



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA

Coordinación de Bibliotecas

Biblioteca Digital

La presente tesis es publicada a texto completo en virtud de que el autor ha dado su autorización por escrito para la incorporación del documento a la Biblioteca Digital y al Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara, esto sin sufrir menoscabo sobre sus derechos como autor de la obra y los usos que posteriormente quiera darle a la misma.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR

DIVISIÓN DE DESARROLLO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO
SUSTENTABLE DE ZONAS COSTERAS



Ecología reproductiva de *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* en la costa sur de Jalisco, México

Tesis Presentada por el Sustentante:

C. JORGE ALBERTO ESPINOSA MENDOZA

Como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS COSTEROS Y MARINOS

**AUTLÁN DE NAVARRO, JALISCO
OCTUBRE 2022**

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR

DIVISIÓN DE DESARROLLO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO
SUSTENTABLE DE ZONAS COSTERAS



Ecología reproductiva de *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* en la costa sur de Jalisco, México

Tesis Presentada por el Sustentante:

C. JORGE ALBERTO ESPINOSA MENDOZA

Como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA Y MANEJO DE RECURSOS COSTEROS Y MARINOS

Director

Dra. Gabriela Lucano Ramírez

Asesor

Dr. Salvador Ruiz Ramírez

AUTLÁN DE NAVARRO, JALISCO
OCTUBRE 2022

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

A quien corresponda:

Por este conducto el abajo firmante, autor del Trabajo Recepcional (Tesis) titulado: "Ecología reproductiva de *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* en la costa sur de Jalisco, México", declaro que el contenido del mismo constituye un documento inédito y original por lo que cumple con los términos de originalidad a los que se hace mención en el Artículo 73 del Reglamento General de Posgrado y el Artículo 14 Fracción I del Reglamento General de Titulación de la Universidad de Guadalajara.

ATENTAMENTE

Autlán de Navarro, Jalisco, a 30 de agosto de 2022



Lic. Jorge Alberto Espinosa Mendoza
Código: 215800402

**JUNTA ACADÉMICA DE LA MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y MANEJO DE
RECURSOS COSTEROS Y MARINOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE
ZONAS COSTERAS
DIVISIÓN DE DESARROLLO REGIONAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE**

Por este medio nos permitimos informar a ustedes que habiendo revisado el trabajo de Tesis de Maestría, titulada “**Ecología reproductiva de *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* en la costa sur de Jalisco, México**”, que realizó el sustentante **Jorge Alberto Espinosa Mendoza**, con número de código 215800402, este Comité abajo firmante consideramos que el trabajo ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión, y en su caso, programación de fecha de examen de titulación respectivo.

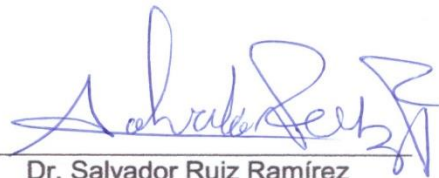
Sin otro particular agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

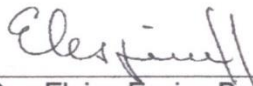
San Patricio-Melaque, Jalisco, 11 de julio de 2022



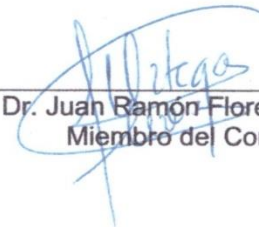
Dra. Gabriela Lucano Ramírez
Directora de Tesis
Miembro del Comité



Dr. Salvador Ruiz Ramírez
Asesor de Tesis
Miembro del Comité



Dra. Elaine Espino Barr
Miembro del Comité



Dr. Juan Ramón Flores Ortega
Miembro del Comité



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de la Costa Sur

Maestría en Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Costeros y Marinos

Ecología reproductiva de *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* en la costa sur de Jalisco, México

Por


Jorge Alberto Espinosa Mendoza

Aprobado por:



Dra. Gabriela Lucano Ramirez
Director de tesis e integrante de jurado

3 / OCTUBRE / 2022
Fecha



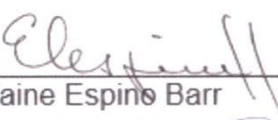
Dr. Salvador Ruiz Ramirez
Asesor de tesis e integrante de jurado

3 / octubre / 2022
Fecha



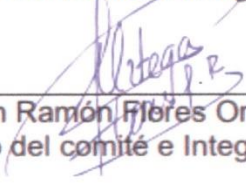
Dr. Jorge Arturo Rojo Vázquez
Miembro del comité e Integrante de jurado

03 / octubre / 2022
Fecha



Dra. Elaine Espino Barr
Miembro del comité e Integrante de jurado

03 / octubre / 2022
Fecha



Dr. Juan Ramon Flores Ortega
Miembro del comité e Integrante de jurado

03 de Octubre de 2022
Fecha

Dedicatorias

A mi madre Margarita Mendoza Solorio, por seguir apoyándome en cada proyecto que se me presenta, por tu amor y confianza siempre puesta en mí. Por dedicarme tu tiempo, tus atenciones y por la educación que me brindaste que hoy en día es la base de la persona que soy actualmente. Gracias por ser mi madre, gracias por todo. Te amo.

A mi padre Jorge Armando Espinosa Reynoso, porque siempre estás al pie del cañón a mi lado, por ayudarme y apoyarme absolutamente en todo. Por seguir creyendo en mí a pesar de mis tropiezos, por los innumerables consejos y largas platicas. Por todos los sacrificios que día a día haces por mí y la familia. Por ser la base de nuestra familia y una persona ejemplar. Te amo.

A mi hermana María Fernanda Espinosa Mendoza, por su amor, confianza, alegría, consejos y por el apoyo incondicional que me brinda todos los días. Por compartir nuestras vidas y ser la persona más noble que conozco. Por inspirarme tanto a siempre seguir luchando a pesar de lo difícil que es a veces cargar con nuestros propios pensamientos. Gracias. Te amo.

A mi tía Marcela Espinosa Reynoso, por ser mi “fan número 1” como se refiere ella. Por siempre creer en mí y mostrar interés y admiración hacia mi persona y hacia lo que hago. Gracias de corazón, te amo.

A todos los que me han apoyado siempre o en alguna parte de este camino, fueron, han sido y serán parte importante de este trabajo y de todo lo que viene.

Finalmente me dedico este documento a mí mismo porque es prueba tangible de que el esfuerzo constante trae consigo grandes resultados.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a la Doctora Gabriela Lucano Ramírez y al Doctor Salvador Ruiz Ramírez por dirigir y asesorar este trabajo. Por todas sus enseñanzas transmitidas, no solo durante la maestría, si no por todos estos años. Por ser tan profesionales y por siempre mostrar interés y respeto hacia mi persona. Muchas gracias por todo el apoyo dentro y fuera de la universidad. Gracias por los ratos tan amenos de platicas fuera de lo escolar. Gracias por creer en mí y permitirme aprender y desarrollarme bajo su guía. Gracias por todo. Les tengo mucho cariño y admiración, siempre los llevaré en mis pensamientos.

A la Dra. Elaine Espino Barr por dedicar tiempo e interés a este trabajo para que resultara de la mejor manera. Por su profesionalismo y por aceptar ser parte de mi comité revisor. Es un gran honor. Muchas gracias.

Al Dr. Juan Ramon Flores Ortega por sus cometarios, su tiempo, profesionalismo e interés hacia este trabajo. De igual manera, gracias por formar parte de esto, es un honor y un gusto. Muchas gracias.

Al Dr. Jorge Arturo Rojo Vázquez por sus enseñanzas y atenciones, no solo durante la maestría, si no por todos los años desde que llegué al DEDSZC. Muchas gracias.

Muchas gracias a la Dra. Coqui Aguilar Betancourt y al Dr. Gaspar González Sansón que, aunque no pudieron estar físicamente en el final de esta aventura, siempre estuvieron apoyándome y aconsejándome profesionalmente y personalmente. Son parte fundamental de que este trabajo se haya podido llevar a cabo. Gracias infinitas. Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a su sistema de becas por el apoyo económico para la realización de este trabajo.

Muchas gracias a Gemma Hernández por llegar a mi vida en el momento que más lo necesitaba, gracias por apoyarme, impulsarme y creer siempre en mí. Por animarme y quererme tal como soy. Muchas gracias por los consejos, por las noches de películas y series, por las salidas a desayunar. Gracias también por hacer de nuestra casa un hogar. Por los cuidados y cariño en los días de enfermedad. Gracias de nuevo por estar y acompañarme en la que probablemente fue la etapa más dura de la maestría en la que tantas veces quise retirarme. Muchísimas gracias por todo chula. Gracias por salvarme. Te adoro con todo el corazón.

Muchas gracias Luisa Velasco, la siempre roomie hermosa por todo el apoyo tanto personal como profesional. Muchas gracias por seguir a mi lado a pesar de los años y la distancia. Gracias por seguir haciendo coincidir nuestras vidas. Por todo el cariño, consejos, pláticas y planes juntos. Por el impulso a seguir creciendo profesionalmente, gracias por ser siempre esa persona a la que nunca sale de mi mente. Gracias también por tu amistad infinita y sincera. Te quiero con todo el corazón.

Muchas gracias a Yadira García, mi amistad más larga de Melaque y que hoy por hoy sigue siendo igual de fuerte y unida. Gracias por las pláticas, por las salidas a comer, por su consejo y opinión siempre objetiva. Gracias por formar parte de esto desde el día uno. Por acompañarme en mis mejores y peores días. Te quiero con todo el corazón.

Muchas gracias a Perla Velasco por su ser una nueva y gran amiga. Por ser siempre esa voz de la razón que a veces nos falta escuchar. Gracias por la confianza y apoyo en todos los sentidos. Gracias por formar parte de mi vida. Gracias, te quiero muchísimo.

Gracias a Ale Espino por tanto cariño, por no perder la comunicación, por ser una gran amiga y una persona muy importante para mí, gracias por estar, te quiero mucho. Gracias también a Valeria por seguir siendo tan buena persona y una amiga muy importante para mí, gracias por tu tiempo y tu cariño.

Gracias a mis compañeros de generación de licenciatura (15G) y de maestría por los buenos ratos y apoyo que siempre me brindaron.

Muchas gracias a Cristian, Grecia, Andrea y Meño por su amistad y apoyo incondicional. Por estar siempre al pendiente de mí y de mis logros. Por su interés y respeto hacia mi persona. Pero sobre todo gracias por el cariño.

Gracias a mis primos Michelle, Aranza, Luis, Pablo y Mike por siempre sacarme de la rutina de una manera tan divertida.

Muchas gracias a Norma, Oscar, Alan y a Michelle por su amistad sincera desde hace más de 26 años. Gracias por siempre estar y creer en mí. Agradezco de corazón la compañía y las experiencias juntos. Muchas gracias.

Muchas gracias a Anatalia por las noches de chelas, platicas interminables pero amenas, por su amistad sincera, por nunca juzgarme y por todo el cariño, gracias guapetona, te quiero mucho.

Gracias a Paola y a Miguel por su amistad y formar parte de esto en algún momento. Muchas gracias.

Muchas gracias a la Universidad de Guadalajara por formarme, por todas las oportunidades y experiencias que me dio.

It's times like these

You learn to live again

It's times like these

You give and give again

It's times like these

You learn to love again

It's times like these

Time and time again

Foo Fighters, 2003 – Times Like these

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE ECUACIONES	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. JUSTIFICACIÓN	5
IV. HIPOTESIS.....	5
V. OBJETIVOS	5
V.1 Objetivo general.....	5
V.2 Objetivos específicos	5
VI. MATERIAL Y METODO	6
VI.1. Recolección de las muestras	7
VI.2. Procedimiento en el laboratorio	7
VI.3. Distribución de longitud.....	7
VI.4. Proporción sexual	7
VI.5. Descripción del desarrollo del ovario y testículo	8
VI.6. Temporada reproductiva.....	8
VI.7. Factor de condición.....	8
VI.8. Longitud de madurez sexual (P_{L50}).....	8
VI.9. Factores abióticos	9
VI.10. Análisis estadísticos	9
VII. RESULTADOS.....	10
VII.1. Frecuencia de longitud.....	10
VII.2. Proporción sexual	12
<i>Trachinotus rhodopus</i>	12
<i>Caranx caballus</i>	14
<i>Kyphosus ocyurus</i>	15
VII.3. Descripción microscópica y macroscópica de las gónadas de <i>T. rhodopus</i> , <i>C. caballus</i> , <i>K. ocyurus</i>	16

VII.3. Temporada reproductiva de <i>T. rhodopus</i>	19
VII.3.1. Variación mensual de los estadios de madurez en Hembras.....	19
VII.3.2. Variación mensual de los estadios de madurez en Machos.....	20
VII.3.3. Índice gonadosomático.....	21
VII.3.4. Diámetro de ovocitos <i>Trachinotus rhodopus</i>	22
VII.4. Temporada reproductiva de <i>C. caballus</i>	23
VII.4.1. Variación mensual de los estadios de madurez en Hembras.....	23
VII.4.2. Variación mensual de los estadios de madurez en machos.....	24
VII.4.3. Índice gonadosomático.....	25
VII.4.4. Diámetro de ovocitos <i>Caranx caballus</i>	27
VII.5. Temporada reproductiva de <i>K. ocyurus</i>	27
VII.5.1. Variación mensual de los estadios de madurez en Hembras.....	27
VII.5.2. Variación mensual de los estadios de madurez en machos.....	28
VII.5.3. Índice gonadosomático.....	29
VII.5.4. Diámetro de ovocitos <i>Kyphosus ocyurus</i>	30
VII.6. Factor de condición.....	31
VII.6.1. Factor de condición de <i>Trachinotus rhodopus</i>	31
VII.6.2. Factor de condición de <i>Caranx caballus</i>	33
VII.6.3. Factor de condición de <i>Kyphosus ocyurus</i>	35
VII.7. Longitud de madurez sexual.....	38
VII.7.1. <i>Trachinotus rhodopus</i>	38
VII.7.2. <i>Caranx caballus</i>	38
VII.7.3. <i>Kyphosus ocyurus</i>	39
VII.8. Factores abióticos y su relación con el índice gonadosomático.....	40
VII.8.1. Temperatura.....	40
VII.8.2. Precipitación pluvial.....	43
VII.8.3. Índice de surgencias.....	46
VII.8.4. Clorofila- α	49
VIII. DISCUSIÓN.....	53
VIII.1. Frecuencia de longitud.....	53
VIII.2. Proporción sexual.....	54
VIII.3. Temporada reproductiva.....	56
VIII.4. Factor de Condición.....	58

VIII.5. Longitud de madurez sexual (L_{50})	59
VIII.6. Factores abióticos-Temporadas reproductivas (IGS)	62
IX. CONCLUSIONES	66
X. LITERATURA CITADA	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bahía de Navidad, Jalisco, México.....	6
Figura 2. Frecuencia de longitud total de hembras y machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> capturados en Bahía de Navidad, Jalisco.	10
Figura 3. Frecuencia de longitud total de hembras y machos de <i>Caranx caballus</i> capturados en Bahía de Navidad, Jalisco.....	11
Figura 4. Frecuencia de longitud total d de hembras y machos de <i>Kyphosus ocyurus</i> capturados en Bahía de Navidad, Jalisco.	12
Figura 5. Ovario en estadio inmaduro (A), en desarrollo (B), maduro (C) y desovado (D) Fases de ovocitos CP=crecimiento primario, VV = vesículas vitelinas, VS = vitelogénesis secundaria, VT = vitelogénesis terciaria, M = maduro.....	17
Figura 6. Testículo en estadio inmaduro (A), en desarrollo (B), maduro (C) y desovado (D).	18
Ci = cistos, Lb = lóbulos, Cp = conducto principal, Ez = Espermatozoides.....	18
Figura 7. Frecuencia relativa mensual de los estadios de madurez gonadal de hembras (superior) y machos (inferior) de <i>Trachinotus rhodopus</i> capturados en la Bahía de Navidad.	21
Figura 8. Valores mensuales promedio del índice gonadosomático de hembras y machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.	22
Figura 9. Valores promedio mensuales del diámetro de ovocitos e índice gonadosomático de <i>Trachinotus rhodopus</i> capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en el diámetro de los ovocitos	23
Figura 10. Frecuencia relativa mensual de estadios de madurez gonadal de hembras (superior) y machos (inferior) de <i>Caranx caballus</i> capturados en la Bahía de Navidad.....	25
Figura 11. Valores mensuales promedio del índice gonadosomático (IGS) de hembras y machos de <i>Caranx caballus</i> capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras	

representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.....	26
Figura 12. Valores promedio mensuales del diámetro de ovocitos e índice gonadosomático (IGS) de <i>Caranx caballus</i> capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple del diámetro de los ovocitos	27
Figura 13. Frecuencia relativa mensual de estadios de madurez gonadal de hembras (superior) y machos (inferior) de <i>Kyphosus ocyurus</i> capturados en la Bahía de Navidad.	29
Figura 14. Valores mensuales promedio del índice gonadosomático (IGS) de hembras y machos de <i>Kyphosus ocyurus</i> capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.	30
Figura 15. Valores promedio mensuales del diámetro de ovocitos e índice gonadosomático de <i>Kyphosus ocyurus</i> capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple del diámetro de los ovocitos.	31
Figura 16. Valores promedio mensuales del factor de condición de hembras y el factor de condición de machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.....	32
Figura 17. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en hembras de <i>Trachinotus rhodopus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	33
Figura 18. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	33
Figura 19. Valores promedio mensuales del factor de condición de hembras y el factor de condición de machos de <i>Caranx caballus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.	34
Figura 20. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en hembras de <i>Caranx caballus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	35
Figura 21. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en machos de <i>C. caballus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	35
Figura 22. Valores promedio mensuales del factor de condición de hembras y el factor de condición de machos de <i>Kyphosus ocyurus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.....	36
Figura 23. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en hembras de <i>Kyphosus ocyurus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	37

Figura 24. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en machos de <i>Kyphosus ocyurus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	37
Figura 25. Porcentaje de hembras y machos con gónadas maduras de <i>Trachinotus rhodopus</i>	38
Figura 26. Porcentaje de hembras y machos con gónadas maduras de <i>Caranx caballus</i>	39
Figura 27. Porcentaje de hembras y machos con gónadas maduras de <i>Kyphosus ocyurus</i> .40	
Figura 28. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar y los índices gonadosomático de hembras y de machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	41
Figura 29. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar y los índices gonadosomático de hembras y de machos de <i>Caranx caballus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	42
Figura 30. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar y los índices gonadosomático de hembras y de machos de <i>Kyphosus ocyurus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	43
Figura 31. Valores promedio mensuales de la precipitación pluvial mm y los índices gonadosomático de hembras y de machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	44
Figura 32. Valores promedio mensuales de la precipitación pluvial mm y los índices gonadosomático de hembras y de machos de <i>Caranx caballus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	45
Figura 33. Valores promedio mensuales de la precipitación pluvial mm y los índices gonadosomático de hembras y de machos de <i>Kyphosus ocyurus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.....	46
Figura 34. Valores promedio mensuales del índice de surgencias y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.	47
Figura 35. Valores promedio mensuales del índice de surgencias y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de <i>Caranx caballus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.	48
Figura 36. Valores promedio mensuales del índice de surgencias y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de <i>Kyphosus ocyurus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.	49
Figura 37. Valores promedio mensuales de la clorofila- α y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de <i>Trachinotus rhodopus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.	50
Figura 38. Valores promedio mensuales de la clorofila- α y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de <i>Caranx caballus</i> en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.	51

Figura 39. Valores promedio mensuales de la clorofila- α y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media. 52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Proporción sexual por clases de longitud de <i>Trachinotus rhodopus</i> durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).....	13
Tabla II. Proporción sexual mensual de <i>Trachinotus rhodopus</i> durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).	13
Tabla III. Proporción sexual por clases de longitud de <i>Caranx caballus</i> durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).....	14
Tabla IV. Proporción sexual mensual de <i>Caranx caballus</i> durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).	15
Tabla V. Proporción sexual por clases de longitud de <i>Kyphosus ocyurus</i> durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).....	15
Tabla VI. Proporción sexual mensual de <i>Kyphosus ocyurus</i> durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México.....	16
Tabla VII. Características macroscópicas del ovario de <i>Trachinotus rhodopus</i> en diferente estadio de madurez.	18
Tabla VIII. Características macroscópicas del ovario de <i>Caranx caballus</i> en diferente estadio de madurez.....	18
Tabla IX. Características macroscópicas del ovario de <i>Kyphosus ocyurus</i> en diferente estadio de madurez.	19
Tabla X. Características macroscópicas del testículo de <i>Trachinotus rhodopus</i> en diferente estadio de madurez.	19
Tabla XI. Características macroscópicas del testículo de <i>Caranx caballus</i> en diferente estadio de madurez.	19
Tabla XII. Características macroscópicas del testículo de <i>Kyphosus ocyurus</i> en diferente estadio de madurez.	19

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Prueba estadística X^2	7
Ecuación 2. Índice gonadosomático	8
Ecuación 3. Factor de condición.....	8
Ecuación 4. Longitud de madurez sexual con ajuste lineal.	9
Ecuación 5. Método lineal de la curva ajustada por mínimos cuadrados.	9

Ecología reproductiva de *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* en la costa sur de Jalisco, México

Jorge Alberto Espinosa Mendoza

RESUMEN

Para que una especie se reproduzca, es necesario que encuentre las condiciones ideales, esto desde el punto de vista somático como ambiental. De las especies estudiadas se encontró que *Trachinotus rhodopus*, presentó intervalo de longitud de 19 a 55 cm LT, con promedio de 35.4 cm las hembras y los machos 35.5 cm LT. La proporción sexual estuvo mayormente representada por las hembras. Se determinó la temporada reproductiva para las tres especies identificando los valores más altos del índice gonadosomático, porcentaje mensual de madurez sexual y diámetro de los ovocitos. Su temporada reproductiva fue de enero a mayo. La longitud de madurez promedio fue de 30.5 cm LT. Respecto a los factores abióticos, *T. rhodopus* se reproduce cuando el índice de surgencias y clorofila-a son altos, sincronizando el desarrollo de las larvas con el alimento disponible. Por su parte *Caranx caballus*, registró intervalo de longitud de 19.2 a 61.3 cm LT, las hembras promediaron 37.21 y los machos 36.91 cm LT. La proporción sexual mostró mayor número de hembras. La temporada reproductiva de la especie fue de agosto a noviembre, alcanza la madurez sexual en promedio a los 33.1 cm LT y se reproduce cuando los valores de temperatura y precipitación pluvial son elevados, probablemente teniendo influencia con el aceleramiento del metabolismo y el aumento de los nutrientes debido a las escorrentías. *Kyphosus ocyurus*, presentó intervalo de longitud total de 29.8 a 63.5 cm. Las hembras promediaron 51.7 mientras que los machos 49.9 cm LT. La proporción sexual estuvo equilibrada entre los sexos. Se reproduce de julio a octubre cuando la temperatura y la precipitación pluvial presenta valores altos. La longitud promedio en la que alcanzan la madurez fue de 43.8 cm LT. Las tres especies presentaron periodo reproductivo prolongado, al parecer las dos especies de carángidos no compiten por los recursos al reproducirse, mientras que *C. caballus* y *K. ocyurus* tampoco compiten debido a la propia ecología (áreas de distribución). Se presentaron valores inversos del IGS y FC, las especies invierten energía para el desarrollo reproductivo. El desarrollo de los ovocitos dentro de los ovarios fue de tipo asincrónico, se identificaron seis fases de los ovocitos. El arreglo de las células espermáticas es de forma lobular, pudiendo identificar espermatozoides en el conducto principal. Al parecer al menos el 50% de las tres especies estudiadas que son comercializadas, alcanzan a reproducirse por lo menos una vez antes de ser capturadas.

Reproductive ecology of *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* and *Kyphosus ocyurus* in the southern coast of Jalisco, Mexico

Jorge Alberto Espinosa Mendoza

ABSTRACT

For a species to reproduce, it must find the ideal somatic and environmental conditions. It is important to generate information on reproductive aspects in fish and it is even more relevant for species of fishery interest, such as *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* and *Kyphosus ocyurus*. The reproductive period was determined using three methods: the gonadosomatic index, the degree of gonadal maturity and the diameter of the oocytes. For *T. rhodopus* the length range was from 19 to 55 cm LT, with females averaging 35.4 cm and males 35.5 cm LT. A greater number of females were recorded. The reproductive season was from January to May. The length at maturity was 30.5 cm LT. In relation to abiotic factors, *T. rhodopus* reproduces when the upwelling index and chlorophyll-a concentration are high, synchronizing the development of larvae in a period of greater available food. *C. caballus* recorded a length range of 19.2 to 61.3 cm LT, with females averaging 37.21 cm and males 36.91 cm LT. A greater number of females than males were observed. Fifty percent of the organisms mature at 33.1 cm LT; the reproductive season was from August to November, which coincides with high values of sea surface temperature and rainfall, probably influencing the increase in metabolism and nutrients due to runoff. *K. ocyurus*, presented a range of 29.8 to 63.5 cm TL. The average length was 51.7 cm for females and 49.9 cm LT for males. The sex ratio was balanced. The length at which 50% of the organisms reached sexual maturity was 43.8 cm TL. It reproduces from July to October when temperature and rainfall are high. The three species presented a prolonged reproductive period, apparently the two carangid species do not compete for resources when reproducing, the same occurs with *C. caballus* and *K. ocyurus* due to their distribution areas. Inverse but not significant values were observed in the relationship between IGS and FC, suggesting that the species direct energy partially to the reproductive process. In the mature ovary six oocyte phases were identified, suggesting that development is asynchronous. In the testis the sperm cell arrangement is lobular in shape and spermatozoa were identified in the main duct. In all three species, more than 50% of the organisms reproduce at least once before being captured for commercialization.

I. INTRODUCCIÓN

Para entender la dinámica de las poblaciones, así como las formas en las que las especies de peces se perpetúan, es importante conocer y analizar la ecología reproductiva de los organismos (Saborido-Rey, 2008). Básicamente, la reproducción es un evento cíclico en donde ocurren cambios somáticos y fisiológicos importantes. Estos cambios comienzan con el desarrollo gonadal, seguido del desove, y posteriormente la etapa de fecundación (Csirke, 1998). Dentro de los vertebrados, los peces son el grupo que presenta la mayor diversidad de estrategias reproductivas (Nelson, 2016). Dado que la reproducción muestra gran variedad de estrategias, es sumamente compleja dentro de los sistemas marinos, por lo tanto, es necesario que se estudie de tal forma que se tenga un conocimiento profundo, y se comprendan los múltiples factores que la llevan a cabo o forman parte de dicho proceso (Cuscó-Marín, 2016). Existen razones prácticas que justifican el estudio de la reproducción de los peces, relacionadas no sólo con los aspectos económicos de la explotación pesquera, sino también con la creciente demanda proteica de la población humana que no para de crecer (FAO, 2002).

Distintos aspectos reproductivos como la madurez gonadal y el desove ocurren como respuesta a estímulos ambientales tales como temperatura, fotoperiodo, precipitación pluvial, etc. (Harvey y Hoar, 1980). En el momento de la eclosión, las especies deben procurar que su descendencia nazca en las condiciones adecuadas, ya sean cuestiones de suficiente disponibilidad de alimento, refugio y factores abióticos óptimos (Saborido-Rey, 2008).

En latitudes altas los principales cambios estacionales son el fotoperiodo y la temperatura, dichos factores abióticos están directamente relacionados con la disponibilidad de alimento, y su calidad (Saborido-Rey, 2008). Asimismo, se ha documentado que la variabilidad espacio temporal de larvas y de organismos adultos está directamente relacionada con la temperatura y la salinidad, siendo esta última un factor abiótico que puede variar por la temporada de lluvias de cada región (Silva-Segundo *et al.*, 2008). Además, las surgencias promueven el ascenso de nutrientes desde el fondo marino, dando lugar entonces a un aumento en la productividad primaria, siendo la clorofila-a uno de los productos generados (Bakun, 1996), la cual es de interés en este estudio.

La familia Carangidae la integran cuatro subfamilias, 30 géneros y 147 especies (Smith-Vaniz *et al.*, 1999; Smith-Vaniz, 2003; Kimura *et al.*, 2013; Nelson *et al.*, 2016). En esta familia, algunas especies juveniles se localizan en estuarios. Muchas especies tienen importancia

alimenticia y comercial, entre estas, *Trachinotus rhodopus* y *Caranx caballus*, se comercializan en la costa sur de Jalisco. La familia Kyphosidae la conforman 12 géneros y 33 especies, se les conoce como “chopas” o “gorditos de mar”, son peces marinos que se distribuyen en el océano Atlántico, Índico y Pacífico. *Kyphosus ocyurus* es un pez omnívoro que generalmente se encuentra cerca de la superficie (<25 m), habita cerca de costas rocosas, en mar abierto y arrecifes de islas aisladas (Nelson *et al.*, 2016; Froese y Pauly, 2019).

II. ANTECEDENTES

Los trabajos que abordan la reproducción en estas familias en la Bahía de Navidad, Jalisco son escasos, y son menos los que estudian a *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus*. Respecto a las investigaciones de la familia Carangidae en la zona de la Bahía de Navidad podemos mencionar los realizados por Lucano-Ramírez *et al.* (2016), enfocado a los análisis reproductivos de *Carangoides vinctus*. Fernández-Galicia y Tapia-García (1995) analizaron la distribución y abundancia, haciendo énfasis en aspectos reproductivos en 16 especies de la familia Carangidae en el Golfo de Tehuantepec, en donde *C. caballus* está incluida. No se han localizado trabajos que aborden de manera específica los aspectos reproductivos de *T. rhodopus*; respecto a *C. caballus*, se encontró un trabajo sobre la biología reproductiva de la especie junto con *C. caninus* en México (Morán-Osorio, 2017). Ramos-Rodríguez (2003) estudió las variables alométricas y aspectos reproductivos de *C. caballus*, con el objetivo de describir características y diferencias entre sexos de la especie. Otros estudios realizaron listados ictiofaunísticos en donde aparecen *T. rhodopus* y *C. caballus* (Lucano-Ramírez *et al.*, 2001a; Rojo-Vázquez *et al.*, 2001). Además, se encontró otro trabajo que analiza la alimentación de varias especies importantes en la región, la investigación incluye a *C. caballus* (Flores-Ortega *et al.*, 2010).

No se encontraron trabajos en donde describirán de forma detalla la biología de *Kyphosus ocyurus*, incluyendo la longitud (mínima, máxima, promedio.). Los estudios en donde se menciona a esta especie, se centran en listados sobre la ictiofauna de ciertas zonas de estudio (Aguilar-Palomino *et al.*, 2001, antes clasificada en el género *Sectator*; Lucano-Ramírez *et al.*, 2001b; Rodríguez-Ibarra, 1995; Rojo-Vázquez *et al.*, 2001).

Respecto a trabajos donde estudian aspectos reproductivos de peces que se relacionan con variables ambientales, se encuentran por ejemplo el realizado por García-Ulloa *et al.* (2011) en México, en donde evaluaron la reproducción de *Xenotoca variata* (Goodeidae) en un ambiente controlado. Observaron las diferentes respuestas reproductivas en función al cambio de temperaturas. En general, se observó que con una temperatura de 27.7°C se produce el número máximo de crías. Además, Agudelo-Gómez (2005) reprodujo *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) también en un ambiente controlado, en Colombia. Este autor determinó las condiciones ambientales óptimas para la reproducción de esta especie, las cuales son una temperatura promedio de 29±1° C, pH de 7.5±0.5 y el oxígeno disuelto entre 3-5 mg/l.

En otra investigación sobre la reproducción de *Diplomystes nahuelbutaensis* (Diplomystidae) en Chile, observaron que coincide el periodo de aguas bajas del río Bío Bío y temperaturas máximas del periodo de verano-otoño con el periodo reproductivo de la especie (Vila *et al.*, 1996).

Marco ambiental de la Bahía de Navidad

Respecto a las variables ambientales en la Bahía de Navidad, existen varios trabajos que describen de manera general las condiciones ambientales en dicha región. Las condiciones hidroclimáticas de la zona presentan un patrón estacional muy claro, con dos épocas evidentemente diferenciadas. De junio a noviembre prevalecen condiciones tropicales debido a la influencia de la contracorriente norecuatorial (CCNE) y la época lluviosa (Kessler, 2006; Lavín *et al.*, 2006). Durante la estación seca, de diciembre a mayo, prevalecen las condiciones subtropicales debido a la influencia de una rama de la corriente de California con flujo hacia el sur y, sobre todo se debe a eventos de afloramiento costero entre enero y mayo, que producen una notable disminución de la temperatura superficial del agua del mar (López-Sandoval *et al.*, 2009).

La temperatura media anual en la Bahía de Navidad es de 26 °C, presentándose las temperaturas más altas de junio a agosto (28 a 29°C). En febrero se registran los valores más bajos de temperatura (23 a 24°C) (Rodríguez-Ibarra, 1995; Millán, 2010).

Se ha reportado que, en el área de estudio, la mayor precipitación pluvial, se presenta en septiembre con un intervalo de 220 a 230 mm (Anónimo, 1981), y la precipitación media anual oscila entre los 200 y 1,500 mm (Rodríguez-Ibarra, 1995). Asimismo, Meyer-Willerer *et al.* (2006) reportan que la precipitación pluvial media anual es de 1,200 mm y el periodo de lluvias inicia regularmente en junio, siendo agosto y septiembre los meses más lluviosos, con una precipitación máxima de 400 mm. González-Sansón *et al.* (2014) señalan que el temporal de lluvias y ciclones comienza en agosto en la Bahía de Navidad.

Respecto a los datos que se han registrado de las surgencias en la región del Pacífico central mexicano, se ha mencionado que este fenómeno se presenta fuertemente de febrero a mayo, dichas surgencias provocan una alta concentración de clorofila-a y, por ende, una mayor productividad primaria (Ambriz-Arreola *et al.*, 2012). Diversos autores han descrito el área de estudio, pero la gran mayoría menciona que dicha región está influenciada por dos sistemas de corrientes. La primera es la corriente de California y la segunda es la Contracorriente Ecuatorial (Pacheco, 1991; Filonov *et al.*, 2000).

III. JUSTIFICACIÓN

La pesca en México es una actividad de vital importancia para sostener la economía y la demanda alimentaria de la población (Lucano-Ramírez *et al.*, 2001b). En el país, toda la pesca se realiza por flotas ribereñas, artesanales y a pequeña escala, salvo las pesquerías de camarón, sardina y atún, que son realizadas de manera industrial (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011). En la costa del Pacífico central mexicano, la familia Carangidae aparece como una de las familias mayormente explotadas, alcanzando su punto máximo de aprovechamiento. Asimismo, la región del Pacífico central mexicano, ha sido reportada como la región más deteriorada en cuestión de pesquerías (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011).

Es por esto, y dada la poca información disponible sobre la ecología reproductiva de *Trachinotus rhodopus*, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* y su relación con los diferentes factores abióticos, que este trabajo constituye un buen aporte de información que podría ayudar a identificar las variables ambientales que más influyen directamente en la reproducción de estas especies en la Bahía de Navidad, así como para conocer los diferentes aspectos reproductivos que ayudarán a comprender más sobre el ciclo de vida de estas tres especies.

IV. HIPOTESIS

Trachinotus rhodopus, *Caranx caballus* y *Kyphosus ocyurus* presentan diferencias entre sus patrones reproductivos, los cuales están bajo la influencia de factores abióticos.

V. OBJETIVOS

V.1 Objetivo general

Describir aspectos básicos de la biología reproductiva de *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus* y su relación con factores abióticos en la Bahía de Navidad, Jalisco, México.

V.2 Objetivos específicos

- Analizar la distribución de la longitud y la proporción sexual de *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus*.

- Describir las características macroscópicas y microscópicas de las gónadas de *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus*.
- Determinar los periodos reproductivos de *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus* mediante el análisis del índice gonadosomático, los estadios de madurez mensuales y el diámetro de los ovocitos.
- Analizar la variación mensual del factor de condición en cada una de las especies en estudio.
- Estimar la longitud promedio de madurez sexual de cada una de las especies en estudio.
- Relacionar los factores abióticos con el periodo reproductivo de *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus* en la Bahía de Navidad.

VI. MATERIAL Y METODO

La Bahía de Navidad se localiza en el extremo sur de la costa del estado de Jalisco (19°10'27" 19°13'18" Latitud, 104°41'54" 104°49'07" Longitud) (Fig. 1). Cuenta con diferentes tipos de sustrato como fondos rocosos (Caleta Cuastecomatito y Punta Corrales), áreas de fondos blandos (Bahía de Cuastecomates y Bahía de Melaque), y fondos blandos con piedras pequeñas (Rojo-Vázquez *et al.*, 2001).

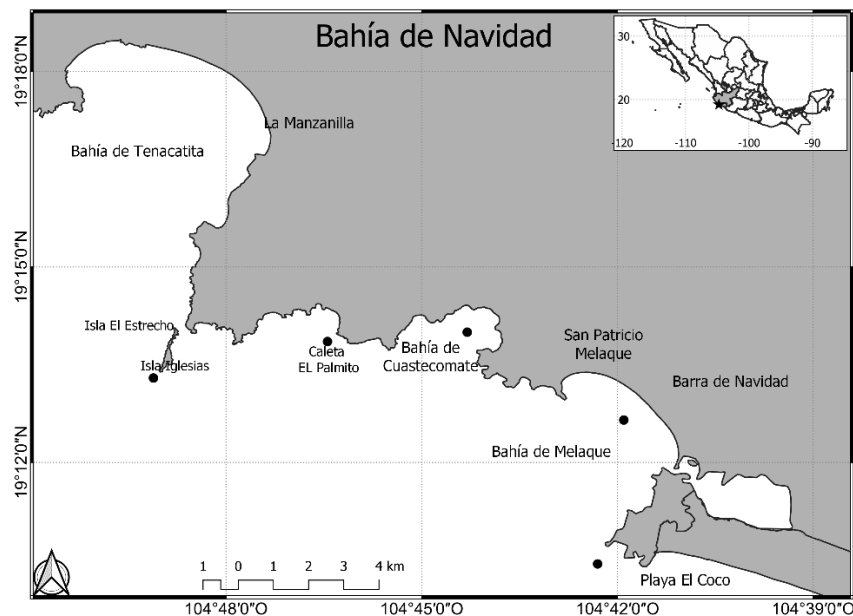


Figura 1. Bahía de Navidad, Jalisco, México

VI.1. Recolección de las muestras

Se realizaron muestreos mensuales durante cinco días de cada mes de enero de 1998 a diciembre de 2008. Los organismos se capturaron con redes agalleras de diferente luz de malla (7.62, 8.89, 10.16 y 11.43 cm), las maniobras de pesca las llevaron a cabo pescadores mediante la pesca artesanal. A los ejemplares obtenidos se les registró la longitud total en centímetros, el peso total en gramos, y fueron eviscerados ventralmente para identificar el sexo y se les extrajeron las gónadas que se llevaron al laboratorio del DEDSZC.

VI.2. Procedimiento en el laboratorio

Una vez en el laboratorio, las gónadas fueron pesadas (en gramos) con una balanza electrónica (0.01 g), y clasificadas macroscópicamente en cuatro estadios de madurez (Everson *et al.*, 1989), y se guardaron con su etiqueta en formol neutro al 10% para su posterior procesamiento histológico y análisis microscópico. Para el análisis microscópico de cada una de las tres especies, se tomaron de cada estadio de madurez diez muestras de ovario y cinco muestras de testículo; una vez separadas y seleccionadas se realizó el procedimiento histológico descrito por Lucano-Ramírez *et al.* (2001a).

VI.3. Distribución de longitud

Se analizó la distribución de las longitudes que presentan las hembras y machos de cada especie a lo largo del periodo de estudio. Las clases y rangos de longitud que se utilizaron fueron de acuerdo a cada especie.

VI.4. Proporción sexual

Se calculó la proporción sexual para el total de organismos, por clases de longitud y por mes. Para comprobar si existió o no diferencias significativas entre la proporción sexual, se utilizó la prueba estadística X^2 mediante la expresión:

$$X^2 = \sum [(f_o - f_e) - 0.5]^2 / f_e \quad (\text{Zar, 2010}) \quad \text{Ecuación 1.}$$

En donde: f_o = frecuencia de observados, f_e = frecuencia de esperados.

VI.5. Descripción del desarrollo del ovario y testículo

Se obtuvieron cortes histológicos de ovarios y testículos de cada estadio de maduración. Los cortes de ovarios se observaron con un microscopio para identificar las fases de desarrollo de los ovocitos, y se midieron para obtener su diámetro con una cámara digital (AxioCam ERc5s, Zeiss) y el programa AxionVision (Ver. 4.9, Zeiss); se midieron sólo aquellos ovocitos que se les distinguió el núcleo. Se analizó el testículo para describir el tipo de desarrollo de la línea germinal (Billard, 1986; Palacios-Ceballos, 1995).

VI.6. Temporada reproductiva

Se calculó el índice gonadosomático, mediante la ecuación propuesta por Rodríguez-Gutiérrez (1992):

$$\text{IGS} = [\text{PG}/(\text{PT}-\text{PG})] * 100 \quad \text{Ecuación 2.}$$

Dónde: IGS= índice gonadosomático, PG= peso de gónada, PT= peso total.

Se obtuvieron los porcentajes mensuales de los estadios de madurez de cada sexo y el diámetro promedio de los ovocitos. Con el análisis conjunto del IGS, los porcentajes de los estadios de madurez y el diámetro promedio de los ovocitos se obtuvo el periodo reproductivo de cada especie.

VI.7. Factor de condición

El factor se calculó mediante la expresión:

$$\text{FC} = [(\text{PT}/\text{LT}^b)] * 100 \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde: FC= factor de condición, PT= peso total, LT=longitud total, b= Coeficiente de la regresión longitud-peso.

VI.8. Longitud de madurez sexual (P_{L50})

Se estimó mediante el método de ajuste lineal (Lucano-Ramírez *et al.*, 2012; 2014) con el programa Excel (v. 2016) con la siguiente ecuación:

$$P_{L50} = [1 / (1 + \exp^{(bL_t + a)})] * 100 \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde: P_{L50} = Porcentaje de organismos maduros a una determinada longitud. L_t = Longitud total, a y b = parámetros del ajuste lineal al modelo logístico.

Los parámetros a y b de la ecuación de regresión se calcularon mediante el método lineal de la curva ajustada por mínimos cuadrados, empleando la ecuación:

$$\ln(1/PLT-1) = bL_t + a \quad \text{Ecuación 5.}$$

En donde PLT es la proporción de organismos maduros a una longitud determinada.

VI.9. Factores abióticos

Se obtuvieron los valores promedios de la temperatura superficial del mar por mes en el periodo 1998-2008 de la página de internet <http://www.remss.com>. Este sistema emplea sensores remotos apoyado por la NASA. Se obtuvieron los valores de precipitación pluvial mensual del mismo periodo a partir de la red de monitoreo del Servicio Meteorológico Nacional, de la Comisión Nacional del Agua. Se obtuvieron valores mensuales del índice de surgencias de internet (<ftp://orpheus.pfeg.noaa.gov/outgoing/upwell/monthly/upindex.mon>). Además, se obtuvieron valores mensuales de la concentración de clorofila-a de internet (<http://las.pfeg.noaa.gov/oceanWatch/oceanwatch.php#>; NOAA Coast Watch Program, NASA's Goddard Space Flight Center, and GeoEye).

VI.10. Análisis estadísticos

De las variables reproductivas (por sexo) y abióticas se obtuvieron los valores promedios de cada mes y error estándar ($\pm ee$). Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de una vía con efecto fijo, para conocer si hay diferencia significativa entre los valores promedio mensuales, y cuando se encontró diferencia significativa se realizó pruebas de contraste múltiples de Newman Keuls Student (NKS) para encontrar dichas diferencias. De igual manera, se realizó un análisis de correlación no paramétrica por rangos de Spearman (r_s), para conocer si existe alguna relación entre los valores del IGS y FC de cada sexo y entre el IGS de ambos sexos y el FC de ambos sexos y los factores abióticos. El manejo de la base de datos, los cálculos y análisis estadísticos se utilizaron los programas Excel versión 2016 y

Statistica versión 7.1 (StatSoft, 2006). En todos los casos se empleó un nivel de significación de 0.05.

VII. RESULTADOS

VII.1. Frecuencia de longitud

Trachinotus rhodopus

Durante todo el periodo de estudio, se capturaron 2,733 organismos de *T. rhodopus*, con un intervalo de longitud entre 20.2 a 55.0 cm LT. La distribución de longitud de las hembras presentó un intervalo de 21.2 a 55.0 cm y un promedio de 35.4 cm (± 0.23) LT y los machos de 20.2 a 49.0 cm y promedio de 35.5 cm (± 0.24) LT; en ambos sexos, los organismos más pequeños y más grandes presentaron las menores frecuencias. La distribución de la longitud presentó una distribución bimodal para ambos sexos, siendo la longitud de 29 y 41 cm las que ocurrieron con más frecuencia (Fig. 2).

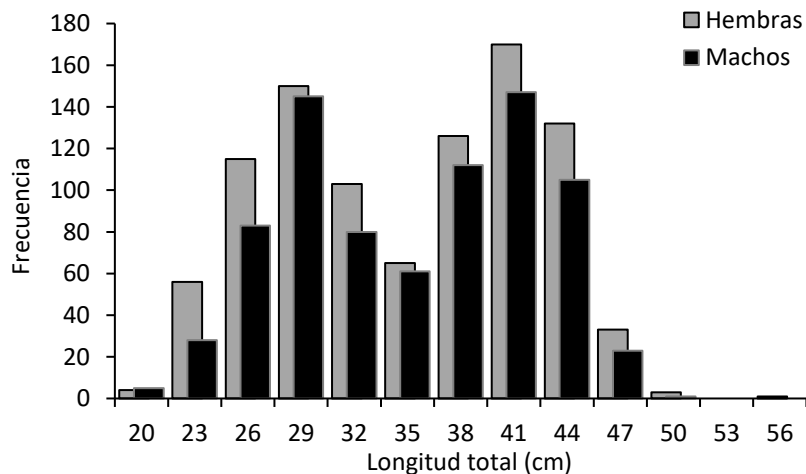


Figura 2. Frecuencia de longitud total de hembras y machos de *Trachinotus rhodopus* capturados en Bahía de Navidad, Jalisco.

Caranx caballus

Respecto a *C. caballus*, se capturaron en total 4,021 organismos, éstos presentaron un intervalo de longitud de 19.3 a 61.3 cm LT. La distribución de la longitud por sexo mostró en las hembras un intervalo de 19.5 cm a 61.3 cm y promedio de 37.21 (± 0.13) cm LT. Por su parte, los machos presentaron intervalo de 19.3 cm a 60.7 cm LT con promedio de 36.91 (± 0.14) cm LT. Las mayores frecuencias de longitud tanto para hembras como para machos

ocurrieron a los 41 cm, y las de menor frecuencia de aparición se presentaron en las longitudes más pequeñas (21 cm) y las más grandes (57 y 61 cm) (Fig. 3).

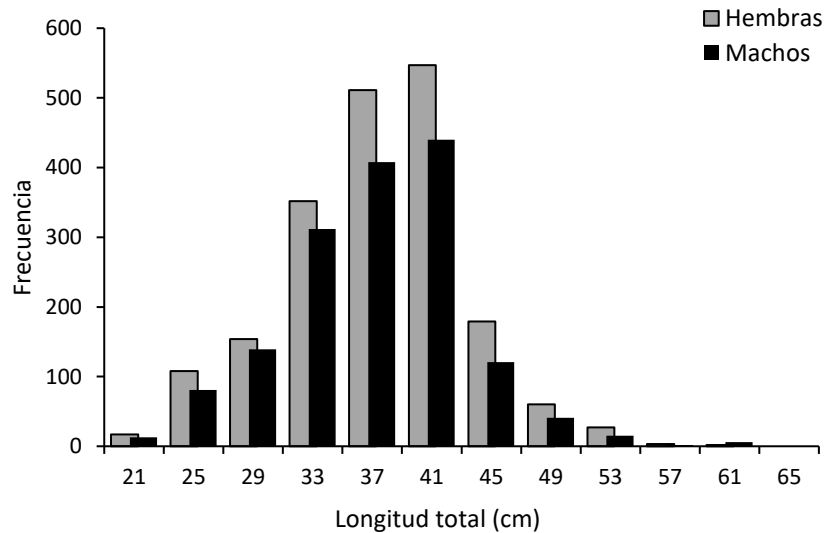


Figura 3. Frecuencia de longitud total de hembras y machos de *Caranx caballus* capturados en Bahía de Navidad, Jalisco.

Kyphosus ocyurus

Un total de 670 individuos de *Kyphosus ocyurus* se capturaron en la pesca comercial en la Bahía de Navidad. Se obtuvo la distribución de longitud por sexo, la cual mostró que las hembras presentaron un intervalo de 29.8 a 63.2 cm LT, con un promedio de 51.7 (± 0.43) cm LT. Mientras tanto, los machos se encontraron en un intervalo de 30.8 cm a 63.5 cm, con promedio de 49.9 (± 0.43) cm de longitud total. En la distribución de las frecuencias, se pudo observar poca aparición de organismos en las longitudes más pequeñas de hembras y machos (de 31 a 47), pero a partir de los 51 cm ocurrió un aumento, siendo la longitud de 55 cm la de mayor frecuencia. Posteriormente, el número de organismos disminuye en las longitudes más grandes (Figura 4).

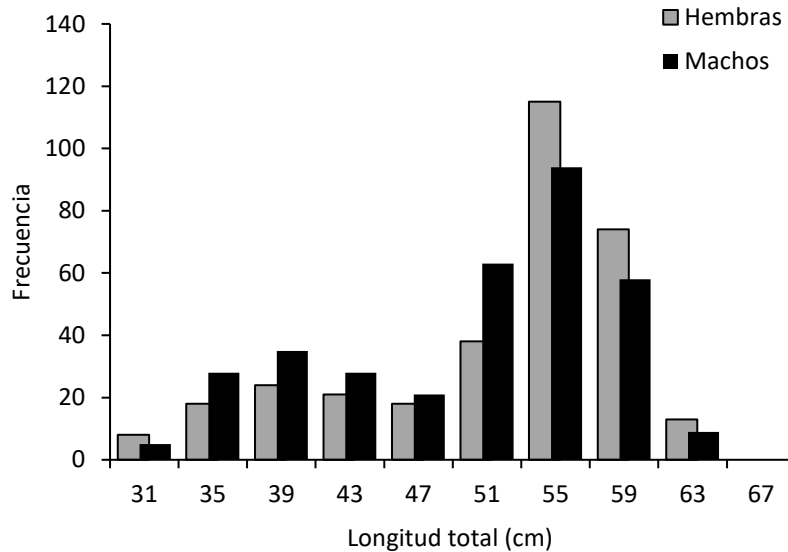


Figura 4. Frecuencia de longitud total d de hembras y machos de *Kyphosus ocyurus* capturados en Bahía de Navidad, Jalisco.

VII.2. Proporción sexual

Trachinotus rhodopus

Se registró el sexo a 1,763 organismos de los cuales se encontraron más hembras (967) que machos (796), presentando una proporción sexual de 1:0.82 (H:M), esta proporción presentó diferencia estadísticamente significativa ($X^2=16.59$, $P<0.001$), de la proporción esperada 1:1.

También se realizó el análisis de proporción sexual por clase de longitud, dicho análisis mostró diferencias significativas a los 23.0 cm ($X^2=9.35$, $P=0.002$) y 26.0 cm ($X^2=5.18$, $P=0.023$) y en ambas abundaron más las hembras que los machos (Tabla I). En todas las clases de longitud las hembras fueron más abundantes que los machos (con excepción de los 20 cm, aunque sólo se registró un macho más en comparación con el número de hembras).

También se analizó la proporción sexual por mes en donde se encontró diferencia significativa en febrero, abril y octubre, hubo una mayor presencia de hembras (Tabla II). Se observó también que en enero, junio, julio, septiembre, noviembre y diciembre hubo más hembras que machos, pero en éstos las diferencias no fueron significativas, mientras que en marzo, mayo y agosto los machos fueron más abundantes. Con base en nuestros resultados, es importante señalar que en los meses donde hay significativamente más hembras que machos, se presenta la temporada reproductiva de esta especie (enero-junio), las ventajas que esto le puede brindar a la población se explicarán más adelante, pero en primera instancia se puede

hablar de que un mayor número de hembras, significa también mayor número de ovocitos disponibles para fecundar.

Tabla I. Proporción sexual por clases de longitud de *Trachinotus rhodopus* durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).

Longitud (cm)	Hembras	Machos	H:M	X ²	P
20	4	5	1.0:1.25	0.22	0.639
23	56	28	1.0:0.50	9.35*	0.002
26	115	83	1.0:0.72	5.18*	0.023
29	150	145	1.0:0.97	0.09	0.236
32	103	80	1.0:0.78	2.90	0.764
35	65	61	1.0:0.94	0.13	0.718
38	126	112	1.0:0.89	0.83	0.362
41	170	147	1.0:0.86	1.67	0.196
44	132	105	1.0:0.80	3.08	0.079
>47	36	24	1.0:0.65	2.79	0.095

Tabla II. Proporción sexual mensual de *Trachinotus rhodopus* durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).

Mes	Hembras	Machos	H:M	X ²	P
Enero	68	51	1.0:0.75	2.44	0.118
Febrero	138	99	1.0:0.72	6.42*	0.011
Marzo	105	107	1.0:1.02	0.02	0.888
Abril	84	55	1.0:0.65	6.06*	0.014
Mayo	91	96	1.0:1.05	0.14	0.708
Junio	32	24	1.0:0.75	1.16	0.281
Julio	42	33	1.0:0.79	1.09	0.296
Agosto	51	53	1.0:1.04	0.05	0.823
Septiembre	50	40	1.0:0.80	1.12	0.290
Octubre	103	69	1.0:0.67	6.73*	0.009
Noviembre	132	104	1.0:0.79	3.33	0.068
Diciembre	71	65	1.0:0.92	0.27	0.603

Caranx caballus

Se registró el sexo a 3,538 peces de *C. caballus*, de los cuales 1,960 fueron hembras y 1,578 fueron machos, siendo las primeras más abundantes. Se presentó una proporción sexual de 1: 0.80 (H:M), habiendo diferencia significativa ($X^2=41.04$, $P<0.001$).

El análisis de la proporción sexual realizado por clases de longitud indicó que existe diferencia significativa en algunas de estas. Las diferencias ocurrieron en la longitud de 25, 37, 41 y 45 cm en donde el número de hembras fue mayor (Tabla III). En todas las clases de longitud abundaron más las hembras que los machos, a excepción de los 61 cm, en donde hubo cuatro machos más que hembras.

En la proporción sexual por mes en *C. caballus*, ocurrió diferencia significativa en enero, febrero, marzo, mayo, julio y noviembre en donde hubo una mayor cantidad de hembras. En los meses restantes también hubo más hembras, pero estas no presentaron diferencia significativa (Tabla IV). Esta especie se reproduce de julio a noviembre aproximadamente en la Bahía de Navidad, durante esta temporada reproductiva abundaron más las hembras que los machos, aunque sólo julio presentó diferencias significativas, en general en esta población hay mayor presencia de hembras que de machos.

Tabla III. Proporción sexual por clases de longitud de *Caranx caballus* durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).

Longitud (cm)	Hembras	Machos	H:M	X^2	P
21	17	13	1.0:0.76	0.53	0.466
25	108	81	1.0:0.75	3.86*	0.049
29	154	139	1.0:0.90	0.77	0.380
33	352	312	1.0:0.89	2.41	0.120
37	511	408	1.0:0.80	11.54*	<0.001
41	547	440	1.0:0.80	11.60*	<0.001
45	179	121	1.0:0.68	11.21*	<0.001
49	60	41	1.0:0.68	3.57	0.058
53	27	15	1.0:0.56	3.43	0.064
57	3	2	1.0:0.67	0.20	0.654
61	2	6	1.0:3.00	2.00	0.157

Tabla IV. Proporción sexual mensual de *Caranx caballus* durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).

Mes	Hembras	Machos	H:M	X ²	P
Enero	138	99	1.0:0.72	6.42*	0.011
Febrero	135	104	1.0:0.77	4.02*	0.044
Marzo	219	156	1.0:0.71	10.58*	0.001
Abril	126	107	1.0:0.85	1.55	0.213
Mayo	178	116	1.0:0.65	13.07*	<0.001
Junio	149	160	1.0:1.07	0.39	0.532
Julio	131	88	1.0:0.67	8.44*	0.003
Agosto	188	158	1.0:0.84	2.60	0.106
Septiembre	244	215	1.0:0.88	1.83	0.176
Octubre	128	109	1.0:0.85	1.52	0.217
Noviembre	208	150	1.0:0.72	9.40*	0.002
Diciembre	115	116	1.0:1.01	0.00	1.000

Kyphosus ocyurus

Se identificó el sexo a todos los organismos capturados de *Kyphosus ocyurus*, de los cuales 329 fueron hembras y 341 machos. La proporción sexual fue de 1:1.04 (H:M), donde no se encontró diferencia significativa ($X^2= 0.21$, $P= 0.646$).

La proporción sexual por clases de longitud indicó que existe diferencia significativa entre el número de hembras y machos de *K. ocyurus* únicamente en la clase de longitud de 51 cm ($X^2=6.19$, $P=0.012$), en donde fue mayor el número de machos. Asimismo, las proporciones más altas de hembras ocurrieron en las longitudes de 31 cm, 55 cm, 59 cm y 63 cm, mientras que en el resto hubo más organismos machos (Tabla V).

Tabla V. Proporción sexual por clases de longitud de *Kyphosus ocyurus* durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México (*= diferencia significativa).

Longitud (cm)	Hembras	Machos	H:M	X ²	P
31	8	5	1.0:0.63	0.69	0.406
35	18	28	1.0:1.56	2.17	0.140
39	24	35	1.0:1.46	2.05	0.152
43	21	28	1.0:1.33	1.00	0.317
47	18	21	1.0:1.17	0.23	0.631
51	38	63	1.0:1.66	6.19*	0.012
55	115	94	1.0:0.82	2.11	0.146
59	74	58	1.0:0.78	1.94	0.163
63	13	9	1.0:0.69	0.73	0.392

Se realizó el análisis de proporción sexual por mes, donde en ningún de estos se presentó diferencias significativas. La proporción más alta se presentó en marzo (H1.00:M1.55) donde

se registraron más machos que hembras, mientras que la cantidad más baja de machos ocurrió en julio (Tabla VI).

Tabla VI. Proporción sexual mensual de *Kyphosus ocyurus* durante el periodo de 1998 a 2008 en Bahía de Navidad, Jalisco, México.

Mes	Hembras	Machos	H:M	X ²	P
Enero	27	24	1.0:0.89	0.18	0.671
Febrero	22	22	1.0:1.00	0.00	1.000
Marzo	29	45	1.0:1.55	3.46	0.062
Abril	51	61	1.0:1.20	0.89	0.345
Mayo	20	21	1.0:1.05	0.02	0.887
Junio	27	21	1.0:0.78	0.75	0.386
Julio	30	21	1.0:0.70	1.59	0.207
Agosto	24	24	1.0:1.00	0.00	1.000
Septiembre	29	24	1.0:0.83	0.47	0.492
Octubre	22	26	1.0:1.18	0.33	0.565
Noviembre	24	25	1.0:1.04	0.02	0.88
Diciembre	24	27	1.0:1.13	0.18	0.671

VII.3. Descripción microscópica y macroscópica de las gónadas de *T. rhodopus*, *C. caballus*, *K. ocyurus*

En las tres especies de peces analizadas, se encontraron características muy similares en las gónadas, tanto de forma microscópica como macroscópica (Tablas VII, VIII, IX, X, XI y XII), por ello, se describirán de manera general en un solo análisis.

El ovario de las tres especies está envuelto por la túnica ovárica y en su interior se desarrollan los ovocitos. En el ovario en estadio inmaduro, se observaron sólo ovocitos en la fase de crecimiento primario. En el estadio en desarrollo se observaron ovocitos en diferentes fases como crecimiento primario (CP), vesículas vitelinas (VV) y vitelogénesis primaria (VP). En el estadio maduro también se observaron las fases antes mencionadas, además se agrega la fase de vitelogénesis secundaria (VS) y en el ovario desovado, se identificaron todas las fases antes mencionadas, la diferencia de este estadio con el anterior es que hay ovocitos atrésicos, espacios vacíos en donde había ovocitos y se observan pocos ovocitos en fase de vitelogénesis secundaria. El tipo de desarrollo de los ovocitos dentro del ovario es de tipo asincrónico tanto en *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus*, debido a la presencia de varias fases de estos (Fig. 5).

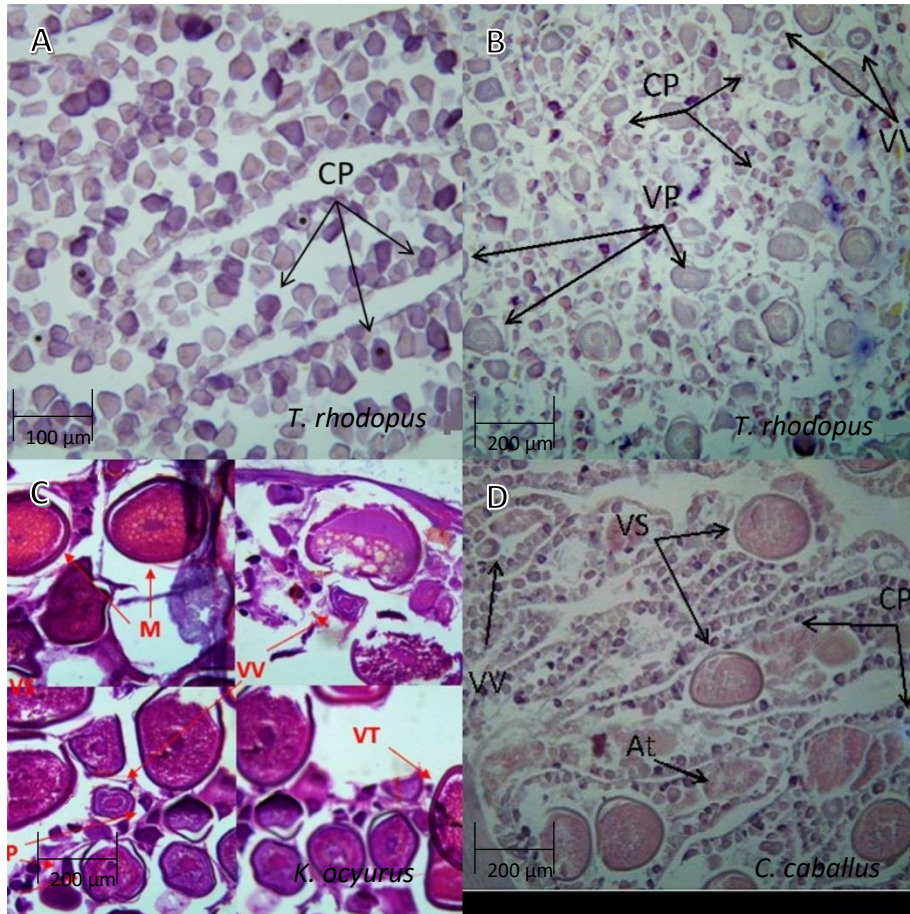


Figura 5. Ovario en estadio inmaduro (A), en desarrollo (B), maduro (C) y desovado (D) Fases de ovocitos CP=crecimiento primario, VV = vesículas vitelinas, VS = vitelogénesis secundaria, VT = vitelogénesis terciaria, M = maduro

Por su parte, el testículo está envuelto por una capa delgada llamada túnica albugínea. En el testículo en estadio inmaduro se pudieron observar grupos de células y poco desarrollo de las mismas sólo en la periferia de la gónada, se distinguen los lóbulos y dentro de ellos los grupos de cistos. En el estadio en desarrollo, se siguen observando los grupos de células, y éstas se dispersan por todo el testículo, además hay un conducto principal bien definido.

En el estadio maduro se identificó principalmente un gran número de espermatozoides en el conducto principal y en la periferia de la gónada hubo poco desarrollo celular. En el estadio desovado, se siguen observando espermatozoides en el conducto principal y en toda la gónada, pero estos en menor cantidad que en el estadio maduro (Fig. 6). En general se puede decir que el desarrollo de las células en el testículo es de tipo lobular para las tres especies analizadas.

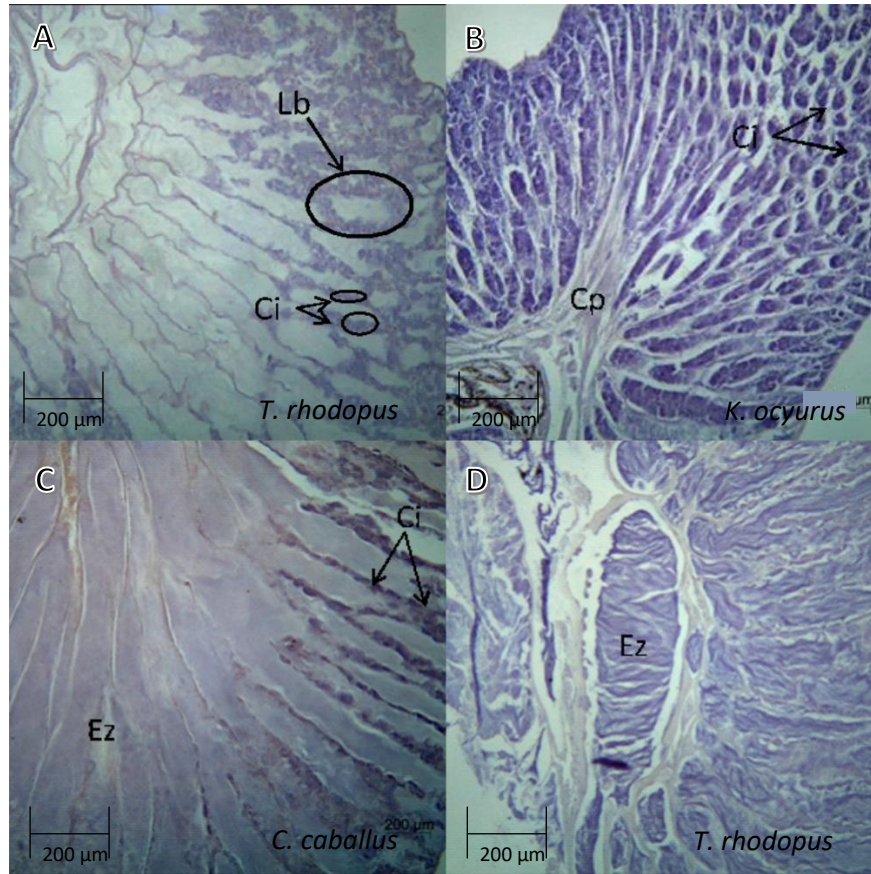


Figura 6. Testículo en estadio inmaduro (A), en desarrollo (B), maduro (C) y desovado (D).
Ci = cistos, Lb = lóbulos, Cp = conducto principal, Ez = Espermatozoides

Tabla VIII. Características macroscópicas del ovario de *Trachinotus rhodopus* en diferente estadio de madurez.

Estadio	Forma (corte transversal)	Color	Peso
Inmaduro	ovalada y muy pequeña	roja	0.51 g
En desarrollo	ovalada	roja/naranja	2.58 g
Maduro	ovalada	roja/naranja	24.33 g
Desovado	ovalada pequeña	roja/naranja	4.30 g

Tabla VII. Características macroscópicas del ovario de *Caranx caballus* en diferente estadio de madurez.

Estadio	Forma (corte transversal)	Color	Peso
Inmaduro	ovalada y muy pequeña	roja	0.63 g
En desarrollo	ovalada	roja/naranja	2.71 g
Maduro	ovalada	roja/naranja	14.07 g
Desovado	ovalada pequeña	roja/naranja	6.53 g

Tabla IX. Características macroscópicas del ovario de *Kyphosus ocyurus* en diferente estadio de madurez.

Estadio	Forma (corte transversal)	Color	Peso
Inmaduro	redonda y muy pequeña	roja	1.72 g
En desarrollo	redonda	roja/naranja	10.74 g
Maduro	redonda	roja/naranja	50.04 g
Desovado	redonda pequeña	roja/naranja	12.16 g

Tabla X. Características macroscópicas del testículo de *Trachinotus rhodopus* en diferente estadio de madurez.

Estadio	Forma (corte transversal)	Color	Peso
Inmaduro	Triangular y muy pequeña	grisáceo	0.41 g
En desarrollo	Triangular	blanco/grisáceo	2.05 g
Maduro	Triangular	blanco	22.79 g
Desovado	Triangular y pequeña	blanco	4.29 g

Tabla XI. Características macroscópicas del testículo de *Caranx caballus* en diferente estadio de madurez.

Estadio	Forma (corte transversal)	Color	Peso
Inmaduro	Triangular y muy pequeña	grisáceo	0.44 g
En desarrollo	Triangular	blanco/grisáceo	2.53 g
Maduro	Triangular	blanco	14.10 g
Desovado	Triangular y pequeña	blanco	5.44 g

Tabla XII. Características macroscópicas del testículo de *Kyphosus ocyurus* en diferente estadio de madurez.

Estadio	Forma (corte transversal)	Color	Peso
Inmaduro	Triangular y muy pequeña	grisáceo	0.78 g
En desarrollo	Triangular	blanco/grisáceo	3.58 g
Maduro	Triangular	blanco	39.15 g
Desovado	Triangular y pequeña	blanco	7.52 g

VII.3. Temporada reproductiva de *T. rhodopus*

VII.3.1. Variación mensual de los estadios de madurez en Hembras

Se analizaron los diferentes estadios de madurez de manera mensual para *T. rhodopus*. En general el estadio maduro fue el que mayor porcentaje de aparición presentó, con 34% de toda la muestra, mientras que el de menor porcentaje correspondió al estadio en

desarrollo, con solo el 18% del total de la muestra, los cuatro estadios se registraron en la mayoría de meses.

En el análisis mensual se puede mencionar que el estadio inmaduro estuvo presente en todos los meses, con una mayor frecuencia de aparición en septiembre (22%) y se encontró en menor porcentaje en marzo (1%). El estadio en desarrollo se presentó con porcentajes menores al 10% la primera mitad del año, siendo febrero el mes con el menor porcentaje (2%), no fue hasta noviembre que alcanzó su valor máximo (43%), también este estadio estuvo presente durante todo el tiempo de estudio. El estadio maduro tuvo los mayores porcentajes dentro del primer semestre del año, alcanzó el mayor porcentaje en febrero (73%), contrario a lo que fue agosto, con el menor porcentaje registrado de organismos maduros con sólo 4% de la muestra. El estadio desovado, presentó su mayor porcentaje en octubre (46%) mientras que en noviembre se presentó la menor frecuencia (11%). Septiembre fue el único mes que no presentó los cuatro estadios de madurez, ya que no se registró ningún organismo en estadio desovado (Fig. 7 superior).

VII.3.2. Variación mensual de los estadios de madurez en Machos

De manera similar a las hembras, el estadio maduro fue el que tuvo mayor porcentaje de aparición con 32% del total de la muestra, contrastando con el estadio en desarrollo, que presentó solo el 17%.

El estadio inmaduro tuvo el mayor porcentaje de aparición en septiembre (100%), lo contrario se observó en febrero, marzo y mayo, con porcentajes entre 3% y 4%. En la segunda mitad del año, los meses presentaron los mayores porcentajes de este estadio a excepción de octubre (6%), además fue el único de los cuatro estadios que se presentó en todos los meses. El estadio en desarrollo, se presentó con mayor porcentaje en diciembre (38%), a diferencia de febrero, que registró el menor porcentaje (5%). En el primer semestre del año el estadio maduro tuvo los mayores porcentajes, al igual que las hembras, y en febrero se registró el mayor porcentaje de organismos maduros (73%), en septiembre no se encontraron organismos con este estadio de madurez. El estadio desovado tuvo su mayor porcentaje de registro en octubre (62%) y el menor en agosto (6%), y en septiembre no se registraron organismos machos en este estadio (Fig. 7 inferior).

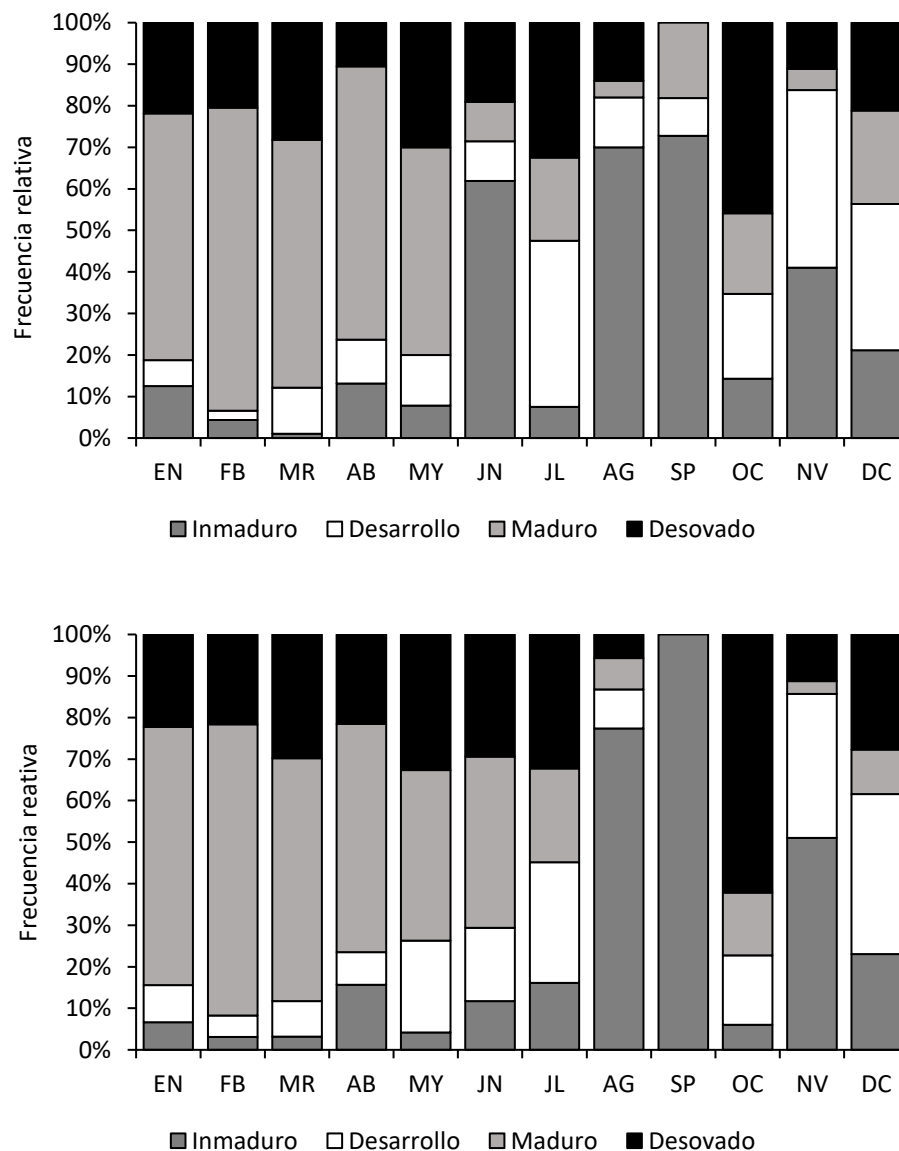


Figura 7. Frecuencia relativa mensual de los estadios de madurez gonadal de hembras (superior) y machos (inferior) de *Trachinotus rhodopus* capturados en la Bahía de Navidad.

VII.3.3. Índice gonadosomático

Los valores máximos del índice gonadosomático de *T. rhodopus* en las hembras se presentaron de enero a mayo, mientras que en los machos fue de enero a junio, asociándose estos valores con una mayor actividad reproductiva. Los valores mínimos registrados para cada sexo fueron en junio para las hembras y septiembre para los machos. Se presentó variación entre los valores mensuales del índice gonadosomático en hembras ($F_{11,847} = 9.940$, $P < 0.001$) y en machos ($F_{11,687} = 13.411$, $P < 0.001$). La prueba de contraste múltiple de Newman

Keuls Student formó cinco grupos en las hembras (números) y cuatro en los machos (letras), en ambos sexos hubo traslapes en los grupos, sin embargo, se puede mencionar que en las hembras los valores máximos se presentan en los grupos 3, 4 y 5 que se situaron de enero a mayo. En los machos los valores máximos se presentaron en los grupos D, C y B localizados en los meses de enero a junio (Figura 8). Aunque no se encontró correlación significativa entre los valores promedios del índice gonadosomático entre hembras y machos ($r_s= 0.545$, $P=0.067$, $n=12$), los valores del análisis están muy cercanos a ser significativos. Se puede observar que a inicios del año se presentaron los valores máximos del índice gonadosomático en ambos sexos.

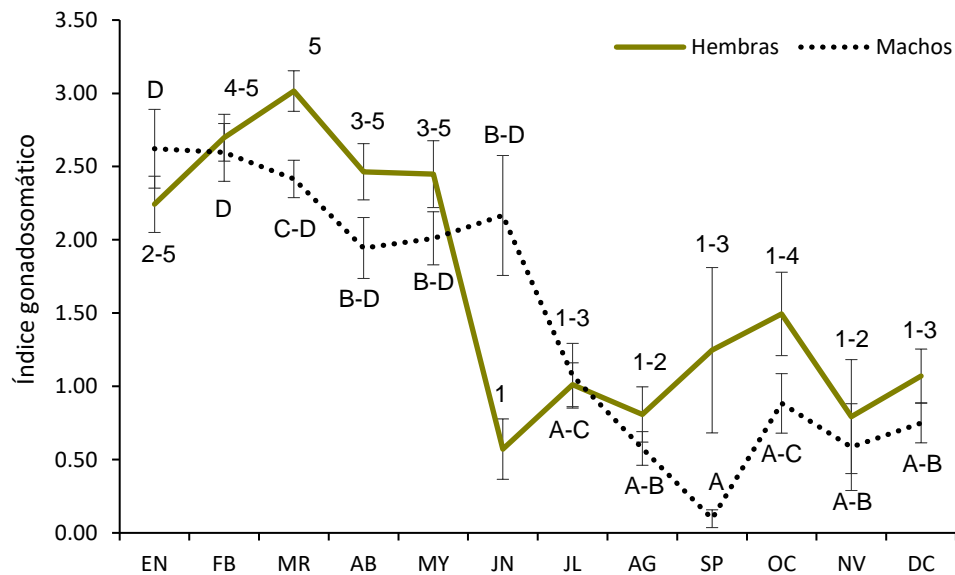


Figura 8. Valores mensuales promedio del índice gonadosomático de hembras y machos de *Trachinotus rhodopus* capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.

VII.3.4. Diámetro de ovocitos *Trachinotus rhodopus*

Se calcularon los diámetros promedios mensuales de los ovocitos de *T. rhodopus*, los valores más bajos se registraron en mayo ($84.28 \pm 7.23 \mu\text{m}$) y junio ($110.96 \pm 5.94 \mu\text{m}$), mientras que los mayores diámetros se observaron en febrero ($183.63 \pm 9.31 \mu\text{m}$), marzo ($222.58 \pm 9.69 \mu\text{m}$), julio ($184.54 \pm 6.87 \mu\text{m}$) y agosto ($186.59 \pm 7.50 \mu\text{m}$). Se realizó un análisis de varianza el cual indicó que los promedios mensuales del diámetro de los ovocitos ($F_{11,3690}=18.975$, $P<0.001$) variaron a lo largo del año. La prueba de contrastes múltiples identificó siete grupos, de los cuales todos tuvieron traslape, a excepción del grupo 1 (mayo) y del grupo 7 (marzo).

Los valores promedio más altos formaron los grupos cinco, seis y siete, mientras que los más bajos se representaron en el uno, dos, tres y cuatro.

Se realizó un análisis de correlación para comprobar si existía algún tipo de relación entre el diámetro promedio mensual de los ovocitos y el índice gonadosomático de *T. rhodopus*. El análisis mostró que no existe correlación aparente entre ellos ($r_s=0.15$, $P>0.05$) (Fig. 9). Sin embargo, se puede señalar que en febrero y marzo se registraron valores altos en ambas variables. Por lo tanto, con los resultados obtenidos en conjunto, sugieren que la temporada reproductiva de *T. rhodopus* en la Bahía de Navidad va de enero a mayo.

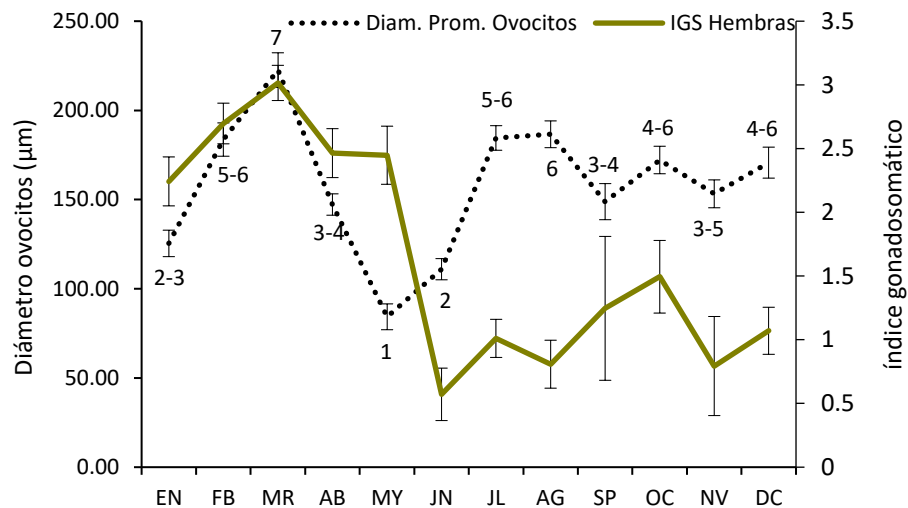


Figura 9. Valores promedio mensuales del diámetro de ovocitos e índice gonadosomático de *Trachinotus rhodopus* capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en el diámetro de los ovocitos

VII.4. Temporada reproductiva de *C. caballus*

VII.4.1. Variación mensual de los estadios de madurez en Hembras

En las hembras de *C. caballus* el estadio de madurez que presentó mayor porcentaje de aparición fue el maduro con 41% del total de la muestra, el estadio desovado fue el que registró el menor porcentaje (8%).

Inmaduro: Este estadio estuvo presente en todos los meses del periodo de estudio, siendo marzo el mes donde más estuvo presente (35%), mientras que julio y octubre fueron los meses donde menos porcentaje de aparición tuvo (5% cada uno de los dos meses mencionados). Así bien, tal parece que este estadio se presenta con más frecuencia en los primeros seis meses

del año, en cambio, en el segundo semestre se registraron porcentajes por debajo del 10%, con excepción de noviembre (10%) y diciembre (21%).

En desarrollo: Al igual que el estadio anterior, éste se presentó en todos los meses, no hubo un patrón claro en los porcentajes de aparición, ya que en enero se observó el porcentaje más alto (57%), semejante a los encontrados en diciembre (56%), en abril y mayo se registran porcentajes altos (52%) y lo contrario se presentó en junio (20%). Después de junio, en el segundo semestre del año ocurrieron valores altos y bajos.

Maduro: Este estadio presentó un patrón más o menos más claro que el anterior. En los primeros siete meses del año se encontraron los menores porcentajes, por debajo del 50%, siendo enero el mes con menos organismos maduros (19%). De agosto a noviembre se obtuvieron los porcentajes más altos, específicamente octubre con 63%. En diciembre volvió a bajar el porcentaje a 23%.

Desovado: Igual que en otros estadios, en este no se observó un patrón claro de la distribución de los porcentajes, esto es, se registraron porcentajes altos y bajos en diferentes meses sin ninguna tendencia aparente. En junio se presentó el mayor porcentaje de organismos desovados (22%), seguido de marzo (17%) y mayo (15%). En diciembre no se registraron organismos desovados (Fig. 10, superior).

VII.4.2. Variación mensual de los estadios de madurez en machos

Los machos en estadio maduro fueron los que mayor porcentaje de aparición registraron (42%) del total de la muestra de *C. caballus*, mientras que el estadio desovado fue el que presentó el menor porcentaje de frecuencia de aparición (7%).

Inmaduro: Este estadio presentó los mayores porcentajes en enero (48%), marzo (54%), y diciembre (60%). En tanto Julio y septiembre registraron los menores porcentajes (16 y 10% respectivamente).

En desarrollo: Se puede mencionar que abril (31%) y mayo (33%) presentaron los mayores porcentajes. Los menores porcentajes se registraron en marzo (10%), septiembre y noviembre (13% cada uno).

Maduro: Se observó los porcentajes más altos en febrero (61%) y de julio (52%) a noviembre (59%). En diciembre se registró el menor porcentaje (13%).

Desovado: marzo, abril y junio presentaron los mayores porcentajes (13 a 15%), en el resto de los meses el porcentaje fue de 1 a 7% (Fig. 10, inferior).

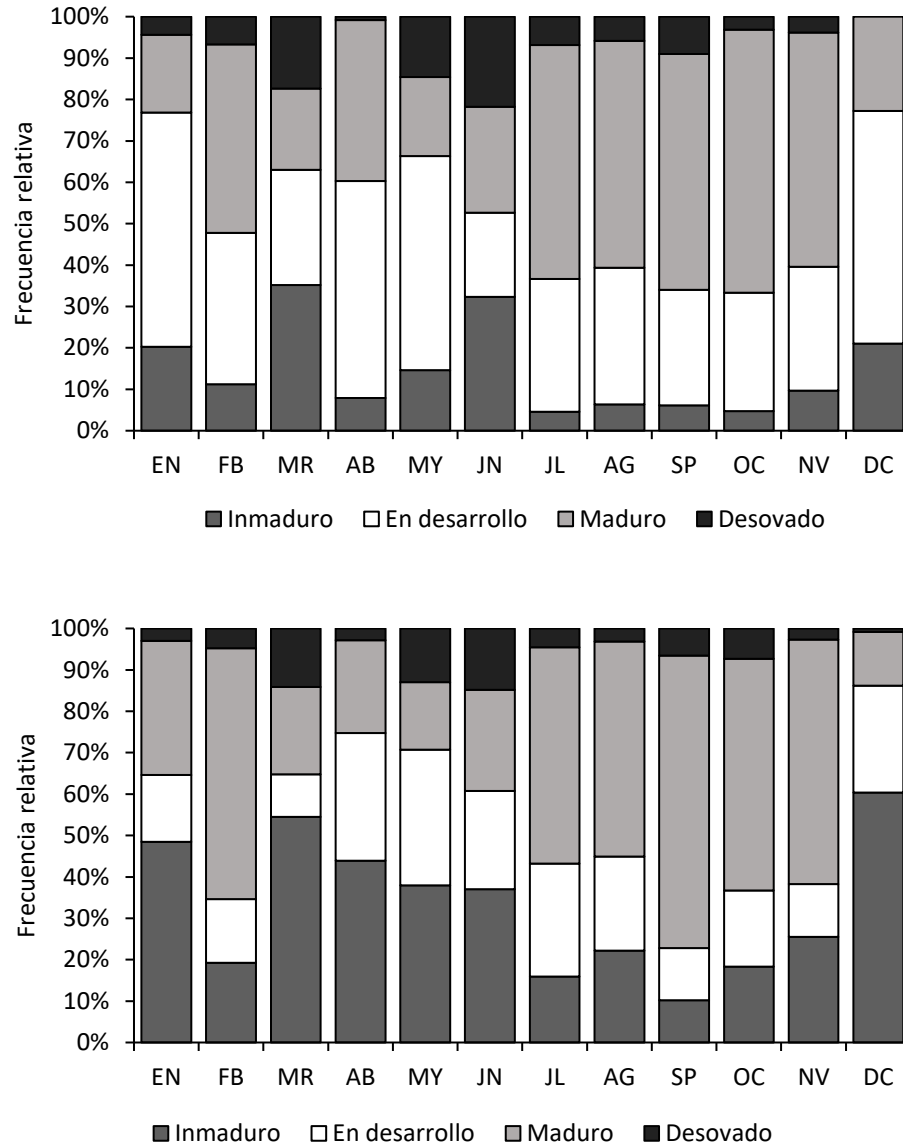


Figura 10. Frecuencia relativa mensual de estadios de madurez gonadal de hembras (superior) y machos (inferior) de *Caranx caballus* capturados en la Bahía de Navidad.

VII.4.3. Índice gonadosomático

Se calcularon los valores promedio mensuales del índice gonadosomático de *C. caballus*, las hembras registraron valores bajos a principios de año, excepto en febrero en donde se observó un aumento, y después vuelve a disminuir hasta abril, en donde se registró el promedio más bajo (0.45).

De mayo a octubre los valores del IGS incrementaron gradualmente, de julio a noviembre se presentaron los promedios más altos, alcanzando el valor más alto en octubre (2.19). Por su

parte, los machos tuvieron un comportamiento semejante a las hembras, registrándose los valores más bajos a principios de año e incrementa a partir de mayo y en octubre se registró el valor más alto (2.39). Las variaciones del IGS que se describieron anteriormente fueron significativas tanto para las hembras ($F_{11,1915}=23.77$, $P<0.001$) como para los machos ($F_{11,1523}=39.34$, $P<0.001$).

La prueba de contrastes múltiples formó seis grupos en las hembras (números) y cinco en los machos (letras). Tanto en hembras como en machos se observó traslape de grupos. Sin embargo, se pudieron separar un grupo con valores máximos (4, 5 y 6) que correspondieron a febrero y de julio a noviembre y otro grupo con valores mínimos que correspondieron al resto del año. Por su parte, los machos tuvieron traslape en todos sus grupos (a excepción del grupo E, que representa los valores más altos) los promedios más altos del índice gonadosomático se encontraron en los grupos C, D y E, que corresponden de agosto a noviembre, aunque al igual que en las hembras, se registró un promedio alto en febrero, correspondiendo al grupo D.

Se observó una sincronía temporal entre los valores promedios del IGS de hembras y machos, y la prueba de correlación fue significativa ($r_s= 0.979$, $P<0.05$, $n=12$) (Fig. 11).

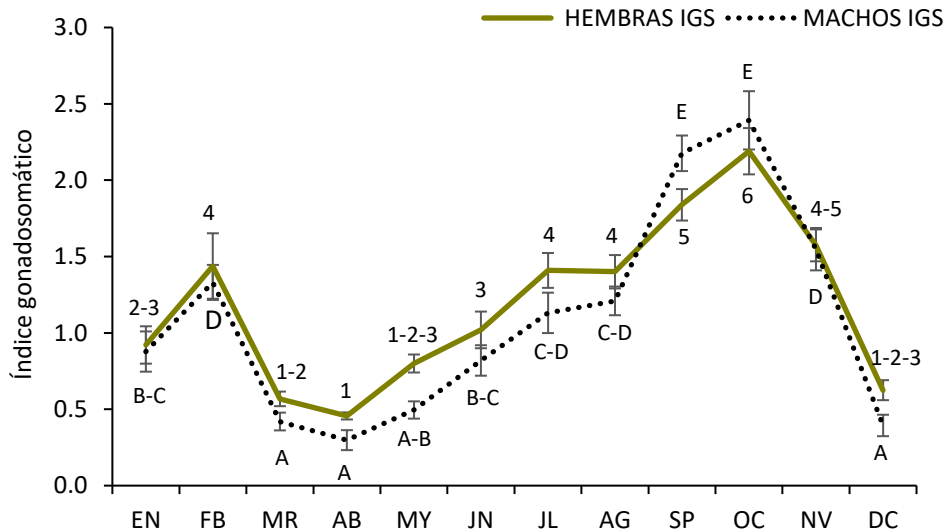


Figura 11. Valores mensuales promedio del índice gonadosomático (IGS) de hembras y machos de *Caranx caballus* capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.

VII.4.4. Diámetro de ovocitos *Caranx caballus*

Se obtuvieron los promedios del diámetro de los ovocitos de manera mensual para *C. caballus*. El promedio más bajo se encontró en abril ($54.59 \pm 1.08 \mu\text{m}$), mientras que el promedio más alto se registró en septiembre ($282.50 \pm 5.80 \mu\text{m}$).

Se realizó un análisis de varianza el cual mostró que existe diferencia significativa entre los valores promedio mensuales del diámetro de los ovocitos de *C. caballus* ($F_{11,1697}=69.89$, $P<0.001$). La prueba de contrastes múltiple formó cuatro grupos, siendo el grupo uno y cuatro los únicos que no tuvieron traslape con otros grupos. Se encontró correlación entre el diámetro promedio mensual de los ovocitos y el índice gonadosomático de las hembras de *C. caballus* ($r_s=0.72$, $P>0.05$, $n=12$) (Fig. 12).

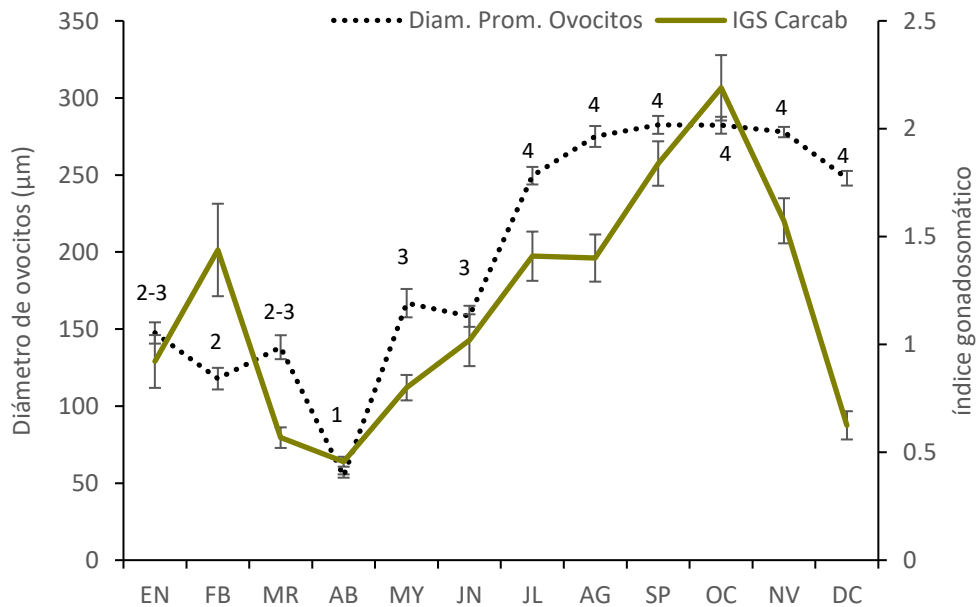


Figura 12. Valores promedio mensuales del diámetro de ovocitos e índice gonadosomático (IGS) de *Caranx caballus* capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple del diámetro de los ovocitos

VII.5. Temporada reproductiva de *K. ocyurus*

VII.5.1. Variación mensual de los estadios de madurez en Hembras

El estadio desovado registró el mayor porcentaje en las hembras de *K. ocyurus* (45%). En contraste, el estadio en desarrollo presentó el menor porcentaje de aparición (2%) en la especie.

Inmaduro: Este estadio sólo se observó de febrero a junio y en noviembre y diciembre, de estos meses, mayo y junio fueron los que registraron los mayores porcentajes (50 y 70%, respectivamente). De febrero a abril y en diciembre se registraron porcentajes muy bajos (2 a 10%).

En desarrollo: fue el estadio que registró los menores porcentajes. Sólo se observó en enero, marzo, agosto y diciembre. En enero y diciembre ocurrieron los mayores porcentajes (11 y 13%, respectivamente), marzo y agosto tuvieron los menores porcentajes (3 y 4%).

Maduro: Sólo en mayo y junio no se encontraron organismos maduros. El mayor porcentaje se registró en julio (100%), asimismo este mes fue el que registró el valor promedio más alto del índice gonadosomático, por lo que es posible que este estadio se presente cuando el valor de este índice es alto. Seguido de agosto a octubre (75 a 97%). Mientras que el menor porcentaje fue en marzo (1%), periodo que coincide con los valores más bajos del índice gonadosomático.

Desovado: Este estadio estuvo presente en todos los meses excepto en julio. El primer semestre del año registró los porcentajes más altos, siendo abril el mes donde hubo mayor frecuencia de aparición (94%). El porcentaje más bajo se registró en septiembre (7%) y en octubre (9%) (Fig. 13, superior).

VII.5.2. Variación mensual de los estadios de madurez en machos

Al igual que en las hembras, el estadio desovado presentó el mayor porcentaje del total de la muestra con 35% y el menor porcentaje se observó en el estadio en desarrollo (17%).

Inmaduro: Estuvo presente en 10 de los 12 meses, sólo en agosto y septiembre no se registró este estadio. Enero (46%), mayo (57%) y noviembre (52%) fueron los meses con mayor porcentaje de organismos inmaduros. El menor porcentaje se registró en abril (3%).

En desarrollo: En cinco meses este estadio no se registró (mayo y de julio a octubre). En marzo, junio y noviembre se obtuvieron los mayores porcentajes (27, 38 y 48%, respectivamente) y febrero solo el 14%.

Maduro: Septiembre registró el mayor porcentaje de organismos maduros (100%), seguido de octubre (81%), julio (76%) y agosto (75%) y lo contrario se presentó en marzo (7%) y abril (5%). Enero, junio, noviembre y diciembre no registraron organismos en este estadio.

Desovado: marzo (62%), abril (72%) y diciembre (56%) presentaron los mayores porcentajes, por otra parte, mayo, junio, julio y octubre registraron los porcentajes más bajos (10,14, 14 y 15% respectivamente) (Fig. 13, inferior).

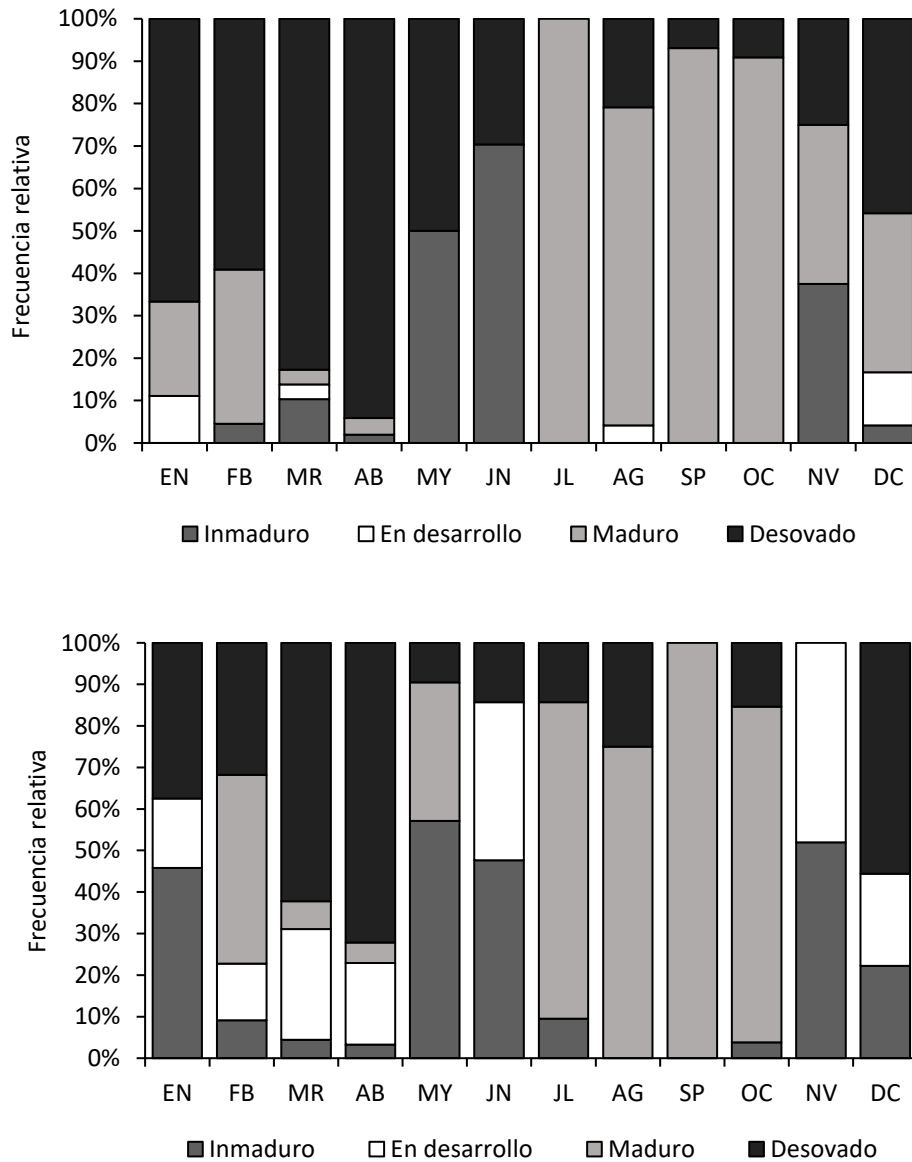


Figura 13. Frecuencia relativa mensual de estadios de madurez gonadal de hembras (superior) y machos (inferior) de *Kyphosus ocyurus* capturados en la Bahía de Navidad.

VII.5.3. Índice gonadosomático

De enero a junio y noviembre y diciembre presentaron los valores más bajos del índice gonadosomático, los valores incrementan de julio a octubre en ambos sexos. En el caso de las hembras, el máximo valor del índice se presentó en octubre (3.52), en cambio el valor

mínimo se registró en mayo (0.32). Por el contrario, los machos alcanzaron su valor máximo en septiembre (2.99) y el mínimo en abril (0.21). Se presentó variación significativa en el IGS de hembras ($F_{11,317}=74.78$, $P<0.001$) y de machos ($F_{11,329}=112.24$, $P<0.001$). La prueba de contrastes múltiples formó 4 grupos en las hembras (números) y 4 en los machos (letras). A diferencia de las otras dos especies, se observó que no hubo traslape en los grupos. Los promedios más altos del índice gonadosomático de las hembras se encontraron en los grupos 3 y 4, que corresponden a los meses de julio a octubre, mientras que los valores más bajos correspondieron a los grupos 1 y 2, los cuales se registraron de enero a junio y en noviembre-diciembre. Por otra parte, los machos tampoco presentaron traslape en los grupos. Los grupos C y D correspondieron a los valores más altos del índice gonadosomático, que ocurrieron de julio a octubre. Mientras que, los promedios más bajos se agruparon en A y B, los cuales se registraron de enero a junio y noviembre-diciembre (Fig. 14).

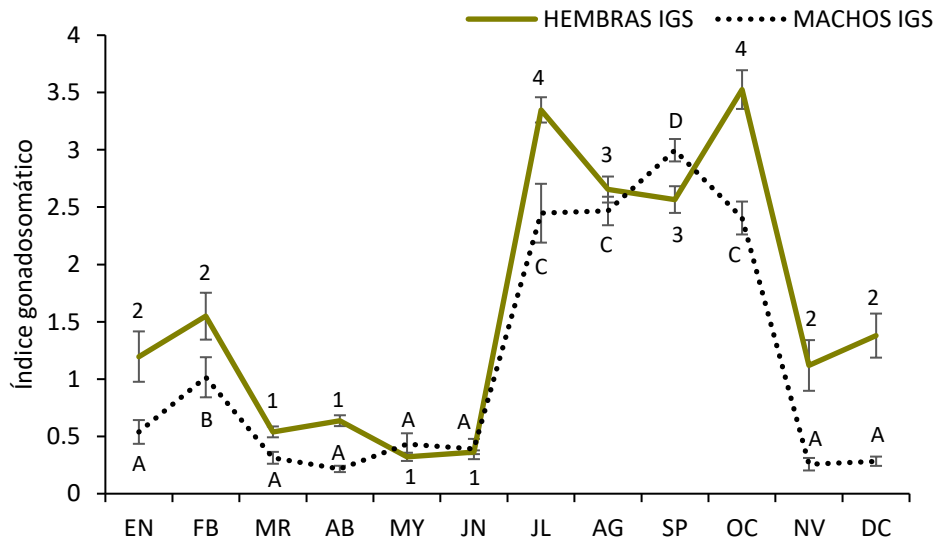


Figura 14. Valores mensuales promedio del índice gonadosomático (IGS) de hembras y machos de *Kyphosus ocyurus* capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.

VII.5.4. Diámetro de ovocitos *Kyphosus ocyurus*

Respecto al diámetro promedio de los ovocitos de *K. ocyurus*, se observó que los valores más bajos se presentaron de marzo a junio. Los promedios más altos se registraron de julio a octubre. Se presentó variación en el promedio del diámetro de los ovocitos ($F_{11,957}=36.59$, $P<0.001$).

Los meses donde se presentaron los diámetros más altos coinciden con el periodo en donde el índice gonadosomático presenta sus promedios más altos (julio a octubre).

Por otra parte, se realizó un análisis de correlación ($r_s = 0.678$, $P < 0.05$, $n = 12$), el cual mostró que si existe correlación entre el diámetro de los ovocitos y el índice gonadosomático de *K. ocyurus* (Fig. 15).

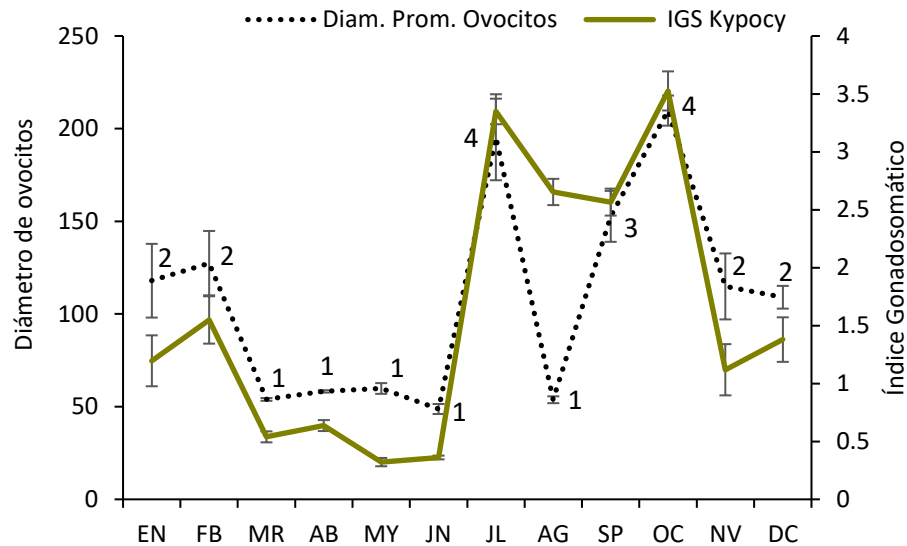


Figura 15. Valores promedio mensuales del diámetro de ovocitos e índice gonadosomático de *Kyphosus ocyurus* capturados en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las barras representan el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple del diámetro de los ovocitos.

VII.6. Factor de condición

VII.6.1. Factor de condición de *Trachinotus rhodopus*

Se obtuvieron los promedios del factor de condición de hembras y machos de *T. rhodopus*, los valores se comportaron de manera similar en ambos sexos ($r_s = 0.930$, $P < 0.001$, $n = 12$). A inicios del año, los valores del FC incrementan hasta llegar a su valor máximo en agosto tanto en hembras como en machos, en los siguientes meses se observó una disminución en los valores hasta llegar al mínimo en las hembras que fue en noviembre y en los machos en septiembre, estos valores son semejantes a los que se presentaron de enero a marzo. Los valores mensuales a lo largo de los meses presentaron diferencia significativa en hembras ($F_{11,946} = 10.10$, $P < 0.001$) y en machos ($F_{11,778} = 12.64$, $P < 0.001$). La prueba de contrastes múltiples formó cinco grupos en las hembras (números) y siete en los machos (letras), presentándose traslapes en los datos. Se registraron grupos con valores mínimos en

ambos sexos a inicios y finales del año (1-3 en hembras y A-D en machos). Además, los valores máximos también para ambos sexos se observaron en junio, julio y agosto (Fig. 16).

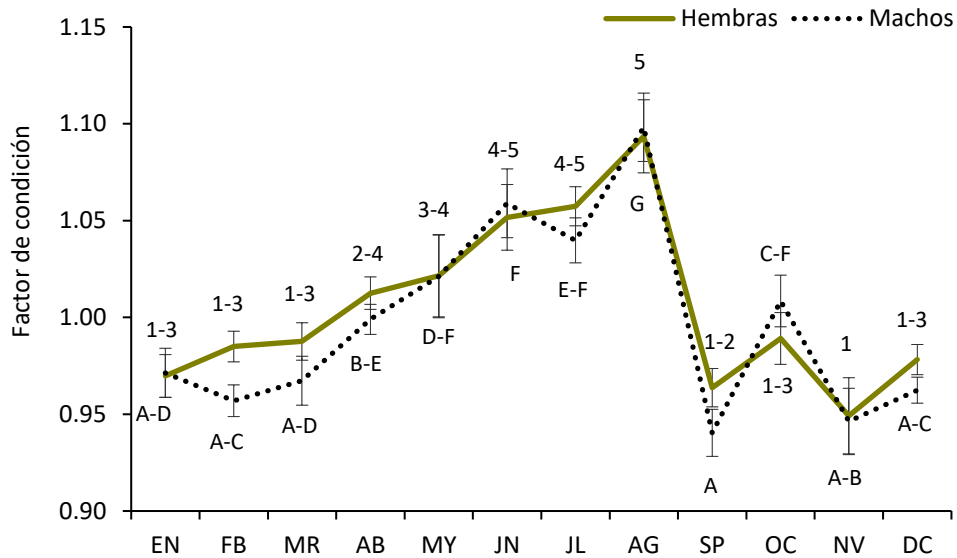


Figura 16. Valores promedio mensuales del factor de condición de hembras y el factor de condición de machos de *Trachinotus rhodopus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.

Se realizó un análisis de correlación entre el IGS y el FC de hembras y se observó que no hay correlación ($r_s = -0.15$, $P = 0.633$, $n = 12$) (Figura 17) y lo mismo sucedió con entre los valores promedio del IGS y FC de machos ($r_s = 0.10$, $P = 0.745$, $n = 12$) (Figura 18) aun así, se puede observar en algunos meses un comportamiento con tendencia inversa entre el IGS y el FC.

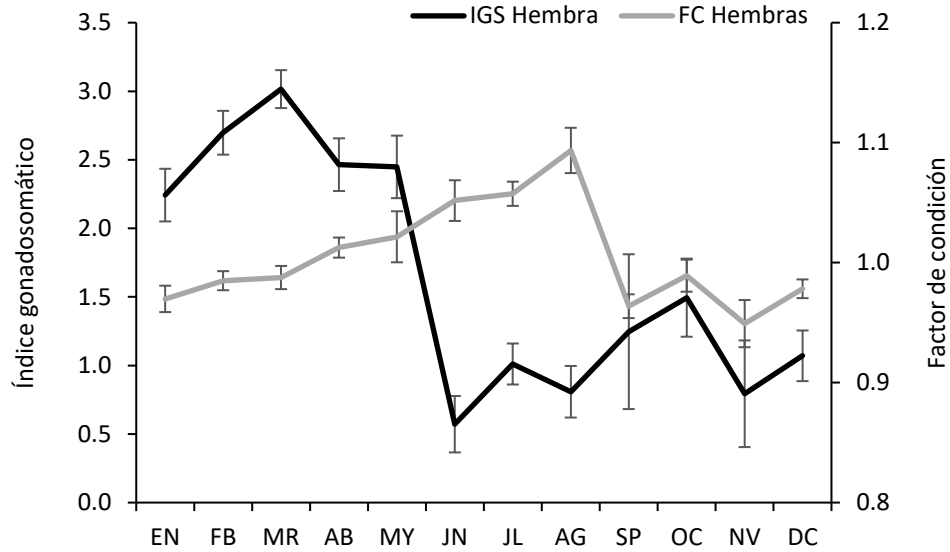


Figura 17. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en hembras de *Trachinotus rhodopus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

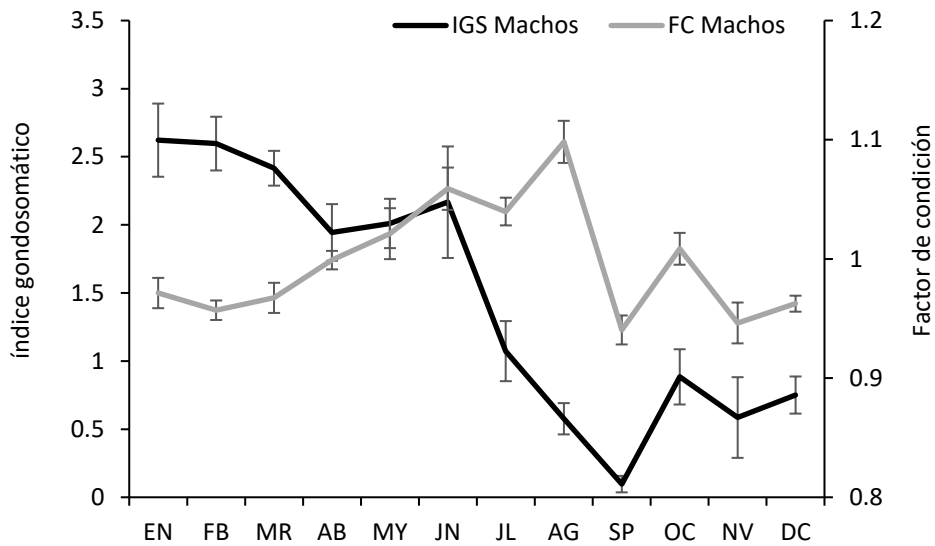


Figura 18. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en machos de *Trachinotus rhodopus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.6.2. Factor de condición de *Caranx caballus*

Los valores promedio mensuales del factor de condición reflejaron un patrón muy semejante entre los sexos ($r_s = 0.90$, $P < 0.05$). Después de febrero se mostró un incremento en los promedios en hembras y machos. Alcanzando su valor máximo en ambos sexos en mayo (1.66). A partir de junio se mostró una disminución en los valores promedio en hembras y

machos, siendo diciembre el mes que registró el valor más bajo (1.54). Se observó diferencia significativa en los promedios mensuales de hembras ($F_{11,1938}=20.2$, $P<0.001$), y de machos ($F_{11,1560}=13.7$, $P<0.001$).

La prueba de contrastes múltiples identificó distintos grupos en las hembras (números) y en los machos (letras). Aunque se presentaron traslapes entre los meses, se pueden distinguir valores bajos a finales del año y los valores altos en abril, mayo y julio, agosto en ambos sexos (Fig. 19).

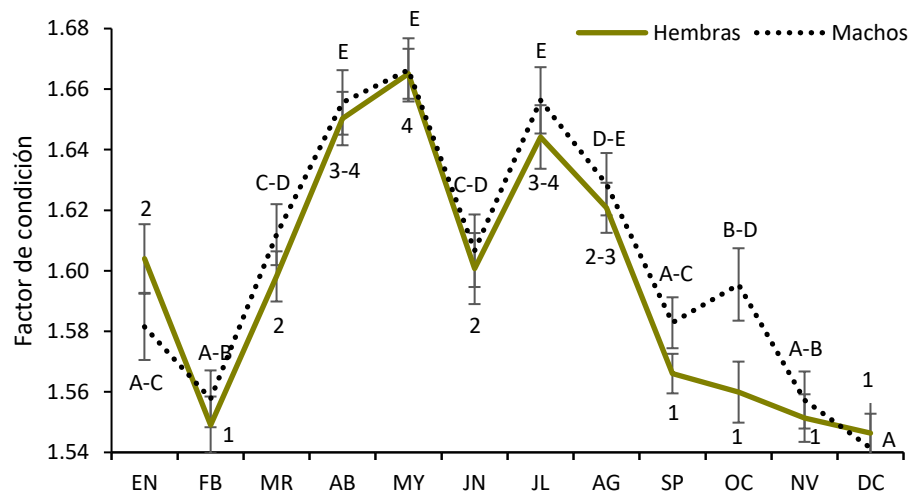


Figura 19. Valores promedio mensuales del factor de condición de hembras y el factor de condición de machos de *Caranx caballus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.

Se realizó un análisis de correlación mensual entre el IGS y FC de hembras y machos de *C. caballus*, el cual no reflejó correlación entre los valores promedio en las hembras ($r_s = -0.39$, $P < 0.05$, $n = 12$) (Figura 20), ni en los machos ($r_s = -0.28$, $P < 0.05$, $n = 12$) (Figura 21). Sin embargo, aunque no hubo correlación, la relación entre estas variables tiene a ser negativa y esto se ve reflejado en los valores máximos y mínimos entre estas dos variables.

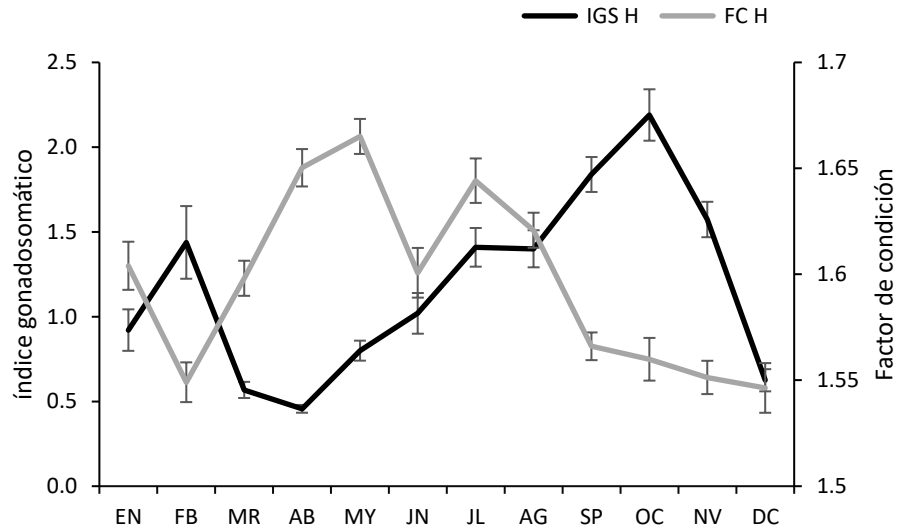


Figura 20. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en hembras de *Caranx caballus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

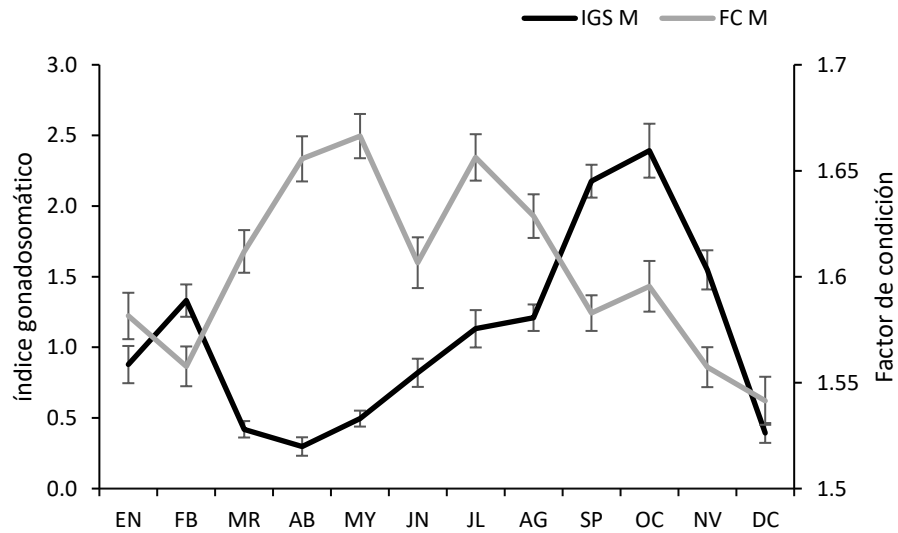


Figura 21. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en machos de *C. caballus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.6.3. Factor de condición de *Kyphosus ocyurus*

Los valores promedio mensuales del factor de condición de las hembras de *K. ocyurus*, mostraron un incrementó en los valores a partir de marzo, llegando a su valor más alto en junio, posteriormente estos valores fueron disminuyendo hasta febrero. Por otro parte, al igual

que en las hembras, los machos tuvieron un incremento desde marzo hasta junio, después de junio se observa un descenso en los valores hasta septiembre, para posteriormente incrementar de nuevo en noviembre. En ambos sexos los valores disminuyen en diciembre y aumentan en enero, y para febrero y marzo se observan promedios bajos.

Las hembras mostraron diferencia significativa entre los promedios mensuales del FC ($F_{11, 317}=4.05$, $P<0.001$), lo mismo ocurrió en los machos ($F_{11, 329}=9.33$, $P<0.001$).

La prueba de contrastes múltiples, formó tres grupos en las hembras (números) y cinco en los machos (letras). Se pueden diferenciar los valores menores (A, B y 1, 2) de los valores altos (C, D, E y 2, 3) en ambos sexos (Fig. 22).

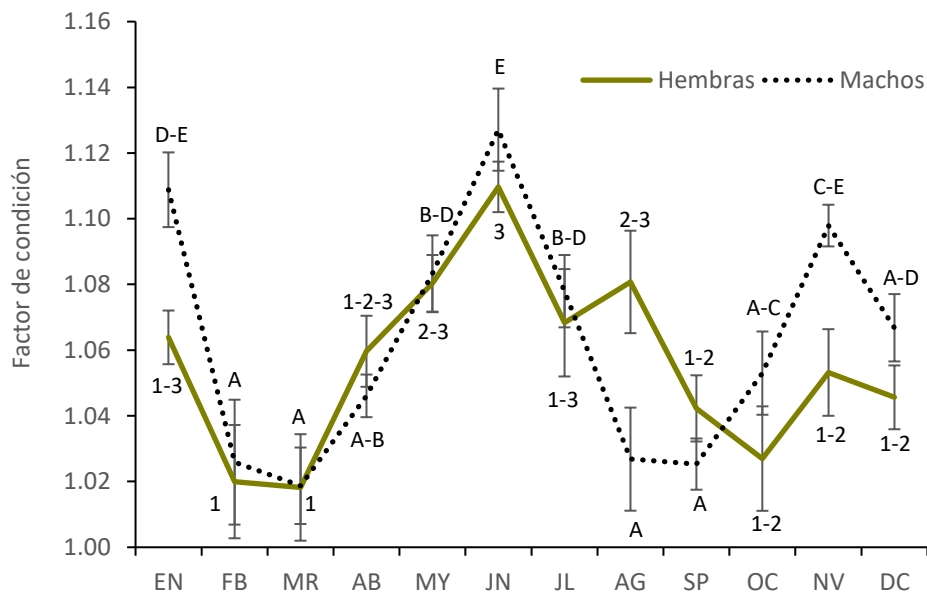


Figura 22. Valores promedio mensuales del factor de condición de hembras y el factor de condición de machos de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media. Los números representan la prueba de contraste múltiple en hembras y las letras a los machos.

El análisis de correlación entre los valores promedio del IGS y el FC, al igual que en las otras dos especies de estudio, indicó que no existe dicha correlación en las hembras ($r_s = -0.22$, $P > 0.05$, $n = 12$) (Fig. 23) y tampoco en los machos ($r_s = -0.27$, $P > 0.05$, $n = 12$) (Figura 24). Aunque no se observó correlación, se puede observar que en algunos meses los valores máximos y mínimos del factor de condición y del índice gonadosomático, siguen una tendencia inversa, ya que cuando los valores de una variable son altos, los de la otra son bajos, y viceversa.

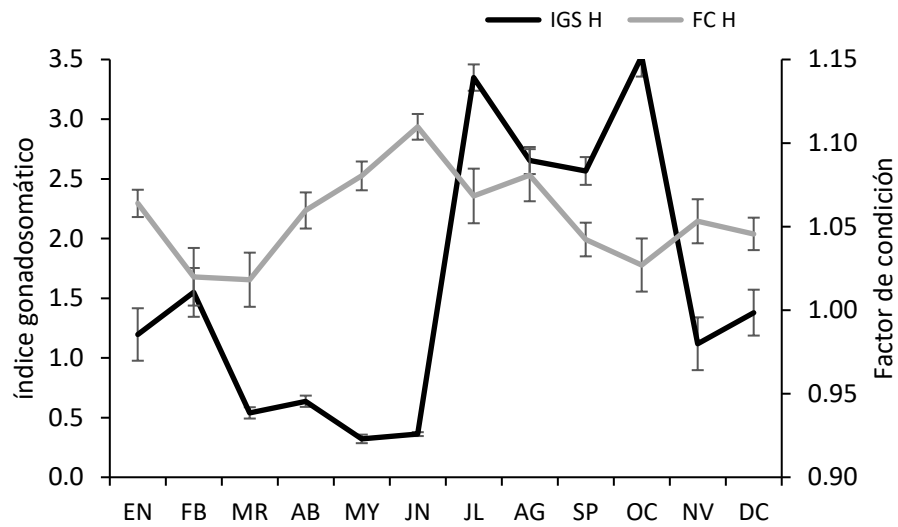


Figura 23. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en hembras de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

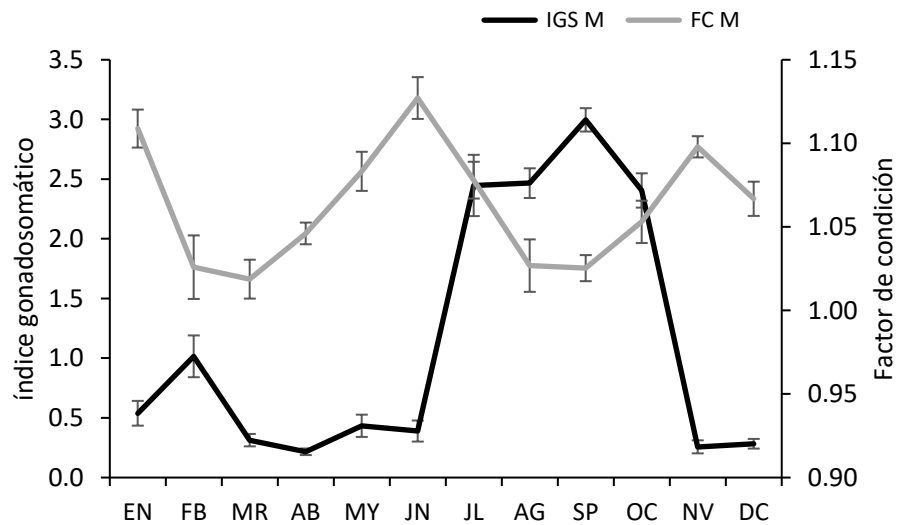


Figura 24. Valores promedio mensuales del índice gonadosomático y el factor de condición en machos de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.7. Longitud de madurez sexual

VII.7.1. *Trachinotus rhodopus*

La hembra más pequeña con gónadas en estadio maduro fue de 25.7 cm LT, y el macho más pequeño en el mismo estadio fue de 25.9 cm LT.

El 50% de las hembras de *T. rhodopus* maduraron a los 30.5 cm LT y en machos a 30.6 cm. El 100 % de las hembras y los machos a la longitud de 56.0 cm ya se habían reproducido por lo menos una vez. La longitud promedio del total de las hembras capturadas fue de 35.4 y de 35.5 cm LT para los machos, entonces la longitud de captura promedio es superior a la longitud promedio de madurez sexual. También los valores sugieren que tanto las hembras como los machos maduran a la misma longitud (Figura 25).

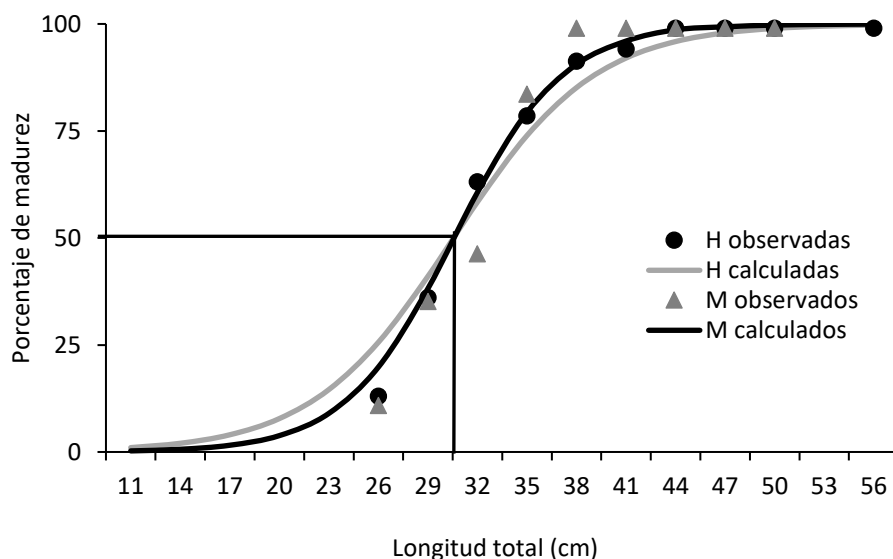


Figura 25. Porcentaje de hembras y machos con gónadas maduras de *Trachinotus rhodopus*.

VII.7.2. *Caranx caballus*

La hembra con gónadas en estadio maduro más pequeña midió 24.8 cm (LT), y el macho midió 25.4 cm (LT). Se calculó que el 50% de las hembras de *C. caballus* en la Bahía de Navidad maduran aproximadamente a los 33.1 cm (LT), y los machos a la longitud de 33.5 cm (LT).

La longitud de captura promedio para las hembras fue 37.21 cm mientras que para los machos fue de 36.91 cm. Esto indica que la longitud promedio de captura es superior a la longitud de madurez sexual, tal como en la especie anterior. Según estos resultados se

estima que a los 57 cm el 100% de los organismos habrán tenido un evento reproductivo en su vida (Fig. 26).

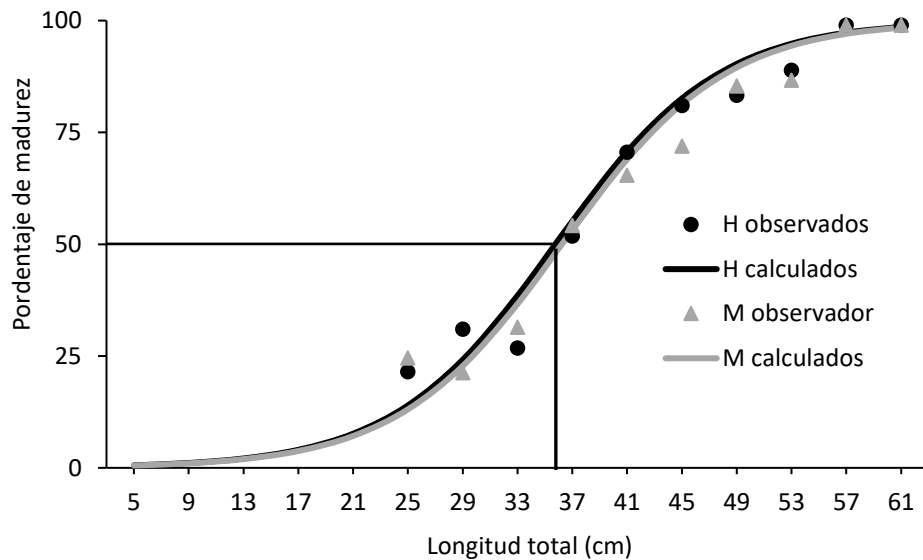


Figura 26. Porcentaje de hembras y machos con gónadas maduras de *Caranx caballus*.

VII.7.3. *Kyphosus ocyurus*

La hembra madura más pequeña midió 35 cm LT, mientras que el macho más pequeño fue de 30.8 cm (LT). Se calculó la longitud en la que el 50% de los organismos alcanzan la madurez sexual, para las hembras fue de 43.8 cm LT y para los machos 44.5 cm (LT).

Las hembras en la Bahía de Navidad se capturaron con un promedio de 51.7 cm y los machos en 49.9 cm. Los resultados muestran que estas longitudes son muy superiores a la longitud de madurez sexual, por lo cual esta especie alcanza la madurez sexual antes de ser capturada.

El 100% de los organismos maduran a los 63 cm LT. Los resultados obtenidos indican que las hembras maduran poco antes que los machos (Fig. 27).

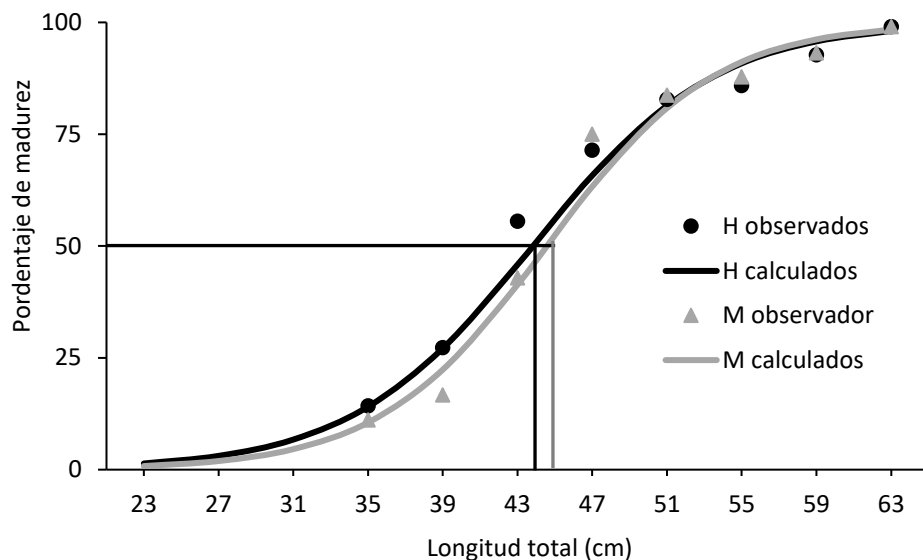


Figura 27. Porcentaje de hembras y machos con gónadas maduras de *Kyphosus ocyurus*.

VII.8. Factores abióticos y su relación con el índice gonadosomático

VII.8.1. Temperatura

Los valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar indican que los meses más fríos corresponden al invierno en México (diciembre, enero, febrero y marzo), se registró la temperatura más baja en marzo con 24.8°C. Posteriormente, a partir de la primavera (marzo, abril, mayo y junio) la temperatura se empieza a elevar, en el verano (junio, julio, agosto y septiembre) y se registró el promedio más alto en agosto con 30.3°C. Después de esto, inició el descenso durante otoño (septiembre, octubre, noviembre y diciembre) hasta finales de año.

VII.8.1.1. *Trachinotus rhodopus*

Los valores promedio mensuales del índice gonadosomático de *T. rhodopus* de ambos sexos, parecen tener un patrón a la inversa con los valores de temperatura promedio, ya que, cuando se registraron los valores más bajos de temperatura, se presentaron los valores altos del índice gonadosomático, y lo mismo de manera contraria.

En las hembras se registró correlación negativa entre la temperatura y el índice gonadosomático ($r_s = -0.75$, $P < 0.05$, $n = 12$). A su vez, en los machos de *T. rhodopus* también se muestra esta interacción negativa ($r_s = -0.80$, $P < 0.05$, $n = 12$). Por tanto, se puede interpretar que la temperatura no es un factor que pueda estimular de forma directa la reproducción en esta especie (Fig. 28).

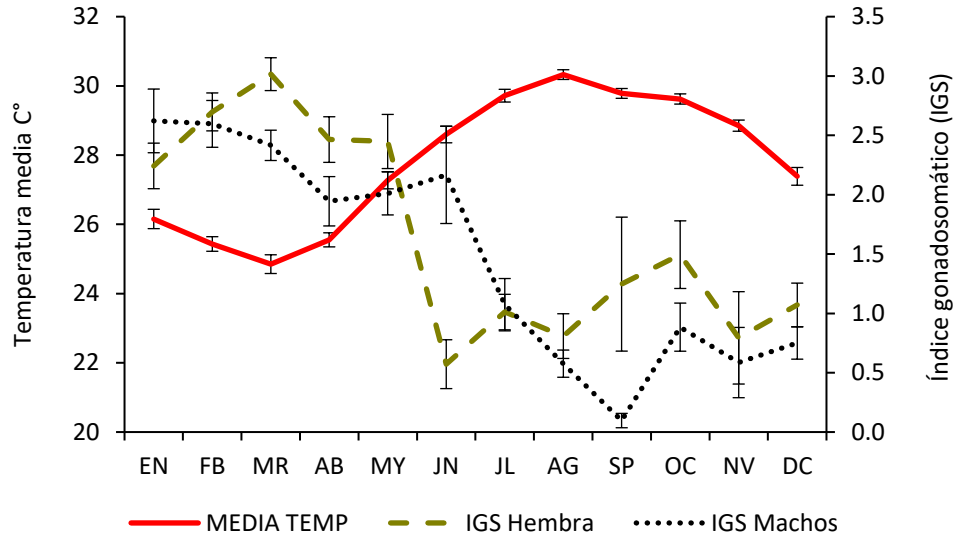


Figura 28. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar y los índices gonadosomático de hembras y de machos de *Trachinotus rhodopus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.1.2. *Caranx caballus*

Los valores promedio del índice gonadosomático de *C. caballus* presentaron un comportamiento similar a las medias mensuales de temperatura. Ya que se observó un aumento y descenso parecido en ambas variables.

Al realizar el análisis de correlación entre el índice gonadosomático de las hembras y la temperatura mensual, se observó correlación entre ellos ($r_s=0.62$, $P<0.05$), y lo mismo ocurrió para los machos ($r_s=0.58$, $P<0.05$). Esto sugiere que la temperatura superficial del mar es un factor que tiene influencia en la reproducción de esta especie (Figura 29).

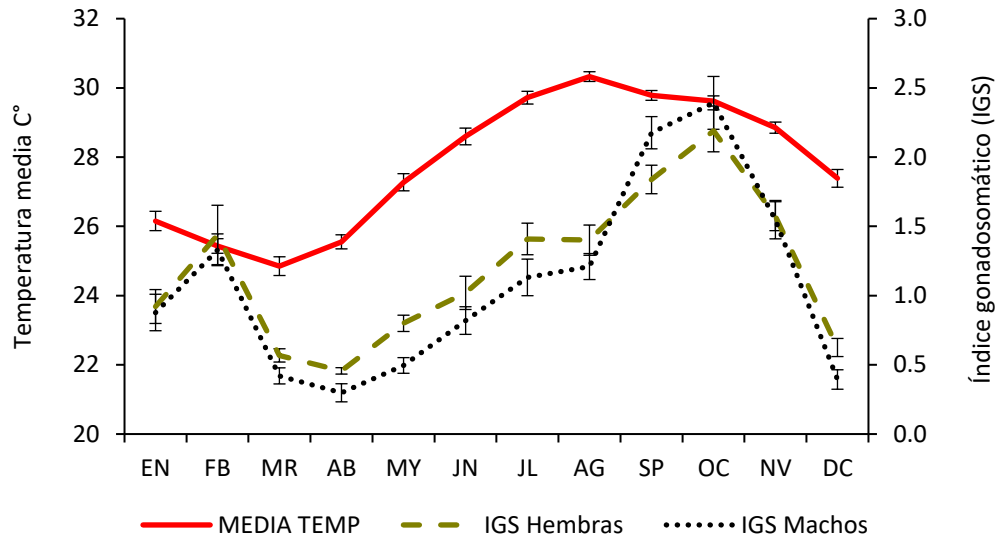


Figura 29. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar y los índices gonadosomático de hembras y de machos de *Caranx caballus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.1.3. *Kyphosus ocyurus*

Los valores más bajos del índice gonadosomático de hembras y machos de *K. ocyurus* coinciden con los valores promedio de temperatura más bajos, parece entonces que conforme sube el valor de una variable, la otra de igual forma lo hace, y lo mismo ocurre con los valores mínimos.

El análisis por sexos reflejó que sí existe correlación entre la temperatura y el índice gonadosomático de las hembras ($r_s=0.60$, $P<0.05$, $n=12$) y de los machos ($r_s=0.61$, $P<0.05$, $n=12$). En esta especie, al parecer el incremento en la temperatura es un factor que está relacionado con la reproducción, ya que, a valores altos de temperatura, también se observaron valores altos de IGS en ambos sexos (Fig. 30).

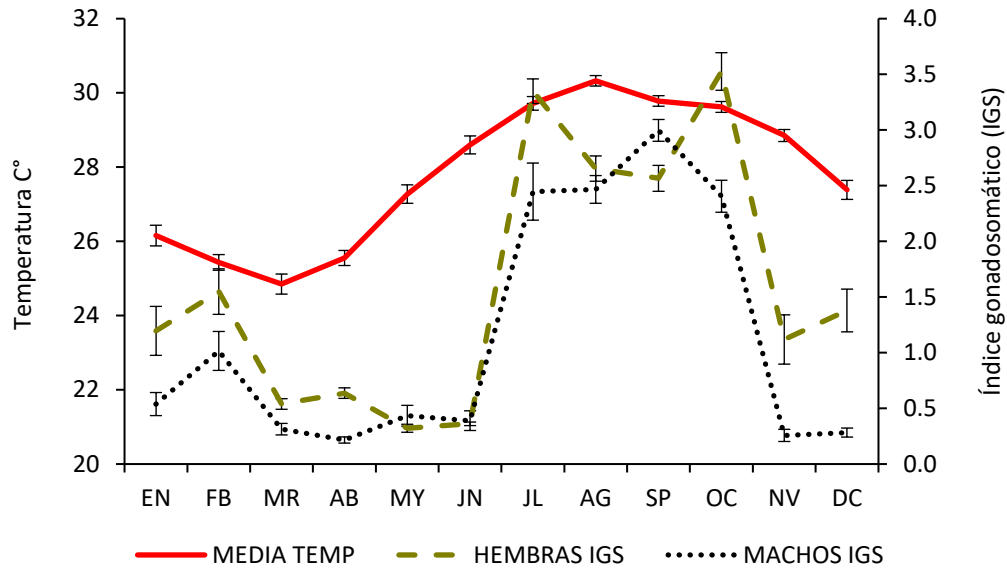


Figura 30. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar y los índices gonadosomático de hembras y de machos de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.2. Precipitación pluvial

Los valores promedio de precipitación pluvial en la Bahía de Navidad, indican que los primeros meses (enero a abril) del año, los valores son muy bajos, posteriormente, a partir de mayo, los valores incrementan hasta alcanzar su máximo en septiembre, periodo que corresponde al temporal de lluvias y huracanes en México, y que de forma general también se presentan con regularidad todos los años en la Bahía de Navidad. Después de septiembre, los valores descienden de manera considerable en noviembre y en diciembre se presenta un valor cercano a cero.

VII.8.2.1. *Trachinotus rhodopus*

Los valores más altos del índice gonadosomático en hembras de *T. rhodopus* se registraron en los primeros cinco meses del año, en cambio, los machos tuvieron sus valores más altos hasta junio. Posteriormente, ocurrió un descenso en los valores para ambos sexos en los siguientes meses del año. Contrariamente, los promedios de precipitación pluvial menores se presentaron los primeros meses del año, y cuando éstos comienzan a elevarse, el índice gonadosomático de ambos sexos empieza a disminuir. De la misma manera, los

valores más altos de la precipitación pluvial corresponden al periodo de valores más bajos del índice gonadosomático.

El análisis de correlación indicó que en los machos hay una correlación negativa ($r_s = -0.51$, $P < 0.05$), sin embargo, aunque en las hembras no se presentó correlación ($r_s = -0.40$, $P > 0.05$), se puede observar que cuando se presentan los valores altos del IGS, los valores de la precipitación son los más bajos del año. Por lo tanto, la lluvia o el incremento en estas pudieran no estar influenciando de forma directa la reproducción de esta especie, siendo otros factores abióticos los encargados de estimular la reproducción en *T. rhodopus* (Fig. 31).

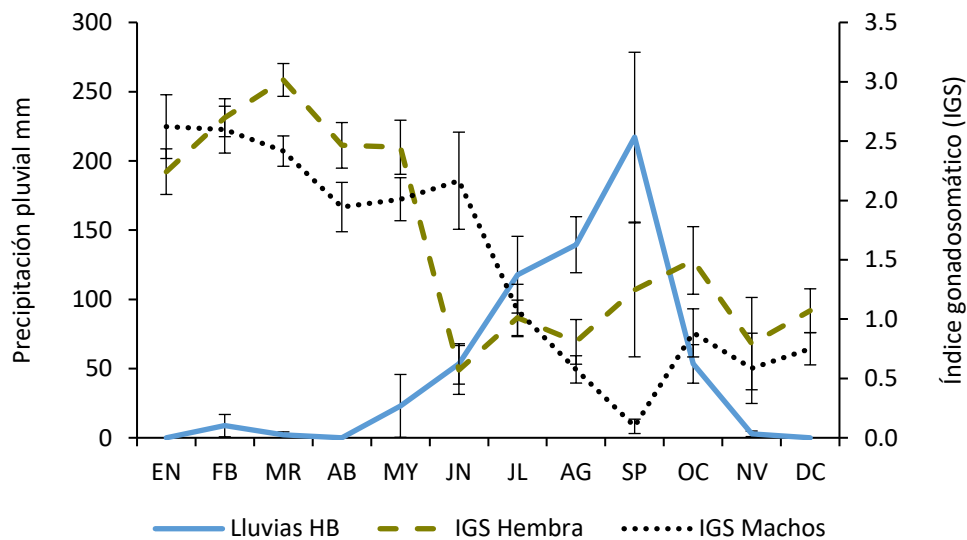


Figura 31. Valores promedio mensuales de la precipitación pluvial mm y los índices gonadosomático de hembras y de machos de *Trachinotus rhodopus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.2.2. *Caranx caballus*

Esta especie tiende a tener dos periodos reproductivos, el primero muy corto en febrero y el segundo que va desde julio hasta noviembre para ambos sexos. El primero ocurre cuando los valores de precipitación pluvial son prácticamente nulos o muy bajos. Después de esto, tanto el índice gonadosomático como los valores promedio de precipitación incrementan gradualmente en los siguientes meses del año. Al parecer *C. caballus* sincroniza su periodo reproductivo principal con el temporal de lluvias en la Bahía de Navidad, aunque existe un pequeño desfase de un mes, ya que cuando los valores promedio de precipitación bajan en octubre, el índice gonadosomático de hembras y machos alcanza su promedio más alto. El análisis de correlación para cada sexo indicó correlación entre el IGS y la precipitación pluvial en hembras ($r_s = 0.67$, $P < 0.05$) y en machos ($r_s = 0.65$, $P < 0.05$). Entonces parece que la

precipitación pluvial pudiera influir con la reproducción de esta especie, posiblemente en conjunto con otros factores abióticos (Fig. 32).

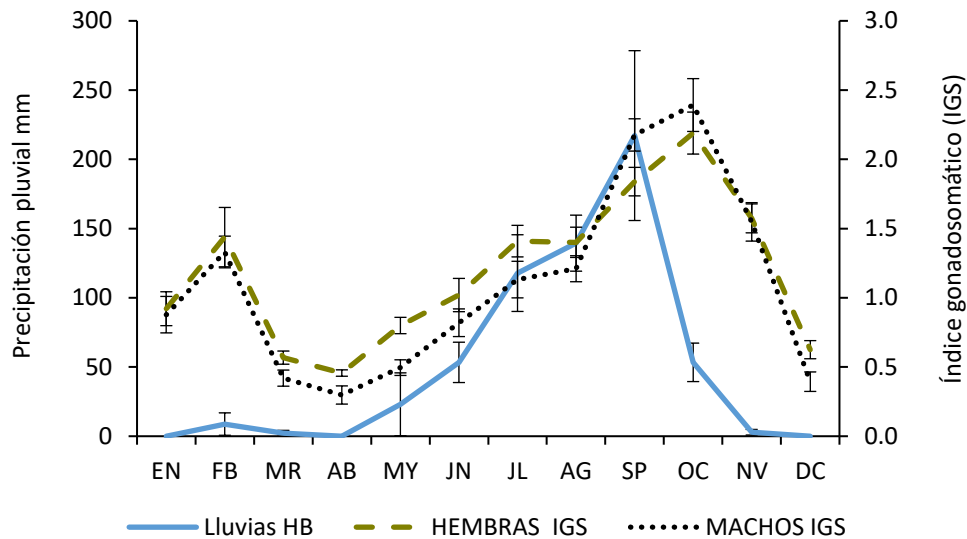


Figura 32. Valores promedio mensuales de la precipitación pluvial mm y los índices gonadosomático de hembras y de machos de *Caranx caballus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.2.3. *Kyphosus ocyurus*

Tanto los valores promedios del índice gonadosomático de hembras y machos como los valores de precipitación pluvial presentan los valores más bajos durante el primer semestre del año. Posteriormente estos valores incrementan, en el caso del índice gonadosomático de ambos sexos, se presenta un aumento de manera rápida de junio a julio, mientras que en la precipitación ocurre de manera más progresiva.

El análisis de correlación realizado para cada uno de los sexos, no indicó correlación entre la precipitación pluvial y el índice gonadosomático en las hembras, aunque los valores están en el umbral ($r_s=0.50$, $P>0.05$), sin embargo, en los machos sí hubo correlación entre la precipitación y el índice gonadosomático ($r_s=0.82$, $P<0.05$, $n=12$).

Al parecer la temporada reproductiva de *K. ocyurus* está bien acoplada con la temporada de lluvias en la Bahía de Navidad, por lo que se observa también que, una vez finalizada dicha temporada de lluvias, el índice gonadosomático de esta especie comienza a disminuir (Fig. 33).

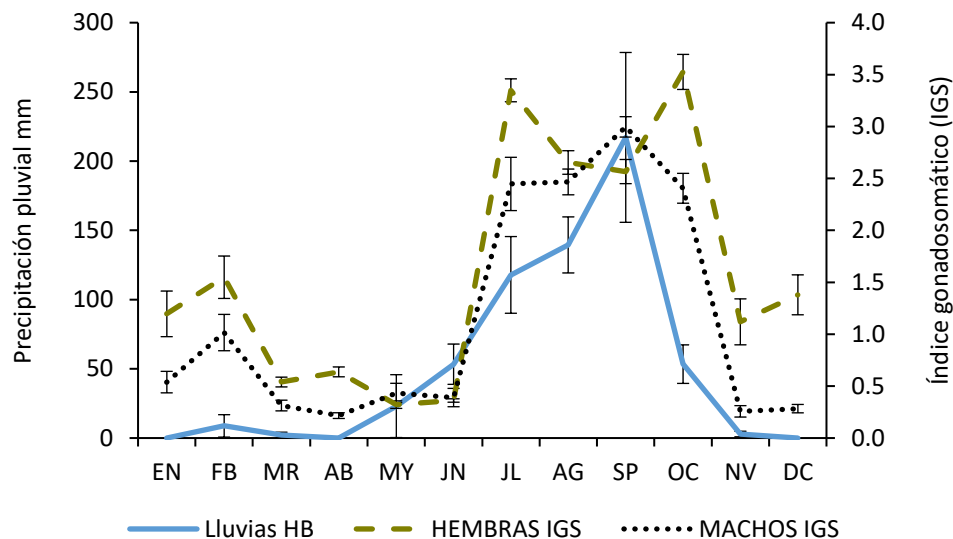


Figura 33. Valores promedio mensuales de la precipitación pluvial mm y los índices gonadosomático de hembras y de machos de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.3. Índice de surgencias

Las surgencias registradas en la región durante el periodo de estudio mostraron un incremento gradual desde enero hasta alcanzar su valor promedio máximo en abril ($133.09 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$). A partir de este mes, inicia la disminución de los valores de forma gradual hasta septiembre, posteriormente inicia su incremento.

VII.8.3.1. *Trachinotus rhodopus*

El análisis de correlación tomando en cuenta ambos sexos indicó que efectivamente existe correlación entre el índice de surgencias y el índice gonadosomático de ambos sexos ($r_s=0.62$, $P<0.03$). En las hembras dicha correlación no se refleja ($r_s=0.46$, $P>0.05$), en los machos sí se presentó correlación ($r_s=0.60$, $P<0.05$).

Los valores más altos del índice gonadosomático de ambos sexos parecen coincidir con los promedios más altos del índice de surgencias registrados, aunque con un ligero desfase. La disminución de los valores de las dos variables parece coincidir en los meses, aunque el índice gonadosomático de las hembras presenta un descenso abrupto en mayo, mientras que el descenso del índice gonadosomático de los machos y el índice de surgencias se presenta en junio. El resto del año las variables parecen comportarse de manera parecida. Es posible que

esta variable ambiental pudiera estar relacionada con la reproducción de esta especie, pero parece ser que los machos son los que están más influenciados por dicho factor (Fig. 34).

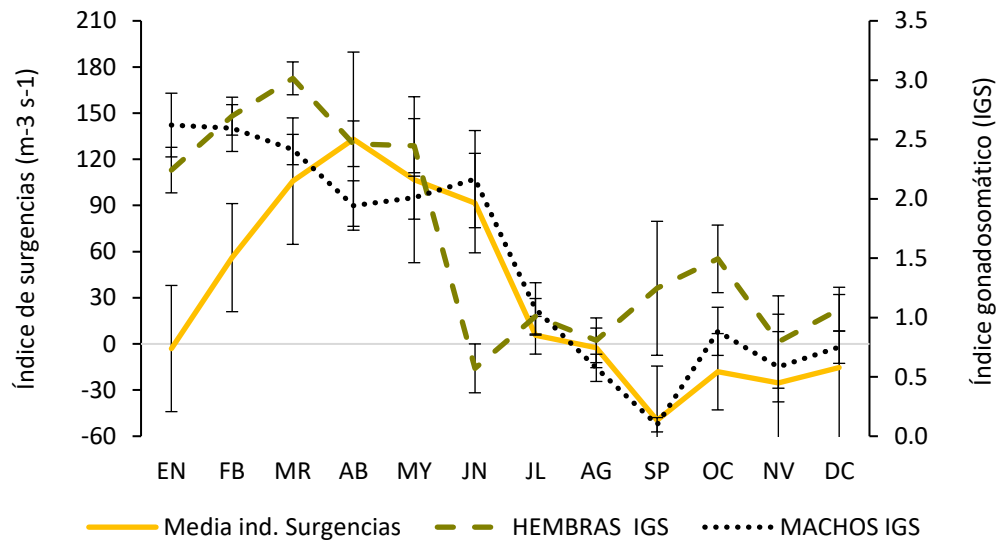


Figura 34. Valores promedio mensuales del índice de surgencias y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de *Trachinotus rhodopus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.3.2. *Caranx caballus*

El análisis de correlación entre el índice gonadosomático y el índice de surgencias, indicó correlación negativa en las hembras ($r_s = -0.72$, $P < 0.05$, $n = 12$) de *C. caballus*, y el mismo resultado para los machos ($r_s = -0.71$, $P < 0.05$).

Los valores más bajos del índice gonadosomático de *C. caballus* se registraron a inicios del año, mientras que en este periodo de tiempo se muestran los valores más altos del índice de surgencias. Cuando se presentan los valores más altos del índice gonadosomático (temporada reproductiva) de agosto a noviembre, de manera contraria, en este periodo es cuando se registraron los valores más bajos del índice de surgencias. La correlación negativa de hembras y machos con este factor indica que el mismo no parece ser determinante para que esta especie se reproduzca, puesto que se observa un patrón a la inversa (Fig. 35).

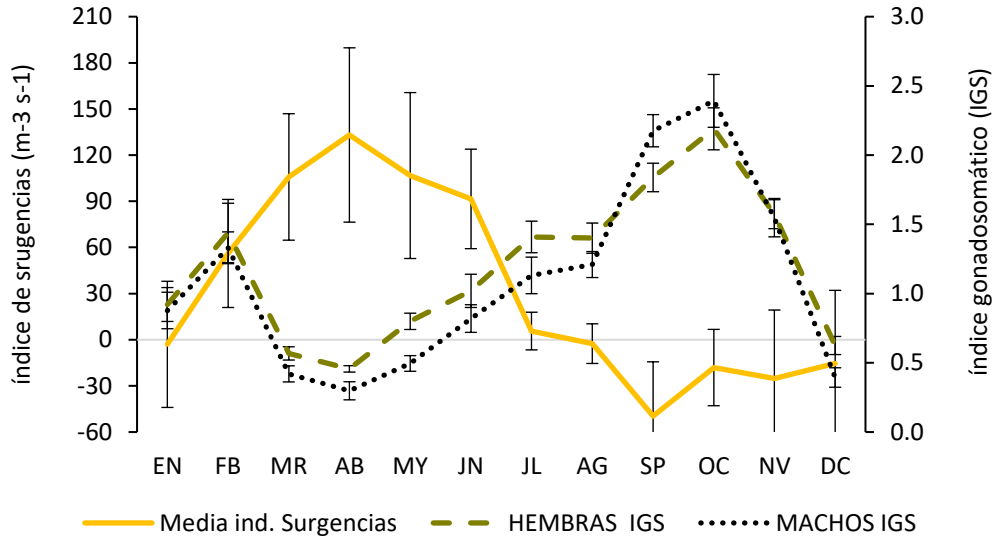


Figura 35. Valores promedio mensuales del índice de surgencias y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de *Caranx caballus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.3.3. *Kyphosus ocyurus*

Las hembras de *K. ocyurus* mostraron correlación negativa entre los valores del índice gonadosomático y el índice de surgencias ($r_s = -0.60$, $P < 0.05$, $n = 12$), en los machos no se presentó correlación entre estos dos índices ($r_s = -0.37$, $P > 0.05$, $n = 12$).

Estas variables parecen comportarse de manera inversa, puesto que cuando se muestran valores altos del índice de surgencias, el índice gonadosomático presenta valores bajos en ambos sexos. Por lo tanto, el índice de surgencias no parece ser un factor abiótico importante para esta especie en particular, puede ser que otros factores tengan más relevancia en la reproducción de estos organismos, ya sea en cada uno de los sexos o en ambos (Fig. 36).

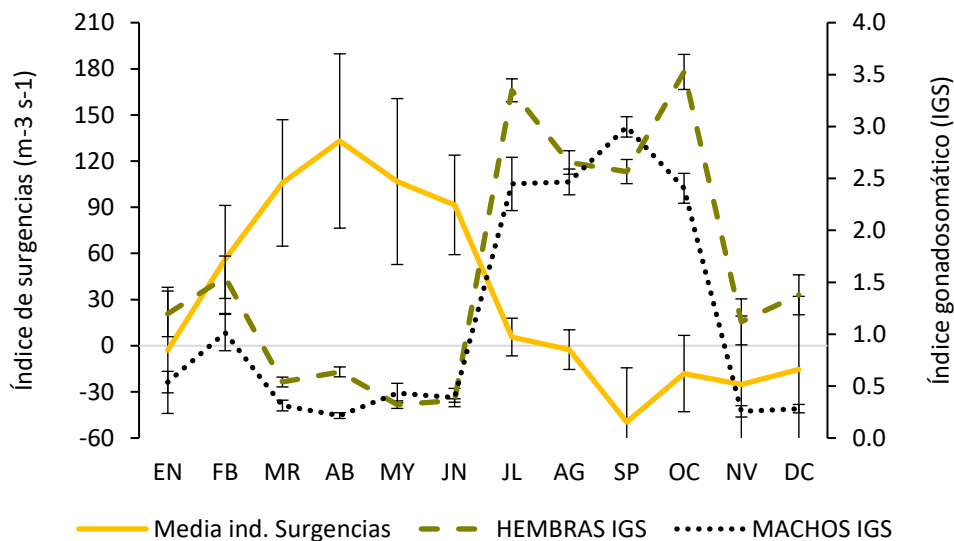


Figura 36. Valores promedio mensuales del índice de surgencias y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.4. Clorofila- α

Los valores promedio de la clorofila registrada en la Bahía de Navidad, tuvieron un aumento gradual desde enero hasta su valor máximo en abril (2.98 mg/m^3), después de esto, los valores disminuyen en junio y se mantuvieron bajos el resto del año.

VII.8.4.1. *Trachinotus rhodopus*

El análisis de correlación indicó que los valores de clorofila-a tienen correlación con el índice gonadosomático en las hembras ($r_s=0.67$, $P<0.05$, $n=12$), sin embargo, entre los valores del índice gonadosomático de los machos y la clorofila no se presentó correlación ($r_s= 0.44$, $P<0.05$, $n=12$).

La temporada reproductiva de *T. rhodopus* identificada con los valores altos del índice gonadosomático, mostró que esta especie se reproduce durante los meses en donde la clorofila registró los valores máximos (marzo, abril y mayo). En el resto del año las variables se mantienen con valores bajos. Los resultados obtenidos a partir del análisis de correlación indican que la clorofila-a pudiera ser importante para la reproducción de *T. rhodopus*, esto pudiera estar relacionado con la progenie de esta especie, la cual se esperaría que nazca en condiciones adecuadas, con suficiente alimento disponible y demás condiciones

oceanográficas, por esto mismo la clorofila-a puede ser determinante para que se lleve a cabo la reproducción en esta especie (Fig. 37).

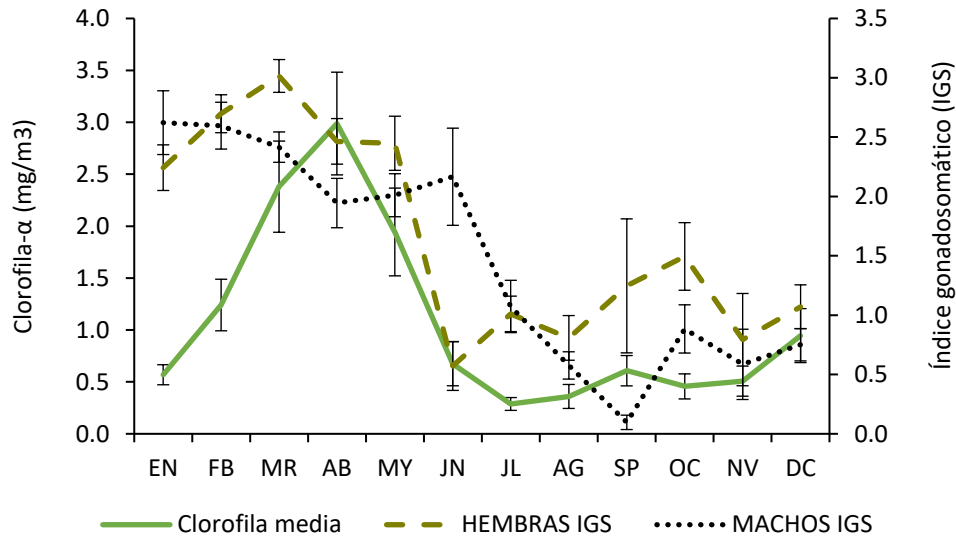


Figura 37. Valores promedio mensuales de la clorofila- α y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de *Trachinotus rhodopus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.4.2. *Caranx caballus*

Se observó correlación negativa entre la clorofila-a y el índice gonadosomático de las hembras ($r_s = -0.67$, $P < 0.05$). De la misma manera, esta correlación negativa se presentó en los machos ($r_s = -0.66$, $P < 0.05$, $n = 12$).

C. caballus presentó un patrón inverso entre los promedios mensuales del índice gonadosomático en ambos sexos y la clorofila-a en Bahía de Navidad, esto es cuando la clorofila-a es alta, el índice gonadosomático de hembras y machos es bajo, por lo tanto, la clorofila-a no parece ser un factor abiótico que influya en el periodo reproductivo de *C. caballus* (Fig. 38).

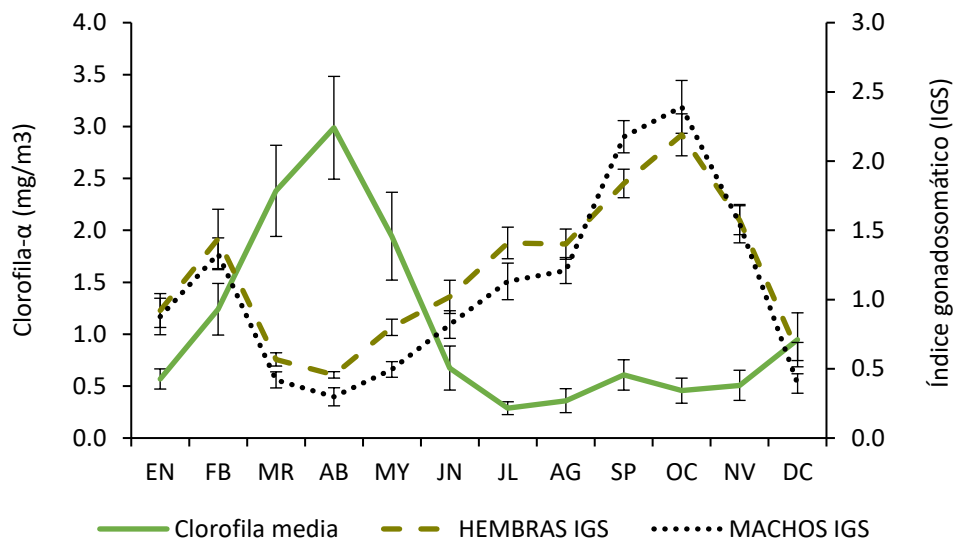


Figura 38. Valores promedio mensuales de la clorofila- α y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de *Caranx caballus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VII.8.4.3. *Kyphosus ocyurus*

El análisis de correlación indicó que existe correlación negativa entre la clorofila-a y el índice gonadosomático de las hembras ($r_s = -0.72$, $P < 0.05$, $n = 12$). De igual forma, se encontró correlación negativa con los valores registrados de los machos ($r_s = -0.60$, $P < 0.05$, $n = 12$).

K. ocyurus registró los valores promedio más bajos del índice gonadosomático en ambos sexos la primera mitad del año. Posteriormente, de julio a octubre ocurre la reproducción de esta especie, alcanzando el valor más alto del índice gonadosomático.

Por otra parte, los valores de clorofila-a fueron altos los primeros meses del año (marzo, abril, mayo) y en el resto de los meses se presentó con valores muy bajos. Por lo tanto, se puede mencionar que las variables del índice gonadosomático y la clorofila registraron aumentos y descensos de manera inversa. Lo cual indicaría que esta especie no es influenciada por este factor abiótico para reproducirse (Fig. 39).

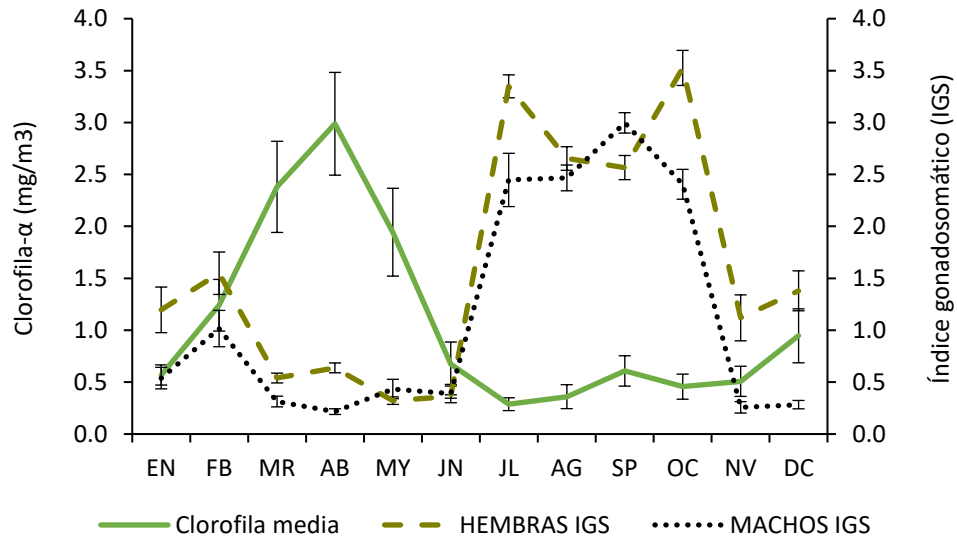


Figura 39. Valores promedio mensuales de la clorofila- α y el índice gonadosomático de hembras y el índice gonadosomático de machos de *Kyphosus ocyurus* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Las líneas verticales muestran el error estándar de la media.

VIII. DISCUSIÓN

VIII.1. Frecuencia de longitud

La frecuencia de longitudes es un aspecto fundamental cuando se desea estudiar la ecología de una especie y de cómo se maneja su pesquería, puesto que son datos de gran relevancia para saber cómo está constituida una población y qué cambios se van presentando al estar sujetos a la explotación pesquera (Granado 1996, McCallum 2000, Arismendi *et al.*, 2011, Lucano-Ramírez *et al.*, 2016).

Trachinotus rhodopus presentó una distribución bimodal en la frecuencia de longitudes. La bimodalidad de la distribución de las longitudes en ambos sexos se pudo deber a la distribución de los organismos, esto es, se observó que en el Estrecho (norte de la bahía) se muestrearon los organismos más grandes y en la playa el Coco los organismos más pequeños (presentado diferencia significativa), esta segregación pudiera deberse a que en estas zonas pudieran presentarse condiciones ambientales que favorecen a la especie en estas longitudes, menores y grandes, ayudándolos a completar alguna etapa de su ciclo de vida.

Otros estudios presentaron intervalos muy similares a los registrados en este trabajo para *Trachinotus rhodopus*. Espino-Barr *et al.* (2003 y 2004) indicaron que las longitudes de los organismos capturados se encontraron en intervalos muy parecidos a los registrados en este estudio, para la costa de Colima (17.5-47.0 cm LT) y Jalisco (19.7-47.5 cm LT). Esto debido posiblemente a la proximidad geográfica y que tanto en la costa sur de Jalisco como en Colima se utilizan los mismos artes de pesca por parte de las pesquerías ribereñas según los datos registrados por Espino-Barr y Cruz-Romero (2006).

En una especie diferente, aunque de longitud cercana a la de este trabajo, Baile *et al.* (2014) en Ecuador, reportaron en *Trachinotus paitensis* la menor longitud registrada que fue de 20.7 cm LT, mientras que la longitud promedio fue de 34.33 cm, estos resultados al compararlos con la longitud promedio registrada por Jiménez-Prado y Béarez (2004), que fue de 30 cm LT indican que son cercanas. En general, las longitudes promedio y mayores registradas en este estudio son más grandes que las que encontraron estos autores, puesto que las longitudes más pequeñas fueron de 21.2 cm y 20.2 para hembras y machos, y las promedio fueron de 35.4 cm en las hembras y en los machos de 35.5, respectivamente. Así bien, para el trabajo de dichos autores la longitud máxima para las hembras fue de 55 cm, mientras que en los machos se registró una longitud máxima de 49 cm. Cabe resaltar que los valores obtenidos por estos autores fueron de manera general y no por cada sexo. Entonces, las similitudes en

las longitudes registradas para estas especies pudieran deberse a que ambas pertenecen al mismo género, y al mismo tiempo, las diferencias que se presentan pudieran ser por de las diferencias regionales y, por tanto, los factores ambientales, que existen en las áreas de estudio de dichos trabajos.

Para *C. caballus* se registró un intervalo de longitud amplio en este trabajo. Espino-Barr *et al.* (2003 y 2004) encontraron longitudes más pequeñas que las registradas en este estudio en el caso de Jalisco (10.71 a 48.23 cm LT), mientras que para el estado de Colima se observó que las longitudes son muy similares a las observadas en este trabajo (19.3 a 53.3 cm LT). Las diferencias en las longitudes registradas en Jalisco a pesar de ser la misma especie, pudieran estar relacionadas a que los autores documentaron el uso de diferentes artes de pesca tales como la red agallera y línea de mano. En Colima además incluyeron la almadabra y el chinchorro playero. A diferencia en este estudio únicamente se utilizó la red agallera.

Mair *et al.* (2012) evaluaron el estado de la pesquería de *C. caballus* en el archipiélago Las Perlas, en Panamá. Registraron que la longitud total de la especie fue de 17.0 a 56.5 cm LT, longitudes más pequeñas en comparación con este estudio, pero en general son muy similares. Los autores obtuvieron las muestras de la captura comercial, aunque no especifican con qué artes de pesca capturaron a los organismos.

Sin embargo, hay trabajos que estudian aspectos reproductivos de especies del mismo género. En este estudio el intervalo de longitud para *K. ocyurus* fue de 29.8 a 63.5 cm LT. Rueda *et al.* (2015), encontraron un intervalo que es cercano al de este estudio, pero para la especie *Kyphosus incisor* que estuvo entre 26.5 a 58 cm LT en el parque nacional en Colombia. Esta especie habita fondos duros y someros, de manera parecida a la especie de este estudio, por lo cual las similitudes en los intervalos de longitud pudieran estar ligados a aspectos relacionados con el lugar donde habitan, pudiéndoles ofrecer alguna ventaja para su desarrollo.

VIII.2. Proporción sexual

La proporción sexual es un aspecto muy importante para tomar en cuenta en los trabajos que abordan la biología reproductiva de las especies. En el caso de los peces, la proporción sexual de estos pudiera estar determinada por distintos factores, tanto bióticos como abióticos. La cantidad de hembras y machos de una población pudieran ser vulnerables a diferentes tipos de presión pesquera, ya sea por el comportamiento y ecología de cada sexo, morfología, área de distribución o bien, estacionalidad (Nikolsky, 1963; Hazin *et al.*, 2006; Benavides-Morera *et al.*, 2017).

En este trabajo la proporción sexual general de *T. rhodopus* estuvo representada por más hembras que machos, presentando diferencia significativa de la proporción esperada 1:1. Posiblemente esta diferencia se deba a cuestiones de la propia ecología de la especie, la utilización de diferentes áreas por parte de cada sexo para completar cierta fase de su ciclo vital, o bien, las propias respuestas conductuales que diferencian cada sexo (Lucano-Ramírez *et al.*, 2011).

Por su parte *C. caballus* mostró una proporción sexual de 1: 0.80 (H:M) habiendo más hembras que machos, dicha proporción mostró diferencia significativa. En el presente trabajo se observó que la proporción sexual para dos especies hay una tendencia de una mayor cantidad de hembras que machos en las poblaciones de la Bahía de Navidad. En *Carangoides vinctus* (Lucano-Ramírez *et al.*, 2016) encontraron una mayor cantidad de hembras que de machos, sin embargo, la diferencia no fue significativa. Cousseau (1967) menciona que para *Trachurus picturatus australis* la proporción de sexos es ligeramente superior en las hembras, aunque también reportó que en general, dicha proporción se acerca a los porcentajes 50% machos y 50% hembras. Por su parte, Posada (2005) identificó una proporción sexual de 1.0:1.1 (H:M) para *Elagatis bipinnulata* en un estudio para conocer la ecología trófica, aunque mencionan algunos aspectos generales de su reproducción, además de que la muestra estuvo representada por organismos inmaduros en su mayoría. Otro trabajo en donde la proporción sexual fue equilibrada es el realizado por Olaya (2010) en donde registró una proporción de 1.1:1.0 (H:M) para *Selar crumenophthalmus*. Goicochea-Vigo *et al.* (2019) también reportaron una proporción sexual similar para *Carangoides otrynter* pero los autores no mencionan a detalle la proporción. Tanto para *C. caninus* y *Caranx caballus* Moran-Osorio (2017) reportan que no existe diferencia significativa entre la proporción sexual esperada de 1:1.

Se encontraron otros trabajos de la familia Carangidae en donde se observa una mayor presencia de hembras que de machos, así como ocurrió en el presente trabajo. Para *Caranx crysos*, Olaya (2010) encontró que la proporción de sexos para esta especie en el Caribe Colombiano fue de 1.6:1.0 en donde la cantidad de hembras era superior y presentó diferencia significativa. Se encontraron dos trabajos en donde *Oligoplites altus* presentó un mayor número de hembras que de machos (Ospina-Arango *et al.*, 2008; Sánchez-Ramos, 2017). Caso contrario ocurrió para la especie *Chloroscombrus orqueta* en donde predominaron los machos. Asimismo, *Selene peruviana* presentó variaciones en las proporciones de manera mensual, en donde en tres meses predominaron los machos (Tapia-García *et al.*, 1990).

Así bien, todo lo anterior descrito da lugar al análisis sobre la importancia de que una población esté mayormente representada por hembras que por machos. Al predominar este sexo sobre los organismos machos da lugar a que, en el momento de la reproducción y desove, haya mayor número de ovocitos, y, por ende, mayor reclutamiento.

En este estudio *K. ocyurus* presentó una proporción sexual de 1:1.04 (H:M) la cual no indica diferencia significativa en la proporción sexual general esperada 1:1. Dicho esto, se observaron diferencias entre el número de hembras y machos (aunque no significativas) durante el periodo reproductivo de la especie (julio-octubre).

En otras especies de la familia Kyphosidae, como fue el caso de *Graus nigra* (Flores y Smith, 2010) se observó que en general, de manera mensual, las hembras son más numerosas que los machos a excepción de tres meses en donde ocurrió lo contrario. Los autores mencionan que esta diferencia en los tres meses se debe a la ecología de la propia especie. Puesto que se reproduce en este periodo, las hembras permanecen ocultas en grietas y cuevas durante el periodo de desove. Por esta misma razón, la cantidad de hembras en la muestra se reduce.

Para *K. incisor* (Mora-Arciniegas, 2016) se observó que la proporción sexual general no presentó diferencia significativa. *K. sectatrix* (Mora-Arciniegas, 2016) por su parte, tampoco mostró diferencia significativa de la proporción esperada 1:1 de manera general.

Las diferencias presentadas en la proporción sexual entre especies que pertenecen a la misma familia o incluso género, se deben a diferentes aspectos que influyen directamente en la biología y ecología de los organismos. Ya sea por distribución, preferencias de hábitat por sexo, supervivencia, etc. (Mora-Arciniegas, 2016).

VIII.3. Temporada reproductiva

Para que se lleve a cabo la reproducción de los peces, depende de diferentes factores bióticos y abióticos, así como de la sincronización de estos últimos con la biología reproductiva de las diferentes especies. Lo anterior con la finalidad de que la progenie nazca en las condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo y sobrevivencia. Algunos autores mencionan que pudiera llegar a presentarse una competencia por los recursos si hay especies que comparten periodos de reproducción (Lluch-Cota *et al.*, 2007; Hernández-Olalde, 2008). Para establecer la temporada reproductiva de las especies de peces, varios autores han utilizado diferentes métodos. Muchos concuerdan en que el índice gonadosomático (IGS) es buen indicador del periodo reproductivo ya que se relaciona de manera directa con el desarrollo de las gónadas. Así mismo, los estadios de madurez gonadal en conjunto con el

IGS se complementan ayudan a definir la temporada reproductiva en muchas especies de peces (Everson *et al.*, 1989; Fernández-Galicia y Tapia-García, 1995; Viette *et al.*, 1997; Crabtree *et al.*, 2002; Assem *et al.*, 2005; Guirao *et al.*, 2005; Dadzie *et al.*, 2008; Lucano-Ramírez *et al.*, 2011; Osman y Abdulla, 2011; Lucano-Ramírez *et al.*, 2012; Ruiz-Ramírez *et al.*, 2012; Lucano-Ramírez *et al.*, 2014; Cuscó-Marín, 2016; Lucano-Ramírez *et al.*, 2016; Arra *et al.*, 2018; Ruiz-Ramírez *et al.*, 2018).

En este trabajo la temporada reproductiva de *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus* se determinó con el análisis conjunto del índice gonadosomático, los estadios de madurez gonadal y el análisis de los diámetros de los ovocitos. Las tres especies presentaron temporada reproductiva relativamente larga que fue entre tres a cinco meses, esta característica se ha reportado en especies que habitan zonas subtropicales y tropicales cuyos periodos reproductivos suele ser prolongados y con desoves parciales (Cushing, 1975).

Se encontraron algunos trabajos que mencionan esta característica de un periodo prolongado en especies de la familia Carangidae. Por ejemplo, para *Selene dorsalis* se reportó la temporada reproductiva de marzo a diciembre, siendo un periodo bastante amplio. Así mismo, el índice gonadosomático mostró los valores más altos durante este periodo. (Arra *et al.*, 2018). Lucano-Ramírez *et al.* (2016) mencionan que la temporada reproductiva para *Carangoides vinctus* es de marzo a mayo en el Pacífico central mexicano (debido a que los valores más altos del índice gonadosomático, diámetro promedio de ovocitos y madurez gonadal se encuentran en estos meses para ambos sexos). El periodo reproductivo estimado en este trabajo para *C. caballus*, fue de agosto a noviembre y es semejante al que reporta Morán-Osorio (2017) para la misma especie, el autor ha mencionado que varias especies de la familia Carangidae se reproducen en este periodo. Un periodo de reproducción semejante se presentó en el estudio de Morán-Osorio (2017) en *C. caninus* el cual se reproduce en agosto y octubre. Navarro-Rodríguez *et al.* (2012) señalan que *C. caballus* se reproduce la mayor parte del año, coincidiendo parcialmente con nuestro estudio en donde se identificó la temporada reproductiva de la misma especie de agosto a noviembre.

Como ya se mencionó antes, *K. ocyurus* presentó un periodo reproductivo prolongado, esta característica también la presentó *Graus nigra* (Kyphosidae) en donde los valores más altos del índice gonadosomático se presentaron de julio a diciembre (Flores y Smith, 2010). Se encontró que *K. incisor* y *K. sectatrix* mostraron valores altos del IGS en diciembre y noviembre respectivamente. Sin embargo, el autor sólo los identifica como picos de desove y no tanto como temporada reproductiva (Mora-Arciniegas, 2016).

No se encontraron más trabajos que aborden la temporada reproductiva en relación con el IGS, diámetro promedio de los ovocitos y porcentaje de gónadas maduras de *K. ocyurus*, tampoco buscando bibliografía con la clasificación anterior de la especie *Sectator ocyurus*, asimismo, la información sobre la ecología reproductiva de la familia Kyphosidae es muy limitada.

En los casos donde la temporada reproductiva de las especies pertenecientes a la familia Carangidae ocurre en un periodo distinto al registrado en agosto y octubre, podría deberse a temas relacionados a evitar la competencia por los recursos entre especies (Ibáñez-Aguirre, 1995; Medina *et al.*, 2004; Rojas-Herrera *et al.*, 2004).

VIII.4. Factor de Condición

El factor de condición se ha empleado en estudios relacionados con los periodos reproductivos cuando las especies de una población llevan a cabo este proceso, es importante conocer el estado nutricional de las especies, esto en relación a sus reservas de energía, corpulencia, peso, madurez sexual etc. En algunas especies, se ha observado que el factor de condición se comporta de manera inversa al índice gonadosomático, presentándose los valores altos de uno (IGS) en los meses donde el otro (FC) tiene sus promedios más bajos. Esto puede deberse a una alternancia entre periodos de acumulación y uso de la energía para el proceso reproductivo, y para el crecimiento somático (Rodríguez-Gutiérrez, 1992; Barnham y Baxter, 1998; Lucano-Ramírez *et al.*, 2016).

Flores y Smith (2010) analizaron la biología reproductiva de *Graus nigra* (Kyphosidae) en el norte de Chile, aunque en dicho trabajo no especificaron periodos con valores altos del FC, sí mencionan un periodo en donde disminuye el mismo, esto sucede en los meses de invierno, que es cuando la gónada completa la vitelogénesis. Si bien no hacen un análisis de correlación, se observa que durante este mismo periodo el IGS es alto, siendo octubre el mes con el valor más alto.

A pesar de que no se encontró correlación significativa entre el IGS y el FC en *T. rhodopus*, *C. caballus* y *K. ocyurus*, se observó una tendencia inversa con el periodo reproductivo principalmente en las hembras de *T. rhodopus* y en ambos sexos en las otras especies, lo cual pudiera indicar que las especies invierten parte de su energía en el desarrollo gonadal durante este periodo.

Sin embargo, casos contrarios se han presentado como en *Selene dorsalis* (Carangidae), en donde el valor promedio más alto del FC ocurrió en agosto (sexos combinados), aquí también

se observa el punto más alto de IGS, lo que indica que el desarrollo gonadal de la especie no afecta el estado fisiológico de los organismos (Arra *et al.*, 2018).

Algo similar ocurre en *T. marginatus*, ya que se observó que el valor más alto del FC y el IGS ocurrieron en noviembre para las hembras y en enero para los machos (Lemos *et al.*, 2011). Es posible que dichas diferencias de estacionalidad y de valores entre especies pertenecientes al mismo género (*Trachinotus*) y/o a la misma familia (Carangidae) pudieran estar dadas debido a las diferencias regionales y factores bióticos y abióticos presentes en esta región (sur de Brasil, océano Atlántico).

Así bien, en *T. teraia* se vuelven a presentar los valores máximos del FC e IGS de manera conjunta en el mismo mes. Esta especie presenta para ambos sexos dos picos, uno en agosto y otro en enero (Sylla *et al.*, 2009).

En *K. incisor* y *K. sectatrix* se presentaron valores altos del FC pocos meses antes de los meses de desove (octubre y diciembre, respectivamente), por lo cual parece ser que en estas dos especies el desarrollo gonadal no afecta el estado fisiológico del organismo (Mora-Arciniegas, 2016).

No se encontraron más trabajos que estudien aspectos reproductivos de la familia Kyphosidae y analicen, el FC o bien, otros aspectos que ayuden a describir la condición corporal de la especie.

VIII.5. Longitud de madurez sexual (L_{50})

Las hembras y machos de *T. rhodopus* maduran prácticamente a la misma longitud. La longitud promedio de captura en las hembras y en los machos, fue superior a la longitud de madurez sexual. Con esto se puede intuir que esta especie tiene al menos un evento reproductivo en su vida antes de ser capturados en la Bahía de Navidad. También en *C. caballus* las hembras y los machos maduran casi a una misma longitud. La longitud promedio de captura en este estudio superó a la longitud de madurez, por lo cual, esta especie se captura a una longitud por encima de la longitud de madurez sexual en esta región.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que estas dos especies de carángidos maduran prácticamente a la misma longitud. Algo similar encontraron en *C. caballus* (Mair *et al.*, 2012), en donde hembras y machos maduraron prácticamente a la misma longitud (30.2 cm y 30.5 cm respectivamente), aunque estas longitudes fueron menores a la L_{50} calculada para *C. caballus*, estas ligeras diferencias comparadas con nuestro estudio pudieran deberse al arte de pesca utilizado para capturar a los organismos, puesto que los autores sólo

mencionan que las muestras fueron obtenidas mediante la pesca comercial y no se tiene ningún tipo de información respecto a la formas de captura. Otros estudios realizados en especies de la familia Carangidae han mostrado que los machos maduran antes que las hembras, tal es el caso de *Carangoides vinctus*, *Selene dorsalis* y *Trachinotus teraia* (Lucano-Ramírez *et al.*, 2016; Arra *et al.*, 2018; Sylla *et al.*, 2009). La maduración anticipada de los machos ante las hembras de una población, podría ser con fines en donde las especies busquen elevar la probabilidad de que los ovocitos sean fecundados por parte de los machos, se esperaría que haya mayor número de gametos masculinos.

En contraste, también se han registrado carángidos en donde las hembras alcanzan la madurez sexual antes que los machos (Lemos *et al.*, 2011; Cusco-Marín, 2011). En el caso del estudio realizado por Lemos *et al.* (2011), mencionan que *Trachinotus marginatus* madura a una longitud relativamente pequeña (20 cm aproximadamente) en comparación con otras especies del género *Trachinotus*, esto como una adaptación en respuesta a la pérdida masiva de juveniles causado por estrés ambiental que afecta el reclutamiento local.

Las hembras de *K. ocyurus* alcanzan la madurez sexual ligeramente antes que los machos. La longitud promedio de captura registrada tanto para las hembras como para los machos fue superior a la longitud de madurez sexual, por lo cual, se deduce que esta especie se reproduce antes de ser capturada, por lo menos una vez en el área de estudio.

Flores y Smith (2010) también registraron en *Graus nigra* (Kyphosidae) que las hembras alcanzan la madurez sexual antes que los machos (39.5 y 42.7 cm, respectivamente). Aunque estos autores no mencionan la razón por la cual las hembras maduran antes que los machos. Una explicación podría ser la propia ecología de las hembras, las cuales están expuestas a una mayor presión pesquera, por lo cual éstas tienden a madurar lo antes posible. Cabe resaltar que estos autores (Flores y Smith, 2010) utilizaron dos metodologías para calcular la longitud de madurez sexual, la primera se basa en utilizar el incremento del índice gonadosomático relativo (IR.IGS), en donde la longitud de primera madurez sexual es aquella que tiene el mayor incremento del IGS entre los grupos de longitud correlativas (Arancibia *et al.*, 1994; Chong y González, 1995; Leal y Oyarzún, 2003). Y la segunda metodología, se basó en el cálculo del 50% de los organismos tienen características de madurez sexual (Flores y Smith, 2010).

Los autores encontraron que la longitud de madurez sexual difiere entre los dos métodos, tanto en hembras como en machos, esto debido a que el primer método es muy sensible al tamaño

de muestra y dado que la especie se encuentra en el litoral rocoso, tanto la captura como abundancia de la misma, complica este tipo de análisis.

En el caso de especies de longitudes similares tales como *Kyphosus incisor*, los organismos alcanzaron la madurez sexual a los 42.8 cm LT y para *Kyphosus sectatrix* lo hicieron a los 40.5 cm LT. En los dos estudios no se distinguieron los sexos. Los autores mencionan que las diferencias en los resultados obtenidos y otros estudios con las mismas especies pudieran estar influenciados por la selectividad del arte de pesca, siendo estos últimos seleccionados de tal forma que se obtengan organismos más grandes o pequeños, según sea el caso. También mencionan que la propia ecología de las especies pudiera estar influyendo en dichas longitudes, ya que aspectos como migraciones diarias, temporalidad y la abundancia pudiera diferir entre las distintas etapas de vida de los organismos, más aún, cuando se trata de especies que se encuentran en zonas de difícil acceso y manipulación, como es el litoral rocoso. Es por esto que, también se recomienda capturar organismos de todo el intervalo de longitudes para tener un panorama más amplio sobre la longitud de madurez sexual (Mora-Arciniegas, 2016).

Estas dos especies presentan longitud de madurez sexual similar a la encontrada en este estudio, por lo cual pudiera ser una particularidad del género *Kyphosus*, o bien, como se ha mencionado antes las zonas donde se capturan los organismos pudieran estar causando una selección en la captura de organismos pequeños, estando estos últimos en zonas más complicadas para su captura, lugares donde pudieran estar completando alguna etapa de su ciclo vital.

Rueda *et al.* (2015) calcularon la longitud de madurez sexual en hembras de *Kyphosus incisor*, (especie de longitud muy similar a la analizada en este estudio). Los autores registraron una longitud de 47.4 cm LT, que es superior en comparación al estudio realizado por Mora-Arciniegas (2016). También se han registrado diferencias con otros estudios que también estimaron la longitud de madurez sexual de esta especie, como Cano *et al.* (2007) (43 cm) y Mora (2013) (41.4 cm). Los autores indican que estas variaciones podrían ser causadas por la cantidad de organismos analizados (capturados), por los artes de pesca empleadas, la metodología y la representatividad espacio-temporal de los datos. Así mismo, este trabajo se vuelve poco comparable al actual, debido a las diferencias regionales de cada área de estudio, y pudieran estar relacionados con otros factores adicionalmente.

VIII.6. Factores abióticos-Temporadas reproductivas (IGS)

En algunas especies tropicales los periodos de lluvias y de sequías, así como, los vientos, el frío, las condiciones de calma o los ciclos lunares han mostrado imponer una estacionalidad reproductiva (Lowe-McConnell, 1979). Poco se conoce sobre los mecanismos que rigen los ciclos biológicos, en especial aquellos que determinan los ciclos reproductivos de los peces en latitudes tropicales (Rojas-Herrera, 2001).

En regiones templadas, predominan las variables como duración del día, la temperatura y la disponibilidad de alimento, pero en los trópicos las primeras tienen poca importancia. En los trópicos ocurren cambios ambientales como inundaciones, variación en la salinidad o surgencias en el mar. Un incremento en los nutrientes aunado con determinados eventos provoca una explosión en la productividad e incrementa la disponibilidad de alimento (Saborido-Rey, 2008).

La temperatura es uno de los principales factores abióticos que influyen en la reproducción de las especies tropicales, algunas especies pueden reproducirse a lo largo del año, o bien presentar temporadas de reproducción claramente marcadas. En los sitios tropicales hay poca variación en la temperatura a lo largo del año, por esto mismo es común encontrar especies que presentan un amplio periodo de reproducción. Es por esto que, cambios importantes en la temperatura del mar, pudieran influir de manera significativa en la reproducción de algunas especies de peces (Saborido-Rey, 2008).

T. rhodopus y *C. caballus* son dos especies de carángidos tropicales pelágicos. *C. caballus* pudiera estar influenciado por las temperaturas altas en el periodo de reproducción, ya que se presentó correlación entre la temperatura y el IGS. En el estudio de Navarro-Rodríguez *et al.* (2012) en la costa de Jalisco y Colima analizaron la distribución y abundancia de larvas de tres familias de peces y las relacionaron con la temperatura superficial del mar y otros factores. En dicho estudio, reportan que dentro de las larvas de la familia Carangidae se encuentran *T. rhodopus* y *C. caballus*. Las larvas de *C. caballus* se recolectaron principalmente en otoño, algunas otras más en invierno y en verano, mientras que en primavera no se recolectaron. Por su parte, las larvas de *T. rhodopus* fueron más abundantes en diciembre (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2012). Estos autores identificaron tres periodos relacionados con el patrón estacional de corrientes del Pacífico Oriental (Wirtki, 1966; Badan, 1997). En primer lugar, el periodo cálido, que presenta altas temperaturas de verano a otoño, que se relaciona con la intensificación de la Corriente Costera de Costa Rica, que a su vez es alimentada por la Contracorriente Ecuatorial. El segundo periodo que presenta una menor temperatura en invierno y que podría

estar dado por el desplazamiento de la Convergencia Intertropical hacia el sur a la vez que la Corriente Costera de Costa Rica se encuentra debilitada. Por último, mencionan un tercer periodo llamado de “transición” por un fuerte incremento de la temperatura entre primavera y verano, el cual se relaciona con el regreso de la Convergencia Intertropical hacia el norte de invierno a primavera (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2012).

Tanto los ciclos reproductivos de los peces, como posteriormente la interacción de las larvas al medio, pudieran estar relacionados con múltiples factores bióticos y abióticos como sugieren Smith y Lasker (1978). Asimismo, la biomasa del plancton suele ser un indicador de la disponibilidad de alimento, lo cual podría influir en el patrón de distribución y abundancia de larvas (Sánchez-Ramírez, 1997), y por ende la reproducción de los peces. Es posible que alguna de las especies de estudio se relacione con este fenómeno, como es el caso de *T. rhodopus*, debido a otros factores abióticos relacionados tales como el índice de surgencias y niveles de clorofila-a, sincronizando sus periodos reproductivos y posteriormente el desove con la abundancia de alimento.

En el estudio de Navarro-Rodríguez *et al.* (2012), se menciona que *T. rhodopus* presenta un estrecho periodo reproductivo a finales de otoño y a principios de invierno, justo cuando la temperatura superficial del mar es baja, y de igual forma la biomasa del plancton (<1000 mL/1000 m³). Siendo entonces un periodo crítico para esta especie, puesto que, el alimento para las crías es bajo en biomasa, y entonces otro posible factor influye en la reproducción de la misma.

Los autores mencionaron que, aunque las larvas de esta especie y otras (*C. sexfasciatus* y *C. orqueta*) se colectaron la mayor parte del año, hubo mayor incidencia cuando la temperatura superficial del mar es alta (27°- 28°C).

A pesar de pertenecer a la misma familia, es posible que *T. rhodopus* y *C. caballus*, no acoplen sus temporadas reproductivas en relación con la temperatura, para evitar una posible competencia por los recursos del medio por parte de sus larvas. Para *K. ocyurus*, no se encontró trabajos relacionados entre la temperatura y la temporada reproductiva. La correlación que existe entre los valores del índice gonadosomático de hembras y machos con la temperatura, tiene una relación directa con la reproducción. Los valores más altos del IGS se sobre empalman con el periodo de temperatura más alta. Dichos resultados se comportan de manera muy similar en *C. caballus*, pero, debido a las particularidades de cada familia (Carangidae y Kyphosidae), así como a los patrones de distribución y hábitat de cada especie, y a la diferenciación espacio-temporal en patrones de crecimiento y estrategias reproductivas

(Unmack *et al.*, 2009; Cifuentes *et al.*, 2012), es por esto que en este caso es posible que no exista competencia por los recursos utilizados para la reproducción en función con la temperatura.

Se conoce que la precipitación pluvial en conjunto con otros factores abióticos son un elemento importante dentro del marco ambiental que influyen en la distribución, abundancia y temporalidad de larvas de peces (Silva-Segundo, 2005; Silva-Segundo *et al.*, 2008), por lo cual podrían afectar directa o indirectamente el proceso de reproducción de algunas especies de peces. Las lluvias en la zona costera generan escorrentías que a su vez aportan nutrientes al océano, que posteriormente serán aprovechados para que se lleve a cabo la productividad primaria, las surgencias, etc. *T. rhodopus* no acopla su periodo reproductivo con las lluvias, mientras que *C. caballus* y *K. ocyurus* si lo hacen.

Las surgencias son un fenómeno oceanográfico, el cual consiste en el ascenso de aguas profundas, que por lo general son más frías y cargadas de nutrientes, hacia zonas más superficiales de la columna de agua (Marín *et al.* 1993). López-Sandoval *et al.* (2009). Refieren que las surgencias tienen un efecto importante en las concentraciones de clorofila-a y las tasas de productividad primaria, debido al suministro de nutrientes hacia zonas más superiores del océano. En dicho estudio, identificaron que las surgencias comenzaron en enero, fueron intensas de marzo a mayo, posteriormente disminuyeron en junio y a partir de julio hasta diciembre prácticamente no las hubo. Sus resultados concuerdan con los datos obtenidos en este estudio para los índices de surgencias, coinciden los periodos con valores altos y bajos.

T. rhodopus presentó correlación entre el índice gonadosomático de hembras y de machos con el índice de surgencias. De manera preliminar, se puede decir que *T. rhodopus* sincroniza su periodo reproductivo con el periodo de surgencias en la Bahía de Navidad debido a que estas últimas incrementan la productividad primaria, provocando un “bloom” de fitoplancton, que es la base de la cadena trófica del océano (Torres-Chuquimarca, 2017), por lo cual, es posible que esta especie procure que su descendencia nazca poco tiempo después, aprovechando el alimento disponible como consecuencia de lo anterior descrito. Otros estudios han relacionado las surgencias como uno de los factores que promueven la reproducción y desove de las especies de peces (Frèon *et al.*, 1997; González *et al.*, 2007; Gassman *et al.*, 2008).

La clorofila α es un buen factor para identificar la productividad primaria en el océano. Debido a la presencia de diferentes especies que conforman el fitoplancton, tanto en riqueza como

abundancia pudieran formar parte del alimento de muchas larvas de peces (Torres *et al.*, 2004; López-Sandoval *et al.*, 2009).

T. rhodopus mostró correlación significativa entre el IGS y la clorofila α . Es posible que esta especie acople el periodo reproductivo con los valores altos de clorofila- α (asociado con un aumento en el índice de surgencias) con la intención de que su descendencia nazca poco tiempo después en las condiciones ambientales adecuadas cuando se desencadena la red trófica, habiendo entonces el alimento suficiente para el desarrollo y crecimiento de las crías.

IX. CONCLUSIONES

La distribución de frecuencias de la longitud total fue de tipo bimodal en *Trachinotus rhodopus* y *Kyphosus ocyurus* para hembras y machos, y en *Caranx caballus* fue unimodal en ambos sexos.

La proporción sexual en *T. rhodopus* y *C. caballus*, estuvo representada mayormente por las hembras de manera significativa, mientras que en *K. ocyurus* la cantidad de hembras y machos tiende al equilibrio.

Durante la temporada reproductiva se registró un mayor número de hembras que de machos en *T. rhodopus* y *C. caballus*, por su parte en *K. ocyurus* la proporción fue de 1:1.

Las tres especies presentaron gónadas con características macroscópicas y microscópicas muy similares respecto al desarrollo de las mismas y la organización de las células. Los ovarios de las tres especies presentaron ovocitos en varias fases de desarrollo, lo cual indica un tipo de desarrollo asincrónico. En el testículo de las tres especies se identificaron cistos organizados de forma lobular.

El análisis mensual en conjunto de los estadios de madurez, el índice gonadosomático y el diámetro promedio de los ovocitos ayudaron a definir las temporadas reproductivas de las tres especies en la Bahía de Navidad.

Las tres especies presentaron periodos reproductivos prolongados de cinco y cuatro meses, en *T. rhodopus* va de enero a mayo, *C. caballus* se reproduce de agosto a noviembre, y en *K. ocyurus* la temporada reproductiva es de julio a octubre.

En las tres especies, se presentó una tendencia inversa en la relación del índice gonadosomático y el factor de condición, sugiere que estas especies dirigen de manera parcial la energía disponible para el desarrollo reproductivo, afectando a la condición del organismo.

Para *T. rhodopus* y *C. caballus* la longitud promedio de madurez entre hembras y machos es similar, mientras que para *K. ocyurus* se observó una pequeña diferencia, en donde las hembras maduran poco antes que los machos.

La longitud de madurez en las tres especies fue menor a la longitud total promedio de todos los organismos, esto sugiere que por lo menos casi o más del 50% de los organismos habían tenido un evento reproductivo por lo menos antes de ser capturados.

La reproducción de *T. rhodopus* en la Bahía de Navidad ocurre cuando se registran valores altos del índice de surgencias y de concentración de clorofila-a. *C. caballus* y *K. ocyurus* se reproducen cuando la temperatura superficial del mar y la precipitación pluvial son altas. En las tres especies las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento y desarrollo de las larvas.

X. LITERATURA CITADA

- Agudelo-Gómez, D. A. (2005). Establecimiento de un centro de reproducción de *Pterophyllum scalare* (pez ángel o escalar). *Revista Lasallista de Investigación*, 2(2): 26-30.
- Aguilar-Palomino, B., Pérez-Reyes, C., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L. A. (2001). Ictiofauna de la Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 173-190.
- Ambriz-Arreola I, Gómez-Gutiérrez, J., Franco-Gordo, C., Lavaniegos, B.E., Godínez-Domínguez, E. (2012). Influence of coastal upwelling-downwelling variability on tropical euphausiid abundance and community structure in the inshore Mexican central Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 451, 119-136.
- Anónimo. (1981). *Síntesis Geográfica de Jalisco*. Secretaría de Programación y Presupuesto México. 306 p.
- Arancibia, H., Cubillos, L., Remmaggi, J., Alarcón, R. (1994). Determinación de la talla de madurez sexual y fecundidad parcial de la sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano, Chile. *Biología Pesquera*, 22, 11-17.
- Arismendi, I., Penaluna, B., Soto, D. (2011). Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir Management*, 27, 61-69.
- Arra, S., Sylla, S., Kouame, A.C., Zan-BI, T.T. Ouattara, M. (2018). Reproductive biology of the African moonfish, *Selene dorsalis* (Gill, 1862) (Carangidae) in continental shelf of Côte d'Ivoire fishery (West Africa). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(2), 358-363.
- Arreguín-Sánchez, F., Arcos-Huitrón, E. (2011). La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*, 21(3), 431-462.
- Assem, S.S., El-Serafy, S.S., El-Garabawy, M.M., El-Absawy, M.E.G., Kaldus, S.K. (2005). Some biochemical aspects of reproduction in female *Trachinotus ovatus* (Carangidae). *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 31(1), 315-327.
- Badan, A. (1997). La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano. En: M. F. Lavín (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México, Monografía No. 3*, Unión Geofísica Mexicana. Pp. 99 -112
- Baile, D.S., Lucas, A.R., Ostaiza, A.Z., Gracia, J.A. (2014). Monitoreo del desembarco de pesca artesanal en el Estuario del río Chone, Ecuador, entre octubre 2013 y enero 2014. *La Técnica*, (12), 26-37.
- Bakun, A. (1996). Patterns in the ocean: Ocean Processes and Marine Population Dynamics. Univ. Calif. Sea Grant, San Diego, in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B. C. S., México. 323 p.
- Barnham, C.P. Baxter, A. (1998). Condition factor, K, for salmonid fish. *Fish Notes*, 5, 1-3.
- Benavides-Morera, R., Brenes-Rodríguez, C.L., Márquez-Artavia, A. (2017). Proporción sexual, relación talla-peso y distribución geográfico-batimétrica de *Squalus cubensis* (SQUALIFORMES: SQUALIDAE) en la costa Caribe de Centroamérica. *Uniciencia*, 31(2), 69-82.

- Billard, R. (1986). Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. *Reproduction Nutrition Development*, 26(4), 877-920.
- Bolger, T., Connolly, P.L. (1989). The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34, 171-182.
- Cano, M., Ward, V., Posada, S. (2007). Diagnostico participativo de la actividad pesquera y los recursos hidrobiológicos del Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon y su zona de influencia. Informe técnico. Providencia-Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Parques Nacionales Naturales de Colombia. 46p.
- Chong, J., González, P. (1995). Ciclo reproductivo del lenguado de ojos chicos, *Paralichthys microps* (Günther, 1881) (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) frente al litoral de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 24, 39-50.
- Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortiz, N., Piedra, P., Habit, E. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* (Concepción), 76, 86-100.
- Cousseau, M.B. (1967). Contribución al conocimiento de la biología del surel (*Trachurus picturatus australis*) del área de Mar del Plata (Pisces, Carangidae). *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 15, 1-38.
- Crabtree, R.E., Hood, P.B. Snodgrass, D. (2002). Age, growth, and reproduction of permit (*Trachinotus falcatus*) in Florida waters. *Fishery Bulletin*, 100(1), 26-34.
- Csirke, J. (1998). *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. FAO. Documento Técnico de Pesca. 192, 1-87.
- Cuscó-Marín, R. (2016). Aportación al conocimiento a la biología del chicharro (*Trachurus picturatus*, Bowdich (1925); Pisces, Carangidae) en aguas de las Islas Canarias. Tesis de Doctorado, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Cushing, D.H. (1975). *Marine Ecology and Fisheries*. Great Britain: Cambridge University Press.
- Dadzie, S., Abou-Seedo, F., Manyala, J.O. (2008). Length–length relationship, length–weight relationship, gonadosomatic index, condition factor, size at maturity and fecundity of *Parastromateus niger* (Carangidae) in Kuwaiti waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(3), 334-336.
- Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M., García-Boa, A. (2003). *Catálogo de especies de peces marinos de valor comercial capturados en la costa de Colima, México*. Informe interno. INP-CRIP Manzanillo. Manzanillo, Colima, México.
- Espino-Barr, E., García-Boa, A., Cabral-Solís, E.G., Puentes-Gómez, M. (2004). *Catálogo de especies marinas comerciales de la costa de Jalisco*. INP-CRIP Manzanillo. Manzanillo, Colima, México.
- Espino-Barr, E., Cruz-Romero, M. (2006). Aspectos generales de la pesca ribereña en el Pacífico Mexicano. En: P. Guzman-Amaya y D.F. Fuentes-Castellanos (Ed.), *Pesca, acuacultura e investigación en México*, 1, 37-47.
- Everson, A.R., Williams, H.A., Ito, B.M. (1989). Maturation and reproduction in two Hawaiian eteline snappers, uku, *Aprion virescens*, and onaga, *Etelis coruscans*. *Fishery Bulletin*, 87, 877-888.

- FAO. (2002). *World Agriculture: towards 2015/2030*. Summary Report. Food and Agriculture Next Food Revolution. Food, Agriculture and the Environment paper 28. International Food Organization of the United Nations, Rome.
- Fernández-Galicia, S., Tapia-García, M. (1995). Caracterización de la familia Carangidae y aspectos reproductivos de las especies dominantes, en el Golfo de Tehuantepec. Informe final del Proyecto de Investigación. En: *Diversidad dinámica y patrones reproductivos en la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec*, pp 63-85.
- Filonov, A.E., Tereshchenko, I.E., Monzón, C.O., González-Ruelas, M.E., Godínez-Domínguez, E. (2000). Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 26, 303-321.
- Flores-Ortega, J.R., Godínez Domínguez, E., Rojo Vázquez, J.A., Corgos, A., Galván Piña, V.H., González Sansón, G. (2010). Interacciones tróficas de las seis especies de peces más abundantes en la pesquería artesanal en dos bahías del Pacífico Central Mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 383-397.
- Flores, H., Smith, A. (2010). Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes, Kyphosidae) en las costas del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45, 659-670.
- Fréon, P., El Khattabi, M., Mendoza, J., Guzmán, R. (1997). Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* of the coast of Venezuela. *Marine Biology*, 128, 363-372.
- Froese, R., Pauly, D. Editors. (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. 08/2019.
- García-Alberto, G. (2010). Reproducción de la sardina del pacífico *Sardinops sagax* (JENYNS, 1842) En la región sur de la corriente de California. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional.
- García-Ulloa, M., Álvarez-Gallardo, M.P., Torres-Bugarín, O., Buelna-Osben, H.R., Zavala-Aguirre, J.L. (2011). Influencia de la temperatura en la reproducción de *Xenotoca variata* Bean, 1887 (Pisces, Goodeidae). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 15(1), 61-67.
- Gassman, J., Eslava, N., González, L.W. (2008). Reproducción de la sardina, *Sardinella aurita* (Cupleiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 56(4), 1813-1824.
- Goicochea-Vigo, C., Atoche-Suclupe, D., Paredes-Paredes, J., Vásquez-Ruiz, C. (2019). Aspectos biológico pesqueros de *Carangoides otrynter* (Jordan & Gilbert, 1883) especie no nativa de Perú. Pacasmayo, 2016. *Boletín del Instituto del Mar Perú*, 34(1), 127-134.
- González, L. W., Euán, J., Eslava, N., Suniaga, J. (2007). La pesca de sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada a la variabilidad ambiental del ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 55, 279-286.
- González-Sansón, G., Aguilar-Betancourt, C., Kosonoy-Aceves, D., Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., Flores-Ortega, J.R., Hinojosa-Larios, A., Silva-Bátiz, F.A. (2014). Composición por especies y tallas de los peces en la laguna Barra de Navidad, Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 142-157.

- Granado, C. (1996). *Ecología de peces*. Secretariado de Publicaciones de la universidad de Sevilla. Sevilla, España. 353 p.
- Guirao, R., Socorro, J., Reyes, T., Roo, J., Fernández-Palacios, H., Izquierdo, M.S. (2005). Estudio del desarrollo gonadal del jurel dentón *Pseudocaranx dentex* (Bloch and Schneider, 1801) en aguas costeras de las islas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 21(1-4), 271-282.
- Harvey, B.J., Hoar, W.S. (1980). *Teoría y práctica de la reproducción inducida en los peces*. CIID, Ottawa, ON, CA.
- Hazin, F.H.V., Fischer, A.F., Broadhurst, M.K., Veras, D., Oliveira, P.G., Burgess, G.H. (2006). Notes on the reproduction of *Squalus megalops* off northeastern Brazil. *Fisheries Research*, 79, 251–257.
- Hernández-Olalde, L. (2008). Ecología reproductiva de peces de arrecife rocoso en el suroeste del Golfo de California Tesis de Doctorado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Ibáñez-Aguirre, A.L. (1995). Algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de *Mugil cephalus* (Linneo, 1758) y *Mugil curema* (1836) (Pisces: Mugilidae) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Tesis de Doctorado Facultad de Ciencias, UNAM, México DF, México. 216 p.
- Jiménez-Prado P, Béarez P. (2004). *Peces marinos del Ecuador continental*. Tomo 2: Guía de Especies / Marine fishes of continental Ecuador. Volume 2: Species Guide. SIMBIOE/NAZCA/IFEA.
- Kessler, W. S. (2006). The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69(2-4), 181-217.
- Kimura, S., Katahira, K., Kuriwa, K. (2013). The red-fin Decapterus group (Perciformes: Carangidae) with the description of a new species, *Decapterus smithvanizi*. *Ichthyological Research*, 60, 363–379.
- Knudsen, S.W., Clements K.D. (2013). Revision of the fish family Kyphosidae (Teleostei: Perciformes). *Zootaxa*, 3751(1), 001-101
- Lavín, M. F., Fiedler, P.C., Amador, J.A., Ballance, L.T., Färber-Lorda, J., Mestas-Nuñez, A.M. (2006). A review of eastern tropical Pacific oceanography: Summary. *Progress in Oceanography*, 69(2-4), 391-398.
- Leal, E., Oyarzún, C. (2003). Talla de madurez y época de desove de la reineta (*Brama australis* Valenciennes, 1836) en la costa central de Chile. *Investigaciones Marinas*, 31(2), 17-24.
- Lemos, V.M., Varela Junior, A.S., Velasco, G., Vieira, J.P. (2011). The reproductive biology of the plata pompano, *Trachinotus marginatus* (Teleostei: Carangidae), in southern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 28(5), 603-609.
- Lluch-Cota, S.E., Aragón-Noriega, E.A., Arreguín-Sánchez, F., Auriolles-Gamboa, D., Bautista-Romero, J., Brusca, R.C., Cervantes-Duarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del-Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera, A., Fernández, G., Hendrickx, M.E., Hernández-Vázquez, S., Herrera-Cervantes, H., Kahru, M., Lavín, M., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D., López-Martínez, J., Marinone, S.G., Nevárez-Martínez, M.O., Ortega-García, S., Palacios-Castro, E., Parés-Sierra, A., Ponce-Díaz, G., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C.A., Schwartzlose, R.A., Sierra-Beltrán, A.P. (2007). The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography*, 73,1–26.

- López-Sandoval, D.C., Lara-Lara, J.R., Lavín, M.F., Álvarez-Borrego, S., Gaxiola-Castro, G. (2009). Primary productivity observations in the eastern tropical Pacific off Cabo Corrientes, Mexico. *Ciencias Marinas*, 35(2), 169-182.
- Lowe-McConnell, R.H. (1979). Ecological aspects of seasonality in fishes of tropical waters. In: *Symposia of the Zoological Society of London*. 44, (1), 219-241.
- Lucano-Ramírez, G., Rivera-Rios, E.G., Ruiz-Ramírez, S., González-Sansón, G., Perez-Toledo, A. (2016). Reproducción de *Carangoides vinctus* (Perciformes: Carangidae) en el Pacífico central mexicano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3), 610-622.
- Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., Palomera-Sánchez, F.I., González-Sansón, G. (2011). Biología reproductiva de la sierra *Scomberomorus sierra* (Pisces, Scombridae) en el Pacífico central mexicano. *Ciencias Marinas*, 37(3), 249-260.
- Lucano-Ramírez, G., Ruíz-Ramírez, S. González-Sansón, G., Ceballos-Vázquez, B.P. (2012). Biología reproductiva del pargo *Lutjanus inermis* (Perciformes: Lutjanidae), en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 303-403.
- Lucano-Ramírez, G., Villagrán-Santa Cruz, M., Ruiz-Ramírez, S., López-Trujillo, M.T. (2001a). Histología de los ovocitos de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces:Lutjanidae). *Ciencias Marinas*, 3, 335-349.
- Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., Aguilar-Palomino, B. Rojo-Vázquez, J.A. (2001b). Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y Mar*, 5(15), 13-20.
- Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., González-Sansón G., Ceballos-Vázquez, B.P. (2014). Reproductive biology of the yellow snapper, *Lutjanus argentiventris* (Pisces, Lujanidae), from the Mexican central Pacific. *Ciencias Marinas*, 40(1), 33-44.
- Mair, J.M., Cipriani, R., Guzman, H.M., Usan, D. (2012). Fishery of the Green Jack *Caranx caballus* (Osteichytes: Carangidae) in Las Perlas Archipelago, Pacific Panama. *Revista de Biología Tropical*, 60(3), 1271-1288.
- Marín, V., Rodríguez, L., Vallejo, L., Fuenteseca, J., Oyarce, E. (1993). Efectos de la surgencia costera sobre la productividad primaria primaveral de Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural*, 66(4), 479-491.
- McCallum, H. (2000). *Population Parameters: Estimation for Ecological Models*. Blackwell Science Ltd. Oxford, London. 348 p.
- Medina, M., Araya, M., Vega, C. (2004). Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Investigaciones marinas*, 32(1), 33-47.
- Meyer-Willerer, A.O., González, B.V., Barragán, M.P. (2006). Ciclo anual de variables hidrológicas en el estuario Barra de Navidad, México. En: *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México, pp.135-148.
- Millán, A.S. (2010). Indicadores ecológicos de la comunidad íctica capturada por la pesquería ribereña en la Bahía de Navidad, Jalisco (2002-2009). Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Sinaloa. 82 p.
- Mora-Arciniegas, N.C. (2016). Crecimiento y aspectos reproductivos del "Chub" *Kyphosus incisor* y *kyphosus sectatrix* (pisces: kiphosidae) en el PNN old providence mcbean

- laggon. Isla de Providencia. Caribe colombiano. Tesis de Doctorado, Facultad de ciencias naturales y exactas, Universidad del Valle. Colombia.
- Morán-Osorio, E. (2017). Biología Reproductiva del Jurel Amarillo (*Caranx caninus* Günther, 1869) y Jurel Verde (*Caranx caballus* Günther, 1869) en la Bahía de Paredón Chiapas, México.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Vázquez, S.H., Rodríguez, R.F., Vargas, R.F. (2012). Distribución y abundancia de larvas de peces de las familias Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 35(1), 1-94.
- Nelson, J.S., Grande, T.C., Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Nikolsky, G. (1963). The ecology of fishes. *Academic Press, London*, 352 pp.
- Olaya, C. (2010). Biología reproductiva de las especies ícticas más importantes comercialmente, para la zona comprendida entre Taganga y La Jorará en el Departamento del Magdalena, Caribe Colombiano. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/1272>.
- Osman, A.M., Abdulla, H. (2011). Some aspects of reproductive biology of *Alepes djedaba* (Teleostei:Carangidae) in the Arabian Gulf. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 37(3), 267-274.
- Ospina-Arango, J.F., Pardo-Rodríguez, F.I., Álvarez-León R. (2008). Madurez gonadal de la ictiofauna presente en la Bahía de Cartagena, Caribe Colombiano. *Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural*, 12, 117-140.
- Pacheco, S.P. (1991). Pacífico tropical mexicano. Oceanografía física. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT, México, D.F., México.
- Palacios-Ceballos, R. (1995). Estudio del patrón espermatogénico de la tilapia del nilo *Oreochromis niloticus* (Pisces Cichlidae). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 42.
- Posada, C. (2005). Ecología trófica de *Elagatis bipinnulata* (Quoy y Gaimard, 1825 Pisces: Carangidae) y *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810 Pisces: Scombridae) en la región de Taganga y Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12010/1139>.
- Ramos-Rodríguez, J.A. (2003). Caracterización de algunas variables alométricas del carángido *Caranx caballus* (Günther, 1868) perciformes: Carangidae. Tesis de Licenciatura. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, 54 p.
- Rodríguez-Gutiérrez, M. (1992). *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. AGT Eds. México.
- Rodríguez-Ibarra, L.E. (1995). Ictiofauna de la región de la Bahía de Navidad, Jalisco. México. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. 73 p.
- Rojas-Herrera, A.A. (2001). Aspectos de la dinámica poblacional de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y *L. guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, 194 p.
- Rojas-Herrera, A., Mascaró, M., Chiapa-Carrara, X. (2004). Hábitos Alimentarios de los Peces *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*, 52, 959-972.

- Royo-Vázquez, J.A., Aguilar-Palomino, B., Galván-Piña, V.H., Godínez-Domínguez, E., Hernández-Vázquez, S., Ruiz-Ramírez, S., Lucano-Ramírez, G. (2001). Ictiofauna de la pesquería ribereña en Bahía de Navidad, Jalisco, México, asociada al evento El Niño 1997-1998. *Revista de Biología Tropical*, 49(3-4), 915-929.
- Rueda, M., Ward Bolívar, V., Bustos-Montes, D., Posada-Osorio, S., Sanjuanelo, E., Rodríguez, A., Cano-Correa, M. (2015). Parámetros biológico-pesqueros del Striped chub (*Kyphosus incisor*) relevantes para su manejo y conservación en el Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 44(1), 71-92.
- Ruiz-Ramírez, S., Lucano-Ramírez, G., González-Sansón, G., Rojo-Vázquez, J.A., Arellano-Martínez, M. (2012). Biología reproductiva de *Anisotremus interruptus* (Perciformes: Haemulidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 60(2), 709-720.
- Ruiz-Ramírez, S., Pérez-Segoviano, A.M., Lucano-Ramírez, G., González-Sansón, G., Aguilar-Betancourt, C., Flores-Ortega, J.R. (2018). Reproducción de la cabrilla pinta *Epinephelus labriformis* en la Bahía de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(3), 335-347.
- Saborido-Rey, F. (2008). Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. Instituto de Investigaciones Marinas, Universidad de Vigo.
- Sánchez-Ramírez, M. (1997). Alimentación, crecimiento y mortalidad de larvas de *Chloroscombrus chrysurus* (orqueta) (Pisces: Carangidae), en el sur del Golfo de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM., México D.F., 85 pp.
- Sánchez-Ramos, Y. (2017). Aspectos reproductivos de la pelona *Oligoplites altus* (Günther, 1868) en la Bahía de Paredón, Chiapas.
- Silva-Segundo, C.A. (2005). Asociaciones espacio-temporales de larvas de peces y su relación con las condiciones ambientales de las costas de Jalisco y Colima, México. Tesis de Doctorado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Silva-Segundo, C.A., Funes-Rodríguez, R., Hernández-Rivas, M.E., Ríos-Jara, E., Robles-Jarero, E.G., Hinojosa-Medina, A. (2008). Asociaciones de larvas de peces en relación a cambios ambientales en las Bahías Chamela, Jalisco y Santiago-Manzanillo, Colima (2001-2002). *Hidrobiológica*, 18, 89-103.
- Smith, P.E. Lasker; R. (1978). Position of larval fish in an ecosystem. *Selected Publications of the International Council for the Exploration of the Sea*. 173, 77-84.
- Smith-Vaniz, W.F. (2003). Opistognathidae. In: K.E. Carpenter (ed.). *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic*, pp. 1375–1378 and Carangidae, 1426–1468. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. Vol. 3, part 2. FAO, Rome.
- Smith-Vaniz, W.F., Collette, B.B., Luckhurst, B.E. (1999). Fishes of Bermuda: History, zoogeography, annotated checklist, and identification keys. *American Society Ichthyological Herpetological Special Publications*, 4. 424 pp.
- Sylla, S., Atse, B., N'Guessan, J.K. (2009). Stratégie de reproduction du Carangidae *Trachinotus teraia* Cuvier, 1832 dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6(1), 83-94.

- Tapia-García, M., González Medina, G., Macuitl-Montes, M. C., García-Abad, G., Cerdenares Ladrón De Guevara, S., Fernández, G. (1990). Composición y abundancia de la ictiofauna demersales en el Golfo de Tehuantepec durante enero, mayo y noviembre de 1989. In: M. Tapia García (coord.). Primer Informe Anual del Proyecto de Investigación "Oceanografía del Golfo de Tehuantepec". Convenio UAM-SEP. México. pp 117.
- Torres-Chuquimarca, G.M. (2017). Evaluación del fitoplancton como un mecanismo preventivo a la ocurrencia de bloom algal frente a las costas de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolivar en Ecuador 2013-2015.
- Torres, G., Mero, M., Calderón, T., Franco, V., Salazar, E. (2004). Relación fitoplancton-zooplancton en el Pacífico ecuatorial (Ecuador), durante septiembre 2001. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 12(1), 51-61.
- Unmack, P., Habit, E. Johnson, J.P. (2009). New records of *Hatcheria macraei* (Siluriformes, Trichomycteridae) from Chilean Province. *Gayana*, 73(1),102-110.
- Viette, M., Giullianini, P.G., Ferrero, E.A. (1997). Reproductive biology of scad, *Trachurus mediterraneus* (Teleostei, Carangidae), from the Gulf of Trieste. *ICES Journal of Marine Science*, 54(2), 267-272.
- Vila, I., Contreras, M., Fuentes, L. (1996). Reproducción de *Diplomystes nahuelbutaensis* (Arratia 1987). *Gayana Oceanol*, 4(2), 129-137.
- Wirtky, K. (1966). Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. En: Barnes (ed.) *Oceanography. Marine Biology: Annual Review*. 4, 33-68.
- Zar, J.H. (2010). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey, EEUU. 960.