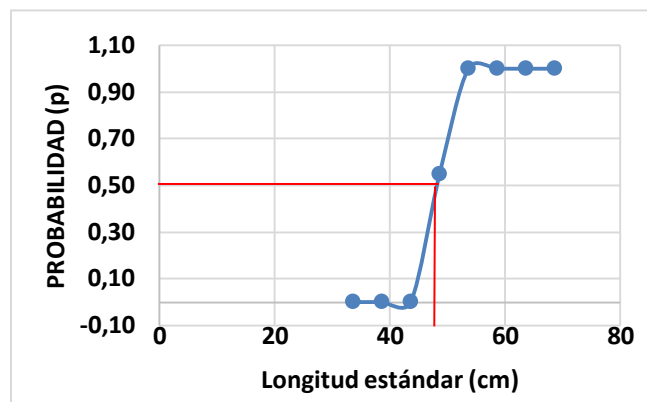
Gráfica 13. Talla media de madurez sexual para individuos machos (A) y hembras (B) en la estación de La Dorada.

En Barrancabermeja la TMM en machos fue de 63,7cm; igual que para la localidad de Neiva, mientras que las hembras registraron un valor de 83,7cm de longitud estándar (Gráfica 14).



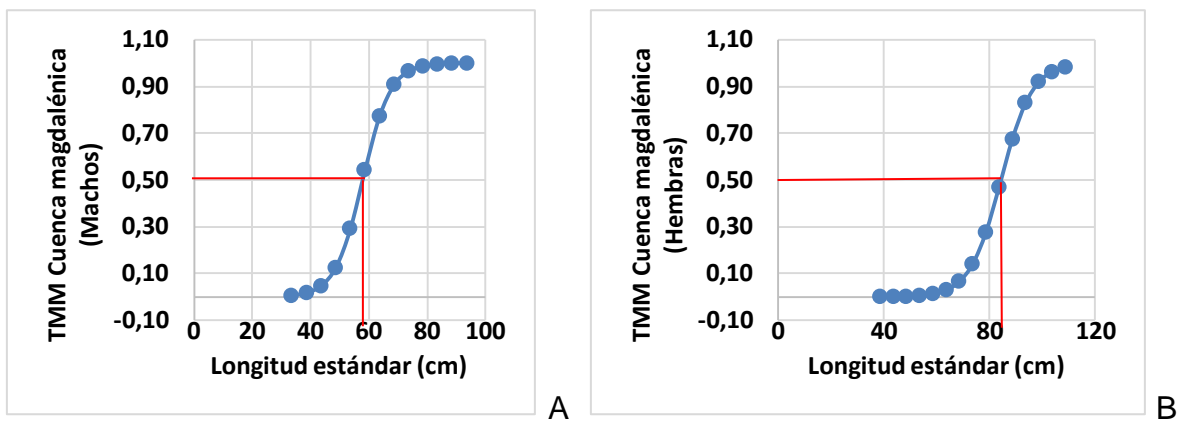
Gráfica 14. Definición de la talla media de madurez sexual para los ejemplares machos (A) y hembras (B) en Barrancabermeja.

Debido a que en Magangué no se registraron hembras en estadios avanzados de maduración, solo se pudieron establecer los valores de la TMM para ejemplares machos, donde los valores encontrados fueron de 48,7cm de longitud estándar, siendo este el valor de longitud más pequeño registrado en comparación con el resto de estaciones (Gráfica 15).



Gráfica 15. Talla media de madurez sexual en Magangué únicamente para machos, ya que en esta estación no se llevaron a cabo eventos reproductivos.

Al incorporar todos los valores que se produjeron de las diferentes estaciones de muestreo sobre la TMM en los ejemplares capturados de ambos sexos, se obtuvo que para la cuenca magdalénica la TMM a lo largo del río es de 58,7cm para ejemplares de sexo macho, y 83,7cm para ejemplares de sexo hembra (Gráfica 16).



Gráfica 16. Determinación de la talla media de madurez sexual para toda la cuenca del Magdalena. A. Machos; B. Hembras.

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1 FECUNDIDAD, DIÁMETRO DE OVOCITOS Y TIPO DE DESOVE

Para los ejemplares que se pudieron analizar de las tres estaciones de muestreo en las cuales se encontraron hembras con gónadas maduras, la fecundidad solo se pudo determinar para la localidad de Neiva (Alto Magdalena) y Barrancabermeja (Magdalena medio), cuya efectividad estuvo alrededor de los 900.000 huevos que significan el 83% para la estación de Neiva y el 71% para la localidad de Barrancabermeja de la totalidad de la gónada; lo cual indica que del total de todos los huevos que produce la gónada (Fecundidad absoluta), que estuvieron alrededor de 1.000.000; aproximadamente 900.000 son los que se llegarían a convertir en un nuevo ejemplar de bagre rayado.

Para el caso de la estación de La Dorada (Cuenca media/alta), que se presenta como un caso particular, debido a que las dos únicas muestras que se hallaron no se encontraban en un estado óptimo para llevar a cabo el conteo, por lo cual, no se pudo realizar el cálculo de la determinación de la fecundidad para las pocas muestras de hembras maduras que allí se encontraron.

En la estación de Magangué (Bajo Magdalena), como se reportó en los resultados, debido a que no se hallaron hembras en estados maduros, o sea no poseían huevos, no se pudo llevar a cabo la determinación de la fecundidad.

De acuerdo a la cantidad de ovocitos encontrados en las gónadas y al tamaño de los mismos en el *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, refleja que esta especie presenta una estrategia *r* que se caracteriza por la postura de muchos huevos de tamaños muy pequeños, la puesta de los mismo es prolongada y sus larvas presentan una alta mortalidad.

Esta estrategia es aplicada por especies migratorias que se pueden adaptar a ambientes cambiantes e impredecibles, de la misma manera les permite sobrevivir en épocas en la medida en que las condiciones ambientales de las mismas sean las más favorables (Saborido, *sin año*).

Con respecto al tipo de desove y lo que expone Vazzoler (1996), en cuanto a la forma de las curvas que reflejan la frecuencia del diámetro de los ovocitos, producto del conteo directo, se determinó que el tipo de desove para los ejemplares analizados es de tipo sincrónico en un grupo, lo cual nos indica que estos bagres son especies denominadas semélparas, que desovan una única vez durante su etapa reproductiva.

9.2 CLASIFICACIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE ESTADOS Y ESTADÍOS GONADALES

Se llevó a cabo una clasificación macroscópica de las gónadas tanto de macho como de hembras encontradas en las diferentes estaciones de muestreo, se determinó que los mayores porcentajes registrados hacían parte de estados I, II y III para el caso de las hembras; de los cuales el estado II fue el que mayor tuvo predominancia a lo largo de toda la cuenca del Magdalena en todo el año de muestreo. A pesar de que las personas encargadas de hacer la extirpación y posterior clasificación de las gónadas, teniendo en cuenta la escala de madurez propuesta para las hembras de bagres en la Amazonia colombiana considerando: Nikolsky (1963), Arboleda (1989), Fonteles (1989), Castro & Santamaría (1993), Agudelo (1994), Salinas (1994), Gómez (1996), Vazzoler (1996), Agudelo et al., (2000), Alonso (2002) y Camacho (2006); estaban capacitadas, se registró según el informe de histología, cuyas muestras fueron procesadas en los laboratorios de biología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, un gran porcentaje de error.

De la totalidad de las muestras que fueron enviadas para su procesamiento, se encontró que el 68,3% de ellas en el momento de hacer el análisis histológico no presentó concordancia con la clasificación realizada en campo, y solo en el 31,7% se halló certeza con respecto a dicha clasificación. Es evidente que a pesar de la capacitación que tenían las personas encargadas de la recolección de la información acerca de las gónadas, no tuvieron el suficiente cuidado a la hora de poder acertar en la clasificación de las mismas. Este tipo de situaciones da para que en futuros trabajos relacionados con la biología reproductiva de una determinada especie, se haga hincapié en la importancia del manejo de este tipo de información, que es crucial para el buen desarrollo del trabajo.

Al momento de realizar la clasificación microscópica de las gónadas, se encontró que para el caso de las hembras el error estuvo presente en un 56% y para los machos en el 44%. Los estados cuyos porcentajes de error fueron más elevados, se presentaron a la hora de clasificar hembras en estado I que fueron clasificadas en estado II con el 22,8%; la misma situación se presentó para los machos que se encontraban en estado I y fueron clasificados en estado II con un 18%. Para el resto de los estados de maduración el error estuvo por debajo del 5%, del cual el 4,8% se presentó para machos en estado IV los cuales fueron clasificados en estado III. De la misma manera a la hora de clasificar con respecto a los sexos, se presentó confusión del 5,6% de gónadas de hembra y que fueron clasificadas como de macho y el 4% de gónadas que eran de macho y que fueron clasificadas como de hembra.

En lo concerniente al análisis histológico, se pudo determinar valores en los diferentes estados de maduración para los ovocitos en los cuales para el estado I, (*Ovocitos nucléolo cromatina*), los valores del diámetro estuvieron entre 0,08 y 1mm; para el estado II, (*Ovocitos perinucleolares*), los diámetros coincidieron en 0,2mm; en el estado III (*Ovocitos alveolo cortical*), que solo estuvo presente para la localidad de Barrancabermeja, el promedio del diámetro que se encontró allí para este estado fue de 0,3mm.

En el estado IV (*Ovocitos vitelogénesis*), el diámetro de los ovocitos se clasificó en 0,5mm para el estadio *vitelogénesis inicial*, 0,6mm para el estadio *vitelogénesis intermedia* y 0,7 para el estadio *vitelogénesis total* para la localidad de Barrancabermeja, coincidiendo el diámetro de 0,6mm en *vitelogénesis intermedia* con la localidad de la Dorada y exceptuándose en la localidad de Neiva en donde para el estadio *vitelogénesis intermedia* el diámetro estuvo en 0,7mm. Y el estadio más avanzado que solo estuvo presente en la localidad de Barrancabermeja, el V, y cuyo diámetro en los ovocitos fue superior a 0,7mm.

9.3 DEFINICIÓN DEL PERÍODO REPRODUCTIVO

Para cada uno de los puntos de muestreo, la cantidad de hembras en estado cuatro de maduración fueron muy escasas, y en la localidad de Magangué no hubo presencia de ellas; por ende la aplicación de los diferentes índices permite ubicar una época aproximada donde se puede estar reproduciendo el bagre rayado del Magdalena y efectuar su posterior protección. El índice gonadosomático, hepatosomático, de grasa cavital, y el factor de condición, de acuerdo a sus comportamientos ayudan a ubicar esta época y a definir las condiciones reales en cuanto a la población actual de bagre rayado del Magdalena, empleando el índice de proporción sexual por tallas.

Cuenca alta/Neiva

Se pudo definir el ciclo reproductivo del bagre rayado del Magdalena *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, a lo largo de toda la cuenca del Río Magdalena, teniendo en cuenta que para el estrato alto del río, en la localidad de Neiva, no se logró contar con información permanente debido a que es una zona con baja producción bagrera lo que dificulta la captura de ejemplares, pues comparado con los otros lugares de muestreo en donde la captura de ejemplares fue muy superior, por ejemplo en la localidad de La Dorada, se presentaron la mayor cantidad de ejemplares capturados, 511, y en Barrancabermeja y Magangué, 355 y 356 respectivamente, contra 96 ejemplares que se capturaron en el puerto de Neiva. Con los registros obtenidos se puede establecer que en esta parte del río, el bagre presenta dos momentos de posible actividad reproductiva (de menor intensidad si se compara con las de las localidades de la parte media). En una primera instancia se observa un pico de baja moderación en el mes de julio (0,34) y otra entre finales del año (noviembre (0,82) – Enero) (Figura 30 A). El índice hepatosomático (IHS) para este sector del río registra dos picos metabólicos importantes (mayo (1,19) y noviembre (1,49)/diciembre (1,09)) (Figura 31 A) y que igualmente se refleja en almacenamiento de reserva lipídicas con registros de IGS durante este período de tiempo. En ese sentido se resalta que noviembre/diciembre se constituye en un mes importante para el bagre para obtener alimento y bienestar, reflejado en un factor de condición elevado en este período de tiempo. Los datos en general permiten establecer que para la cuenca alta el bagre encuentra un sitio tanto para llevar a cabo procesos reproductivos (de baja intensidad) como alimenticios (alto impacto) principalmente, siendo la localidad donde se reportan los bagres con mejor estado de bienestar (Figura 33 A).

Cuenca media – alta/ La Dorada

Para la cuenca media/alta del río, se observaron tres eventos reproductivos, correspondientes a los meses de junio (0,01) y agosto (0,01) y febrero (0,01)/marzo (0,01) (Figura 30 B). El índice hepatosomático (IHS) para este sector del río, presenta una tendencia creciente en el tiempo con tres picos importantes: agosto (0,75), octubre (0,88) y enero (1,34), siendo este último el que registra el mayor valor (Figura 31 B); reservas que probablemente contribuyen a que se desencadenen en procesos reproductivos y por tanto migratorios y para lo cual el bagre igualmente requiere de reservas de grasa corporal y que se refleja con el índice de grasa el cual presenta un gran pico entre enero (1,05) y marzo (2,21) (Figura 32 B) para luego encontrar un medio favorable de alimentación y bienestar en el mes de abril (Figura. 33 B). Los resultados por tanto parecen indicar que en esta parte del río se constituye para el bagre como una zona de reproducción como de alimentación (ésta principalmente).

Cuenca media/Barrancabermeja

En la localidad de Barrancabermeja, zona que corresponde a la cuenca media del Río Magdalena, de igual manera se pudieron dar a conocer tres eventos reproductivos importantes, siendo el mes de mayo (3,35) el más importante, seguido de uno pequeño en septiembre (0,62) y uno muy pequeño en febrero (0,38) (Figura 30 C). El índice hepatosomático (IHS) para este sector del río registra valores que no reflejan cambios notorios en el tiempo, sin embargo mayo (0,75), octubre (0,67) y febrero (0,70) mostraron leves incrementos (Figura 31 C). Se resalta como el mes de noviembre (0,0020) indica ser el período que el río le brinda a los bagres alimento y bienestar. Igualmente, abril (0,0017) a junio (0,0015) y septiembre (0,00077) son meses que aprovechan los bagres para alimentarse un poco (Figura 33 C).

Se destaca que para la localidad de Barrancabermeja, los bagres acumulan grasa principalmente en tres meses (abril (2,02), agosto (1,15) y enero (2,03)) (Figura 32 C), los cuales anteceden a los meses que se establecen como reproductivos (Figura 30 C) lo que podría estar indicando que en este sector medio de la cuenca ya los bagres transfieren sus reservas a los procesos reproductivos.

Cuenca baja/Magangué

Para la cuarta y última estación de muestreo que corresponde al estrato bajo del río, no se observaron procesos reproductivos. El índice hepatosomático (IHS) como un indicador del nivel de reservas del organismo nos indica que en la zona de Magangué, el mes de mayo (1,12) es cuando los bagres juveniles elevan sus procesos metabólicos orientados seguramente al crecimiento y desarrollo, disminuyendo drásticamente en los siguientes meses (Figura 31 D). Probablemente el pico máximo del IHS en mayo obedece a que abril, es un mes donde los juveniles encuentran un período favorable para su alimentación y bienestar, reflejado en un factor de condición con el mayor registro a lo largo del año, valor que cae abruptamente en los meses siguientes, probablemente como resultado de las condiciones ambientales propias de la zona en esa temporada, a la disponibilidad de alimento; ya que la zona baja del Magdalena se caracteriza por ser un complejo cenagoso en donde se pueden encontrar altas concentraciones de oxígeno al igual que sólidos disueltos que son depositados por el río, lo que a su vez propicia el enriquecimiento del material orgánico, como la colonización de plantas acuáticas flotantes que permiten la creación de microecosistemas en los cuales se ven involucrados otro tipo de organismos como invertebrados, peces, aves, etc. (Manrique, 2004). No obstante meses como agosto (0,0043), septiembre (0,010) y diciembre (0,0043), igualmente le ofrecen a los bagres recuperarse un poco (Figura 33 D).

Todos estos procesos metabólicos de los bagres igualmente se ven reflejados en el acumulo de grasa corporal, siendo enero (2,40) y febrero (1,41) los meses de mayor concentración de lípidos, los cuales le sirven a aquellos bagres que inician procesos migratorios ya sea por alimentación o por inicio de su actividad reproductiva (Figura 32 D).

Cuenca magdalénica

Al querer evaluar todo el ciclo reproductivo del bagre de manera uniforme, teniendo en cuenta los índices anteriormente descritos para cada una de las localidades, se puede observar que en el momento de hablar del índice gonadosomático sobre toda la cuenca del Magdalena, este presentó su valor más alto a partir del mes de abril de 2012, incrementándose hasta lograr su pico más alto para el mes de mayo de 2012 con un valor de 0,91; a partir de allí empieza una caída de forma directa hacia el mes de junio del mismo año. Durante el resto de los meses, el índice gonadosomático se mantiene en una escala baja, solo alcanzando valores no mayores a 0,30. Este índice muestra y corroborándolo con los resultados del informe histológico, que por esta época, abril – mayo y en la localidad de Barrancabermeja, fue donde se llevaron a cabo el mayor número de eventos reproductivos (Gráfica 7).

Cuando se examina el índice hepatosomático, observamos que su comportamiento con respecto a los puntos de mayor representación no son muy diferenciados entre estos, oscilan entre 0,84 y 0,95; siendo este último el de mayor valor correspondiente al mes de enero de 2013 y que si lo ponemos en relación con el índice gonadosomático, se podría inferir que un par de meses antes el hígado ha incrementado su peso para posiblemente tener una mayor segregación del fosfolípido vitelogenina, crucial en el período reproductivo del bagre ya que aporta a la aparición de gránulos de vitelo en los ovocitos (Gráfica 8).

El aporte de la grasa durante el período reproductivo es fundamental a la hora de proporcionar energía y la grasa requerida para ayudar al crecimiento de los ovocitos; cuando se observa la gráfica de los índices de grasa que se dan durante todo el año en la cuenca Magdalénica (Gráfica 9), ésta refleja la coincidencia existente de manera inversa con respecto al índice gonadosomático, ya que en este último su incremento empieza a partir del mes de abril de 2012, teniendo su máximo valor en el mes de mayo; los niveles de grasa para esta época empiezan su descenso para el mes de abril de 2012, el índice de grasa cavital tiene un valor de 1,53 y sigue en descenso disminuyendo su valor en 1,38 para el mes de mayo de 2012, en el mes de junio llega a 0,92 y finalmente cae con el valor más pequeño en el primer semestre del año para el mes de julio con 0,58. De acuerdo a la relación que se podría establecer del índice de grasa cavital con respecto al índice gonadosomático, se puede inferir que en el período de abril – mayo de 2012 donde se presenta el mayor valor del índice gonadosomático, de la misma forma el índice de grasa cavital disminuye en un período abril – julio, de manera inversa respecto al índice gonadosomático; lo cual es lógico, si hablamos que la grasa corporal debe disminuir durante esta época para ser aportada al crecimiento de los ovocitos en el proceso de vitelogénesis.

A lo largo de todo el Río Magdalena se registraron tres picos sobresalientes en lo concerniente al factor de condición de los bagres. El primero fue en el mes de mayo de 2012 con valor de 1,86; seguido en el mes de septiembre se registra el valor más significativo en toda la cuenca del Magdalena en el mes de septiembre con un valor de 21,86 y finalmente para el mes de noviembre de 2012 con 3,82 (Gráfica 10).

Si se compara el segundo valor, el del mes de septiembre con respecto al del mes de mayo y noviembre, sería este el valor que nos indicaría que fue el mes en el cual los bagres presentaban el mayor índice de salubridad, sería la época en donde los bagres se dedicaron a alimentarse y por ende encontrarse en las mejores condiciones. Siguiendo con el último valor, el correspondiente al mes de noviembre de 2012 y cuyos meses en adelante hasta marzo de 2013 se mantuvieron en cero (0); se podría atribuir a una previa preparación por parte de los bagres, una etapa de búsqueda de alimento y acumulación de reservas energéticas para empezar un recorrido para llegar hasta la época de desove, que según lo mostrado por el índice gonadosomático se daría en el mes de mayo de 2012, que es precisamente hasta allí donde se registra el primer y menor valor (1,86) de factor de condición encontrado y en adelante se visualiza un descenso en todo los meses siguientes hasta nuevamente empezar una etapa de recuperación significativa, señalado por el mayor valor de factor de condición registrado en el mes de septiembre de 2012 (21,86).

Estructura poblacional (Proporción sexual por tallas)

La proporción de hembras y machos en la población de bagre rayado del Río Magdalena presenta un comportamiento diferencial a lo largo de la cuenca, encontrándose concentrados los machos (92,8%) hacia la cuenca alta (Neiva, Figura 34 A) y media-alta (65,7%) (Dorada, Figura 34B), con proporciones de hembras muy superior (80,5%) en el sector medio (Barrancabermeja, Figura 34 C) y una mayor dominancia de hembras (56,89%) en la cuenca baja (Magangué, Figura 34 D). En este sentido cuando se unifica la cuenca como un solo comportamiento puede llegar a generarse un error al indicar que la estructura de la población del bagre en el río Magdalena es 1:1.

Analizando la proporción sexual a lo largo de la cuenca del Magdalena se puede observar que los machos predominan a lo largo de la cuenca con el 58,72% de los individuos, mientras que las hembras estuvieron alrededor del 41,28%. Además de las desproporcionalidades con respecto a los sexos, hay que resaltar la existente entre las tallas, pues la mayoría que eran los machos, los más altos porcentajes de los mismos se encontraban en las tallas más pequeñas, habiendo tallas de 37cm que equivalían al 100% de todos los individuos hallados. Un caso similar se da para los bagres hembras de manera mucho más acentuada, puesto que las tallas en las que predominaron fueron en las más grandes con respecto a los machos. En las tallas comprendidas entre 33cm a 69cm; eran las tallas en las que predominaban los machos, siendo estos el 74,1% de todos los individuos que se encontraban en estas tallas con respecto a las hembras que estaban alrededor del 25,9%. Para el caso de las tallas comprendidas entre 73cm a 109cm; donde predominaron las hembras, estas lo hicieron representadas con el 89,74% de los individuos, mientras que los machos fueron de 10,26% para este grupo de tallas. La proporción que se presenta aquí de hembras con respecto a machos es de casi la totalidad de hembras para esta talla.

De acuerdo a la población de bagre existente en la cuenca del Río Magdalena, esta presenta un comportamiento diferencial en su estructura en cuanto al tamaño de los ejemplares y su sexo. De esta manera se encuentra, que a lo largo de la cuenca, los machos presentan tallas más pequeñas que las hembras, cambiando la proporción entre ellos de forma contundente a medida que los bagres son más grandes.

9.4 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL

Se determinó que la talla media de madurez sexual promedio en toda la cuenca del Río Magdalena, está aproximadamente alrededor de 60cm para los machos y de 85cm para las hembras. Revisando la proporción encontrada de machos y hembras; nos damos cuenta que el 77,85% de los machos que se encontraron en toda la cuenca del Magdalena poseen una talla inferior a los 60cm; talla promedio que se ha definido en la cual al menos el 50% de los individuos han tenido ya su primer evento reproductivo. Esto muestra un índice considerable de la presión pesquera sobre los bagres, ya que son capturados antes de que hayan podido desovar por primera vez o de que hayan alcanzado su edad reproductiva.

9.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Teniendo en cuenta que la población de pescadores es la más afectada con la problemática del bagre rayado, es a ellos a quienes de manera directa debe ir la información.

A parte de la elaboración de este proyecto de grado como la producción de un artículo científico, se diseñó un material que da cumplimiento a lo establecido en el tercer objetivo general planteado en este trabajo, como una estrategia de divulgación que de manera informativa pueda generar conciencia en los pobladores rivereños para que se proteja al bagre rayado del Magdalena.

La cartilla que se realizó consta de 26 páginas ambientadas con algunas ilustraciones, imágenes y fotografías que se tomaron del proyecto bagre; la temática del material gira en torno a los diálogos que se llevan a cabo por dos personajes, uno es un pescador y el otro es una representación mágica que hace alusión al espíritu de las aguas del Río Magdalena, y quien le expone a lo largo de toda la historia la problemática que se vive en la actualidad con respecto al recurso hídrico. Parte del título de la cartilla, “El Oro del Magdalena”, fue tomado del pescador Luis Alfredo Devia, quien resalta la importancia de este pez para el sustento de sus familias y que cada vez se encuentra menos.

El material es una propuesta de divulgación terminada que está sujeta a modificaciones en aras de perfeccionarlo por parte de cualquiera de las entidades que participaron en la ejecución del proyecto bagre.

De la misma manera, se llevó a cabo la realización del artículo científico haciendo hincapié en dos aspectos de la biología reproductiva del bagre rayado del Magdalena *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, el tipo de desove y el nivel de fecundidad del mismo, resaltándose que los bagres se categorizan como especies de tipo semélparas que desovan sincrónicamente (desove total); pero que debido al comportamiento de varios pulsos reproductivos en diferentes meses del año y en diferentes estados de maduración, indicaría que no precisamente estos bagres tienen un tipo de desove sincrónico.

De igual forma es importante poder resaltar las estrategias de protección que han aconsejado expertos en el tema y que por su experiencia valdría mucho la pena volverlas a retomar en este trabajo. El biólogo e investigador del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, José Iván Mojica, plantea que una de las estrategias que se podía emplear es la de poder permitirle al bagre rayado que su ciclo natural de migración, reproducción y desove, se cumpla durante dos temporadas seguidas, esto, teniendo en cuenta que son las autoridades pesqueras las que en última instancia se encargan de establecer las normatividades para proteger este recurso hidrobiológico.

También como medida de protección, y teniendo en cuenta que son los pescadores los principales actores en lo concerniente a la pesca del bagre, es crucial que se deba trabajar con ellos en la protección de la especie, no solo dejándola de pescar, sino, para que de manera eficaz se cumpla con lo establecido en las épocas en la que se prohíba su captura, delegando a la población como encargada de vigilar que efectivamente no se está incumpliendo con los períodos de veda. Al igual que involucrarlos en proyectos para la recuperación de la especie, desde el punto de vista de la reproducción en cautiverio, que puede ser una alternativa promisoría para repoblar las aguas del Río Magdalena, ya sea en etapa de alevines o preadultos.

10. CONCLUSIONES

- El bagre rayado a lo largo de la cuenca puede presentar varios eventos reproductivos consecutivos, que fue lo que se pudo observar de manera independiente por cada localidad, a excepción de Magangué en donde no se dieron eventos reproductivos; los cuales obedecen al desplazamiento o movimientos migratorios por pulsos de grupos de bagres en dirección aguas arriba del río. La globalidad de los resultados permiten establecer que una vez el detonante ambiental (descenso del nivel del río y las ciénagas de diciembre) le indica tanto a los juveniles de las ciénagas (prontos a convertirse en adultos) como adultos del río, que es el momento de iniciar los procesos migratorios agua arriba. Durante el recorrido el bagre inicia los procesos de maduración gonadal. Una vez llega a la cuenca media se inicia el primer pico de madurez gonadal y que resulta ser el de mayor intensidad en toda la cuenca, correspondiendo al mes de mayo. Igualmente, los bagres que han migrado de esta zona media a aguas arriba maduran en junio y así sucesivamente. Esta dinámica se presenta hasta el mes de marzo.
- La cuenca baja del Río Magdalena corresponde en general a una zona de alimentación y crecimiento, mientras que la cuenca media tiene un carácter principalmente reproductivo (mayor intensidad), y la cuenca media-alta y alta corresponden a zonas que permiten ambos procesos, sin embargo hay una mayor tendencia a procesos alimenticios, pues los picos reproductivos no son tan fuertes como los que se registran en la parte media. A nivel de la cuenca del Magdalena se establece que la población del bagre presenta una distribución diferencial, siendo las zonas bajas donde se agrupan principalmente los juveniles y las zonas medias y altas donde dominan los adultos.

- En cuanto al tipo de desove, teniendo en cuenta el comportamiento en las curvas resultantes del conteo directo de los ovocitos en las diferentes localidades donde se llevó a cabo el muestreo, se define que el bagre rayado del Magdalena es una especie que posee un tipo de desove sincrónico en un grupo, es una especie semélpara, o sea que desova una única vez durante su época reproductiva (Vazzoler, 1996).

- Los procesos migratorios reproductivos obedecen por tanto a dos circunstancias: una a que los reproductores deben asegurar la viabilidad de sus huevos y por lo cual se mueven con la dinámica del río (niveles) en dirección aguas arriba, recorriendo la distancia necesaria y que confluye con el período de lluvias o aguas altas: mayo y noviembre. Con ello, aseguran la supervivencia y desarrollo de los huevos y larvas hasta que estas puedan llegar a través de la corriente aguas abajo hasta las zonas de cría (ciénagas). La segunda circunstancia obedecería a la distribución espacial entre hembras y machos, lo que obliga a las hembras desplazarse para encontrar a los machos.

- En el bagre rayado del Magdalena, los ovocitos cuyo valor de diámetro es igual o mayor de 0,7mm, son los considerados aptos para ser fecundados, ya que se encuentran en estado avanzado de maduración y su fecundidad efectiva está alrededor de 1.030.402 ovocitos, que significa pueden llegar a ser un ejemplar de bagre rayado.

- De acuerdo a lo hallado en los cortes histológicos se determinó que el diámetro en el cual los ovocitos se encuentran maduros, pero haciendo hincapié en que es la segunda fase de maduración y que aún les haría falta unos días más para estar completamente listos para el desove, es de 0,7mm en la fase vitelogénesis intermedia del estadio IV para la única muestra de ovocitos encontrada en la localidad de Neiva al igual que para las muestras halladas en la localidad de La Dorada; esta fase se caracteriza porque el núcleo de la célula aún se encuentra en el centro y le hace falta un poco más de tiempo para estar completamente maduro y listo para ser fertilizado. Mientras que para el caso de la localidad de Barrancabermeja en donde estuvo presente el estado V de maduración, el diámetro de los ovocitos promedio es de 7,4mm los cuales ya se encuentran en el proceso de desove, mientras que en el estado IV de vitelogénesis intermedia (OVIN), los diámetros de estos ovocitos se encuentran alrededor de 0,6mm.

- La talla media de madurez sexual (TMM) del bagre rayado muestra que para el Río Magdalena los valores fluctúan entre 60 y 85cm Ls con un promedio de 73cm Ls, valor inferior a la talla establecida en la Resolución 430 de 1982 (80cm Ls). No obstante, ello no significa que el bagre necesariamente haya cambiado en el tiempo su condición de madurez, ya que los valores acá obtenidos incluyen por una parte una zona de juveniles (Magangué) y por otra una zona de dominancia de machos (Neiva) los cuales se caracterizan por ser individuos más pequeños en relación a las hembras y que por tanto bajan el promedio de la TMM estimando para el sector medio de la cuenca (89 y 84cm Ls) los cuales superan a la talla reglamentaria.

- El proceso histológico que se lleva a cabo para las muestras de las gónadas, es crucial para poder definir y clasificar con certeza los estados de maduración, ya que como se pudo observar en este trabajo, se corroboró un gran porcentaje de error existente en la clasificación de las gónadas de manera macroscópica; además de que nos permiten poder definir de manera más certera los diámetros de los ovocitos para cada estadio de maduración presente en la misma.

- Como una medida de protección para ayudar a mitigar el problema de extinción del bagre rayado en el Río Magdalena a manera informativa y de carácter pedagógico, producto de la realización de este proyecto se elaboró un artículo científico que servirá como soporte a las instituciones encargadas de generar las normatividades en el manejo de la pesca, y de igual forma un material didáctico consistente en una cartilla por medio de la cual se le expondrá al pescador la problemática del bagre y la concientización para su protección.

11. RECOMENDACIONES

Con el ánimo de salvaguardar esta especie, es necesario que la institución encargada de manejar el recurso pesquero, en el momento en que establezca la normatividad para la protección del bagre rayado del Magdalena durante la época señalada en este estudio, comprendida en el período de abril a mayo, sea estricta en la aplicación de la veda y que junto con la autoridad y entes gubernamentales trabajen mancomunadamente para que en este período el bagre rayado del Magdalena no sea capturado en lo más mínimo y poder permitirles la libertad de llevar a cabo sus eventos reproductivos.

Por parte del gobierno, autoridad pesquera y demás entidades encargadas de llevar a cabo proyectos de investigación, se pueden desarrollar proyectos de concientización y capacitaciones para la protección del bagre rayado. De la misma manera el gobierno debe garantizar a las comunidades que viven de la pesca, poder seguir obteniendo su sustento implementando estrategias para que los habitantes de estas zonas puedan dedicarse a otras labores que de igual forma le permitan una sostenibilidad económica, igual o mejor durante el período que se establezca para la prohibición de la pesca del bagre rayado del Magdalena.

Y como última medida, seguir reforzando la investigación en torno a esta especie de suma importancia para la economía colombiana.

BIBLIOGRAFIA

AMEZCUA, F & MURO, V. 2012. Biología reproductiva del Bagre Cominate *Occidentariusplatypogon* (Pisces: Ariidae) en el Sureste del golfo de California. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Mazatlán. Sinaloa. México. 7 Pág.

ARDILA, C. 2008. *Trichomycterus cachiraensis* (siluriformes: trichomycteridae), nueva especie del río cachira, cuenca del río Magdalena, Colombia. Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia. 9 Pág.

ARCE, M. 2008. Evaluación del estado de poblaciones de bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* en la cuenca media del río Magdalena durante la temporada de subienda del 2004. Pontificia Universidad Católica do Sul. Museu de Ciências e Tecnologia. Laboratorio de Ictiología. Brazil. 10 Pág.

BITRAGO-SUAREZ & BURR, 2007. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma Bleeker* (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eighth species. Department of Biological Sciences. Harper College. Palatine. Illinois. USA. 38 Pág.

BONILLA, R., QUINTERO, M., GOMEZ, E., CAICEDO, D., & HURTADO, H 2008. Histología y morfometría de piel del pez *Eremophilus mustisii* (Trychomecteridae, siluriformes). Universidad Militar Nueva Granada. Programa de Biología Aplicada. Facultad de Ciencias. Grupo de Ictiología. Laboratorio de Histoembriología. Bogotá. Colombia. 9 Pág.

BITRAGO, U. 2006. Anatomía comparada y evolución de las especies de *pseudoplatystoma bleeker* 1862 (siluriformes: pimelodidae). Rev. Acade. Colomb. Cienc. 30 (114): 117-141. 2006. ISSN: 0370-3908. Colombia. 29 Pág.

CAMACHO, G. 2006. La Pesca del Bagre Pintadillo Rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1776): Aspectos del conocimiento local, de la biología pesquera y de los parámetros poblacionales en el alto río Amazonas (sector de Leticia – Colombia). Universidad Nacional de Colombia. Maestría de estudios Amazónicos, sede Amazonía. Colombia. 145 Pág.

CARDOZA, G., ESTRADA, J., ALONZO, F., MAR, C. & GELWICK, F. 2011. Espectro trófico del bagre *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae), en la presa Lázaro Cárdenas, Indé, Durango, México. Universidad Autónoma Metropolitana. Distrito Federal, México. 8 Pág.

CASTELLANOS-MORALES, 2010. *Trichomycterus sketi*: a new species of subterranean catfish (Siluriformes: Trichomycteridae) from the Andean Cordillera of Colombia. Biota Colombiana 11 (1 y 2). 9 pág.

CASTRO, D., QUEROUIL S., BARAS, E., CHOTA-MACUYAMA, W., DUPONCHELLE, F., NUÑEZ, J., RENNO, J & GARCÍA-DÁVILA, C. 2009. Determinación de parentesco en larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) producidas en cautiverio. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP. Laboratorio de Biología y Genética Molecular. Iquitos, Perú. 8 Pág.

CASTRO, D. 2010. Análisis de la heterogeneidad en los rasgos de vida relacionados con la reproducción y el crecimiento en función del origen genético de diferentes familias de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Escuela de posgrado. Facultad de Ciencias Biológicas. Unidad de Posgrado. Lima- Perú. Tesis de magíster en ciencias biológicas. 93 Pág.

CCI. 2008. Pesca y Acuicultura Colombia 2009. 125 Pág.

CEPAL., FAO., IICA., 2011. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2011-2012. San José, Costa Rica. 182 Pág.

COLES, C., SÁNCHEZ, J & LILIAN, C. 2006. Estudios citogenéticos preliminares en *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes) de cuenca del río Paraná, Corrientes, Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Veterinarias. Instituto de Ictiología del Nordeste, INICNE. Argentina. 2 Pág.

CONDE, I. *Sin año*. Apuntes Económicos de Pesca en Colombia II. Departamento de Economía. Universidad Nacional. Seccional Medellín. 121-144 Pág.

CUBILLOS, L & ALARCÓN, C. 2010. Laboratorio de Evaluación de Poblaciones Marinas. Departamento de Oceanografía. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res., 38(2): 178-187. DOI: 10.3856/vol38-issue2-fulltext-2. Pág. 178-187. <http://www.scielo.cl/pdf/lajar/v38n2/art02.pdf>.

DEZA, S., BAZÁN, R & CULQUICHICÓN, Z. 2005. Bioecología y pesquería de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766; Pisces), doncella, en la región Ucayali. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Pucallpa- Perú. 14 Pág.

ESCOBAR, M & TAPHORN, D. 2006. Manejo de las poblaciones de bagres *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) del Orinoco a partir de análisis de variabilidad genética. Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales 2006 ("2005"), 164: 79-100. Venezuela. 22 Pág.

FAO. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie acuicultura en Latinoamérica. Número 1. Roma-Italia. 2010

GALLO, H & DÍAZ, J. 2003. Variabilidad genética del bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Pisces: Pimelodidae) en el río Magdalena (Colombia). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones Científicas. Bogotá- Colombia. 8 Pág.

GARCÍA, A., SÁNCHEZ, H., RODRÍGUEZ, R., MONTREUIL, V., VARGAS, G., TELLO, S & DUNPOCHELLE, F. 2009. Hábitos alimenticios del dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* (Castelnau, 1855) en la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Perú. 7 Pág.

GARCÍA GARCÍA, B & CEREZO, J. *Sin año*. Variación del índice de condición en función del tipo de tanque de estabulación en el dentón *Dentexdentex*. IMIDA-Acuicultura. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia. San Pedro del Pinatar. Murcia. Pág. 2.

GIL-MANRIQUE. 2008. Aspectos de la biología reproductiva del dorado *Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau, 1855 (PICES: PIMELODIDAE), en el área fronteriza Brasil – Colombia – Perú del río Amazonas como instrumento de manejo y conservación. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Instituto Amazónico de Investigación Científica SINCHI. Colombia. 138 Pág.

GONZÁLEZ, A., MENDOZA, J., AROCHA, F & MÁRQUEZ, A. 2010. Edad y crecimiento del bagre rayado *Pseudoplatystoma orinocoense* del Orinoco medio en Venezuela. Universidad de Oriente, UDO. Instituto Limnológico, Caicara del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela. 11 Pág.

GRANADO, C. 1996. Ecología de Peces. Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. 290 Pág.

GUARNIZO, M. 2007. Caracterización seminal y ensayos preliminares de crioconservación de semen de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (linnaeus, 1766). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal. Palmira. 102 Pág.

HERRERA, D & MOLINA, A. 2011. Peces diablo (teleósteo: siluriformes: Loricariidae) en la cuenca del río reventazón, costa rica Departamento de Gestión Ambiental VEN Pysa, Sabana. San José. Costa Rica. 8 Pág.

INCODER., UNAL. 2005. Reproducción de los peces en el trópico. Bogotá, D.C. Colombia. Pág. 11-42.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Serie recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia. II Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. 2011. 156 Pág.

INTROZZI, A & DUHALDE, G. 1986. Revista de investigación y Desarrollo Pesquero. No 6 – Diciembre de 1986. Laboratorio de Fisiología. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Mar de la plata-república Argentina. Pág. 117- 129.

INTURIAS, A. 2007. Edad, crecimiento y reproducción de *pseudoplatystoma fasciatum* y *pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonía boliviana. Universidad mayor de san Andrés. Facultad de ciencias farmacéuticas y bioquímicas. Tesis scientiarum de maestría en ciencias biológicas y biomédicas. La paz- Bolivia. 88 pág.

JIMÉNEZ-SEGURA L., PALACIO J & LÓPEZ, R. 2009. Características biológicas del blanquillo *sorubin cuspicaudus* littmann, Burr y Nass, 2000 y bagre rayado *pseudoplatystoma magdaleniatum* Buitrago-Suárez y Burr, 2007 (siluriformes: Pimelodidae) relacionadas con su reproducción en la cuenca media del río magdalena, Colombia. Universidad de Antioquia. Instituto de Biología. Medellín, Colombia. 14 Pág.

KOBELKOWSKY, A & CASTILLO, M. 1995. Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Biología. Laboratorio de Peces. México D.F. 9 Pág.

LUCANO, R., RUÍZ S. & ROJO, J. Biología reproductiva de *Prionotus Ruscarius* (Pisces: Triglidae) en las costas de Jalisco y Colima, México. Revista digital universitaria. Vol. 6. N°8. 2005. 13 Pág.

LONDOÑO, C & HURTADO, H. 2010. Estudio preliminar morfológico y morfométrico de encéfalo de pez tiburoncito, *Ariopsis seemani*, (Pisces: Ariidae). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias. Programa de Biología Aplicada. Cajicá. Colombia. 9 Pág.

LUCHINI, L & CRUZ, C. 1981. Reproducción inducida y desarrollo larval del bagre negro”, *Rhamdia sapo*. Sitio argentino de Producción Animal. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, N° 12, p.: 1-7. 9 Pág.

MANRIQUE, 2004. Validación de la funcionalidad de los índices de contaminación frente a la dispersión de las comunidades bióticas en humedales del Magdalena medio. Universidad Industrial de Santander. Facultad Escuela de Química. Especialización en Química Ambiental. Bucaramanga. Tesis de especialización. 70 pág.

MARIN, J. 2010. Estudio comparativo de la variabilidad genética y filogenética del zungaro tigrinus -*Brachyplatystoma tigrinum* (Britski, 1981) y especies relacionadas de la familia Pimelodidae en la Amazonía Peruana. Universidad nacional de la Amazonía peruana. Facultad de ciencias biológicas. Escuela de formación profesional de biología. Iquitos – Perú. Tesis de pregrado. 58 pág.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA FAO. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura FAO. Roma, 2012. 231 Pág.

PARRA, R & ANDRADE, G. 2000. Aspectos Biológicos-pesqueros de los bagres paletón (*Sorubin sp.*), Malarmo (*Platysilurus malarmo*) y Doncella (*Ageneiosus sp.*) desembarcados en puerto concha, municipio colón, estado Zulia, Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). Centro de Investigaciones del Estado Zulia (CIAE-ZULIA), Estación Local el Lago. Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela. 7 Pág.

PINZÓN, S., MOJICA, J & CRUZ, P. 2005. Ensayos preliminares sobre crioconservación de semen de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus, 1766). Universidad de Los Llanos. Villavicencio, Colombia. 11Pág.

RAMÍREZ-MERLANO, J., MEDINA-ROBLES, V., & CRUZ-CASALLAS, P. 2011. Variación estacional de las características seminales del bagre rayado *Pseudoplatystoma metaense* (Teleostei, Pimelodidae). Universidad de los Llanos. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos. Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos GRITOX. Villavicencio, Meta, Colombia. 13 Pág.

RAMÍREZ-MERLANO, J., MEDIN-ROBLES, V., & CRUZ-CASALLAS, P. 2011. Crioconservación seminal de bagre rayado *Pseudoplatystoma metaense* (Teleostei, Pimelodidae), bajo diferentes protocolos de congelación Universidad de los Llanos. Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos-GRITOX. Instituto de Acuicultura. Villavicencio, Meta, Colombia. 10 Pág.

RESTREPO, J. 2005. Los sedimentos del Río Magdalena: Reflejo de la Crisis Ambiental. Fondo Editorial Universidad EAFIT. Medellín, Colombia. Agosto. http://books.google.com.co/books?id=HKV1j3wKT2wC&printsec=frontcover&dq=%C3%ADo+magdalena+colombia&hl=es&sa=X&ei=2Az7UKzvCPSw0AHrmoDABQ&redir_esc=y

RIVERA, R. 2003. Variabilidad genética de *pseudoplatystoma tigrinum* y *pseudoplatystoma fasciatum* en la cuenca amazónica boliviana. Universidad mayor de San Andrés. Facultad de ciencias farmacéuticas y bioquímicas. Instituto de biología molecular y biotecnología – ird. La paz – Bolivia. Tesis de pregrado de Licenciatura en Bioquímica. 57 pág.

ROMERO, N & VERA, R. 2010. Cambios estacionales en los ovarios de peces siluriformes: comparación de tres especies en un ambiente subtropical de Argentina. Universidad Nacional de Salta. Consejo de Investigación. Argentina. 8 Pág.

RODRÍGUEZ-BRAVO, J., IGLESIAS-VÁSQUEZ, A., RENNO, J., ALCÁNTARA, F. & GARCÍA-DÁVILA, C. 2007. Variabilidad genética de *pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) y *pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840), en la Amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia peruana. Perú. 8 Pág.

RODRIGUEZ-MENDEZ, N., GAITÁN, S & CHAPARRO, N. 2006. Evaluación del crecimiento de juveniles del Bagre *Ariopsis bonillai* utilizando alimento con probióticos en condiciones de laboratorio. Laboratorio de Reproducción de Peces Marinos. Universidad del Magdalena. Centro Planta Piloto Pesquera de Taganga. Taganga, Santa Marta, Magdalena (Colombia). 10 Pág.

SABORIDO-REY, F., *sin año*. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC). Universidad de Vigo. Curso doctorado.

SOLIS-LUFÍ, K., JARA, A., COLIN, N., GONZÁLEZ, J OYANEDEL, A & HABIT, E. 2009. Implante quirúrgico de radiotransmisores en *Diplomystes camposensis* (Siluriformes, Diplomystidae). Universidad de Concepción. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. 7 Pág.

VAZZOLER, A. 1996. Biología da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática. Nupelia. São Paulo. 169 Pág.

ANEXO B

Procedimiento realizado para la medición del diámetro de los ovocitos empleando el programa *Image J*.

1. Se debe tomar de la gónada aproximadamente 0.5 g los cuales deben ser divididos en dos partes, se separan los ovocitos de tal forma que no queden juntos puesto que se puede alterar el diámetro de los mismos.
2. Posteriormente se debe colocar la muestra sobre un fondo (verde oscuro) y que la iluminación del sitio sea mínima.
3. Se realiza la foto con una cámara digital empleando un marcador de tamaño (de diámetro conocido como puede ser un balón de color preferiblemente blanco).
4. La foto se importa al computador en donde se abre el programa *IMAGE J*, se crea un archivo con el nombre de la muestra (lo cual servirá si se tienen varias muestras) en el que se guardarán las imágenes y los resultados.
5. La imagen JPEG guardada se transforma a una imagen de 8 bits, ingresando en menú "Image" y "Type" y "8 bits". Posteriormente se ingresa a "Process" se selecciona "Binary" y "Threshold", este último ayuda a ajustar los valores y optimizan la imagen. La imagen se graba, la cual se encuentra en blanco y negro en un archivo que se pueda recordar fácilmente.

6. A continuación se activa “Analyze” y “set measurements”, de donde se escoge: Area, Fit ellipse y Ferret’s diameter, y ok, posteriormente se selecciona “Analyze particule” para evaluar los diámetros se abre la ventana con los valores (mini 20 pixels, maxi 500 pixels esto depende de la especie que se esté evaluando), no mover la “bins”, se selecciona “display results”, “exclude edge particules”, y ok.
7. En la ventana de los resultados se selecciona “Edit” y “select II”, y “copy”, seguido se pegan los resultados en *EXCEL*®.
8. Los datos se deben ordenar de forma descendente, la columna “major” para que los diámetros de mayor aparezcan en primer lugar. Siendo el más grande el marcador de tamaño.
9. Se debe mirar si hay ovocitos agrupados ya que pueden alterar el diámetro.
10. Se toma el diámetro mayor y menor, después se descartan los valores presentes en la columna “ferret” igual a cero ya que son los referentes a líneas rectas o puntos.
11. Para poder determinar el diámetro de cada ovocito, se emplea el promedio geométrico ($\sqrt{\text{major axis} \times \text{minor axis}}$), al emplear la ecuación los diámetros se encuentran en pixeles, por ende hay que pasarlos a mm a partir del diámetro obtenido del balón o marcador de tamaño, realizando una regla de tres.

ANEXO C

Procedimiento realizado para la medición del diámetro de los ovocitos en el corte histológico empleando el programa UTHSCSA *Image Tool* versión 3.00 (2007).

1. Se toma una imagen (JPEG), en donde se encuentra la escala microscópica que servirá como patrón para determinar 1 mm, esta se abre en el programa UTHSCSA *Image Tool*, en donde al establecer esta medida, se calibra el programa para que esta sirva de patrón para el resto de imágenes que están en la misma definición.
2. Para guardar la calibración, en la opción "Settings", dentro de esta se selecciona la opción, "Calibrate Spatial Measurements", a continuación muestra un mensaje "Draw a line of know lenght".
3. A partir de las imágenes tomadas a la misma definición (píxeles) de tipo JPEG, que se abre en el programa, seguido se procede a medir los ovocitos presentes en cada imagen. Se abre la imagen a medir, se selecciona en la barra de opciones "Distance" de ahí se abre una ventana que dice "Draw the line to measure", de ahí se selecciona de un lado a otro una línea que mide el diámetro de la célula.
4. El programa va generando un listado de mediciones en mm. De los resultados luego se abre la ventana "results" y luego se selecciona los valores y se pegan en *EXCEL* y se pueden ya organizar los diámetros y graficar.

ANEXO D

Porcentajes de estados de maduración gonadal procesadas histológicamente de hembras y machos de bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum*.

Sexo	Estado	Estación	Barrancabermeja Porcentajes	Dorada Porcentajes	Magangué Porcentajes	Nechí Porcentajes	Neiva Porcentajes	San Jorge Porcentajes	Porcentajes Totales
FEMBRAS	I	Abril	0,35		0,27	0,55			26,2
		Mayo		0,27		0,27		0,55	
		Junio	1,09	0,27	0,27	0,55		1,09	
		Julio	0,55		0,55	0,55		0,55	
		Agosto	0,27		0,27	0,27	0,27	0,27	
		Septiembre	0,27		0,82	0,55		0,55	
		Octubre	0,55	0,27	0,55	0,27		0,27	
		Noviembre	0,27	0,27	0,82	0,27	0,27	0,27	
		Diciembre	0,27	0,27	0,55	0,55		0,27	
		Enero	0,82	0,27	1,37	1,37		0,27	
		Febrero	0,55		0,27	1,09	0,27	0,55	
		Marzo	0,55			1,37			
	Abril	0,27			0,27		0,82	20,5	
	Mayo			0,27		0,27			
	Junio	0,27	0,27	0,27			0,27		
	Julio	1,09	0,82	0,55	0,55	0,27	0,55		
	Agosto	0,82	0,27	0,55	0,55		0,27		
	Septiembre	0,55		0,27	0,55		0,55		
	Octubre			0,27			0,55		
	Noviembre	0,55	0,82	0,27	0,82	0,27	0,27		
	Diciembre	0,82		0,27	0,27	0,27	0,82		
	Enero	0,82		0,27	0,27	0,27	0,27		
	Febrero	0,55	0,27	0,27	0,55		0,55		
	Marzo	0,27			0,27				
	Abril	0,35			0,35			6,0	
	Mayo	0,27			0,55				
	Junio	0,27		0,27					
	Julio			0,27					
	Agosto	0,27	1,09						
	Septiembre						0,27		
	Octubre		0,27				0,27		
	Noviembre		0,27						
	Diciembre		0,27			0,27	0,27		
	Enero								
	Febrero								
Marzo					0,55				
Abril		0,27			0,27		4,9		
Mayo		0,55	0,27		0,27				
Junio			0,27		0,27				
Julio		0,27	0,27		0,27				
Agosto	0,27				0,55				
Septiembre					0,55				
Octubre	0,82								
Noviembre					0,27				
Diciembre									
Enero									
Febrero									
Marzo	0,27					0,27			
Abril					0,55		3,6		
Mayo		0,55			0,27				
Junio		0,55			0,55				
Julio									
Agosto					0,55				
Septiembre									
Octubre					0,27				
Noviembre									
Diciembre					0,27				
Enero									
Febrero					0,55				
Marzo									
MACHOS	I	Abril				1,37		0,55	23,0
		Mayo				0,82			
		Junio				0,82	0,27	1,09	
		Julio				0,55	0,27	0,27	
		Agosto				0,82		1,37	
		Septiembre				0,55	0,27	0,27	
		Octubre	0,27	1,37		0,55		0,55	
		Noviembre	0,82	0,55		0,55		0,27	
		Diciembre	0,27	0,55	0,55	0,55		0,55	
		Enero	0,27	0,55		0,27	0,55	0,82	
		Febrero	0,27	0,55	0,27		0,55	0,82	
		Marzo	0,55					0,27	
	Abril						0,27	0,8	
	Mayo								
	Junio						0,27		
	Julio								
	Agosto						0,27		
	Septiembre								
	Octubre								
	Noviembre								
	Diciembre								
	Enero		0,27						
	Febrero			0,27					
	Marzo								
	Abril							4,4	
	Mayo								
	Junio								
	Julio						0,27		
	Agosto								
	Septiembre								
	Octubre								
	Noviembre		0,27						
	Diciembre								
	Enero		0,55	0,27			0,27		
	Febrero	0,82	0,55	0,27	0,55		0,27		
Marzo		0,27			0,27				
Abril					0,27		7,1		
Mayo						0,27			
Junio						0,27			
Julio						0,27			
Agosto						0,27			
Septiembre						0,27			
Octubre	0,27	0,82				0,27			
Noviembre		0,55				0,27			
Diciembre		0,55	0,27	0,27		0,27			
Enero			0,55			0,27			
Febrero			0,55	0,27		0,27			
Marzo			0,27			0,55			
Abril						0,27	3,6		
Mayo									
Junio									
Julio									
Agosto									
Septiembre									
Octubre									
Noviembre						0,55			
Diciembre						0,27			
Enero			0,55			0,27			
Febrero			0,27			0,27			
Marzo						0,55			
Abril						0,27			
Mayo						0,27			
Junio						0,27			
Julio						0,27			
Agosto						0,27			
Septiembre						0,27			
Octubre						0,27			
Noviembre						0,27			
Diciembre						0,27			
Enero						0,27			
Febrero						0,27			
Marzo						0,27			
Total			18,0	13,0	16,4	23,0	11,5	16,1	100

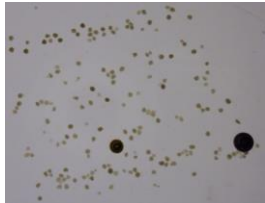
ANEXO E

Porcentajes de estados de maduración gonadal de hembras y machos de bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* procesadas histológicamente por sitio de muestreo.

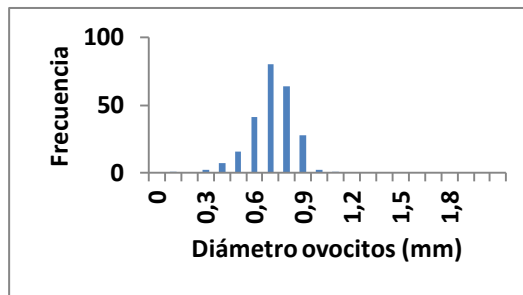
Sexo	Estado	Estación	Berencabermeja		Dorada		Magangue		Nechi		Nolva		San Jorge		
			Porcentaje	P. Total	Porcentaje	P. Total	Porcentaje	P. Total	Porcentaje	P. Total	Porcentaje	P. Total	Porcentaje	P. Total	
HEMBRAS	I	Abril	3.0				1.7			2.4					
		Mayo	1.3		1.3				1.2					3.4	
		Junio	6.1		3.8		1.7			2.4				6.8	
		Julio	3.0				3.3			3.6				3.4	
		Agosto	1.3				1.7			2.4		2.4		1.7	
		Septiembre	1.3				3.0			2.4				3.4	
		Octubre	3.0	30.3	1.3	10.9	3.3	33.0		1.2	36.9		7.1		23.4
		Noviembre	1.3		1.3		3.0			3.6				1.7	
		Diciembre	1.3		1.3		3.3			2.4			2.4		1.7
		Enero	4.3		1.3		3.3			6.0				1.7	
		Febrero	3.0				1.7			4.8		2.4		3.4	
		Marzo	3.0							6.0				3.4	
		II	Abril	1.3											3.1
	Mayo		1.3		1.3		1.7			1.2				1.7	
	Junio		1.3		3.3		3.3			2.4			2.4	3.4	
	Julio		6.1		1.3		3.3			2.4				1.7	
	Agosto		4.3				3.3			2.4				3.4	
	Septiembre		3.0	28.8		16.4		16.7		2.4	22.6		7.1		23.4
	Octubre		1.3		3.3		1.7			3.6				3.4	
	Noviembre		3.0		3.3		1.7			3.6			2.4	1.7	
	Diciembre		1.3				1.7			2.4				3.1	
	Enero		4.3				1.7			1.2			2.4		1.7
	Febrero		3.0		1.3		1.7			2.4				3.4	
	Marzo		1.3							1.2					
	III		Abril	3.0											
		Mayo	1.3							2.4					
		Junio	1.3				1.7			2.4					
		Julio													
Agosto		1.3		7.3											
Septiembre		1.3	7.6		10.9		1.7			8.3		4.8		1.7	
Octubre															
Noviembre															
Diciembre															
Enero									1.2						
Febrero															
Marzo															
IV		Abril													
	Mayo														
	Junio	3.0													
	Julio														
	Agosto	1.3													
	Septiembre														
	Octubre	4.3	10.6		3.6		0.0			9.3		2.4		0.0	
	Noviembre														
	Diciembre														
	Enero														
	Febrero														
	Marzo														
	V	Abril													
Mayo															
Junio		3.0													
Julio															
Agosto															
Septiembre															
Octubre															
Noviembre															
Diciembre															
Enero															
Febrero															
Marzo															
MACHOS		I	Abril					3.3							3.4
	Mayo						3.0								
	Junio						3.0			1.2		3.3		3.4	
	Julio						3.3			1.2				3.4	
	Agosto						3.0					11.9		3.1	
	Septiembre		1.3	12.1		20.0	3.3	38.3		1.2	7.1		40.3		32.2
	Octubre		1.3		3.1		3.3			1.2				4.8	
	Noviembre		4.3		3.6		3.3			1.2				3.4	
	Diciembre		1.3		3.6					2.4				3.4	
	Enero		1.3		3.6		3.3			2.4				3.4	
	Febrero		1.3				1.7			1.2				3.1	
	Marzo		3.0											3.1	
	II		Abril												
		Mayo													
		Junio													
		Julio													
		Agosto													
		Septiembre													
		Octubre													
		Noviembre													
		Diciembre					1.3								
		Enero													
		Febrero													
		Marzo													
		III	Abril												
	Mayo														
	Junio														
	Julio														
Agosto															
Septiembre															
Octubre															
Noviembre															
Diciembre															
Enero															
Febrero	4.3														
Marzo															
IV	Abril														
	Mayo														
	Junio														
	Julio														
	Agosto														
	Septiembre														
	Octubre	1.3	1.3		12.7		3.3			1.2	1.2		16.7	13.6	
	Noviembre														
	Diciembre														
	Enero														
	Febrero														
	Marzo														
	V	Abril													
Mayo															
Junio															
Julio															
Agosto															
Septiembre															
Octubre															
Noviembre															
Diciembre															
Enero															
Febrero															
Marzo															
Total				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ANEXO F

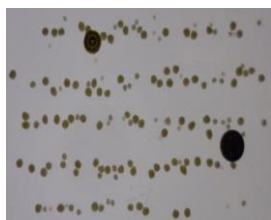
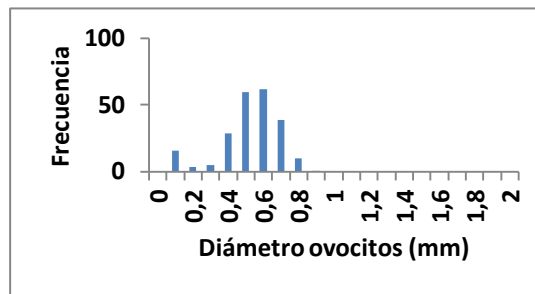
Fotografía digital y conteo directo de los ovocitos.



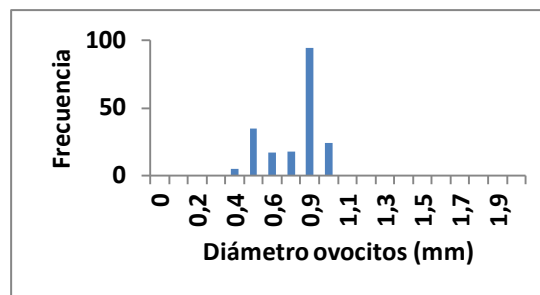
Ejemplar BJA - 13

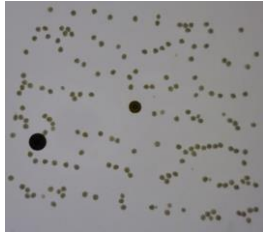


Ejemplar BJA - 15

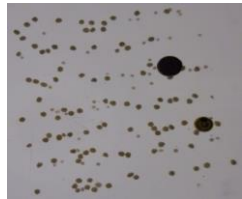
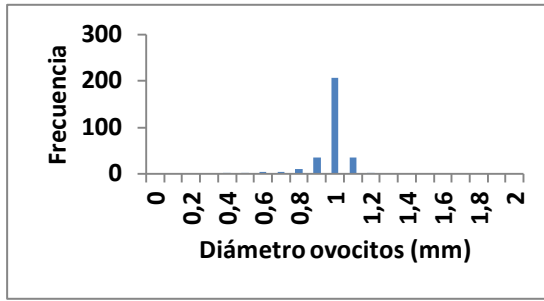


Ejemplar BJA - 22

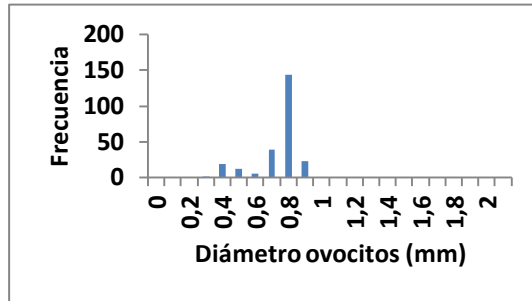




Ejemplar BJA - 31

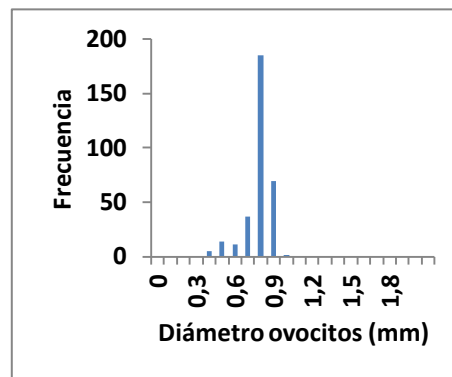
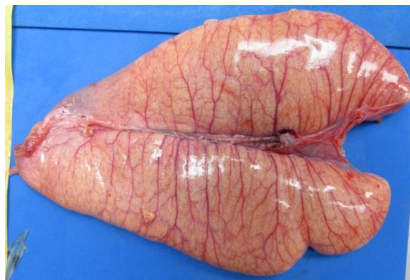


Ejemplar BJA - 347



ANEXO G

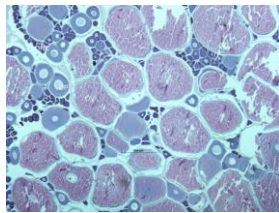
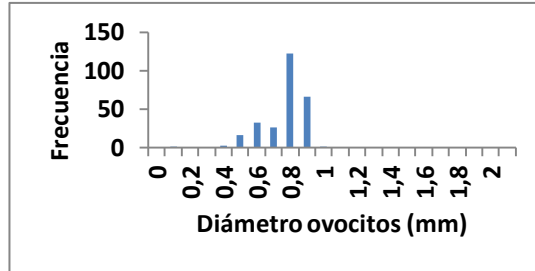
Secuencia fotográfica del ejemplar capturado junto con su respectiva gónada y el conteo directo de sus huevos.



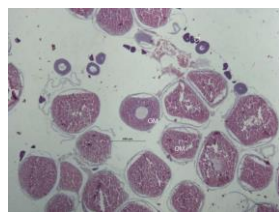
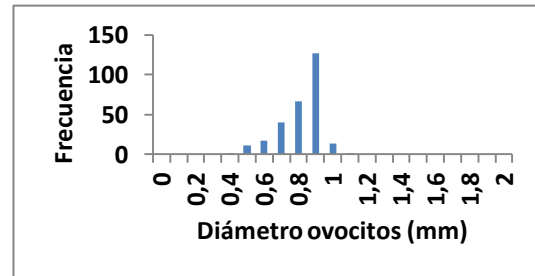
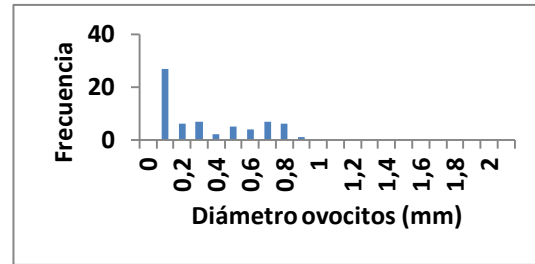
Ejemplar BJA - 40

ANEXO H

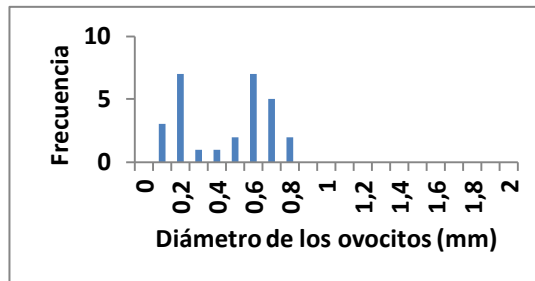
Conteo directo e histológico de los ovocitos con su respectiva representación gráfica.



Ejemplar BJA - 50

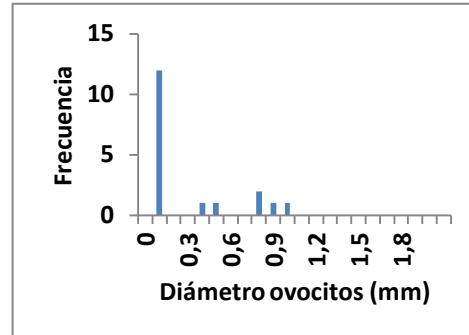
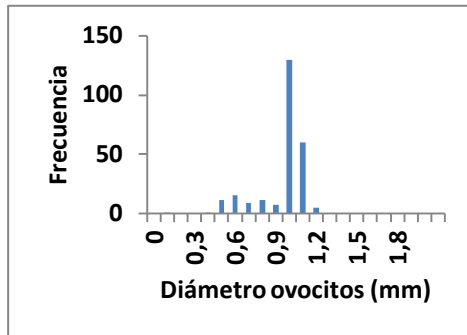
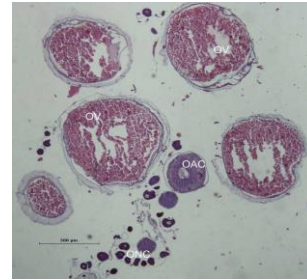
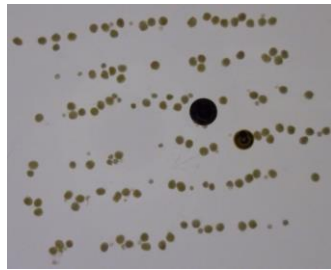


Ejemplar BJA - 51

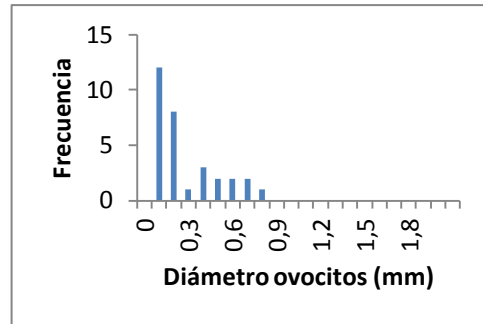
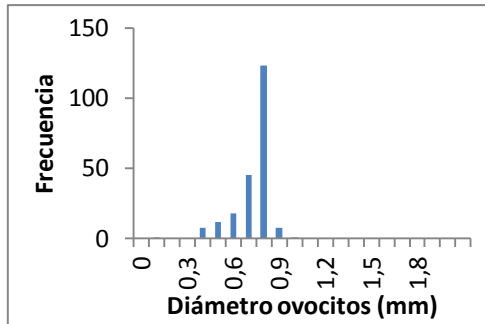
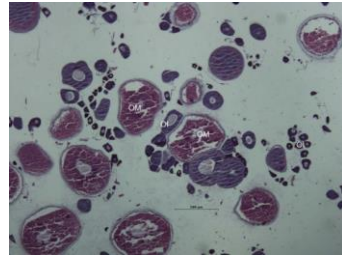
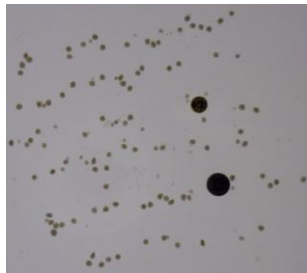


ANEXO I

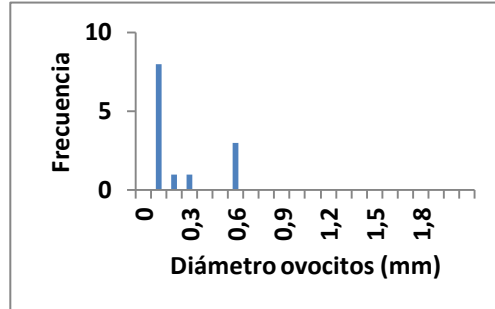
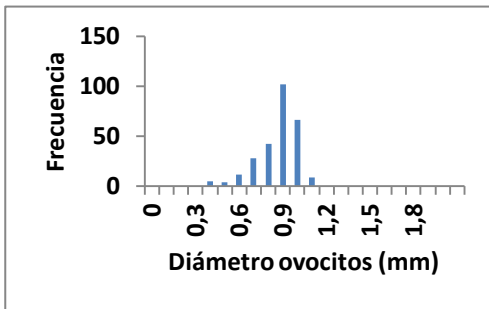
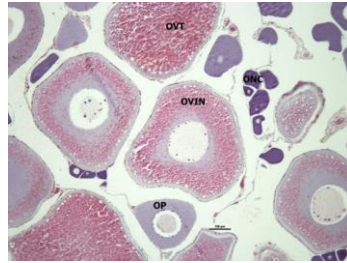
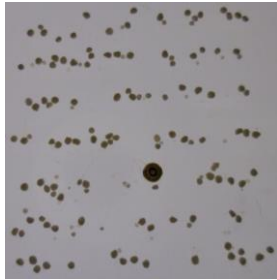
Secuencia fotográfica completa del ejemplar de bagre rayado con su respectiva gónada, al igual que sus ovocitos en el conteo directo como en el corte histológico, representados gráficamente.



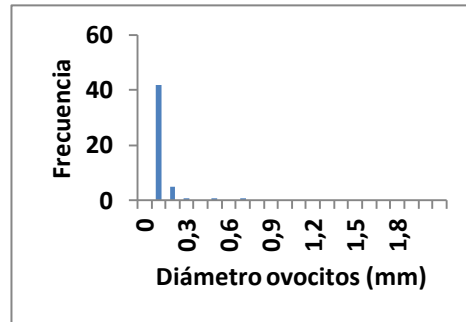
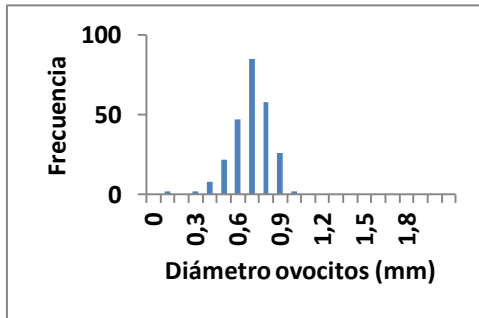
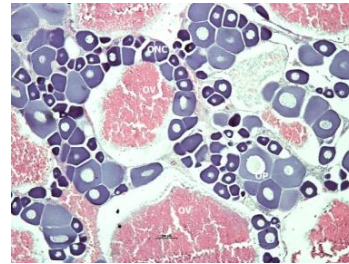
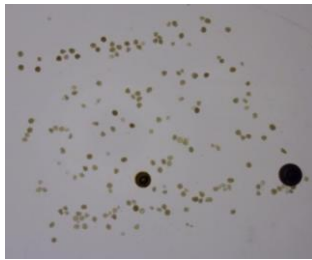
Ejemplar BJA - 43



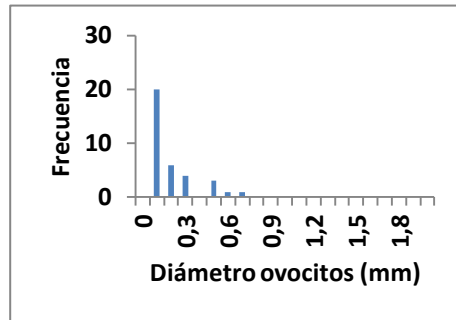
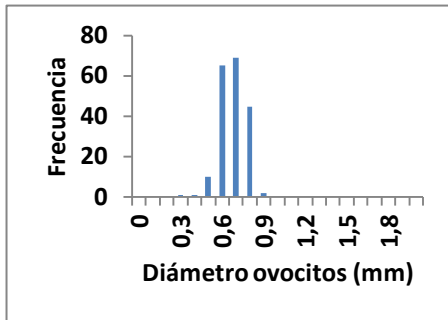
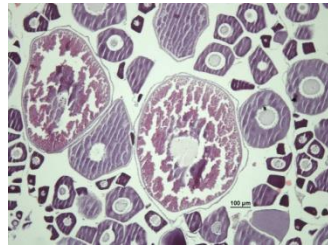
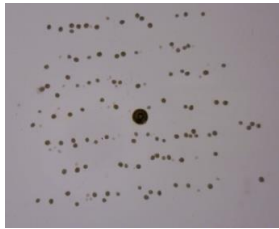
Ejemplar BJA - 47



Ejemplar BJA - 177



Ejemplar BJA - 193



Ejemplar BJA - 345

ANEXO J

Material didáctico de divulgación “El Oro del Magdalena, un encuentro con nuestro Bagre rayado”

EL ORO DEL MAGDALENA

Un encuentro con nuestro bagre rayado



JOHN WILMAR ARCE ZUÑIGA

Estudiante Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Universidad Surcolombiana (USCO)

El oro del Magdalena: un encuentro con nuestro bagre rayado

Material didáctico de divulgación producto del trabajo de investigación: Aportes al conocimiento de la biología reproductiva del bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Pisces: Pimelodidae), en la cuenca magdalénica, orientado a la protección de la especie.

TEXTOS: John Wilmar Arce Zúñiga

ILUSTRACIONES: Duvan Sarmiento

FOTOGRAFÍAS: Banco de fotos del proyecto bagre rayado.

COLABORADORES: Luis Alfredo Devia - Pescador autor del nombre “Oro del Magdalena” al bagre rayado.

EL ORO DEL MAGDALENA:

Un encuentro con nuestro bagre rayado

JOHN WILMAR ARCE ZUÑIGA

Realizador



PRESENTACIÓN

El río que corre en medio de las cordilleras central y oriental, formó un valle en que se asentaron culturas prehispánicas y se constituyó en un corredor a través del cual los indígenas desarrollaron múltiples actividades sociales y económicas.

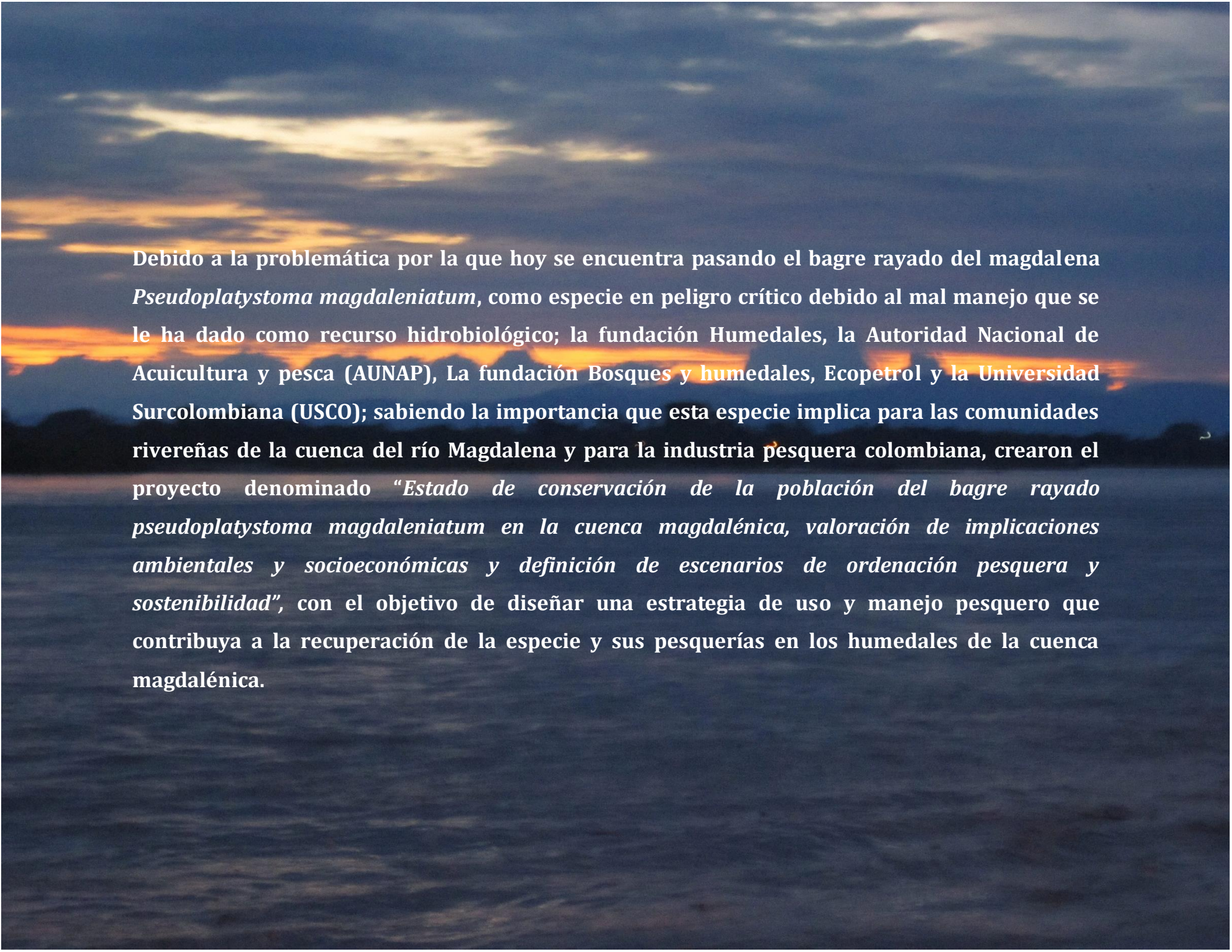
Yuma, Karacalí o Guaca – hayo, como lo llamaron los antiguos pobladores que habitaron sus diferentes tramos, se convirtió luego en el camino a través del cual los conquistadores viajaron al corazón de América tras la promesa del oro.

El 1 de abril de 1501 Rodrigo de Bastidas vio la desembocadura y como era el día de Santa María Magdalena lo bautizó en su nombre. No obstante el río fue nombrado de manera distinta por los pobladores que habitaban este territorio. Los caribes lo llamaron Karacalí (Gran río de los caimanes) o Karihuaña. Las tribus del lugar Tora, cerca de Barrancabermeja, se referían a Arlí (Río del pez). En el alto Magdalena era llamado en quechua Guaca – hayo (Río de las tumbas) y los muiscas lo denominaron Yuma (Río del país amigo).

El río de la Magdalena ha sido sin duda durante tiempos inmemorables el sustento de miles de comunidades gracias a su riqueza de peces, entre los que se encuentra el Bagre rayado, especie endémica de este río que como lo dijera en algún momento uno de sus pescadores, representa el ORO DEL MAGDALENA, pero que hoy debido a su mal manejo como recurso hidrobiológico está propenso a dejar de existir.

Fuente: Museo Nacional (<http://www.museonacional.gov.co/sitio/magdalena/magdapres.html>)





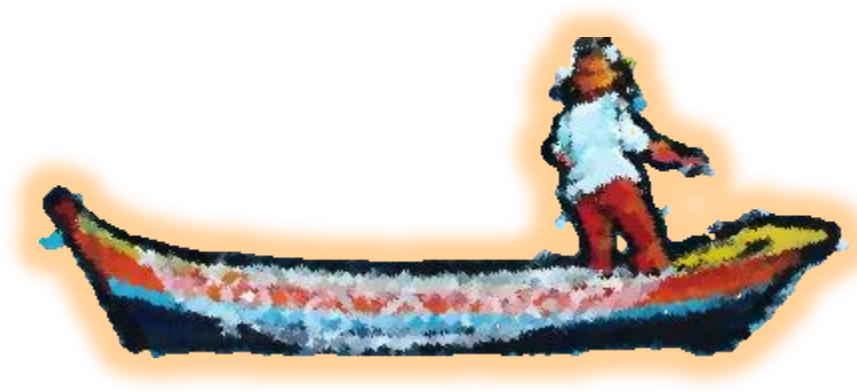
Debido a la problemática por la que hoy se encuentra pasando el bagre rayado del magdalena *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, como especie en peligro crítico debido al mal manejo que se le ha dado como recurso hidrobiológico; la fundación Humedales, la Autoridad Nacional de Acuicultura y pesca (AUNAP), La fundación Bosques y humedales, Ecopetrol y la Universidad Surcolombiana (USCO); sabiendo la importancia que esta especie implica para las comunidades riverenas de la cuenca del río Magdalena y para la industria pesquera colombiana, crearon el proyecto denominado “Estado de conservación de la población del bagre rayado *pseudoplatystoma magdaleniatum* en la cuenca magdalénica, valoración de implicaciones ambientales y socioeconómicas y definición de escenarios de ordenación pesquera y sostenibilidad”, con el objetivo de diseñar una estrategia de uso y manejo pesquero que contribuya a la recuperación de la especie y sus pesquerías en los humedales de la cuenca magdalénica.

Alfredo y el espíritu del magdalena...

Regreso a casa, después de una noche más llena de cansancio que de peces, Alfredo viejo pescador de las aguas del Magdalena, se desplaza en su pequeña lancha río abajo con su motor a medio dar, sus timbos llevan pocos peces, apenas los necesarios para el consumo de su familia pero no los suficientes para la venta.



Entre el claro oscuro de la mañana que indicaba el inicio de un nuevo día, Alfredo, viejo pescador de las aguas del río Magdalena, escucha de repente una ligera como el viento y femenina voz:



-¿Que tal estuvo la pesca Alfredo?

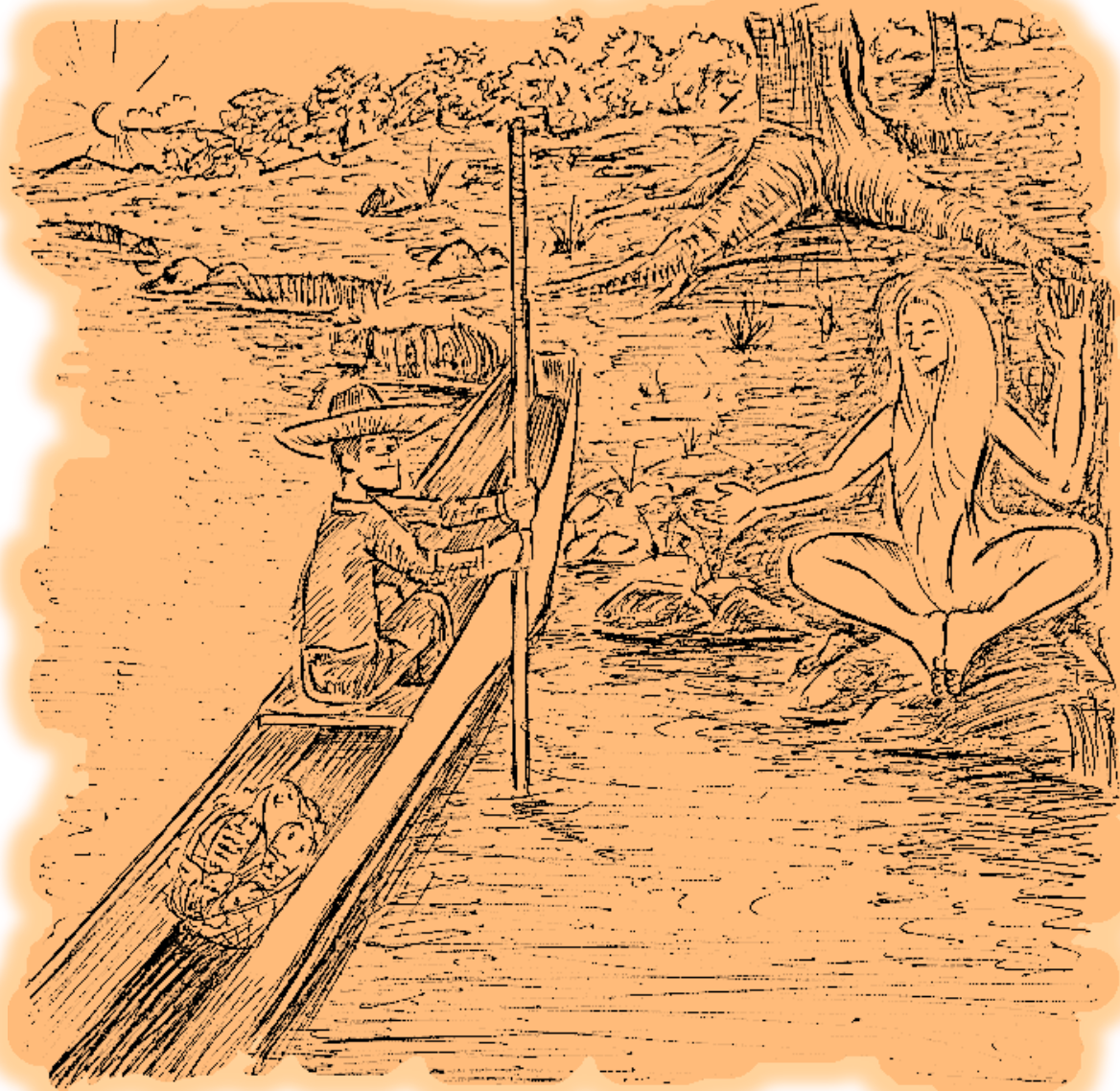
Alfredo, en medio del cansancio producto del desvelo, mira hacia todos lados tratando de hallar el origen de aquella voz que lo cuestionaba.

-¿Quién es? Preguntó Alfredo.

Nuevamente la voz se pronuncia y dice: Mira Alfredo estoy aquí, soy Magdalena, el espíritu que custodia estas aguas.

En medio de la oscuridad tenue que aún persistía en el paisaje, Alfredo logra vislumbrar una silueta de una mujer muy bella que se posa sobre una roca cercana a la orilla del río.

Aquella mujer de apariencia juvenil de cabellos dorados y piel blanca, lo observaba con detenimiento y con una sonrisa en su rostro que la hacía lucir aún más bella; sus cabellos eran tan largos que cubrían sus pechos y se fundían con las aguas amarillas del río Magdalena,



de esbelto cuerpo, parada sobre una roca, nuevamente se dirigía a Alfredo quien había detenido su lancha encallada sobre un montículo de tierra, de esos que se forman cuando el río tiene un bajo nivel en sus aguas, - quien se encontraba estupefacto por aquella increíble aparición.



-Respóndeme Alfredo ¿Qué tal estuvo la pesca?

Sólo unos pocos peces, apenas como para un par de días de comida, respondió Alfredo con vos temerosa, pues aun no salía del asombro.

Pero a pesar de su estado de estupefacción, mantuvo la calma y siguió dirigiéndose hacia aquel espíritu, como quien habla con un amigo con el que hace tiempo no se veía. - Si hubiera capturado unos bagres lo suficientemente grandes, de seguro con lo de su venta hubiera suplido algunos gastos que tengo en mi hogar y habría para más días de comida.

Y qué es lo que pasa con el bagre? ¿Qué se han hecho? ¿A dónde han ido? ¿Se han escondido?

¿Por qué crees que sucede esto Alfredo? Preguntó el espíritu.

Lo que pasa es que hemos capturado durante mucho tiempo el bagre rayado de una manera indiscriminada, sin medir consecuencias, al punto de que ya quedan tan solo unos pequeños. El bagre se está acabando.

Deben dejar de capturarlo, permitirle que se reproduzca, se multipliquen y vuelvan a poblar estas aguas, de lo contrario no van volver a ver bagres nadando en este río y no se volverán a beneficiar de él nunca. Tú más que nadie pescador, conoces el beneficio que implica para ti y para toda esta comunidad que vive alrededor de las aguas que yo vigilo, la importancia del bagre rayado, una especie única de este territorio, (especie endémica a partir del año 2007) que si le permiten desarrollarse por completo y de regreso en el Magdalena con más frecuencia como en los viejos tiempos, cuya carne calmaría el hambre de los pobladores.



de manera tranquila, puede estar

-¿Qué sería lo correcto hacer para que el bagre rayado siga existiendo? Preguntó Alfredo preocupado.

Porque si no aprovechamos cuando capturemos alguno, entonces no nos podremos beneficiar de lo poco que queda.

Te explicaré algo, le dijo el espíritu del Magdalena:

El bagre rayado hembra produce cientos de huevos (1,000,000 de ovocitos, Fecundidad absoluta).



Gónada

¡Son bastantes! - Exclamó Alfredo, no entiendo porque hay tan pocos.

¡Sí Alfredo!- le respondió el espíritu, pero solo unos cuantos (900.000; Fecundidad efectiva), pueden llegar a convertirse en nuevos bagresitos, eso siempre y cuando, ustedes los pescadores les permitan crecer lo suficiente.

Alfredo insistente, se seguía cuestionando que aún toda esa cantidad de huevesillos seguían siendo muchos bagres.

El espíritu del Magdalena continuaba explicándole a Alfredo acerca de la problemática por la que estaba pasando el bagre rayado.

-A pesar de que toda esa cantidad de huevesillos pueden llegar a ser una cantidad muy grande de bagresitos, al pescarse muy jóvenes, que es lo que ustedes están haciendo, no le han permitido llegar a la adultez para que puedan reproducirse y así de esa manera sigan habiendo más y más bagres.



Huevos de bagre

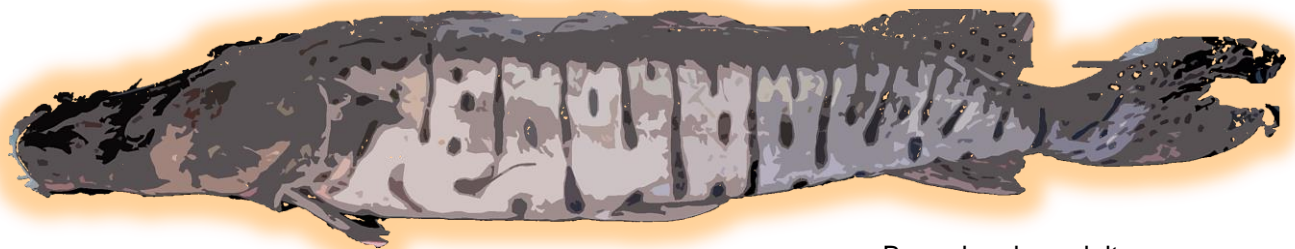
-¿Y cómo sabemos cuándo los bagres son ya adultos? -Preguntó Alfredo muy atento a lo que le fuera a responder el espíritu.

-Mira Alfredo, los bagres hembras suelen ser más grandes que los machos.

Y aquí, viene uno de los aspectos más importantes, que fue lo que también descubrieron los investigadores acerca de los bagres, y es que para el caso de los machos, se consideran que estos han alcanzado su madures sexual cuando miden aproximadamente 58,7 cm, mientras que las hembras si deben haber alcanzado una longitud de 83,7cm.



Bagre macho adulto



Bagre hembra adulto

Cuando los bagres poseen estas medidas, según lo que han descubierto los investigadores, se considera que ya han tenido la oportunidad de reproducirse y solo cuando han alcanzado estas tallas, es apto pescarlos, antes no.

Alfredo un poco confundido, no le queda muy claro el asunto de la madurez y las medidas de los bagres.



Entonces Alfredo le pregunta al espíritu: ¿Pero qué tiene que ver la madurez del bague y los 58,7 y los 83,7 cm?

El espíritu le contesta: ¡Pues ya ves que mucho Alfredo!, por eso te decía que era uno de los aspectos más importantes.

Lo que te estoy tratando de decir es que para que los bagres puedan reproducirse y así tener nuevas crías de bague, es necesario que ustedes no los pesquen antes de que hayan alcanzado esta medida de 83,7 cm para las hembras y de 58,7 cm para los machos, que es la adecuada en la que los investigadores consideran que los bagres ya han tenido su primera etapa reproductiva, o sea, que ya han tenido pareja y pueden tener nuevos bagresitos hijos.

-Ah claro! Ahora si te entiendo. Respondió Alfredo.

Ya ves porque uno de los motivos por los cuales el bagre se está acabando, es porque los están capturando muy jóvenes y no alcanzan a reproducirse para traer nuevos bagresitos a las aguas del río Magdalena!!!

-Sí es verdad. Contestó el pescador con voz de desconcierto.

¿Pero...que otras cosas podemos hacer para no permitir que el bagre rayado del Magdalena desaparezca? Preguntó Alfredo preocupado pero al mismo tiempo entusiasmado de poder querer ser partícipe en la solución.

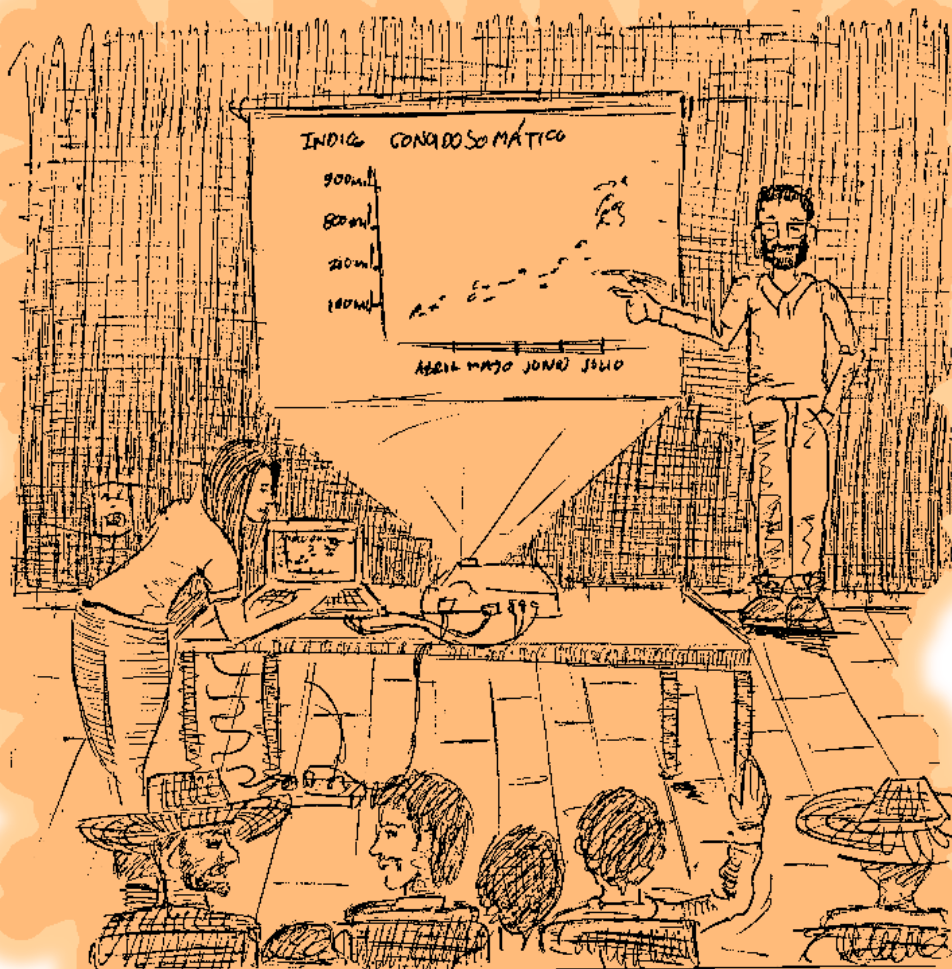


Bueno, para que comprendas aún más todo lo que te estoy diciendo, es necesario que conozcas el ciclo reproductivo del bagre rayado del Magdalena o como lo bautizaron los investigadores:

"Pseudoplatystoma magdaleniatum"; que gracias a los

estudios que han realizado estas personas, todos podemos llegar a salvar al bagre rayado.

Bueno Alfredo presta mucha atención:



De acuerdo a los estudios que han venido realizando los biólogos, investigadores y demás personas vinculadas en el campo de la pesca; y con el empleo de diversas herramientas, se pudo determinar aspectos muy importantes para determinar el ciclo reproductivo del bagre rayado; entre esos, aspectos relacionados con su gónada (índice gonadosomático), con su hígado (índice hepatosomático), su grasa (índice de grasa cavital), y otros que tienen que ver con la salud de los bagres

(Factor de condición), la cantidad de machos y hembras que hay en las aguas del río Magdalena (Proporción sexual) y finalmente con su longitud (Talla media de madures sexual); de la cual estábamos hablando hace un momento.

Ah!!! Es la de la talla en machos y hembras. Así es Alfredo. Le contesto el espíritu.



Gracias a la implementación de todos estos mecanismos, se pudo concluir cual es la época en la cual el bagre rayado del Magdalena se reproduce.

El viejo pescador estaba confundido con toda esta cantidad de nombres de los que le hablaba el espíritu, que para él eran nuevos y muy extraños.

¿Y porque es importante conocer el ciclo reproductivo del bagre rayado del Magdalena? Preguntó Alfredo.

El espíritu observó en Alfredo una expresión de confusión, a lo cual la aparición sin dar espera le dijo: no te preocupes Alfredo, yo sé que lo que te acabo de decir es nuevo para ti, pero gracias a estos trabajos realizados por personas que quieren salvar al bagre rayado, es que se pueden brindar posibles soluciones para que no se extinga definitivamente.



Mira Alfredo, el índice gonadosomático es uno de los más importantes, ya que es en la gónada donde reposan los huevesillos del bagre rayado y que el investigador estudia, mirando la cantidad de huevos que se encuentran allí y que tan maduros están, pues estos huevesillos a futuro se convertirán en nuevos bagresitos.



Gónada en estado I

Peces que no han desovado, jóvenes, pre-adultos, ovarios translúcidos y de pequeño tamaño.



Gónada en estado II

Individuos vírgenes que comienzan su proceso de maduración.



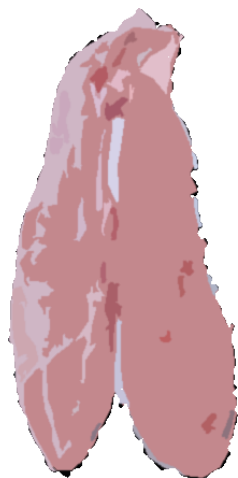
Gónada en estado III

Ovarios aumentan de tamaño, los óvulos se pueden observar a simple vista, con diferentes tamaños los ovocitos, coloración amarilla opaca.



Gónada en estado IV

Óvulos de color blanco amarillentos, con tamaños homogéneos y redondos, la membrana ovárica se puede presentar muy delgada y trasparente, al presionarse los óvulos pueden ser



Gónada en estado V

Ovarios se han retraído hacia la mitad de la cavidad abdominal, la membrana ovárica presenta una consistencia gruesa con color rojizo o rosado.

El índice hepatosomático se refiere al hígado, pues allí se producen unas sustancias químicas muy importantes que son de gran importancia en la formación de las gónadas; el índice de grasa cavital, como su nombre lo indica, se refiere a la cantidad de grasa que posee el bagre, entre más grasa tenga es porque está muy joven y entre menos grasa tenga es porque ya es un bagre adulto, pues toda su grasa ha sido empleada en la formación de los huevos y como fuente de energía, empleado en los largos viajes que tiene que hacer el bagre, ya sea para buscar alimento o para reproducirse, pues es una especie migratoria.

¿Qué es migratoria? Pregunta Alfredo.

Eso quiere decir que es una especie que se desplaza largas distancias a lo largo del río. Ah ya!! Para buscar alimento verdad? Y también para reproducirse Alfredo. Entendido...finaliza Alfredo.

Alfredo seguía muy atento a todo lo que le explicaba el espíritu.



Bueno Alfredo, es importante también que sepas que los bagres al igual que nosotros también se enferman, es por eso que los investigadores se han preocupado en saber que tan saludable se pueda encontrar éste; es lo que ellos llaman el factor de condición.

Los bagres pueden estar saludables o no de acuerdo a las condiciones del río y a la cantidad de alimento que encuentren; esto es de suma importancia para ustedes los pescadores, ya que cuando atrapen los bagres, van a querer que estos tengan unas buenas condiciones, como un buen peso, sin parásitos y por consiguiente una buena calidad de carne.

Ya para terminar de explicarte Alfredo todo el trabajo que entorno al bague han venido realizando los investigadores, por último quisieron saber qué cantidad de bagres machos y bagres hembras habían.

¿Y esto para qué? Preguntó Alfredo

Es importante saber amigo pescador, la cantidad de machos existentes y de igual manera la cantidad de hembras, ya que lo ideal sería que la cantidad de machos y hembras fueran muy parecidas, pues esto permitiría que la reproducción se diera de manera más eficaz. Tanto el bagre macho como el hembra se necesitan para poder tener descendencia.

Por supuesto!!! Respondió Alfredo.



Si has visto

Alfredo como es de suma importancia que los investigadores trabajen de la mano con ustedes los pescadores ya que ellos con su saber les permiten ayudar al bagre rayado.

¡Sí, la verdad es un trabajo fuerte que se hace, pero todo sea por salvar al bagre rayado! - Le respondía



Alfredo con vos de entusiasmo pues veía que había soluciones para proteger al bagre rayado del Magdalena.

Cuando por fin los investigadores y demás personas que han trabajado mancomunadamente para salvaguardar al bagre rayado descubren cual es la época exacta en la que el bagre rayado se reproduce, entonces comunica a las personas encargadas del manejo de la pesca en nuestro país (AUNAP), para que se

empiecen a llevar a cabo estrategias que permitan dejar de pescar al bagre durante este período de tiempo, con el fin de permitirles que se reproduzcan tranquilamente y así de esta manera que sigan habiendo nuevos bagres que repueblen el río Magdalena.

Y cual es esta época? Le preguntó el pescador al espíritu del Magdalena.

conocer más cosas interesantes acerca del bagre rayado.

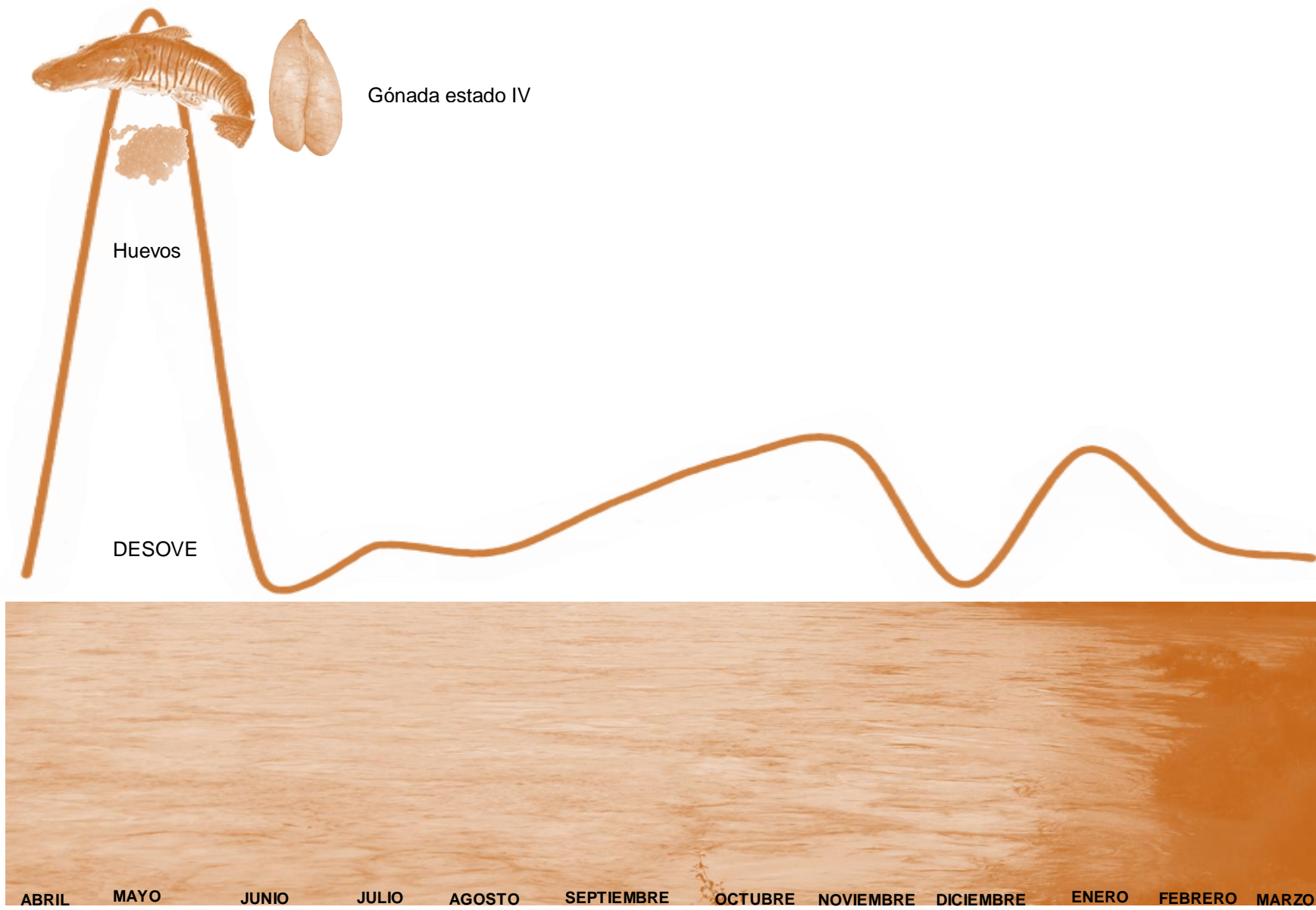
Pues de acuerdo a lo que han descubierto los investigadores, esa época es el tiempo comprendido entre los meses de abril y mayo . Esta es una época muy importante Alfredo, ya que durante este período de tiempo a los bagres no se les puede molestar, mucho menos pescar porque están reproduciéndose y arrojando sus huevesillos fecundados por los bagres machos. Entonces Alfredo es aquí donde se les debe dejar tranquilos para que puedan procrear y así poder tener muchos más bagresitos.

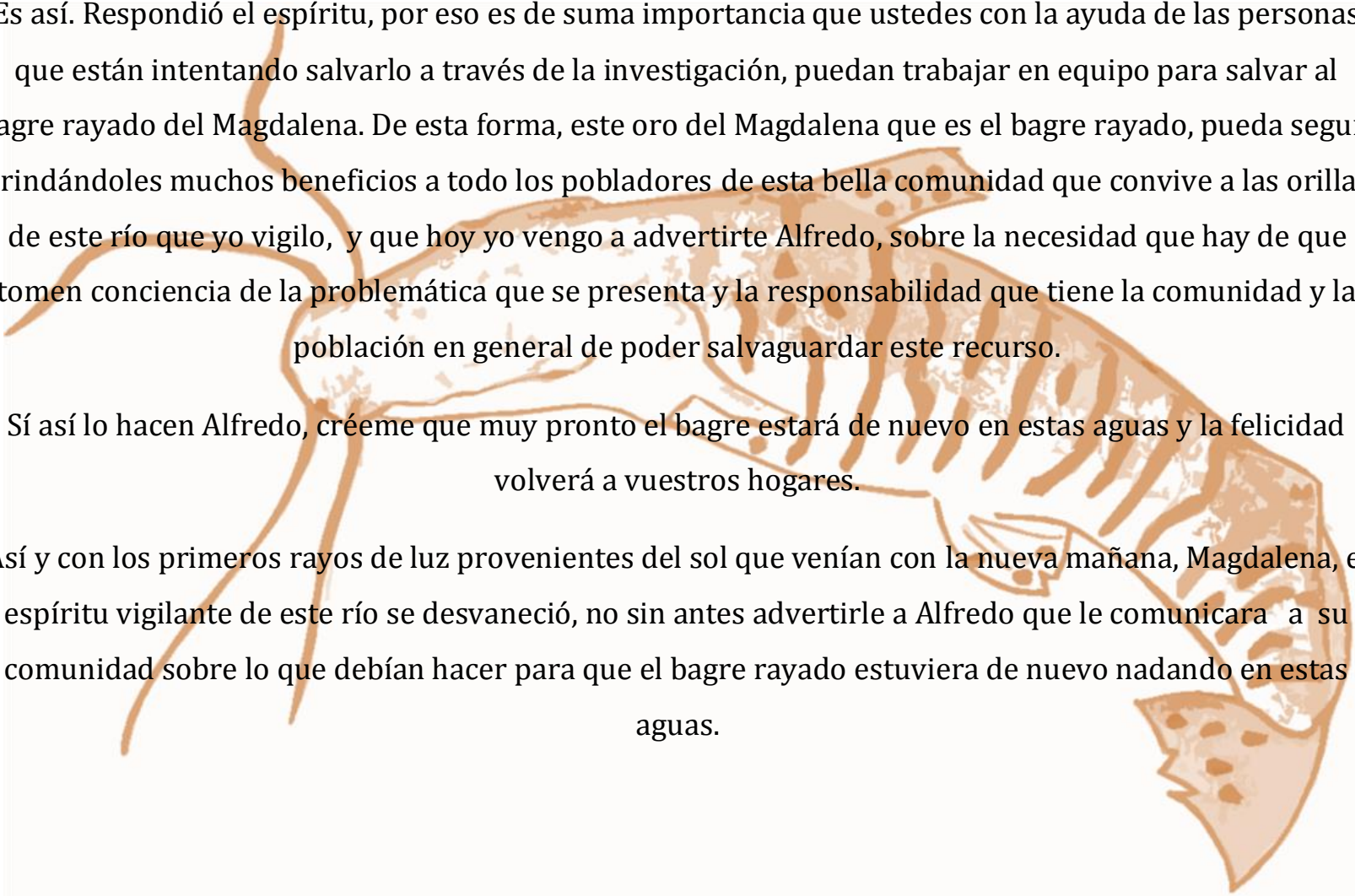


Pero espera Alfredo, que aquí no termina todo, debes recordar lo que te dije al comienzo y es que de acuerdo a lo que han establecido los investigadores, el bagre no se debe pescar si tiene una talla menor de 80 cm en las hembras y de 50 en los machos; porque esto querría decir que son bagresitos muy jóvenes que no han tenido la oportunidad de reproducirse y tener hijitos. Y si no les dejamos a los bagres tener hijos, que pasa Alfredo? Preguntó el espíritu.

¡Mmmm... ya empiezo a entender!, responde Alfredo con más claridad y entusiasmado por

¡Pues que el bagre simplemente dejaría de existir!





Es así. Respondió el espíritu, por eso es de suma importancia que ustedes con la ayuda de las personas que están intentando salvarlo a través de la investigación, puedan trabajar en equipo para salvar al bagre rayado del Magdalena. De esta forma, este oro del Magdalena que es el bagre rayado, pueda seguir brindándoles muchos beneficios a todo los pobladores de esta bella comunidad que convive a las orillas de este río que yo vigilo, y que hoy yo vengo a advertirte Alfredo, sobre la necesidad que hay de que tomen conciencia de la problemática que se presenta y la responsabilidad que tiene la comunidad y la población en general de poder salvaguardar este recurso.

Sí así lo hacen Alfredo, créeme que muy pronto el bagre estará de nuevo en estas aguas y la felicidad volverá a vuestros hogares.

Así y con los primeros rayos de luz provenientes del sol que venían con la nueva mañana, Magdalena, el espíritu vigilante de este río se desvaneció, no sin antes advertirle a Alfredo que le comunicara a su comunidad sobre lo que debían hacer para que el bagre rayado estuviera de nuevo nadando en estas aguas.



ANEXO K

Artículo científico enviado a la revista Biota Colombiana.

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE DESOVE Y NIVEL DE FECUNDIDAD DEL BAGRE RAYADO DEL MAGDALENA (*Pseudoplatystoma magdaleniatum* Pisces: PIMELODIDAE)

John Wilmar Arce Zúñiga¹, Juan Carlos Alonso González², Sandra Hernández Barrero³ y Mauricio Valderrama Barco⁴

¹John Arce jwarce@gmail.com

²Juan Carlos Alonso juancarlos.alonso@aunap.gov.co

³Sandra Hernández B., sandrahe@fundacionhumedales.org

⁴Mauricio Valderrama B., mvalde@fundacionhumedales.org

RESUMEN

El bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Siluriformes, Pimelodidae) es una especie endémica de la cuenca del río Magdalena y es la segunda especie en importancia comercial, razón por la cual es una especie objeto de manejo pesquero. Para contribuir a la toma de decisiones sobre medidas regulatorias de la especie, se evaluaron algunas de sus estrategias reproductivas, para lo cual se llevaron a cabo muestreos en cinco puntos de influencia tanto en el río principal como en sus tributarios principales: tres en el río Magdalena, uno en el río Cauca y otro en el río San Jorge. Los muestreos se realizaron entre abril del 2012 y marzo del 2013, las hembras sexualmente maduras (estadios III y IV) se les tomó el peso total y eviscerado y sus gónadas fueron retiradas y pesadas. Las muestras de ovarios se analizaron macroscópicamente como microscópicamente. Con el empleo de los programas *Image J* e *Image tool* se logró determinar el diámetro promedio de los ovocitos maduros en segunda fase es de 0,7 mm, la fecundidad efectiva entre 900000 y 1062000 ovocitos siendo una especie de tipo semélpara.

Palabras clave: *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, Bagre rayado, cuenca del Magdalena, reproducción, fecundidad, desove.

ABSTRACT

The endemic catfish of the Magdalena River Basin *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Siluriformes, Pimelodidae) constitutes the second species in commercial importance and a target species for fishing management. To contribute to supports decision -making on regulatory measures, it was evaluated their reproductive strategies in five points of influence on the basin: three in the Magdalena River, one in the Cauca River and one in the San Jorge River. Sampling was conducted since April 2012 to March 2013. Mature females (stages III and IV) were sampled (total and eviscerated weight) and gonads were removed and weighed. The ovarian samples were analyzed macroscopically and microscopically. By using the Image J and Image Tool Program it was determined the average diameter of mature oocytes in second phase 0.7 mm, the effective fecundity fluctuates between 900000 and 1062000 and the oocytes corresponds to a semelparous type.

Key words: *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, Magdalena River Basin, reproduction, fecundity, spawning.

P. magdaleniatum es la segunda especie en importancia comercial en la cuenca del Magdalena alcanzando a generar capturas del orden de las 1400 ton (Valderrama-Barco, 2014), volumen que se soporta en un número determinado de individuos y que estructuran el tamaño del stock pesquero. Es aquí, donde las estrategias reproductivas del bagre entran a jugar un papel importante, como son el de mantener el stock pesquero y la población misma que garanticen la sobrevivencia de la especie.

La migración reproductiva es una parte integral de la historia de vida de muchos peces teleósteos, donde ocurren cambios en el estado nutricional, las tasas de alimentación y la energía almacenada decrecen y se incrementa el desarrollo gonádico asociado (Sánchez, 2012). El reparto óptimo de energía entre ellas, resulta de todo un proceso evolutivo que se conoce como fecundidad, el cual tiene un carácter adaptativo en relación a las estrategias vitales de r (especies que desarrollan muchos huevos de tamaño pequeño, una puesta prolongada y pelágica y una mortalidad larvaria muy elevada) y k (especies con la generación de pocos huevos, de tamaño grande y con puestas cortas de tipo demersal o con cuidado parental) (Saborido-Rey, sin fecha).

El proceso lógico de estas migraciones es que los adultos perciben un factor proximal que induce a dicho comportamiento. Habilidad que determina en parte el éxito del potencial reproductivo de una población en una región (Sánchez, 2012) sin desmeritar la importancia que toma el tamaño de los ovocitos en los ovarios en un período reproductivo, ya que los grupos de distribución que se conformen determinarán la modalidad del desove (Inturias, 2007). En ese sentido los ovarios pueden presentar un desarrollo sincrónico (distribución de tallas de los ovocitos de tipo unimodal), desarrollo que corresponde a las especies semelpáridas (Vazzoler, 1996), un desarrollo sincrónico por grupos: (dos grupos de tamaños de ovocitos presentes al mismo tiempo) y un desarrollo asincrónico (distribución de tallas de los ovocitos es continua (Wallace y Selman, 1981). De acuerdo con Agostinho et al. (2003) los peces migratorios presentan una alta fecundidad con ovocitos pequeños,

desoves totales y larvas pequeñas. Sato et al. (2003) por su parte mencionan que especies del género *Pseudoplatystoma* en el Brasil son reproductores sincrónicos del tipo iteróparo (varios ciclos reproductivos a lo largo de su vida).

El bagre rayado *P. magdaleniatum* es una especie reofílica que recorre grandes distancias en grupos o cardúmenes (Atencio-García, 2000; Guarnizo, 2007) con comportamientos migratorios reproductivos durante el período hidrológico de aguas bajas en el río Magdalena (Valderrama y Zarate, 1989). Durante la trayectoria aguas arriba, las hembras llevan a cabo los procesos de desarrollo gonadal iniciando con células germinales alcanzando el estado de ovocitos maduros y culminando con la puesta una vez se presentan las condiciones ideales para la freza. La distancia recorrida les garantiza la sobrevivencia a las crías, y para lo cual se requiere que los huevos fertilizados alcancen el estado larval una vez encuentren las planicies inundables, que son las áreas de crianza y levante de la especie (Welcomme 1985, Jiménez-Segura 2007; Valderrama et al., 2011).

A nivel de fecundidad, para el bagre rayado solamente se cuenta con el trabajo de Jiménez-Segura et al. (2009) quienes estiman su fecundidad a partir de ejemplares capturados en el sector de Puerto Berrio (Magdalena medio) para un rango de tallas (hembras entre 82 y 115 cm), reportando una fecundidad absoluta de 866233 ± 602052 y una fecundidad relativa de 493.753 ± 343.170 que por gramo equivale a 52 ± 29 huevos; así mismo indican que la clase de diámetro dominante de los ovocitos para el rango de tallas, está entre 0,91 y 1 mm.

A nivel del género *Pseudoplatystoma* se observan variabilidades en los registros de fecundidad. Para *P. corruscans* en la cuenca del río Amazonas se estima una fecundidad de hasta de 2500000 ovocitos por individuo (Agostinho et al, 2003). Para *P. fasciatum* (actualmente *P. orinocoense*) en la cuenca del Amazonas Boliviano la fecundidad puede variar de acuerdo con el río tributario y el tamaño del ejemplar; para el río Iténez, se calculó

una fecundidad absoluta entre 107855 (39,6 cm y 730 g) y 1551780 (70,8 cm y 5700 g) y para el río Mamoré entre 304848 (85 cm y 6900 g) y 2272407 (98 cm y 13000 g) (Inturias, 2007). Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez (2011a) indican que *P. orinocoense* en la cuenca del Orinoco presenta una fecundidad absoluta de 66000 huevos/kg de peso y lo comparan con resultados de Venezuela en donde se habla de una fecundidad absoluta de 1500000 huevos, con diámetros promedio de 0,79 mm. *P. tigrinum* (actualmente *P. metaense*) en la cuenca del Orinoco Venezolano puede presentar ovocitos con diámetros que fluctúan entre 0,47 y 0,79 mm y una fecundidad entre 782268 y 3420556 de ovocitos, o de 295 ± 122 ovocitos/g (Pérez et al., 2012) mientras Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez (2011b) indican que para el alto Meta (Colombia), la especie presentan valores de fecundidad relativa de 152 ovocitos/g,

En este documento se presentan los resultados del estudio del comportamiento en el potencial reproductivo de *P. magdaleniatum* a nivel del río Magdalena y el río Cauca, el cual hizo parte del proyecto titulado “Estado de conservación de la población del bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* en la cuenca Magdalénica, valoración de implicaciones ambientales y socioeconómicas y definición de escenarios de ordenación pesquera y sostenibilidad”, financiado por ECOPETROL y ejecutado por la Fundación Bosques y Humedales, la Fundación Humedales, la Autoridad de Acuicultura y Pesca AUNAP, y la Universidad Sur Colombiana. Este documento indica el estadio gonadal predominante a lo largo del año, los tamaños de los ovocitos de acuerdo con el estadio gonadal así como el comportamiento de las frecuencias del diámetro en cada una de las gónadas, permitiendo establecer el tipo de desove como el nivel de fecundidad que alcanza el bagre rayado. Con esta información se pretende contribuir a la generación de conocimiento como el de brindar soporte en la toma de decisiones en lo que se refiere a medidas de manejo y que son basadas en los aspectos reproductivos de la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Los individuos de *P. magdaleniatum* fueron colectados en los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. La cuenca (257438 km²) recorre toda la región andina de Colombia, abarcando el 22,5% del territorio nacional, agrupando todos los ecosistemas de la región Andina y Caribe. Se caracteriza por estar conformada en una gran proporción por la cobertura de aguas continentales, principalmente representadas por terrenos cubiertos por ciénagas, planos inundables, lagos y lagunas, y en menor medida por los cauces de los ríos, embalses, cuerpos de agua artificiales y canales, siendo unidades ecológicas que por su constitución se interconectan, permitiendo el desarrollo y sobrevivencia de las especies que viven o tienen relación con ella. Presenta una alta variabilidad de factores geológicos, físicos, químicos y climáticos a lo largo de ella, influyendo en la génesis del recurso hídrico, en la disponibilidad natural del agua y en el comportamiento y ciclo hidrológico, del cual depende toda la vida acuática y terrestre (Otero et al.,2003).

Fase de campo

Se llevaron a cabo muestreos en cinco puntos de influencia sobre la cuenca, tres en el río Magdalena (cuenca alta, media y baja), uno en el río Cauca (cuenca baja) y otro en el río San Jorge (cuenca baja). Los muestreos se realizaron entre abril del 2012 y marzo del 2013 en los puertos pesqueros de cada uno de los puntos de influencia. Los ejemplares se obtuvieron de las capturas de los pescadores locales (30 por mes y por localidad). A partir de estos, las hembras sexualmente maduras (estadios III y IV) se les tomaron el peso total y eviscerado (kg) y las gónadas les fueron retiradas y pesadas (g). Posteriormente se fijaron dos muestras de gónada (2-8 g); en paraformaldehído bufferado al 4% y debidamente codificadas.

Fase de laboratorio

Una de las muestras de gónadas se empleó para el conteo directo de huevos. Para lo cual se extrajo de cada una, una porción de 0,5 g (balanza analítica), que fueron lavadas con suficiente agua para limpiarlas y separar completamente los ovocitos para facilitar el conteo. La otra muestra fue enviada al laboratorio de histología donde fueron procesadas aplicando la técnica de hematoxilina eosina generando una serie de placas para posterior trabajo en microscopio, con el fin de clasificar cada uno de los estadios gonadales.

Para medir el diámetro de los ovocitos se empleó el programa *Image J* tomando una pequeña muestra de 300 huevos repartidos en dos conteos. Como medida de control, se colocaron dos balines de diferente diámetro cada uno junto con los ovocitos a fotografiar, y cuyos valores permitieron ajustar el programa. Igualmente, a partir de las imágenes fotográficas de los cortes histológicos y con la ayuda del programa *Image tool* se contaron y midieron los diámetros de los ovocitos en cada uno de los estadios gonadales (previamente caracterizados).

Análisis de datos

El número de huevos resultantes del conteo se extrapolaron al peso total de la gónada, es decir la fecundidad absoluta. De los resultados obtenidos de cada una de las muestras en las diferentes localidades se obtuvo un promedio permitiendo estipular la fecundidad absoluta predominante para la localidad como para el río al que pertenecen.

Para la estimación de la fecundidad efectiva (ovocitos aptos para ser fecundados), se trabajó tanto con los valores registrados en el conteo de los ovocitos maduros en placas histológicas y la cantidad de ovocitos totales, lo que permitió establecer la proporción numérica de los mismos en la gónada. Con el registro de los diámetros se realizó una distribución de frecuencia con el fin de determinar el número de grupos modales presentes y así establecer el tipo de desove del bagre.

RESULTADOS

A 1717 ejemplares se les extrajo la gónada. 227 hembras con huevos en estado III y IV, que fueron evaluadas de acuerdo con el programa *image J* logrando establecer la fecundidad de las muestras pertenecientes a la localidad de Neiva y Barrancabermeja que hacen parte de la zona de influencia del río Magdalena y a las muestras de la localidad de Nechí (río Cauca) para un total de 16 muestras. Las demás localidades no registraron estadios óptimos para hallar el potencial reproductivo.

Con la información de los cortes histológicos y la medición de los diámetros de los ovocitos se clasificaron los estadios gonadales: estadio I: *ovocitos nucléolo cromatina (ONC)*, los cuales se consideran los más inmaduros; estadio II: *ovocitos perinucleolares (OP)*; estadio III: *ovocitos alveolo cortical (AOC)*; y finalmente el estadio IV al cual pertenecen los ovocitos con vitelogénesis lipídica o en el que ya se empiezan a considerar maduros. Para este estadio se establecieron tres etapas de maduración: la primera *ovocitos con vitelogénesis inicial (OVI)*, *ovocitos con vitelogénesis intermedia (OVIN)*, y finalmente los ovocitos o huevos que se consideran completamente maduros, *ovocitos con vitelogénesis total (OVIT)*.

En Neiva tan solo un ejemplar cumplió con los requisitos óptimos de evaluación, con gónadas en estadio IV. Para esta hembra se determinó una fecundidad absoluta alrededor de 1076959 huevos y una fecundidad efectiva en 900270 (Tabla 1). La gónada presentó tres estadios: el estadio I (ONC) con un diámetro de 0,15 mm; el II (OP) con ovocitos de diámetro de 0,27 mm y el estadio IV en vitelogénesis intermedia (OVIN) con ovocitos de diámetro de 0,71 mm (Tabla 2). La gráfica de las frecuencias del diámetro de los ovocitos reflejó una distribución unimodal (Figura 1).

En Barrancabermeja se obtuvieron 7 muestras cuya fecundidad osciló entre 702198 ovocitos y 1710261 para un promedio para la zona de 1280258 ovocitos y una efectiva de 909913 (Tabla 1). Las gónadas de las hembras evaluadas registraron estadios I (ONC) con 0,075 mm de diámetro, estadios II (OP) con 0,24 mm, estadios III (AOC) con 0.35 mm y estadios IV con 0,66 mm (Tabla 2). El comportamiento en la fluctuación del diámetro de los ovocitos mostro una distribución unimodal (Figura 2 y 3).

En Nechí se lograron analizar 8 muestras, la menor fecundidad registrada fue de 647049 y la mayor de 1691217 ovocitos, para una fecundidad absoluta promedio de 1100706 ovocitos y una fecundidad efectiva promedio de 1.062.177 ovocitos (Tabla 3). De forma azarosa se midieron los ovocitos de las gónadas del ejemplar NCH – 17, la cual registro el estadio I (ONC) con un diámetro de 0,08 mm y el estadio IV (OVIN) con ovocitos de 0,76 mm de diámetro (Tabla 4). Las frecuencias del diámetro de los ovocitos mostraron una distribución unimodal (Figura 4 y 5).

Como un caso especial y por mostrarse una incongruencia en cuanto a las características morfológicas con respecto al bagre rayado del Magdalena, se expone un espécimen capturado en Nechí y cuyo nivel de fecundidad absoluta con respecto al de las otras muestras analizadas es mucho mayor siendo de 2766699 ovocitos (Tabla 3). La gónada registró los estadios I (ONC) con diámetro de 0,14 mm y el estadio IV (OVIN) con 0,67 mm de diámetro (Tabla 4) (Figura 6). Este ejemplar, está siendo evaluado a través de estudios genéticos.

ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Las gónadas que cumplieron los requisitos de evaluación (estadios IV), no presentaron ovarios con ovocitos en la fase tres de maduración, es decir ovocitos con vitelogénesis total (OVT) completamente maduros y listos a ser fecundados. Los ovocitos encontrados estaban en la segunda fase, en vitelogénesis intermedia (OVIN); fase que se caracteriza porque el núcleo aún se encuentra en la parte central, lo cual indica que falta un tiempo más para alcanzar su madurez óptima. Esta situación puede llegar a ser explicada con base en lo propuesto por Sánchez (2013) y Saborido-Rey (sin fecha) quienes establecen que el proceso de desarrollo gonadal está relacionado más con factores exógenos (fotoperiodo, temperatura, presencia de adultos del sexo opuesto) que con los mismos endógenos (procesos fisiológicos que llevan a la vitelogénesis), ya que éstos tienen la capacidad de actuar sobre los endógenos, indicando que algunos peces pueden retener los ovocitos en cualquier nivel de vitelogénesis, incluido el final, por tiempo ilimitado hasta que un factor exógeno desencadena la maduración y ovulación.

El diámetro en el cual los ovocitos del bagre rayado son maduros se estima en $0,7 \pm 0,04$ mm haciéndose hincapié que este valor corresponde a la fase vitelogénesis intermedia del estadio IV; por tanto ovocitos mayores a este diámetro podrán ser considerados como aptos para la fertilización. La fecundidad absoluta del bagre rayado para el río Magdalena se establece en 1206074 ± 348641 y una fecundidad efectiva de 1030402 ± 480797 . Para el río Cauca el diámetro de los ovocitos maduros correspondió a $0,76 \pm 0,34$ mm y una fecundidad absoluta de 1136424 ± 421628 ovocitos y una fecundidad efectiva de 1099358 ± 373388 (en ninguno de los casos se tuvo en cuenta el valor registrado en el ejemplar con el que se tienen dudas si corresponde a la especie *P. magdaleniatum*). Al comparar los resultados con los reportados por Jiménez-Segura et al. (2009), se encuentra que la fecundidad absoluta puede llegar a registrar valores mínimos de 264181 ovocitos, mientras que en el presente estudio tanto para el río Cauca como para el río Magdalena los valores mínimos superaron los 700000 ovocitos; a nivel de los valores máximos las diferencias no se hacen significativas, 1468285 ovocitos (Jiménez-Segura et al., 2009) frente a 1554714

en el río Magdalena y 1558052 en el río Cauca (presente estudio). No obstante a nivel de la fecundidad relativa o efectiva las diferencias si registran diferencias significativas, mientras Segura et al (2009) reportan un promedio de 493757, en el presente estudio es un poco más del millón de ovocitos. Las variaciones en la fecundidad de una especie ha sido reportada por Saborido-Rey (sin fecha) y cuya explicación podría dar respuesta a los resultados encontrados para *P. magdaleniatum*. El autor indica que “*hembras de la misma talla pueden diferir bastante en la fecundidad, incluso la misma hembra suele tener diferentes fecundidades parciales dentro de la misma época de puesta. La fecundidad real media a una talla determinada puede variar de año en año en una población o entre poblaciones de una misma especie. En el primer caso se puede considerar un índice de la condición de los peces, mientras que en el segundo caso es uno de los parámetros biológicos que se pueden tener en cuenta para identificar unidades de stock*”.

Al comparar la fecundidad absoluta de *P. magdaleniatum* con la de otras especies del genero *Pseudoplatystoma*, se encuentra que su congénere más afín es *P. orinocoense*, (829818 – 1500000) (Inturias, 2007), mientras que el ejemplar de Nechí en el que se generaron dudas sobre su identificación taxonómica registró un fecundidad absoluta de 2766699 ovocitos, se asimila más con la fecundidad reportada para *P. corruscus* (2500000 ovocitos) (Agostinho et al, 2003). Fecundidades que se alejan bastante de las reportadas para *P. metaense* (superior a 3 millones) (Pérez et al., 2012). Lo que si puede llegar a unificar al género *Pseudoplatystoma* es el tamaño del diámetro de sus ovocitos, en las mayoría de los trabajos se reportan valores alrededor del 0,7 mm.

La cantidad de huevos estimados para *P. magdaleniatum* y el tamaño de los mismos, hace evidente la condición de que el bagre es una especie con estrategia *r* (alta fecundidad) y que Agostinho et al. (2003) estableció como característico de las especies migratorias. Lo anterior, conllevaría a sugerir que las medidas de manejo que se hagan sobre la especie a partir de evaluaciones de dinámica poblacional necesariamente deben contemplar la estrategia reproductiva del bagre.

En relación al tipo de desove del bagre rayado se concluye que tanto para el río Magdalena como para el río Cauca este es de tipo sincrónico en un grupo (desoves totales) lo que catalogaría a la especie como semélpara. Sin embargo, el hecho de registrarse hembras en diferentes estados gonadales indicaría que las hembras no necesariamente se reproducen sincrónicamente existiendo varios pulsos reproductivos y que se reflejaron con la presencia de hembras en estado IV en los meses de marzo, mayo, agosto y octubre en el río Magdalena y abril, mayo, agosto y septiembre en el río Cauca.

BIBLIOGRAFÍA

Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki and H. Ferreira Julio Jr. 2003 Migratory Fishes of the Upper Parana River Basin, Chapter 2. Brazil :19-98 Edited by Carolsfeld, J. Bharvey, C. Ross, A. Baer Migratory Fishes of South America : Biology, Fisheries and Conservation Status. International Development Research Centre. The World Bank, 383p

Arce, M. 2008. Evaluación del estado de poblaciones de bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* en la cuenca media del río Magdalena durante la temporada de subienda del 2004. Pontificia Universidad Católica do Sul. Museu de Ciências e Tecnologia. Laboratorio de Ictiología. Brasil. 2008. 10 Pág.

Atencio-García VJ. 2000 Impactos de la hidroeléctrica Urrá en los peces migratorios del río Sinú. Rev. Temas Agrarios;5(9):29-40

Guarnizo, M. 2007 Caracterización seminal y ensayos preliminares de crioconservación de semen de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum* - Linnaeus 1766). Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Departamento de Producción Animal. Palmira, 102p

Inturias, A.D. 2007. Edad, crecimiento y reproducción de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonía Boliviana. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas y Biomédicas Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Dirección de postgrado, La Paz, Bolivia. 88pp.

Jiménez-Segura, L.F. 2007. Ictioplancton y reproducción de los peces en la cuenca media del río Magdalena (Sector Puerto Berrio, Antioquia). Tesis de Grado Doctoral. Universidad de Antioquia. 250pp.

Jiménez, L., Palacio J & López, R. 2009. Características biológicas del blanquillo *Sorubim cuspicaudus* littmann, burr y nass, 2000y bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* Buitrago-Suárez y Burr, 2007 (Siluriformes: Pimelodidae) relacionadas con su reproducción en la cuenca media del río Magdalena, Colombia. Universidad de Antioquia. Instituto de Biología. Medellín, Colombia. 2009. 14 Pág.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013. Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia: Peces. Volumen 2. Zapata, L. A. & J. S. Usma. Bogotá D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y WWF-Colombia.

486pp

Otero, E., L. Mosquera, G. Silva, J. C. Guzmán y S. Montes (Eds.). 2003 Río Grande de la Magdalena, Colección Ecológica del Banco de Occidente.

Pérez, A., O. Castillo, A. Barbarino y N. Fabré, 2012. Aspectos reproductivos del bagre rayado *Pseudoplatystoma tigrinum* (Siluriformes, Pimelodidae) en la Cuenca del río Apure, Venezuela Zootecnia Trop., 30(3): 251-262.

Ramírez-Gil, H. y R.E. Ajiaco-Martínez 2011a *Pseudoplatystoma orinocoense* (Siluriformes, Pimelodidae) Capítulo 7 Pp: 503-508 EN: Lasso, C.A., E. Agudelo Cordoba, L.F. Jimenez-Segura, H. Ramírez Gil, M. Morales-Betancur , R.E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J.S. Usma Oviedo, S.E. Muñoz Torres, A.I. Sanabria Ochoa (Editores) 2011. I Catalogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D.C. Colombia, 715pp

Ramírez-Gil, H. y R.E. Ajiaco-Martínez 2011b *Pseudoplatystoma metaense* (Siluriformes, Pimelodidae) Capítulo 7 Pp: 497-502 EN: Lasso, C.A., E. Agudelo Cordoba, L.F. Jimenez-Segura, H. Ramírez Gil, M. Morales-Betancur , R.E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J.S. Usma Oviedo, S.E. Muñoz Torres, A.I. Sanabria Ochoa (Editores) 2011. I Catalogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D.C. Colombia, 715pp

Sato, Y. and H. P. Godinho 2003 Migratory Fishes of the Sao Francisco River Chapter 5, Brazil: 195-232 Edited by Carolsfeld, J. Bharvey, C. Ross, A. Baer Migratory Fishes of South America : Biology, Fisheries and Conservation Status. International Development Research Centre. The World Bank, 383p

Saborido-Rey, (sin fecha) Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC). Universidad de Vigo. España. Curso de Doctorado. 71pp

Sánchez, R 2012. Modelo de estrategias reproductivas en peces que forman agrupaciones de desove. Tesis de Grado Doctor en Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz. BCS. 348p.

Valderrama-Barco M. y M. Zárate-Villarreal 1989. Some ecological aspects and present state of the fishery of the Magdalena river basin, Columbia, South America. En: Dodge DP (Ed). Proceedings of the international large river symposium. Canadian Special Publication Fisheries Aquatic Sciences, 106: 409-421

Valderrama-Barco, M., L.F. Jiménez- Segura, R. Alvarez-Leon, G. Gonzalez-Cañon, F. Salas-Guzman, S. Hernández-Barrero y M. Zarate –Villareal. 2011. *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Siluriformes, Pimelodidae) Capítulo 7 Pp: 491-496 EN: Lasso, C.A., E. Agudelo Cordoba, L.F. Jimenez-Segura, H. Ramírez Gil, M. Morales-Betancur, R.E. Ajiaco-Martínez, F. de Paula Gutiérrez, J.S. Usma Oviedo, S.E. Muñoz Torres, A.I. Sanabria Ochoa (Editores) 2011. I Catalogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D.C. Colombia, 715pp

Valderrama-Barco M. 2014 Componente “Evaluación de captura y esfuerzo de la pesquería del bagre rayado (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*) en la cuenca de los ríos Magdalena y Cauca” Informe Técnico Convenio Fundación Humedales-Ecopetrol. Bogotá. 22pp

Vazzoler, A. 1996. Biología da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática. Nupelia. São Paulo. 169 Pág.

Wallace, R. & K. Selman. 1981. Celular and dynamic aspects of the oocyte growth in teleost. Amer. Zool., 21: 325-343.

Welcomme RL. 1985. River fisheries. Roma (Italia): FAO Fisheries Technical Paper 262.

Lista de Tablas

Tabla 1. Estimación de la fecundidad absoluta y efectiva del bagre rayado *P. magdaleniatum* en las localidades de Neiva y Barrancabermeja (río Magdalena)

Tabla 2. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración de los ejemplares de *P. magdaleniatum* en el río Magdalena.

Tabla 3. Estimación de la fecundidad absoluta y efectiva del bagre rayado *P. magdaleniatum* en la localidad de Nechí (río Cauca)

Tabla 4. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración de los ejemplares de *P. magdaleniatum* en el río Cauca.

Listado de Figuras

Figura 1. Ejemplar NEV – 87. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

Figura 2. Ejemplar BJA– 51. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

Figura 3. Ejemplar BJA– 345. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

Figura 4. Ejemplar NCH – 17. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

Figura 5. Ejemplar NCH – 35. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos.

Figura 6. Ejemplar NCH – 152. Ejemplar con dudas de su clasificación taxonómica (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

Tabla 7. Estimación de la fecundidad absoluta y efectiva del bagre rayado *P. magdaleniatum* en las localidades de Neiva y Barrancabermeja (río Magdalena)

Mes	Localidad	Código	Peso total gónada (g)	Peso muestra gónada conservada (g)	Peso muestra gónada seca para conteo (g)	n° de huevos	Fecundidad absoluta (n°)	Fecundidad efectiva (n°)
marzo	Neiva	NEV- 87	820	8,2	0,4340	570	1076959	900270
mayo	Barrancabermeja	BJA – 45	674	2,9	0,2262	536	1597100	1490627
mayo	Barrancabermeja	BJA - 49	426	2,8	0,3458	570	702198	628138
agosto	Barrancabermeja	BJA - 142	1009	5,4	0,4725	494	1054912	0
octubre	Barrancabermeja	BJA- 192	830	3,5	0,4942	795	1335188	1174045
octubre	Barrancabermeja	BJA - 193	1006	2,4	0,4941	840	1710261	1160534
marzo	Barrancabermeja	BJA - 345	760	2,0	0,4769	637	1015139	614289
marzo	Barrancabermeja	BJA- 347	900	2,0	0,4084	702	1547013	1301755
						Mediana	1206074	1030402
						d.s	348641	480797

Tabla 8. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración de los ejemplares de *P. magdaleniatum* en el río Magdalena.

Localidad	Código	Estadio I	Estadio II	Estadio III	Estadio IV		
		ONC	OP	OAC	OVI	OVIN	OVIT
Neiva	NEV - 87	0,15 ± 0,21	0,27 +/- 0,12			0,71 ± 0,17	
Barrancabermeja	BJA - 192	0,09 ± 0,029		0,35 ± 0,060		0,66 ± 0,15	
Barrancabermeja	BJA - 345	0,06 ± 0,024	0,24± 0,13				
	Mediana	0,09	0,25			0,69	
	d.s.	0,05	0,02			0,04	

Tabla 3. Estimación de la fecundidad absoluta y efectiva del bagre rayado *P. magdaleniatum* en la localidad de Nechí (río Cauca) * ejemplar con duda en su clasificación taxonómica (no se incluye en la mediana)

Mes	Localidad	Código	Peso total gónada (g)	Peso muestra gónada conservada (g)	Peso muestra gónada seca para conteo (g)	n° de huevos	Fecundidad absoluta (n°)	Fecundidad efectiva (n°)
abril	Nechi	NCH – 17	774	1,000	0,3707	720	1503318	1396700
mayo	Nechi	NCH – 22	618	1,000	0,5609	750	826351	757258
mayo	Nechi	NCH – 32	562	0,900	0,4627	595	722693	657936
mayo	Nechi	NCH – 35	278	0,900	0,3609	840	647049	623376
mayo	Nechi	NCH – 36	644	0,700	0,3638	480	849698	844700
mayo	Nechi	NCH – 37	1046	0,800	0,3403	463	1423150	1362774
mayo	Nechi	NCH – 43	764	0,690	0,2992	587	1498890	1354016
agosto	Nechi	NCH-136	798	0,931	0,2883	611	1691217	1500657
septiembre	Nechi*	NCH-152	2858	0,900	0,4132	400	2766699	
						Mediana	1136424	1099358
						d,s	421628	373388

Tabla 4. Diámetro de ovocitos correspondientes a cada estadio de maduración de los ejemplares de *P. magdaleniatum* en el río Cauca. * ejemplar con duda en su identificación taxonómica,

Localidad	Código	Estadio I	Estadio II	Estadio III	Estadio IV		
		ONC	OP	OAC	OVI	OVIN	OVIT
NECHÍ	NCH - 17	0,08 ± 0,35				0,76 ± 0,34	
NECHÍ*	NCH - 152	0,14 ± 0,14				0,67 ± 0,19	

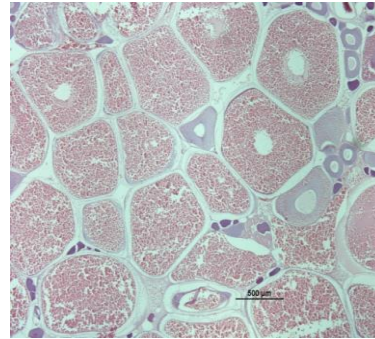
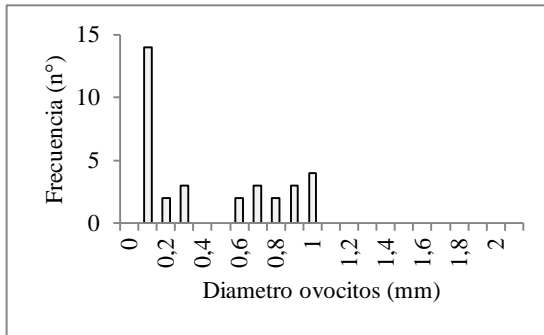
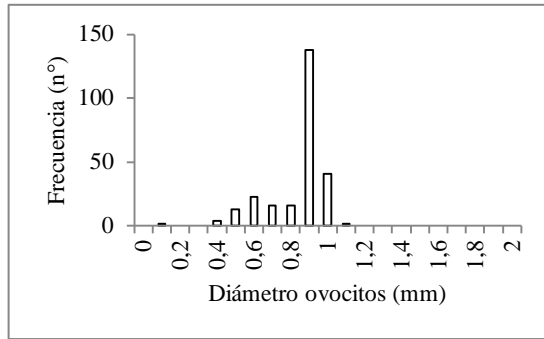


Figura 1. Ejemplar NEV – 87. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

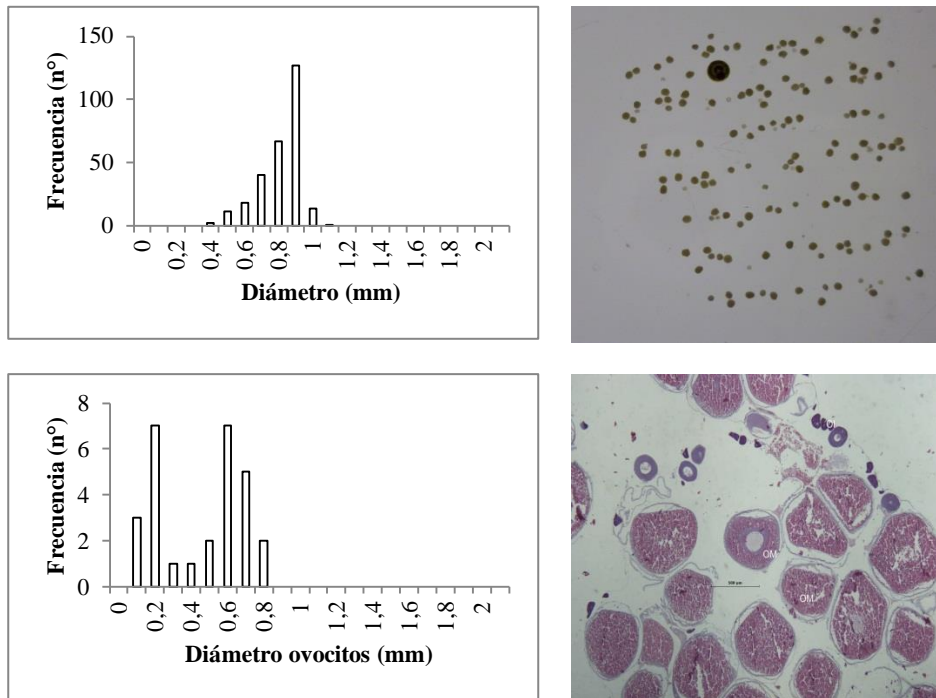


Figura 2. Ejemplar BJA- 51. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

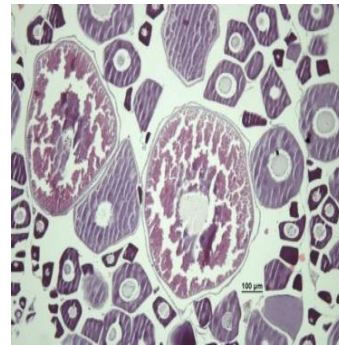
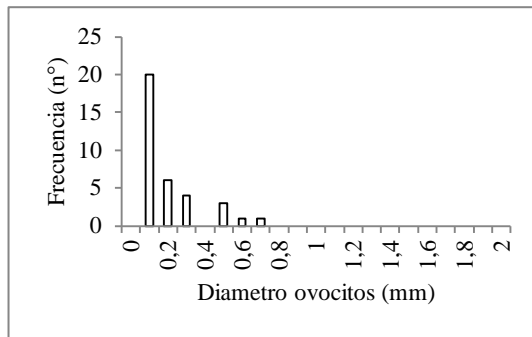
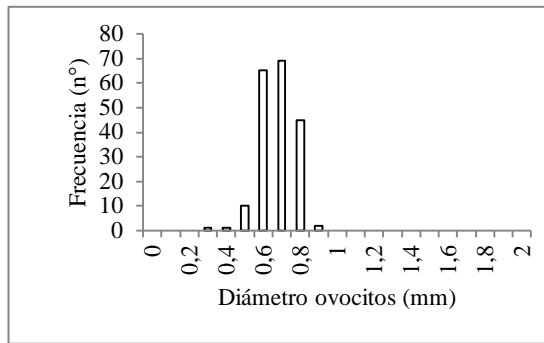


Figura 3. Ejemplar BJA- 345. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

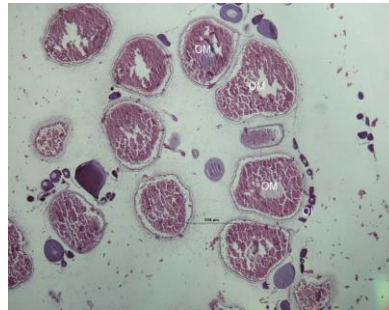
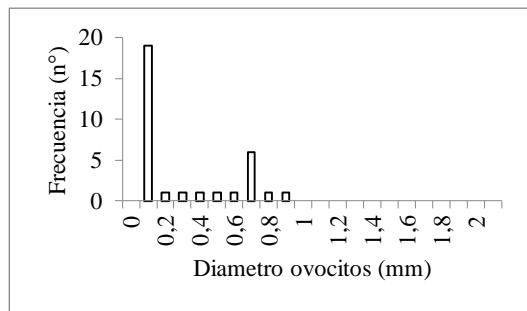
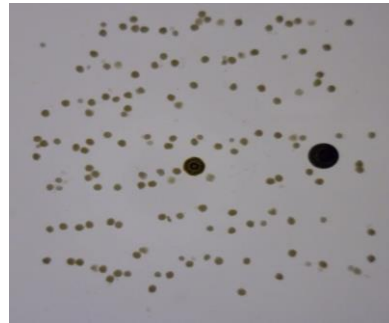
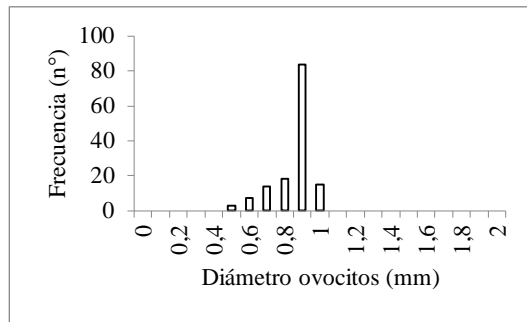


Figura 4. Ejemplar NCH – 17. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.

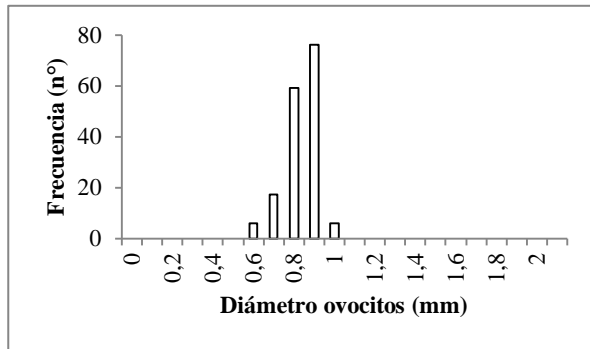


Figura 5. Ejemplar NCH – 35. (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos.

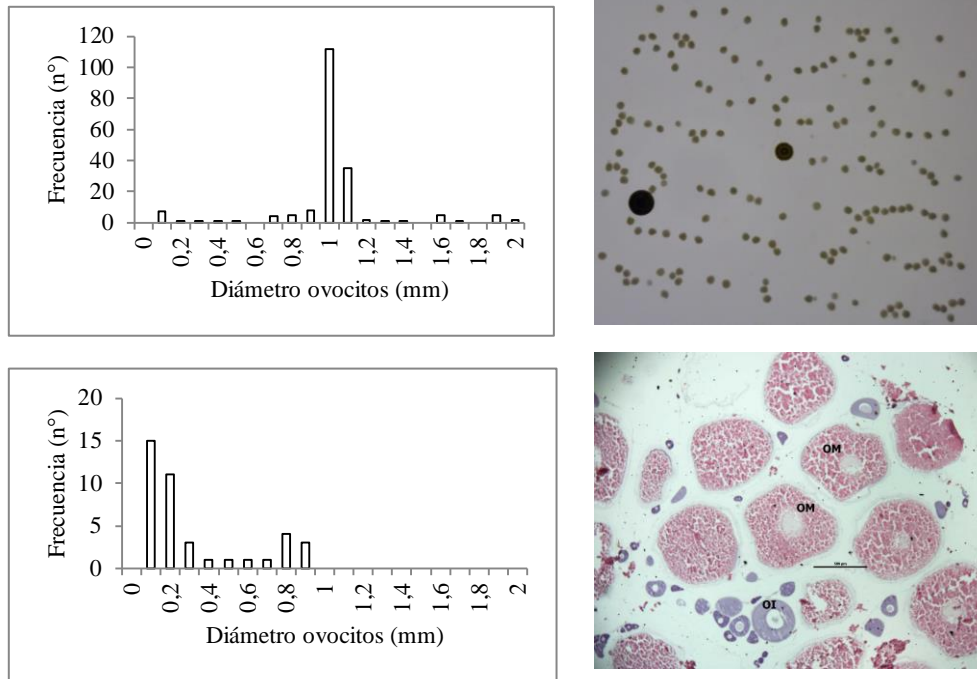


Figura 6. Ejemplar NCH – 152. Ejemplar con dudas de su clasificación taxonómica (a) Distribución de los diámetros de los ovocitos producto del conteo directo; (b) Foto del conteo directo de los ovocitos; (c). Distribución de los diámetros de los ovocitos realizados desde el corte histológico y (d). Fotografía del corte histológico realizado a la muestra de gónada para determinar madurez de los ovocitos.