



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS**

**Biología reproductiva de algunas especies
de la familia Carangidae y Haemulidae de
importancia para pesca artesanal en Puerto
Ángel, Oaxaca, México.**

TESIS

Para obtener el título de:

BIÓLOGO

Presenta:

Iztzel Pérez Olivares

Director de tesis: **Dr. Isaías H. Salgado Ugarte**

México D.F. 2014





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del alumno
Pérez
Olivares
Iztzel
57 36 35 87
Universidad Nacional Autónoma de
México
Facultad de Ciencias
Biología
306190805

2. Datos del tutor
Dr. Isaías Hazarmabeth
Salgado Ugarte

3. Datos del sinodal 1
Dr. Abraham
Kobelkowsky Díaz

4. Datos del sinodal 2
Dr. Rogelio
Aguilar Aguilar

5. Datos del sinodal 3
Dra. Leticia
Huidobro Campos

6. Datos del sinodal 4
M. C. José Ignacio
Fernández Méndez

7. Datos del trabajo escrito
Biología reproductiva de algunas especies de la familia Carangidae y Haemulidae
de importancia para pesca artesanal en Puerto Ángel, Oaxaca, México.
147 p
2014.

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM- DGAPA-PAPIME
EN206213

DEDICATORIA.

A esas dos grandes persona que me dieron la vida, que no me han dejado caer ante ninguna adversidad, que han estado en las buenas y en las malas, que me han hecho lo que soy ; en verdad este trabajo es tanto de ustedes como mío muchas gracias a mis PADRES.

A mi hermana VERO, que a pesar de todo sigue apoyándome y animándome para lograr mis objetivos.

A mis hermanitas postizas KARI y ANITA, por siempre echarme porras y saber que están ahí.

A mis sobrinos IAN, BRIANITA, JAPHET y CARLITOS, por siempre saber cómo dibujar una sonrisa en mi rostro, no importa si estoy triste o enojada.

Por último pero no menos importante a ti LALO, que me has ayudado desde que te conozco, que me conoce mejor que nadie, que sostiene mi mano en cualquier momento, que te has convertido en parte importante de mi vida, que me ha hecho crecer, llorar, reír y que indudablemente me hace feliz. Sobre todo que me ama como nadie, te agradezco por nunca permitir que me rinda con este trabajo al que no le veía fin gracias LALO te amo.

AGREDECIMIENTOS.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por todo lo que me proporcionó durante mi formación como bióloga.

Al Dr. Isaías H. Salgado Ugarte director de esta tesis, por el gran apoyo que me ha brindado y por transmitirme un poco de sus conocimientos en peces, que ha hecho que me enamore más de ellos.

A la Dra. Alicia Cruz Martínez, que nunca me dejó sola y me siguió apoyando en todo momento.

A la M. C. Mitsui Saito, por sus comentarios y buenos consejos.

Al Dr. Abraham Kobelkowsky, Dr. Rogelio Aguilar, Dra. Leticia Huidobro y al M. en C. José Ignacio Fernández, por sus valiosas correcciones y sugerencias en la elaboración de esta tesis.

Gracias a mis compañeros y amigos del laboratorio de Biometría y Biología Pesquera; en especial a: Mario y Dany por ayudarme en el procesamiento de los organismos, a los mueganitos (George, Héctor y Mikel) por apoyarme al inicio de este proyecto y Omar por el apoyo en la edición de fotos.

A mis amigos Beto, Bere, Favi y Enrique por no abandonarme en esta largo camino y que aunque a veces no los veía conté siempre con su apoyo incondicional, los quiero.

Un científico debe tomarse la libertad de plantear cualquier cuestión, de dudar de cualquier afirmación, de corregir errores.

Robert Oppenheimer

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE GRÁFICAS	11
ABREVIATURAS	14
RESUMEN.....	15
INTRODUCCIÓN.....	18
Pesca artesanal.....	19
Pesca artesanal en México	20
ANTECEDENTES	27
Características y biología de las familias Carangidae y Haemulidae.....	29
Familia Carangidae.....	29
Familia Haemulidae	32
JUSTIFICACIÓN	36
HIPÓTESIS	38
OBJETIVO GENERAL:.....	38
OBJETIVOS PARTICULARES:	38
Reproducción	39
Índices morfofisiológicos.....	46
Factor de condición (<i>K</i>)	46
Índice hepatosomático (<i>IHS</i>).....	48
Índice gonadosomático (<i>IGS</i>)	48
ANMUCOVA	49
MATERIAL Y MÉTODO	52
Zona de estudio	52
Trabajo de campo	54

Trabajo de laboratorio	56
Trabajo de gabinete	57
Composición de tallas	57
Prueba de Kolmogorov-Smirnov	59
Factor de condición (<i>K</i>)	61
Índice gonadosomático (<i>IGS</i>)	61
Índice hepatosomático (<i>IHS</i>)	61
ANMUCOVA	61
RESULTADOS	63
Familia Haemulidae	63
<i>Haemulon flaviguttatum</i>	63
<i>Microlepidotus brevipinnis</i>	80
FAMILIA CARANGIDAE	91
<i>Caranx caballus</i>	91
<i>Trachinotus rhodopus</i>	103
DISCUSIÓN	118
Composición de tallas	118
Reproducción.	119
FAMILIA HAEMULIDAE	119
FAMILIA CARANGIDAE	119
Relación entre los índices morfofisiológicos.....	121
ANMUCOVA	125
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	129
APENDICE 1. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos de <i>H. flaviguttatum</i> (*Diferencias significativas).	130

<p>APÉNDICE 2. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en hembras de <i>H. flaviguttatum</i> (*Diferencias significativas).</p>	131
<p>APÉNDICE 3. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en indiferenciados de <i>H. flaviguttatum</i> (*Diferencias significativas).</p>	132
<p>APÉNDICE 4. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos de <i>M. brevipinnis</i> (*Diferencias significativas).</p>	133
<p>APÉNDICE 5. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos de <i>C. caballus</i> (*Diferencias significativas).</p>	134
<p>APÉNDICE 6. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en hembras de <i>C. caballus</i> (*Diferencias significativas).</p>	135
<p>LITERATURA CITADA.....</p>	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución regional de la pesca en México.....	22
Figura 2. Géneros de la familia Carangidae. Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.	29
Figura 3. Distribución geográfica e imagen de <i>Caranx caballus</i> . Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.	31
Figura 4. Distribución geográfica e imagen de <i>Trachinotus rhodopus</i> Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.	32
Figura 5. Ejemplar de la familia Haemulidae con las características principales de la familia Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.....	33
Figura 6. Distribución geográfica e imagen de <i>Haemulon flaviguttatum</i> . Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca	34
Figura 7. Distribución geográfica e imagen <i>Microlepidotus brevipinnis</i>	35
Figura 8. Sistema reproductor de las hembras de Teleósteos	40
Figura 9. Ubicación de las gónadas en peces teleósteos.	41
Figura 10. Sistema reproductor de los machos de peces óseos.....	42
Figura 11. Zona de estudio (Mapas modificados de Mapas de INEGI y google earth)	53
Figura 12. Red agallera. Fuente: Guía del administrador pesquero, FAO.	55
Figura 13. Actividades de pesca en la zona de estudio.....	55
Figura 14. Medidas de las longitudes (Modificado de Fischert <i>et al.</i> , 1995).....	57
Figura 15. A) Corte dorso-ventral para extracción de vísceras (se observa el tracto digestivo y las gónadas) B) Organos extraídos (Hígado, tracto digestivo y gónadas) para obtener su peso por separado.....	57

NOTA: Todas las fotos fueron tomadas por la Autora.

EXCEPTO la de *Microlepidotus brevipinnis* que fue tomada por:
Héctor Ramírez Varela

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos, hembras e indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>)	71
Tabla 2. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado de machos y hembras (<i>H. flaviguttatum</i>)	79
Tabla 3. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos y hembras (<i>M. brevipinnis</i>)	85
Tabla 4. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos y hembras (<i>M. brevipinnis</i>)	90
Tabla 5. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos y hembras (<i>C. caballus</i>)	96
Tabla 6. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado de machos y hembras (<i>C. caballus</i>)	102
Tabla 7. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos, hembras e indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>)	110
Tabla 8. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado de machos, hembras e indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>)	117

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Estimadores de densidad por Kernel general de <i>H. flaviguttatum</i>	63
Gráfica 2. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de A) machos B) hembras (<i>H. flaviguttatum</i>).....	65
Gráfica 3. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>).....	66
Gráfica 4. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> e <i>IHS</i> en: A) machos B) Hembras C) Indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>).....	68
Gráfica 5. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> y <i>K</i> en: A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>).....	69
Gráfica 6. Variación mensual de los valores medianos de <i>IHS</i> y <i>K</i> en: A) machos B) hembras. C) Indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>).....	70
Gráfica 7. Variación mensual de las medias de los pesos de la Gónada, Hígado y Eviscerado en: A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>). (Las flechas significan variaciones significativas).....	72
Gráfica 8. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de <i>IGS</i> en: A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>).....	75
Gráfica 9. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de <i>IHS</i> en: A) machos. B) hembras C) indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>).....	77
Gráfica 10. Comparación del peso medio del peso eviscerado con los valores medianos de <i>K</i> en A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>).....	78
Gráfica 11. Estimadores de densidad por Kernel general de <i>M. brevipinnis</i>	80
Gráfica 12. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>).....	81
Gráfica 13. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> e <i>IHS</i> en: A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>).....	82
Gráfica 14. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> y <i>K</i> en: A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>).....	83
Gráfica 15. Variación mensual de los valores medianos de <i>IHS</i> y <i>K</i> en: A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>).....	84
Gráfica 16. Variación mensual de las medias de los pesos de la gónada, hígado y eviscerado en: A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>). (Las flechas significan variaciones significativas).....	86
Gráfica 17. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de <i>IGS</i> en: A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>).....	87

Gráfica 18. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de <i>IHS</i> en: A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>)	88
Gráfica 19. Comparación del peso medio eviscerado con los valores medianos de <i>K</i> en: A) machos B) hembras (<i>M. brevipinnis</i>).....	89
Gráfica 20. Estimadores de densidad por Kernel general de <i>C. caballus</i>	91
Gráfica 21. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de A) machos	92
Gráfica 22. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> e <i>IHS</i> en: A) machos B) hembras (<i>C. caballus</i>).....	93
Gráfica 23. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> y <i>K</i> en: A) machos B) hembras (<i>C. caballus</i>)	94
Gráfica 24. Variación mensual de los valores medianos de <i>IHS</i> y <i>K</i> en: A) machos B) hembras (<i>C. caballus</i>)	95
Gráfica 25. Variación mensual de las medias de los pesos de la gónada, hígado y eviscerado en: A) machos B) hembras de (<i>C. caballus</i>).....	97
Gráfica 26. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de <i>IGS</i> en: A) machos B) hembras (<i>C. caballus</i>).	99
Gráfica 27. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de <i>IHS</i> en: A) machos B) hembras (<i>C. caballus</i>).	100
Gráfica 28. Comparación del peso medio eviscerado con los valores medianos de <i>K</i> en: A) machos B) hembras (<i>C. caballus</i>).	101
Gráfica 29. Estimadores de densidad por Kernel general de <i>T. rhodopus</i>	103
Gráfica 30. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de A) machos B) hembras (<i>T. rhodopus</i>)	104
Gráfica 31. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>)..	105
Gráfica 32. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> e <i>IHS</i> en A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>)	107
Gráfica 33. Variación mensual de los valores medianos de <i>IGS</i> y <i>K</i> en A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>).	108
Gráfica 34. Variación mensual de los valores medianos de <i>IKS</i> y <i>K</i> en A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>).	109
Gráfica 35. Variación mensual de las medias de los pesos de la gónada, hígado y eviscerado en: A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>).....	112
Gráfica 36. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de <i>IGS</i> en: A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>).	113
Gráfica 37. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de <i>IHS</i> en: A) machos B) hembras C) indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>).	115

Gráfica 38. Comparación del peso medio eviscerado con los valores medianos de K en: A) machos B) hembras C) indiferenciados (*T. rhodopus*). 116

ABREVIATURAS

ANMUCOVA: Análisis Multivariado de Covarianza

IGS: Índice Gonadosómico

IHS: Índice Hepatosómico

K: Factor de Condición

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

CONAPESCA: Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca

CNP: Carta Nacional Pesquera

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural Pesca y Alimentación

H. f.: Haemulon flaviguttum

M. b.: Microlepidotus brevipinnis

C. c.: Caranx caballus

T. r.: Trachinotus rhodopus

RESUMEN

La pesca artesanal, es una de las actividades más importantes del litoral del Pacífico mexicano. Entre las familias de peces más importantes para el desarrollo de esta actividad están Carangidae y Haemulidae, debido a que ambas poseen una gran riqueza específica y por consiguiente en estas familias se encuentran muchas de las especies más estimadas en la pesca y con una alta demanda para el consumo humano. Pese a la importancia de la pesca artesanal tanto a nivel nacional como local, existen diferentes factores que han limitado el desarrollo de esta actividad; dentro de las limitantes más grandes se encuentra la falta de información acerca de la ecología de las poblaciones ícticas. Entre los temas que se deben de estudiar, se encuentra la reproducción, ya que permite entender los ciclos biológicos de las especies, generando información clave para el manejo y administración de las pesquerías. Los tópicos más tratados de la biología reproductiva se encuentran: el ciclo sexual, época de desove, talla de la primera madurez sexual y la fecundidad. Estos aspectos resultan claves para el manejo sustentable de las pesquerías, ya que permiten determinar periodos de veda y definir tallas mínimas de captura, entre otros.

El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la época reproductiva de dos especies de la familia Carangidae (*Caranx caballus* y *Trachinotus rhodopus*) y de dos especies de la familia Haemulidae (*Haemulon flaviguttatum* y *Microlepidotus brevipinnis*); para dicho fin se realizaron muestreos (en lo posible) mensuales de septiembre 2011 a febrero 2014, en Puerto Ángel, Oaxaca.

El total de los organismos para todas las especies (681) fueron medidos (Longitud total, furcal, patrón y altura) y pesados (peso total) y disectados para determinar el sexo y obtener el peso eviscerado, de las gónadas y de el hígado.

Los datos obtenidos se utilizaron para conocer la composición de tallas, calcular los diferentes índices morfofisiológicos (*IGS*, *IHS* y *K*) y para el análisis multivariado de covarianza, lo cual permitió estimar la época reproductiva de las especies.

Para conocer la composición de tallas se utilizaron los estimadores de densidad por kernel (EDKs); para conocer la distribución de la longitud patrón y se utilizó la amplitud de banda óptima de Silverman como aproximación general. De las especies de la familia Haemulidae se observó lo siguiente:

En *H. flaviguttum* los machos y las hembras presentaron una distribución más o menos simétrica, con una moda principal de 20 cm. Los indiferenciados tuvieron una distribución más o menos simétrica, pero con un sesgo positivo, lo que indica predominancia de tallas pequeñas, con una moda principal en la talla de 19 cm. En *M. brevipinnis* se observó en machos y hembras una distribución más o menos simétrica, con una moda principal en 21 cm.

De las especies de la familia Carangidae se observó lo siguiente:

En *C. caballus*, machos y hembras tuvieron una distribución trimodal; en los machos las tres modas son en las tallas de 26 cm, 31 cm y 45 cm. En las hembras las modas son las siguientes: 23 cm, 28 cm y 32 cm. En *T. rhodopus*, se observó en machos y hembras una distribución bimodal, donde las modas para machos son en las tallas de 18 cm y 29 cm y para hembras de 18 cm y 26 cm. En los indiferenciados se observan dos modas (16 cm y 22 cm).

Al observar las distribuciones mensuales, en las cuatro especies la mayoría de las distribuciones fueron bimodales, lo cual indica que la muestra abarcó un número limitado de clases de tallas; y pudo deberse principalmente a que los organismos provienen de la pesca comercial del lugar y por tanto, las capturas están determinadas por el arte de pesca y la abertura de malla de las redes utilizadas por los pescadores.

Para los índices morfofisiológicos se determinó el tipo de relación entre las dimensiones (peso) de órganos y partes corporales importantes en la fisiología de los organismos e implicados en el ciclo reproductivo como las gónadas, el hígado y el cuerpo (sin vísceras); entre *IGS* e *IHS* existe una relación negativa en todas las especies, mientras que entre *IGS* y *K* sólo para *C. caballus* se encontró una relación negativa. Esto sugiere que el desarrollo de las gónadas es tan

demandante que afecta el crecimiento somático general de los individuos de esta especie.

La comparación de los índices morfofisiológicos con los pesos medios correspondientes obtenidos del ANMUCOVA, mostraron una alta correlación entre el *IGS* y el peso medio de la gónada y entre *IHS* con el peso medio del hígado, tanto en machos y hembras, mientras que entre *K* y peso medio eviscerado se obtuvo una baja correlación.

Los índices y valores medios sugieren que la época reproductiva de *H. flavigutattum* abarca de septiembre a noviembre y *C. caballus* se reproduce en octubre; ambas épocas reproductivas abarcan la época de lluvias y surgencias del lugar.

Mientras que en *Microlepidotus brevipinnis* la época reproductiva abarca de marzo a abril, durante la época de lluvias y por último *Trachinotus rhodopus* se reproduce de abril a mayo, durante época de surgencias.

INTRODUCCIÓN

La pesca es una actividad que el hombre ha practicado desde hace miles de años; es la actividad humana más realizada en los sistemas acuáticos en todo el planeta y representa la principal actividad de explotación de recursos naturales que se realiza en la actualidad. Esta actividad es una de las principales fuentes de alimentación para la población, formando parte de la economía de las naciones y generando fuentes de empleo de manera directa e indirecta (Ancona *et al.* 2004; Montana-Camacho, 2005; Coayla y Rivera, 2008).

La pesca de captura y la acuicultura suministran al mundo unos 148 millones de toneladas de pescado (en el año 2010), de los cuales 128 millones de toneladas fueron destinadas al consumo humano; además se estima que la pesca proporciona medios de subsistencia e ingresos a unos 7 millones de pescadores (FAO, 2012).

Según la FAO (2012), la actividad pesquera presentó un aumento notable en los años 50 con una producción de 16.8 millones de toneladas, y alcanzó su máximo de 86.4 millones de toneladas en 1996, para su posterior reducción antes de estabilizarse en torno a los 80 millones de toneladas; para el 2010 se registró una producción mundial de 77.4 millones de toneladas a nivel mundial.

Esta actividad enfrenta diferentes problemas, como son que el número de animales capturados se ha mantenido, además se considera que de 71% al 78% de las especies se encuentran plenamente explotados, explotadas en exceso, agotadas o en recuperación de agotamiento. Además el porcentaje de poblaciones sobreexplotadas ha ido en aumento, ya que se calcula que aproximadamente 29.9% de las poblaciones mundiales están sobreexplotadas, y solo 2.7% de las poblaciones no están plenamente explotadas, es decir que se encuentran sometidas a una presión pesquera relativamente baja y tienen ciertas posibilidades de aumentar su producción (FAO, 2012).

Dada la importancia que representan los recursos pesqueros para la población en general, resulta necesario cubrir la demanda social de los productos

pesqueros y al mismo tiempo protegerlos, sobre todo ante la actual situación en la que se encuentran a nivel mundial, resulta necesaria la elaboración y aplicación de planes de ordenación efectivos para la recuperación de las poblaciones sobreexplotadas, los cuales estén basados en estudios biológicos y ecológicos.

Pesca artesanal

Dentro de la actividad pesquera se encuentra la pesca artesanal, la cual posee ciertos atributos o características que permiten reconocerla.

Según Mathew (2003), la pesca artesanal es aquella que está orientada a suministrar pescado y sus productos derivados a mercados locales, así como al autoconsumo.

Se caracteriza por la poca o casi nula utilización de tecnología; en su lugar se usa una amplia gama de artes y técnicas de pesca, las cuales pueden ser consideradas relativamente sencillas, lo que da por resultado capturas reducidas a pesar de un elevado esfuerzo. Generalmente se practica a lo largo de la costa a profundidades generalmente menores a 50 metros (Fuentes-Castellanos, 1996; Roitma, 1999, Mathew, 2003).

La pesca artesanal se compone de embarcaciones con reducida capacidad de carga, autonomía, alcance y falta de mecanización en cubierta, comúnmente miden entre 6 a 7.5 metros, con motor fuera de borda (Gutiérrez y Cabrera, 2012).

A este tipo de pesca se le considera menos impactante para los ecosistemas que la pesca industrial, debido a las capturas relativamente reducidas y costo-efectivo por el elevado valor unitario de las especies objetivo. Pero la realidad es diferente ya que este tipo de pesquerías resultan complejas y dinámicas, esto por la diversidad de ambientes, especies, artes de pesca y variables socioeconómicas (Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata, 2006).

Este tipo de pesquerías es considerado como una actividad importante para las economías de los países en vías de desarrollo como México. La importancia deriva de su contribución a la alimentación de la población, a la creación de empleos directos e indirectos y por la generación de divisas derivadas del comercio internacional (Mathew, 2003; Coayla y Rivera, 2008).

Se calcula que en América Latina entre 700,000 y 1, 000,000 de personas trabajan en actividades relacionadas con la pesca y la acuicultura, y que 90% son pescadores artesanales (Coayla y Rivera, 2008).

Este tipo de pesquerías tienen ciertos problemas, entre los que destacan la poca información sobre la contribución real de la pesca artesanal a las economías de los países en vías de desarrollo. Pero a pesar de esto, se reconoce que la pesca artesanal genera notables beneficios a las economías de dichos países. Además, hay una realidad poco alentadora en cuanto a esta actividad que están relacionadas con la sobreexplotación de las poblaciones ícticas, como poner en peligro el medio ambiente, entre otras (Coayla y Rivera, 2008). Por lo tanto, es importante poner mayor atención a este tipo de pesquerías, observar qué es lo que está sucediendo con ellas y en torno a ellas. Para lograr esto es urgente y necesario llevar a cabo estudios que nos permitan conocer más a esta actividad y los impactos que tienen en las poblaciones ícticas y en el medio ambiente.

Pesca artesanal en México

México posee una extensión litoral de 1,964,375 kilómetros cuadrados, con una superficie continental de 1,959,248 de kilómetros cuadrados y una superficie insular de 5,127 y con cerca de tres millones de kilómetros cuadrados de zona económica exclusiva (ZEE), de los cuales aproximadamente 360 mil kilómetros cuadrados corresponden a la plataforma continental (0 a 200 metros de profundidad), y es en esta zona donde se desarrolla gran parte de la actividad pesquera del país (Arreguín-Sánchez, 2006; INEGI, 2006)

También ostenta una gran variedad de sistemas costeros y marinos dentro de sus aguas territoriales: 12,500 kilómetros cuadrados de superficies de lagunas costeras y esteros y 6,500 kilómetros cuadrados de aguas interiores tales como: lagos, lagunas, represas y ríos. 629,925 hectáreas del litoral del Pacífico y 647,979 hectáreas al litoral del Golfo de México y el Mar Caribe, lo que le confiere un gran potencial pesquero (INEGI, 2006).

Aunado a lo anterior la ubicación del país entre las influencias oceánicas del Atlántico centro-occidental y del Pacífico centro-oriental, la accidentada fisiografía de sus costas y las variadas condiciones marinas, explican en buena parte su enorme diversidad biológica y ecosistémica (Juárez-Torres et al. 2007; Morales-Gómez, 2013); lo que hace a México poseer especies de clima templado, cálido y frío, de fondo y superficie, costeras y de altamar, regionales y migratorias, entre otras (Cifuentes L. *et al.* 2003); esto ha colocado a México en el décimo segundo lugar de países mejor dotados de ecosistemas marinos (Lara-Lara, 2008).

En México la actividad pesquera se desarrolla a lo largo de las costas del Océano Pacífico, Golfo de México y el Mar Caribe. La distribución regional de la pesca comprende cuatro zonas características:

REGION I Golfo de California. Esta región comprende los estados de Baja California, Baja California Sur y Sinaloa, donde las pesquerías están orientadas principalmente a la captura de sardina, anchoas, macarela, barrilete, langosta, abulón, almeja, anchovetas y calamares.

REGION II Pacífico central. Esta región abarca los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Esta es una de las áreas más importantes para las pesquerías artesanales. Se encuentran especies tales como el atún, tiburón y especies para la pesca deportiva.

REGION III. Incluye las costas del Golfo de México, abarcando los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco.

REGION IV. Esta región incluye al Mar Caribe y abarca los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Tanto la región III y IV son de baja diversidad, pero son las más importantes en cuanto al recurso atún aleta amarilla, aleta azul y tiburones; y en especial la pesca deportiva asociada al turismo es importante en el Mar Caribe (Fig. 1) (FAO, 2006).

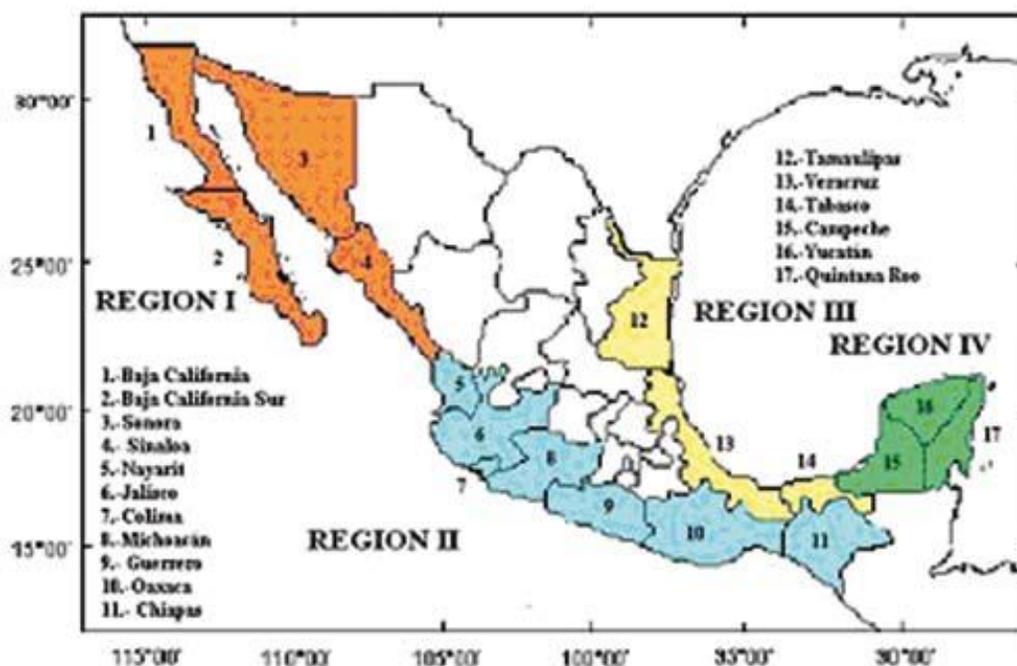


Figura 1. Distribución regional de la pesca en México.

Fuente: CONAPESCA, tomado del sitio Web del Departamento de Pesca de la FAO.

Según los registros de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) (2010), la producción pesquera nacional anual se han estabilizado alrededor de 1.5 millones de toneladas de peso vivo. La producción registrada en el 2010 fue de 1,473 millones de toneladas; pese a la creciente producción acuícola y la inclusión de especies antes desechadas, y/o talla cada vez más pequeñas; esta estabilización de las capturas comerciales de los recursos pesqueros indica que es necesario reforzar las medidas de administración y fomentar el uso racional de nuestros recursos.

El volumen de la pesca en cuanto a regiones se distribuye de la siguiente manera: 80% corresponde al litoral del Pacífico, 18% al Golfo de México y Caribe y 2% a los cuerpos de aguas continentales (CONAPESCA, 2010).

La flota que participa en la actividad pesquera comprende 106,445 embarcaciones, de las cuales 2,182 corresponden a la pesca de camarón, 131 al atún, 96 a la sardina y anchoveta y 996 a la pesca de escama. A la pesca artesanal se dedican cerca de 102,000 embarcaciones; en esta flota se incluyen lanchas, cayucos o canoas, pangas, barcos, etc. Esto significa que aproximadamente 90% del total de las embarcaciones son destinadas a la pesca artesanal (Ancona *et al.* 2004; Montana-Camacho, 2005), por lo que se considera que esta actividad contribuye un poco más del 50% de la producción pesquera total del país (Villerías, 2009).

La pesca artesanal, es una de las actividades más importantes del litoral del Pacífico mexicano. Los anuarios estadísticos tienen registrado que desde 1992 a 2002 la captura total en el Pacífico mexicano ha oscilado entre 759 mil y poco más de 1 millón 200 mil toneladas, de la cual la pesca artesanal representa entre 4.3 y 9.5%, además que el valor de la producción pesquera en el Pacífico mexicano fue de 8.4 miles de millones de pesos (Espino-Barr y Cruz-Romero, 2006).

Dentro de la pesca artesanal del Pacífico mexicano, las familias de peces con mayor riqueza específica son la familia Carangidae y Haemulidae; la familia Carangidae es una de las familias más numerosas de distribución tropical y subtropical; en esta familia se encuentran muchas de las especies más estimadas en la pesca y con una alta demanda para el consumo humano. Por otro lado la familia Haemulidae, representa un componente importante de la pesca artesanal en el Pacífico (Sevilla, 1988; Navarro-Rodríguez, 2000; Resendiz-Rodríguez, 2002).

Por lo antes mencionado, las familias Carangidae y Haemulidae, son consideradas como importante recursos pesqueros en el Pacífico Mexicano (Navarro- Rodríguez, 2000).

Pese a la importante productividad de la pesca artesanal tanto a nivel nacional como local, existen diferentes factores que han limitado el desarrollo de esta actividad, por ejemplo el desarrollo de la pesca artesanal en México se ha abordado con mayor atención en las dos últimas décadas por profesionales, que han dirigido sus esfuerzos al conocimiento de la actividad y sus “repercusiones” en la comunidad pesquera y en la sociedad; ante esta falta de interés se tiene como resultado la falta de programas de ordenamiento (Baudy y Pauly, 2001; Mathew, 2003; Espino-Barr y Cruz-Romero, 2006; Díaz *et al.* 1985).

La pesca como actividad requiere la generación de conocimiento como soporte a la administración del uso de los recursos pesqueros y como política general, ya que a medida se desarrolla una pesquería y se hace más amplio su mercado, se atrae un mayor esfuerzo; si esto lo sumamos a la mortalidad natural de los organismos, las existencias comenzaran a disminuirse, como ha estado sucediendo actualmente, con las poblaciones ícticas.

Ante tal situación es necesario un adecuado conocimiento científico de los recursos pesqueros y de sus poblaciones, así como de sus relaciones ecológicas y de la historia de vida, esto con el fin de regular la industria pesquera y mantener los recursos para generaciones futuras.

Por tanto es necesario llevar a cabo estudios biológicos sobre las especies marinas de importancia económica nacional y local, entre los estudios que se deben hacer, están los relacionados con la biología reproductiva de las especies.

La biología reproductiva de los peces a veces es poco conocida o bien sólo se conoce la de algunas especies, sobre todo de aquellas que tienen una importancia económica, ya sea por su volumen de extracción o por la importancia comercial (Flores y Smith, 2010).

El estudio de los aspectos reproductivos resulta importante debido a que permite entender los ciclos biológicos de las especies. Esto genera información clave para el manejo y administración de las pesquerías; los tópicos más tratados dentro del tema de la biología reproductiva son: el ciclo sexual, época de desove, talla de la primera madurez sexual y la fecundidad; todos estos aspectos son fundamentales para conseguir el manejo sustentable de las pesquerías, ya

que permiten determinar periodos de veda y definir tallas mínimas de captura, entre otros (Sparre y Venema, 1995; Briñez-Vasquez y Francis-Turner, 2006; Flores y Smith, 2010).

Algunos autores indican que para analizar la dinámica reproductiva de la especie, conviene dividir el proceso en dos eventos secuenciales, el desarrollo gonádico y el desove. En el presente trabajo se evaluarán ambos aspectos mediante el uso de diferentes índices morfofisiológicos.

Se tiene conocimiento de que el ciclo reproductivo y la época de desove se pueden determinar mediante el uso de diferentes índices dentro de los que se encuentran el índice gonadosomático (*IGS*), el índice hepatosomático (*IHS*) y el Factor de condición (*K*).

El *IGS*, es el indicador cuantitativo más utilizado para caracterizar la actividad reproductiva (desarrollo de las gónadas y ciclo reproductivo); este índice tiene una estrecha relación con los cambios ocurridos en las gónadas y con la expulsión de los productos sexuales, la evaluación del desarrollo de las gónadas con relación al tiempo nos puede dar información para conocer la época de desove (Carrasco-Montiel, 1984; Rodríguez- Gutiérrez, 1992).

K explica fundamentalmente el grado de bienestar del organismo, el cual está principalmente relacionado con el crecimiento y/o madurez sexual, ya que el peso corporal es un reflejo de los procesos fisiológicos, por lo que la disminución de la condición es atribuida a la disminución de las reservas del cuerpo durante la maduración de las gónadas (Granado-Lorencio, 2002).

Por último el *IHS* está relacionado con el ciclo reproductivo debido a que el hígado se ve afectado mientras se lleva a cabo la reproducción, lo cual permite demostrar la correspondencia entre el proceso reproductivo y el estado nutricional del organismo (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Un método alternativo para conocer la época reproductiva es el análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA), el cual presenta ciertas ventajas sobre los índices.

ANTECEDENTES

Tapía- García (1997), en el Golfo de Tehuantepec determinó 16 especies de la familia Carangidae, las cuales fueron: *Selene peruviana*, *S. brevoorti*, *S. oerstedii*, *Chloroscombrus orqueta*, *Carangoides otrynter*, *Selar crumenophthalmus*, *Decapterus hypodus*, *Caranx caballus*, *C. hippos*, *C. vinctus*, *Hemicaranx leucurus*, *H. zelotes*, *Oligoplites saurus*, *O. mundus*, *O. altus*, y *Alectis ciliaris.*, e hizo énfasis en aspectos reproductivos de las especies dominantes que fueron: *S. peruviana* y *C. orqueta*. *S. peruviana* es una especie con un largo periodo reproductivo; de febrero a noviembre (con un pico entre marzo y mayo), por lo que hay un reclutamiento constante; mientras que *C. orqueta* es una especie que desova de marzo a noviembre en aguas con influencia epicontinental a profundidades menores de 30 m.

Romero-Acosta y Meléndez-Galicia (2006), estudiaron cuatro especies de la familia Carangidae en la costa de Michoacán. Dentro de estas especies se encuentra el cocinero (*C. caballus*) y la palometa (*T. rhodopus*).

En *C. caballus* las hembras se reproducen desde los 26.8 cm Lt y los machos a los 25.6 cm, lo que significa una incidencia en la pesca de 4.72% de hembras inmaduras. Su talla de la primera madurez fue a los 35.5 cm, su edad relativa 50% de 1.88 años y 35.9 cm Lt. Su época reproductiva fue de julio a octubre. Por el análisis del factor de condición (CF) su mejor época reproductiva fue en agosto y septiembre.

En *T. rhodopus*, se encontraron hembras desovadas desde 29.6 cm Lt y machos desde 33.5 cm, su talla de la primera madurez fue a los 35.3 cm y su edad de reclutamiento 50% de 4.9 años a los 34.4 cm Lt, sin alcanzar 28.4% de la población esta talla. Su época reproductiva fue de agosto a octubre, reafirmada por el CF.

Espino Barr *et al.* (2008), utilizaron el índice gonadosomático para conocer el ciclo reproductivo de *Caranx caninus* en la costa de Colima; los valores más altos de este índice fueron durante noviembre y mayo.

Sobre la familia Haemulidae, Palazón-Fernández (2007), menciona que la talla mínima de madurez sexual de *Haemulon plumieri* fue de 213 mm de Lt para las hembras y 271 mm de Lt para los machos. La talla de maduración (L_{50}) fue de 309 mm de longitud t para las hembras y 357 mm para los machos. La especie se reproduce durante todo el año, con picos de máxima intensidad en febrero-abril y agosto-octubre. Además se utilizó el factor de condición, el cual se mantuvo por encima de 95% durante el periodo de muestreo y mostró valores mínimos en los meses previos a los picos reproductivos, lo cual fue interpretado como el resultado de la movilización de la energía somática para el desarrollo gonadal.

Ruiz-Ramírez *et al.* (2011) estudiaron la biología reproductiva de *Anisotremus interruptus* en el Pacífico central mexicano, e indicaron que el período reproductivo principal es de febrero a mayo.

Relacionados con la zona de estudio, se cuentan con otros estudios de biología reproductiva, que no son de las especies de las familias Carangidae o Haemulidae, entre estos trabajos se encuentra el de Ramos-Santiago (2006), evaluaron la Reproducción, distribución y abundancia de *Pseudupeneus grandisquamis* (Perciformes: Mullidae), en el Golfo de Tehuantepec, México, y observaron que la época reproductiva fue durante todos los meses estudiados, sobre todo a partir de agosto a octubre, correspondiente a la temporada de lluvias, cuando la salinidad y la temperatura son bajas. En cuanto a la talla de primera madurez fue de 138 mm de longitud total.

Características y biología de las familias Carangidae y Haemulidae

Familia Carangidae

Esta familia de peces, también es conocida como la familia de los jureles, pámpanos, casabes, macarelas, zapateros, chichorras, jorobados, medregales y cocineros (Fischer *et al.* 1995) (fig.2).

Los peces de esta familia, son comúnmente de color plateado y tienen un amplio intervalo de tamaño; cabeza y cuerpo usualmente comprimido, desde muy alto hasta fusiforme, hocico puntiagudo o romo; mandíbula prominente o subterminal; ojos de pequeños a grandes, con parpado adiposo, a veces rudimentarios; dientes de las mandíbulas minúsculos dispuestos en hileras, o bien caninos en una sola fila; dientes del paladar y lengua presente o ausente. Presenta escamas lisas, cicloides y muy pequeñas, en algunas especies faltan por completo (Amezcuca-Linares, 2009).

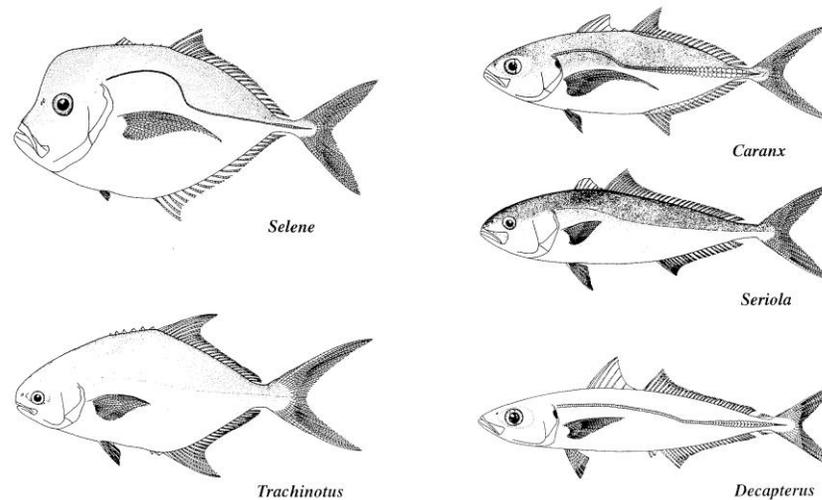


Figura 2. Géneros de la familia Carangidae. Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.

Las características distintivas de la familia son: poseen dos aletas dorsales separadas, la primera con tres a nueve espinas, la segunda con una espina y 17 a 44 radios, aleta anal con tres espinas, las primeras dos separadas del resto y de 15 a 39 radios; aleta dorsal y anal sin aletillas; pectorales más largas que la cabeza, pélvicas con una espina y cinco radios (Fischer *et al.* 1995).

La familia contiene cerca de 30 géneros y aproximadamente 152 especies; están muy representadas en todos los mares tropicales y subtropicales; algunas especies alcanzan hasta 170 cm de Lt (Fischer *et al.* 1995).

Son peces demersales o pelágicos costeros; se les encuentra desde la costa hasta más de 200 metros de profundidad; unas pocas especies penetran en agua salobres, la mayoría forman cardúmenes; son depredadores veloces y voraces, se alimentan de invertebrados y peces, algunos planctófagos (Amezcu-Linares, 2009)

***Caranx caballus* (Günther, 1868)**

NOMBRE COMÚN: jurel bonito, cocinero dorado, jurel cojinúa.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: desde Isla Santa Cruz, California a Perú, incluyendo el Golfo de California e islas oceánicas (fig. 3)

DIAGNOSIS: cuerpo alargado fusiforme y moderadamente comprimido; hocico levemente aguzado, la parte posterior del ojo grande y cubierto por un parpado adiposo moderadamente desarrollado (Fischer *et al.*, 1995), boca pequeña, ligeramente oblicua, el maxilar llega a la parte interior de la pupila, algunos dientes alargados; de 10 a 15 branquiespinas en la rama superior del primer arco y 27-30 en la inferior; pecho cubierto totalmente de escama. Pueden llegar a medir hasta 70 cm de longitud total (Amezcu-Linares, 2009) (fig. 3)



Figura 3. Distribución geográfica e imagen de *Caranx caballus*. Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.

Es un especie gregaria, demersal y pelágica, vive generalmente cerca de la costa sobre fondos blandos donde forma cardúmenes, también se puede encontrar en aguas profundas hasta 100 metros. Se alimenta principalmente de peces plateados, calamares, pulpos, camarones, cangrejos y otros invertebrados (Fischer *et al.* 1995, Amezcua-Linares 2009)

Esta especie es importante en la pesca artesanal, con cierto valor económico; se comercializa fresco entero y troceado, así como congelado. Su carne es tan buena como la del jurel (Amezcua-Linares, 2009).

***Trachinotus rhodopus* (Gill, 1863).**

NOMBRE COMÚN: pámpano fino, pampanillo, pámpano rayado, palometa.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: desde Baja California Sur y Golfo de California, excepto el extremo norte, a Perú (fig. 4).

DIAGNOSIS: cuerpo alto y comprimido, forma rombótica, perfil dorsal y ventral aproximadamente igual; perfil de la cabeza oblicuo, terminado en un hocico chato; boca pequeña; dientes cónicos y encorvados, disminuyen con el crecimiento pero siempre presentes. Presenta branquiespinas en la rama inferior del primer arco 13-15, y 8-11 en el superior; línea lateral sin escudetes levente arqueadas sobre las aletas pectorales; lóbulos de la segunda dorsal y anal muy largos en adultos. Llegan a medir hasta 61 cm de longitud total (Amezcua-Linares, 2009) (fig. 4).

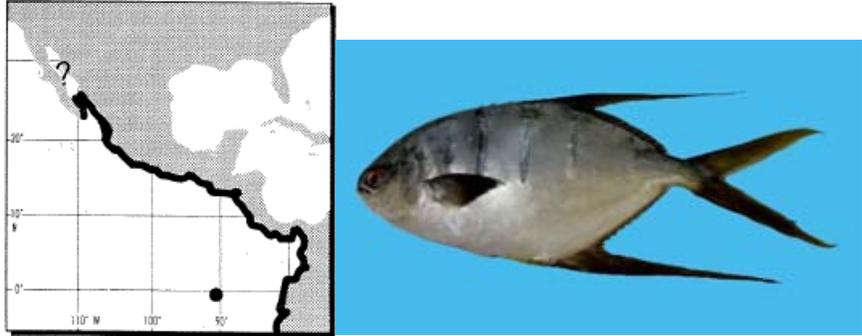


Figura 4. Distribución geográfica e imagen de *Trachinotus rhodopus* Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.

Es una especie costera, sobre áreas someras arenosas, también alrededor de arrecifes e isletas rocosas en aguas claras dentro de los 30 metros de profundidad. Penetra ocasionalmente en lagunas costeras y estuarios con fines de protección y alimentación, la cual consiste de invertebrados bénticos, como crustáceos, moluscos, gusanos, peces y en ocasiones zooplancton (Amezcu-Linares, 2009).

Esta especie no es objeto de una pesca dirigida; aun así tiene importancia económica, su consumo no es muy extendido, se vende fresco entero.

Familia Haemulidae

A esta familia se le conoce como la familia de los roncós; esto se debe a su hábito de emitir ruido como gruñido que resulta de frotar las placas superiores e inferiores de los dientes (Fischer *et al.* 1995).

Tienen cuerpo oblongo y levemente comprimido, cabeza de perfil más bien convexo, cubierta de escamas excepto el perfil anterior del hocico, labios y mentón; boca pequeña, mentón con 2-6 poros y una foseta anterior; dientes cónicos, generalmente cardiformes y dispuestos en una banda estrecha en cada mandíbula, sin caninos. Escamas normalmente ctenoides, rugosas y de tamaño pequeño a moderado (Amezcu-Linares, 2009) (fig. 5).

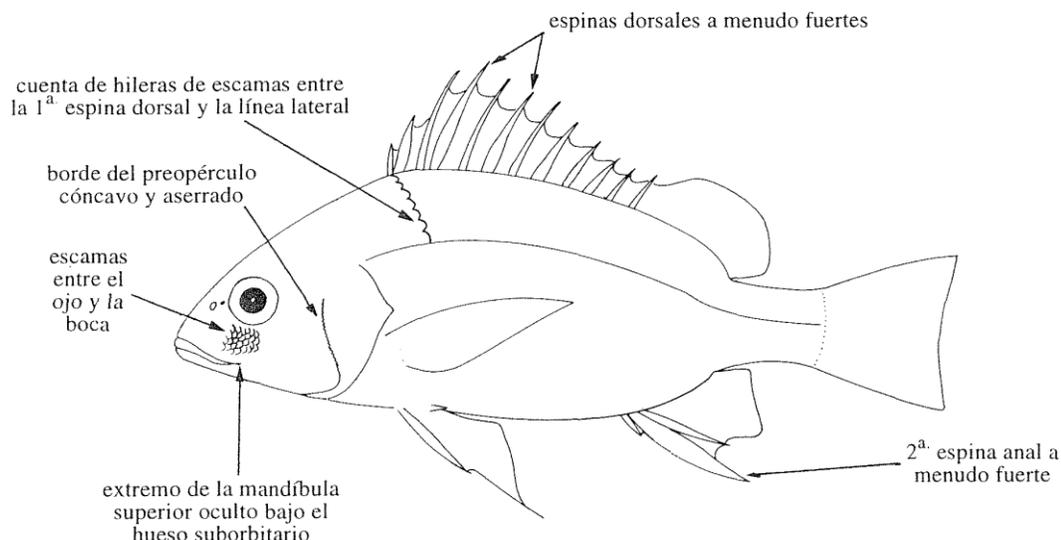


Figura 5. Ejemplar de la familia Haemulidae con las características principales de la familia Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca.

Por lo regular son peces de tamaño mediano a pequeño, miden entre los 20 a los 75 cm. Son peces demersales en aguas marinas, desde la costa hasta unos 100 metros de profundidad, también se pueden adentrar en aguas salobres (Fischer *et al.* 1995), tienen importancia comercial establecida y demandada de consumo por la calidad de su carne. Esta familia incluye alrededor de 17 géneros y con 145 especies, 29 endémicas del pacífico oriental, 27 en costas mexicanas.

***Haemulon flaviguttatum* (Gill, 1843)**

NOMBRE COMÚN: ronco manchado, burro de Cortes, roncadador amarillo, ronco chano.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: desde California sur y Golfo de California a Perú (fig. 6).

DIAGNOSIS: cuerpo oblongo (más largo que ancho), más o menos alto y comprimido; 26-31 branquiespinas en el primer arco, 50-53 escamas sobre la línea lateral; boca terminal; maxilar largo y arqueado. Llegan a medir hasta 42 cm, aunque lo común son 35 cm (Fischer *et al.* 1995, Amezcua-Linares, 2009) (fig. 6).

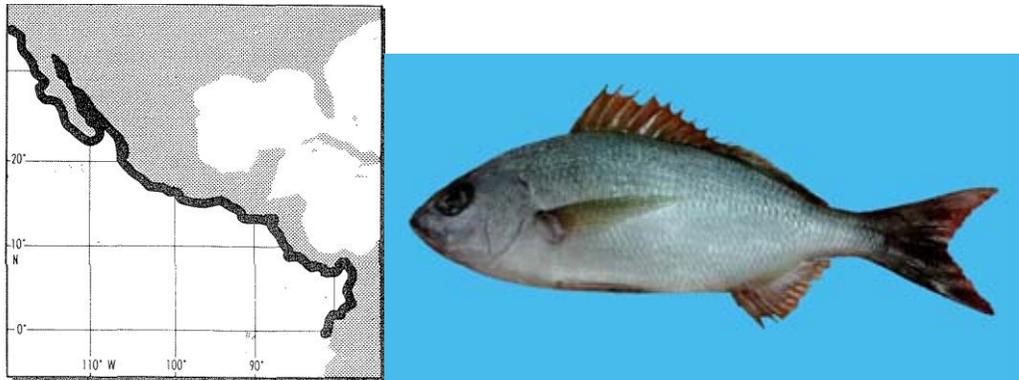


Figura 6. Distribución geográfica e imagen de *Haemulon flaviguttatum*. Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca

Es una especie béntica, de aguas costeras; forma cardúmenes pequeños sobre rocas y arena hasta 30 metros de profundidad, asociada a arrecifes (Amezcu-Linares, 2009); es un depredador nocturno, se alimenta de invertebrados pequeños como: gusanos, camarones, cangrejos, gasterópodos, bivalvos y cefalópodos (Fischer *et al.* 1995).

Tiene poca importancia económica, aunque es común en los mercados; su carne es muy aceptable, se consume fresco entero (Amezcu-Linares, 2009).

***Microlepidotus brevipinnis* (Steindachner, 1869)**

NOMBRE COMÚN: rayadito, ronco bronceado, ronco chuerca, corocoro corvado, callana dorada.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: desde el sureste de Baja California y de Mazatlán, Sinaloa a Perú (fig. 7).

DIAGNOSIS: cuerpo poco oblongo, comprimido, hocico puntiagudo, boca pequeña y terminal; mentón con cuatro poros; 16 branquiespinas en la rama inferior del primer arco; 60-62 escamas en la línea lateral, 10 hileras de oblicuas entre el origen de la aleta dorsal y la línea lateral. Color: gris plateado, con una mancha marrón en cada escama, aletas amarillentas y aleta caudal marrón oscuro. Llega a medir hasta 40 centímetros de longitud total (Amezcu-Linares, 2009) (fig.7).

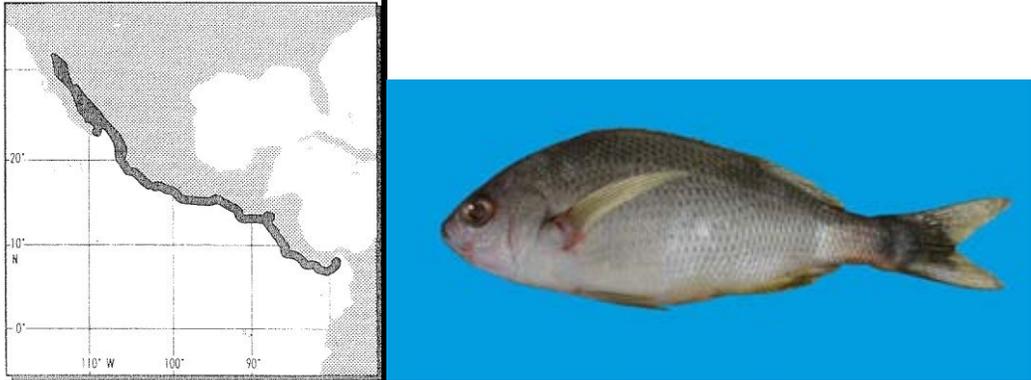


Figura 7. Distribución geográfica e imagen *Microlepidotus brevipinnis*.
Fuente: Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca

JUSTIFICACIÓN

Oaxaca es uno de los estados con mayor diversidad biológica, cuenta con 598 km de litoral (5.15% del total nacional) y una plataforma continental de 8,623 km², para este estado se tienen registradas 1,153 especies de invertebrados y vertebrados en su zona marina y costera, diferentes datos sugieren que la diversidad de las especies debe ser de dos o más veces de lo que se tiene registrado; en contraste con esta diversidad, el estado presenta un alto grado de deterioro en sus recursos naturales; un ejemplo de esto es la baja en las pesquerías tradicionales, ya desde hace 10 años (Sarmiento-Náfate *et al.*, 2006; López-Pérez *et al.*, 2012).

El estado de Oaxaca según CONAPESCA(2009), tuvo una producción pesquera total de 9,587 toneladas, ocupando a nivel nacional el lugar 16 en producción pesquera, aportando 0.54% de la producción nacional. Dentro de esta entidad se tienen registrados 10,918 pescadores, 84 embarcaciones mayores y 5,090 embarcaciones artesanales; lo anterior permite notar que la pesca artesanal es una actividad muy importante.

Las familias con mayor abundancia en el Pacífico son Carangidae (25 especies) y Haemulidae (17 especies) (Lucano-Ramírez *et al.*, 2001). Dentro de estas familias hay diferentes especies que son explotadas por la pesca artesanal como son: el cocinero (*C. caballus*) y los roncós (*H. flaviguttatum* y *Microlepidotus brevipinnis*); las cuales suman un volumen de captura de 1,328 toneladas anuales (INEGI, 2013).

Dentro de la zona hay otras especie explotada que pertenece a la familia Carangidae, pero su volumen de captura es menor; tal es el caso de la palometa (*T. rhodopus*) (, 2013).

De acuerdo a Tapia-García (1997), las pesquerías de este estado han sido poco estudiadas desde el punto de vista ecológico, ya que la mayoría de los trabajos son listados faunísticos.

De manera general las pesquerías del estado de Oaxaca carecen de elementos que permitan sugerir planes de manejo adecuados en las poblaciones ícticas. Por tales motivos es importante y necesario llevar a cabo estudios que permitan entender la biología de las especies que son explotadas.

Uno de los aspectos biológicos más importantes para la comprensión de la dinámica poblacional de los peces es la reproducción. Por tal motivo el presente trabajo resulta importante ya que permitió actualizar el conocimiento de la biología y generar información acerca de la reproducción de las especies explotadas del lugar; esta información se puede emplear para sugerir planes de manejo en la pesca de la zona.

HIPÓTESIS

Se espera que los diferentes índices morfofisiológicos (*IGS*, *IHS* y *K*) presenten valores máximos y mínimos, los que permitirán determinar la época reproductiva de *Caranx caballus*, *Trachinotus rhodopus*, *Haemulon flaviguttatum* y *Microlepidotus brevipinnis*.

Para cada especie, las temporadas reproductivas serán diferentes.

Se espera que la condición (*K*) e índice hepatosomático (*IHS*), de dichas especies, registren valores menores durante la época reproductiva.

El análisis de las medias ajustadas por tamaño reflejará mejor la variación de las gónadas e hígado a lo largo del año en comparación con los índices tradicionales.

OBJETIVO GENERAL:

Conocer la época reproductiva de las especies *C. caballus*, *T. rhodopus*, *H. flaviguttatum* y *M. brevipinnis* en Puerto Ángel, Oaxaca, México.

OBJETIVOS PARTICULARES:

Para cada especie:

- Determinar composición por tallas y por sexos.
- Determinar la época reproductiva de la especie de la familia Haemulidae y Carangidae, mediante el cálculo del índice gonadosomático (*IGS*) por sexos.
- Relacionar el índice hepatosomático (*IHS*) y el factor de condición (*K*) por sexos con el índice gonadosomático (*IGS*).
- Calcular las medias ajustadas por tamaño provenientes del análisis multivariado de covarianza, por sexos y familias.
- Comparar el índice gonadosomático (*IGS*), hepatosomático (*IHS*) y de condición (*K*) con las medias ajustadas por tamaño provenientes del análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA).

Reproducción

La reproducción se define como el proceso biológico por el cual las especies se perpetúan y en combinación con los cambios genéticos, aparecerán por primera vez características para las nuevas especies (Lagler *et al.* 1990). Ya que en los peces existe una gran variedad de estrategias reproductivas, el estudio del ciclo gonádico resulte complejo.

De manera general la reproducción en todas las especies sólo cede en prioridad a la alimentación y a la supervivencia (Ommanney, 2004). Durante la reproducción el organismo gasta la mayor parte de sus reservas energéticas, incluso pone en peligro su existencia, con el fin de propagar sus células reproductoras o de defender su descendencia (Blas-Aritio, 2003).

Una de las características más notable de los peces es su elevada fecundidad. Aunque la capacidad de producción de huevos o embriones varía de especie a especie; de manera general los peces siguen la llamada estrategia *r*, que consiste en tener muchos descendientes con escasa probabilidad de supervivencia de cada uno (Vidal, 2004). Cuando se da un número extraordinario de descendientes, la fecundación suele ser externa y tiene lugar en el medio acuático, por tanto el encuentro de los gametos es aleatorio, tanto machos como hembras producen gran número de células sexuales (Blas-Aritio, 2003). El 96% de las especies de peces presenta fecundación externa (King, 1995).

Dentro de los peces existen por lo menos tres tipos de reproducción: sexual, hermafrodita y partenogénesis. La primera consiste en que tanto espermatozoides como ovocitos se desarrollen en individuos masculinos y femeninos separados es decir, que son organismos dioicos; esto se da en la mayoría de peces (Lagler *et al.*, 1990)

Las estructuras reproductivas básicas de los peces teleósteos son las gónadas; las gónadas en las hembras son los ovarios y en los machos son los testículos (Weichert y Presch, 1981; Kobelkowsky, 2005).

Las gónadas son comúnmente estructuras pares, aunque se puede llegar a observar gónadas impares, las cuales son en realidad el resultado de fusión de estructuras pares o de una degeneración unilateral (Weichert y Presch, 1981).

Los ovarios tienen dos funciones principales la producción de óvulos y la secreción de hormonas. Son órganos pares a menudo fusionados, alargados, rectos y de tipo sacular, es decir que los ovarios son huecos; de tal manera que los ovocitos maduros se descargan hacia la cavidad ovárica, de la que pasan directamente al oviducto o gonoducto femenino y a través de este al exterior (fig. 8) (Weichert y Presch, 1981; Kenneth, 1999).

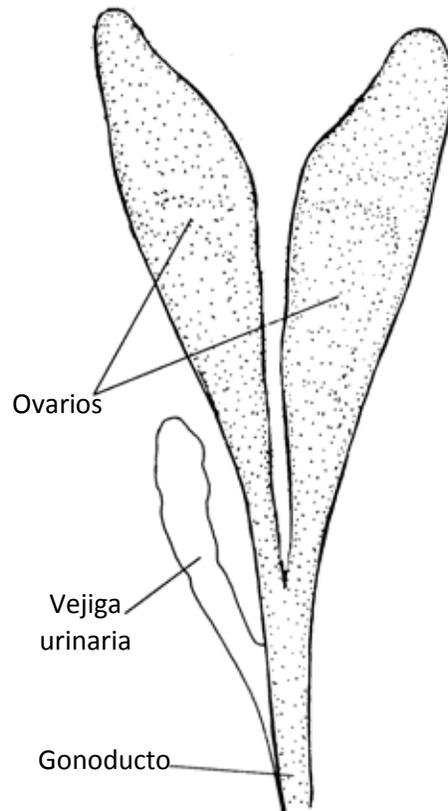


Figura 8. Sistema reproductor de las hembras de Teleósteos
(Modificado de Kobelkowsky, 2005)

Los ovarios se encuentran suspendidos por medio de mesenterios, llamado mesovarios, los cuales se fijan a la vejiga gaseosa cuando existe; ubicando a los ovarios por debajo de esta (fig. 9) (Kobelkowsky, 2005; 2012).

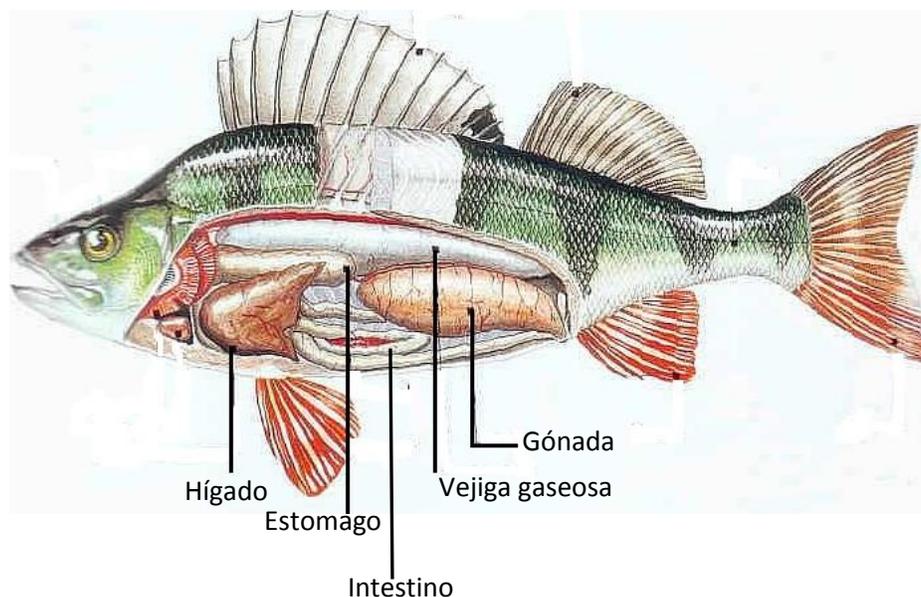


Figura 9. Ubicación de las gónadas en peces teleósteos.

Las gónadas femeninas muestran la condición típica cistovárica, definida como la presencia de una cavidad, cuyas paredes continúan hacia atrás para formar el oviducto, el cual conduce a la abertura genital, detrás del ano. Ambos ovarios se fusionan en la parte posterior (Kobelkowsky, 2005; 2012).

Los ovarios en la época reproductiva se observan de color amarillento y pueden representar del 30% al 70% del peso del cuerpo (Lagler *et al.*, 1990).

Los testículos tienen dos funciones principales; producción de espermatozoides y la secreción de hormonas. De manera general son dos, se encuentran suspendidos del techo de la cavidad visceral por medio de mesenterios denominados mesorquios y se les localiza hacia los lados, a todo lo largo o por debajo de la vejiga gaseosa si esta existe (fig. 9) (Weichert y Presch, 1981; Lagler *et al.*, 1990; Kenneth, 1999).

En la mayoría de los peces teleósteos los testículos son alargados y rectos; en cada testículo los espermatozoides son liberados al conducto testicular principal, el cual se continúa con el conducto espermático, el que se une al del otro testículo para formar el conducto espermático común. Este último se fusiona con el conducto urinario común y se forma el conducto urogenital, el cual se abre al exterior por el orificio urogenital, detrás del ano (fig.10) (Kobelkowsky, 2005; 2007).

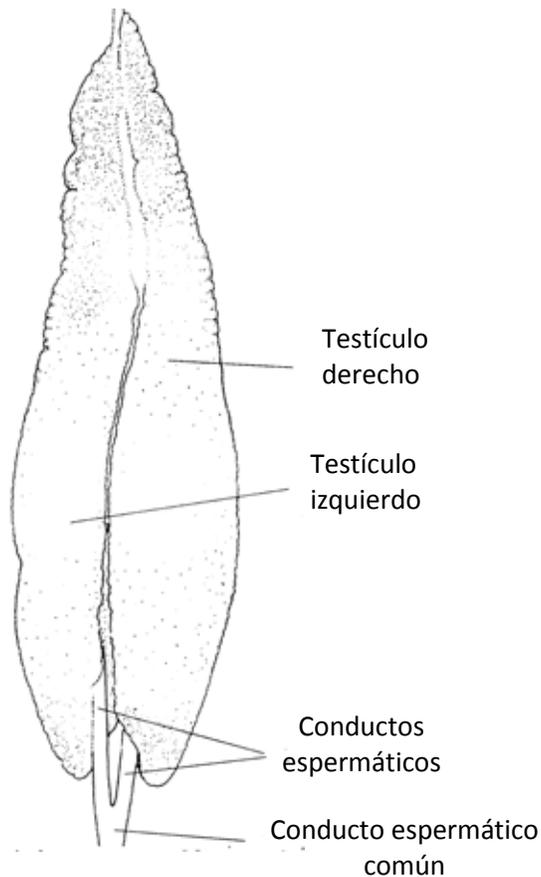


Figura 10. Sistema reproductor de los machos de peces óseos.
(Fuente: Kobelkowsky, 2005)

Los testículos son órganos blanquecinos que generalmente no rebasan el 12% del peso corporal (Lagler *et al.*, 1990); por lo que de manera general los testículos son más pequeños que los ovarios.

El hermafroditismo es otro tipo de reproducción, implica que los dos sexos se encuentran en un mismo individuo. Existen dos tipos de hermafroditismo: el verdadero, que es cuando se da la autofertilización; y el hermafroditismo secuencial es cuando alcanzan la madurez en un sexo determinado y posteriormente se cambian al sexo contrario (Padilla-Álvarez y Cuesta-López, 2003)

De este hermafroditismo se derivan dos; el protándrico, es cuando se da comienzo como macho y luego cambian a hembras, un ejemplo de esto es el pez payaso (*Amphiprion ocellaris*); y el protógino que es cuando los peces inicialmente son hembras y en un momento de su vida cambian a machos, como sucede en varias especies como el tordo limpiador (*Labroides dimidiatus*), la viejita Azul (*Thalassoma bifasciatum*), el Mero (*Epinephelus marginatus*) entre otros (Padilla-Álvarez y Cuesta-López, 2003; Vidal, 2004).

La partenogénesis o gimnogénesis, consiste en el desarrollo del ovario sin fertilización, es decir, que el cigoto se forma sin que intervengan gametos masculinos. Este tipo de reproducción requiere de un apareamiento con un macho, pero el esperma sirve solo para provocar el desarrollo del ovario, y no participa en el proceso de la herencia; esto da lugar a generaciones sucesivas de hembras (Hoar *et al.*, 1983; Lagler *et al.*, 1990; Vidal, 2004).

Al ser tan diverso los peces, también lo son sus mecanismos de reproductivos. Aunque la gran mayoría de especies son ovíparas; también se ha desarrollado la viviparidad.

La viviparidad, con todas sus variaciones de intercambio embrionario y nutricional, se ha desarrollado independientemente en varios grupos de peces. Por ejemplo se produce entre los elasmobranquios. La mayoría no son placentarios u ovovivíparos, pero hay unas cuantas especies que presentan estructuras bien definidas para el intercambio nutritivo y respiratorio, ejemplos de esto son los géneros *Triakis*, *Carcharhinus* y *Metelus*. Entre las rayas,

mantarrayas y grupos afines (Rajiformes), la ovovivíparidad es la regla, siendo las mantarrayas ovíparas (Rajidae), la excepción (Lagler *et al.*, 1990).

En los peces teleósteos, el desarrollo tiene lugar en los ovarios; esta condición está más desarrollada en los Cyprinodontiformes, especialmente en la familia de los “guppy” (Lebistes) y de los peces mosquitos (*Gambusia affinis*). Los vivíparos mexicanos (Goodeidea), los peces de cuatro ojos (Anablepidae) y los Jenynsiidae (Lagler *et al.*, 1990).

La reproducción es un proceso más o menos largo y complicado, que conlleva cambios somáticos y fisiológicos. Tanto la reproducción como el desarrollo de las gónadas, necesitan un estímulo o conjunto de estímulos para su activación. Existen dos tipos de factores que influyen en la reproducción, los factores endógenos y los exógenos. Los primeros son los propios de los organismos (herencia y fisiología) y los factores exógenos o externos son los que están dados por el ambiente (fotoperiodo, temperatura, la presencia del sexo opuesto, las corrientes, las mareas, las fases lunares, facilidades para desovar, entre otras), los cuales pueden variar de acuerdo a las épocas del año y con los cambios ambientales (Lagler *et al.*, 1990; Vizziano y Berois, 1990; King, 1995); estos cambios se manifiestan en el desarrollo periódico de los órganos reproductores (Hoar *et al.*, 1983), siendo el momento culminante el desove, es decir la liberación de óvulos y/o espermatozoides (Csirke, 1980).

La mayoría de los peces desovan en determinados periodos o en épocas definidas del año, en donde la temperatura es uno de los principales factores que modulan el proceso del desove; la mayoría de las especies tienen una escala térmica que es favorable para la puesta. Por ejemplo si las temperaturas son extremas dejan de poner o sólo lo hacen de forma limitada; pero no solo una temperatura en particular puede ser importante, sino también lo son los cambios de temperatura (aumento o disminución). Por tanto se deduce, que la mayoría de los peces tienen una estación (época) especial para la puesta (King, 1995; Ommanney, 2004)

Por ejemplo, en zonas tropicales, los cambios estacionales del medio ambiente son menos extremos, por lo que muchos peces presentan patrones reproductivos continuos; esto debido a que las especies no están sometidas a grandes cambios de temperatura durante todo el año (Lagler *et al.*, 1990; Redding y Patiño, 1993; King, 1995; Flores y Smith, 2010). En cambio en especies de zonas templadas y/o frías con patrones ambientales extremos, el ciclo reproductivo resulta ser discontinuo (Lagler *et al.*, 1990; Moyle y Cech Jr., 2004). De manera general las especies que están bajo estas condiciones, se reproducen en primavera, lo que permite que las larvas se alimenten de los florecimientos de fitoplancton que se producen en esta época (King, 1995). De manera general se puede decir que el ciclo reproductivo en la mayoría de los peces es cíclico, en periodos más o menos regulares. El acto reproductor ocurre en algunos peces solamente una vez durante su vida, aunque la mayoría de los peces, tienen un ciclo anual de reproducción; una vez que empiezan con él lo continúan teniendo hasta que mueren. Muchas especies desovan más de una vez en un año y más o menos continuamente (semelparidad), (Lagler *et al.*, 1990; Loubens y Aquim, 1986; Tresierra y Culquichicon, 1993). Por tanto, la determinación de la temporada del desove de los peces requiere un muestreo de un año al menos (Iwaszkiw y Padín, 1989).

La época de desove, tanto para reproductores totales (los huevos maduran y se sueltan en un tiempo breve) como parciales (puestas repetidas en una misma estación) se puede determinar por métodos directos e indirectos. Entre los métodos directos están el índice gonadosomático (*IGS*), la observación de los estados de madurez a través del tiempo y la variación del diámetro ovocitario (Tresierra y Culquichicon, 1993).

El estudio de los ciclos reproductivos, así como los aspectos relacionados con la biología reproductiva forman parte de la mayoría de los estudios ecológicos sobre biología de las especies.

Índices morfofisiológicos

Con el fin de conocer el ciclo reproductivo de una especie, se han usado índices que aunque no son definitivos si son específicos y además ofrecen una buena información sobre la actividad funcional del organismo (Morales-Gómez, 2013).

A estos índices se les conoce como índices morfofisiológicos, los cuales están basados en diferentes medidas del organismo tales como el peso (total, eviscerado, de gónadas, del hígado) y la longitud del cuerpo. En general estas medidas están correlacionadas positivamente con el tamaño y se utilizan para estimar procesos relacionadas con la biología de los organismos (Salgado-Ugarte *et. al.*, 2005; Morales-Gómez, 2013).

Estos índices, son indicadores del estado fisiológico de los organismos. De esta manera, por ejemplo, el peso de las gónadas está relacionado con la madurez y el desove y por tanto con la fase reproductiva de los organismos. Además, todo lo anterior está influenciado por el medio ambiente, la calidad y la disponibilidad del alimento, entre otros (Rodríguez-Gutiérrez, 1992; García-Berthou y Moreno-Amich, 1993; Morales-Gómez, 2013).

Factor de condición (*K*)

El factor de condición, se basa en la idea de estimar las modificaciones temporales del buen estado de los peces bajo las influencias de factores externos (ambientales) e internas (fisiológicas); independiente de la longitud (Granado-Lorencio, 2002); por tanto la condición del pez es el reflejo del estado fisiológico, esto debido a que la condición depende de las actividades biológicas del organismo, como pueden ser la reproducción, la alimentación, la acumulación de energía, etc. (Rodríguez-Gutiérrez, 1992; García-Berthou y Moreno-Amich, 1993; Pacheco y Chirino, 2004).

En otras palabras este índice nos indica que tan “gordos” están los peces; este índice se estima relacionando el peso y la longitud del pez. Para conocer la condición del pez, se usa el peso total o el eviscerado (García-Berthou y Moreno-

Amich, 1993) En este caso como lo recomienda Nikolski, se usó el peso eviscerado en lugar del peso total, esto para evitar el efecto debido al estado reproductivo o de alimentación de los ejemplares.

Para estudiar la condición del pez se utilizan varios factores de condición, uno de estos es el que se deriva de la relación talla-peso, el cual se define como el índice de condición, factor ponderal o factor K (de Fulton) expresado por la siguiente ecuación:

$$K = W/L^3$$

Ricker (1958), propone utilizar L^b en lugar de L^3 , donde “ b ” es la pendiente de la regresión peso-longitud (Salgado-Ugarte, 1995; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005) quedando la siguiente ecuación:

$$K = (W/L^b) 100$$

Donde:

W = peso en gramos

L = longitud en centímetros

b = pendiente de la regresión peso-longitud

El factor condición relativo (Kr), el cual puede ser usado para detectar las variaciones estacionales en la condición del pez relacionadas con la abundancia de la comida y la reproducción (King, 1995).

La fórmula es la siguiente:

$$Kr = W/aL^b$$

Donde:

W = peso observado

L = longitud

a y b = constantes de la regresión peso-longitud

Los valores de $Kr=1$ indican una condición promedio, valores de Kr mayor a 1 indican una condición arriba del promedio (altos) y aquellos con Kr menor a 1 indican una condición por debajo de lo normal; al utilizar el peso eviscerado se tratan de detectar variaciones en la parte somática (músculo-esquelética) del

cuerpo de los individuos (Salgado-Ugarte, 1995; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005). Este es el factor de condición utilizado en el presente estudio.

El factor de condición varía según la especie, morfotipo, sexo, edad, estado de madurez reproductiva y tipo de ambiente acuático.

Índice hepatosomático (IHS)

Otro índice que describe la condición reproductiva es el índice hepatosomático, el cual determina la relación que existe entre el peso del hígado y el peso del organismo.

El índice hepatosomático además, es uno de los parámetros utilizados para evaluar las modificaciones de las reservas energéticas del pez a lo largo del ciclo gonadal (Introzzi y Duhalde, 1986), ya que la variación en el peso del hígado refleja procesos de almacenamiento y transferencias de proteínas y lípidos asociados con el esfuerzo reproductivo (Santos *et al.*, 1996; González y Oyarzún, 2002).

Por tanto este índice es directamente proporcional al ciclo reproductivo y decae justo antes del desove, siendo así un indicador de la puesta o del desove.

Índice gonadosomático (IGS)

El estudio de la reproducción es un tema fundamental en la ciencia de los peces (Salgado-Ugarte, 1995; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005). Aunque hay patrones reproductores por especie, se observan variantes poblacionales con relación a la zona geográficas, causa que obliga a evaluar el ciclo reproductivo de los organismos en diferentes localidades (Pacheco y Chirino, 2004).

El IGS es ampliamente utilizado como un índice de la actividad gonádica y como un índice de preparación para el desove (DeVlaming *et al.*, 1972), también es utilizado para seguir el ciclo reproductivo de una especie en un año a intervalos mensuales o de menor tiempo (King, 1995); este índice permite evaluar indirectamente el desarrollo y el esfuerzo reproductivo, ya que la formula se basa en una relación directa entre el peso de la gónada y el peso del organismo ya sea el total o el peso eviscerado, en todo caso es conveniente

definir el peso que se va a utilizar (Pacheco y Chirino, 2004; Inturias-Canedo, 2007).

Este índice se basa en el incremento del tamaño de la gónada a medida que se acerca el momento de la puesta o desove y varía con el estado de desarrollo de los ovocitos (King, 1995; Granado-Lorencio, 2002). Esto debido a que el peso de las gónadas supone una relación con el procesos fisiológicos que conllevan a la reproducción y supervivencia, los cuales al igual que en cualquier otro organismo, están influidos por el ambiente, los cuales deben ser considerados para establecer este tipo de índices (Salgado-Ugarte, 1995; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005)

De manera general el tamaño de las gónadas de los peces se incrementa con el tamaño del pez y la edad. Por lo tanto los peces más grandes producirán gónadas más grandes que los peces de menor tamaño, entonces el tamaño del pez tiene un gran efecto sobre el peso de las gónadas (Buñag, 1956, DeVlaming *et al.*, 1972).

ANMUCOVA

Los índices antes mencionados son métodos tradicionales que presentan diferentes problemas tales como:

1. Son índice de razón y estos cocientes, presentan incremento de variabilidad en comparación con las variables originales usadas para el cálculo; proporcionan una estimación sesgada de la verdadera media de la razón; poseen distribuciones poco comunes, no gaussianas y a menudo intratable y por último tienden a hacer difícil el entendimiento de las relaciones entre las variables.
2. Para el índice de Fulton *IGS* y el *IHS*, suponen incorrectamente una relación lineal (crecimiento isométrico).
3. A menudo suponen incorrectamente independencia respecto de la longitud.

4. La mayoría de los índices suponen que la variación de la condición está indicada solamente por la variación de la estimadora. Esto implica que las pendientes b de la relación longitud-peso son las mismas entre grupos.

Estos índices tienen diversas desventajas pero para contrarrestarlas varios autores han generado y propuesto modificaciones a las formulas o bien dan alternativas de uso. Por ejemplo DeVlaming *et al.* (1972) menciona que el IGS puede ser apropiado siempre y cuando se le aplique alguna validación y para lograr una buena validación es importante considerar los factores que determinan o afectan el peso de los ovarios, tales como: el tamaño de organismo, la fecundidad, la etapa de desarrollo de los ovocitos entre otros.

Patterson (1992) propone que la condición pudiera estudiarse mejor utilizando un sólo modelo para analizar simultáneamente la respuesta del peso del pez a varios factores. Este enfoque se beneficia de la simplicidad de usar un análisis integrado y evita los problemas de las distribuciones sesgadas. En este método se incluyen todas las variables independientes que afectan el peso del organismo al mismo tiempo. La evaluación de la significancia de las variables se hace mediante un análisis de covarianza. El coeficiente de cada parámetro se usa entonces como una medida de su efecto en la condición del pez (Salgado-Ugarte, 1995, Salgado-Ugarte *et al.*, 2005)

Un paso adicional en la complejidad es el método propuesto por García-Berthou y Moreno-Amich (1993), en el cual en lugar de tener una sola variable de respuesta en el modelo lineal, todas las medidas morfométricas relacionadas con la actividad reproductiva se incluyen simultáneamente en conjunto con factores tales como el sexo y la fecha de muestreo y se ajustan por el uso de covariadas (como a longitud del cuerpo). La propuesta de estos autores emplea el análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA). Las medias predichas del modelo describen las variaciones estacionales y de otros factores haciendo innecesario el empleo de índices (Salgado-Ugarte *et al.*, 2005)

Este tipo de análisis, permite ver la variación estacional y otros factores de interés que pueden ser descritos; además Salgado-Ugarte (1995) enfatiza lo señalado por García-Berthou y Moreno-Amich (1993) quienes mencionan que el análisis multivariado de covarianza, facilita la interpretación simultánea de la tendencia de las medias, ya que hace posible la comparación de las medias ajustadas por la covariada en una escala similar, eliminado el efecto del tamaño individual, entre otros.

A pesar de que existen diversos inconvenientes en el uso de los índices morfofisiológicos, estos han sido y son los más utilizados para la descripción de los ciclos reproductivos de diferentes especies y por diferentes autores.

Ya que una notable ventaja del uso de estos índices, es que las mediciones necesarias para calcular los índices (peso del cuerpo, gónadas e hígado) requiere menos mano de obra y el tamaño de la muestra para un análisis estadístico se pueden obtener más fácilmente, siempre y cuando se cumplan con los supuestos teóricos.

Por último estos índices resumen en cierta medida las características globales de las poblaciones icticas (Granado-Lorencio, 2002).

MATERIAL Y MÉTODO

Zona de estudio

Puerto Ángel, pertenece al municipio de Pochutla del estado de Oaxaca. Se localiza a 96°29'27.1" de longitud oeste, 15°39'56.1" de la latitud norte (fig.11).

Posee un clima tipo **Aw₀(w)igw**" que corresponde a un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano y presencia de canícula e isoterma, con una marcha anual de temperatura tipo Ganges (media mensual más alta antes del solsticio de verano).

La temperatura media anual es de 28° C, siendo mayo el mes más calido (promedio de 29.8°C), mientras que la precipitación anual es 905.5 mm y los meses con mayor precipitación son junio (184.8 mm) y septiembre (250.6 mm). septiembre de 28,4 a 29°C.

Dentro de la localidad se observan 2 épocas bien marcadas correspondientes a la época de secas, que abarca los meses de noviembre a abril-mayo y la época de lluvias que abarca de mayo-junio a octubre. (Tapia-García y Gutierrez 1998). Ocurre una temporada seca corta de Julio a Agosto (canícula).

La salinidad del agua varía de 23 ups en Septiembre a 34.7 ups en marzo.



Figura 11. Zona de estudio (Mapas modificados de Mapas de INEGI y google earth)

Durante el invierno, se da la presencia de “Nortes”, que son vientos intensos procedentes del norte; estos vientos pasan primero por el Golfo de México, cruzan el Istmo de Tehuantepec y después afectan al Golfo de Tehuantepec donde se les denomina “Tehuano”; siendo en los meses de octubre-abril más notables (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998).

Los “Tehuano”, alcanzan velocidades de hasta 50 m/s, se presentan en la época de sequías (mayo-octubre), estos vientos producen el arrastre del agua hacia el sur que determina importantes surgencias (Lara-Lara, 2008).

Este fenómeno de surgencias, los aportes continentales de agua dulce y la dinámica ecológica de grandes sistemas lagunares, hacen que el Golfo de Tehuantepec sea una región tradicionalmente pesquera y altamente productiva esto desde el punto de vista ecológico (Tapia-García, 1998).

Los recursos pesqueros del Golfo de Tehuantepec, son característicos de regiones tropicales compuestos por un gran número de especies, principalmente demersales (con estrecha relación con el fondo).

Trabajo de campo

Se realizaron visitas (en lo posible) mensuales a la zona de desembarque de Puerto Ángel, Oaxaca; para cada especie los muestreos se hicieron en los siguientes periodos:

Caranx caballus: septiembre 2011 – agosto 2013

Microlepidotus brevipinnis: octubre 2012- noviembre 2013

Haemulon flavigutattum: septiembre 2011- febrero 2014

Trachinotus rhodopus: abril 2012 – Enero 2014.

Los organismos fueron comprados a los pescadores locales, quienes para capturarlos usan principalmente el arte de pesca red agallera (trasmallo). Con abertura de malla entre 3.5 cm a 5 cm.

La red agallera es un arte de pesca que consiste en redes fijas muy características que se calan verticalmente y se fijan en áreas que son el paso de las especies que se intenta capturar. Están construidas por tres redes de diferentes tamaños de malla, sujetas a una relinga superior de flotadores. En esta red el pez puede pasar su cuerpo pero se enredará con las agallas y podrá ser fácilmente capturado. Las redes agalleras pueden operarse a la deriva, dejando que las arrastre la corriente pero tomando la precaución de que no sean trasladadas a las rutas de navegación. Esta red se emplea para la pesca de multitud de especies (Cifuentes *et al.*, 2003) (fig.12).

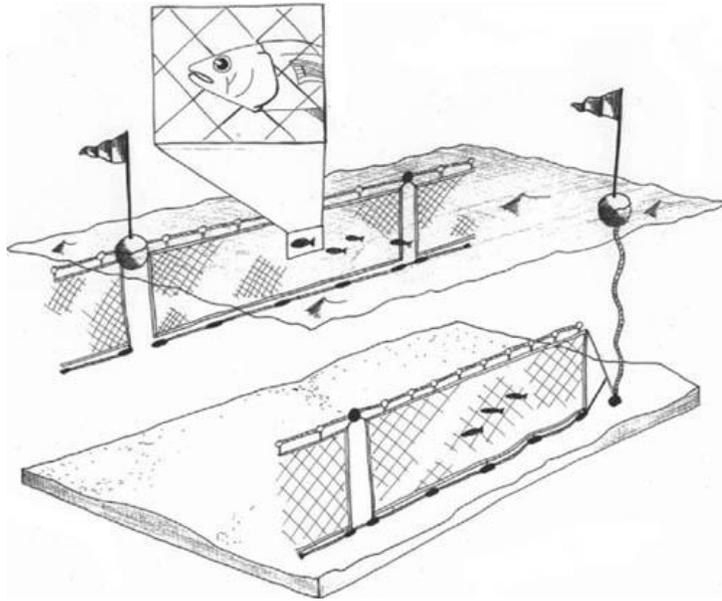


Figura 12. Red agallera. Fuente: Guía del administrador pesquero, FAO.

Se compraron organismos de diferentes tamaños con el fin que la muestra contuviera un intervalo de tallas lo más amplio posible (fig.13)



Figura 13. Actividades de pesca en la zona de estudio

Los ejemplares obtenidos se guardaron en una hielera con mezcla frigorífica (agua-sal) para mantenerlos congelados y de ésta forma preservarlos durante su transporte al laboratorio donde se almacenaron en un frigorífico. Ésta técnica no ocasiona variaciones en el cuerpo de los ejemplares como los producidos por el uso de formol.

Trabajo de laboratorio

Los organismos se procesaron de la siguiente manera:

Los pescados se sacaron del frigorífico y se pasaron a un refrigerador para descongelarlos; después de 24 horas, se empezaron a procesar; en el caso de que los organismos estuvieran muy congelados se exponían durante algunos minutos al sol o se les vertía agua a temperatura ambiente.

A los organismos descongelados, se les obtenían las siguientes medidas (todas en cm):

Longitud total (L_t), la cual se toma desde la punta del rostro del pescado hasta la proyección de ambos lóbulos de la aleta caudal.

Longitud patrón (L_p), se toma desde la punta del rostro del pescado hasta la base posterior del complejo caudal.

Longitud furcal (L_f), se toma desde la punta del rostro del pescado hasta donde se bifurca la aleta caudal (si hay bifurcación)

Altura (A_l) la cual es la máxima distancia dorso-ventral del pescado (fig.14).

Además se obtenían los siguientes pesos (en gramos) con una balanza analítica ACCULAB VIC-303 Max= 300g y d= 0.001 g:

Peso total (P_t);

Peso eviscerado (P_e), es el peso sin vísceras (gónadas, hígado y tracto digestivo);

Peso de las gónadas (P_g);

Peso del hígado (P_h);

Peso del tracto digestivo, (Fig. 15 A y B).

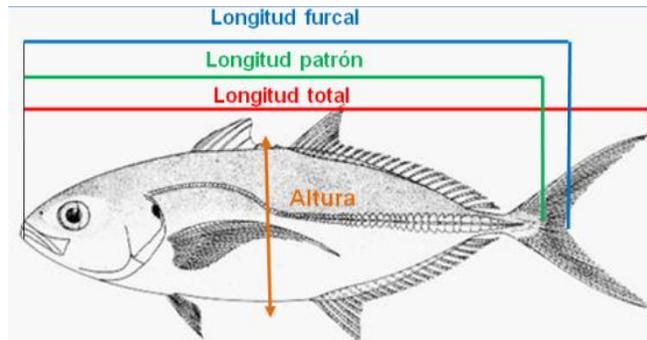


Figura 14. Medidas de las longitudes (Modificado de Fischert *et al.*, 1995)

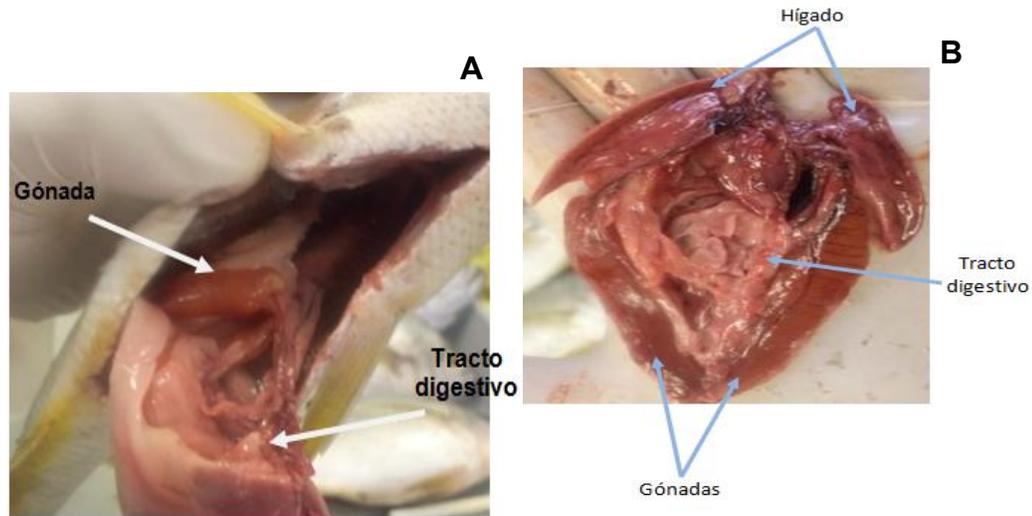


Figura 15. **A)** Corte dorso-ventral para extracción de vísceras (se observa el tracto digestivo y las gónadas) **B)** Organos extraídos (Hígado, tracto digestivo y gónadas) para obtener su peso por separado.

Trabajo de gabinete

Composición de tallas

La distribución de frecuencias de tallas es un auxiliar en el estudio de parámetros de la dinámica de poblaciones.

Existen diferentes procedimientos estadísticos que muestran la distribución de los datos. Algunos ejemplos clásicos son: los diagramas univariados de dispersión, los diagramas de tallo y hoja, los diagramas de caja y los histogramas, los cuales utilizan la función empírica de distribución acumulada. En estudios biológico-pesqueros los histogramas de frecuencia de tallas son los más utilizados (Salgado-Ugarte, 2002; 2013).

Los histogramas, como ya se mencionó son uno de los métodos más ampliamente usados para representar la forma de una función de densidad de probabilidad. Sin embargo este procedimiento presenta cuatro problemas.

- Depende del origen
- Depende del número o la amplitud de los intervalos
- Son discontinuos (cuadrados)
- Utilizan intervalos de amplitud fija

Estos problemas han conducido al desarrollo y uso de nuevos procedimientos, un ejemplo de esto, es el uso de estimadores de densidad por kernel (EDKs). Los EDKs son histogramas mejorados que en lugar de usar funciones constantes cuadradas para representar la frecuencia utilizan un kernel, el cual es una función de densidad de probabilidad suave, simétrica y que integra a la unidad, por lo que produce figuras redondeadas en lugar de rectángulos, esto evita la discontinuidad entre intervalos de clase, además estos estimadores no dependen del origen de los intervalos. Debido a estas características los EDKs son considerados como un mejor procedimiento estadístico en el análisis de distribución de tallas en peces en comparación con los histogramas y los polígonos de frecuencia. (Salgado-Ugarte, 2002, 2013; Salgado-Ugarte et al., 2005).

Los estimadores de densidad por kernel se calculan mediante:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K \left(\frac{x-X_i}{h} \right)$$

En donde $\hat{f}(x)$ es la estimación de la densidad (frecuencia), n es el número de datos, h es la amplitud de banda (intervalo) y K es el “kernel” o sea la función que define el peso de cada dato en la estimación de frecuencia (forma de la curva para cada observación) (Salgado-Ugarte, 2002, 2013; Salgado-Ugarte, et al., 2005).

Los EDKs eliminan dos de los problemas de los histogramas (origen y discontinuidad). El problema de amplitud de banda persiste, pero se han propuesto expresiones prácticas y procedimientos de cómputo intensivo para determinarla. Estos métodos de selección se enfocan a encontrar la amplitud óptima al minimizar alguna medida del error estadístico con ciertas condiciones y suposiciones. Es posible además, estructurar un EDK con amplitud de banda variable (Salgado-Ugarte, 2002).

Para el análisis de la composición por tallas en el presente trabajo se utilizaron los estimadores de densidad por kernel considerando la longitud patrón y aplicando la amplitud de banda óptima de Silverman.

Silverman utiliza la distribución gaussiana como referencia. Si se emplea un kernel Gaussiano, la amplitud óptima de banda es estimada por medio de:

$$\hat{h} = 1.06 \hat{\sigma} n^{-1/5}$$

Donde

σ = estimación de la desviación estándar

n = tamaño de muestra

La obtención de los EDKs se realizó mediante las rutinas computarizadas de Salgado-Ugarte *et. al*, (1993,1995a, 1995b, 1997); Salgado-Ugarte, (2002); Salgado-Ugarte *et al.*, (2005) para el paquete estadístico Stata versión 11.

Para conocer el ciclo reproductivo de las especies, se utilizaron tres índices morfofisiológicos.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Para determinar si existe una diferencia de tamaños entre los machos y las hembras de las cuatro especies, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Esta prueba se basa en las diferencias relativas acumulativas de las distribuciones de dos muestras de una misma población. Además esta prueba detecta diferencias en ubicación, dispersión, asimetría, entre otras.

El desarrollo completo del cálculo de este estadístico se encuentra en Sokal y Rohlf (1981); para este caso los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

1.- A partir de los Edks de machos y hembras, se calcularon las frecuencias para cada punto central (equivalente a marcas de clase de histogramas).

2.- Se calcularon las frecuencias acumuladas de clase para machos y hembras.

3.- Se consideró la máxima diferencia entre la frecuencia acumulativa de ambas muestras.

4.- Se determinaron los valores críticos de D_{\max} (valor más alto calculado).

5.- Si D_{\max} es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula de que las muestras son iguales.

El estadístico de prueba es el siguiente:

$$D_{\alpha} = K_{\alpha} \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$$

Donde:

$$K_{\alpha} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[-\ln \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right]}$$

n_1 = total de la muestra uno

n_2 = total de la muestra dos

α = alfa

Factor de condición (K)

$$K = Pe/a(Lt)^b$$

Donde:

a = ordenada al origen de la relación P-L logarítmica

b = pendiente de la relación P-L logarítmica

Índice gonadosomático (IGS).

$$IGS = Pg/Pe * 100$$

Donde:

Pg = peso de la gónada

Pe = peso eviscerado

Índice hepatosomático (IHS)

$$IHS = Ph/Pe * 100$$

Donde:

Ph = peso del hígado

Los cálculos de los índices se realizaron con los comandos para expresiones algebraicas del paquete estadístico *Stata versión 11*.

ANMUCOVA

Los índices se compararon con las medias ajustadas por tamaño provenientes del análisis multivariado de covarianza (ANMUCOVA), el cual es un procedimiento alternativo para analizar el ciclo reproductivo.

Este análisis permite la comparación de las medias en una escala similar al estar ajustadas por la covariada (longitud). De ésta forma se elimina el efecto del tamaño (longitud) sobre los pesos (García-Berthou y Moreno-Amich, 1993; Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

Para su cálculo se incluyen como variables de respuesta (dependientes) a todas las medidas morfométricas relacionadas con la actividad reproductiva, y como factores el sexo y fecha de muestreo.

Para mejorar el comportamiento estadístico de las variables en cuanto a gaussianidad y homoscedasticidad por grupos, se transformaron los valores a una escala logarítmica; y con el fin de trabajar valores mayores a cero se multiplicaron los valores por la constante 10^6 .

Las variables que se utilizaron para el ANMUCOVA quedaron de la siguiente manera.

Variables dependientes: Peso eviscerado

Peso de la gónada

Peso del hígado

Factor: Fecha de muestreo

Covariada: Longitud patrón.

Se hicieron análisis para cada sexo.

Para el cálculo del ANMUCOVA se utilizaron los programas SPSS 13.0 y Stata versión 11.

RESULTADOS

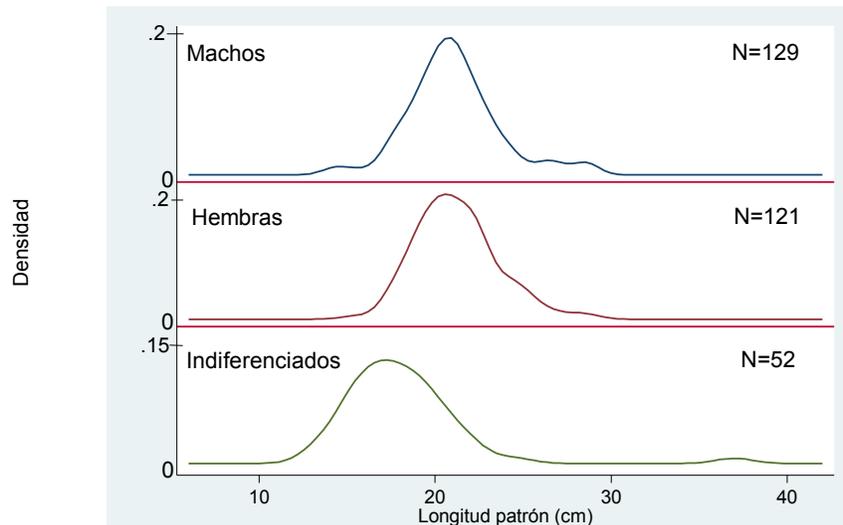
Familia Haemulidae

Haemulon flaviguttatum

Se obtuvieron 302 ejemplares; 129 machos, 121 hembras y 52 indiferenciados.

Composición de tallas

En la composición de tallas para el total de muestras de *H. flaviguttatum* se observó en machos y hembras una distribución más o menos simétrica, con una moda principal en 20 cm. Los indiferenciados presentaron una distribución con un sesgo positivo lo que indica tallas más pequeñas; con una moda principal en 19 cm (**Gráfica 1**).



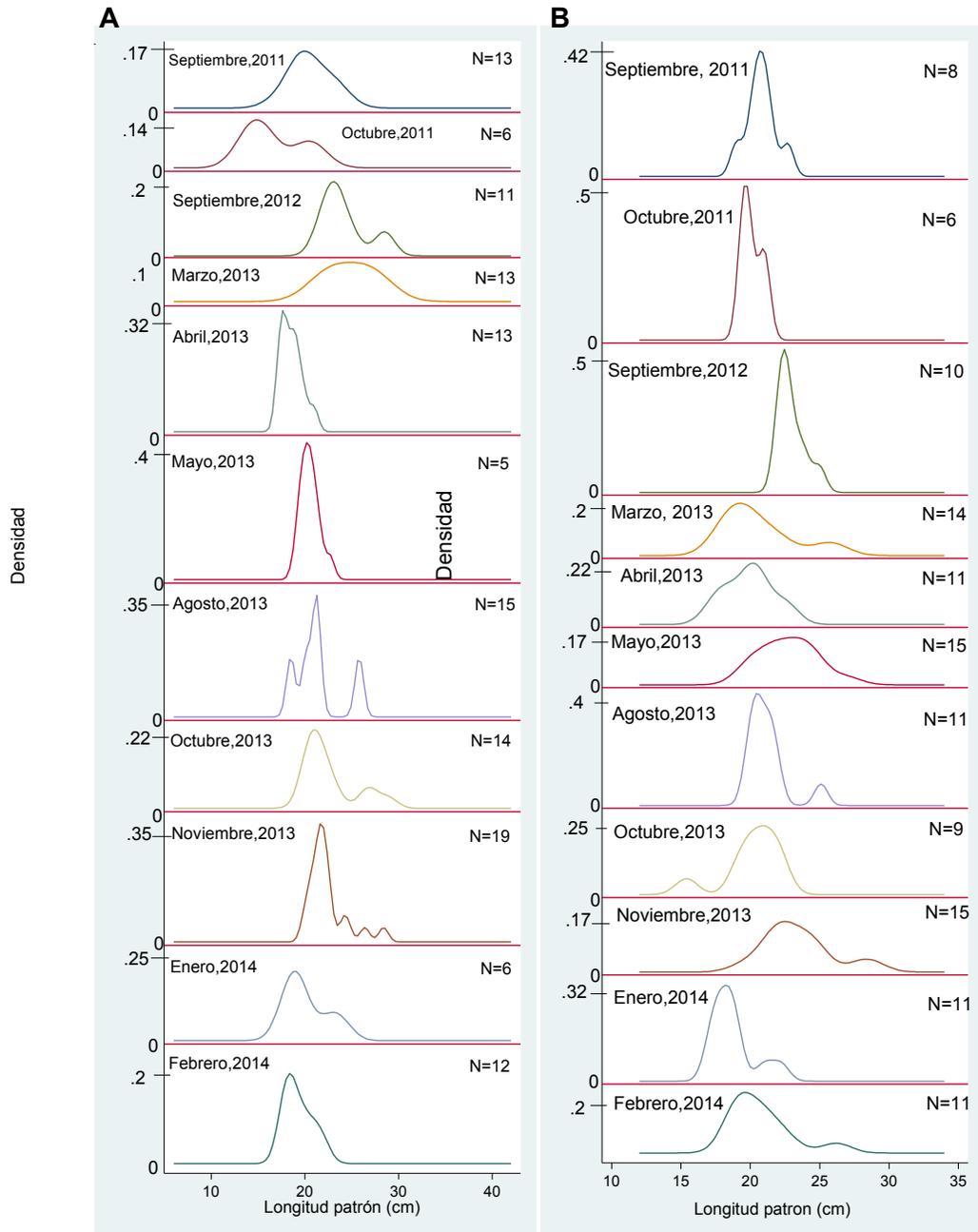
Gráfica 1. Estimadores de densidad por Kernel general de *H. flaviguttatum*.

La composición de tallas mensuales por sexos en los machos, de manera general, son distribuciones multimodales, siendo septiembre 2012 y noviembre 2013 los meses en donde se observaron las modas con tallas mayores (28 cm), mientras que las modas de tallas menores (17 cm) se observaron en marzo 2013 y enero 2014 (**Gráfica 2A**).

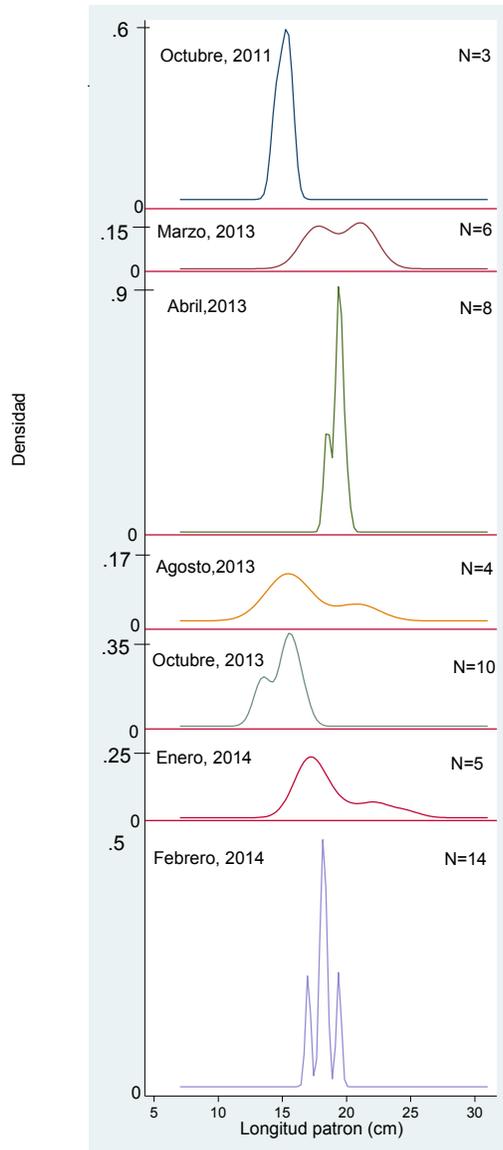
En las hembras se observó lo mismo que en los machos, distribuciones bimodales y al igual que en los machos; en septiembre 2012 y noviembre 2013 se observaron las modas con tallas más grandes (28 cm) y en marzo 2013 y enero 2014, se registraron las modas con tallas menores (15 cm) (**Gráfica 2B**).

Por último en los indiferenciados, de manera general las distribuciones son bimodales, donde las tallas de la mayoría de los individuos se concentran entre los 15 y 20 cm. Las modas de las tallas menores se observaron en octubre 2013. Las modas de tallas mayores en enero 2014 (**Gráfica 3**).

En la prueba de Kolmogorov-Smirnov se obtuvo una $D_c=0.000034 \ll D_{.05}=0.1718$, por lo tanto no hay diferencia entre la distribución de tamaños de los machos y las hembras.



Gráfica 2. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de **A**) machos **B**) hembras (*H. flaviguttatum*).



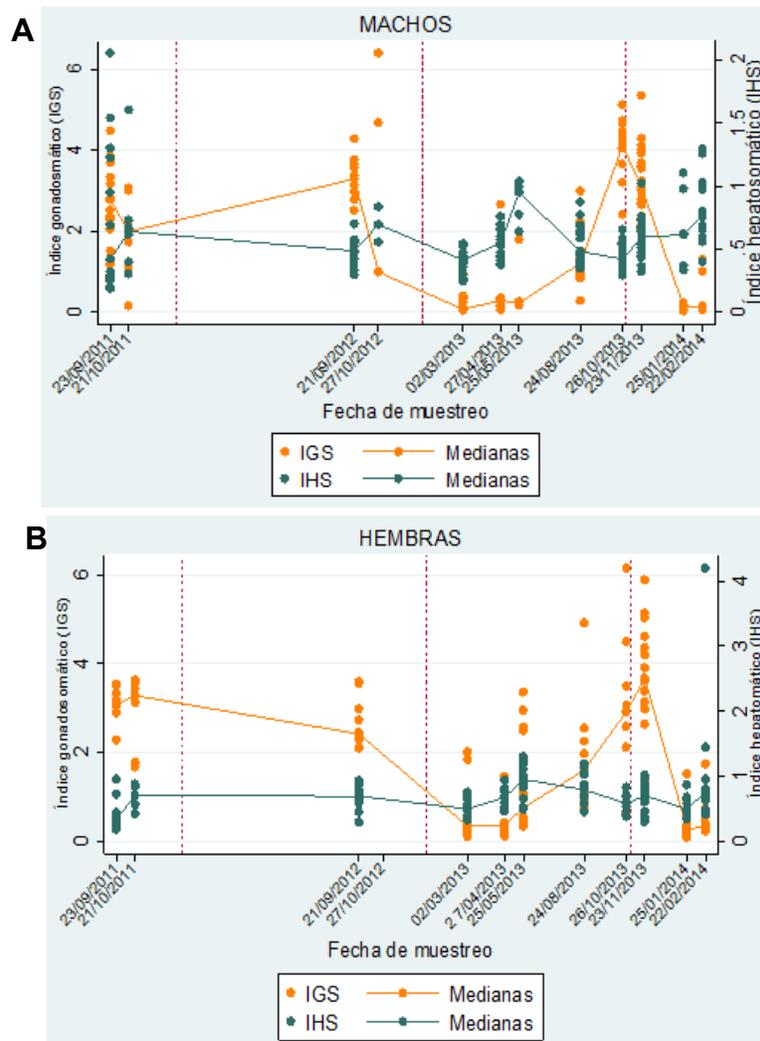
Gráfica 3. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de indiferenciados (*H. flaviguttatum*).

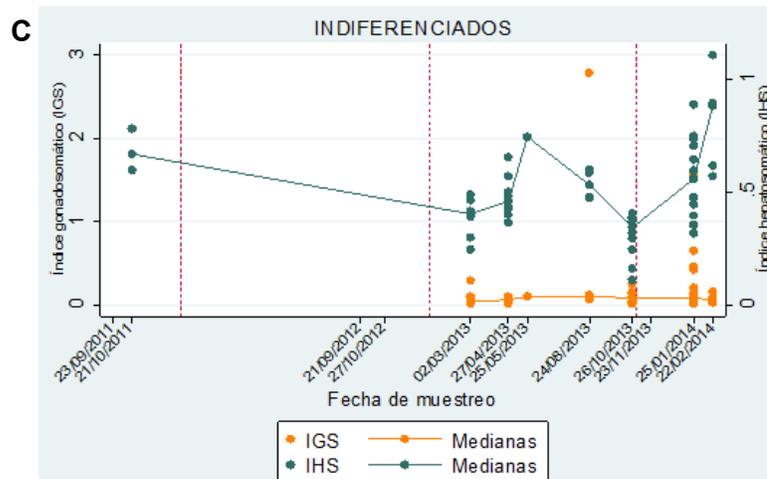
Índices morfofisiológicos

H. f.

El *IGS* en machos y hembras registró valores medianos altos en septiembre 2011 y 2012 y octubre 2013; estos coinciden con valores medianos bajos de *IHS*. De manera general las gráficas muestran una relación negativa entre estos índices, ya que cuando los valores del *IGS* son altos los del *IHS* son bajos (**Gráfica 4A y 4B**).

En el caso de los indiferenciados se observó que en *IGS* no se logra distinguir ningún pico de actividad, lo cual es razonable ya que al tratarse de organismo indiferenciados las gónadas no se encuentran completamente desarrolladas, por lo que resultan ser pequeñas. El *IHS* registró valores medianos altos en mayo 2013 y febrero 2014; al no poder distinguir valores bajos o altos de *IGS* la gráfica no muestra si existe una relación y de qué tipo entre el *IGS* e *IHS* (**Gráfica 4C**).

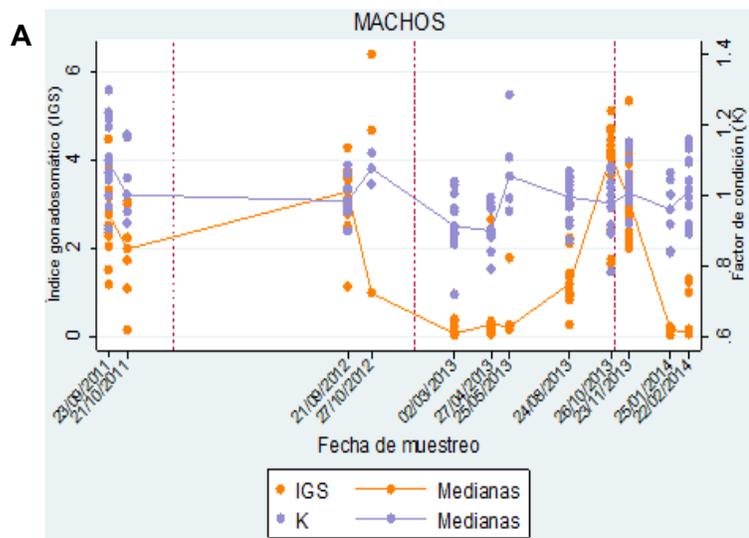


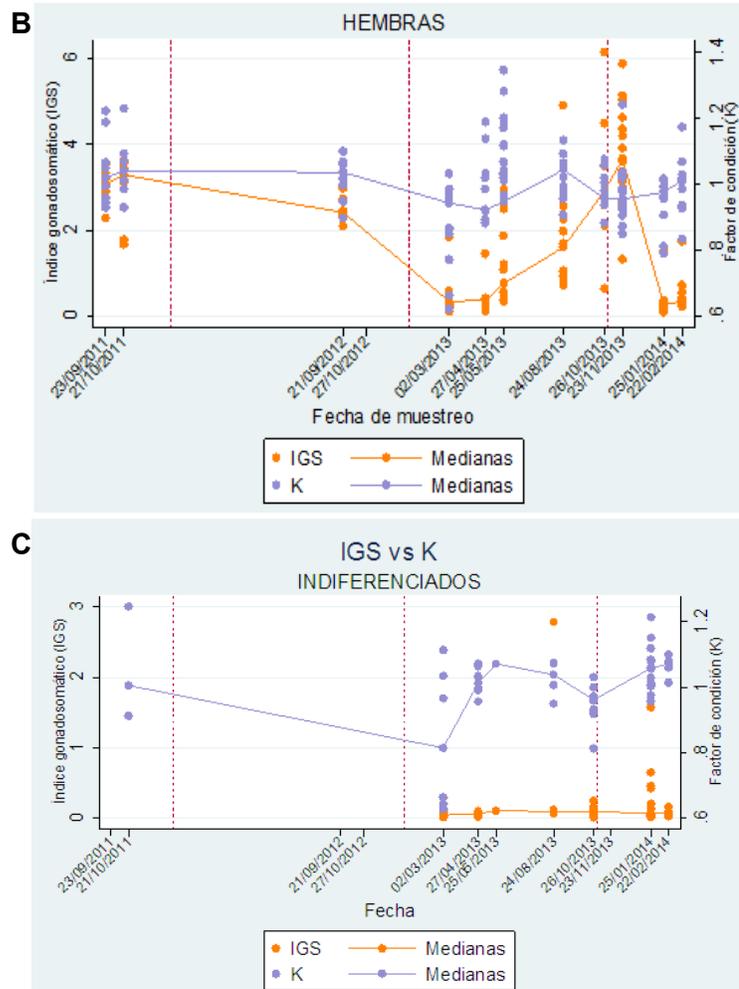


Gráfica 4. Variación mensual de los valores medianos de IGS e IHS en: **A)** machos **B)** Hembras **C)** Indiferenciados (*H. flaviguttatum*).

En machos y hembras el factor de condición (K) registró valores medianos altos en octubre 2011 y en septiembre del 2011 y 2012 respectivamente. Los machos también registran valores altos en mayo 2012 y febrero 2014; y las hembras en agosto 2013 (**Gráfica 5A y 5B**).

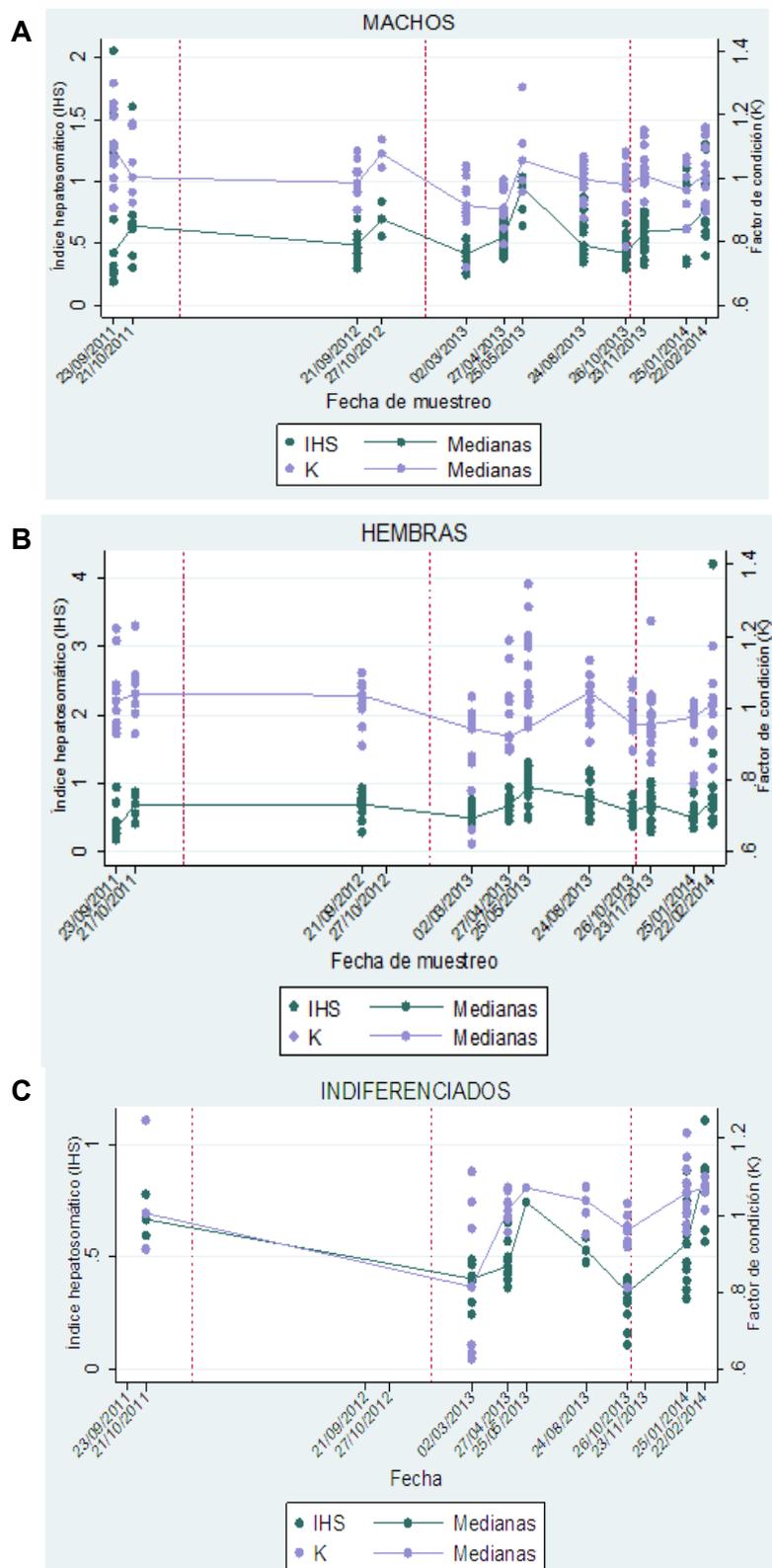
Los valores medianos bajos de K en machos y hembras, se registraron en marzo 2013 los cuales concuerda con valores mediano bajo de IGS, esto indica que existe una relación positiva, ya que ambos índices aumentan y disminuyen casi a la par. Esta misma relación se observa en los indiferenciados (**Gráfica 5C**).





Gráfica 5. Variación mensual de los valores medianos de IGS y K en: **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*H. flaviguttatum*)

Al comparar *IHS* y *K* machos, hembras e indiferenciados, se observa de manera general una relación positiva entre estos índices.



Gráfica 6. Variación mensual de los valores medianos de IHS y K en: **A)** machos **B)** hembras. **C)** Indiferenciados (*H. flaviguttatum*)

Las gráficas indican un tipo de relación entre los índices, es importante corroborar lo visto en las gráficas, para lo cual se realizó una prueba de correlación entre los diferentes índices y se obtuvo lo siguiente:

ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS	Tabla 1. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos, hembras e indiferenciados (<i>H. flaviguttatum</i>)					
	MACHOS		HEMBRAS		INDIFERENCIADOS	
	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>
	<i>r (p)</i>		<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>
<i>IHS</i>	-0.4122 (0.0000)	-	-0.1045 (0.2539)	-	0.0358 (0.8089)	-
<i>K</i>	0.373 (0.0000)	0.2246 (0.0105)	0.2898 (0.0013)	0.0063 (0.9453)	0.5431 (0.0001)	0.6101 (0.0000)

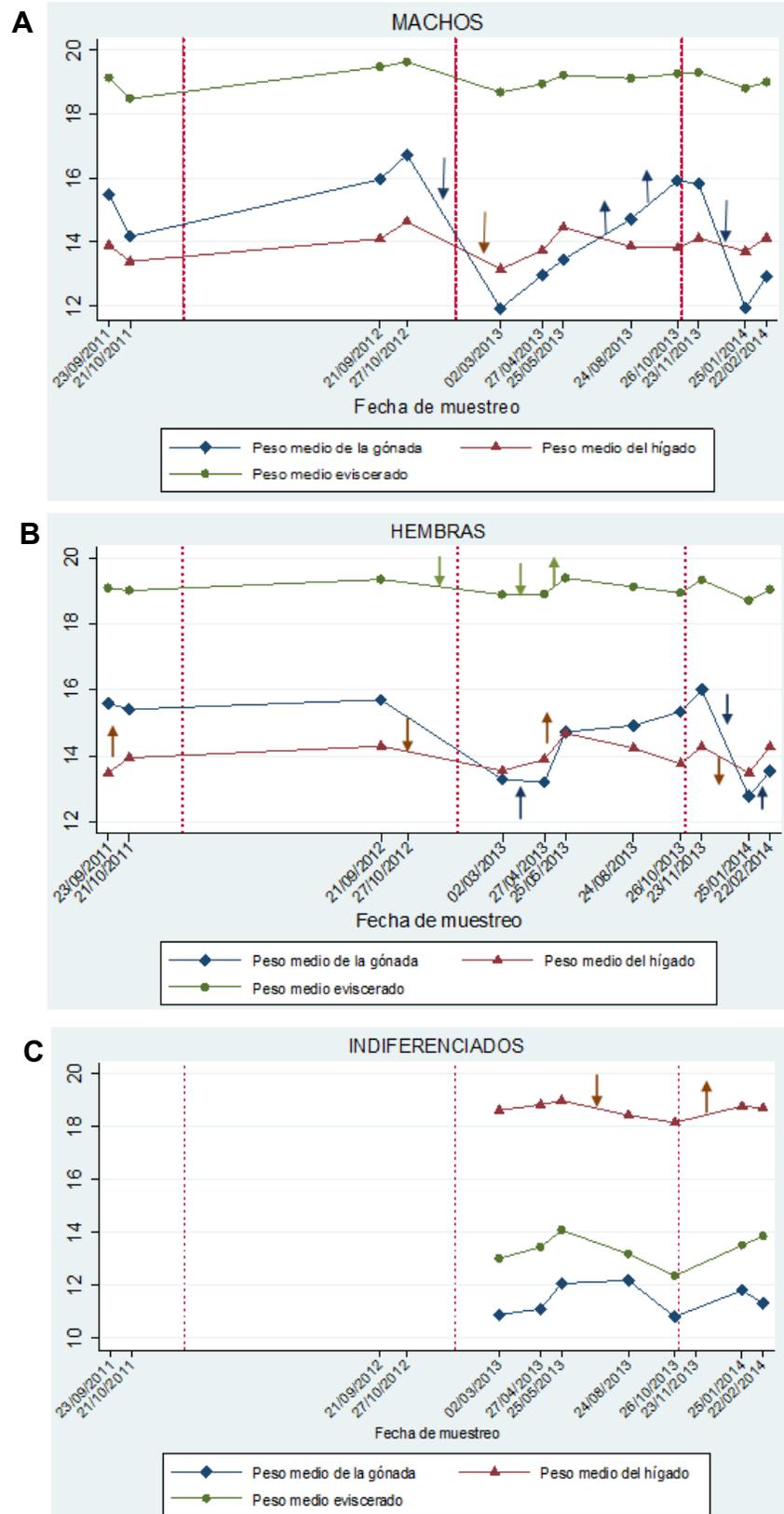
ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COVARIANZA (ANMUCOVA)

H. f.

Al graficar los pesos medio de la gónada, del hígado y peso eviscerado se observó que el valor más alto en los tres pesos fue en noviembre 2013 en machos y hembras. Los valores bajos se registraron en marzo 2013 y enero 2014 (**Gráfica 7A**).

Además en machos se registró otro valor alto en octubre 2012; en las hembras se registraron valores altos en septiembre 2012 y mayo 2013 (**Gráfica 7B**).

Al comparar los tres pesos medios en indiferenciados, se observó que en mayo 2013 y enero 2014, todos registran valores altos y valores bajos los registran en octubre 2013. En agosto 2013, se registraron valores bajos para el peso medio del hígado y eviscerado, mientras que para el caso de la gónada son altos (**Gráfica 7C**).



Gráfica 7. Variación mensual de las medias de los pesos de la Gónada, Hígado y Eviscerado en: **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*H. flaviguttatum*). (Las flechas significan variaciones significativas)

En machos, se observaron diferencias positivas lo que indica una disminución de los valores de las medias de los pesos y además estadísticamente significativas; en octubre 2012 a marzo 2013, noviembre 2013 a enero 2014 en el peso medio de las gónadas; marzo a abril 2013 y mayo a agosto 2013 en el peso medio del hígado. También se observaron diferencias negativas que indican aumento en las medias de los pesos y estadísticamente significativas; en mayo a agosto 2013 y de agosto a octubre 2013 en el peso medio de la gónada (**Gráfica 7A; Apéndice 1**).

En hembras, se observaron diferencias positivas en septiembre 2012 a marzo 2013, noviembre 2013 a enero 2014 en el peso medio de las gónadas; de marzo a abril 2013 y en septiembre 2012 a marzo 2013 en el peso medio eviscerado. También se observaron diferencias negativas en abril a mayo 2013 en el peso medio de la gónada; septiembre a octubre 2011, marzo a abril 2013 y enero a febrero 2014 en el peso medio del hígado y por último el peso medio eviscerado en abril a mayo 2013. En el caso de los aumentos registrados significativamente diferentes (**Gráfica 7B; Apéndice 2**).

En indiferenciados, se observaron diferencias positivas en mayo a agosto 2013 en el peso medio del hígado; tanto para el peso medio de la gónada como eviscerado no hubo ningún valor estadísticamente significativo. Se observaron diferencias negativas en septiembre a octubre 2011 tanto para peso medio del hígado y eviscerado; para el peso medio de la gónada no hubo ningún valor estadísticamente significativo (**Gráfica 7C; Apéndice 3**).

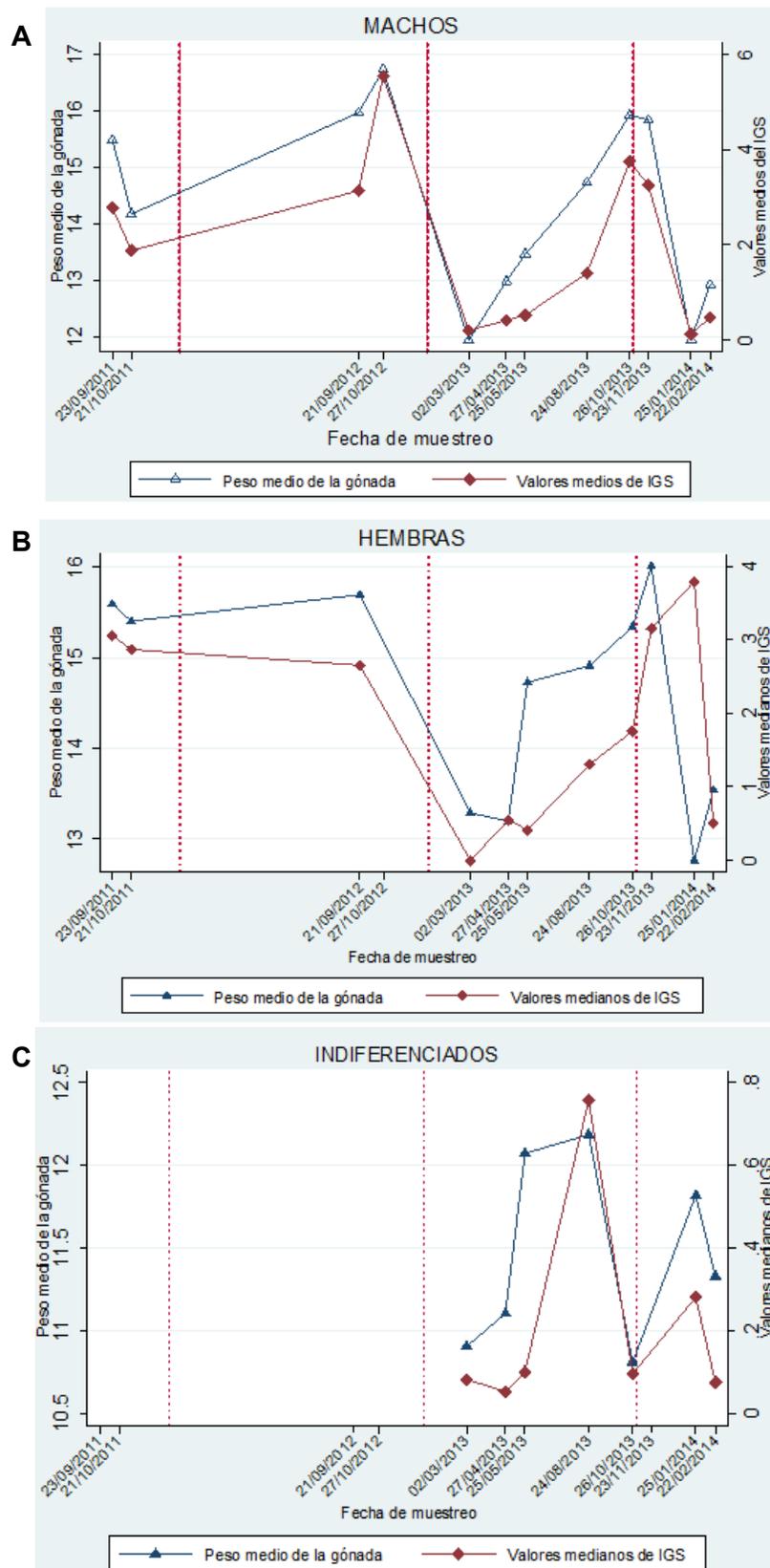
Al comparar los pesos medios con los valores medianos de los índices correspondientes, se observó lo siguiente:

En los machos, ambos registraron valores altos en septiembre 2011, octubre 2012, 2013 y noviembre 2013. Valores bajos se registraron en marzo 2013 y enero 2014 (**Gráfica 8A**).

En las hembras el peso medio de la gónada y los valores medianos de *IGS* registraron valores altos en septiembre 2011; después se observa un desfase, ya que para el primero el otro valor alto es enero 2014, mientras que

para el peso de las gónadas es en octubre 2013; en los valores bajos ambos los registran en marzo 2013 (**Gráfica 8B**).

En los indiferenciados el peso medio de la gónada y los valores medianos de *IGS*; registraron valores altos en agosto 2013 y enero 2014; para el peso medio de las gónadas se registró un valor más en abril 2013. En cuanto a los valores bajos ambos los registraron en febrero 2013 y octubre 2013 (**Gráfica 8C**).

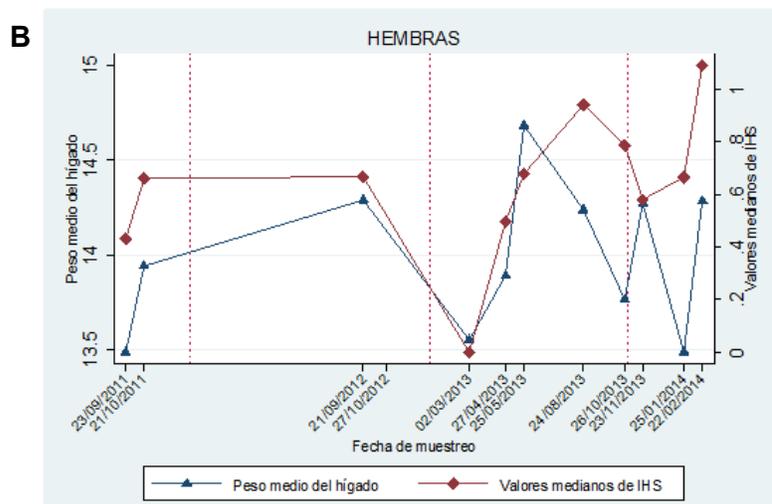
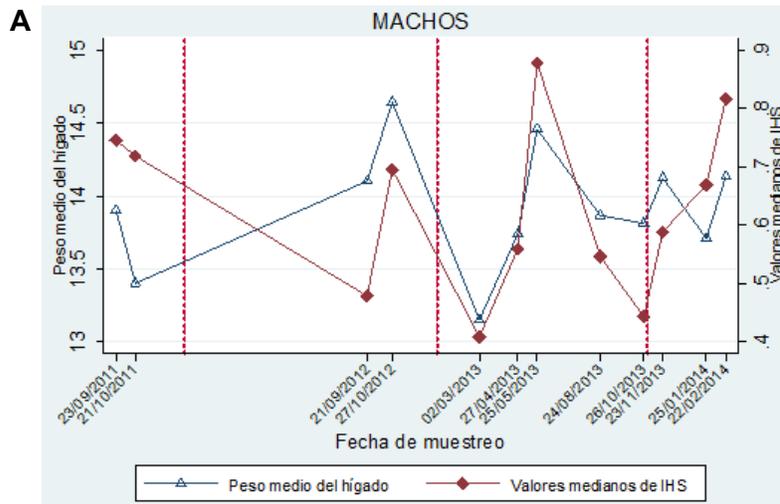


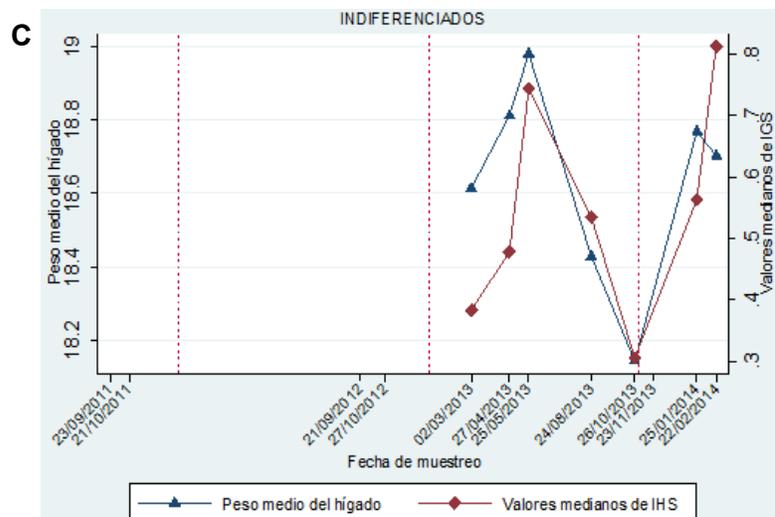
Gráfica 8. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de IGS en: **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*H. flavitatum*).

Cuando se comparó, peso medio del hígado con valores medianos de *IHS* en machos, ambos registraron valores altos en octubre 2012, 2014 y mayo 2013 y registraron valores bajos en marzo 2013. *IHS* registró valores bajos en septiembre 2012 y octubre 2013 y el peso medio del hígado en enero 2014 (**Gráfica 9A**).

En hembras; el peso medio del registró valores altos en septiembre 2012, mayo 2013, noviembre 2013 y febrero 2014. *IHS* registró valores altos en septiembre 2012, agosto 2013 y febrero 2014. Ambos coinciden en septiembre 2012 y febrero 2014. Los valores bajos del peso medio del hígado se registraron en marzo 2013, octubre 2013 y enero 2014 y de *IHS* en marzo 2013 y noviembre 2013. Ambos coinciden con valores bajos en marzo 2013 (**Gráfica 9B**).

En los indiferenciados, ambos registraron valores altos en abril 2013 y valores bajos en marzo 2013 y octubre 2013 (**Gráfica 9C**).



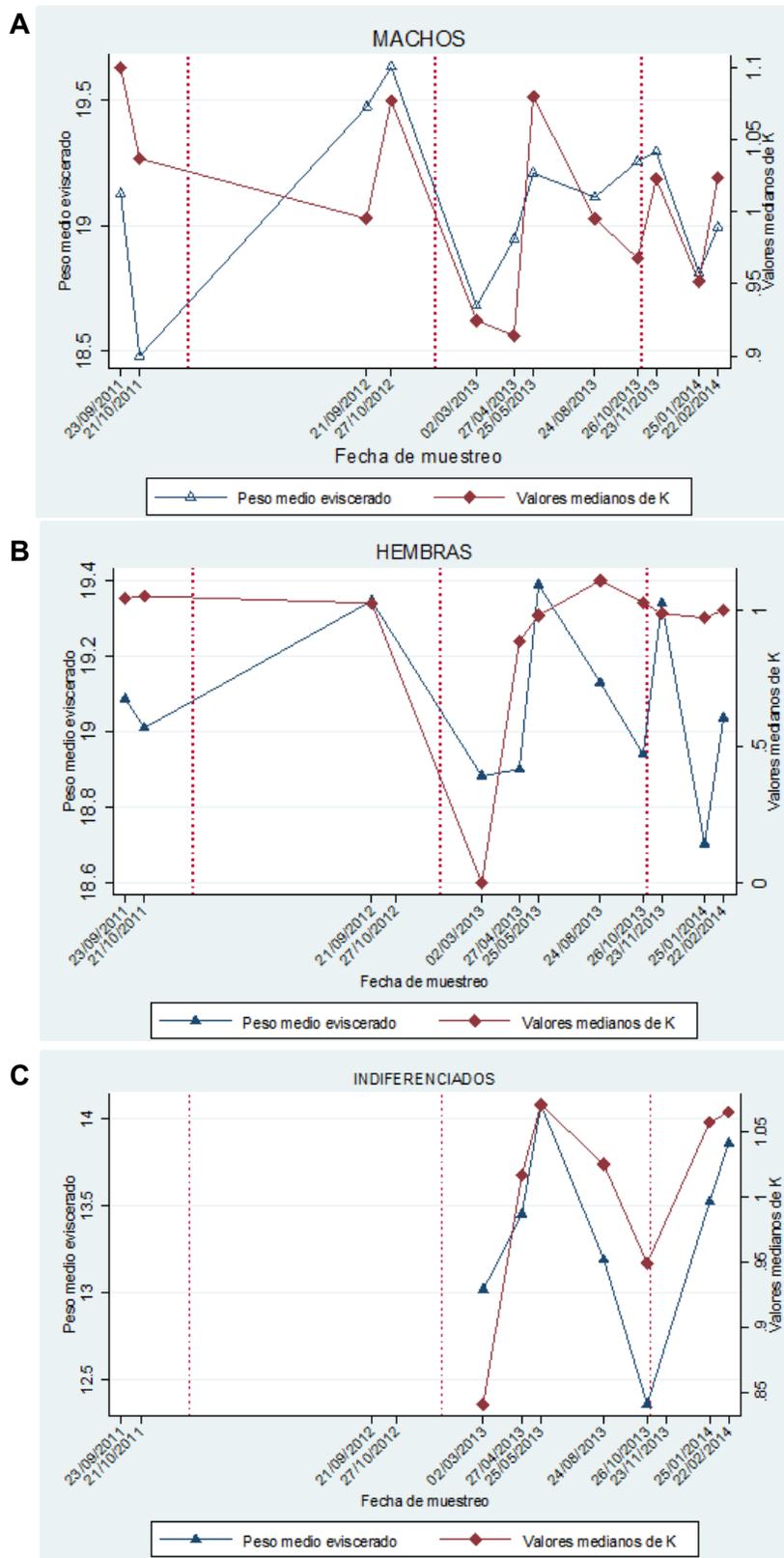


Gráfica 9. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de IHS en: **A)** machos. **B)** hembras **C)** indiferenciados (*H. flaviguttatum*).

Por último al comparar el peso medio eviscerado con valores medianos de *K*, en machos ambos registraron valores altos en septiembre 2011, octubre 2012 y mayo 2013. Los valores bajos difieren; *K* registró valores bajos en abril del 2013; mientras que el peso medio eviscerado los registró en marzo 2013 y enero 2014 (**Gráfica 10A**).

En las hembras, *K* registró valores altos en septiembre 2012 y agosto 2013; el peso medio eviscerado los registró en septiembre 2011, mayo 2013, noviembre 2013 y febrero 2014. Ambos coinciden con valores altos en septiembre 2011 (**Gráfica 10B**).

En indiferenciados, se observó que ambos registraron valores altos en mayo 2013 y febrero 2014, pero para los valores medianos de *K* se observan otro valor alto en septiembre 2011. En cuanto a los valores bajos ambos los registraron en marzo 2013 y octubre 2013 (**Gráfica 10C**).



Gráfica 10. Comparación del peso medio del peso eviscerado con los valores medianos de K en **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*H. flaviguttatum*).

En la **Tabla 2** se muestra el valor de correlación entre los valores medianos de los índices morfofisiológicos y las medias de los pesos ajustadas para machos, hembras e indiferenciados; observándose una alta correlación positiva entre estos.

Entre *K* y el peso eviscerado no hubo variación conjunta (correlación) significativa en los machos. En hembras e indiferenciados *K* y peso eviscerado presentaron un menor grado de variación conjunta en comparación a los otros índices y pesos medios (**Tabla 2**).

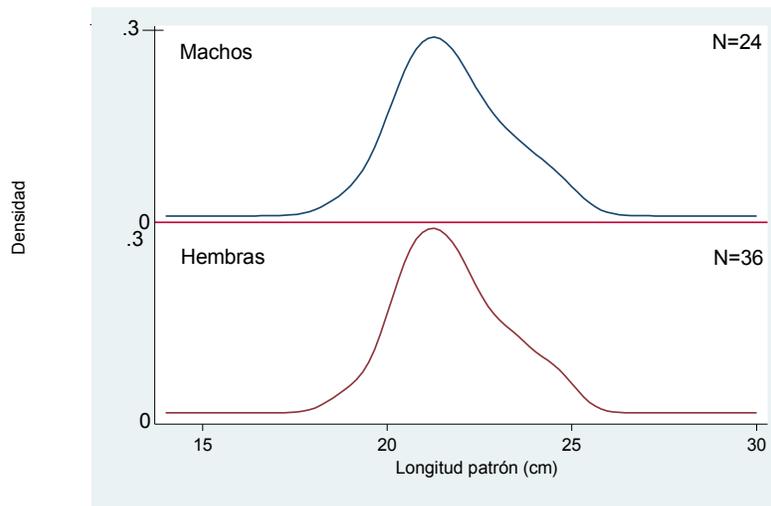
ÍNDICES	Tabla 2. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado de machos y hembras (<i>H. flaviguttatum</i>)								
	MACHOS			HEMBRAS			INDIFERENCIADOS		
	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>
ANMUCOVA	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)
Peso medio de la gónada	0.9511 (0.0000)			0.4170 (0.0000)			0.7940 (0.0000)		
Peso medio del hígado		0.5051 (0.0000)			0.5213 (0.0000)			0.6277 (0.0000)	
Peso medio eviscerado			0.0412 (0.6430)			0.3601 (0.0000)			0.6615 (0.0000)

Microlepidotus brevipinnis

Composición de tallas

Al final del muestro de esta especie se obtuvieron 60 ejemplares; 24 machos y 36 hembras.

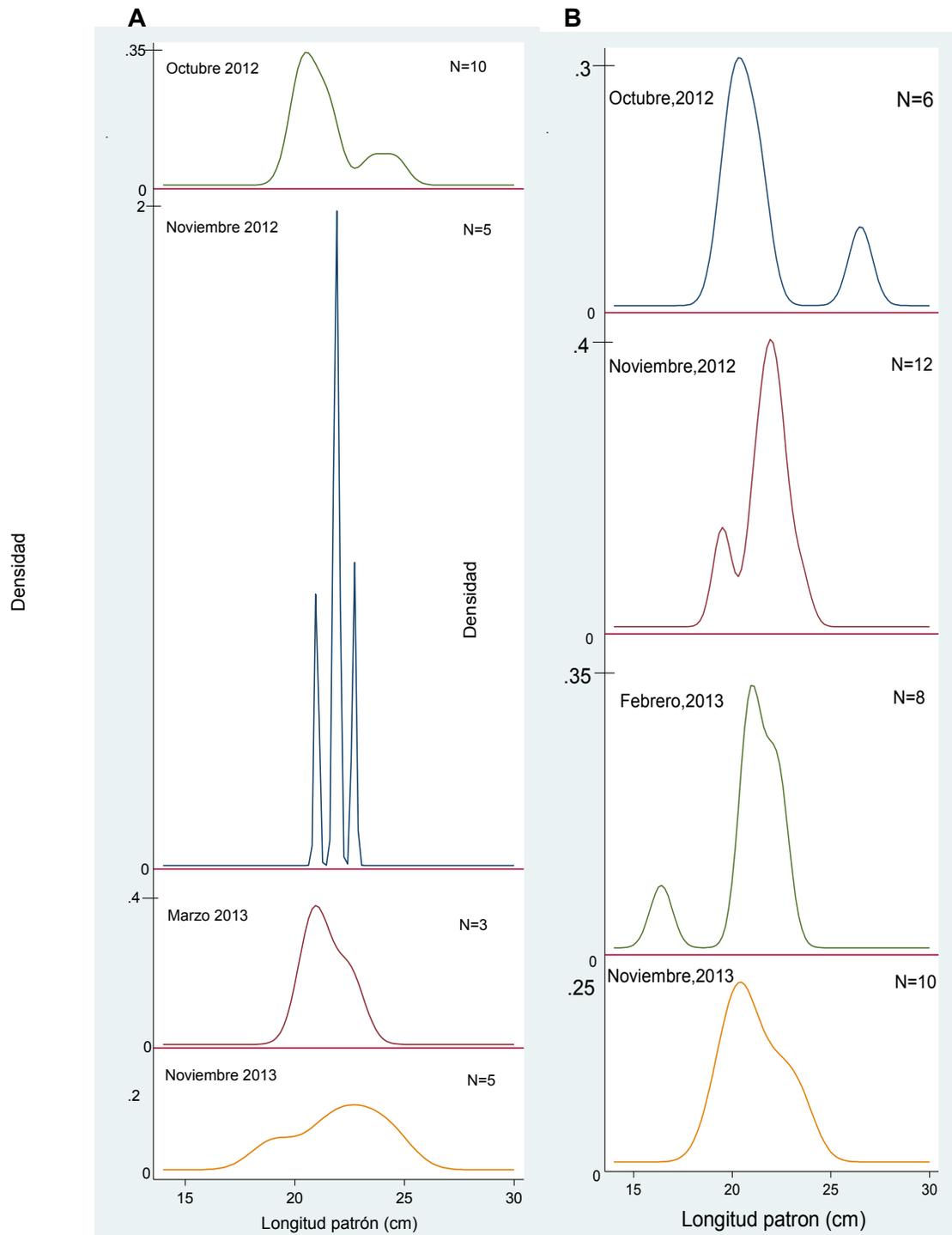
En la composición de tallas para el total de muestras de *M. brevipinnis* se observó en machos y hembras una distribución más o menos simétrica, con una moda principal en 21 cm (**Gráfica 11**).



Gráfica 11. Estimadores de densidad por Kernel general de *M. brevipinnis*.

En la composición de tallas mensuales, se observó de manera general distribuciones bimodales en machos y hembras, aunque en estas últimas son más marcadas las modas. En machos y hembras las modas con tallas mayores (24 y 26 cm respectivamente) se observaron en octubre 2012. En marzo 2013 se observaron modas de tallas menores en machos y hembras (20 y 19 cm) (**Gráfica 12A y 12B**).

En la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se obtuvo una $D_c=0.09922 \ll D_{.05}=0.3579$, por lo tanto no hay diferencia entre la distribución de tamaños de los machos y las hembras.



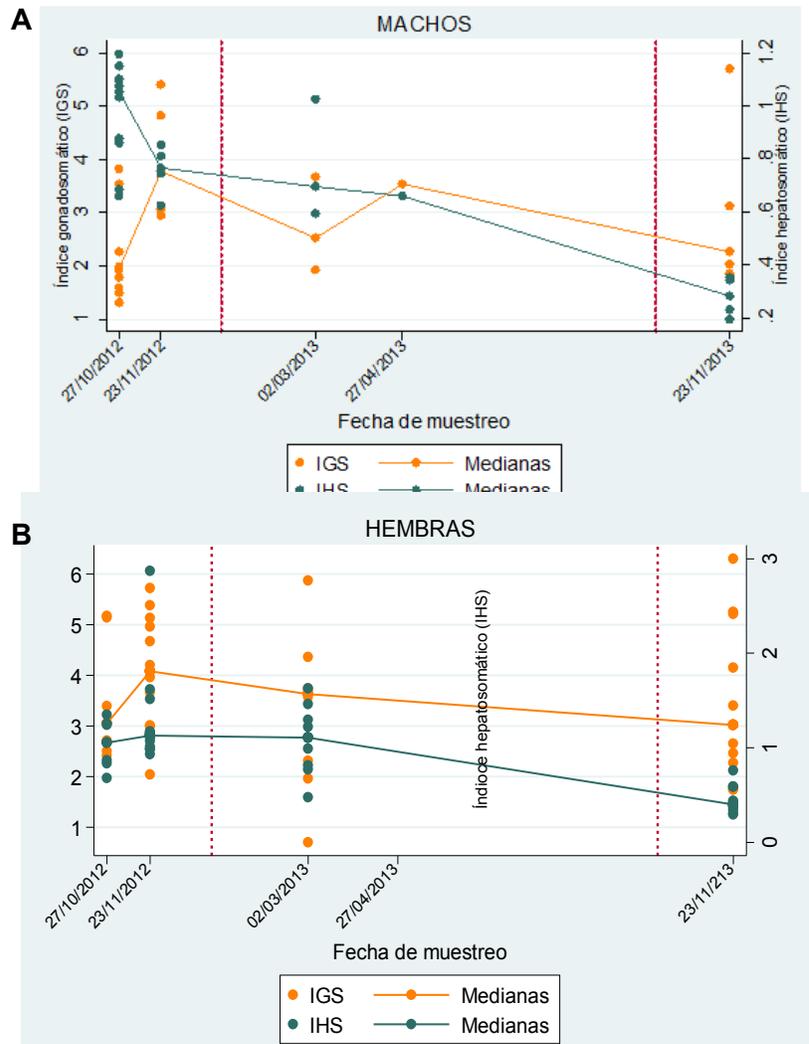
Gráfica 12. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de **A)** machos **B)** hembras (*M. brevipinnis*)

Índices morfofisiológicos

M. b.

Al comparar *IGS* e *IHS*, se observó que los valores medianos altos de *IGS* se registraron para machos y hembras en noviembre 2012.

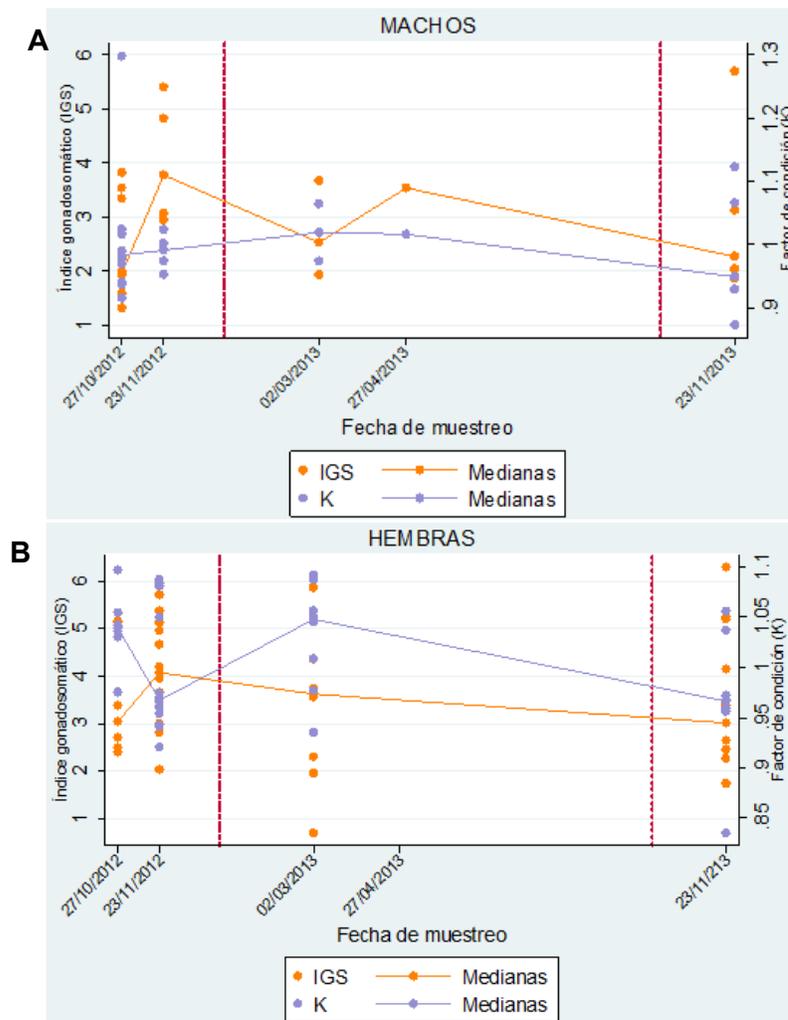
Los machos en abril 2013 también registra valores medianos altos; el cual coincide con un valor mediano bajo de *IHS* en abril 2013 lo cual indica una relación negativa entre estos índices. En las hembras a partir de marzo 2013 *IGS* desciende hasta observarse el valor mediano más bajo en noviembre 2013. Este valor coincide con valores medianos bajos de *IGS* por lo tanto la gráfica muestra una relación positiva entre *IGS* e *IHS* (**Gráfica 13A y 13B**).



Gráfica 13. Variación mensual de los valores mediano de los índices gonadosomático (**A**) machos **B**) hembras (*M. brevipinnis*)

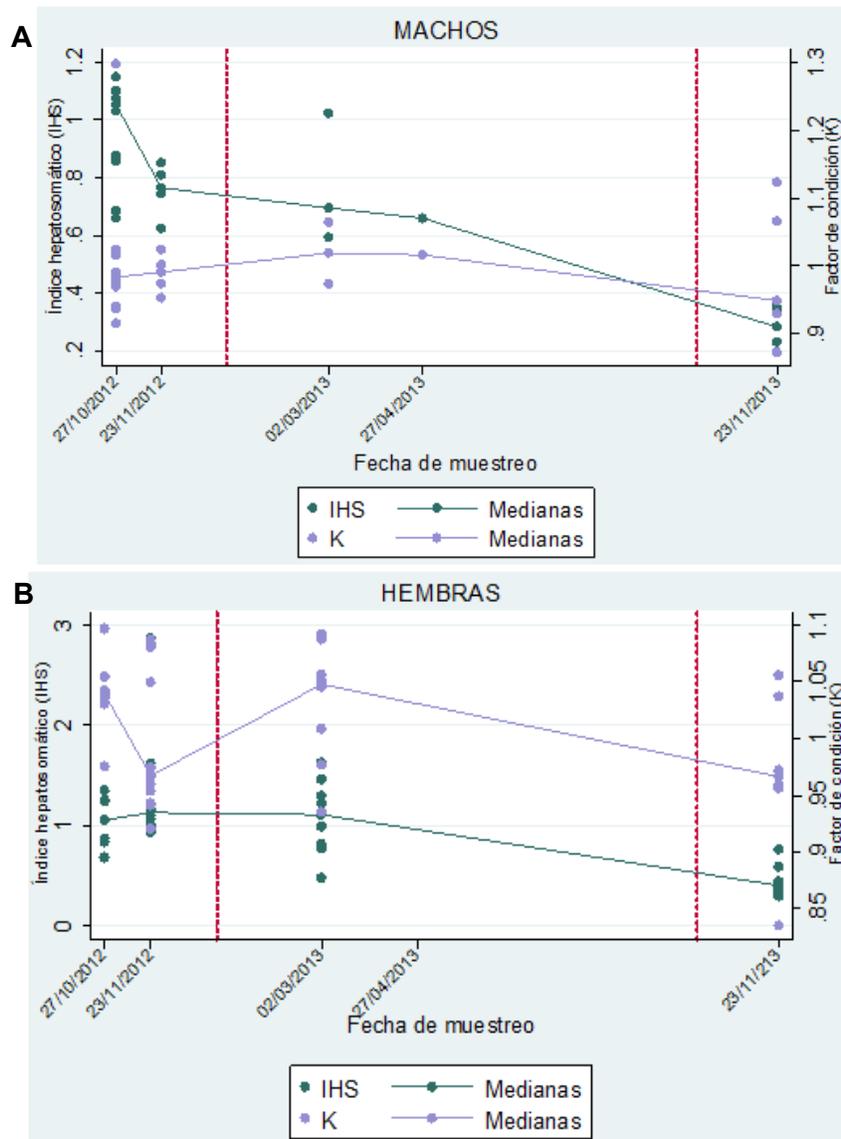
En los machos al comparar *IGS* con *K*, se observó que en *K* no se distingue algún pico de actividad, por lo que no se puede comparar con *IGS*. Solo en marzo 2013, se distingue un valor mediano de *IGS* que se registró por debajo de un valor mediano de *K*; por lo tanto la gráfica no da indicios de que tipo de relación existe entre *IGS* y *K*.

En las hembras al comparar *IGS* con *K*, se registraron valores medianos altos de *K* en octubre 2012 y marzo 2013 que coinciden con valores medianos bajos de *IGS*. Por lo tanto en hembras existe una relación negativa entre estos índices.



Gráfica 14. Variación mensual de los valores medianos de *IGS* y *K* en: **A)** machos **B)** hembras (*M. brevipinnis*)

Por último al comparar *IHS* con *K*, en los machos se nota que mientras los valores medianos de *IHS* es alto, los valores medianos de *K* son bajos, por ejemplo en octubre 2012 los valores medianos de *K* son bajos en comparación con los valores medianos de *IHS*, y lo contrario pasa en noviembre 2013; esto indica una relación negativa entre *IHS* y *K*. En las hembras la gráfica muestra una relación positiva entre estos índices.



Gráfica 15. Variación mensual de los valores medianos de *IHS* y *K* en: **A)** machos **B)** hembras (*M. brevipinnis*)

En la prueba de correlación y se obtuvo lo siguiente:

ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS	Tabla 3. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos y hembras (<i>M. brevipinnis</i>)			
	MACHOS		HEMBRAS	
	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>
	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)
<i>IHS</i>	-0.2246 (0.2914)	-	-0.3891 (0.0062)	-
<i>K</i>	0.3397 (0.1043)	0.4807 (0.0174)	-0.5825 (0.0028)	0.5810 (0.0029)

En los machos se obtuvo una *r* negativa, entre los valores medianos de *IGS* e *IHS*, pero no significativos (**Tabla 3**), pero concuerda con la tendencia mostrada en la gráfica; por tanto se puede considerar que existe una relación negativa entre estos índices. En las hembras fue negativa y significativa: por tanto entre estos índices existe una relación negativa.

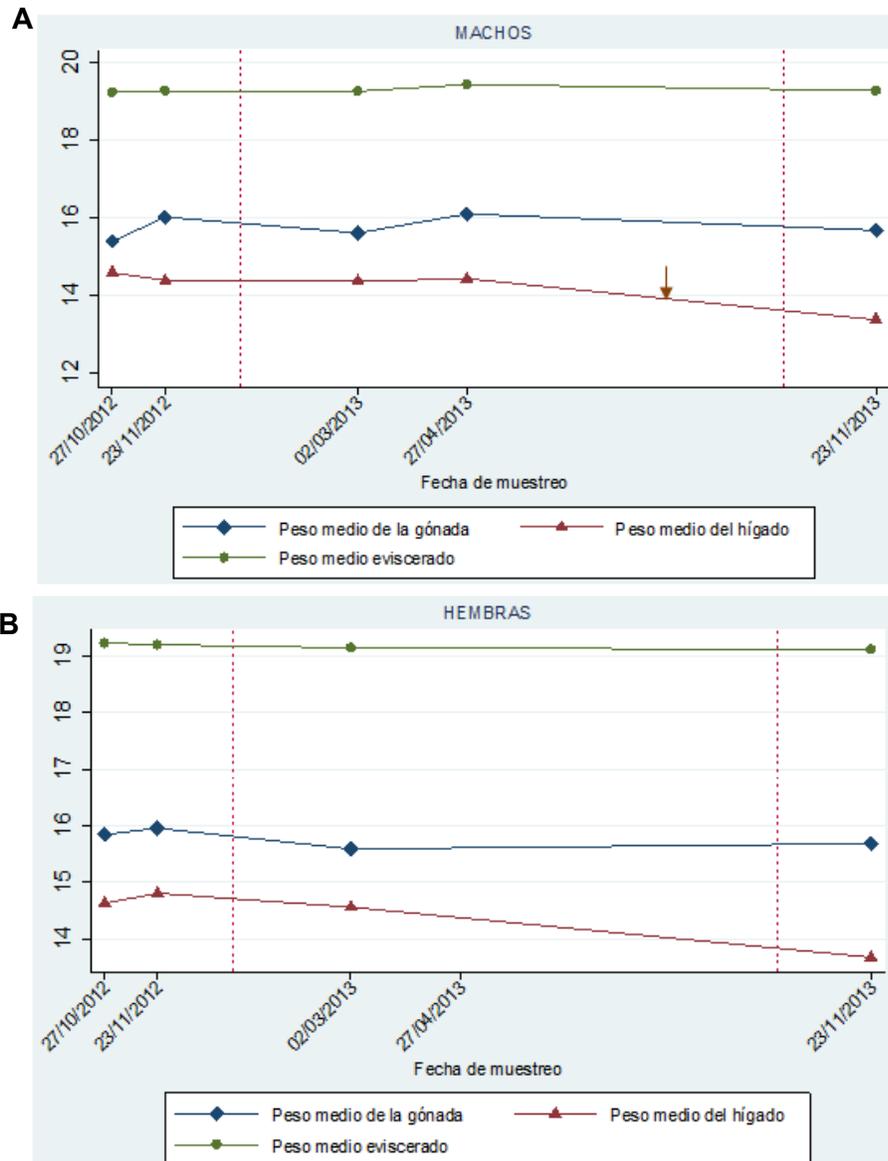
Entre los valores medianos de *IGS* con *K*, en los machos se obtuvo una *r* positiva pero no significativa (**Tabla 3**) y la gráfica no muestra una tendencia clara, por lo tanto no se puede decir claramente que tipo relación existe entre estos índices. En las hembras se obtuvo una *r* negativa y significativa (**Tabla 3**).

Por último, entre los valores medianos de *IGS* y *K*, se obtuvo una *r* positiva y significativa en hembras y machos (**Tabla 3**); por lo que entre estos índices existe una relación positiva; como se esperaba.

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COVARIANZA (ANMUCOVA)

M. b.

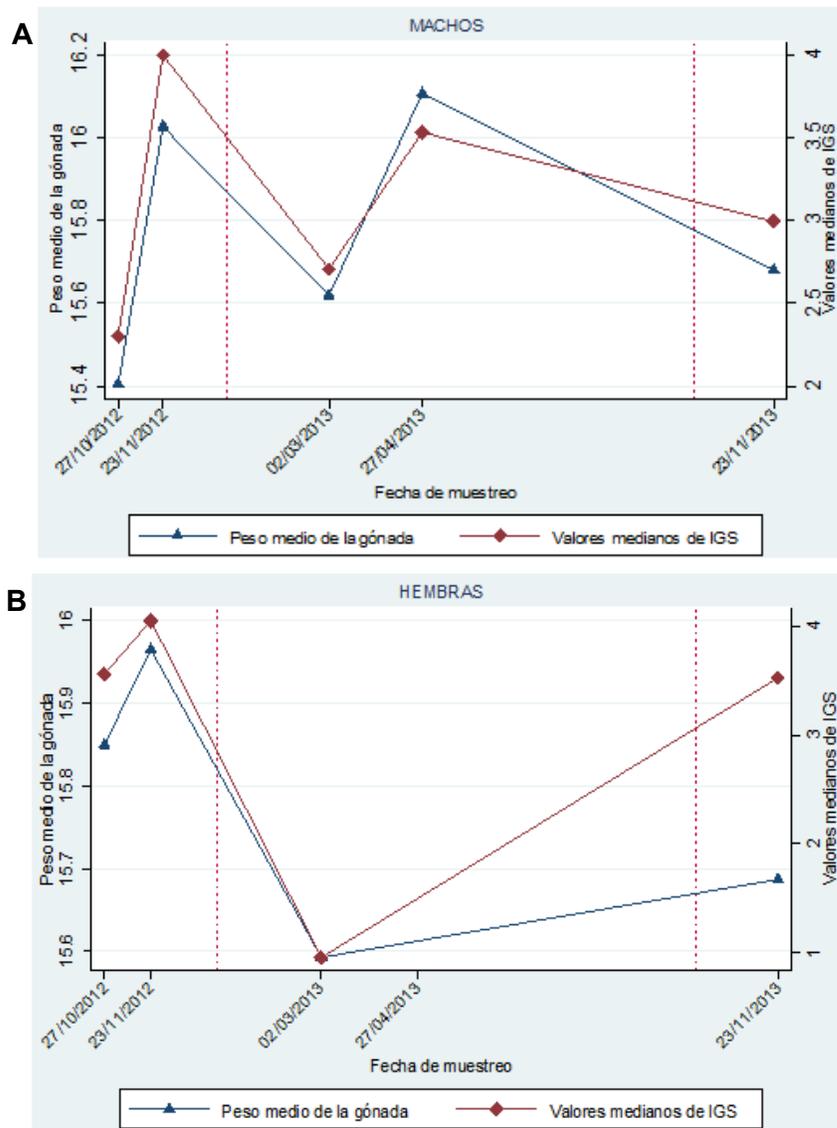
Al graficar los pesos medio de la gónada, hígado y eviscerado, se observó que en machos y hembras; el peso medio de la gónada registró valores altos en noviembre 2012. Además en los machos se registró otro valor alto en abril 2013, este último concuerda con valores altos del peso medio del hígado y eviscerado (Gráfica 16A y 16B).



Gráfica 16. Variación mensual de las medias de los pesos de la gónada, hígado y eviscerado en: **A)** machos **B)** hembras (*M. brevipinnis*). (Las flechas significan variaciones significativas)

En machos se observó un valor estadísticamente significativo en el peso medio del hígado en Abril a Noviembre 2013 (**Gráfica 16A; Apéndice 4**); en hembras ninguna diferencia fue estadísticamente significativa.

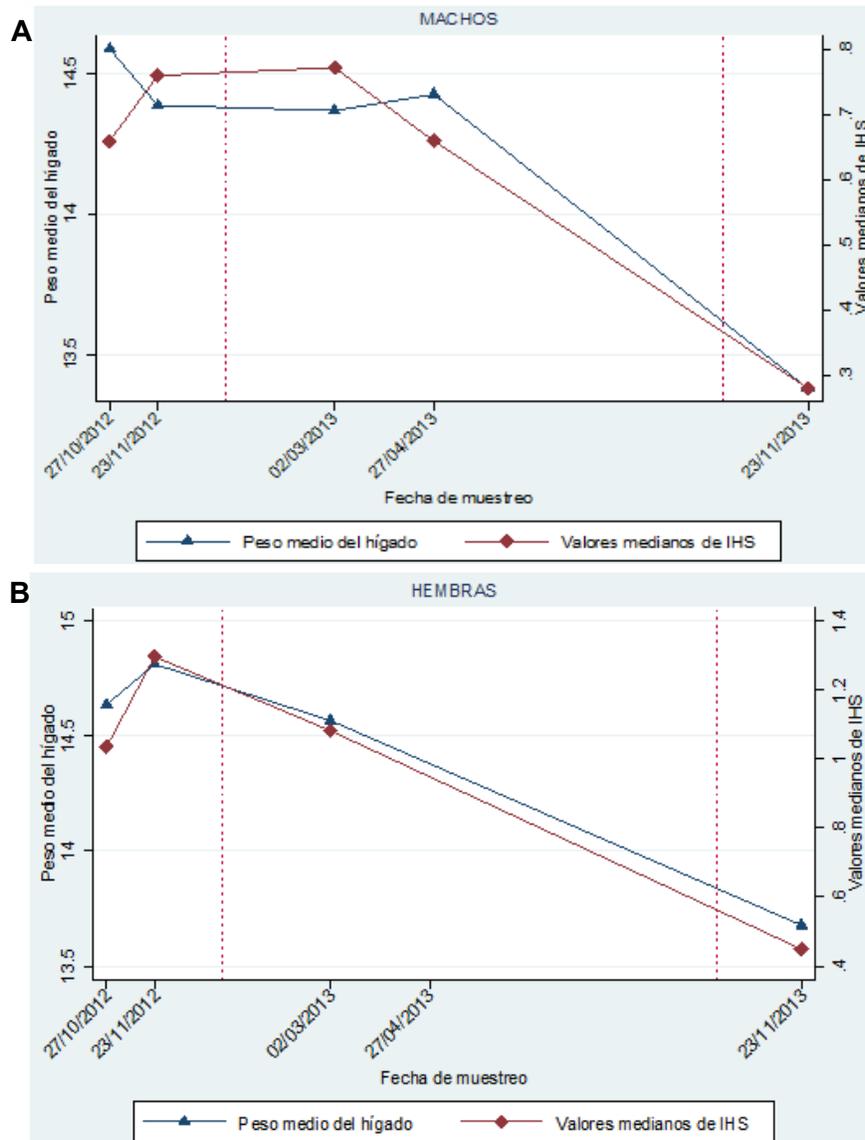
Al comparar el peso medio de la gónada con valores medios de *IGS* en machos, ambos registraron valores altos en noviembre 2011 y abril 2013; y los valores bajos los registraron en octubre 2012 y marzo 2013. En hembras se observó que ambos registran valores altos en noviembre 2012, 2013 y los valores bajos se registraron en octubre 2012 y marzo 2013 (**Gráfica 17A y 17B**).



Gráfica 17. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de *IGS* en: **A)** machos **B)** hembras (*M. brevipinnis*).

Al comparar el peso medio del hígado con los valores medianos de *IHS* en machos, los valores altos y bajos no coinciden; ya que los valores altos del peso medio del hígado se registraron en octubre 2012 y abril 2013; los cuales coinciden con los valores medianos bajos del *IHS* (**Gráfica 18A**).

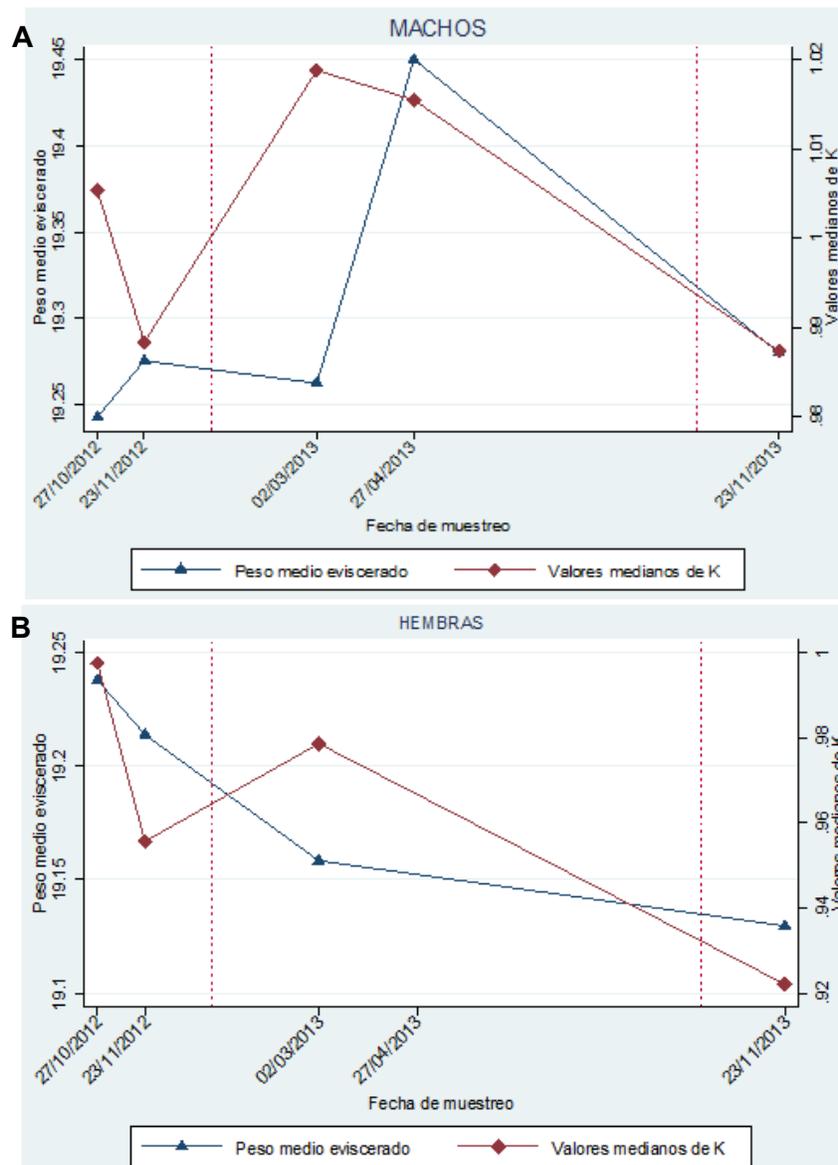
En hembras, ambos registraron valores altos en noviembre 2012 y valores bajos en octubre 2012 (**Gráfica 18B**).



Gráfica 18. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de *IHS* en: **A)** machos **B)** hembras (*M. brevipinnis*)

Por último al comparar peso medio eviscerado con K , en machos los valores altos en el peso medio eviscerado se registraron en octubre 2012 y marzo 2013 y K solo se registra un valor alto en abril 2013 (**Gráfica 19A**).

En hembras se observó una notable diferencia, para el caso del peso medio eviscerado solo se observa un valor alto en octubre 2012; mientras que para K se registraron dos valores altos en octubre 2012 y marzo 2013; este último coinciden con un valor bajo del peso medio eviscerado (**Gráfica 19B**).



Gráfica 19. Comparación del peso medio eviscerado con los valores medianos de K en: **A)** machos **B)** hembras (*M. brevipinnis*)

En la **Tabla 4** se muestra el valor de correlación entre los valores medianos de los índices morfofisiológicos y las medias ajustadas de los pesos en machos, observándose una alta correlación positiva entre estos, solo entre el *K* y el peso eviscerado se presentó una correlación negativa pero no significativa.

En las hembras la correlación entre los métodos fue positiva y ligeramente más baja que en los machos para el *IGS* y peso de la gónada; para el caso de *K* y el peso eviscerado presentaron un menor grado de variación conjunta al igual que en los machos **Tabla 4**.

ÍNDICES ANMUCOVA	Tabla 4. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos y hembras (<i>M. brevipinnis</i>)					
	MACHOS			HEMBRAS		
	<i>IGS</i> <i>r (p)</i>	<i>IHS</i> <i>r (p)</i>	<i>K</i> <i>r (p)</i>	<i>IGS</i> <i>r (p)</i>	<i>IHS</i> <i>r (p)</i>	<i>K</i> <i>r (p)</i>
Peso medio de la gónada	0.9789 (0.0000)			0.8000 (0.0000)		
Peso medio del hígado		0.9764 (0.0000)			0.9913 (0.0000)	
Peso medio eviscerado			-0.0049 (0.9820)			0.6788 (0.9820)

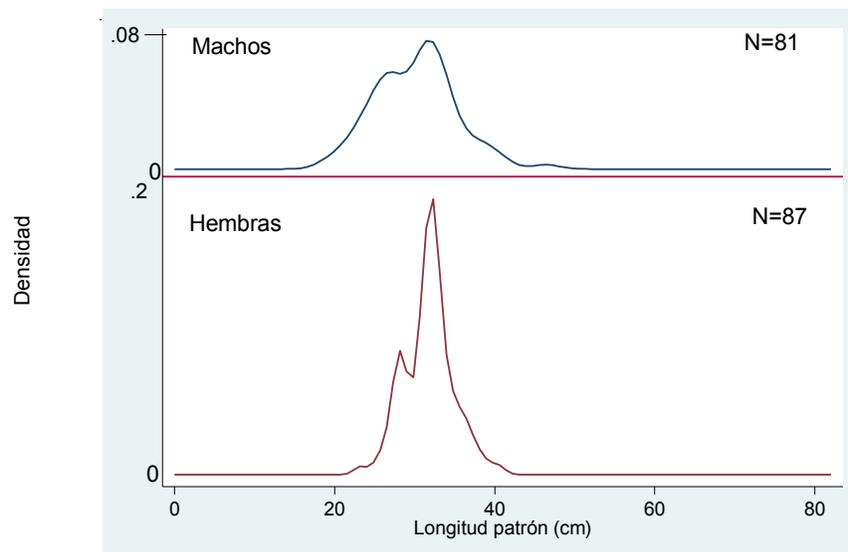
FAMILIA CARANGIDAE

Caranx caballus

Al final del muestreo de esta especie se obtuvieron 180 ejemplares; 81 machos, 87 hembras y 12 indiferenciados

Composición de tallas

En la composición de tallas para el total de muestras de *C. caballus*, se observó en machos y hembras una distribución más o menos simétrica, trimodal; para los machos las tres modas se observaron en las tallas de 26 cm, 31 cm y 45 cm. Para las hembras las modas son las siguientes: 23 cm, 28 cm y 32 cm (**Gráfica 20**).



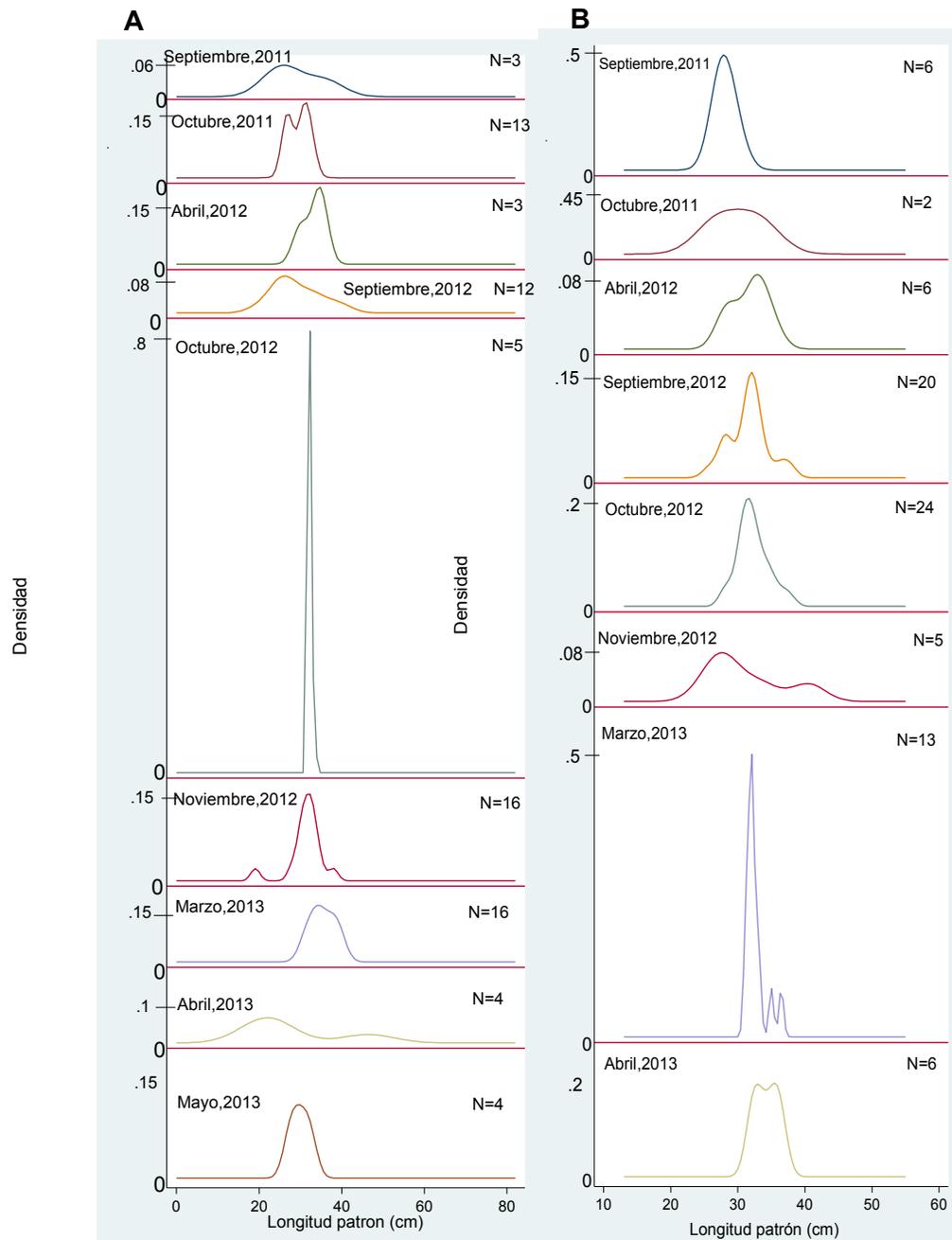
Gráfica 20. Estimadores de densidad por Kernel general de *C. caballus*.

La composición de tallas mensuales por sexos; para los machos de manera general son distribuciones bimodales, siendo en abril y mayo 2013, donde se observaron las modas con tallas mayores (43 cm), mientras que las modas de tallas menores se observaron en marzo 2013 (18 cm) (**Gráfica 21A**).

Para las hembras se observó lo mismo que en los machos distribución bimodal, al igual que en los machos en el mes de noviembre, 2012 se observaron las modas con tallas más grandes (40 cm). Mientras que en

septiembre 2011 y noviembre 2012 registraron las modas con tallas menores (27 cm) (**Gráfica 21B**).

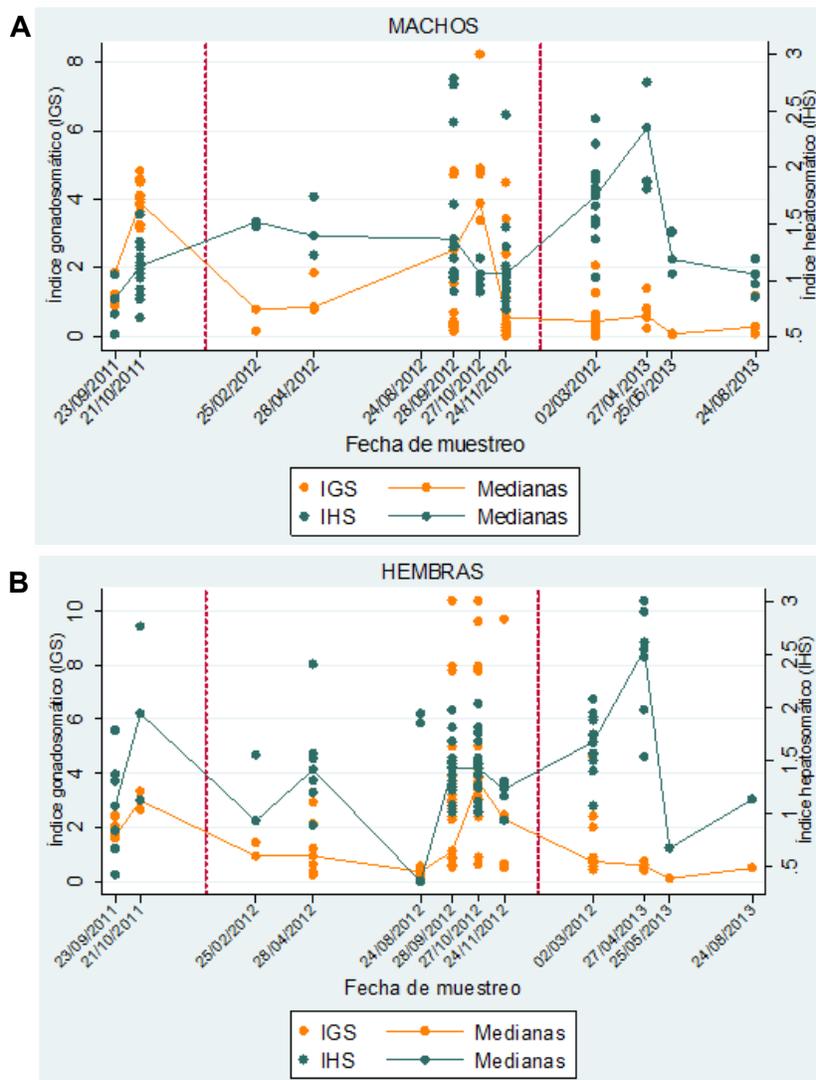
En la prueba de Kolmogorov-Smirnov se obtuvo $D_c=0.2305 > D_{.05}=0.2096$, por lo tanto existe diferencia entre la distribución de tamaños entre los machos y las hembras.



Índices morfofisiológicos.

C. c.

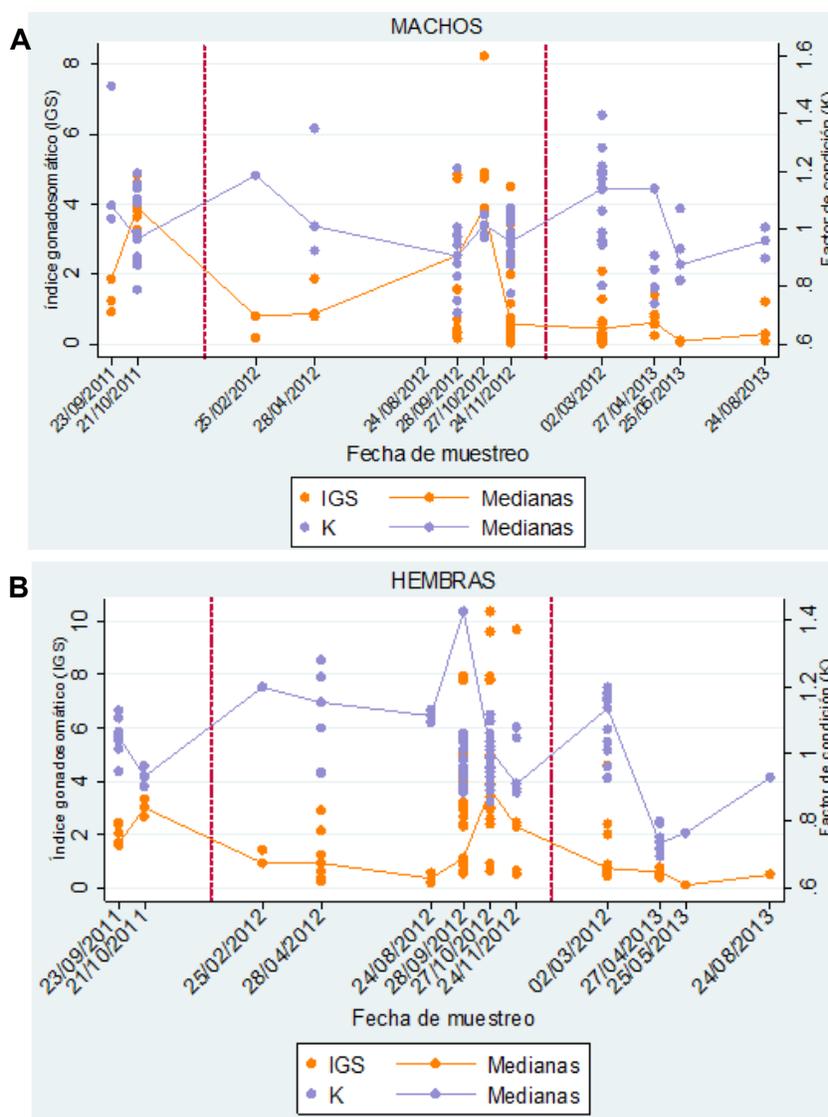
Al comparar los valores medianos de *IGS* e *IHS*, se observó que en hembras y machos el *IGS* registró valores medianos altos en octubre 2011 y 2012, estos coinciden con valores medianos bajos de *IHS*. Los valores medianos bajos de *IGS* se registraron en febrero 2012 y abril 2012 y 2013; estos coinciden con valores medianos altos de *IHS*. Lo anterior muestra que existe una relación negativa entre estos índices (**Gráfica 22A y 22B**).



Gráfica 22. Variación mensual de los valores medianos de *IGS* e *IHS* en: **A)** machos **B)** hembras (*C. caballus*)

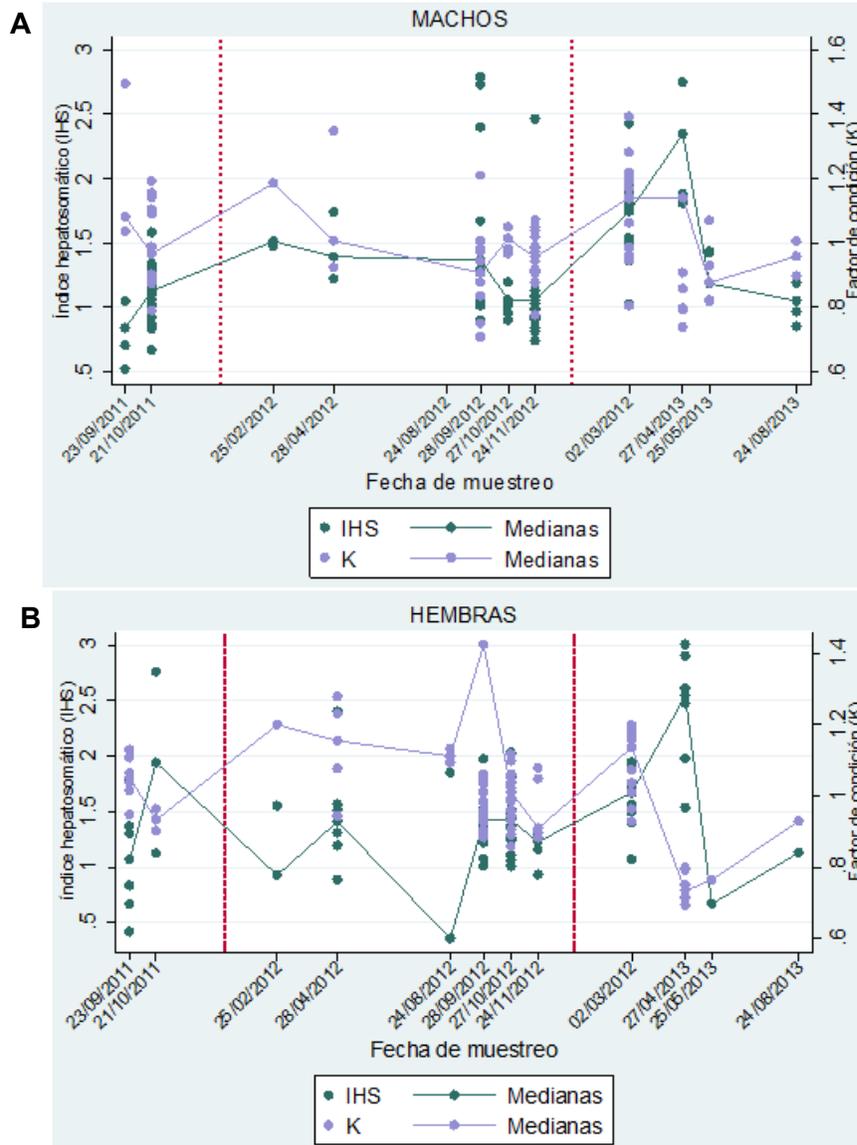
Entre *IGS* y *K*; en machos *K* registró valores medianos altos en marzo y abril del 2013, estos coinciden con valores medianos bajos de *IGS*; los valores medianos bajos de *K* se registraron en octubre 2011 y mayo 2013, de estos solo el primero concuerda con un valor mediano alto de *IGS*. La gráfica no muestra una tendencia clara (**Gráfica 23A**).

En hembras *K* registró valores altos en febrero 2012, septiembre 2012 y marzo 2012, estos coinciden con valores bajos de *IGS*. La gráfica muestra una relación negativa (**Gráfica 23B**).



Gráfica 23. Variación mensual de los valores medianos de *IGS* y *K* en: **A**) machos **B**) hembras (*C. caballus*)

Por último entre *IHS* y *K*; en machos y hembras se observa una relación positiva (**Gráfica 24A y 24B**).



Gráfica 24. Variación mensual de los valores medianos de *IHS* y *K* en: **A)** machos **B)** hembras (*C. caballus*)

En la prueba de correlación entre los valores medianos de los índices y se obtuvo lo siguiente:

ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS	Tabla 5. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos y hembras (<i>C. caballus</i>)			
	MACHOS		HEMBRAS	
	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>
	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)
<i>IHS</i>	-0.3650 (0.0008)	-	-0.1337 (0.2169)	-
<i>K</i>	-0.3417 (0.0018)	0.6827 (0.0000)	-0.3085 (0.0036)	0.3069 (0.0038)

Para el caso de los valores medianos de *IGS* con *IHS* e *IGS* con *K*, en machos y hembras se obtuvo una *r* negativa y significativa (**Tabla 5**), esto reafirma lo mostrado por la gráfica; por lo tanto entre estos índices existe una relación negativa, como se esperaba.

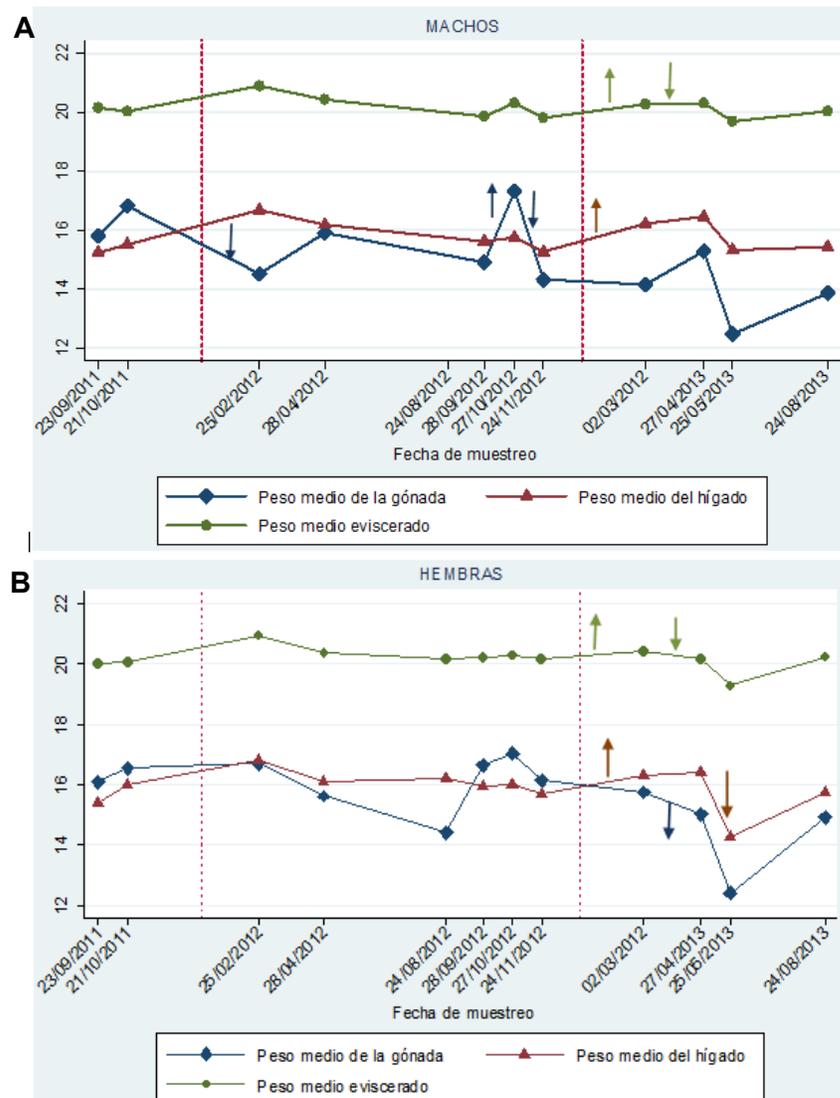
Por último entre los valores medianos de *IHS* y *K*, se obtuvo una *r* positiva y significativa en machos y hembras (**Tabla 5**), lo cual también reafirma lo mostrado por la gráfica, por lo tanto entre estos índices existe una relación positiva, como se esperaba.

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COVARIANZA (ANMUCOVA)

C. c.

En machos y hembras; los pesos medio de la gónada, hígado y eviscerado registraron valores altos en octubre 2011 y febrero 2012; el peso medio de la gónada registró otro valor alto en octubre 2012, lo cual concuerda con el IGS (**Gráfica 25A y 25B**).

En cuanto a los valores bajos de los tres pesos en machos, se registraron en noviembre 2012 y mayo 2013 (**Gráfica 25A**). Mientras que en hembras se registraron en agosto 2012 y mayo 2012, para los tres pesos medios (**Gráfica 25B**).



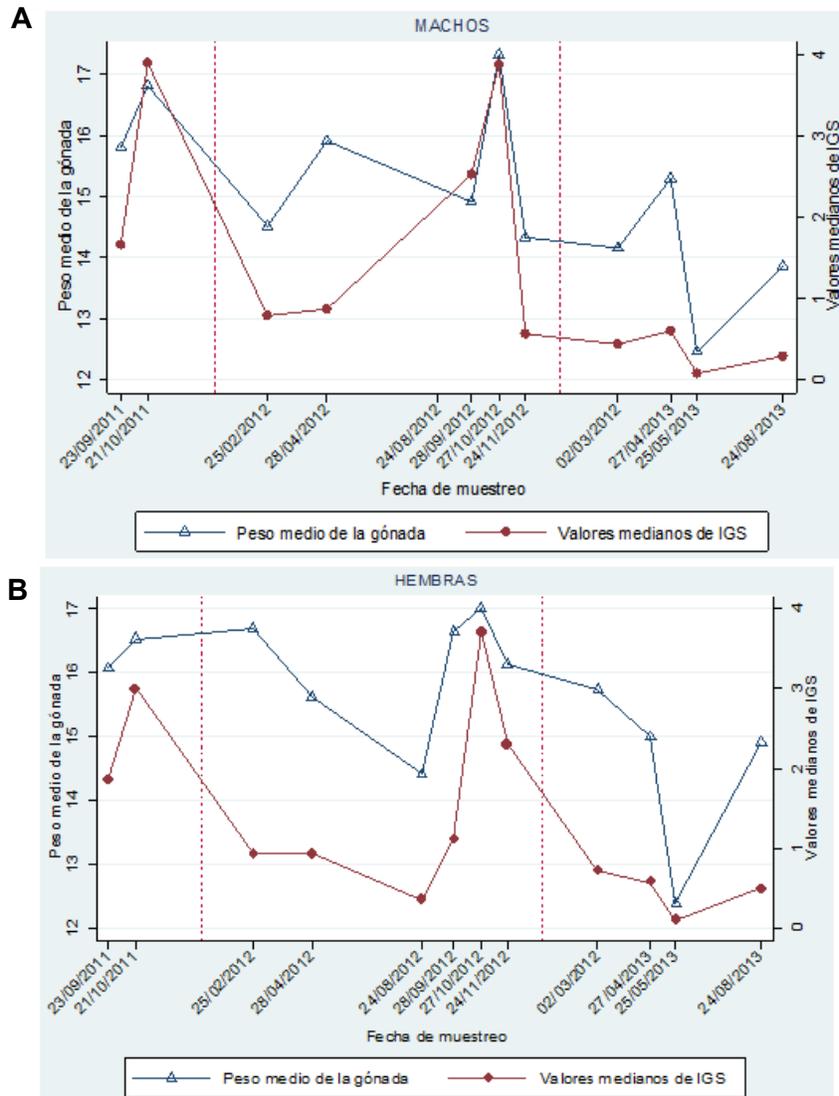
Gráfica 25. Variación mensual de las medias de los pesos de la gónada, hígado y eviscerado en: **A)** machos **B)** hembras de (*C. caballus*).

En los machos se observaron diferencias positivas estadísticamente significativas en octubre 2011-febrero 2012 y en octubre-noviembre 2012 en el peso medio de las gónadas; y en marzo-abril 2013 en el peso medio eviscerado. También se observaron diferencias negativas y significativas en los meses de septiembre-octubre 2012 en el peso medio de la gónada; noviembre 2012-marzo 2013 en el peso medio del hígado y por último en el peso medio eviscerado en noviembre 2012-marzo 2013 (**Gráfica 25A; Apéndice 5.**)

En las hembras se observaron diferencias positivas estadísticamente significativas, en marzo-abril 2013 para el peso medio de la gónada; abril-mayo 2013 para el peso medio del hígado y en marzo-abril de 2013 para el peso medio eviscerado. Se observaron diferencias negativas en noviembre-marzo 2013 en el peso medio del hígado y eviscerado (**Gráfica 25B; Apéndice 6**).

Al comparar el peso medio de la gónada con los valores medianos de *IGS* en machos y hembras, ambos registraron valores altos en octubre 2011 y 2012 (**Gráfica 26A y 26B**).

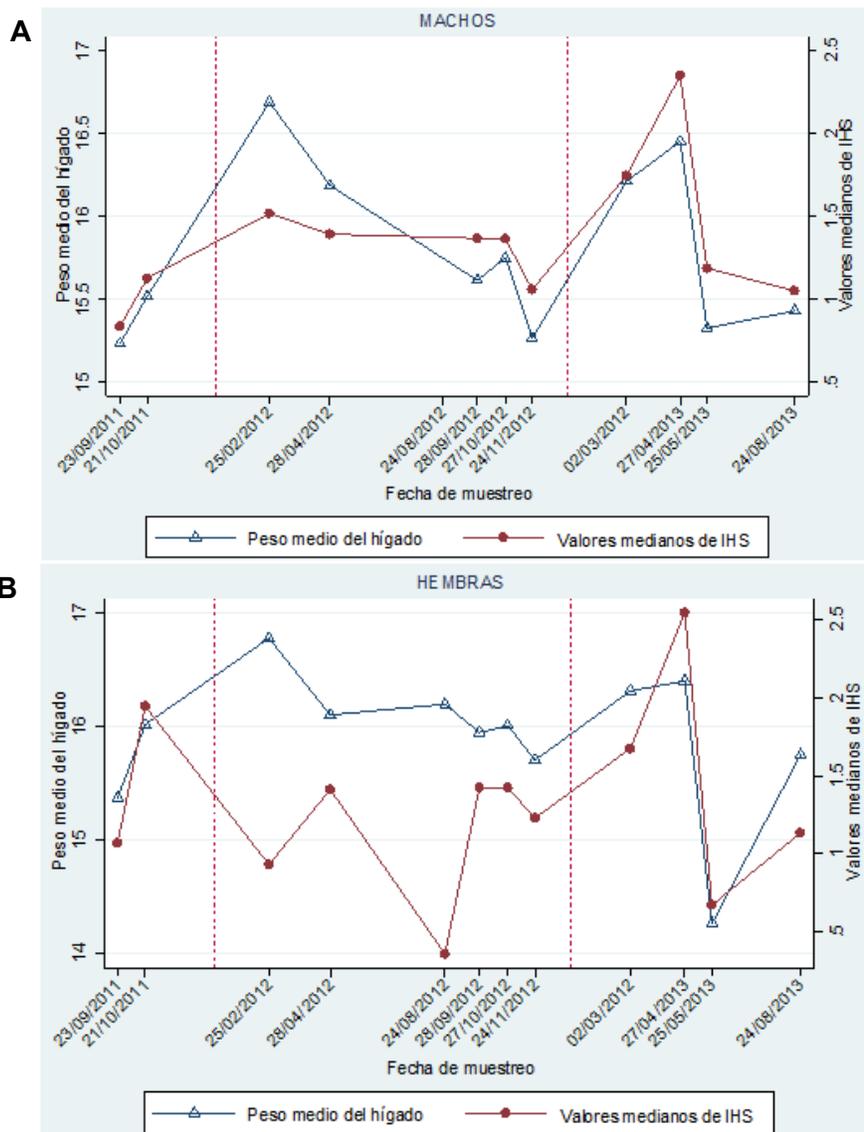
En los machos el peso medio de la gónada registró un valor más en febrero 2012 y ambos registraron valores bajos en agosto 2012 y abril 2013 (**Gráfica 26A**). En las hembras se observó en febrero 2012 que el peso de la gónada aumenta mientras que *IGS* disminuye y lo mismo ocurre en marzo 2012 (**Gráfica 26B**).



Gráfica 26. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de IGS en: **A)** machos **B)** hembras (*C. caballus*).

Al comparar peso medio del hígado con los valores medianos de *IHS* en machos, se observó que para el caso del peso medio del hígado los aumentos no son tan marcados en comparación de *IHS*. A pesar de eso ambos registraron valores altos en octubre 2012 y abril 2013. Para el caso del peso del hígado se registra un valor más en febrero 2012 (**Gráfica 27A**).

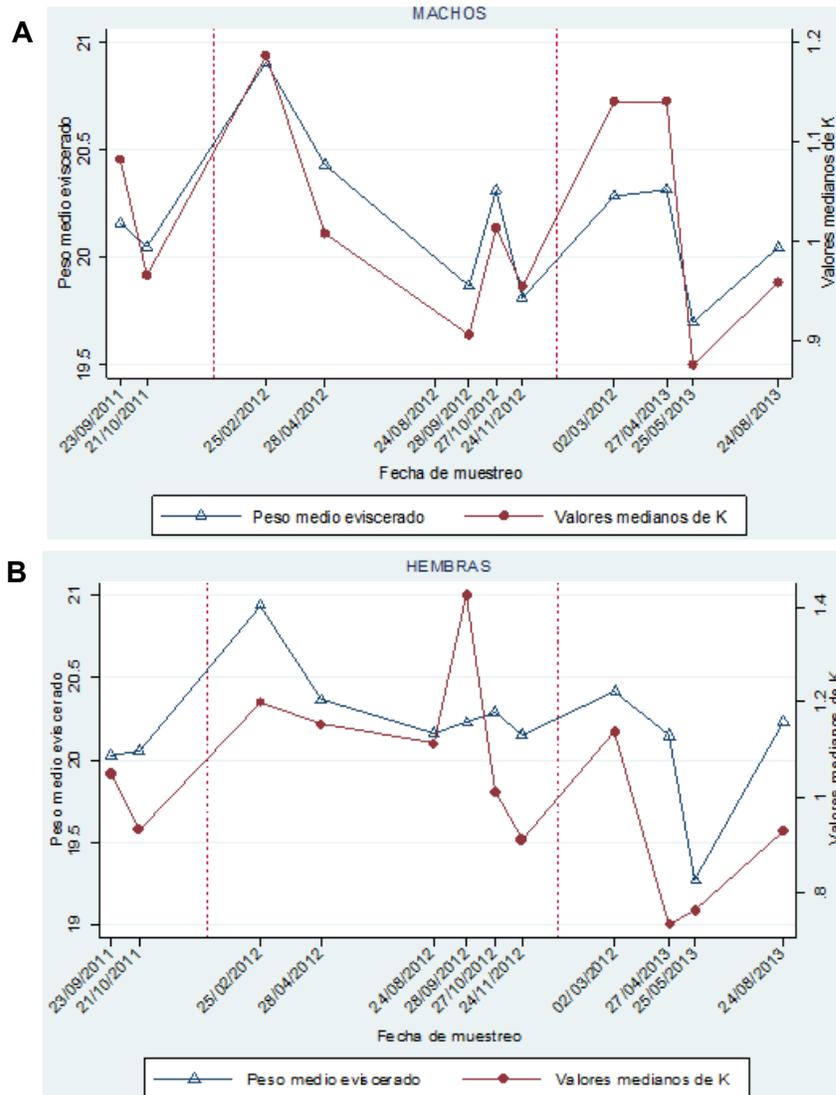
En hembras ambos registraron valores altos en abril 2014 y en *IHS* se observa uno más en Octubre 2011 (**Gráfica 27B**).



Gráfica 27. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de *IHS* en: **A)** machos **B)** hembras (*C. caballus*).

Por último al comparar el peso medio eviscerado con los valores medianos de *K* en machos, los cambios del peso eviscerado no son tan marcados a diferencia de *K*. Ambos registran valores altos en febrero 2012, marzo 2013 y agosto 2013; para *K* se registró uno más en septiembre 2012 (**Gráfica 28A**).

En hembras, ambos registraron valores altos en febrero 2012, marzo 2012 y agosto 2013. *K* registra un valor más en septiembre 2013; mientras que el peso medio eviscerado a partir de agosto 2012 va aumentado y baja en octubre 2012 (Gráfica 28B).



Gráfica 28. Comparación del peso medio eviscerado con los valores medianos de *K* en: **A)** machos **B)** hembras (*C. caballus*).

En la **Tabla 6** se muestran los valores de correlación entre los índices morfofisiológicos y las medias de los pesos ajustadas en machos y hembras; observándose una correlación alta y positiva entre estos, solo entre *K* y el peso eviscerado se presentó un menor grado de correlación, en comparación con los otros valores de correlación.

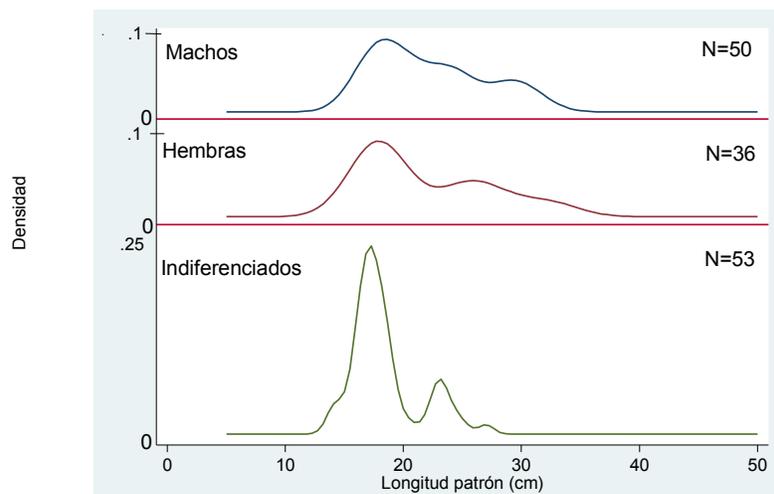
ÍNDICES ANMUCOVA	Tabla 6. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado de machos y hembras (<i>C. caballus</i>).					
	MACHOS			HEMBRAS		
	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>
	<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>	<i>r (p)</i>
Peso medio de la gónada	0.6355 (0.0000)			0.7090 (0.0000)		
Peso medio del hígado		0.7034 (0.0000)			0.5540 (0.0000)	
Peso medio eviscerado			0.4858 (0.0000)			0.2420 (0.0239)

Trachinotus rhodopus

Al final del muestreo de esta especie se obtuvieron 139 ejemplares; 50 machos, 36 hembras y 53 indiferenciados

Composición de tallas

En la composición de tallas para el total de muestras de *T. rhodopus*, se observó en machos y hembras una distribución más o menos simétrica bimodal, donde las modas para machos son en las tallas de 18 cm y 29 cm y para hembras en 18 cm y 26 cm. Para lo indiferenciados se observa dos modas la primera en los 16 cm y la otra en los 22 cm, siendo ambas modas en tallas más pequeñas que en machos y hembras (**Gráfica 29**).



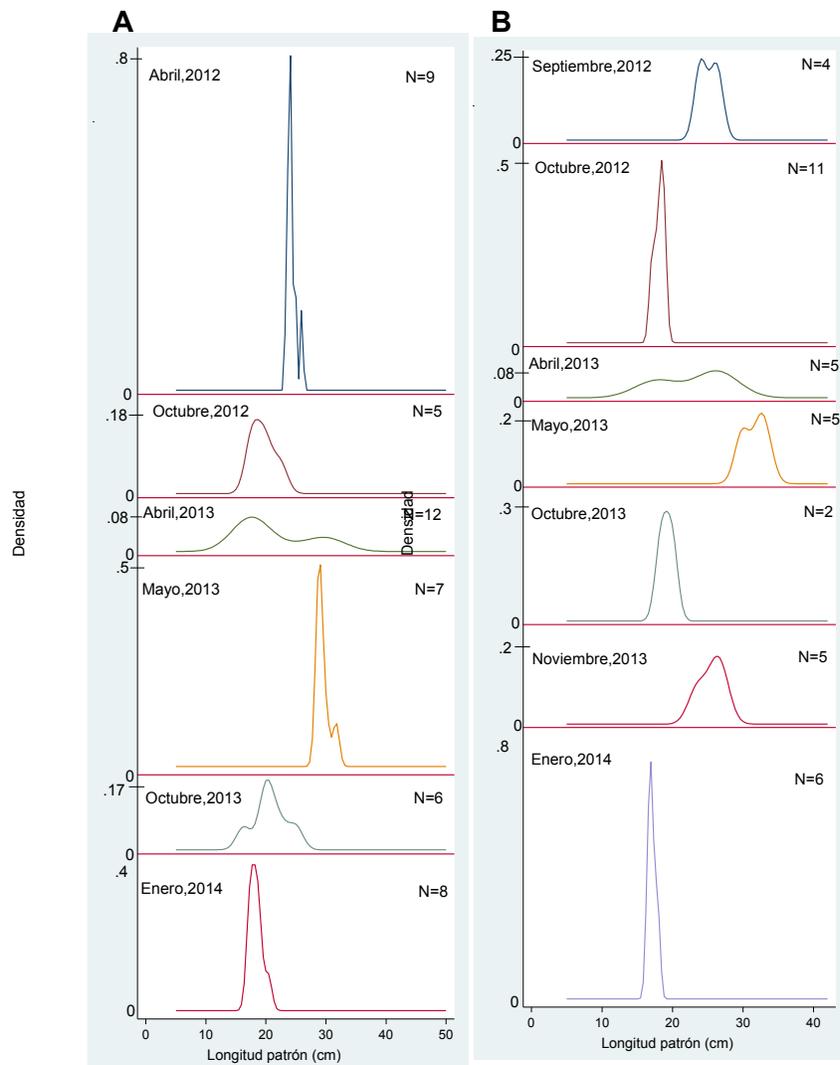
Gráfica 29. Estimadores de densidad por género general de *T. rhodopus*

En la composición de tallas mensuales por sexos; los machos de manera general muestran distribuciones bimodales, siendo mayo 2013 el mes en donde se observaron las modas con tallas mayores (32 cm), mientras que las modas de tallas menores (17 cm) se observaron en abril y octubre 2013 (**Gráfica 30A**).

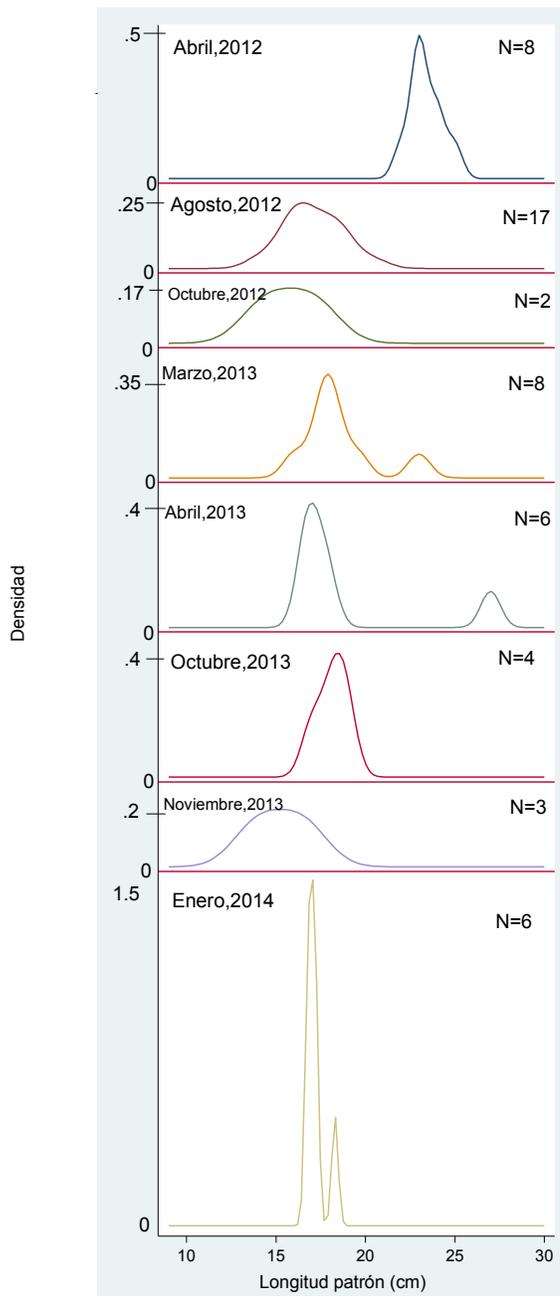
En las hembras se observó lo mismo que en los machos distribuciones bimodales y al igual que en los machos los meses donde se observan las modas con tallas más grandes (32 cm) fueron en mayo 2013. Mientras que en enero 2014 se observan las modas con tallas menores (17 cm) (**Gráfica 30B**).

Por último para los indiferenciados se observó, que la mayoría de las distribuciones tienen un sesgo positivo, lo cual indica tallas menores en comparación de los machos y las hembras. Los meses donde se observaron las modas con tallas más grandes (entre los 25 y 30 cm) en abril 2013. Mientras que en agosto y octubre 2012, así como en noviembre 2013 se registraron las modas con tallas menores (15 cm) (**Gráfica 31**).

En la prueba de Kolmogorov-Smirnov se obtuvo una $D_c=0.08816 < D_{.05}=0.2968$, por lo tanto no hay diferencia entre la distribución de tamaños entre los machos y las hembras.



Gráfica 30. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de **A**) machos **B**) hembras (*T. rhodopus*)



Gráfica 31. Estimadores de densidad por Kernel mensuales de indiferenciados (*T. rhodopus*)

Índices morfofisiológicos

T. r

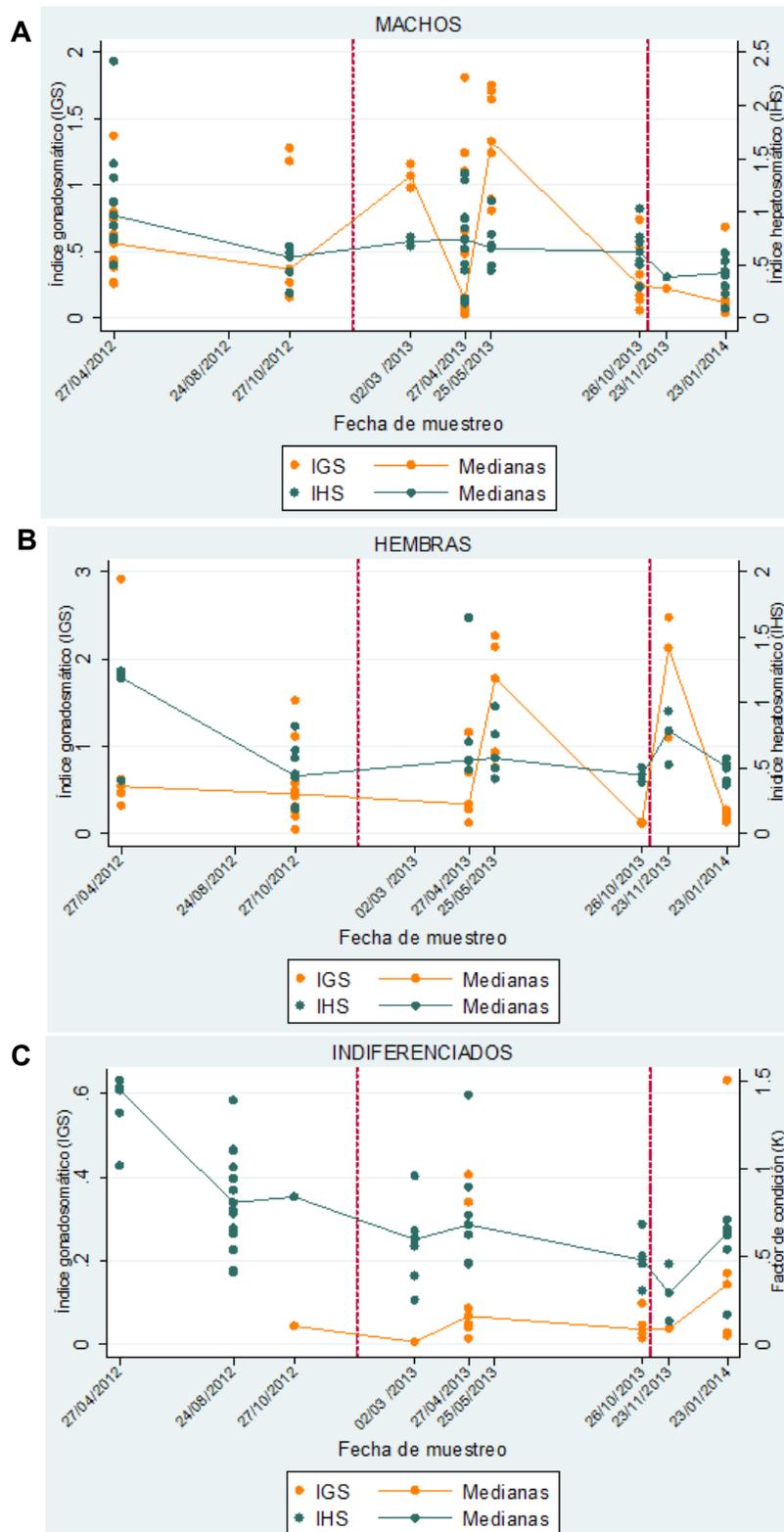
Al comparar *IGS* e *IHS*; *IGS* en machos y hembras registró valores medianos altos en mayo 2013; las hembras registraron un valor más en noviembre 2013 (**Gráfica 32A y 32B**).

IHS en machos registró valores medianos altos en abril 2012, este coincide con un valor mediano alto de *IGS*; y el otro valor mediano alto de *IHS* se registró en octubre 2013 que concuerda con valores bajos de *IGS*. Por lo anterior la gráfica no muestra tipo de relación existe entre estos índices (**Gráfica 32A**).

En las hembras los valores bajos de *IHS* se registraron en abril 2013, octubre 2013 y enero 2014, estos concuerdan con valores bajos de *IGS*. La gráfica indica una relación positiva (**Gráfica 32B**).

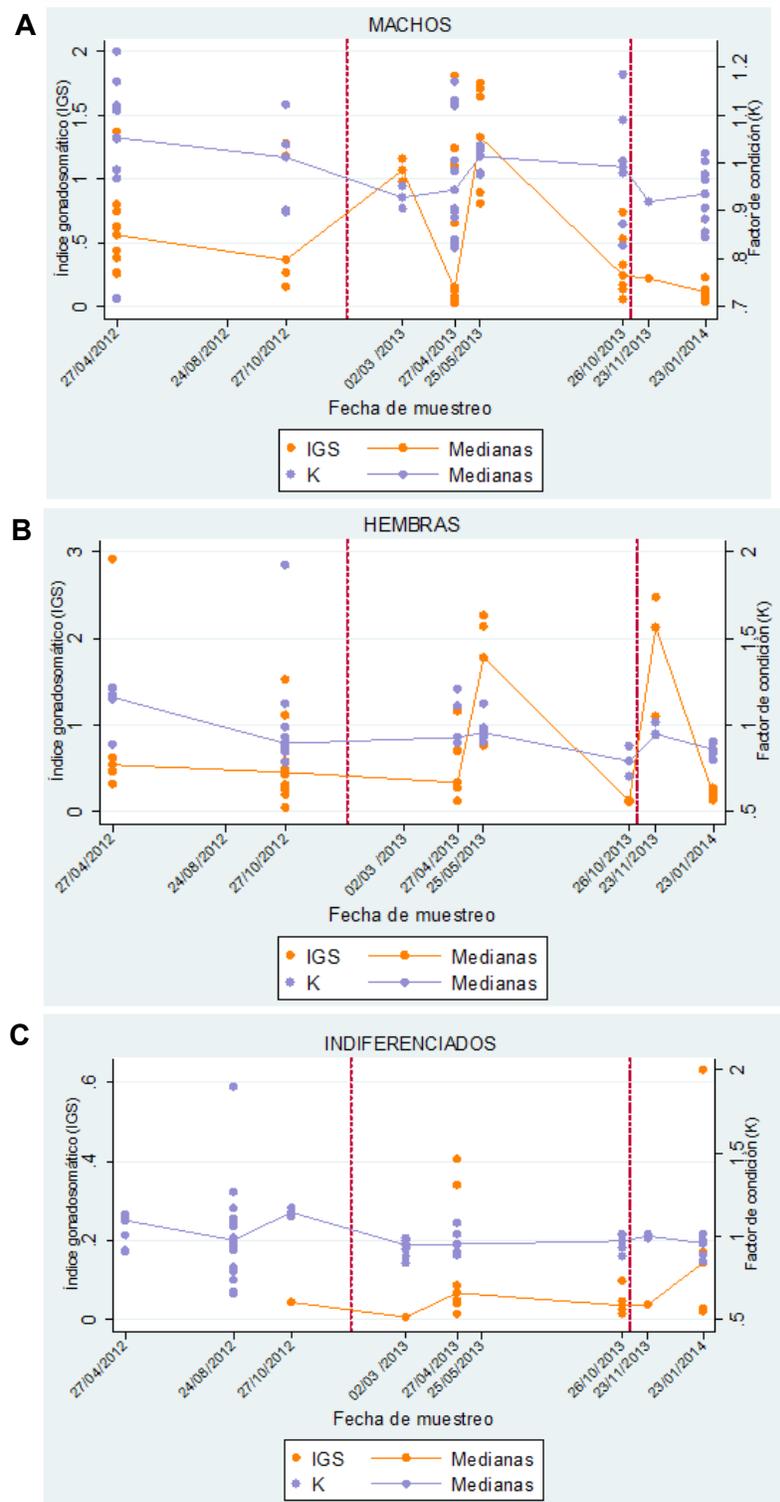
En los indiferenciados; es importante aclarar que no se cuenta con datos de *IGS* para los meses de abril y agosto 2012 (**Gráfica 32C**); esto se debe a que en ocasiones al ser tan pequeñas las gónadas se pierden entre los demás órganos.

El *IGS* registró valores medianos altos en abril 2013 y enero 2014, estos concuerdan con valores medianos altos de *IHS*; los valores medianos bajos de *IGS* se registraron en septiembre 2013 y noviembre 2013 que concuerdan con valores medianos bajos de *IHS*. Esto indica que entre estos índices hay una relación positiva (**Gráfica 32C**).



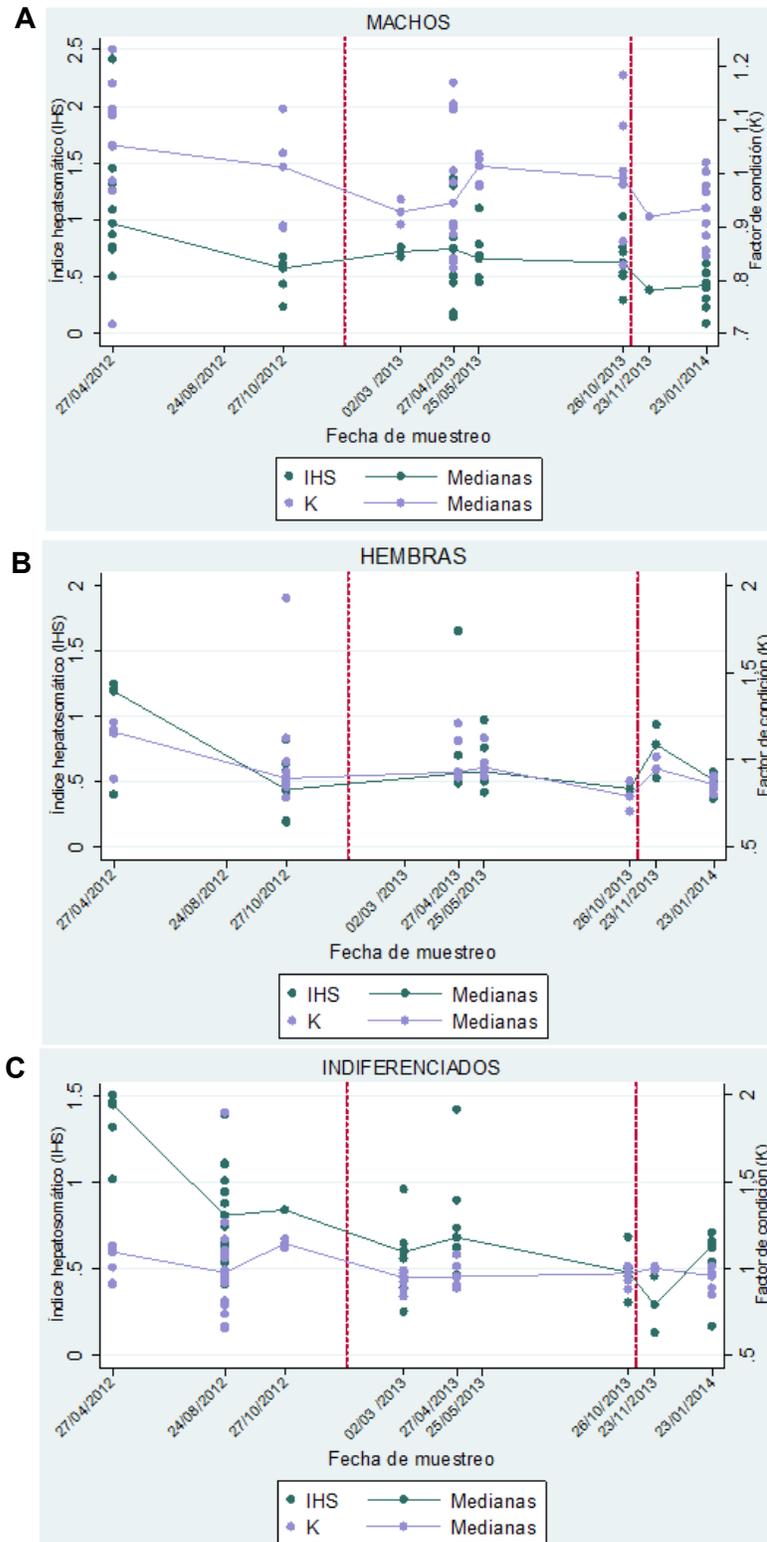
Gráfica 32. Variación mensual de los valores medianos de IGS e IHS en **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*T. rhodopus*)

Al comparar IGS con K ; en machos, hembras e indiferenciados se observa una relación positiva (**Gráfica 33A, 33B y 33C**).



Gráfica 33. Variación mensual de los valores medianos de IGS y K en **A**) machos **B**) hembras **C**) indiferenciados (*T. rhodopus*).

Al comparar IHS con K ; en machos, hembras e indiferenciados se observa una relación positiva (**Gráfica 34A, 34B y 34C**).



Gráfica 34. Variación mensual de los valores medianos de IHS y K en **A**) machos **B**) hembras **C**) indiferenciados (*T. rhodopus*).

En la prueba de correlación entre los índices se obtuvo lo siguiente:

ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS	Tabla 7. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> de machos, hembras e indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>)					
	MACHOS		HEMBRAS		INDIFERENCIADOS	
	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>
	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)
<i>IHS</i>	0.2283 (0.1107)	-	0.4762 (0.0033)	-	0.2749 (0.1568)	-
<i>K</i>	0.1107 (0.0003)	0.6139 (0.0000)	0.4476 (0.0062)	0.6165 (0.0001)	-0.1333 (0.4989)	0.6468 (0.0000)

Entre los valores medianos de *IGS* con *IHS* en machos, se obtuvo una *r* positiva y no significativa (**Tabla 7**), lo cual coincide con la relación mostrada por la gráfica; por lo que los datos sugieren una relación positiva entre estos índices. En las hembras se obtuvo una *r* positiva y significativa (**Tabla 7**), lo cual reafirma lo observado en las gráficas, por lo tanto entre todos los índices existe una relación positiva.

Entre los valores medianos de *IGS* con *K* y entre *IHS* con *K* en machos y hembras, se obtuvieron *r* positivas y significativas (**Tabla 7**), lo cual para ambos casos corroboran lo mostrado por la gráficas; en consecuencia entre estos índices hay una relación positiva.

Entre los valores medianos de *IGS* con *K* en indiferenciados, se obtuvo *r* negativa pero no significativa (**Tabla 7**), en el caso de la gráfica no se logra ver una tendencia, por consecuencia para este caso se puede decir que entre *K* e *IGS* existe una relación positiva.

ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COVARIANZA (ANMUCOVA)

T. r.

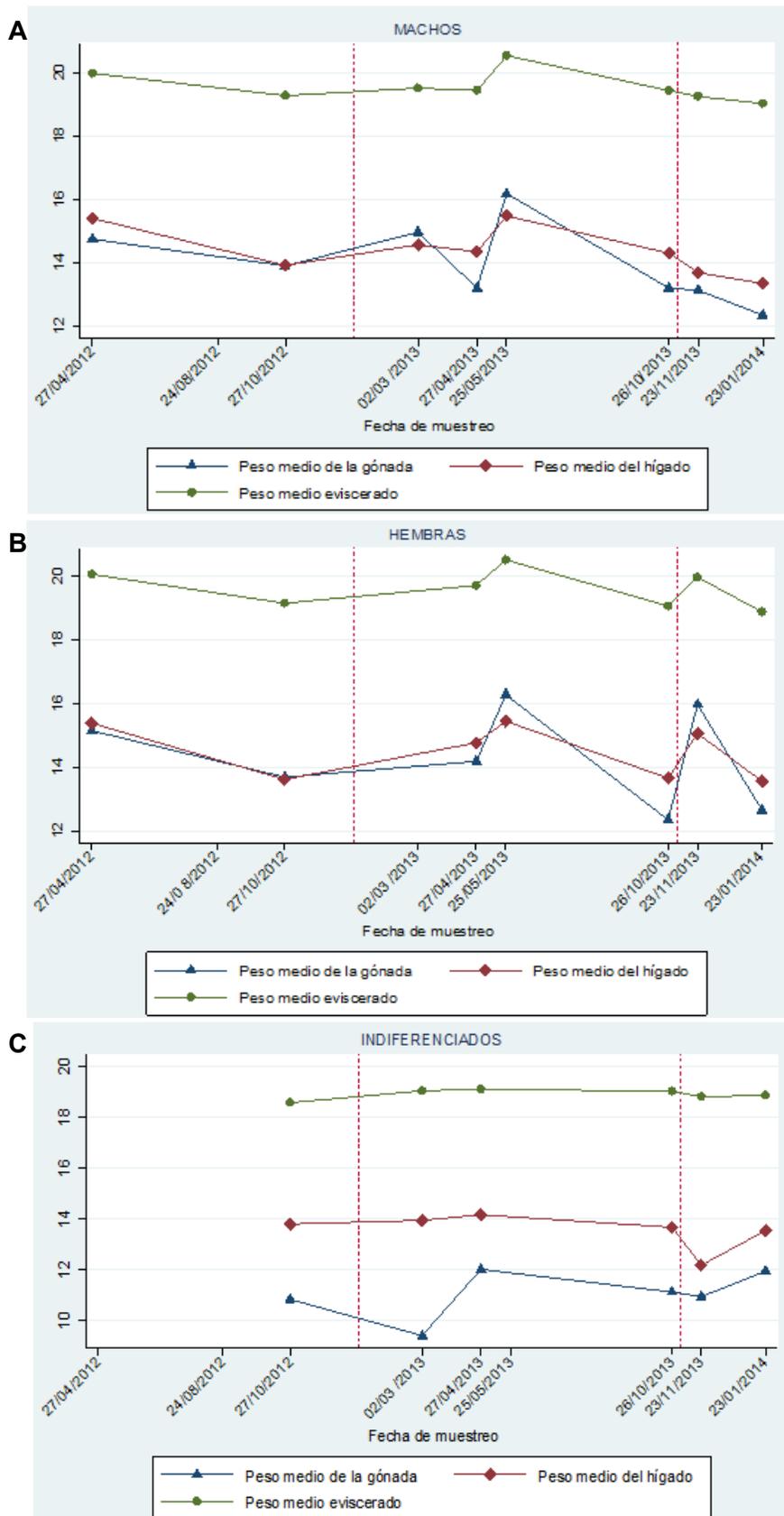
Al comparar el peso medio de la gónada, hígado y eviscerado en machos y hembras, se observó que los tres pesos a partir de abril del 2013 van aumentando hasta llegar al valor más alto en mayo 2013, este aumento a partir de abril no se observa claramente en los índices; a partir de esta fecha los tres pesos medio decaen hasta observarse el valor más bajo en enero 2014 (**Gráfica 35A y 35B**). En las hembras se registró un valor más en noviembre 2013 (**Gráfica 35B**).

En indiferenciados, el peso medio de la gónada al igual que el peso medio eviscerado, permanecen muy constantes, hasta noviembre 2013 que ambos bajan, para después subir. Para el peso medio del hígado se registró valores altos en abril 2013 y en enero 2014 (**Gráfica 35C**).

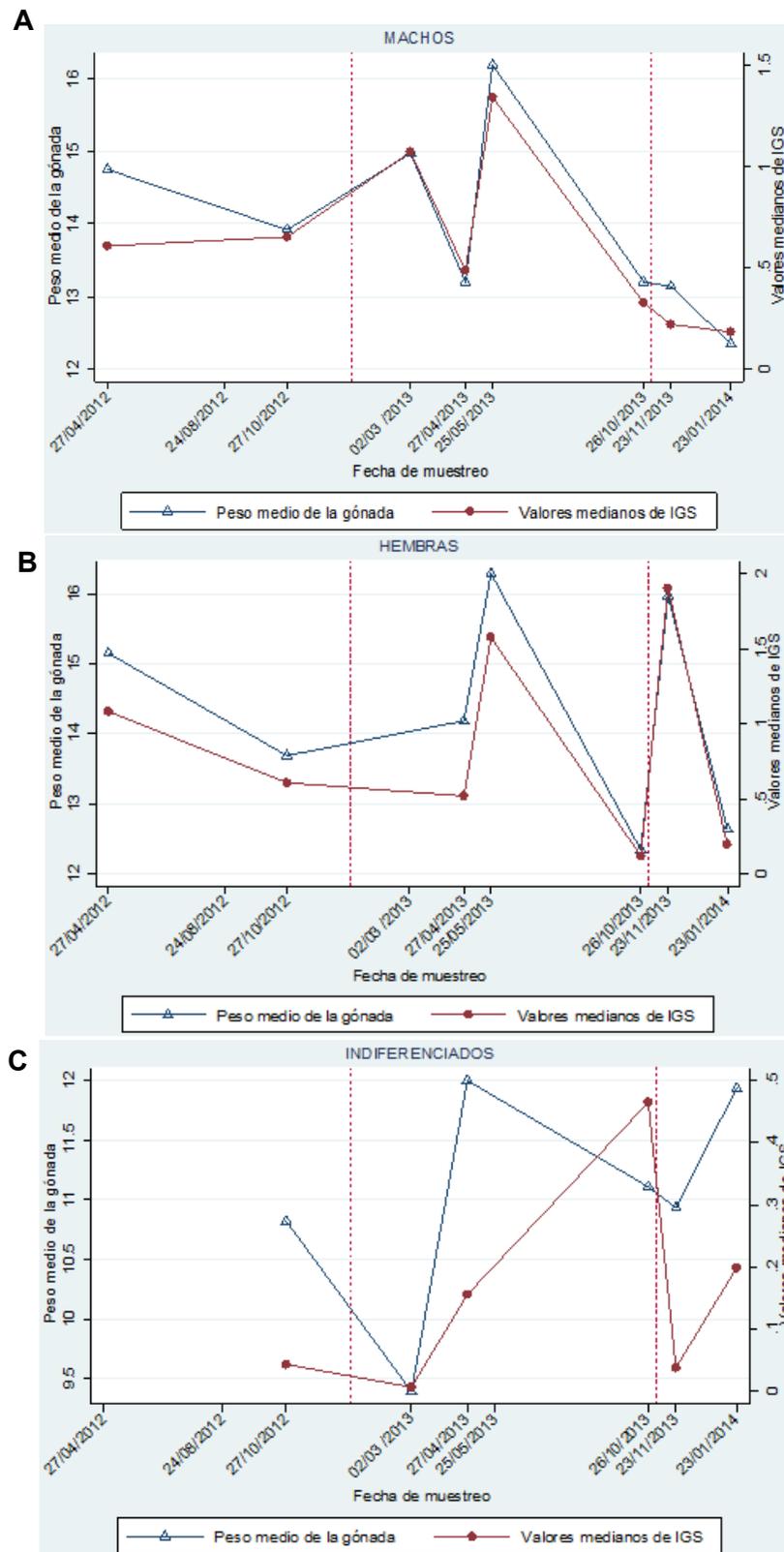
En machos hembras e indiferenciados ningún valor fue diferente y estadísticamente significativo.

Se comparó el peso medio de la gónada con los valores medianos de *IGS* en machos; ambos registraron valores altos en marzo 2013 y mayo 2013, este último es mayor que el primero (**Gráfica 36A**). En las hembras ambos registraron valores altos en mayo 2013 y noviembre 2013 y valores bajos en octubre 2013 (**Gráfica 36B**).

En indiferenciados, se observó que el peso medio de la gónada registra dos valores altos uno en abril 2013 y enero 2014; este último concuerda con un valor mediano alto de *IGS*. Pero *IGS* registró otro valor alto en octubre 2013, cuando el peso medio la gónada registró valores bajos (**Gráfica 36C**).



Gráfica 35. Variación mensual de las medias de los pesos de la gónada, hígado y eviscerado en: **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*T. rhodopus*)



Gráfica 36. Comparación del peso medio de la gónada con los valores medianos de *IGS* en: **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*T. rhodopus*).

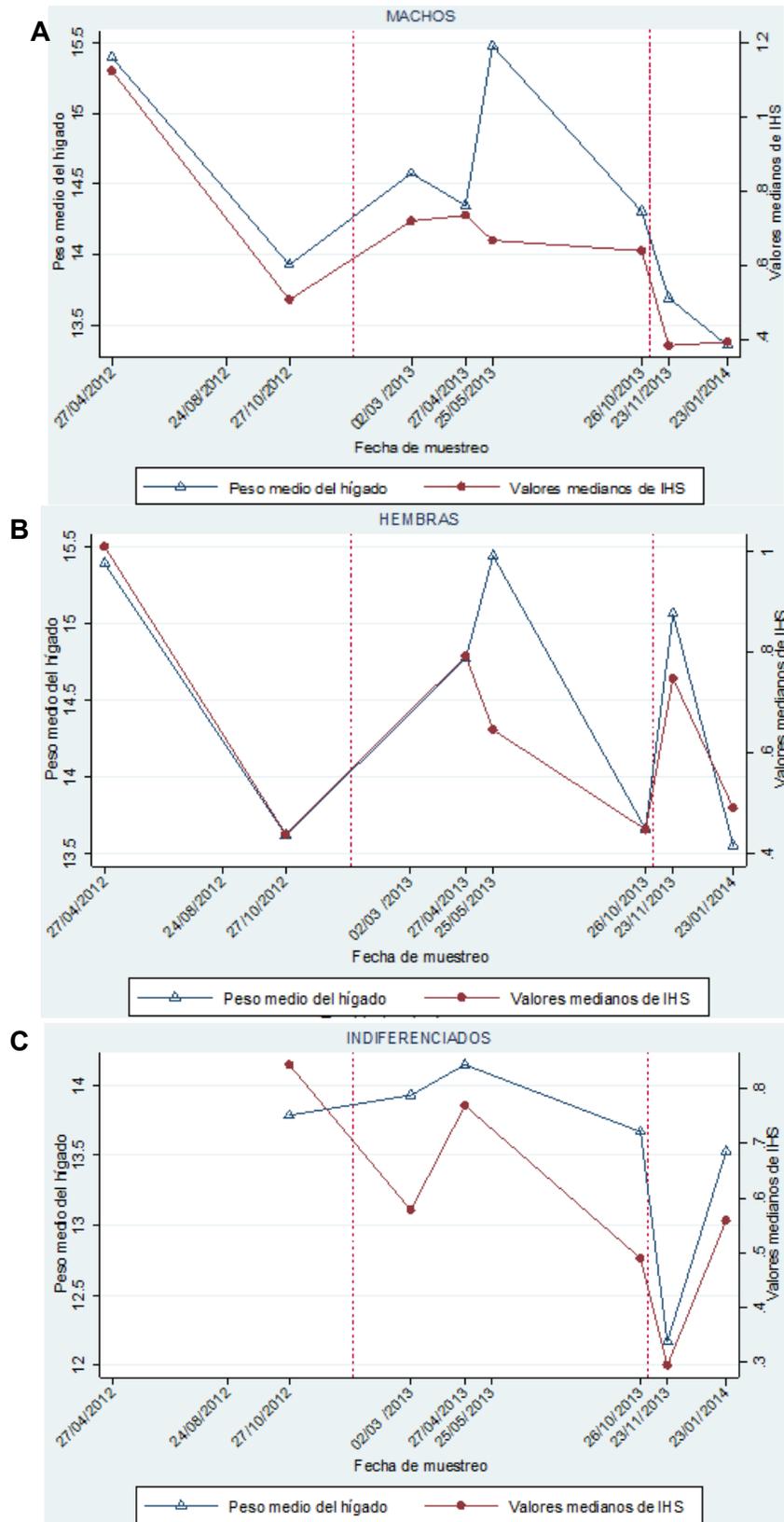
Al comparar el peso medio del hígado con los valores medianos *IHS* en machos, se observó que ambos registraron valores altos en abril 2012, y el peso medio del hígado registro uno más en mayo 2013; este valor coincide con un valor bajo de *IHS*, ambos a partir de esta fecha decaen notablemente (**Gráfica 37A**).

En hembras, ambos registraron valores altos en noviembre 2013, y para el caso del peso medio del hígado registra un valor más en mayo 2013 (**Gráfica 37B**).

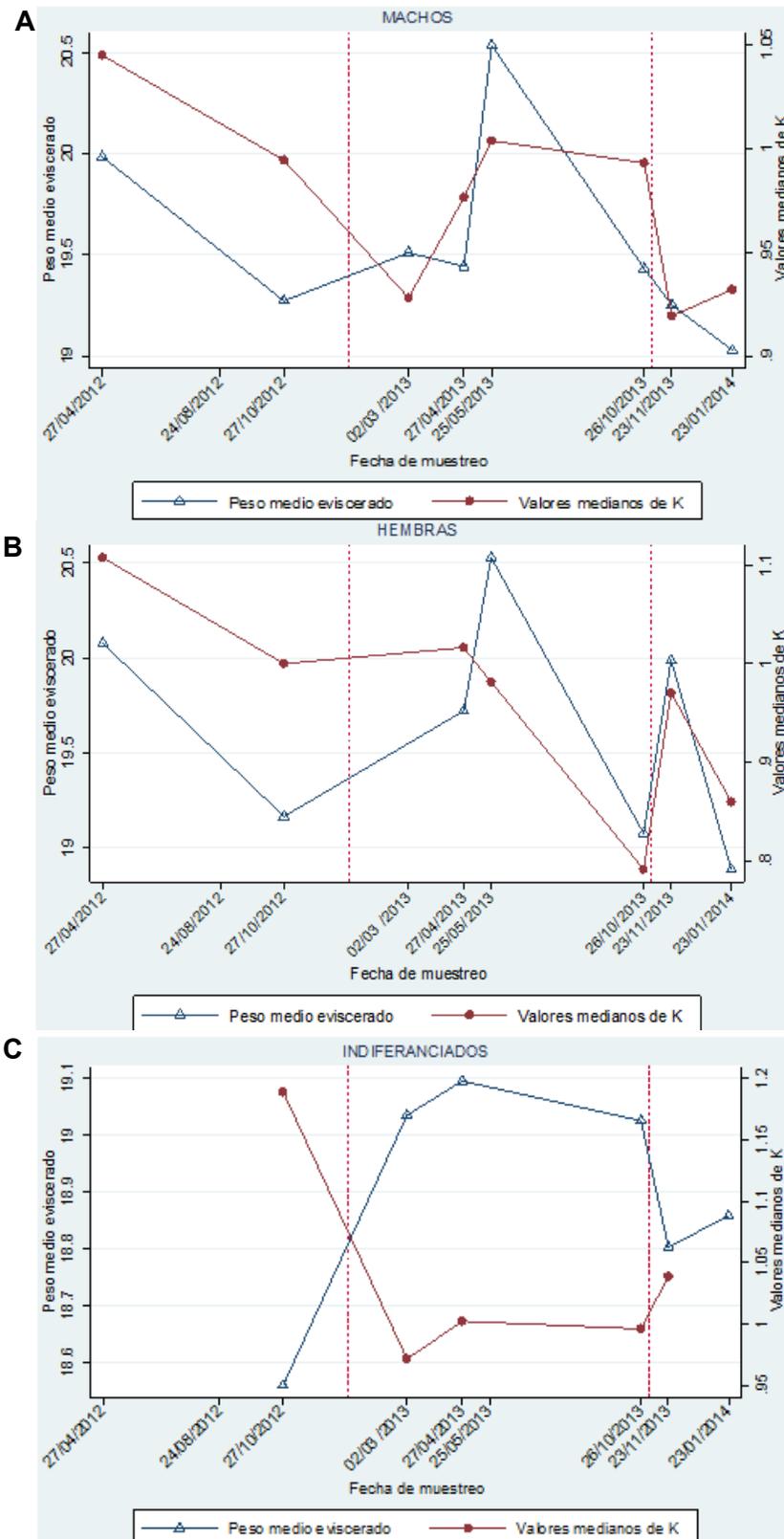
En indiferenciados, se observó que ambos registraron valores altos en abril 2013 y enero 2014 y valores bajos en noviembre 2013 (**Gráfica 37C**).

Por último al comparar el peso medio eviscerado con los valores medianos de *K* en machos y hembras, ambos registraron valores altos en abril 2012 y mayo 2013 (**Gráfica 38A y 38B**).

En indiferenciados, las gráficas difieren mucho entre sí; ya que el peso medio eviscerado registra valores altos en abril 2013 y octubre 2013, estos concuerdan con valores bajos de *K*. De manera general cuando el peso medio eviscerado registra valores altos *K* registra bajos (**Gráfica 38C**).



Gráfica 37. Comparación del peso medio del hígado con los valores medianos de IHS en: **A) machos B) hembras C) indiferenciados** (*T. rhodopus*).



Gráfica 38. Comparación del peso medio eviscerado con los valores medianos de K en: **A)** machos **B)** hembras **C)** indiferenciados (*T. rhodopus*).

En machos y en hembras el valor de correlación entre los índices y los pesos fue positiva y alta, excepto *K* con peso eviscerado, que presentó un menor grado de correlación (**Tabla 8**).

En los indiferenciados la correlación entre los índices y los pesos medios fue positiva y ligeramente más baja en comparación con los machos y las hembras; *K* y el peso eviscerado presentó una relación negativa (**Tabla 8**).

ÍNDICES ANMUCOVA	Tabla 8. Correlación entre valores medianos de <i>IGS</i> , <i>IHS</i> y <i>K</i> y los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado de machos, hembras e indiferenciados (<i>T. rhodopus</i>)								
	MACHOS			HEMBRAS			INDIFERENCIADOS		
	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>	<i>IGS</i>	<i>IHS</i>	<i>K</i>
	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)	<i>r</i> (<i>p</i>)
Peso medio de la gónada	0.9392 (0.0000)			0.9581 (0.0000)			0.5583 (0.0198)		
Peso medio del hígado		0.7956 (0.0000)			0.8426 (0.0000)			0.9012 (0.0000)	
Peso medio eviscerado			0.6765 (0.0000)			0.5434 (0.0007)			-0.8723 (0.0000)

DISCUSIÓN

Composición de tallas

La composición por tallas fue analizada con estimadores de densidad por kernel, para las cuatro especies los EDKs sugieren distribuciones bimodales en la mayoría de los meses, esto indica que la muestra estuvo limitada ya que sólo mostró dos clases de talla; esto se debe principalmente a que los organismos provienen de la pesca artesanal del lugar. Holden y Raitt (1975) y Perera-García *et al.* (2008), mencionan que la variación en la estructura de tallas está determinada principalmente por el arte de pesca, ya que las artes de pesca son selectivas a ciertos intervalos de tallas; excluyendo peces pequeños o peces muy grandes dependiendo del arte de pesca utilizado.

En la prueba de *Kolmogorov-Sminorf* se obtuvo en *H. flaviguttatum* como *T. rhodopus* y *M. brevipinnis* una D_c menor a D , por lo tanto no hay diferencias en las distribución de tamaños entre machos y hembras.

En el caso de *C. caballus* se obtuvo una D_c mayor a D , por lo tanto si existe una diferencia en la distribución de tamaños entre machos y hembras. Con base a las modas observadas para machos (26 cm, 31 cm y 45 cm) y hembras (23 cm, 28 cm y 32 cm) los machos son más grandes que las hembras; esto podría estar indicando un dimorfismo sexual en estas especies, Moyle y Cech jr. (2004) mencionan que el dimorfismo sexual entre los peces, puede darse en diferencias de forma o tamaño del cuerpo; y el dimorfismo más generalizado es la diferencia de tamaños.

Las tallas mayores para *H. flaviguttatum* se registraron en septiembre y noviembre, lo cual coincide con valores altos de *IGS* en machos y hembras. Para *M. brevipinnis* las tallas mayores se registraron en octubre y mayo, lo cual no coincide con los valores altos de *IGS* que fueron en noviembre y abril; aun así es un mes antes de la reproducción y un mes después; esto indica que dentro de la temporada de reproducción hay organismos grandes. Para *T. rhodopus*, las tallas mayores se registraron en mayo, lo cual coincide con valores altos de *IGS*. Esto indica que existe una relación entre el desarrollo de las gónadas y la talla de los organismos.

Lo anterior ya los menciona DeVlaming *et al.* (1972) y Holden y Raitt (1975) mencionan que con frecuencia hay una gran relación entre la fase de madurez y la talla. Es decir que el tamaño de los peces está relacionado con el peso de la gónada. De manera general el tamaño de las gónadas de los peces se incrementa con el tamaño del pez, como se observó en *H. flaviguttatum*, *M. brevipinnis* y *T. rhodopus*

Por último para *C. caballus* las tallas mayores se registraron en abril y mayo para machos y para hembras en noviembre, mientras que los valores altos de IGS se registraron en octubre, esto indica que en esta especie no existe una relación entre el desarrollo de la gónada y la talla de los organismos.

Reproducción.

El IGS y el peso medio de la gónada mostraron que los meses con mayor actividad reproductiva para cada especie fueron los siguientes:

FAMILIA HAEMULIDAE.

H. flaviguttatum: de septiembre a noviembre; *M. brevipinnis*: de marzo a abril. Ambas especies coinciden con lo reportado por Palazón-Fernández (2007); para otra especie de la misma familia, *Haemulon plumieri*, que se reproduce de febrero a abril y de agosto a octubre.

Además *M. brevipinnis* coincide también con lo reportado por Ruiz-Ramírez *et al.* (2011) para otra especie de la misma familia, *Anisotremus interruptus*, que se reproduce de febrero a mayo.

FAMILIA CARANGIDAE

C. caballus: en octubre; esto coincide con lo reportado por Romero Acosta y Meléndez Galicia (2006) quienes reportan que *C. caballus* se reproduce de julio a octubre.

T. rhodopus: de abril a mayo; esto difiere con lo reportado por Romero Acosta y Meléndez Galicia (2006), quienes mencionan que *T. rhodopus* se reproduce de agosto a noviembre. Pero coincide con lo reportado por Espino

Barr et al. (2006), para otra especie de la familia, *C. caninus* que se reproduce en noviembre y mayo.

Los factores ambientales tales como el fotoperiodo, temperatura, ciclo lunar, corrientes, lluvias, entre otros, juegan un papel importante en la reproducción (Lagler *et al.*, 1990; Vizziano y Berois, 1990; King, 1995; Cabrita *et al.* 2008); la influencia de la lluvia en la reproducción se observó en *H. flavigutattum*, *C. caballus* y *M. brevipinnis*; ya que sus épocas reproductivas abarca la temporada de lluvias de Puerto Ángel (mayo-octubre).

Dentro de la temporada de lluvias del lugar se da el fenómeno de la canícula, el cual se caracteriza por el descenso en las precipitaciones pluviales y el incremento en las temperaturas hacia la mitad de la temporada de lluvias. Normalmente se observa a finales de julio y puede prolongarse hasta inicios de septiembre. La presencia de la canícula, no indica que las precipitaciones queden totalmente excluidas, ya que en cualquier momento pueden presentarse algunos chubascos (SMN y CONAGUA, 2014). Ninguna especie presentó época reproductiva dentro de la época de canícula; esto se puede deber en gran medida a que las condiciones ambientales en este periodo no resultan óptimas para la reproducción.

En el caso de *H. flavigutattum* y *C. caballus*, su época reproductiva además de abarcar la temporada de lluvias, también abarca la temporada de surgencias (octubre-marzo), además durante dicha temporada también se reproduce *T. rhodopus*; el fenómeno de surgencias permite el ascenso de aguas profundas ricas en nutrientes generando un importante aporte de nutrientes inorgánicos (nitratos, silicatos y fosfatos) que junto a la luz suficiente favorece el crecimiento del fitoplancton, generando una alta productividad biológica. Lo anterior genera condiciones óptimas de nutrientes favoreciendo una mayor disponibilidad de alimento (Moyle y Cech Jr. 2004; Arias-Aréchiga, 2005; Lara-Lara, 2008)

Diferentes autores coinciden en que la disponibilidad de alimento es el factor central para la reproducción, ya que el alimento permite almacenar energía para la maduración de los peces adultos; y además permite la supervivencia de la descendencia (Ramos-Santiago, 2006; Cabrita *et al.* 2008; Hernández-Aguilar 2012; Rodríguez-Velásquez, 2012).

Para estas especies se observó que sus épocas reproductivas están relacionadas con la época de lluvias y surgencias, que son fenómenos ambientales que ofrecen una mayor disponibilidad de alimento; esto coincide con lo reportado por Cabrita *et al.* (2008), quienes mencionan que la reproducción de los peces está relacionada con las fluctuaciones en los niveles de nutrientes causadas por diferentes eventos ambientales tales como: cambios en las corrientes oceánicas, ciclos de temperaturas o el ciclo del agua (como la época de lluvias). Además Helfman *et al.* (1997), también mencionan que la reproducción está relacionada con eventos ambientales que garanticen la supervivencia de las larvas, tales como la floración de plancton, lluvias o eventos de surgencias. De tal modo que la temporada de desove debe estar sincronizado con periodos más favorables para la supervivencia de los jóvenes.

Relación entre los índices morfofisiológicos.

Además del *IGS* se utilizaron otros índices morfofisiológicos: *IHS* y *K*, índices que han sido usados como indicadores de almacenamiento, transferencia y utilización de energía (Hernández-Aguilar, 2012).

Para cada especie se observó que tipo de relación existía entre *IGS* y los otros índices utilizados.

La relación negativa entre *IGS* e *IHS*, indica que mientras el *IGS* registró valores altos el *IHS* registró valores bajos, y viceversa; observada en *H. flaviguttatum*, *M. brevipinnis* y *C. caballus*. Se puede deber a que El *IHS* está relacionado con: la capacidad del hígado para almacenar glucógeno y lípidos; las condiciones fisiológicas en el estado reproductivo y los hábitos y disponibilidad de alimento (Mira *et al.* 2010; Rodríguez-Velásquez, 2012).

Además la disminución del *IHS* antes o durante el aumento del *IGS*, se ha relacionado principalmente con la síntesis de las vitelogeninas (Sarasquete *et al.*, 2002; Arias *et al.*, 2006). La vitelogenina (proteína precursora del vitelo), se produce en el hígado, y una vez liberada por los hepatocitos es captada por los ovocitos por medio de endocitosis; la vitelogenina es modificada y posteriormente depositada como vitelo en el huevo (Gómez-Gaspar, 1995; Santos *et al.*, 1996; Arias *et al.*, 2006)

El hígado además del aporte de vitelogeninas; en este órgano se encuentra moléculas de reserva energética glucógeno y lípidos. Las cuales son transferidas a los organismos cuando se encuentran en maduración, es decir que son transferidas a la gónada para ser usadas en el proceso reproductivo (Arellano-Martínez *et al.* 2001; Hernández-Aguilar, 2012, Rodríguez-Velásquez, 2012).

Además de comparar *IHS* con *IGS*, también se comparó *IGS* con *K*, ya que el factor de condición (*K*) es usado como datos adicionales para el estudio de la reproducción; se esperaba que la condición del organismo disminuiría antes del desove; ya que ambos índices (*IHS* y *K*) indican la intensidad en asignación de energía (proveniente de hígado y tejido somático) a la producción de gametos durante ese período (González y Oyarzún, 2002).

El observar una relación positiva (ambos índices aumentan y disminuyen a la par) entre *IGS* y *K* en *H. flaviguttatum*, *M. brevipinnis* y *T. rhodopus*; puede estar relacionada a que el músculo es un importante almacén de energía utilizado principalmente durante periodos de escasas de alimento o de bajo consumo alimenticio (Brown y Murphy, 2004), y en la zona como se da el fenómeno de Surgencias (octubre-marzo) lo que permite que haya una constante oferta de alimento, por lo que la energía almacenada en el músculo no es usada para la producción de gametos.

Esto ya lo menciona González (2001), quien explica que se puede dar una ausencia de gasto energético o a una independencia de la energía almacenada en la musculatura para la producción de ovocitos y además

Arellanos-Martínez *et al.* (2001); González y Oyarzún (2002); Rodríguez-Velasquez (2012) mencionan que si existe una oferta permanente de alimento hay un aporte externo de energía constante, por tanto la condición de los organismo no se ve afectada por el ciclo reproductivo. Por último varios autores como: Blackwell *et al.* (2000), Rodrigues da Costa y Gerson-Araújo (2003), Brown y Murphy (2004), Nash *et al.* (2006), Ruiz-Navarro *et al.* (2007) indican que la condición de los peces está influenciada por factores ambientales que afectan la disponibilidad de alimento; por lo tanto el factor de condición puede reflejar las condiciones de alimentación.

Solo en *C. caballus* se observó una relación negativa entre *IGS* y *K*. Este tipo de relación se esperaba observar en todas la especies ya que al igual que el hígado (que es un órgano donde se almacena energía) el músculo también constituye una reserva energética, que puede ser utilizada para la reproducción. El observar solo en este especie la relación negativa entre *IGS* y *K*, esto puede estar relacionado principalmente con el almacén y distribución de reservas energéticas principalmente de lípidos, ya que los lípidos son los que muestran una mayor variación (Huss, 1998).

De manera general a los peces dependiendo de dónde almacenen los lípidos son clasificados en magros y grasos; los primeros almacenan lípidos generalmente en el hígado y los segundos almacenan los lípidos en tejido subcutáneo, en los músculos del vientre, en los músculos que mueven las aletas y la cola, y esparcidos por toda la estructura muscular (Huss, 1998).

Se considera que las especies pelágicas como *C. caballus*, son especies grasas; en esta especie que almacena los lípidos en el musculo resulta más fácil distinguir la variación de la condición somática, permitiendo observar una relación negativa entre *K* e *IGS*.

Entre *IGS* e *IHS* y entre *IGS* y *K*, se esperaba observar una relación negativa, esto sólo se observó entre *IGS* e *IHS*; esto indica que *IHS* es mejor indicador de la reproducción en comparación de *K*. Esto se puede deber a que el

hígado tiene una doble función, por un lado el aporte de vitelogeninas hacia el ovario en el caso de las hembras y por otro la transferencia de las reservas de energía a la gónada; por tal razón es más evidente la disminución en el peso del hígado durante la reproducción que la musculatura.

Como ya se mencionó en el presente trabajo se utilizaron diferentes índices relacionados con el ciclo reproductivo, el uso de varios índices fue con la intención de recabar más datos que permitieran reconocer un época (fecha) posible de reproducción de las especies.

Los índices usados, son índices que han sido utilizados en estudios de las pesquerías por diferentes autores; pero en este caso se les hicieron modificaciones con el fin de obtener mejores resultados. Para todas las formuladas utilizadas en lugar de usar el peso total, se usó el peso eviscerado debido a que el uso del peso total toma en cuenta dos veces el peso de la gónada, además que el peso total incluye otros pesos que no son de interés en *IGS*, como el peso del hígado y del tracto digestivo.

Para conocer la condición del pez, existen diferentes índices uno de los más usado y conocido es el de Fulton; a pesar de ser el índice más usado para conocer la condición de los peces, en este estudio no se usó, ya que supone un crecimiento isométrico ($b=3$), es decir que la forma no cambia con el crecimiento (Blackwell *et. al.* 2000).

Por lo que en el presente trabajo se usó el índice de condición relativo, ya que se deja de lado el supuesto del crecimiento isométrico, además que las constantes a y b se pueden obtener para cada muestra y para cada submuestra lo cual permite hacer comparaciones (Blackwell *et. al.* 2000, Lima-Junior, 2002).

Además en este índice al igual que en los anteriores se usó el peso eviscerado, ya que el peso eviscerado es una medida más adecuada para el estudio de la condición (Salgado-Ugarte *et al.*, 2005).

Aunque los índices antes mencionados presentan diferentes problemas, son índices que han sido ampliamente usados, ya que aunque no son definitivos si son herramientas que brindan información que permiten conocer la época reproductiva y el estado fisiológico de los peces.

ANMUCOVA

Además del uso de los índices, se realizó un método alternativo el ANMUCOVA, el cual permite la comparación simultánea de todas las medidas morfométricas relacionadas con la actividad reproductiva (peso total, gónada e hígado) ajustadas por la covariada longitud patrón (Salgado-Ugarte *et. al.*, 2005)

Las medias de los pesos (eviscerado, gónada, hígado y tracto digestivo) ajustadas en función de la longitud patrón obtenidas por el análisis de multivariado de covarianza (ANMUCOVA) se compararon con los índices morfofisiológicos (*IGS*, *IHS* y *K*) es decir, con los valores medios sin ajuste por longitud por medio del análisis de correlación, esta comparación mostró elevadas correlaciones principalmente entre el peso medio de la gónada con *IGS* y el peso medio del hígado con *IHS*, tanto en machos como hembras de todas las especies; por tanto el uso de uno u otro es indistinto para conocer el ciclo reproductivo de estas especies.

Lo anterior también se corrobora con la significancia de la variación de las medias mensuales, ya que las diferencias significativas coincidieron con los valores altos registrados por las gráficas y por *IGS* e *IHS*, esto permite corroborar los meses en los que se reproducen las especies.

El ANMUCOVA presentó un patrón de variabilidad mensual más claro y definido en comparación de los métodos tradicionales, sobre todo el peso medio eviscerado, el cual refleja mejor los cambios somáticos que *K*; lo cual facilitó la interpretación de los resultados. Por lo tanto en lo referente al presente estudio, el peso medio eviscerado es un mejor indicador del bienestar de las especies que el factor de condición.

Tanto el uso de los índices como el ANMUCOVA, resultan herramientas que permiten describir de manera general el ciclo reproductivo y el estado de bienestar de un organismo. La suma de ambos como fue en este caso, brinda más información y fiable acerca del ciclo reproductivo y de la época reproductiva de los peces.

CONCLUSIONES

- ❖ La composición de tallas de las cuatro especies de manera general fue bimodal, lo cual indica que la muestra no fue tan heterogénea en cuanto a tallas; esto se relaciona directamente con el arte de pesca y que los organismos fueron obtenidos partir de muestras comerciales.
- ❖ El arte de pesca utilizado (transmallos) fue selectiva a ciertas tallas.
- ❖ *Haemulon flavigutattum* y *Caranx caballus* se reproducen durante octubre.
- ❖ *Microlepidotus brevipinnis* se reproduce de marzo a abril.
- ❖ *Trachinotus rhodopus* se reproduce en mayo.
- ❖ Las lluvias y surgencias son eventos importantes para la reproducción de las especies; ya que generan condiciones óptimas para la alimentación de organismo adultos, juveniles y larvas; por lo que la disponibilidad de alimento es un factor que condiciona la época reproductiva.
- ❖ Entre *IGS* e *IHS* existe una relación negativa en todas las especies, mientras que entre *IGS* y *K* de tres de las cuatro especies existe una relación positiva, por lo tanto, el *IHS* es mejor indicador de la época reproductiva que el factor de condición (*K*).
- ❖ El factor de condición (*K*), permite conocer si las condiciones del ambiente favorecen la alimentación de los organismos, así como si existe algún

fenómeno que esté permitiendo una alimentación constante de los organismos.

- ❖ La condición de los peces se ve afectada por la oferta de alimento, la distribución de las reservas energéticas y la reproducción.
- ❖ El ANMUCOVA y los índices morfofisiológicos presentaron una correlación alta; por lo que el uso del peso medio de la gónada, peso medio del hígado o *IGS* e *IHS*, al tener un comportamiento similar y permiten conocer la época reproductiva y por tanto su uso es indistinto, para este caso.
- ❖ Los resultados obtenidos en el ANMUCOVA y en los índices fueron similares (valores altos de correlación), por lo tanto el uso de estos métodos es indistinto para este caso.
- ❖ El peso medio eviscerado muestra mejor el comportamiento del bienestar del organismo en comparación del factor de condición (*K*).
- ❖ El ANMUCOVA resultó ser un poco mejor en comparación de los índices tradicionales ya que permite observar un patrón de variabilidad mensual más claro y definido en comparación con los métodos tradicionales, lo que facilita la interpretación de los resultados; por lo que este método permite complementar la información dada por los índices morfofisiológicos

RECOMENDACIONES

Antes del uso del ANMUCOVA, es importante conocer que tan homogéneas o heterogéneas son las tallas de los organismos; si las tallas son homogéneas se puede omitir el uso del ANMUCOVA, ya que este análisis elimina el efecto del tamaño individual.

Para conocer la época reproductiva de una especie, es recomendable que además del uso de Índices tradicionales es necesario buscar y usar un método alternativo, que permita verificar y/o reafirmar la información obtenida por dichos índices; uno método altamente recomendable es el uso del ANMUCOVA.

Se sugiere seguir trabajando con las especies *Microlepidotus brevipinnis* y *Trachinotus rhodopus*, ya que ambas especies no aparecieron de manera constante a lo largo del muestreo, por lo que en este sentido aún queda mucho por conocer acerca de su comportamiento y biología de estas especies.

APENDICE 1. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos de *H. flaviguttatum*

(*Diferencias significativas).

Fecha	Gónada	<i>p</i>	Hígado	<i>p</i>	Eviscerado	<i>p</i>
septiembre a octubre 2011	.840	.801	.308	.618	.156	.132
octubre 2011 a septiembre 2012	1.213	.442	.846	.139	.125	.685
septiembre a octubre 2012	.469	.269	.132	.127	.047	.213
octubre 2012 a marzo 2013	4.270	<u>.000</u> *	1.293	.036	.302	.014
marzo a abril 2013	.095	.103	.005	.054	.072	.885
abril a mayo 2013	.451	.448	-.210	.003	-.077	.000
mayo a agosto 2013	-.584	<u>.000</u> *	.972	<u>.005</u>*	.163	.072
agosto a octubre 2013	-.317	<u>.002</u> *	.520	.117	.089	.387
octubre a noviembre 2013	.536	.849	-.059	.017	.001	.055
noviembre 2013 a enero 2014	3.726	<u>.000</u> *	.369	.969	.162	.050
enero a febrero 2014	-.050	.036	.074	.078	.009	.112

APÉNDICE 2. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en hembras de *H. flaviguttatum*

(*Diferencias significativas).

Fecha	Gónada	<i>p</i>	Hígado	<i>p</i>	Eviscerado	<i>p</i>
septiembre a octubre 2011	.616	.997	-.157	<u>.007*</u>	.100	.954
octubre 2011 a septiembre 2012	1.082	.125	.451	.770	.098	.952
septiembre 2012 a marzo 2013	2.241	<u>.000*</u>	.705	.017	.258	<u>.000*</u>
marzo a abril 2013	.358	.662	-.143	.004*	-.023	.011
abril a mayo 2013	-.271	<u>.002*</u>	-.071	.016	-.070	<u>.000*</u>
mayo a agosto 2013	-.123	.013	.530	.120	.163	.027
agosto a octubre 2013	-.231	.005	.639	.071	.137	.239
octubre a noviembre 2013	.727	.413	.297	.835	.072	.751
noviembre 2013 a enero 2014	2.481	<u>.000*</u>	.434	.584	.161	.104
enero a febrero 2014	.315	.466	-.160	<u>.004*</u>	.008	.074

APÉNDICE 3. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en indiferenciados de *H. flaviguttatum* (*Diferencias significativas).

Fecha	Gónada	<i>p</i>	Hígado	<i>p</i>	Eviscerado	<i>p</i>
septiembre a octubre 2011	.954	.657	-.159	.044	-.096	.011
octubre 2011 a marzo 2013	1.847	.639	.106	.105	.181	.623
Marzo a Mayo 2013	.741	.154	.898	.426	.334	.576
Mayo a Agosto 2013	2.066	.360	.915	<u>.002*</u>	.229	.213
Agosto a Octubre 2013	2.037	.205	-.214	.011	-.015	.029
Octubre 2013 a Enero 2014	1.437	.686	-.135	<u>.005*</u>	.117	.975

APÉNDICE 4. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos de *M. brevipinnis* (*Diferencias significativas).

Fecha	Gónada	<i>p</i>	Hígado	<i>p</i>	Eviscerado	<i>p</i>
Octubre a Noviembre 2012	-.086	.021	.451	.060	.114	.790
Noviembre 2012 a Marzo 2013	.877	.272	.307	.995	.104	.641
Marzo a Abril 2013	.888	.927	.521	.930	.222	.971
Abril a Noviembre 2013	.972	.804	1.456	<u>.000*</u>	.236	.750

APÉNDICE 5. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en machos de *C. caballus*

(Diferencias significativas).*

Fecha	Gónada	<i>p</i>	Hígado	<i>p</i>	Eviscerado	<i>p</i>
Septiembre a Octubre 2011	.486	.200	.149	.250	.347	.022
Octubre 2011 a Febrero 2012	5.720	<u>.004 *</u>	.161	.153	.121	.284
Febrero a Abril 2012	.471	.110	.726	.798	.361	.618
Abril a Septiembre 2012	1.792	.596	.525	.376	.334	.040
Septiembre a Octubre 2012	-.698	<u>.002 *</u>	.522	.143	.033	.135
Octubre a Noviembre 2012	3.393	<u>.000 *</u>	.294	.995	.167	.592
Noviembre 2012 a Marzo 2013	1.509	.075	-.388	<u>.000 *</u>	-.039	<u>.006 *</u>
Marzo a Abril 2013	.529	.294	.408	.414	.444	<u>.000 *</u>
Abril a Mayo 2013	3.153	.036	.723	.094	.032	.107
Mayo a Agosto 2013	.756	.281	.646	.307	.156	.716

APÉNDICE 6. Valores de significancia de la variación mensual de los pesos medios de la gónada, hígado y eviscerado en hembras de *C. caballus*

(*Diferencias significativas).

Fecha	Gónada	<i>p</i>	Hígado	<i>p</i>	Eviscerado	<i>P</i>
Septiembre a Octubre 2011	1.035	.815	-.077	.021	.251	.054
Octubre 2011 a Febrero 2012	3.087	.919	.515	.334	-.026	.099
Febrero a Abril 2012	1.571	.971	.776	.509	.228	.521
Abril a Septiembre 2012	1.944	.200	.140	.184	.114	.841
Septiembre a Octubre 2012	-.750	.191	.820	.154	.251	.037
Octubre a Noviembre 2012	1.352	.074	.457	.128	.104	.466
Noviembre 2012 a Marzo 2013	1.455	.073	-.200	<u>.001</u> *	-.039	<u>.004</u> *
Marzo a Abril 2013	1.704	<u>.007</u> *	.282	.862	.465	<u>.000</u> *
Abril a Mayo 2013	2.321	.494	1.887	<u>.000</u> *	.116	.459
Mayo a Agosto 2013	1.297	.441	.026	.058	.068	.166

LITERATURA CITADA.

1. **Amezcu-Linares F.**, 2009. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF. 149 p.
2. **Ancona P. I., A. E. Mena y V. G. Zapata**, 2004. *Ecología*. Segunda edición. Universidad Autónoma de Yucatán. 118-126 p.
3. **Arellano-Martínez M., A. Rojas-Herrera, F. García-Domínguez, V. B. Ceballos y M. Villalejo-Fuerte**, 2001. Ciclo reproductivo del pargo lujanero *Lutjanus guttatus* (Steindacher 1896) en las costas de Guerrero, México. *Biología Marina y Oceanografía*. **36**:1-8.
4. **Arias C.J. A., E. Zanibon-Filho E. y B. E. Ayala**, 2006. Cycle reproductive indicators for Yamú brycon amazónicos in captivity. *Orinoquia*. **10**: 24-34.
5. **Arias-Aréchiga J. P.**, 2005. Oceanografía pesquera del Golfo de Tehuantepec: El caso del Atún aleta amarilla *Thunus albacares* (Bonnaterre 1788) Tesis de maestría. Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas. IPN. 55 p.
6. **Arreguín-Sánchez F. y E. Arcos-Huitrón**, 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*. **21**:431-462.
7. **Arreguín-Sánchez F.**, 2006. *Pesquerías de México*. p 13-36. En: CEDERSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2006. Pesca, Acuicultura e investigación en México. Comisión de Pesca. Cámara de Diputados, LIX Legislatura / Congreso de la Unión.

8. **Baudy A. y D. Pauly**, 2001. Selective harvesting by small-scale fisheries: ecosystem analysis of San Miguel Bay, Philippines. *Fisheries Research*. **53**: 263-281.
9. **Blackwell B. G., M. L. Brown y D. W. Willis**, 2000. Relative Weight (Wr) Status and Current Use in Fisheries Assessment and Management. *Reviews in Fisheries Science*. **8**: 1–44
10. **Blas-Aritio L.**, 2003. *Zoología de vertebrados*. Barcelona, España.
11. **Briñez-Vásquez G. y L. Francis-Turner**, 2006. Aspectos reproductivos de *Astroblepus homodon* (Regan, 1914) (Pisces: Siluriformes) en la cuenca del río Coello, Tolima. *Revista tumbaga*. **1**:5- 20.
12. **Brown M. L. y B.R. Murphy**, 2004. Seasonal dynamics of direct and indirect condition indices in relation to energy allocation in largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacèpede). *Ecology of Freshwater Fish*. **13**:23-36
13. **Buñag D. M.**, 1956. Spawning habits of some Philippine tuna based on diameter measurements of the ovarian. *Philippine Journal of Fisheries* **4**:75-145.
14. **Cabrera E., V. Robles y H. Paz**, 2008. *Gamete extraction techniques*. Cap. 1. En: Cabrera et al. (Ed) *Methods in reproductive aquaculture marine and freshwater species*. CRC Press. New York.
15. **Carrasco-Montiel M. B.**, 1984. Biología reproductiva de la mojarra *Aequidensis rivulatus* (Gunther, 1859) Cichlidae. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 79 p.
16. **Cifuentes-Lemus J. L., P. Torres-García y M. Frías**, 2003. *El océano y sus recursos IX. La pesca*. 5th edición. FCE, SEP, CONACYT. México. 182 p.
17. **Coayla Berroa R. y P. Rivera Miranda**, 2008. Estudio sobre la seguridad en el mar para la pesca artesanal y en pequeña escala. América Latina y el Caribe. *Circular de Pesca*. No. 1024/2. Roma, FAO. 58 p.
18. **Comisión nacional del agua y Servicio meteorológico nacional**. 2014. Canícula en México. Caracterización, resumen 2013 y perspectiva preliminar 2014.

19. **CONAPESCA**, 2010. *Carta Nacional Pesquera año 2012*.
20. **CONAPESCA**, 2009. *Anuario estadístico de acuacultura y pesca*. México, D.F. 316 p.
21. **Csirke J.**, 1980. *Introducción a la dinámica de población de peces*. FAO. Documento técnico pesca. Roma, Italia. 82 p.
22. **DeVlaming V., G. Grossman y F. Chapman**, 1972. On the use of the gonadosomatic index. *Comparative Biochemistry and Physiology*. **73**: 31-39.
23. **Díaz M, G. Iturbide y I. García**, 1985. *Los pescadores de la costa norte de Chiapas*. Serie: los pescadores de México. Vol. 6. Cuadernos de la casa chata. 159 p.
24. **Espino-Barr E. y M. Cruz-Romero** 2006. Aspectos generales de la pesca ribereña en el Pacífico Mexicano. Cap. 2: 37-47. En: *Pesca, Acuacultura e Investigación en México*, ed. Guzmán-Amaya, P. y D. Fuentes-Castellanos Comisión de Pesca, Cámara de Diputados.
25. **Espino-Barr E., M. Gallardo-Cabello, E. Guadalupe Cabral-Solís, A. Garcia-Boa y M. Puente-Gómez**, 2008. Growth of the Pacific jack *Caranx caninus* (Pisces: Carangidae) from the coast of Colima, México. *Revista de Biología Tropical*. **56**: 171-179
26. **FAO**. 2006. *Aumento de la contribución de la pesca en pequeña escala a la mitigación de la pobreza y a la seguridad alimentaria*. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 10. Roma, FAO. 89 p
27. **FAO**. 2012. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Departamento de Pesca y Acuicultura de la organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma
28. **Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem**, 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental*. Volumen II Vertebrados parte 1, Roma FAO. 647-1200 p.

29. **Flores H. y A. Smith**, 2010. Biología reproductiva de *Graus nigra* (Perciformes: Kyphosidae) en la costa norte de Chile. *Revista de biología marina y oceanografía*. **45**:659-670.
30. **Fuentes-Castellanos D.** 1996. *Panorama de la pesca ribereña nacional*. Tomo II. 639-648 p. En: Pesquerías relevantes de México. Instituto Nacional de la Pesca
31. **García-Berthou E. y A. R. Moreno-Amich**, 1993. Multivariate analysis of covariance in morphometric studies of the reproductive cycle. *Canadian journal of fisheries and aquatic science*. **50**:1394-1399.
32. **Gómez-Gaspar A.**, 1995. Desarrollo gonadal y sexualidad de peces Teleostos. *Saber*. **7**:2-4
33. **González, P. y C. Oyarzún**, 2002. Variabilidad de índices biológicos en *Pinguipes chilensis* valenciennes 1833 (Perciformes, Pinguipedidae): ¿Están realmente correlacionados? *Gayana Concepción*. **66**:249-253. Recuperado en 04 de octubre de 2013, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382002000200023&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0717-65382002000200023.
34. **González, P.**, 2001. Biología reproductiva y conducta trófica de *Pinguipes chilensis* valenciennes 1833 (Perciformes: Pinguipedidae). Tesis de maestría en Ciencias mención Zoología. Universidad de Concepción, Chile. 160 p.
35. **Granado-Lorencio C.**, 2002. *Ecología de peces*. Universidad de Sevilla. 353 p.
36. **Gutiérrez Z. M. y M. E. Cabrera**, 2012. *Pesca ribereña en Guerrero*. Primera edición. México D.F. Instituto Nacional de Pesca. 88 p.
37. **Helfman G. S, C. B. Bruce y E. F. Douglas**, 1997. Cycles of activity and behavior. Cap. 22 384-405. En: Helfman G. S, C. B. Bruce y E. F. Douglas (Ed.) *The diversity of fishes*, Douglas. Blackwell Science Inc.
38. **Hernández-Aguilar S. B.**, 2012. Ecofisiología de la reproducción del pez vela *istiophorus platypterus* en el océano Pacífico mexicano. Tesis de

- doctorado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S. 194 p.
39. **Hoar W.S., D.J. Randall y E.M. Donaldson** (eds), 1983. *Fish physiology. Vol. 9. Reproduction. Part A. Endocrine tissues and hormones*. Academic Press New York, 483 p.
 40. **Holden M.J. y D.F.S. Raitt**, 1975. *Manual de ciencia pesquera Parte 2: Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación*. FAO. Roma, Italia.
 41. **Huss H. H. 1998**. Composición Química del Pescado. En: El pescado fresco: Su calidad y cambios en su calidad. FAO. Reporte Técnico de Pesca 348. Italia, Roma.
 42. **INEGI**, 2006. *El Sector Alimentario en México*, Serie de estadísticas sectoriales, edición 2006.
 43. **INEGI**, 2013. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca edición 2012.
 44. **Introzzi R. A. y I. G. Duhalde**, 1986. Estudio de las concentraciones de Ácidos Nucleicos (RNA, DNA) en músculo blando e hígado de la lisa (*Mugil brasiliensis*) a lo largo de su periodo de reposo y maduración gonadal. *Revista de investigación y desarrollo pesquero*. **6**:117-129.
 45. **Inturias-Canedo A.**, 2007. Edad, crecimiento y reproducción de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonía Boliviana. Tesis de maestría. Universidad Mayor San Andrés. La paz, Bolivia. 70 p.
 46. **Iwaszkiw J. M. y O. H. Padín**, 1989. Fecundity of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, from Buenos Aires Lake (Santa Cruz Province, Argentina). *Journal of Fish Biology*. **36**: 97-98.
 47. **Juárez Torres M., M. Flores Escobar y J. Luna Martínez**, 2007. *El sector pesquero en México*. Documento Interno de Trabajo de Financiera Rural. 45 p.
 48. **Kenneth V. K. 1999**. Sistema reproductor 522-548 p. En: Kenneth V. K (Ed.) Vertebrados. Anatomía comparada, función y Evolución. Mac GRAW-HILL Iberoamericana. España.

49. **King, M.** 1995. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Blackwell Publishing. Australia.
50. **Kobelkowsky A.** 2007. Diversidad morfológica del sistema de conductos excretores de los peces teleósteos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. **78**: 105- 116.
51. **Kobelkowsky A.** 2005. El sistema urogenital y caracteres sexuales secundarios de los peces. Tesis de Doctorado. UAM Iztapalapa. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. México D.F.
52. **Kobelkowsky A.** 2012. Morphological diversity of the ovaries of the Mexican teleost fishes. *International Journal of Morphology*. **30**:1353-1362.
53. **Lagler F. K., J. E. Bardach, R. R. Miller y D. R. May Passino,** 1990. *Ictiología* 2^{da} edición. México. AGT Editor. 489 p.
54. **Lara-Lara J. R.,** 2008. Los ecosistemas marinos. En: *Capital natural de México, Vol. 1: Conocimiento actual de la Biodiversidad*. CONABIO, México. 135-158 p.
55. **Lima-Junior S. E., I. Braz -Cardone y R. Goitein,** 2002. Determination of a method for calculation of Allometric Condition Factor of fish. *Maringá*. **24**: 397-400.
56. **López-Pérez R., Z. R. Bastida, M. S. García-Madriral, L. N. Barrientos, H.A. Torres, M. A. Montoya, V. F. Benítez y H. J. Meraz,** 2012. ¿Cuánto sabemos de la diversidad de la fauna marina y costera de Oaxaca? 435-449 p. En: Sánchez A. J., X. Chiappa-Carrara y P. R. Brito (Ed.). *Recursos acuáticos costeros del sureste*, ed. Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del Estado de Yucatán, 2012.
57. **Loubens G. y J. L. Aquim,** 1986. Sexualidad y reproducción de los principales peces de la cuenca del Río Mamore, Beni-Bolivia. ORSTOM-Cordebene-UTB, Trinidad (Bolivia), *Informe Científico*. **5**:45.
58. **Lucano Ramírez G., S. Ruíz-Ramírez, B. Aguilar-Palomino y J. Rojo-Vázquez,** 2001. Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y Mar*. **5**: 13-20.

59. **Mathew S.**, 2003. Small-scale fisheries perspectives on an ecosystem-based approach to fisheries management 47-63 p. En: Msinclair y G Valdimarsson (Ed.) *Responsible fisheries in the Marine Ecosystem*. FAO. London.
60. **Mira L. T., V. Medina-Robles y P. E. Cruz-Casallas**, 2010. Testicular Morphology of Yaque *Leiarius marmoratus* (Pisces: Siluridae) in Maturity Reproductive Stage. *International Journal of Morphology*. **28**:421-426.
61. **Monreal-Gómez M. A. y D. A. Salas de León**, 1998. Dinámica y estructura termohalina. Cap. 2, 13-26p. En: Tapia-García (Ed.) *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
62. **Montana-Camacho J.**, 2005. Diseño de sistemas de información geográfica para la pesca artesanal en Sinaloa. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Mazatlán, Sinaloa. 119 p.
63. **Morales-Gómez A. D.**, 2013. Algunos aspectos reproductivos de la almeja gigante *Panopea generosa* de Bahía Magdalena Baja California Sur, México. Tesis de maestría. Facultad de estudios superiores Zaragoza. México, D.F.
64. **Moyle P.B. y J.J. Cech Jr.**, 2004. *Fishes: an Introduction to Ichthyology*. 5a Ed. Prentice-Hall. New Jersey. 612 p
65. **Nash R. D. M., A. H. Valencia y A. J. Geffen**. 2006. The Origin of Fulton's Condition Factor-Setting the Record Straight. *Fisheries*. **31**: 236-238.
66. **Navarro-Rodríguez M.** 2000. Variación anual de la distribución y abundancia de las larvas de peces de la familia Serranidae, Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae (Perciformes: Actinopterygii) de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Tesis de maestría. Universidad de Colima. Colima, México.
67. **Ommanney D. F.**, 2004. *Los peces*. México. Ediciones Culturales Internacionales. 191 p.

68. **Pacheco M. R. y A. Chirino**, 2004. Algunos aspectos biológicos y ecológicos de la corvina *Bairdella chrysoura* (Pisces: Sciaenidae), como especie dominante del sistema lagunar de Tampamachoco Veracruz en el periodo (mayo 1990-junio 1991). Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. México, D.F.
69. **Padilla-Álvarez F. y A. E. Cuesta-López**, 2003. Clase Osteictios 291-294 p. En: Padilla-Álvarez F. y A. E. Cuesta-López (Ed.) Zoología aplicada, Madrid, España,
70. **Palazón-Fernández J. L.**, 2007, Reproduction of the white grunt, *Haemulon plumieri* (Lacépede, 1802) (Pisces: Haemulidae) from Margarita Island, Venezuela. *Scientia marina*. **71**: 429-470.
71. **Patterson K. R.**, 1992. An improved method for studying the condition of fish with example using pacific sardine *Sardinopus sagax* (Jenyns). *Journal of Fish Biology*. **40**:821-831.
72. **Perera-García M. A., M. Mendoza-Carranza y S. Páramo-Delgadillo**, 2008. Dinámica reproductiva y poblacional del robalo, *Centropomus undecimalis* (Perciformes: centropomidae), en Barra San Pedro, Centla, México. *Universidad y Ciencia*. **24**:49-59.
73. **Ramos-Santiago S.**, 2006. Reproducción, distribución y abundancia del pez *Pseudupeneus grandisquamis* (Perciformes: Mullidae), en el Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Biología Tropical*. **56**: 1103-1112.
74. **Redding J.J. y R. Patiño**, 1993 Reproductive Physiology 503-534p. En: Evans D.H. (Ed.) *The Physiology of Fishes*. CRC Press, Inc.
75. **Resendiz-Rodríguez J. M.** 2002. Análisis comparativo de los ovarios de algunos peces típicos del sistema estuario de Tecolutla, Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
76. **Rodrigues da Costa y F. Gerson-Araújo**, 2003. Length-weight relationship and condition factor of *Micropogonia furnieri* (Demarest) (Perciformes, Sciaenidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista brasileira de zoologia*. **20**: 685-690.

77. **Rodríguez-Gutiérrez M.**, 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. México, DF. AGT Editor. 79 p.
78. **Rodríguez-Valencia J. A. y M. Á. Cisneros-Mata**, 2006. *Captura incidental de las flotas pesqueras ribereñas del Pacífico Mexicano*. Reporte técnico del Programa Golfo de California de WWF-México a la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte. 127 p. Disponible en <http://www.wwf.org.mx/wwfmex/publicaciones.php?tipo=repr>
79. **Rodríguez-Velásquez L.**, 2012. Efecto de la restricción alimenticia sobre el metabolismo energético y el crecimiento en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachipomus* (Cuvier, 1818). Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Bogotá, Colombia. 82p.
80. **Roitman B.**, 1999. *Perspectivas y posibilidades de apoyo al sector pesquero en la Península de Yucatán (Campeche, Quintana Roo y Yucatán)*. Informe Final, 141 p.
81. **Romero-Acosta A. C. y C. Meléndez-Galicia**, 2006. Evaluación pesquera del cocinero (*Caranx caballus*), jurel (*Caranx caninus*), palometa (*Trachinotus rhodopus*) y ojetón (*Selar crumenophthalmus*) de la familia Carangidae en la costa de Michoacán. III Foro Científico de Pesca Ribereña. SAGARPA. Instituto Nacional de la Pesca. Puerto Vallarta, Jalisco.
82. **Ruiz- Ramírez S., G. Lucano-Ramírez, G. González-Sansón, J.A. Rojo-Vázquez y M. Arellano-Martínez**, 2011. Biología reproductiva de *Anisotremus interruptus* (Perciformes: Haemulidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*. **60**: 709-720.
83. **Ruiz-Navarro A, F. J. Oliva-Paterna y M. Torralva**. 2007. Somatic condition of *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846) in Marchamalo wetland (Mar Menor; SE Spain): Effects of management. *Anales de Biología*. **29**: 53-59.
84. **Salgado-Ugarte I. H.** 1995. Nonparametric methods for fisheries data analysis and their application in conjunction with other statistical

- techniques to study biological data of the Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* in Tokyo Bay. Tesis de doctorado en Biociencia Acuática desarrollada en el Departamento de Pesquerías, Facultad de Agricultura de la Universidad de Tokio, Japón, 389 p.
85. **Salgado-Ugarte I. H.** 2002. Suavización no paramétrica para análisis de datos. FES Zaragoza y DGAPA, UNAM, México: 189 p.
86. **Salgado-Ugarte I. H.** 2013. Métodos estadísticos exploratorios y confirmatorios para análisis de datos. Un enfoque biométrico. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y DGAPA. UNAM, México: 291 p.
87. **Salgado-Ugarte I. H. M. Shimizu y T. Taniuchi.**1993. Exploring the shape of univariate data using kernel density estimators. *Stata Technical Bulletin*. **26**: 8-19.
88. **Salgado-Ugarte I. H., J. L. Gómez-Márquez y B. Peña-Mendoza** 2005. Métodos actualizados para análisis de datos biológico-pesqueros. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y DGAPA, UNAM, México: 235 p.
89. **Salgado-Ugarte I. H., M. Shimizu y T. Taniuchi,** 1995a. ASH, WARPing, and kernel density estimation for univariate data. *Stata Technical Bulletin*. **26**:2-10.
90. **Salgado-Ugarte I. H., M. Shimizu y T. Taniuchi,** 1995b. Practical rules for bandwidth selection in univariate density estimation. *Stata Technical Bulletin*. **27**:5-19
91. **Salgado-Ugarte I. H., M. Shimizu y T. Taniuchi.**1997. Nonparametric assessment of multimodality for univariate data. *Stata Technical Bulletin*. **38**: 27-35.
92. **Santos, R.S., S. J. Hawkins y R. D. Nash,** 1996. Reproductive phenology of the Azorean rock pool blenny a fish alternative mating tactics. *Journal of Fish Biology*. **48**: 842-858.
93. **Sarasquete C., M. L. González-de-Canales, C. Piñuela, J. A. Muñoz-Cueto, C. Rendón, E. L. Mañanós y F. J. Rodríguez-Gómez** 2002.

- Características histoquímicas de los ovocitos vitelogénicos del atún rojo, *Thunnus thynnus*. *Ciencias Marinas*. **28**:419–431.
94. **Sarmiento-Náfate S., L. A. Gil y C. Labastida**, 2006. Aspectos biológicos pesqueros de la lisa (*Mugil cephalus*) en el sistema lagunar Huave, Estado de Oaxaca.
 95. **Sevilla M. L.** 1988. *Biología pesquera. Los conocimientos Biológicos y su aplicación a las actividades pesqueras*. Consejo nacional para la Enseñanza de la Biología A. C. México. 39-67 pp.
 96. **Sokal, R.R. y F.J. Rohlf**, 1981. *Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 2nd. ed. W.H. Freeman and Company, Nueva York, 859 p.
 97. **Sparre P. y S. Venema** 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1- manual FAO*. DOCUMENTO TECNICO DE PESCA 3006/1: 1-420.
 98. **Tapia-García M.** 1997. Diversidad dinámica y patrones reproductivos en la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec. SNIB2010-CONABIO proyecto No. B094. México, D.F.
 99. **Tapia-García M.** 1998 Evaluación Ecológica de la Ictiofauna demersal. En: *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, ed. Tapia-García M. 240p. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, 1998.
 100. **Tresierra A. y Culquichicon Z.** 1993. *Biología pesquera*. Trujillo Perú. 432 p.
 101. **Vidal A. J.** 2004. *Peces y procordados*. Barcelona, Océano. 236 p
 102. **Villerías S. S.** 2009. Análisis espacial de la pesca en la Costa Chica de Guerrero. Tesis de Doctorado. Facultad de Filosofía y Letras. Posgrados de Geografía, UNAM. México, D.F. 141p.
 103. **Vizziano, D. y N. Berois**, 1990. Ciclo histológico del ovario de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei: Sciaenidae). *Biología Pesquera*, **19**: 39-47

104. **Weichert C. K. y W. Presch. 1981.** Aparato reproductor. En:
Elementos de Anatomía de los Cordados 4ta. Edición, *ed.* Weichert C. K. y
W. Presch. Mac GRAW-HILL. México, pp: 297-330.