

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA CACHEGUA *Trachelyopterus insignis*  
(STEINDACHNER, 1878) EN LA CIÉNAGA DE AYAPEL, COLOMBIA



LUIS EDUARDO LÓPEZ ÁLVAREZ  
YHAN CARLOS BENAVIDES MORALES

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ACUÍCOLAS  
PROGRAMA DE ACUICULTURA  
MONTERÍA, MARZO 2021

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LA CACHEGUA *Trachelyopterus insignis*  
(STEINDACHNER, 1878) EN LA CIÉNAGA DE AYAPEL, COLOMBIA

LUIS EDUARDO LÓPEZ ÁLVAREZ  
YHAN CARLOS BENAVIDES MORALES

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para  
optar al título de Profesional en Acuicultura

Directores

FREDYS F. SEGURA GUEVARA, Prof. en Acuicultura, M. Sc.  
CHARLES W. OLAYA NIETO, M. Sc.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ACUÍCOLAS  
PROGRAMA DE ACUICULTURA  
MONTERÍA, MARZO 2021

El jurado calificador del trabajo no será responsable de las ideas emitidas por el autor (Artículo 46, Acuerdo 006 del 29 de mayo/1979 del Consejo Superior).

Nota de aceptación

---

---

Samir Brú Cordero, Prof. en Acuicultura; M. Sc.  
Jurado

---

Luis C. Mendoza, Prof. en Acuicultura, M. Sc. [c.]  
Jurado

Montería, marzo 2021

## DEDICATORIA

Principalmente, agradecido con Dios, por la vida, el don de la sabiduría y por darme la oportunidad de vivir esta etapa en mi vida y compartirla con las personas que más quiero.

A mis padres, Lina Mireya y Jairo Yaid, y mis hermanos Valentina y Elkin Yaid, por su apoyo constante y por haber confiado siempre en mí.

A mi pareja, Yessica Andrea, por su humildad para caminar conmigo en esta historia universitaria.

A mi familia y amigos, que contribuyeron en mi proceso de formación de una u otra forma.

Bendiciones para todos, y que el amor brille por siempre en sus corazones.

*Luis Eduardo*

## DEDICATORIA

A Dios, por la fuerza de voluntad que me otorga a diario.

A mi madre Honelia quien, con la ayuda de Fabio, me dio apoyo motivacional y económico para ser una mejor persona y poder materializar este sueño.

A mis hermanos, Mileydis, Isaith y Estefany, por creer siempre en mí.

A mis tíos, Atanacia y Jairo, quienes dieron todo por cuidar de mis hermanos y de mí cuando apenas éramos unos niños.

A mi padre Reyes, por sus buenos consejos acerca de cómo afrontar la vida.

En general, a los amigos que me apoyaron siempre en las buenos y malos momentos.

Que JÀH VÈH los bendiga a todos.

*Yhan Carlos*

## AGRADECIMIENTOS

A los profesores e investigadores Milena Arteaga Vega, Jesús Vargas González, Fredys F. Segura Guevara, Ángel L. Martínez González y Charles W. Olaya Nieto, por su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de grado, por creer en nosotros e inculcarnos la fuerza de voluntad necesaria para seguir adelante en este camino tan lindo.

Al Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, y a todos los compañeros del Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera (LIBP) por apoyarnos hasta alcanzar esta meta.

A los pescadores y comercializadores de pescado de la ciénaga de Ayapel, cuenca del río San Jorge.

Y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, nos apoyaron incondicionalmente en el desarrollo de este trabajo.

*Los autores*

**TABLA DE CONTENIDO**

	Pág
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 UBICACIÓN TAXONÓMICA	5
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	6
3.3 ZOOGEOGRAFÍA	6
3.4 ALIMENTACIÓN	7
3.5 REPRODUCCIÓN	8
3.6 PESQUERÍA	9
4. MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
4.2 MUESTRAS	13
4.3 MEDICIONES	14
4.4 EXTRACCIÓN DE LAS GÓNADAS	14
4.5 PROPORCIÓN SEXUAL	14
4.6 ÍNDICES DE MADUREZ SEXUAL	15
4.6.1 Índice gonadosomático (IGS1)	15
4.6.2 Índice gonadosomático corregido (IGS2)	15
4.6.3 Índice gonadal (IG)	15
4.7 TALLAS DE MADUREZ SEXUAL (TMM)	15
4.8 DIÁMETRO DE OVOCITOS MADUROS	16
4.9 ÉPOCA DE DESOVE	17



4.10	FECUNDIDAD	17
4.11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1	PROPORCIÓN SEXUAL	20
5.2	ÍNDICES DE MADUREZ SEXUAL	23
5.3	ÉPOCA DE DESOVE	27
5.4	TALLAS DE MADUREZ SEXUAL	29
5.5	DIÁMETRO DE OVOCITOS MADUROS	32
5.6	FECUNDIDAD	33
6.	CONCLUSIONES	37
7.	BIBLIOGRAFÍA	38

## LISTA DE TABLAS

	Pág
1. Composición mensual de individuos de Cachagua <i>Trachelyopterus insignis</i> recolectados en la ciénaga de Ayapel, cuenca del San Jorge. Año 2013.	19
2. Proporción sexual a la talla de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	22
3. Composición de los estadios de madurez gonadal de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	24
4. Número mensual de los estadios de madurez gonadal de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	25
5. Índices de madurez sexual de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	25
6. Valores promedios del índice de madurez sexual de hembras y machos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	29

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
1. Cachagua <i>Trachelyopterus insignis</i> (Steindachner, 1878). Fuente: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera (LIBP). Universidad de Córdoba. 2013.	5
2. Localización y descripción del área de estudio. Fuente: Neotrópicos.org. 2015.	12
3. Distribución de frecuencia de tallas de Cachagua en la ciénaga de Ayapel. Año 2013.	20
4. Distribución de frecuencia de pesos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel. Año 2013.	21
5. Proporción sexual mensual de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	22
6. Índices de madurez sexual de hembras de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	26
7. Índices de madurez sexual de machos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	27
8. Época de desove de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	28
9. Talla media de madurez sexual de hembras de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	31
10. Talla media de madurez sexual de machos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	31
11. Talla media de madurez sexual de sexos combinados de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	32
12. Frecuencia de diámetro de ovocitos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	33
13. Frecuencia de diámetro de ovocitos maduros de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	34
14. Ovario maduro de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	34
15. Relación peso ovarios-fecundidad de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.	35

## RESUMEN

Para estudiar la biología reproductiva de la Cachagua *Trachelyopterus insignis* en la ciénaga de Ayapel, cuenca del río San Jorge, Colombia, se recolectaron 403 individuos entre enero y diciembre 2013 cuyas tallas y pesos oscilaron entre 11.8-27.1 (19.0 ± 2.7) cm de longitud total (LT) y 17.0-250 (86.4 ± 38.3) g de peso total (WT). Las gónadas se preservaron en solución de Gilson, aplicándose la escala de Vazzoler (1996) para determinar los estados de madurez de los ovarios. La proporción sexual global se estimó con la ecuación de Wenner (1972) y la proporción sexual a la talla con la técnica de Holden & Raitt (1975), aplicándose la prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ). Los índices de madurez se estimaron con la metodología de Vazzoler et al. (1989), Tresierra & Culquichicón (1995) y Vazzoler (1996), la talla media de madurez sexual se estimó con la metodología de Sparre & Venema (1997), el diámetro de los ovocitos maduros se midió con un ocular micrométrico y la fecundidad se estimó con el método Gravimétrico (Laevastu, 1980; Tresierra & Culquichicón, 1993). De los individuos recolectados 274 fueron hembras y 129 machos, cuya proporción sexual hembra: macho fue 2.1:1, diferente a lo esperado, 1:1 ( $X^2$ : 52.171;  $p < 0.05$ ; 1 gl); observándose que las hembras crecen más, presentando dimorfismo sexual a la talla al encontrarse estadísticamente predominio sobre los machos. Los resultados alcanzados sugieren que la Cachagua es un pez con desarrollo ovocitario en varios lotes que permiten desoves en la mayor parte del año entre marzo y diciembre e independientes de los niveles de agua de la ciénaga de Ayapel, talla media de madurez sexual de 19.1 cm LT, ovocitos grandes con 1460  $\mu\text{m}$  y baja fecundidad promedio por desove de 1288 ovocitos, asociada al peso de los ovarios, cuya ecuación es  $F = 459.14 WO^{0.51}$ ,  $r = 0.93$ ,  $n = 26$ .

Palabras claves: Madurez sexual, Época de desove, Fecundidad, Conservación, Cuenca del río San Jorge.

## 1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Magdalena, incluye a las cuencas de los ríos San Jorge y Cauca, y otros cauces de menor importancia. En la cuenca del San Jorge existen varias ciénagas, de las cuales la más importante es la ciénaga de Ayapel (Olaya-Nieto et al., 2016), la cual -como su nombre lo indica- está ubicada en el municipio de Ayapel, que pertenece al Departamento de Córdoba.

Dicho cuerpo de agua, que hace parte del sistema de humedales y zonas inundables de la depresión Momposina, es una planicie aluvial que cumple una función ambiental importante al moderar los regímenes hidrológicos de las áreas tributarias de los ríos San Jorge y Cauca, así como de varios caños y quebradas que le vierten sus caudales. Se localiza en la parte suroccidental de dicha depresión Momposina y colinda por el norte con la subregión de La Mojana, con la cual se articula tanto en lo físico como en lo económico (Aguilera, 2011).

La ciénaga alberga una amplia variedad de especies de flora y fauna y es un lugar de paso para diversas especies migratorias de peces (Aguilera, 2011) y también residentes, con especial importancia para la supervivencia de peces como Bocachico *Prochilodus magdalenae*, Chango *Cynopotamus magdalenae*, Mojarra amarilla *Caquetaia kraussii*, Moncholo *Hoplias malabaricus* y Cachegua *Trachelyopterus insignis*, especies que son objeto de la actividad pesquera comercial o de subsistencia (Olaya-Nieto et al., 2016).

La Cachagua es un pequeño bagre perteneciente a la familia Auchenipteridae, que al igual que otros peces nativos de las cuencas del San Jorge y Magdalena, ha sido poco estudiado al tener poca importancia comercial en la cuenca Magdalena (Olaya-Nieto et al., 2016), por lo que en la actualidad es muy precaria la información biológica básica publicada o inédita en torno a su crecimiento, mortalidad, preferencias y hábitos alimentarios, biología reproductiva, reproducción en cautiverio, tanto en la Costa Caribe como en el país (Chacón & Gómez, 2015); aunque, su comportamiento pasivo y vistoso en acuarios permite confirmar la importancia de su potencial para su explotación como pez ornamental por su pequeño tamaño y capacidad para convivir en grupos de su misma especie o con diferentes grupos de peces de menor tamaño (Arroyo, 2012).

Sin embargo, es una de las especies de peces que ha sido -y es- importante en la base del sustento de las comunidades de pescadores más deprimidas de la cuenca del San Jorge y del Magdalena (Olaya-Nieto et al., 2016), puesto que es objeto de la actividad pesquera de subsistencia, y de la cual se tiene poca información sobre sus aspectos biológicos y ecológicos, similar a la cuenca del Sinú (De Hoyos, 2008; Olaya-Nieto et al., 2012).

En la década actual, sus desembarcos en la cuenca del río Magdalena han sido alternantes, aunque se infiere que hay subregistros en la información recolectada y/o procesada. Solo aporta el 0.16% (6.86 t) del total desembarcado en el año 2013, disminuyendo a 0.05% (3.05 t) en el 2014, aumentando a 0.14% (7.23 t) en el 2015, decreciendo a 0.09% (1.94 t), 0.04% (0.8 t) y 0.01% (0.16 t) en los años

2016, 2017 y 2018, respectivamente (SEPEC, 2013, 2014a, 2014b; De la Hoz-M et al., 2015, 2016, 2017, 2018).

Los estudios sobre la biología básica de los peces son importantes para el manejo de las especies y pueden ayudar a predecir su comportamiento en otros ecosistemas (Maia et al., 2013). La evaluación de las etapas de maduración gonadal y su frecuencia durante el año es importante para entender el comportamiento reproductivo de una especie en su hábitat, y el análisis de los índices biológicos relacionados con la reproducción permite a los investigadores descubrir la forma en que los peces usan los recursos ambientales y la energía (Carvalho et al., 2009). Por esto, los estudios de fecundidad son muy importantes para el manejo y conservación de las poblaciones de peces, aunque hay una gran escasez de datos de fecundidad para muchas especies (McCarthy et al. 2008).

Es así como el desconocimiento de parámetros tan importantes como la talla media de captura y la talla de madurez sexual de una especie, caso de la Cachagua, es una seria limitante para la comprensión de su ciclo de vida, para su conservación y el manejo de su pesquería en la cuenca (Chacón & Gómez, 2015); por lo que el estudio de su biología reproductiva en la ciénaga de Ayapel, Colombia, ofrece información básica sobre su biología y ecología, como contribución al estado del conocimiento de la especie, a su conservación en el medio natural y al ordenamiento de su pesquería apuntando a la seguridad alimentaria de los pescadores y sus familias.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar la biología reproductiva de la Cachagua *Trachelyopterus insignis* en la ciénaga de Ayapel, cuenca del río San Jorge, Colombia.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar su proporción sexual, sus índices de madurez gonadal, la época de reproducción y las tallas de madurez sexual.
- Establecer el tamaño de los ovocitos maduros y la fecundidad por desove.
- Relacionar los índices de madurez gonadal con el ciclo hidrológico de la ciénaga.



### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 UBICACIÓN TAXONÓMICA

Se siguen las claves de Dahl (1971):

Reino: Animalia  
Phylum: Chordata  
Sub Phylum: Vertebrata  
Superclase: Gnathostomata  
Clase: Osteichthyes  
Subclase: Actinopterygii  
División: Teleostomorpha  
Subdivisión: Teleostei  
Superorden: Ostariophysii  
Orden: Siluriformes  
Familia: Auchenipteridae  
Género: *Trachelyopterus*  
Especie: *Trachelyopterus insignis*

Conocido como Cachagua (Figura 1), Antena, Apretón, Barbudo de piedra, Perico (Dahl & Medem, 1964; Dahl, 1971), Doncella vieja (Dahl, 1963) y Capitanejo.



Figura 1. Cachagua *Trachelyopterus insignis* (Steindachner, 1878).  
Fuente: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera (LIBP).  
Universidad de Córdoba. 2013.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE**

La familia Auchenipteridae está conformada por un grupo de bagres de pequeño a mediano tamaño endémicos del Neotrópico, siendo fácilmente reconocida por la combinación de caracteres como cuerpo sin placas óseas, región dorsal del cuerpo entre la cabeza y el inicio de la aleta dorsal cubierta con placas óseas que están unidas y fácilmente visibles debajo de una piel delgada; barbillón nasal ausente, pequeña aleta dorsal adiposa raramente ausente; ojo cubierto con tejido adiposo y sin anillo orbital distinguible. Posee internamente un número de rasgos osteológicos especialmente en el cráneo y vértebras anteriores que sirven como base para lanzar la hipótesis de que las especies forman un grupo natural (Ferraris, 2003). Son peces que poseen un par de barbicelos maxilares, osificados en los machos, y dos pares mentonianos más cortos (Galvis et al., 1997).

La Cachagua es un pez de cuero, cuerpo comprimido, cabeza corta, ancha, con mandíbula inferior un poco más larga que la superior, hábitos gregarios diurnos (Olaya-Nieto et al., 2016), la espina de la aleta dorsal es recta y más corta en las hembras, en los cuales tiene forma de “S” y con aserraciones, al igual que la espinas de las aletas pectorales; y presenta una pequeña aleta adiposa en el último tercio del cuerpo (Olaya-Nieto et al., 2004, 2014).

### **3.3 ZOOGEOGRAFÍA**

La familia Auchenipteridae está ampliamente distribuida en América del Sur, con una o más especies en todas las cuencas de los grandes ríos al este de los Andes, las del Caribe trasandino, y una especie en la del Pacífico panameño, sin

reportarse para las cuencas del Pacífico norteamericano; casi todas son dulceacuícolas, excepto una especie que es comúnmente encontrada en aguas estuarinas (Ferraris, 2003), como la Cachegua en la cuenca del Magdalena (Chacón & Gómez, 2015), conocida como Perico en la cuenca del Sinú y en el embalse de Urrá (Dahl, 1971; Olaya-Nieto et al., 2004), en donde ha sido reportada dentro de las 42 especies reofílicas y residentes o sedentarias que habitan dicho cuerpo de agua (Valderrama et al., 2002, 2006).

### **3.4 ALIMENTACIÓN**

Gómez-Romero et al. (2015) y Olaya-Nieto et al. (2016) estudiaron sus hábitos alimentarios en la ciénaga de Ayapel, cuenca del río San Jorge, encontrando coeficiente de vacuidad del 29.5%, con la mayoría de las presas medio digeridas e identifican cinco grupos alimentarios: Peces, Restos vegetales, Insectos, Detritos y Otros. Peces fue el grupo más frecuente, más abundante y con mayor composición por peso con 61.6, 39.5 y 45.1%, respectivamente, y con secundaria importancia relativa (IIR =27.8%) dentro de la dieta de la especie. Concluyen que la Cachegua presenta un espectro trófico amplio, lo que sugiere que su dieta es omnívora con tendencia carnívora, conservando sus preferencias alimentarias a la par de su crecimiento durante el año de estudio, correlacionada con el ciclo hidrológico de la ciénaga.

Peinado & Machado (2007) estudiaron sus hábitos alimentarios en el río Sinú, en donde encontraron coeficiente de vacuidad del 21.1%, la mayoría de las presas medio digeridas (73.1%) y cuatro ítems alimentarios: Material vegetal; Peces,

conformado por *Cocobolo Andinoacara pulcher*, *Mayupa Sternopygus macrurus*, *Mojarra amarilla Caquetaia kraussii*, *Sardina Astyanax sp.* y *Yalúa Cyphocharax magdalenae*; Insectos y Otros. Material vegetal y Peces fueron los más frecuentes (64.5 y 56.6%) y abundantes (36.8 y 28.1%), respectivamente; mientras que Peces alcanzó la mayor composición por peso (53.8%) y fue la presa más importante en la dieta (IIR =30.5%) y los demás grupos alimentarios fueron presas ocasionales, considerándola una especie omnívora con tendencia carnívora.

En la ciénaga de Cachimbero, cuenca media del río Magdalena (Colombia), se colectaron 65 individuos de la especie en estudio, los cuales presentaron un espectro trófico variado, consumiendo al menos 12 grupos diferentes de animales asociados al sistema acuático y terrestre, siendo su alimento principal los odonatos y hemípteros, y –ocasionalmente- semillas de gramíneas y fragmentos de sistema radicular de las macrófitas (López-Casas & Jiménez-Segura, 2004), siendo catalogada como omnívora por Jiménez et al. (2011), mientras que en el río Cesar es ubicada como carnívora (Corpocesar, 2011).

### **3.5 REPRODUCCIÓN**

Los Aucheniptéridos son los únicos bagres en los que todas sus especies tienen fecundación interna (Ferraris, 2003). La Cachagua presenta dimorfismo sexual en la aleta dorsal, la cual es aserrada y con forma de “S” en los machos, con presencia de pseudopene o gonopodio (Galvis et al., 1997; Olaya-Nieto et al., 2004, 2016).

Ramírez-Ramos et al. (2006) y Ramírez & Saleme (2008) estudiaron la biología reproductiva del Perico en el río Sinú, reportando proporción sexual hembra:macho de 1.9:1, diferente a lo esperado. La talla media de madurez sexual fue estimada en 15.2 cm LT para sexos combinados, el diámetro de ovocitos fue 1450 µm, período de reproducción que se prolonga entre marzo y diciembre con desoves parciales y fecundidad promedio por desove estimada en 1034 ovocitos.

En la ciénaga de Cachimbero, la población presenta proporción sexual H: M de 1:1. El índice gonadosomático fluctuó estacionalmente tanto para hembras como para machos, presentándose los valores más elevados en el período de aguas bajas, y no se encontró diferencia estacional en el índice hepatosomático entre hembras y machos (López-Casas & Jiménez-Segura, 2004). En dicha ciénaga, según Jiménez et al. (2011), cuando el nivel de las aguas es bajo, pero ya comienzan las lluvias, se observa alguna actividad reproductiva en la Cachegua, especie cuyo período de desove se mantiene durante los niveles más altos. En el río Quito, cuenca del río Atrato, Rengifo-Parra et al. (2009) estimaron talla media de madurez sexual de 19 y 20 cm LT para hembras y machos, respectivamente, con fecundidad de 6435 ovocitos.

### **3.6 PESQUERÍA**

En la ciénaga de Ayapel, río San Jorge y en la cuenca del Magdalena, es capturada con atarraya, trasmallo y línea de mano (Olaya-Nieto et al., 2016), similar a como se captura en la cuenca del río Sinú (Olaya-Nieto et al., 2004). No es una especie comercialmente importante en la pesquería de la cuenca

Magdalena, oscilando entre 6.86 t (0.16%) de la captura total desembarcada durante el año 2013 (SEPEC, 2013) y 0.01% (0.16 t) en el 2018 (De la Hoz-M et al., 2018). Además, no se conocen reportes sobre su talla media de captura (TMC) en la citada cuenca.

Martínez-González et al. (2017) estimaron la relación longitud total-peso total para sexos combinados de la especie en la ciénaga de Ayapel, con la siguiente ecuación:  $WT = 0.008 (\pm 0.12) LT^{3.12 (\pm 0.09)}$ ,  $r = 0.96$ ,  $n = 403$ , con talla media de captura de 19.2 cm LT y coeficiente anual de crecimiento alométrico positivo, el cual osciló entre 2.74 (febrero) y 3.74 (agosto).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La cuenca del río San Jorge se ubica al noroccidente de Colombia entre los departamentos de Antioquia, Córdoba, Sucre y Bolívar, adicionalmente hace parte del sector conocido como la región de La Mojana, caracterizada por ser una amplia zona de humedales, resultado de la interacción entre los afluentes de los ríos San Jorge, Cauca y Magdalena. Nace en Ituango, departamento de Antioquia, en el Alto Yolombó, entre las cotas 3500 y 3200 m.s.n.m. y desemboca en el Brazo de Loba, río Magdalena, departamento de Bolívar, entre los corregimientos San Nicolás y Piñalito. El área de su cuenca hidrográfica dentro del contexto regional es de aproximadamente 1752284 Ha (CVS-Fonade, 2004).

En los departamentos de Sucre y Bolívar se caracteriza por desplegarse y mantener una continua comunicación con las ciénagas Cuenca, Peinado, San Marcos, Boquete, Cispataca, de Santiago, Los Palitos, Moguán y Tasajeras hasta desembocar en el Brazo de Loba. En el departamento de Córdoba su cuenca hidrográfica presenta dos secciones: la del cauce principal al sur del departamento y al norte del departamento la de los afluentes que nacen en la divisoria de aguas con el Sinú y que desembocan en las ciénagas del departamento de Sucre con un área aproximada de 974124.9 Ha dentro del departamento de Córdoba y que corresponden a cerca del 55.2% del área total de la cuenca.

El cauce principal del San Jorge cursa una trayectoria de aproximadamente 347.3 km desde su nacimiento en Antioquia, entrando a Córdoba en la cota 600 m. s.n.m. en cercanías del caserío Badillo y saliendo de él, en el caserío Sehebe, corregimiento Cecilia del municipio de Ayapel (Figura 2), y presenta cuatro tramos bien definidos: alto San Jorge, medio San Jorge, bajo San Jorge y la ciénaga de Ayapel (CVS-Fonade, 2004).

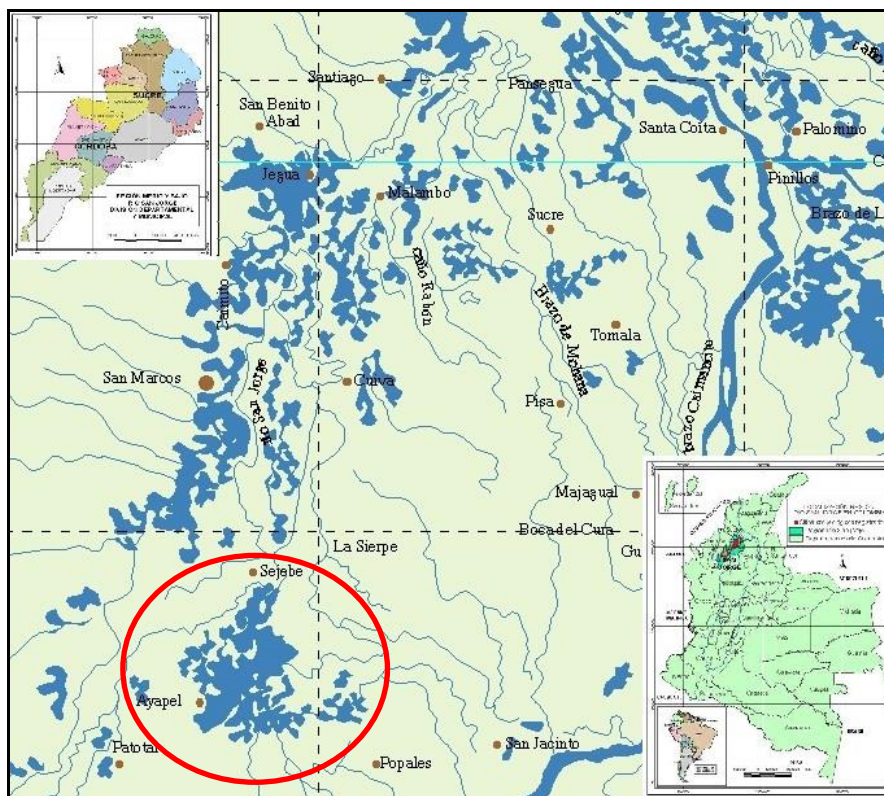


Figura 2. Localización y descripción del área de estudio.  
Fuente: Neotrópicos.org. 2015.

La ciénaga de Ayapel se encuentra ubicada en la parte baja de la cuenca del San Jorge en jurisdicción del Municipio de Ayapel en el Departamento de Córdoba, a los 8° 18' 57" latitud Norte y 75° 08' 44" longitud Oeste, a 22 m.s.n.m., con un espejo de agua promedio de 37.600 hectáreas, aunque la información arrojada por



la imagen de satélite Landsat reporta un área aproximada de 8600 Ha. Dentro de sus principales tributarios se encuentran el caño Barro, caño San Matías, quebrada Escobillas, caño Muñoz y la quebrada Quebradona.

Registra un rango de precipitación promedio multianual del orden de los 2300 a 2500 mm y un tipo de clima que varía de ligeramente húmedo a moderadamente húmedo en dirección occidente oriente. En época seca presenta profundidades de 50 a 80 cm en partes bajas y de 2.0 a 3.0 metros en las partes más profundas. En épocas de lluvias, la profundidad máxima de la ciénaga oscila entre 5.0 y 7.0 m. Es el cuerpo de agua más importante en toda la cuenca del San Jorge, hace parte del complejo cenagoso de la región de La Mojana y funciona como plano inundable y de amortiguación natural, almacenando los excesos producidos por desbordamientos del San Jorge y del Cauca (CVS-Fonade, 2004).

## **4.2 MUESTRAS**

La toma de la información básica fue realizada en la ciénaga de Ayapel, cuenca del río San Jorge, mediante muestreos mensuales entre enero y diciembre de 2013, utilizando atarraya y trasmallo como artes de pesca, por el Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP y en el marco del proyecto de investigación “Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales de la cuenca del río San Jorge-Fase II”, identificado con el Código FMV-06-11, el cual fue financiado por la Universidad de Córdoba. Parte de las muestras fue colectada por el laboratorio y el resto por los pescadores en las faenas que efectúan en el área de estudio y cedidas al laboratorio.

### **4.3 MEDICIONES**

A cada individuo se le tomó longitud total (LT) y longitud estándar (LS), al milímetro más cercano con un ictiómetro graduado en mm (IK2, Aquatic Biotechnology, España) y el peso total (WT) al gramo más cercano con una balanza eléctrica Ohaus con capacidad de 5000 ±1 g (CS 5000, Ohaus Corporation, USA). Los ejemplares recolectados se conservaron refrigerados en neveras de poliuretano de 142 litros de capacidad (Marine Cooler 2A75, Rubbermaid, USA) para ser transportados al Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera de la Universidad de Córdoba, en Lórica.

### **4.4 EXTRACCIÓN DE LAS GÓNADAS**

Los peces se evisceraron y las gónadas se separaron del resto de órganos, se pesaron en una balanza eléctrica de 1500 ± 0.01 g de capacidad (Adventurer, Ohaus Corporation, USA) y se conservaron en solución de Gilson. Para facilitar su tabulación y análisis, se registró la fecha, sitio de captura, arte de pesca utilizado, peso eviscerado, sexo, peso de las gónadas, número de la muestra y estado de madurez sexual o gonadal de los ovarios, de acuerdo con la escala de Vazzoler (1996): (I) inmaduros o vírgenes, (II) madurando, (III) maduros y (IV) desovados.

### **4.5. PROPORCIÓN SEXUAL**

La proporción sexual total y mensual se estimó con la ecuación de (Wenner, 1972): % machos =  $100 * (Nm/Nt)$ , en donde,

Nm es el número de machos

Nt es el número total de individuos

La proporción sexual a la talla se estimó con la técnica de (Holden & Raitt, 1975), utilizándose intervalos de talla de 2 cm.

#### **4.6. ÍNDICES DE MADUREZ SEXUAL**

##### **4.6.1. Índice gonadosomático (IGS1)**

$IGS1 = 100 * WG/WT$  (Vazzoler et al., 1989; Tresierra & Culquichicón, 1995), en donde,

WG es el peso de las gónadas

WT es el peso total del pez

##### **4.6.2. Índice gonadosomático corregido (IGS2)**

$IGS2 = 100 * WG/WE$  (Vazzoler et al., 1989; Tresierra & Culquichicón, 1995), en donde,

WE es el peso eviscerado del pez

##### **4.6.3. Índice gonadal (IG)**

$IG = WG/LT^b$  (Vazzoler, 1996), en donde,

LT es la talla total del pez

b es el coeficiente de crecimiento de la regresión longitud-peso. Se utilizó 13500 como factor de corrección para efectos de comparaciones con IGS1 e IGS2.

#### **4.7. TALLAS DE MADUREZ SEXUAL (TMM)**

La talla de madurez sexual, para hembras, machos y sexos combinados, se estimó utilizando la metodología propuesta por (Sparre & Venema, 1997):

- Se estableció una tabla de frecuencia absoluta con 10 intervalos de clase
- Se calculó la frecuencia relativa (FR)
- Se calculó la frecuencia relativa acumulada (FRA)
- Se aplicó el logaritmo natural a cada frecuencia relativa acumulada
- Se estimaron los valores de la curva logística con la ecuación:  $FRA = 1/(1+EXP(a-bx))$  y se ubicaron en el plano cartesiano, uniendo los puntos.
- Se trazó una línea paralela al eje de la abscisa que cortara en el valor correspondiente al 50% de la frecuencia relativa acumulada. En el punto en que la línea cortó la curva sigmoide se proyectó una vertical que indica el valor correspondiente a la talla media de madurez sexual.

Analíticamente, se estimó la regresión lineal entre el intervalo de clase (x) y el logaritmo natural de la frecuencia relativa acumulada (y). La TMM se obtuvo con la ecuación  $a/b$ , valores ofrecidos por la regresión lineal (cambiándole el signo).

#### **4.8. DIÁMETRO DE LOS OVOCITOS MADUROS**

Con un ocular micrométrico se midió el diámetro de ovocitos procedentes de diferentes muestras del año de estudio, seleccionadas al azar, correspondientes a los cuatro estados de madurez asignados, a quienes se les estableció su distribución de frecuencia de diámetro para observar y seleccionar los ovocitos maduros, que fueron los que se utilizaron en las estimaciones de fecundidad.

#### **4.9. ÉPOCA DE DESOVE**

La época de desove se estimó teniendo en cuenta el análisis macroscópico de las gónadas (hembras y machos), la colecta de hembras y machos en estado de madurez II, III y IV durante los diferentes meses del estudio, sus índices de madurez sexual en el tiempo, las diferencias estadísticas significativas encontradas entre los cuatro estados de madurez sexual asignados para cada sexo y el diámetro de los ovocitos maduros.

#### **4.10. FECUNDIDAD**

Se estudiaron 26 ovarios procedentes de hembras en estado de madurez sexual III, correspondientes a diferentes meses del año de estudio. Se tomaron submuestras de cada uno de ellos (0.15-0.25 g) para estimar la fecundidad promedio por desove (F), aplicando el método gravimétrico (Laevastu, 1980; Tresierra & Culquichicón, 1993, 1995) con la siguiente ecuación:

$F = nG/g$ , en donde,

n es el número de ovocitos en la muestra

G es el peso de todos los ovocitos

g es el peso de la muestra

#### **4.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó estadística descriptiva expresando las variables como promedio  $\pm$  desviación estándar. Se estimaron los coeficientes de correlación para la ecuación de fecundidad. Para comprobar si la proporción sexual estimada se ajustaba a la esperada, se aplicó el test estadístico Chi-cuadrado (Zar, 1996). También se aplicó

el Análisis de varianza de una vía para evaluar los cambios de los promedios de los índices estimados para hembras y machos en cada estado de madurez durante el ciclo reproductivo. Cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) se aplicó el test de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 403 individuos capturados entre enero y diciembre de 2013, cuyas tallas y peso totales fluctuaron entre 11.8-27.1 ( $19.0 \pm 2.7$ ) cm LT, 9.5-22.1 ( $15.5 \pm 2.4$ ) cm LS y 17.0-250 ( $86.4 \pm 38.3$ ) g, de los cuales 274 fueron hembras y 129 machos (Tabla 1).

Tabla 1. Composición mensual de individuos de Cachagua *Trachelyopterus insignis* recolectados en la ciénaga de Ayapel, cuenca del San Jorge. Año 2013.

Mes	Hembras	(%)	Machos	(%)	Total (n)
Enero	32	59.3	22	40.7	54
Febrero	43	87.8	6	12.2	49
Marzo	31	79.5	8	20.5	39
Abril	32	84.2	6	15.8	38
Mayo	34	87.2	5	12.8	39
Junio	24	80.0	6	20.0	30
Julio	7	43.8	9	56.2	16
Agosto	12	54.5	10	45.5	22
Septiembre	18	64.3	10	35.7	28
Octubre	15	71.4	6	28.6	21
Noviembre	11	42.3	15	57.7	26
Diciembre	15	36.6	26	63.4	41
<b>Total</b>	<b>274</b>		<b>129</b>		<b>403</b>

Las tallas y los pesos totales mínimos y máximos fueron registrados en septiembre. Dichas talles son mayores que las informadas por Olaya-Nieto et al., 2004; Ramírez & Saleme, 2008 para el Perico (= Cachagua) en la cuenca baja del río Sinú (11.4-23.1 cm LT) y por Olaya-Nieto et al., 2012 en el embalse de Urrá (8.1-26.5 cm LT); aunque su rango es menor que el del último trabajo citado. Su distribución de frecuencias presenta una curva normal con intervalos de clase entre 12.0 y 28.0 cm LT con talla media de captura de 19.2 cm LT (Figura 3). La

distribución de frecuencia de pesos muestra una curva con intervalos de clase entre 20.0 y 260.0 g con peso medio de captura de 86.7 g (Figura 4).

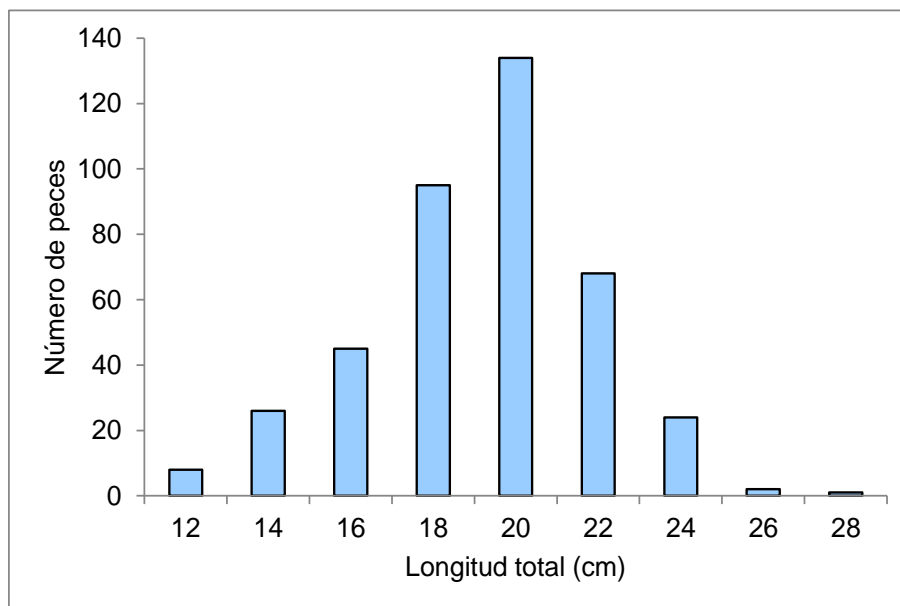


Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas de Cachagua en la ciénaga de Ayapel. Año 2013.

### 5.1. PROPORCIÓN SEXUAL

La proporción sexual total hembra: macho observada fue 2.1:1, diferente a lo esperado, 1:1 ( $X^2$ : 52.171;  $p < 0.05$ ; 1 gl), aunque similar a la reportada por Olaya-Nieto et al., 2004 y Ramírez-Ramos et al., 2006 (1.9H: 1M) y muy diferente a la observada por López-Casas & Jiménez-Segura, 2004 en la ciénaga de Cachimbero (1H: 1M) y por Olaya-Nieto et al., 2012 para la misma especie en el embalse de Urrá (1H: 1.1M). En Brasil, Sousa et al. (2016), Roriz Lemes et al. (2016) y Garcia et al. (2019) encontraron proporción sexual de 1H: 1M, 1.5H: 1M y 1H: 2M, respectivamente, para el congénere *T. galeatus*; mientras que Maia et al. (2013) informaron proporción sexual de 1.5H: 1.M para otro congénere, *T. lucenai*.



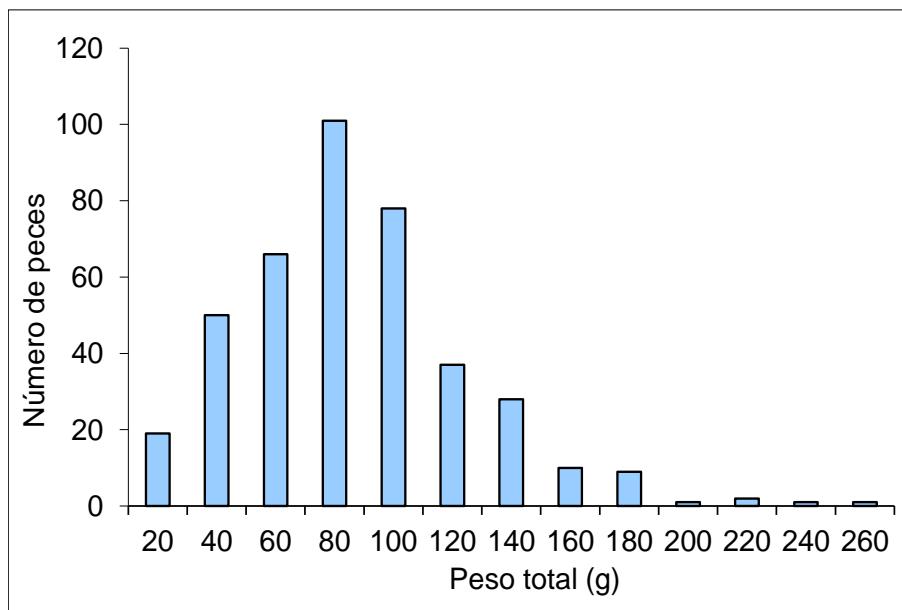


Figura 4. Distribución de frecuencia de pesos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel. Año 2013.

La proporción sexual mensual hembra: macho se presenta en la Figura 5; con diferencias estadísticas significativas en seis meses del año de estudio (febrero, marzo, abril, mayo, junio y octubre), en donde fue diferente a lo esperado. Se observó que la proporción sexual hembra: macho a la talla depende de las clases de tallas analizadas. En el intervalo de tallas menor (11.0-13.0) cm LT solo se observaron individuos machos (0:8), en las dos clases de tallas subsiguientes 13.0 a 17.0 cm LT la proporción sexual también fue favorable a los machos, bastante alta y con diferencias estadísticas significativas (1:3.7,  $X^2$ : 11.838;  $p < 0.05$ ; 1 gl).

Entre las clases 17.0 a 25.0 cm LT la proporción sexual presentó valor similar a la anterior pero a favor de las hembras, también con diferencias estadísticas significativas (3.9:1,  $X^2$ : 56.824;  $p < 0.05$ ; 1 gl); mientras que de 25.0 cm LT en adelante solo se recolectaron individuos hembras, en donde se hace más evidente

la diferencia de tallas entre sexos, lo que sugiere que las hembras crecen más que los machos, y que hay dimorfismo sexual a la talla al encontrarse estadísticamente predominio de las hembras sobre los machos (Tabla 2). Resultados que concuerdan con lo reportado por Olaya-Nieto et al. (2004) y Ramírez & Saleme (2006) en el bajo río Sinú y Olaya-Nieto et al., 2012 en el embalse de Urrá.

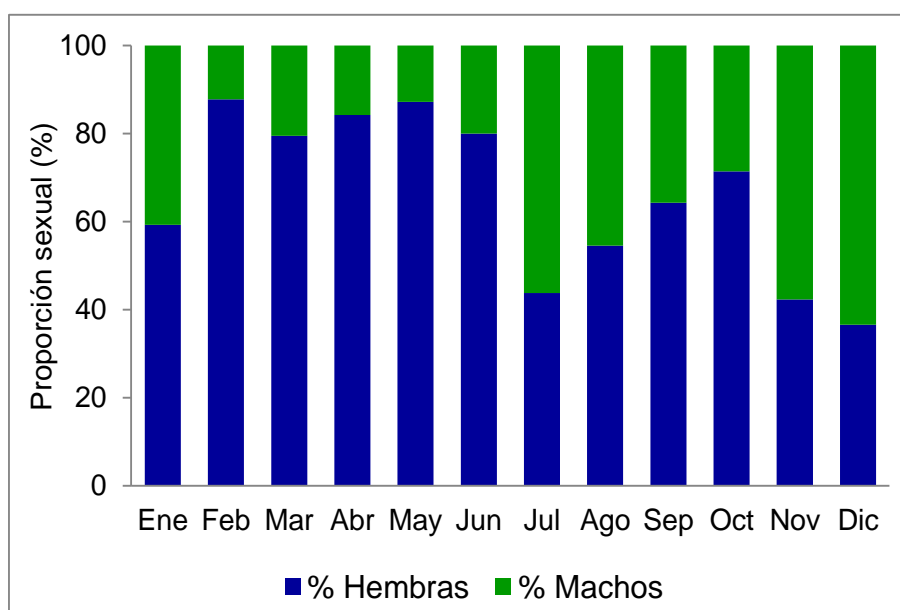


Figura 5. Proporción sexual mensual de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

Tabla 2. Proporción sexual a la talla de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

Talla (cm LT)	Hembras	Hembras (%)	Machos	Machos (%)	H : M	X <sup>2</sup> (Obs.)	X <sup>2</sup> (Tab.)
11.0 - 13.0	0	0.0	8	100.0	-	4.000	3.841
13.0 - 15.0	1	3.8	25	96.2	1:25	11.077	3.841
15.0 - 17.0	14	31.1	31	68.9	1:2.2	3.211	3.841
17.0 - 19.0	63	66.3	32	33.7	2:1	5.058	3.841
19.0 - 21.0	113	84.3	21	15.7	5.4:1	31.582	3.841
21.0 - 23.0	57	83.8	11	16.2	5.2:1	15.559	3.841
23.0 - 25.0	23	95.8	1	4.2	23:1	10.083	3.841
25.0 - 27.0	2	100.0	0	0.0	-	0.250	3.841
27.0 - 29.0	1	100.0	0	0.0	-	0.500	3.841

En Brasil, Maia et al. (2013) reportaron diferencias estadísticas significativas a favor de las hembras en las tallas menores de *T. lucenai* (12:3,  $X^2$ : 5.400;  $p < 0.05$ ; 1 gl), mientras que Roriz Lemes et al. (2016) observaron que las hembras de *T. galeatus* fueron más abundantes que los machos en todas las clases de talla. Sin embargo, los machos alcanzan tallas mayores que las hembras en *T. galeatus* (Sousa et al., 2016), en *T. lucenai* (Maia et al., 2013) y en *T. coriaceus* (Trindade et al., 2014); mientras que Roriz Lemes et al. (2016) encontraron lo contrario en *T. galeatus*.

Nikolsky (1969) considera que la proporción entre sexos a diferentes edades de la especie es variable, lo que refleja su interacción con el medio ambiente, y sugiere que la estructura por sexos está relacionada con el suministro de alimentos, lo que en condiciones óptimas conduce a una mayor frecuencia de hembras, lo que se observó en los trabajos antes citados. Por su parte, Raposo & Gurgel (2001) afirman que, analizando los resultados sobre la proporción sexual de una población, se puede deducir si se está produciendo un crecimiento o no, puesto que una mayor frecuencia de hembras significa una respuesta de la población a las condiciones favorables ofrecidas por el ambiente.

## **5.2. ÍNDICES DE MADUREZ SEXUAL**

En la Tabla 3 se observa que el número de hembras inmaduras o vírgenes fue de 151 individuos (55.1%) y el de machos 108 individuos (83.7%), lo que sugiere que en total casi dos de cada tres individuos estaba en el estado de madurez sexual I

(n =259, 64.3%). Ramírez & Saleme (2006) encontraron 45.7% de individuos inmaduros o vírgenes, valor 40% menor al estimado en este trabajo.

Tabla 3. Composición de los estadios de madurez gonadal de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

<b>ESTADOS</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>TOTAL</b>
Hembras	151	63	40	20	274
Machos	108	5	15	1	129
<b>Total</b>	<b>259</b>	<b>68</b>	<b>55</b>	<b>21</b>	<b>403</b>

La recolección de ejemplares hembras maduras (estado de madurez III) se dio en ocho meses del estudio (excepto enero, marzo, julio y noviembre), con mayor número de individuos en septiembre (14 ind.) y octubre (10 ind.) y de ejemplares desovados (estado de madurez IV) en nueve meses del estudio (excepto julio, octubre y diciembre) con mayor número individuos en junio (5 ind.) y enero y abril (3 ind.) (Tabla 4). Para machos se recolectaron individuos maduros en siete meses del año (excepto enero, febrero, marzo, julio y diciembre), con mayor número en abril y agosto (4 ind. c/u), e individuos espermiados solo en diciembre con 1 ind. (Tabla 4).

Las estimaciones anuales, así como su promedio  $\pm$  desviación estándar, del Índice gonadosomático 1 (IGS1), Índice gonadosomático 2 (IGS2) e Índice gonadal (IG) para hembras, machos y sexos combinados se muestran en la Tabla 5. Además, se presentan las variaciones mensuales de dichos índices de madurez sexual para hembras (Figura 6) y machos (Figura 7).

Tabla 4. Número mensual de los estadios de madurez gonadal de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

Mes	Hembras					Machos				
	EM I	EM II	EM III	EM IV	Total	EM I	EM II	EM III	EM IV	Total
Enero	27	2	0	3	32	19	3	0	0	22
Febrero	36	5	1	1	43	6	0	0	0	6
Marzo	20	9	0	2	31	7	1	0	0	8
Abril	10	13	6	3	32	2	0	4	0	6
Mayo	18	12	2	2	34	2	0	3	0	5
Junio	12	6	1	5	24	5	0	1	0	6
Julio	4	3	0	0	7	9	0	0	0	9
Agosto	4	2	5	1	12	5	1	4	0	10
Septiembre	1	2	14	1	18	9	0	1	0	10
Octubre	1	4	10	0	15	5	0	1	0	6
Noviembre	7	2	0	2	11	14	0	1	0	15
Diciembre	11	3	1	0	15	25	0	0	1	26
<b>Total</b>	<b>151</b>	<b>63</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>274</b>	<b>108</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>129</b>

Tabla 5. Índices de madurez sexual de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

SEXO	ÍNDICE	VALORES ESTIMADOS		
		Rango Anual	Promedio Anual	Desviación estándar
<b>HEMBRAS</b>	IGS 1	0.200 - 13.615	1.574	2.466
	IGS 2	0.230 - 16.949	1.958	3.169
	IG	1.548 E <sup>-5</sup> - 0.001	0.0001	0.0002
<b>MACHOS</b>	IGS 1	0.005 - 3.657	0.398	0.755
	IGS 2	0.005 - 4.000	0.469	0.879
	IG	5.265 E <sup>-7</sup> - 0.0003	0.00003	0.00007
<b>TOTAL</b>	IGS 1	0.005 - 13.615	1.197	2.418
	IGS 2	0.005 - 16.949	1.481	2.748
	IG	4.647 E <sup>-7</sup> - 0.001	0.0001	0.0002

Para hembras en estado de madurez gonadal III, el IGS1 osciló entre 3.541 y 13.615%, con promedio de 6.803%; para machos fluctuó entre 0.333 y 3.657%, con promedio de 2.211%; y para sexos combinados osciló entre 0.333 y 13.615%, con promedio de 5.551%. A nivel mensual, para sexos combinados en estado de madurez gonadal III, este índice fluctuó entre 0% (febrero, marzo y julio) y 7.651% (octubre), observándose valores alternantes mientras el nivel del río San Jorge aumentaba paulatinamente entre marzo y agosto. Ramírez & Saleme (2006) estimaron en 14.18% y 6.68% el IGS1 máximo para hembras y machos, respectivamente, valores 4.1 y 82.7% mayores a los reportados en este trabajo. Santos (2019) reportó 11.65% y 9.75% para hembras y machos, respectivamente, de *T. galeatus*, valores menores (16.9%) y mayor (166.6%) que los estimados en este trabajo.

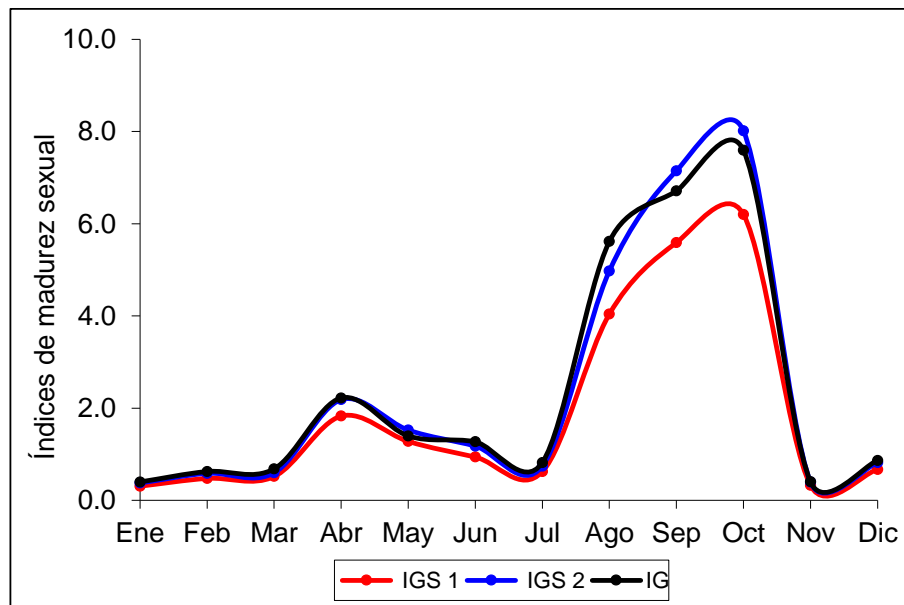


Figura 6. Índices de madurez sexual de hembras de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

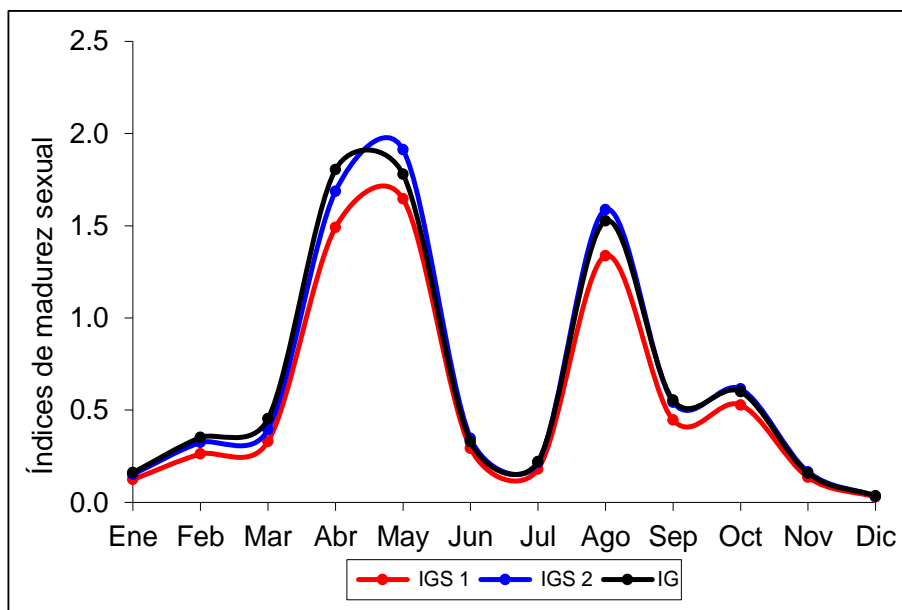


Figura 7. Índices de madurez sexual de machos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

Como se esperaba, los índices de madurez sexual alcanzaron sus valores más altos en el estado III, encontrándose diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre este estado con los otros tres en el IGS 1, el IGS 2 y el IG, tanto para hembras como para machos (Tabla 6).

### 5.3. ÉPOCA DE DESOVE

Se encontraron hembras maduras y desovadas en ocho y nueve meses del estudio, respectivamente, tanto en aguas bajas, como ascendentes, altas y descendentes del ciclo hidrológico del río San Jorge; y machos maduros en siete meses, excepto en aguas descendentes, con comportamiento similar en las curvas para cada sexo, con desoves en la mayor parte del año, entre marzo y diciembre, con picos reproductivos en abril y octubre para hembras y abril-mayo y agosto para machos (Figura 8).

Tabla 6. Valores promedios del índice de madurez sexual de hembras y machos de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

Estado de madurez	n	IGS1 ± DS	IGS2 ± DS	IG ± DS
I	151	0.316 ± 0.082 a	0.377 ± 0.095 a	0.0001 ± 0.00003 a
II	63	1.536 ± 0.977 b	1.836 ± 1.183 b	0.00006 ± 0.00003 b
III	40	6.803 ± 2.526 c	8.649 ± 3.412 c	0.0003 ± 0.0001 c
IV	20	0.727 ± 0.499 a	0.890 ± 0.612 a	0.0002 ± 0.0001 a

Estado de madurez	n	IGS1	IGS2	IG
I	108	0.143 ± 0.129 a	0.173 ± 0.157 a	0.00001 ± 0.00001 a
II	5	0.532 ± 0.641 b	0.640 ± 0.767 b	0.00003 ± 0.00003 b
III	15	2.211 ± 0.962 c	2.575 ± 1.121 c	0.001 ± 0.0005 c
IV	1	0.016 ± 0.000 d	0.020 ± 0.000 d	0.0000009 ± 0.000 d

n = número de individuos por estado de madurez del ciclo reproductivo. Valores con letras iguales en la misma columna son estadísticamente similares.

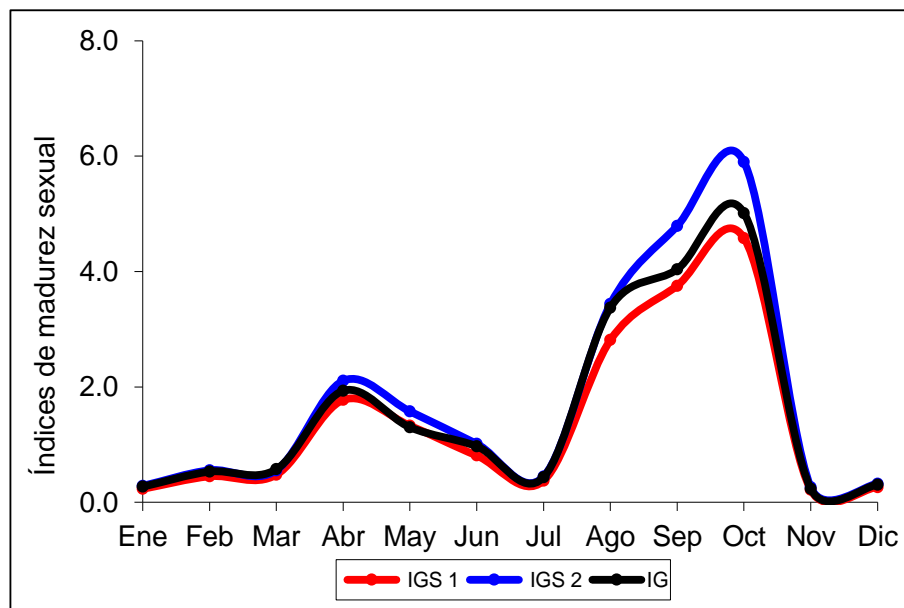


Figura 8. Época de desove de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.



Lo anterior sugiere que la Cachagua es un pez con desove parcial con época o período reproductivo prolongado durante el año y que su reproducción no está sujeta o influenciada por los niveles de la ciénaga de Ayapel, cuerpo de agua en que habita, concordando con Olaya-Nieto et al. (2004), Ramírez-Ramos et al. (2006) y Valderrama et al. (2003), quienes informan que sus desoves ocurren durante todo el año en el embalse de Urrá, cuenca del río Sinú, con picos reproductivos en julio y agosto.

En Brasil, Santos et al. (2013) afirman que *T. galeatus* se caracteriza por presentar desarrollo asincrónico de los ovocitos, desoves en lotes múltiples, baja fecundidad, huevos adherentes y lento desarrollo embrionario; así mismo, Roriz Lemes et al. (2016) plantean que un largo período reproductivo y la ocurrencia de desoves en casi todos los meses confirman a la especie como un reproductor parcial; lo que concuerda con lo descrito para la Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

Además, Normando et al. (2014) reportan que el tipo de desove parcial es el mecanismo por el cual ciertas especies aumentan el número de ovocitos producidos durante su ciclo reproductivo, y es común en los peces teleósteos neotropicales, pues tener varias etapas durante el mismo ciclo reproductivo es una estrategia para reducir la competencia entre las hembras de la misma población.

#### **5.4. TALLAS DE MADUREZ SEXUAL**

Las tallas de inicio de madurez sexual (TIM) encontradas, es decir, el individuo más joven o de menor tamaño, fueron 13.5 y 12.4 cm LT (10.5 y 10.1 cm LS) para

hembras y machos, respectivamente, tallas similares a los 10.4 y 10.0 cm LS reportados por Ramírez & Saleme (2008). La talla media de madurez sexual (TMM) fue estimada en 19.9, 16.1 y 19.1 cm LT (16.5, 13.3 y 15.9 cm LS) para hembras (Figura 9), machos (Figura 10) y sexos combinados (Figura 11), con el 49.6% (n =200) de los peces capturado por debajo de la TMM, lo que sugiere que la especie es explotada adecuadamente.

Dichas TMM son mayores a las estimadas por Ramírez & Saleme (2008), quienes encontraron 15.9, 13.7 y 15.2 cm LT para hembras, machos y sexos combinados aguas abajo en el río Sinú. Además, la TMM para sexos combinados es menor que la reportada en el embalse de Urrá (18.3 cm LS) por Valderrama et al. (2003); y la TMM de hembras es mayor que la estimada por Rengifo-Parra et al. (2009) para la especie en el río Quito, cuenca del Atrato (19.0 cm LT). Cabe anotar que todos estos valores son muy diferentes a los estimados en este estudio, lo que puede deberse a las características de las áreas geográficas estudiadas, al número de individuos muestreados o a la selectividad del arte de pesca utilizado por los autores arriba citados, lo que se traduce en la captura de individuos más grandes y más pesados.

En Brasil, para hembras y machos de *T. galeatus*, Felix (2014) estimó la TMM en 10.6 y 10.8 cm LT; Santos (2019), 15.5 y 16.2 cm LT; Souza et al. (2019), 13.3 y 14.0 cm LT; mientras que Sousa et al. (2016) reportaron 10.1 cm LT para sexos combinados. Tallas muy diferentes a las obtenidas en este trabajo.

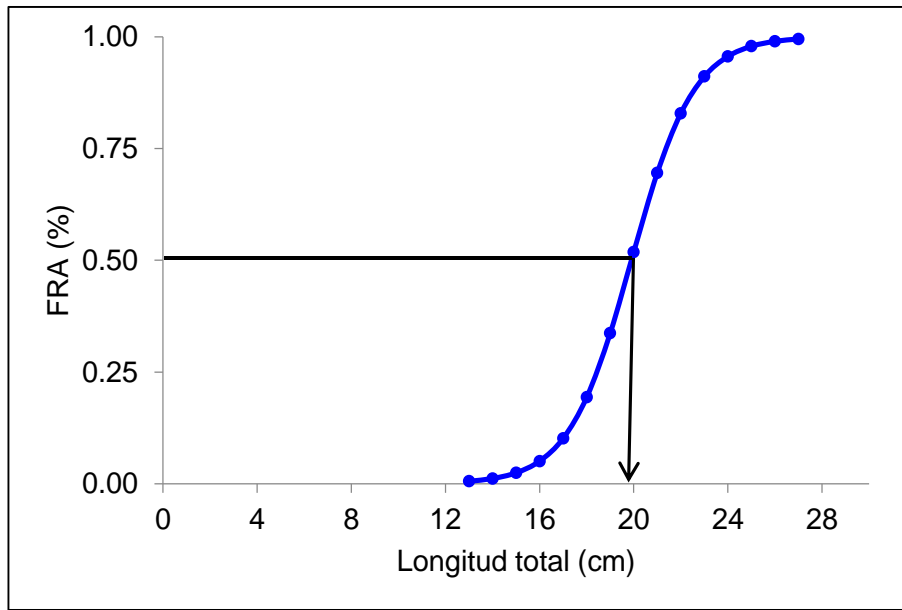


Figura 9. Talla media de madurez sexual de hembras de Cachegua en la ciénaga de Ayapel.

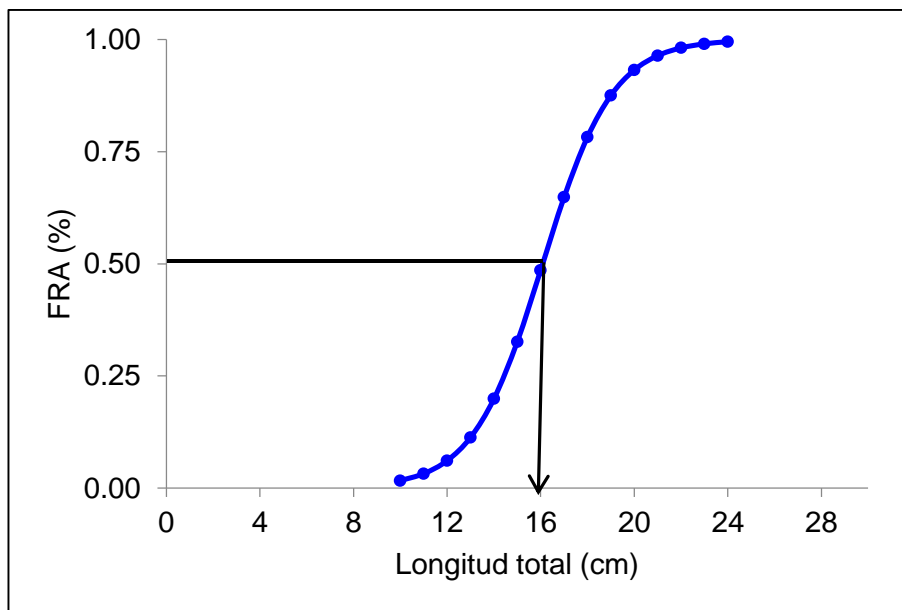


Figura 10. Talla media de madurez sexual de machos de Cachegua en la ciénaga de Ayapel.

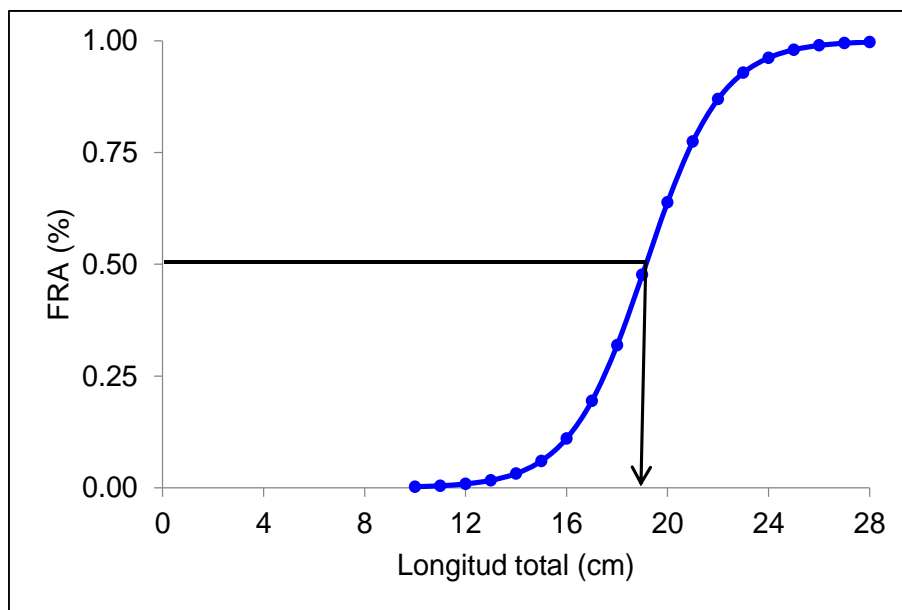


Figura 11. Talla media de madurez sexual de sexos combinados de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

### 5.5. DIÁMETRO DE LOS OVOCITOS MADUROS

El diámetro o tamaño de los ovocitos fluctuó entre 512 y 1664 ( $1223 \pm 215$ )  $\mu\text{m}$ , encontrándose que hay varios lotes de ovocitos, maduros e inmaduros, tal y como se observa en la Figura 12. Los ovocitos maduros son grandes y su diámetro osciló entre 1344 y 1664  $\mu\text{m}$ , con promedio de 1460 ( $\pm 80$ )  $\mu\text{m}$  (Figura 13), valor similar al diámetro reportado por Ramírez & Saleme, 2008 (1450  $\mu\text{m}$ ). En Brasil, Vazzoler (1996) informó diámetro promedio de ovocitos de 1620  $\mu\text{m}$  para *T. galeatus*; así como para otras especies de la familia Auchenipteridae con un modo reproductivo similar a la Cachagua, como *Ageneiosus militaris* y *A. ucayalensis*, que tienen incluso ovocitos más grandes: 1740 y 1850  $\mu\text{m}$ , respectivamente.

El mayor diámetro del ovocito puede estar relacionado con el modo reproductivo de *T. galeatus*, pez que presenta fertilización interna, por lo que dicho diámetro

parece estar asociado con su estrategia reproductiva, según Sanches et al. (1999); lo que se puede hacerse extensivo a la especie en estudio. Suzuki (1992) confirmó esta tendencia, en donde las especies con ovocitos de diámetros mayores a 1.50 mm presentan alguna estrategia para la protección de sus huevos.

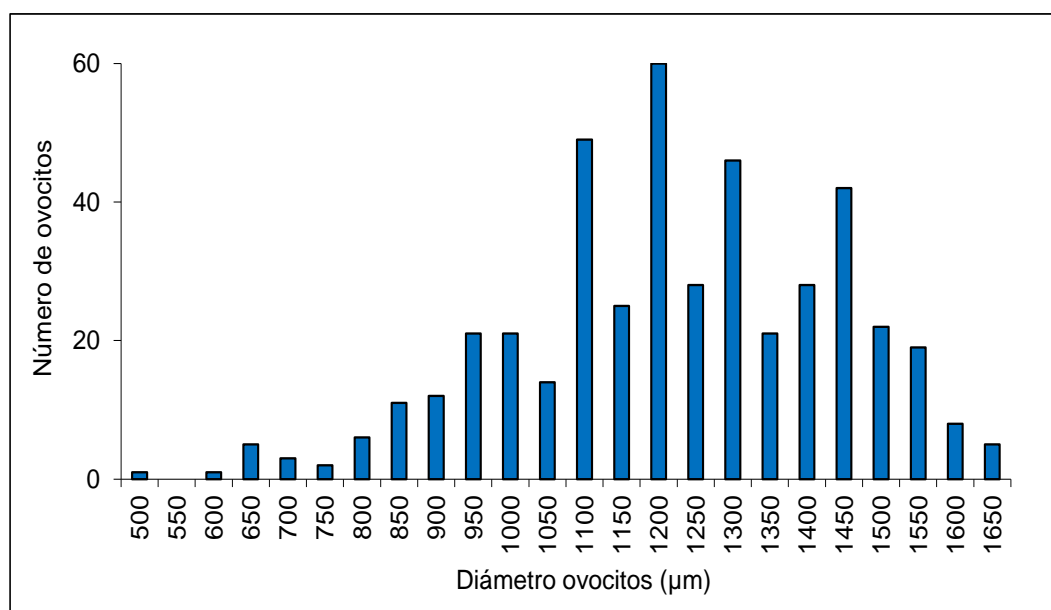


Figura 12. Frecuencia de diámetro de ovocitos de Cachegua en la ciénaga de Ayapel.

## 5.6. FECUNDIDAD

Las tallas, pesos totales y pesos de los ovarios de las hembras en estado de madurez sexual III (Figura 14) oscilaron entre 16.0-27.1 ( $21.5 \pm 2.3$ ) cm LT, 46.0-250.0 ( $127.7 \pm 47.5$ ) g y 1.610-21.200 ( $8.124 \pm 5.3$ ) g, respectivamente. La fecundidad promedio por desove fue estimada en  $1288 \pm 524$  ovocitos, la cual fluctuó entre 503 ovocitos (19.9 cm LT, 103.0 g) y 2999 ovocitos (22.2 cm LT, 170.0 g) y cuya ecuación fue:  $F = 459.14 WO^{0.51}$ ,  $r = 0.93$ ,  $n = 26$  (Figura 15), con alto coeficiente de correlación, estadísticamente significativo al 95% de confianza.

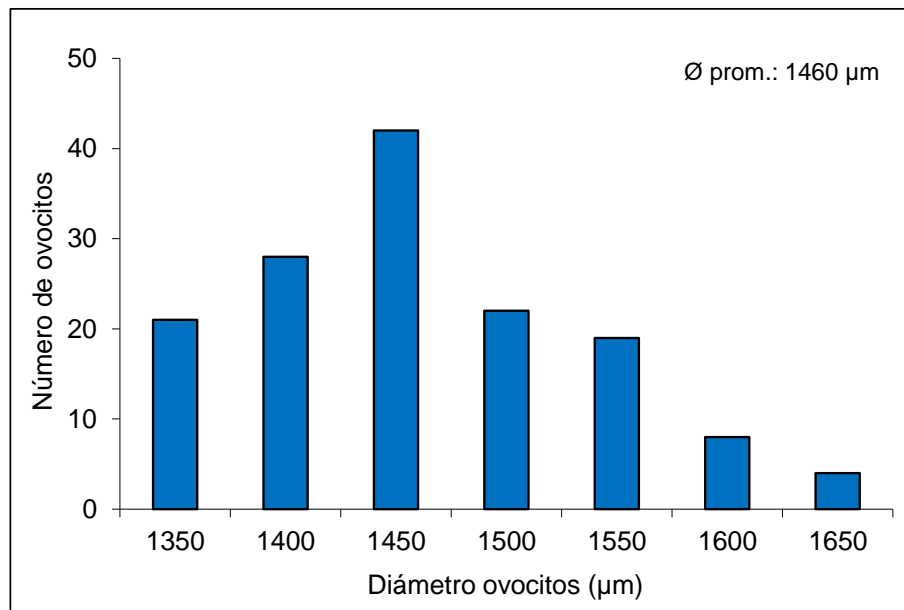


Figura 13. Frecuencia de diámetro de ovocitos maduros de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.



Figura 14. Ovario maduro de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

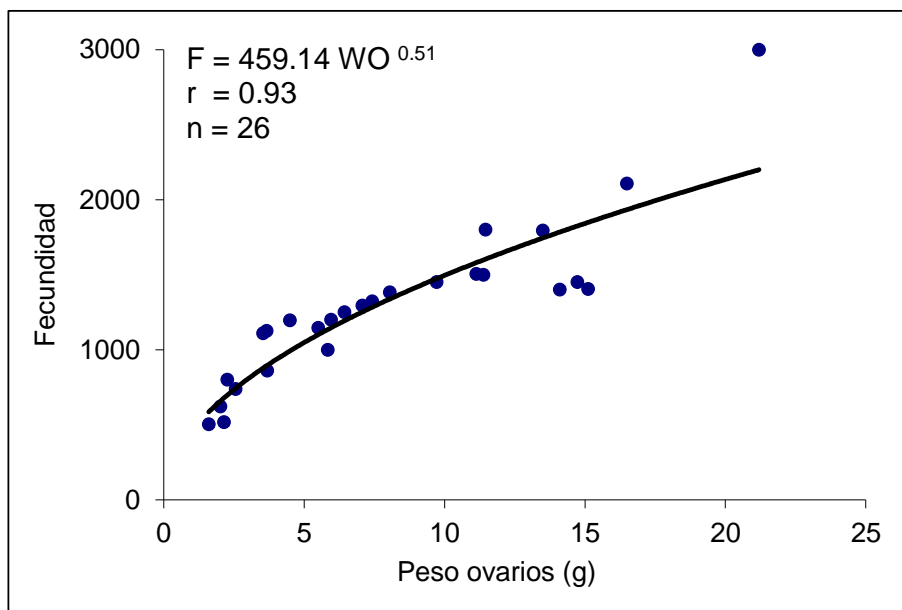


Figura 15. Relación peso ovarios-fecundidad de Cachagua en la ciénaga de Ayapel.

La fecundidad promedio por desove estimada en este trabajo es 25% mayor que la reportada en Colombia por Ramírez & Saleme, 2008 (1034 ovocitos). En Brasil, Santos et al. (2013) encontraron que la fecundidad de *T. galeatus* osciló entre 1505 y 4651 ovocitos, afirmando que es mucho menor que la de otros bagres neotropicales, mientras que Maia et al. (2013) informaron que la fecundidad media para la misma especie fue de 1536 ovocitos por desove, pez del que Sanches et al. (1999) también reportan baja fecundidad, y concuerdan con Blaxter (1988) en que el tamaño del ovocito y la fecundidad tienden a ser inversamente proporcionales en numerosas especies de peces.

En general, la Cachagua es un pez con proporción sexual H:M de 2.1:1, diferente a lo esperado, las hembras alcanzan mayores longitudes que los machos, presentan desarrollo ovocitario en varios lotes que permiten desoves en la mayor

parte del año, entre marzo y diciembre e independientes de los niveles de agua de la ciénaga de Ayapel, talla media de madurez sexual de 19.1 cm LT, ovocitos grandes con 1460  $\mu\text{m}$  y baja fecundidad promedio por desove de 1288 ovocitos, asociada al peso de los ovarios.



## 6. CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados en este trabajo permiten concluir lo siguiente:

- La proporción sexual hembra: macho observada para la Cachegua en la ciénaga de Ayapel fue diferente a lo esperado, y se observó dimorfismo sexual a la talla, similar a lo reportado para la especie en la cuenca baja del río Sinú.
- Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el estado de madurez sexual III con los otros tres estados asignados, tanto en el índice gonadosomático 1, índice gonadosomático 2 y el índice gonadal.
- La talla media de madurez sexual estimada para hembras, machos y sexos combinados es mucho mayor a la reportada para la especie en el bajo río Sinú.
- Presenta desarrollo ovocitario en varios lotes, con diámetro de los ovocitos maduros dentro de los tres más grandes de la cuenca del río San Jorge.
- El desove es parcial con época o período reproductivo prolongado durante el año y no está influenciado por los niveles de agua de la ciénaga de Ayapel.
- La fecundidad promedio por desove estimada es baja, está asociada al peso de los ovarios y es 25% mayor que la reportada para la especie en Colombia.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera MM. Ciénaga de Ayapel: riqueza en biodiversidad y recursos hídricos. En: La economía de las ciénagas del Caribe colombiano. Aguilera MM (Ed.). Colección de Economía Regional. Bogotá: Banco de la República; 2011; 136-197.

Arroyo-Segura IJ. Relaciones talla–peso y factor de condición del Perico (*Trachelypterus badeli* f.c. Dahl, 1955) en el río Sinú, Colombia. Trabajo de pregrado. Lorica: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba; 2012.

Carvalho PA, Paschoalini AL, Santos GB, Rizzo E, Bazzoli N. Reproductive biology of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characiformes) in a reservoir in southeastern Brazil. J Appl Ichthyol 2009; 25: 306-313.

Chacón R, Gómez J. Hábitos alimentarios de la Cachagua *Trachelyopterus insignis* (Steindachner, 1878) en la ciénaga de Ayapel, río San Jorge, Colombia. Trabajo de pregrado. Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Montería: Universidad de Córdoba; 2015.

Corpocesar. Caracterización e impactos ambientales por vertimientos en tramos de la cuenca media y baja del río Cesar. Valledupar: Corporación Autónoma Regional del Cesar-Corpocesar; 2011.

CVS-FONADE. Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica del río Sinú. Capítulo 1. Convenio 192026. Montería: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS)–Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE); 2004.

Dahl G. La ictiofauna del río San Jorge. En: Dahl G, Medem F, Ramos A. (eds.). El Bocachico: Contribución al estudio de su biología y de su ambiente. Bogotá: Departamento de Pesca, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú (CVM); 1963: 17-53.

Dahl G. Los peces del norte de Colombia. Bogotá: Inderena; 1971.

Dahl G, Medem F. Informe sobre la fauna acuática del río Sinú. Bogotá: Departamento de Investigaciones Ictiológicas y Faunísticas. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú-CVM; 1964.

De Hoyos I. Relaciones talla-peso y factor de condición del Perico (*Trachelypterus badeli* f.c. Dahl, 1955) en el embalse de Urrá, Colombia. Trabajo de pregrado. Lórica: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba; 2008.

De la Hoz-M J, Duarte LO, Manjarrés-Martínez L. Aspectos biológico-pesqueros de especies capturadas en aguas marinas y continentales de Colombia. Relaciones biométricas e indicadores basados en tallas. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP; 2015.

De la Hoz-M J, Manjarrés-Martínez L. Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia en los sitios y puertos pesqueros monitoreados por el SEPEC durante el período julio a diciembre de 2016. Santa Marta: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP; 2016.

De la Hoz-M J, Manjarrés-Martínez L. Estadísticas de desembarco y esfuerzo de las pesquerías artesanales e industriales de Colombia entre marzo y diciembre de 2017. Informe técnico. Santa Marta: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP, Universidad del Magdalena; 2017.

De la Hoz-M J, Duarte LO, Manjarrés-Martínez L. Análisis de las variaciones de los desembarcos pesqueros artesanales registrados en las diferentes cuencas y litorales de país durante el período julio-diciembre de 2018. Informe técnico. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP; 2018.

Felix, RTS. Biologia reprodutiva de peixes da área de influência do reservatório de Sobradinho, Bahia, Brasil. Tese de doctorado. Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2014.

Ferraris CJ Jr. Family Auchenipteridae (Driftwood catfishes). In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr. CJ. (eds.). Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Editora da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul-EDIPUCRS 2003; 470-482.

Galvis G, Mojica JI, Camargo M. Peces del Catatumbo. Bogotá: Asociación Cravo Norte; 1997.

Garcia DAZ, Vidotto-Magnoni AP, Orsi ML. Características reprodutivas de peixes invasores no rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, sul do Brasil. Neotropical Biology and Conservation 2019; 14 (4): 511–528.

Gómez-Romero JM, Chacón-Polo RT, Martínez-González AL, Segura-Guevara FF, Olaya-Nieto CW. Hábitos alimentarios de la Cachagua *Trachelyopterus insignis* (Steindachner, 1878) en la ciénaga de Ayapel, Colombia. Memorias del XIII Congreso Colombiano de Ictiología y IV Encuentro de Ictiólogos Suramericanos, Leticia. Dahlia 2017; 12: 63.

Holden MJ, Raitt DFS. Manual de ciencias pesqueras. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO Doc Téc Pesca 1975; 115: 1-211.

Jiménez LF, Arango GA, López S, Palacio J, Bermúdez AF. Ictiofauna en algunas de las ciénagas del municipio de Cimitarra, Santander (Colombia). En: Cuartas-Calle CA. (ed.). Ecología de humedales del Magdalena Medio: el caso del complejo de ciénagas de Cachimbero, Caño Negro, La Chiquita y El Encanto en Cimitarra, Santander (Colombia). Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.-ISA 2011; 120-142.

Laevastu T. Manual de métodos de biología pesquera. Zaragoza: Editorial Acribia; 1980.

López-Casas S, Jiménez-Segura LF. Dinámica trófica y reproductiva de la Cachagua, *Trachelyopterus insignis* (Steindachner, 1878) (Pisces: Auchenipteridae), en la ciénaga de Cachimbero, cuenca media del río Magdalena, Colombia. VI Seminario Colombiano de Limnología. Montería: Neolimnos 2004; 73.

Maia R, Artioli LGS, Hartz SM. Diet and reproductive dynamics of *Trachelyopterus lucenai* (Siluriformes: Auchenipteridae) in subtropical coastal lagoons in southern Brazil. *Zoologia* 2013; 30 (3): 255–265.

Martínez-González AL, Segura-Guevara FF, Olaya-Nieto CW. Relación longitud- peso de la Cachagua *Trachelyopterus insignis* (Steindachner, 1878) en la ciénaga de Ayapel, Colombia. Memorias del XIII Congreso Colombiano de Ictiología y IV Encuentro de Ictiólogos Suramericanos, Leticia. *Dahlia* 2017; 12: 112.

McCarthy JL, Friedland KD, Brodziak J. Enhancement of image-based fecundity methods: gravimetric sampling at sea and safer sample preservation. *Fish Res* 2008; 93:47–53.

Nikolsky GV. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Edinburgh: Oliver and Boyd; 1969.

Normando F, Santiago K, Gomes M, Rizzo E, Bazzoli N. Impact of the Três Marias dam on the reproduction of the forage fish *Astyanax bimaculatus* and *A. fasciatus* from the São Francisco River, downstream from the dam, southeastern Brazil. *Environ Biol Fishes* 2014; 97: 309–319.

Olaya-Nieto CW, Brú-Cordero SB, Segura-Guevara F, Tordecilla-Petro G. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales del río Sinú–Fase I. Informe final. Lórica: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Departamento de Acuicultura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba; 2004.

Olaya-Nieto CW, Segura-Guevara FF, de Hoyos-Negrete IM. Relación longitud-peso del Perico (*Trachelyopterus badeli* Dahl, 1955) en el embalse de Urrá, Colombia. *Rev Biodivers Neotrop* 2012; 2 (1): 27-36.

Olaya-Nieto CW, Segura-Guevara FF, Tordecilla-Petro G, Martínez-González ÁL. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales de la cuenca del río San Jorge–Fase II. Informe parcial. Lórica: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, 2014.

Olaya-Nieto CW, Segura-Guevara FF, Tordecilla-Petro G, Martínez-González ÁL. Estimación de los parámetros biológicos básicos de peces comerciales de la cuenca del río San Jorge–Fase II. Informe final. Lórica: Laboratorio de Investigación Biológico Pesquera-LIBP, Programa de Acuicultura, Departamento

de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba; 2016.

Peinado JJ, Machado CA. Hábitos alimenticios del Perico (*Trachelypterus badeli* f.c. Dahl, 1955) en el río Sinú, Colombia. Trabajo de pregrado. Lorica: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba; 2007.

Ramírez-Ramos Y, Sáleme-Pérez EE, Segura-Guevara FF, Brú-Cordero SB, Tordecilla-Petro G, Olaya-Nieto CW. Biología reproductiva del Perico (*Trachelypterus badeli* f.c. Dahl, 1955 en la cuenca del río Sinú, Colombia. Santa Marta: Memorias III Congreso Colombiano de Acuicultura 2006; 81.

Ramírez Y, Saleme E. Biología reproductiva del Perico (*Trachelypterus badeli* f.c. Dahl, 1955 en el río Sinú, Colombia. Trabajo de pregrado. Lorica: Programa de Acuicultura, Departamento de Ciencias Acuícolas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba; 2008.

Raposo RMC, Gurgel HCB. Estrutura populacional de *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Pisces, Serrasalminidae) da lagoa de Extremoz, estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Acta Scientiarum 2001; 23 (2): 409-414.

Rengifo-Parra YV, Ramos MY, Rivas-Lara TS, Rincón-López CE. Aspectos reproductivos de seis especies de bagres en la cuenca del río Quito (Chocó), Colombia. X Simposio Colombiano de Ictiología. II Encuentro Colombo-Venezolano de Ictiólogos. I Encuentro Suramericano de Ictiólogos. Actual Biol 2009; 31 (Supl. 1): 128-129.

Roriz Lemes DM, Vizioli B, Marcon L, Bazzoli N. Reproduction of the internal inseminator *Trachelypterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes: Auchenipteridae). J Appl Ichthyol 2016; 33 (1): 69-74.

Sanches PV, Nakatani K, Bialetzki A. Morphological description of the developmental stages of *Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766) (Siluriformes, Auchenipteridae) on the floodplain of the upper Paraná river. Rev Brasil Biol 1999; 59 (3): 429-438.

Santos LV. Biologia reprodutiva de *Trachelyopterus galeatus* (Actinopterygii: Auchenipteridae) na lagoa de Jequiá, Resex Marinha Lagoa do Jequiá, Alagoas. Monografia. Engenharia de Pesca. Penedo: Universidade Federal de Alagoas; 2019.

Santos HB, Arantes FP, Sampaio EV, Sato Y. Artificial reproduction and reproductive parameters of the internally inseminated driftwood catfish *Trachelyopterus galeatus* (Siluriformes: Auchenipteridae). Ichthyol Res 2013; 60: 142-148.

SEPEC. Boletín estadístico 2013. Servicio Estadístico Pesquero Colombiano. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP-Universidad del Magdalena; 2013.

SEPEC. Boletín estadístico enero-junio 2014. Servicio Estadístico Pesquero Colombiano. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP-Universidad del Magdalena; 2014a.

SEPEC. Boletín estadístico noviembre-diciembre 2014. Servicio Estadístico Pesquero Colombiano. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca-AUNAP-Universidad del Magdalena; 2014b.

Sousa DG, Mendes NCB, Pereira LJG, Fernandes SCP, Bentes BS. Estrutura populacional e reprodução do Anujá, *Trachelyopterus galeatus* (Linnaeus, 1766), em uma área de uso sustentável da zona costeira Amazônica. Biota Amazônia 2016; 6 (2): 41-49.



Souza ACV, Costa RS, Novaes JLC. Estimation of the length at first maturity of fish species of the Apodi/Mossoró River reservoirs in the Brazilian semi-arid region. *Acta Ichthyol Piscat* 2019; 49 (2): 195-198.

Sparre P, Venema SC. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Doc Téc Pesca 1997; 306/1 (rev.2): 1-420.

Steindachner F. Zur Fischfauna des Magdalenen-Stromes. *Anzeiger Akad Wiss Wien* 1878; 12: 88-91.

Suzuki HI. Variações na morfologia ovariana e no desenvolvimento do folículo de peixes teleósteos da bacia do rio Paraná no trecho entre a foz do rio Paranapanema e a do rio Iguaçu. Dissertação de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1992.

Tresierra AE, Culquichicón ZG. *Biología pesquera*. Concytec, Trujillo. 1993.

Tresierra AE, Culquichicón ZG. *Manual de biología pesquera*. Concytec. Trujillo. 1995.

Trindade PAA, Sá-Oliveira JC, Vasconcelos HCG, Pinto AJA. Aspectos da estrutura populacional do *Trachelyopterus coriaceus*, Amarra Tarrafa, Valenciennes, 1840 (Siluriformes, Auchenipteridae) na APA do Rio Curiaú, Estado do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia* 2014; 4 (1): 100-105.

Valderrama M. Monitoreo y estadística pesquera en la cuenca del río Sinú con participación comunitaria. Quinto año pesquero. Montería: Informe final período marzo 2001–febrero 2002 presentado a Urrá S.A. E.S.P., 2002.

Valderrama M, Garzón AC, Salas F, Rangel B, Solano D, Fadul M. Monitoreo ictiológico y pesquero del embalse de Urrá. Informe final Año 2002 presentado a Urrá S.A. E.S.P. Montería; 2003.

Valderrama M, Salas F, Solano D. Los peces y las pesquerías en el embalse de Urrá 2001-2005. Montería: Fundación Bosques y Humedales-Urrá S.A. E.S.P.; 2006.

Vazzoler AEA de M. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM. São Paulo. 1996.

Vazzoler AEA de M, Caraciolo-Malta MC, Amadio SA. Aspectos biológicos de Peixes amazônicos. XII. Indicadores quantitativos do período de desova das espécies da gênero *Semaprochilodus* (Characiformes, Prochilodontidae) do baixo rio Negro, Amazonas, Brasil. Rev Brasil Biol 1989; 49(1): 175-181.

Wenner AM. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. Amer Not 1972; 186: 321-351.

Zar JH. Biostatistical analysis. Prentice Hall Inc. New Jersey. 1996.