



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

ÁREA ECOLOGIA MARINA

LABORATORIO DE BIOMETRÍA Y BIOLOGIA PESQUERA

**Alimentación y Aspectos Biológico-Pesqueros de algunas
especies de importancia en la pesca artesanal de Puerto Ángel,
Oaxaca.**

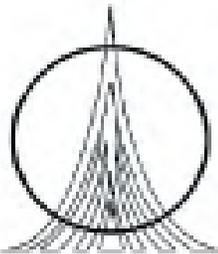
T E S I S

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

P r e s e n t a

DANIEL MATA MARTÍNEZ



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

México, CD. MX.,

2016



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.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	5
○ Cuadro 1. Resumen de antecedentes	
JUSTIFICACIÓN y OBJETIVOS	6
ÁREA DE ESTUDIO	7
○ Figura 1. Localización Geográfica.	
○ Figura 2. Climograma.	
○ Figura 3. Mapas de corrientes oceánicas.	
TAXONOMIA Y CARACTERISTICAS BIOLÓGICAS	10
○ Cuadro 2 y 3. Generalidades y Algunas Descripciones.	
METODOLOGIA	11
○ Cuadro 4. Comparación de métodos de análisis de contenido estomacal.	
○ Cuadro 5. Métodos estadísticos a utilizar.	
RESULTADOS	16
Análisis de la dieta de <i>C. caballus</i> .	
○ Figura 4. Variación mensual del Análisis del método Numérico (%N).	
○ Figura 5. Variación mensual del Análisis del método Gravimétrico (%G).	
○ Cuadro 6. Análisis de los componentes en la dieta utilizando el Coeficiente de Alimentación.	
○ Cuadro 7. Material utilizado para la identificación del grupo alimenticio.	
Índices Morfométricos	20
Figuras 6 (Hembras), 7 (Machos) y 8 (Indeterminados).	
○ a) Gráfica que muestra el comportamiento estacional del Índice de Repleción y el Índice Gonosomático.	
○ b) Gráfica que muestra el comportamiento estacional del Índice Gonosomático y el Índice Hepatosomático.	

- Cuadro 8. Tabla de resumen estadístico.
- Figura 9. Diagrama en escalera de las variables transformadas (Logaritmo natural) para el análisis.
- Figura 10a (Hembras), 10b (Machos) y 10c (Indeterminados). Gráfica que muestra las medias ajustadas por la covariada (logaritmo natural de la longitud patrón (lnlp) por fecha de muestreo a las variables para las hembras que son lnpe=peso estomacal, lnph=peso hígado, lnpev=peso visceral, lnpg=peso gonádico, lnvis=peso eviscerado.

Composición de Tallas mediante la densidad de kernel (EDK's)

29

- Cuadro 9. Tabla de comparación de las modas obtenidas.
- Cuadro 10. Tabla de comparación entre las tallas y los componentes alimenticios.
- Figura 11a (Hembras), 11b (Machos) y 11c (Indeterminados). Gráfica de histogramas mensuales suavizados que refieren la longitud patrón (Lp) de *C. caballus*.
- Figura 12. Diagramas de caja de violín para las distribuciones de frecuencia de tallas.

Proporción Sexual

33

- Cuadro 11. Tabla de estructura de sexo, con base al estadístico χ^2 .
- Figura 13. Gráfica de estructura de sexos.

Relaciones Morfométricas

32

- Cuadro 12. Tabla de Correlaciones.
- Cuadro 13. Parámetros de la relación talla-peso para *C. caballus*.
- Cuadro 14. Tabla de resumen para el análisis de regresión no lineal.
- Figura 14. Relación Longitud patrón y Peso total para *C. caballus*.
- Cuadro 15. Parámetros biológico pesquero de la función de van Bertalanffy.

Análisis de la dieta de *L. inermis*

36

- Figura 15. Variación mensual del Análisis del método Numérico (%N).
- Figura 16. Variación mensual del Análisis del método Gravimétrico (%W).
- Cuadro 16. Análisis de los componentes en la dieta utilizando el Coeficiente de Alimentación.
- Cuadro 17. Material utilizado para la identificación del grupo alimenticio.

Índices Morfométricos	39
Figura 17 (Hembras) y 18 (Machos).	
○ a) Gráfica que muestra el comportamiento estacional del Índice de Repleción y el Índice Gonosomático.	
○ b) Gráfica que muestra el comportamiento estacional del Índice Gonosomático y el Índice Hepatosomático.	
Análisis Multivariado de Covarianzas	42
○ Cuadro 18. Tabla de resumen estadístico.	
○ Figura 19. Diagrama en escalera de las variables transformadas (Logaritmo natural) para el análisis.	
○ Figura 20a (Hembras) y 20b (Machos). Gráfica que muestra las medias ajustadas.	
Composición de Tallas mediante la densidad de kernel (EDK's)	46
○ Cuadro 19. Tabla de comparación de las modas obtenidas.	
○ Cuadro 20. Tabla de comparación entre las tallas y los componentes alimenticios.	
○ Figura 21a (Hembras) y 21b (Machos). Gráfica de histogramas mensuales suavizados que refieren la longitud patrón (Lp) de <i>L. inermis</i> .	
○ Figura 22. Diagramas de caja de violín para las distribuciones de frecuencia de tallas.	
Proporción Sexual	49
○ Cuadro 21. Tabla de estructura de sexo, con base al estadístico X^2 .	
Relaciones Morfométricas	50
○ Cuadro 22. Tabla de Correlaciones.	
○ Cuadro 23. Parámetros de la relación talla-peso para <i>C. caballus</i> .	
○ Cuadro 24. Tabla de resumen para el análisis de regresión no lineal.	
○ Figura 23. Relación Longitud patrón y Peso total para <i>C. caballus</i> .	
○ Cuadro 25. Parámetros biológico pesquero de la función de van Bertalanffy.	
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFIA	55

Dedico este trabajo:

A mis Padres ARTURO y SILVIA, por su ejemplo y brindarme siempre lo mejor.

A mi hermana BETY y en general a toda mi familia, quienes son parte fundamental en mi vida, están siempre en mi mente todo el apoyo y cariño que me han brindado.

A mis amigos y otros compañeros que he conocido en esta etapa...

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Zaragoza (FESZA) por la oportunidad de formarme dentro de la ciencia pesquera del cual me siento muy orgulloso de ser miembro.

Al Programa UNAM-DGAPA-PAPIME EN206213, por el apoyo a través de la beca otorgada hace algunos años.

A mi director de tesis Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte, por todo el apoyo y facilidades que me ha otorgado para continuar mi formación.

Al Dr. José Luis Gómez Márquez y Biol. José Luis Guzmán Santiago por sus valiosas observaciones y sugerencias para la conclusión de este trabajo.

A los integrantes del comité tutorial M. en C. Verónica Mitsui Saito Quezada y M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo, por las recomendaciones hacia este documento.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es conocer la biología alimenticia del cocinero (*Caranx caballus*) y de la rabirrubia (*Lutjanus inermis*) por su importancia ecológica y económica, para su aprovechamiento racional, ante ello es necesario determinar el lugar que ocupan dentro de la red alimenticia por medio del análisis del contenido estomacal. Para tal fin se efectuó durante un ciclo anual muestreos mensuales de Noviembre del 2013 a Enero del 2015. De un total de 240 datos de análisis de estómagos de la captura realizada del cocinero (*C. caballus*); y de 147 datos de la rabirrubia (*L. inermis*) en la zona de Costa Chica, Oaxaca, por medio del análisis numérico y gravimétrico, se registró la importancia de 3 grupos o categorías principales que forman parte del componente alimenticio en el cocinero (Peces, Moluscos y Crustáceos) y solamente 2 grupos (Peces y Crustáceos) en la dieta del rabirrubia; por lo que se clasificaron como especies depredadoras, debido a la diversidad de presas presentes en los estómagos.

En el análisis porcentual numérico (%N), la categoría más numerosa es la de Crustáceos 80.56%, seguida de los Peces 10.34% y por último los Moluscos 2.82%, en el cocinero y para la rabirrubia el grupo de los Crustáceos dominan con un 84.82%, seguida de los Peces con 7.14%. En el análisis porcentual gravimétrico (%G) la primera categoría la conforman los Peces con 82.46%, seguida de los Crustáceos 6.2% y por último los Moluscos 2.28%, en el cocinero y para la rabirrubia el grupo de los Crustáceos dominan con un 43.52%, seguida de los Peces con 27.69%; Noviembre, Septiembre y Enero son los meses con mayor abundancia en presas, de las cuales se encuentra las siguientes presas: Peces (Clupeidae, Caragidae); Crustáceos (Euphausia y *Portunus*) y Moluscos (*Octopus*).

Las presas corresponden a hábitats de organismos epipelágicos, debido a la presencia de peces e invertebrados, lo que sugiere que es un depredador en función de la variación en la disponibilidad del alimento.

El ANMUCOVA se aplicó como alternativa para el estudio de otros índices morfométricos y el uso de las medias ajustadas por el tamaño es una buena recomendación; muestra los meses con mayor alimentación así como también los períodos de desove indicado por los valores medios ajustados más altos de gónadas, ajustadas por la covariada para los datos totales. Los pesos intestinales y hepáticos estuvieron relacionados directamente y al mismo tiempo ambos mostraron una relación positiva con el peso eviscerado. El peso del contenido estomacal mostró una tendencia opuesta al gonadal y similar con el patrón de variación del peso del hígado y del intestino.

La alimentación se incrementa en los primeros meses del año cuando en la zona se encuentra el flujo de la Corriente de California (CC): fría, de baja salinidad y alta en O₂, la cual llega hasta Chiapas y la Corriente Norecuatorial (CNE): caliente, alta salinidad y baja en O₂. Por lo que, al encontrarse estas dos corrientes provocan diferencias de temperatura o incrementos dramáticos de salinidad que son capaces de hundir masas de agua.

Otro máximo de alimentación comienza en otoño ya que en la zona se presentan surgencias intensas debido a la interacción de frentes fríos que bajan por el istmo de Tehuantepec, produciendo un aporte masivo de nutrientes que pone en marcha cadenas productivas que benefician el reclutamiento y el crecimiento de las especies.

Las dos especies se reproducen casi todo el año y esto es a partir de Marzo aprovechando la alta productividad primaria que se genera con la corriente Norecuatorial y la corriente de California y finaliza en Diciembre con el aprovechamiento de las surgencias.

En los histogramas suavizados (Estimadores de Densidad por Kernel) se observaron dos y tres modas dominantes de frecuencia de tallas.

La proporción sexual, mostró que el número de machos es igual al número de hembras, relación 1:1; en el caso del cocinero, se acepta en los meses de Enero, Abril y Mayo; con presencia de peces indeterminados principalmente en el mes de Mayo.

En el caso de la rabirrubia, a excepción de los meses de Enero y Mayo se acepta la relación y no hay presencia de indeterminados durante la temporada de estudio.

De acuerdo al análisis de regresión tanto lineal como no lineal, ambas especies de la región, tienen un crecimiento alométrico negativo, lo que significa que crecen más en longitud que en peso.

INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera posee un valor económico, social y alimentario en México como en el resto del mundo, las capturas generan divisas y proporciona empleo directo. Se estima que en México más de 150,000 personas se dedican a las pesquerías ribereñas (PR), llamadas también artesanales o de pequeña escala y se calcula que en 2009 se generaron unas 100,000 embarcaciones. A la vez, se considera que contribuyen con casi el 50% de la producción pesquera total en México. Se destaca que la variación anual del empleo se debe a la incertidumbre de las actividades pesqueras y estacionalidad de los recursos ícticos, así como del complejo comportamiento del mercado y las costumbres de los actores sociales (Gutiérrez-Zavala & Cabrera-Mancilla, 2012). La PR explota una gran diversidad de especies de importancia comercial (Villerías-Salinas, 2009), la producción está conformada por recursos de escama, como huachinangos y pargos (Lutjanidae), corvinas y berrugas (Sciaenidae); mero (Serranidae); jureles, pámpano y torito (Carangidae); sierra y peto (Escombridae); lisas o lebranchas y las lisas macho o cabezonas (Mugilidae); robalos (Centropomidae), botas (Bastilidae), mojarra (Gerridae) y barracudas (Sphyrnidae) (SAGARPA, 2012). La escama ribereña se compone de una diversidad tan amplia que comprende desde los recursos asociados a la línea de costa y ambientes lagunares estuarinos, incluso visitantes ocasionales de las aguas continentales, hasta las comunidades de peces marinos asociados a fondos someros o profundos, de tipo rocoso o arrecifal y fondos suaves, arenosos, arcillosos o fangosos. Habitan la columna de agua desde la costa hasta el borde de la plataforma continental, cerca de los 200m, el componente pelágico costero se desplaza siguiendo el perfil de la costa y la dirección de las corrientes, en amplios movimientos latitudinales. En las pesquerías de escama marina del Pacífico la ictiofauna representa un 60% de la diversidad costera conocida para el país, con 271 especies distribuidas en 146 géneros y 61 familias; se utiliza una gran diversidad de artes de pesca como son las redes de enmalle, líneas de mano, palangres, calas, entre otras, las cuales varían en sus materiales de construcción, dimensiones y sistemas de operación según sea el recurso objeto de la pesca. En muchos poblados el recurso pesquero es comercializado en mercados como productos ahumados, secos o salados y se utilizan a menudo para producir harina y aceite de pescado (Espinosa-Bernal, 2010).

Actualmente existe un consenso entre científicos y encargados de manejar recursos acuáticos, sobre la necesidad de completar el manejo tradicional de las pesquerías por un manejo integral del ecosistema (holísticos), esto es, con técnicas que consideren explícitamente las interacciones ecológicas (Walters *et al.* 1997). Es la estrategia más apropiada a la hora de enfrentar problemas ambientales que se encuentran interrelacionados en el ambiente acuático, como pueden ser la sobreexplotación pesquera, la eutrofización del ambiente, la contaminación, entre otros.

Los peces constituyen el grupo más antiguo y diverso de los vertebrados con 27, 977 especies validas hasta el momento con importancia ecológica y económica en México la variedad de formas de estos organismos es grande, su explotación se reduce a unas cuantas familias y su distribución a lo largo de las costas mexicanas y epicontinentales también es variada (Espinosa-Pérez, 2014). Por su distribución respecto a la costa se indican 2 tipos de organismos:

- Pelágicos-costeros.- Solitarios o gregarios, se asocian en grandes cantidades de individuos de pocas especies, son de vida relativamente corta, fecundidad y crecimiento elevados.
- Pelágicos-oceánicos.- Presentan un ciclo de vida más largo que los costeros, procesos de alimentación y reproducción muy especiales, con migraciones en busca de alimento y temperaturas más templadas.

Para comprender claramente el papel que ejercen los peces en los ecosistemas marinos, es necesario obtener aspectos de su biología como lo son sus hábitos alimentarios, reproducción (estado gonádico), distribución, etc. Uno de los parámetros biológicos más importantes, desde el punto de vista ecológico, es el conocimiento de la alimentación de los peces, ya que permite conocer los eslabones tróficos que ligan a estos con el ecosistema, brinda información sobre los diferentes ítems de los que se alimenta el individuo e incluso la abundancia de las especies que consumen, aportando información indispensable para definir lineamientos en el manejo de los recursos pesqueros, ya que el estudio empírico de los hábitos tiene que ver en la PR con el uso de carnada adecuada para aumentar la eficiencia de las capturas (Saucedo-Lozano, 2000).

El comportamiento alimenticio es característico de cada especie, la alimentación puede cambiar en una misma especie, de acuerdo a la localidad, las condiciones del alimento, la estacionalidad (desde un punto de vista numérico), la edad o el sexo (Saucedo-Lozano, 2000). La cantidad de alimento ingerido está determinada con el tiempo de alimentación (hora del día o la época del año), estado fisiológico (tiempo de reproducción) y el tamaño del organismo. La mayoría de los peces están adaptados en forma tal que el alimento ingerido y digerido proporciona energía para los procesos biológicos, así como para obtener una restauración de componentes celulares destruidos (Encinas, 2008).

Las fluctuaciones de los organismos que sirven de alimento son a menudo cíclicas y se deben a factores tanto bióticos como abióticos, dentro de los factores bióticos se puede incluir la competencia por el espacio para los sitios de reproducción y la conducta de alimentación, etc., y entre los factores abióticos se encuentra la temperatura, distribución latitudinal de los organismos, la luz, transparencia del agua, concentración de sales biogénicas, corrientes, profundidad, tipo de sustrato, etc. (Lagler *et al.* 1984); en el caso de la pesca el conocimiento del comportamiento se relaciona con la forma de capturar peces (métodos y artes de pesca), lo que puede ayudar a conocer la distribución y abundancia del recurso (Saucedo-Lozano *et al.* 2012).

El primer estado en el ciclo de vida de un pez se completa gracias a las reservas alimenticias que recibe del saco vitelino, pero después de un corto tiempo debe subsistir mediante consumo de alimento, siendo el grupo más diversificado, el tipo de alimento que consume varía notablemente, a pesar de esto los peces adultos pueden ser: depredadores, filtradores, succionadores y parásitos (Lagler *et al.* 1984); también teniendo especies que tienen dieta mixta, lo que dificulta su ubicación en un nivel trófico determinado. De acuerdo con Nikolsky (1963) los peces se pueden clasificar con base en la variación en los tipos de alimento consumidos, como sigue:

- Eurofágicos, que se alimentan de gran variedad de alimentos.
- Estenofágicos, que se alimentan de pocos tipos diferentes de alimentos.
- Monofágicos, que se alimentan de un solo tipo de alimento.

ANTECEDENTES

Cuadro 1. Resumen de antecedentes.				
Autor y Lugar	Periodo- Fecha	Presa	Procedimiento	Observación
(Saucedo- Lozano <i>et al.</i> 2012) Colima Carangidae	Diciembre 2000 – Diciembre 2001	Peces, Crustáceos, Moluscos, Cnidarios, Y Quetognatos.	Análisis del Contenido Estomacal (A.C.E) de 271 especímenes. Estimación de tallas y descripción de sus etapas reproductivas para determinar el tamaño en el inicio de la madurez.	El método Gravimétrico (%G) y Volumétrico (%V) no varían a lo largo del año, mostrando preferencia por peces en organismos de talla mediana y grande y él %N por los crustáceos, en organismos de tallas pequeñas.
(Espinosa- Bernal. 2010) Oaxaca Coryphaena	Mayo 2000 – Junio 2001	Crustáceos 57% Carangidae 23% Cefalópodos 9% Parásitos 11%	A.C.E de larvas y 114 dorados. Estimación de tallas y valores gonadosomáticos.	Especie voraz, alimentación ligada a ambientes epipelágicos. Tallas 36.5-162 cm (Longitud Furcal). Proporción de sexo 2:1 macho-hembra, excepto agosto 1:1, invierte marzo 1:2.
(Doncel & Paramo. 2010) Caribe Colombiano Lutjanidae	2010	%N= <i>Portunus</i> , %G=Gasterópoda %FO= <i>Portunus</i> , IIR= <i>P. Gasterópoda</i>	A.C.E. de 148 estómagos, espectro trófico nivel general, por sexo y talla, aspecto ecológico presas	1ra talla obtenida son depredadores generalistas con preferencias a tallas menores 2da talla tiene un alto grado especialización y preferencias por tallas mayores.
(Rojas-Herrera <i>et al.</i> 2004) Guerrero Lutjanidae	Febrero, Octubre y Diciembre 1993- Enero, Marzo y Diciembre 1994	Engraulidae, Clupeidae, Carangidae, Muraenidae (Peces); Malacostráceos (Crustáceos); Cefalópodos, Gasterópodos, (Moluscos); Poliquetos (Anélidos).	Análisis del Contenido Estomacal. Se calcularon los índices de diversidad (Levins 1968) y de traslape de las dietas.	Mediante valores mensuales del índice de diversidad de Levins, muestran que ambas especies presentan una dieta diversa y un número reducido de presas tienen un predominio numérico significativo.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que la ecología trófica de una especie está vinculada a su dinámica poblacional, el conocimiento de la alimentación contribuye a la comprensión de temas tales como selección de presas, depredación, competencia y preferencias de hábitat. El tener un conocimiento de la alimentación de las especies puede aportar bases teóricas importantes que permitan describir las interacciones tróficas existentes entre estos, así como los hábitats a los que acuden para alimentarse; por tal motivo, es de importancia la generación de este tipo de conocimiento biológico y ecológico. Dicha información es de gran valor para establecer estrategias de conservación y desarrollo. Por lo tanto, es un elemento clave en la protección de especies y ecosistemas.

HIPOTESIS

Se espera que las preferencias alimenticias de los peces exista una variación dado que la alimentación es amplia y cuya cantidad respecto a la diversidad como la abundancia de presas es regulada por las temporadas del año que originan cambios en la estructura de la red trófica del sistema, por lo tanto, se encontrará una diferencia entre sexos y tamaños en los pesos medios del contenido estomacal. Por lo que en los meses de temporada de Nortes se encontrará mayor espectro trófico que en la temporada de lluvias.

OBJETIVO GENERAL

Conocer la alimentación de *Caranx caballus* (Günther, 1869) y *Lutjanus inermis* (Peters, 1869) por medio del análisis del contenido estomacal durante un ciclo anual (Noviembre 2013-Enero 2015) en diferentes estaciones climáticas en Puerto Ángel, Oaxaca.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Evaluar el contenido estomacal utilizando los métodos Gravimétrico (%G) y Numérico (%N) en función de la talla.
- Analizar la importancia de los ítems utilizando el Coeficiente de alimentación (Q).
- Aplicar el análisis multivariado de covarianza como alternativa al índice de repleción.
- Analizar la estructura poblacional por sexos y determinar la proporción sexual (X^2) y por tallas (estimadores de densidad por kernel) para cada especie.
- Determinar la relación peso-longitud para cada especie.

METODO

Área de estudio

Comprende la región denominada Costa del Pacífico (de Mazatlán a la frontera con Guatemala) y se caracteriza por un alto relieve costero; muchos ríos con cuencas pequeñas y marcada estacionalidad; plataforma continental estrecha (5-10km). De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973), la región es de clima cálido subhúmedo ($Aw_0(w) igw''$), el más seco de los subhúmedos con la temporada de lluvias localizada en verano y presencia de Canícula, siendo estas superiores al límite que es de 900mm; la temperatura máxima anual es de 32°C en el mes de Julio, el mínimo de 22°C en Diciembre y una media anual de 27.6°C.

En general, las profundidades son menores de 1,828m, la línea batimétrica que corresponde a esa profundidad pasa frente a Puerto Ángel a una distancia de 22Km y atraviesa el Golfo de Tehuantepec con ondulaciones, hasta llegar a unos 87Km mar adentro (Monreal-Gómez & Salas de León. 1998).

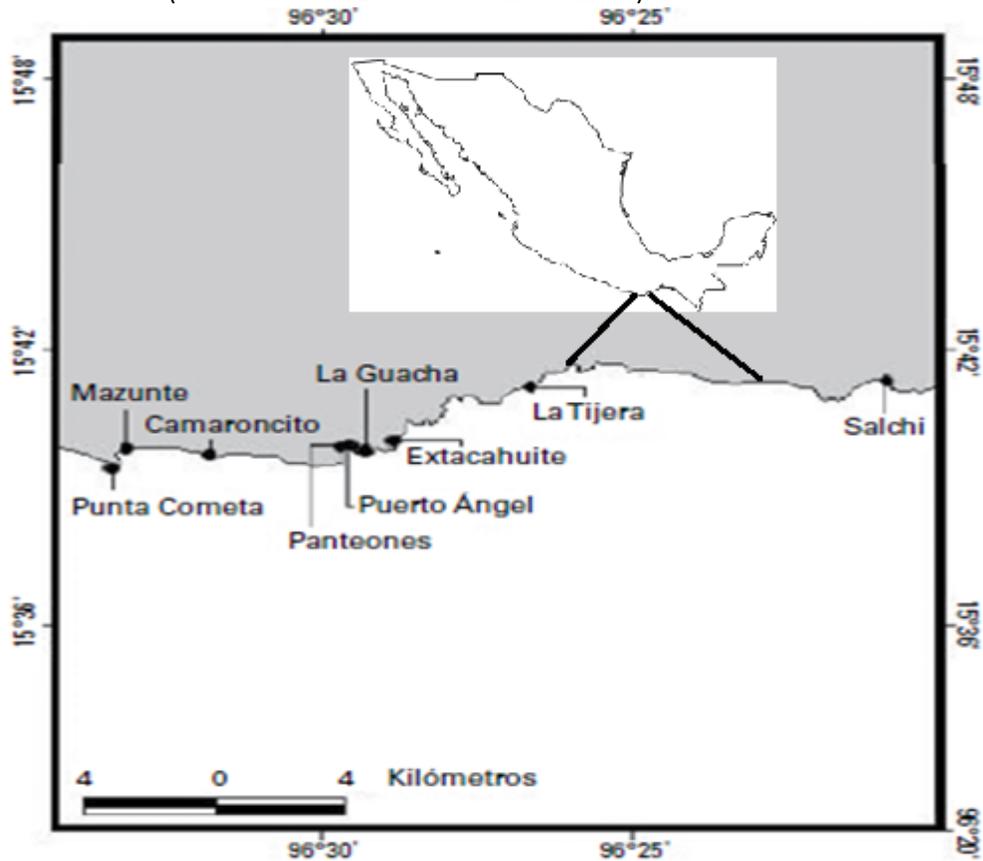


Figura 1. Mapa de la localización del área de estudio (Tomado de López & López. 2008).

La región conocida como “Costa Chica” de Oaxaca (Figura 1), abarca desde las Bahías de Huatulco hasta la frontera con el estado de Guerrero, con una extensión de 280km entre Punta Galera y Bahía de Huatulco; se encuentra en los límites de 2 regiones oceanográficas:

- La mexicana que comprende desde Baja California Sur hasta el límite con el Golfo de Tehuantepec, caracterizada por corrientes débiles y variables que en invierno tienen una dirección hacia el Sureste y en verano hacia el Noroeste.
- La centroamericana que comprende desde el Golfo de Tehuantepec hasta Panamá, siendo su principal características la influencia de vientos tanto del Pacífico como del Atlántico.

La presión atmosférica del Golfo de México es más alta que del lado del Océano Pacífico, resultando en un gradiente de presión que produce fuertes vientos hacia el sur con una aceleración de hasta 50m/s. Las ondas frías del norte que pasan a través del Istmo llega a una atmósfera más cálida, produciendo “vientos de descenso” de fuerte intensidad, los cuales se conocen como “Tehuano” que son generados por anticiclones polares que se originan en el noroeste de Canadá y que se mueven hacia el suroeste llevando un frente frío. Estos vientos afectan la dinámica del Golfo de Tehuantepec pues producen un arrastre del agua hacia el sur compensándola con aguas profundas ricas en nutrientes que suben a la superficie para reemplazar el agua costera que ha sido alejada por el viento.

Las surgencias son detectables por la diferencia de temperatura en la superficie y debido al aporte de nutrientes que ponen en marcha cadenas productivas intensas que benefician el reclutamiento y el crecimiento de los peces. Los márgenes continentales reciben los productos de intemperismo y constituye una de las zonas más fértiles de los océanos donde la productividad es alta, por lo que altas concentraciones de materia orgánica son sepultadas junto con los aportes continentales (Carranza-Edwards *et al.* 1998).

Dada las características geográficas del Golfo de Tehuantepec, las condiciones atmosféricas y físico-químicas generan condiciones favorables para la formación de minerales de fósforo; estos minerales están frecuentemente asociados con áreas de surgencia o de aguas ricas en nutrientes (Carranza-Edwards *et al.* 1998). En general la temperatura superficial del Pacífico mexicano se mantiene entre los 25-30°C en los primeros 30m de profundidad, estando al sur de la isoterma de los 33°C durante la mayor parte del año, lo que genera la presencia de 4 periodos climáticos anuales (Figura 2):

- Diciembre-Abril.- Se encuentra la época seca mayor, con frecuencia y velocidad de los alisios más intensa.
- Mayo-Junio.- Es la época húmeda menor.
- Julio-Agosto.- Es la época seca menor.
- Septiembre-Noviembre.- Época húmeda mayor, con mayor influencia de vientos del suroeste y debilitamiento del noroeste.

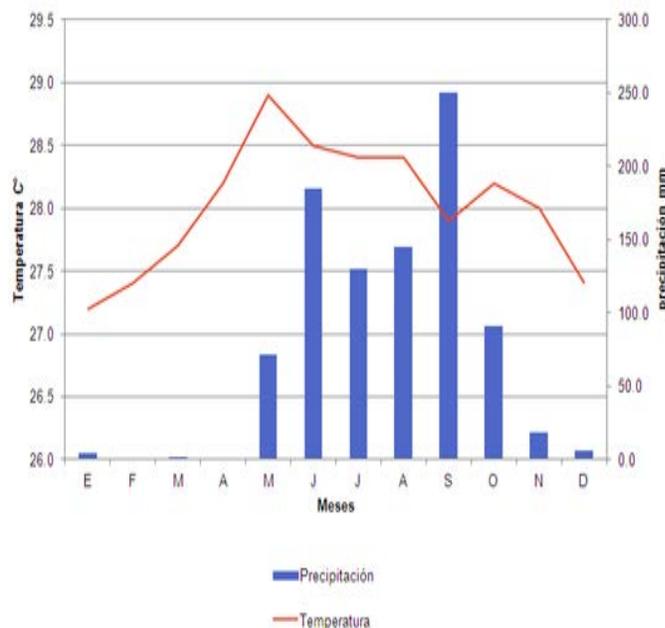


Figura 2. Climograma de Puerto Ángel, Oaxaca (Tomado de García. 1973)

La circulación oceánica superficial en el Pacífico Tropical Este, está dominada en invierno que es época de secas y en primavera (Octubre a Abril), por los nortes y los vientos alisios del Este que son vientos intensos con promedio de 27km/hr; por lo cual la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se encuentra prácticamente en el Ecuador; la Contracorriente Norecuatorial (CCNE) llega hasta América Central, mientras que la Corriente de California (CC -fría y de baja salinidad, anchura de 666Km con una contracorriente pegada a la costa-) alimenta a la Corriente Norecuatorial entrando al Golfo de Tehuantepec en las capas sub superficiales (Figura 3a).

En los meses de Mayo a Octubre cuando ocurren las lluvias (de 800-1200mm), la estacionalidad climática de la zona se encuentra influenciada por el patrón de circulación de los vientos alisios y por el desplazamiento de la ZCIT, ocasionando baja productividad (Monreal-Gómez & Salas de León. 1998) (Figura 3b).

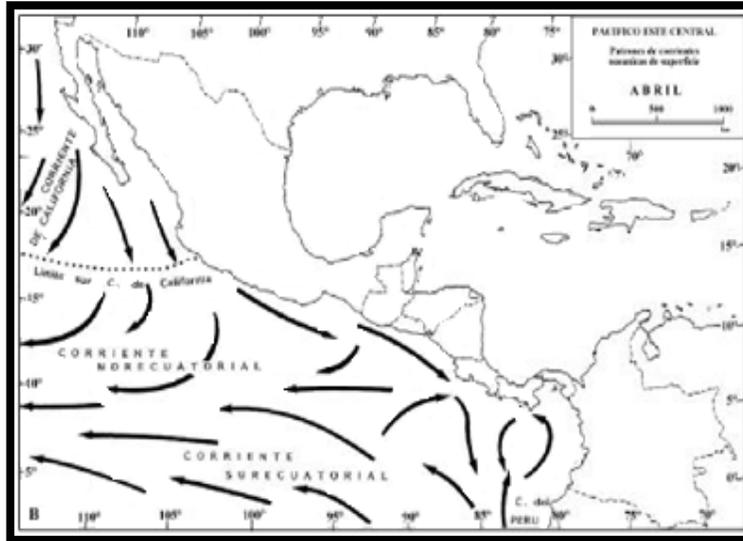


Figura 3a. Corrientes en el Pacífico Mexicano durante el mes de Abril (Secas- estiaje-) (Tomado de Espinosa. 2010).

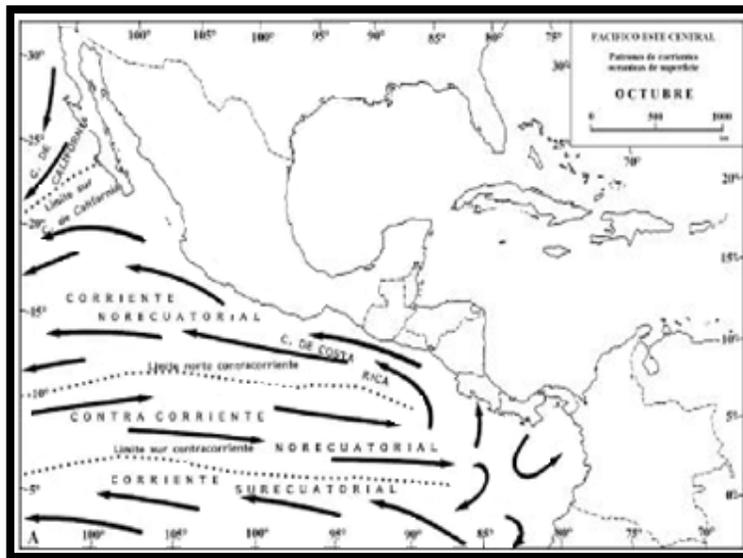


Figura 3b. Corrientes en el Pacífico Mexicano durante el mes de Octubre (Húmeda) (Tomado de Espinosa. 2010).

Selección del material

Cuadro 2. Clasificación Taxonómica	
Reino	Animalia
División	Cordados
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciforme
Familia	Carangidae
Genero	<i>Caranx</i>
Especie	<i>C. caballus</i>

Características: Cuerpo alargado y fusiforme, cabeza pequeña y ojos de 3.2 a 4.3cm en la cabeza; hocico chato, boca larga ligeramente oblicua, el maxilar no alcanza la parte media del ojo; dientes tipo caninos presentes en ambas mandíbulas, vómer, palatinos. Especie altamente voraces y con un amplio espectro trófico (Saucedo-Lozano *et al.* 2012).

Cuadro 2a. Generalidades y Algunas Descripciones. (SAGARPA. 2010)	
Nombre común: Cocinero, Jurel bonito, Chile verde (Green Jacket)	
Nombre científico: <i>Caranx caballus</i> (Günther. 1869)	
Unidad de pesca	La pesca se lleva a cabo en embarcaciones menores de fibra de vidrio con motor fuera de borda de diferente caballaje. Las áreas de pesca se localizan alejándose poco de la línea costera hasta profundidades máximas promedio de 100m. Y regresan tras una jornada de trabajo de 12hrs. Se utiliza red agallera de superficie de 8.9cm de malla. Otros artes de pesca son línea de mano o cuerda, el chinchorro playero, almadraba y curricán.
Indicadores de la pesquería	En Oaxaca se encuentra la principal pesquería ribereña de la costa del Pacífico, que se desarrolla todo el año en la franja costera comprendida entre Puerto Escondido y Puerto Ángel. El incremento en las capturas está condicionado por la demanda como producto para carnada en la pesca de tiburón y para consumo humano. Su alta abundancia relativa, su carne de baja a media calidad y la falta de intermediarios entre los pescadores y los consumidores, han mantenido los precios accesibles para personas con bajos ingresos que van desde \$ 7.5 – 16.5 pesos mexicanos en 2006 y de \$ 46 – 55 pesos mexicanos en 2010.
Lineamientos y estrategias de manejo	En términos pesqueros el recurso no presenta problemas de explotación; sin embargo, es claro que está situación puede cambiar en la medida en que la demanda del producto se incrementa, de tal manera que es necesario generar información acerca de sus aspectos biológicos, pesqueros y de dinámica poblacional que permita a futuro evaluar su pesquería. Se considera conveniente establecer de manera regional una talla mínima de captura y un tamaño de malla adecuado para la pesca comercial dirigida.

Cuadro 3. Clasificación Taxonómica	
Reino	Animalia
División	Cordados
Clase	Actinopterygii
Orden	Perciforme
Familia	Lutjanidae
Genero	<i>Lutjanus</i>
Especie	<i>L. inermis</i>

Características: Cuerpo delgado y fusiforme; boca relativamente pequeña, el maxilar se extiende hasta delante de los ojos; ojos grandes; los dientes y la mandíbula pequeñas y cónicas, amplia ligeramente en la parte delantera; diente vomerinos triangular. Todas sus especies son depredadoras; generalmente activas de noche y amanecer, y durante el crepúsculo, alimentándose principalmente de crustáceos y peces (Saucedo-Lozano. 2000).

Cuadro 3a. Generalidades y Algunas Descripciones. (SAGARPA. 2010)	
Nombre común: Curvina, Pargo rabirrubia, Sandia Nombre científico: <i>Lutjanus inermis</i> (Peters. 1869)	
Unidad de pesca	Se usan embarcaciones menores de fibra de vidrio con motor fuera de borda, de diferente caballaje. Las áreas de pesca se localizan desde la línea de costera hasta profundidades máximas promedio de 100m. Los principales artes de pesca son línea de mano o cuerda, red agallera de fondo y palangre escamero (cimbra) operados por la noche o al amanecer cuando se trata de líneas de mano; las cimbras y redes agalleras son de fondo y se operan en promedio de 10-12hrs de reposo en la zona de pesca. Las redes agalleras tienen tamaño de luz de malla de 8.2cm y caída de 50 mallas (5m) y la longitud promedio es de 200 a 300m.
Indicadores de la pesquería	La jornada de trabajo varía de 6 a 12hrs, según el equipo de pesca que emplea. Los juveniles y subadultos se crían en sistemas lagunares estuarinos. El desove que se presenta de Michoacán a Oaxaca, se concentra en primavera y otoño. Se presentan diferentes fases de madurez a lo largo de todo el año.
Lineamientos y estrategias de manejo	Debe establecerse una talla mínima de captura de 28cm de longitud total para evitar la pesca de organismos juveniles, debe respetarse la talla de primera madurez sexual y los grupos de edad adulta cercanos a la plataforma externa, que proveen cíclicamente el stock pescable. Las áreas geográficas que deben protegerse deben incluir las desembocaduras de los ríos y zonas de reclutamiento y alimentación como son zonas rocosas y coralinas. Se recomienda que la longitud máxima de las redes agalleras sea de 600m, caída máxima de 100 mallas y luz de malla de 101.6mm; que la longitud máxima del palangre de fondo no exceda de 2000m de línea madre, con 500 anzuelos del tipo recto del número 5. Se sugiere una veda de crecimiento para el pargo, de agosto a septiembre.

METODOLOGÍA

Recolecta de datos

Los muestreos se llevaron a cabo mensualmente y los puntos específicos se realizaron en zonas de desembarco pesquero de Puerto Ángel, Oaxaca, buscando obtener la mayor representatividad de individuos de diferentes tallas para cada especie (técnicas de redes de cerco, trampas, con líneas y anzuelo). Posteriormente se disectaron por la cavidad abdominal, localizando el estómago, extrayéndolo y finalmente preservándolo con formol al 10% para evitar que la digestión continúe, de esta manera tanto el estómago como el contenido estomacal quedarán en frascos de vidrio, por último, se obtuvo el contenido estomacal el cual es preservado en alcohol al 96%. A cada muestra se le tomaron los datos siguientes:

- Longitud Total, Patrón, Furcal y longitud del estómago (cm) con un ictiómetro convencional.
- Peso total, del tracto digestivo, del hígado, de las gónadas y del contenido estomacal (gr) con una balanza con precisión de 0.1g.
- Fecha de captura
- Sexo

El sexo se identificó mediante la observación de las gónadas, hay varias escalas que indican los grados de madurez sexual de los peces que describen el tamaño de la gónada respecto al cuerpo, la coloración y su textura.

Análisis de la dieta.- En el laboratorio se realizó el análisis del contenido el cual es lavado con agua para eliminar el formol en el que se preservó y para la obtención del peso total se utilizó una balanza digital con precisión de 0.1g. Los contenidos estomacales fueron examinados con un microscopio estereoscópico.

Análisis de datos.- Se aplicaron métodos utilizados frecuentemente en estudios tróficos de peces y se expresaron en porcentaje para determinar la importancia de cada presa. Cada método muestra las categorías importantes en la dieta, de acuerdo a los atributos que este posea. Cuando se toman muestras pequeñas y la variación en las categorías alimenticias es grande, cada método da diferentes resultados (Hyslop. 1980):

Cuadro 4. Comparación de métodos de análisis de contenido estomacal.			
Método	Ventajas	Desventajas	Observaciones
Numérico (%N) $N = n/NT * 100$ n= Número total de cada presa identificada NT= Número total de presas.	Sencillo y tiempo reducido, Determinación hasta el Taxón más bajo posible. Conviene contar únicamente partes duras.	Precisión depende mucho del estado de digestión de la presa (sub o sobre) estimar la muestra.	Se contabiliza el número de cada presa consumida y el número total de todas las presas.
Gravimétrico (%G) $P = P/PT * 100$ P= peso (gr) de cada tipo de alimento (ítem). PT= peso total de todas las presas.	El peso empleado es el hidratado, por que usualmente se tienen muchas muestras, difícil, tardado y necesidad de equipo para transformarlo en peso seco	Cierto grado de error cuando el material se encuentra preservado en formol. Peso seco empleado cuando se requiere saber calorías al organismo.	Se pesa cada presa en una balanza digital. El peso de cada ítem fue referido al peso total de las presas estimado para la totalidad de las presas encontradas en los estómagos.

Los métodos que se usan tienen ventajas y desventajas, el (%N) otorga mayor importancia al número de presas encontradas, pudiendo ser pequeñas y poco representativas. Por otra parte, el (%G) puede sobreestimar la importancia de presas de gran peso, pero escasamente representadas. Con el fin de reducir problemas y para desarrollar un análisis, más completo se utilizó el índice siguiente:

- Coeficiente de alimentación, Hureau (1970): $Q = \%N * \%G$.

El Q permite la evaluación adecuada de la importancia de los componentes en la dieta del pescado, teniendo en cuenta el peso y el número de presas: $Q > 200$ preferido; $20 < Q < 200$ secundario; $Q < 20$ accidental.

Cuadro 5. Métodos estadísticos a utilizar.	
Método	Procedimiento
$IR = (PCE/PT) * 100$ IR=índice repleción PCE= peso de contenido estomacal PT=peso total	Medición para conocer las relaciones ecológicas como la intensidad de la alimentación, patrones de alimentación, límites en la alimentación en el medio ambiente. Medidas correlacionadas positivamente con el tamaño y se utilizan para estimar otros procesos relacionados: <ul style="list-style-type: none"> • Peso gonadal relacionado a la madurez y el desove, los cuales dependen del sexo, estadio sexual, tamaño del individuo, temporada del año. • Peso Corporal reflejo de procesos fisiológicos involucrados en la reproducción y la supervivencia. • Peso total usado para estimar la condición. <p style="text-align: right;">García-Berthou & Moreno-Amich (1993)</p>
ANMUCOVA (Salgado-Ugarte <i>et al.</i> 2005)	Permite la interpretación simultánea de tendencias en los valores medios ajustados, tomando a los 2 tipos climáticos de la zona: lluvias y secas. Se utiliza como variable dependiente los pesos fisiológicos y como covariable la longitud estándar y como factores utilizo la fecha de muestreo y el sexo. Para linearizar las relaciones de los peces con la longitud estándar y homogeneizar las varianzas se aplica una transformación logarítmica. Alternativa para otros índices morfo métricos como el IR.

<p>Composición de tallas por EDK's</p> <p>(Salgado-Ugarte. 2002)</p>	<p>Histogramas y Polígonos de Frecuencia.- Empleados para analizar datos de frecuencia como estimadores de densidad de un conjunto de datos, pero que ofrecen problemas de discontinuidad entre intervalos de clase, dependen del origen de los intervalos y no poseen métodos para seleccionar la amplitud fija de banda (h) lo que resulta en una representación desproporcionada de la densidad en el centro y las colas.</p> <p>EDK's.- Métodos de selección que se enfocan a encontrar la h óptima, aplicando la amplitud de banda optima de Silverman (1986) calculada con programas estadísticos. En lugar de usar función constante cuadrada utilizan un kernel que son funciones de densidad de probabilidad suave y simétrica, esto es, integra a la unidad por lo que produce figuras redondas en lugar de rectángulos.</p> <p>Stata.- El programa llamado <i>warpdenm</i>, es un método basado en el promedio de Histogramas desplazados, que permite el cálculo de los EDK's reduciendo considerablemente el número de operaciones, para uso general el 10 valor que conduce a una buena aproximación de la densidad, existen varios procedimientos para elegir un valor adecuado para la amplitud de banda (h) parámetro de suavización.</p>
<p>Proporción sexual</p> <p>χ^2</p>	<p>Sirve para analizar la composición sexual y para conocer los ciclos y periodos reproductivos de las poblaciones icticas.</p> <p>La conducta reproductiva tiene periodos regulares, siendo (1: 1), partiendo de la idea que sean monógamas.</p> <p>La prueba de bondad de χ^2 puede ser usada para probar si existe diferencia significativa entre un número esperado, basado en la H_0.</p> <p>H_0= Número de machos = Número de hembras (Relación 1: 1).</p> <p>H_a= Número de machos \neq Número de hembras (Rel. Dif. 1: 1).</p> <p>Se utiliza las frecuencias de machos y hembras de cada muestreo mensual.</p>
<p>Relaciones Morfo-métricas</p> <p>(Long-Peso)</p>	<p>Todo crecimiento implica un cambio en la magnitud de Longitud-Peso en un organismo, con el tiempo a medida de que crece las relaciones se manifiestan como una función potencial cuya pendiente puede diferir considerablemente entre especies, poblaciones, sexos de una misma población o entre individuos del mismo sexo y de una misma población.</p> <p>Considerando estaciones anuales, la relación que suele apegarse a la expresión potencial:</p> $P = a L^b$ <p>Donde P= es el peso, L= la longitud, a y b son constantes empíricas, la transformación linealizada:</p> $\log P = \log a + b \log L$

Donde b es la pendiente de la recta, permite conocer el grado de isometría del crecimiento de los individuos.

$b = 3$ crecimiento isométrico.

$b \neq 3$ crecimiento alométrico. Esta puede ser de dos tipos:

Alométrico – ($b < 3$) nos indica que el organismo gana en mayor proporción longitud que peso.

Alométrico + ($b > 3$) nos indica que hay ganancia mayor de peso que de longitud. (Lagler *et al*, 1984).

Para esta relación, lo correcto es utilizar la regresión funcional por mínimos cuadrados.

Suponiendo una densidad constante, si el pez mantiene una forma esencial durante el crecimiento, $b=3$, pudiéndose por tanto hablar de isometría en la L-P.

RESULTADOS

Análisis de la dieta de *C. caballus*.

De un total de 240 datos de análisis de contenido estomacal en la captura realizada de Noviembre del 2013 a Enero del 2015 de *C. caballus* en la zona de Costa Chica, Oaxaca y con la utilización de los métodos de análisis (Numérico y Gravimétrico), se registró la importancia de 3 grupos o categorías principales que forman parte del componente alimenticio (Peces, Moluscos y Crustáceos) y un 4to ítem indicado como MONI (Materia Orgánica No identificable).

Respecto a la abundancia y con base en el análisis porcentual numérico (%N), el componente alimentación más abundante es la de Crustáceos que dominan con un 80.56%, seguida de los Peces con un 10.34% y el MONI con 6.26% y por último los Moluscos con 2.82%.

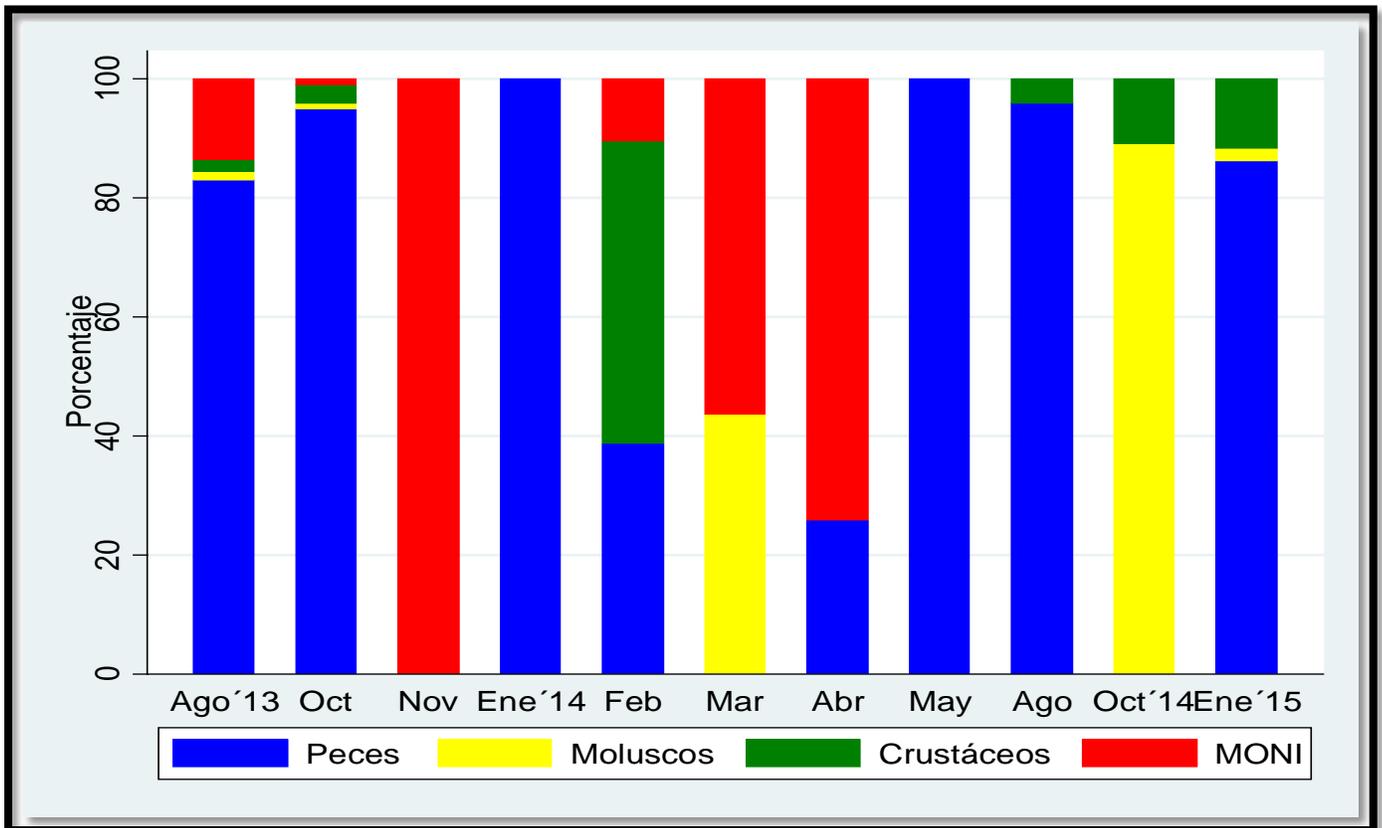


Figura 4. Variación mensual del análisis estomacal por el método Numérico (%N).

Con base en la Figura 4, los Crustáceos, tienen aparición en los meses de Agosto y Octubre en ambos años, Febrero'14 y Enero'15; seguido del grupo de los Peces que en Noviembre'13, Marzo'14 y Octubre'14 no se registra el consumo de este grupo; por último, la categoría de los Moluscos en los meses de Agosto'13, Octubre'13 y Enero'15 tienen una representación escasa en comparación con Marzo'14 donde junto con el MONI y Octubre'14.

En el análisis porcentual gravimétrico (%G) la categoría más abundante la conforman los Peces con un 82.46%, seguida del MONI con 9.04% y los Crustáceos con un 6.2% y por último los Moluscos con 2.28%.

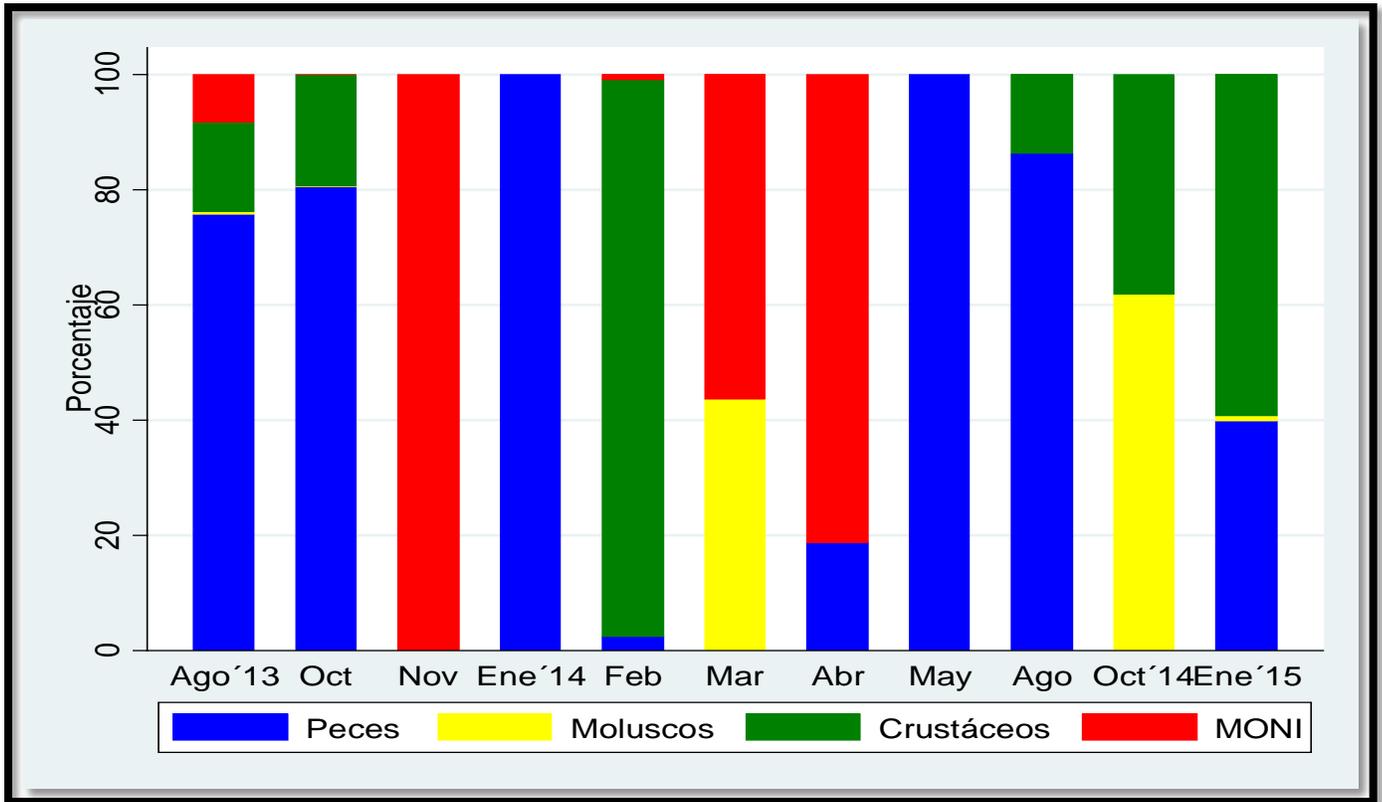


Figura 5. Variación mensual del análisis estomacal por el método Gravimétrico (%G).

Con base en la Figura 5, se identifica que la categoría más abundante es la de los Peces que domina durante casi todo el año al igual que en el %N, seguida de los Crustáceos y por último los Moluscos.

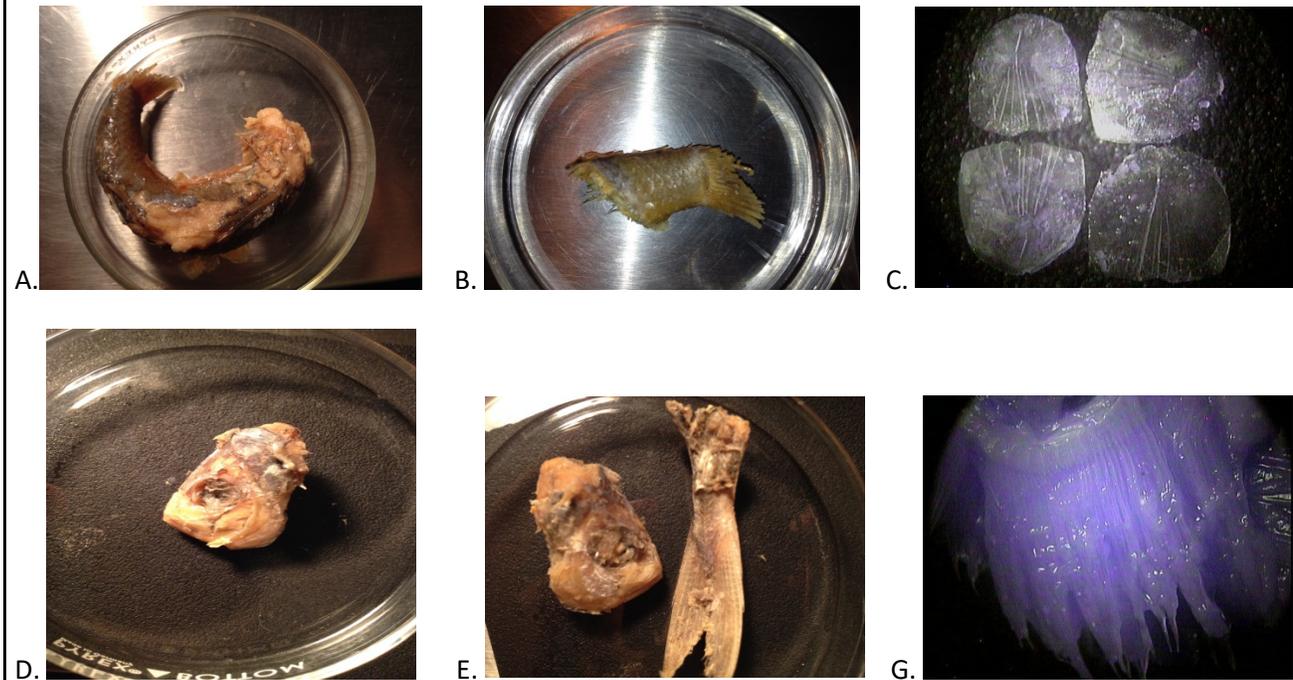
El Coeficiente de alimentación porcentual (%Q), representa para los Peces un valor de 60.23%, para los Crustáceos 35.3%, MONI 4.28% y para Moluscos 0.19%. De acuerdo a los valores de la escala del Coeficiente de alimentación (Q), que se obtiene de la multiplicación de los índices %N y %G, los peces con 853.07 y los Crustáceos con 499.93 tienen un valor mayor a 200, por lo que, son un elemento importante en la dieta (1río, preferidos); los Moluscos aparecen como alimento accidental en la dieta (3río) con un valor de 6.43 (Cuadro 6).

Especie \ Ítem	Peces	Crustáceo	Molusco	MONI
<i>Caranx caballus</i>	853.07 (1río, Preferido)	499.93 (1río, Preferido)	6.43 (Accidental)	56.73 (Secundario)

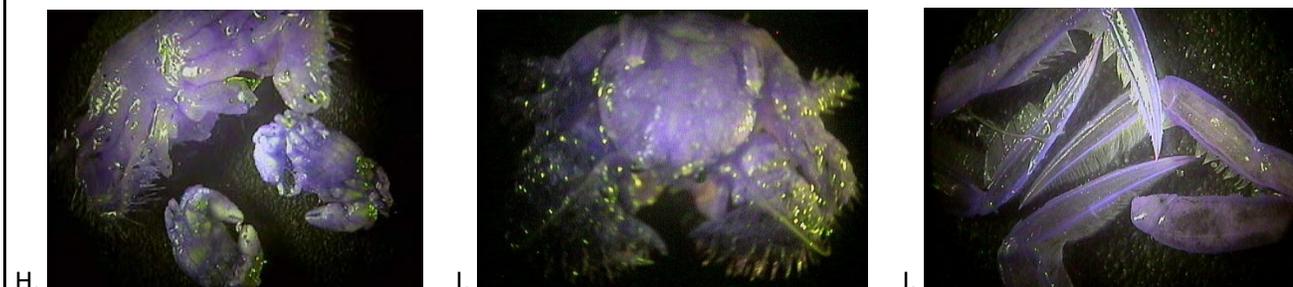
En el cuadro 7 se muestran los diferentes elementos utilizados para la identificación de los organismos; dentro de los moluscos, únicamente se registraron picos y restos sin digerir con proporciones bajas, razón por la cual son alimentos circunstanciales.

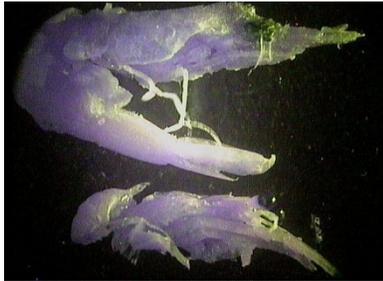
Cuadro 7. Material utilizado para la identificación del grupo alimenticio.

Peces: Cuerpo tipo fusiforme y Cola homocerca (Figuras A y B), Escamas cicloideas (Figura C), Cabeza y Cola homocerca (Figura D y E), Branquio-espinas (Figura G).



Crustáceo: Cangrejos (Figuras H y I), Exo-esqueleto (Figura J), Camarones (Figura K), Larva Zooplancton (Figura L)



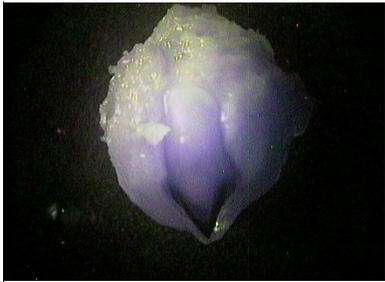


K.

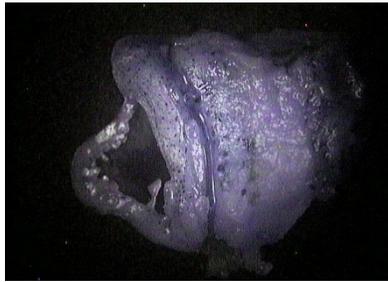


L.

Molusco: Pico (Figura M), Tentáculo (Figura N), Ventosas (Ñ).



N.



Ñ.



O.

Materia Orgánica No Identificable (Figura P).



P.

Índices Morfométricos.

En las figuras 6, 7 y 8 se muestran con líneas las medias de los datos del Índice de Repleción (IR), Índice Gonosomático (Igs) e Índice Hepatosomático (Ihs), los cuales indican una variación; también se puede apreciar puntos que indican la existencia de valores extremos que pueden estar por debajo o arriba de los valores medios.

Los valores medios demuestran que en las hembras con respecto al índice de repleción, presentan picos o incrementos visuales sobre la condición del organismo en los meses de Enero'13, Abril'14 y Agosto'14 y los meses donde se registraron valores mínimos fueron Marzo'14 y Noviembre; con respecto al índice gonosomático los meses con valores máximos son Abril'14, Octubre'14 y Noviembre'14 y el valor mínimo se encuentra en el mes de Marzo'14 y Mayo'14.

El comportamiento del índice de repleción muestra una tendencia opuesta al índice gonosomático en el mes de Octubre'14, esto es, cuando la alimentación baja se presenta un aumento en los valores gonosomáticos y en el mes de Enero'15 ocurre lo opuesto, suben los valores de alimentación y los de reproducción bajan (Figura 6a).

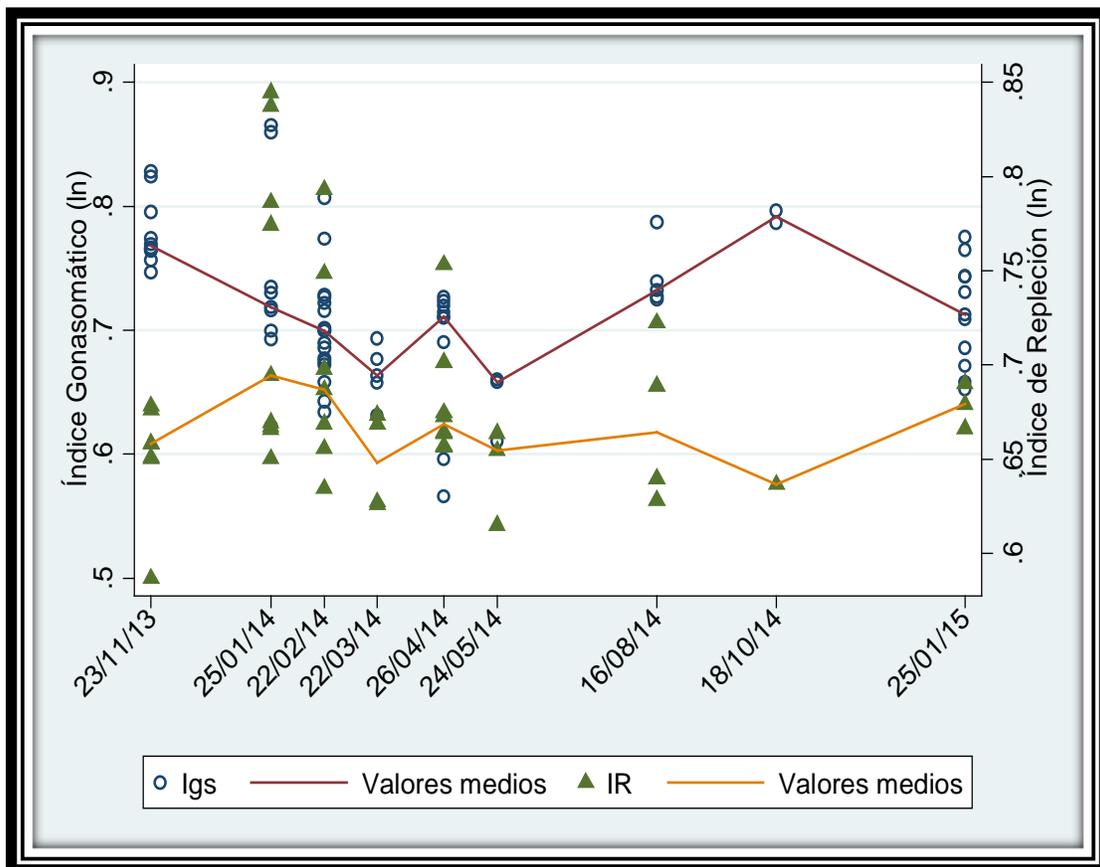


Figura 6. a) Variación estacional del Índice de Repleción y el Índice Gonosomático en hembras.

El comportamiento del índice Hepatosomático muestra una tendencia similar al índice Gonosomático (Figura 6b).

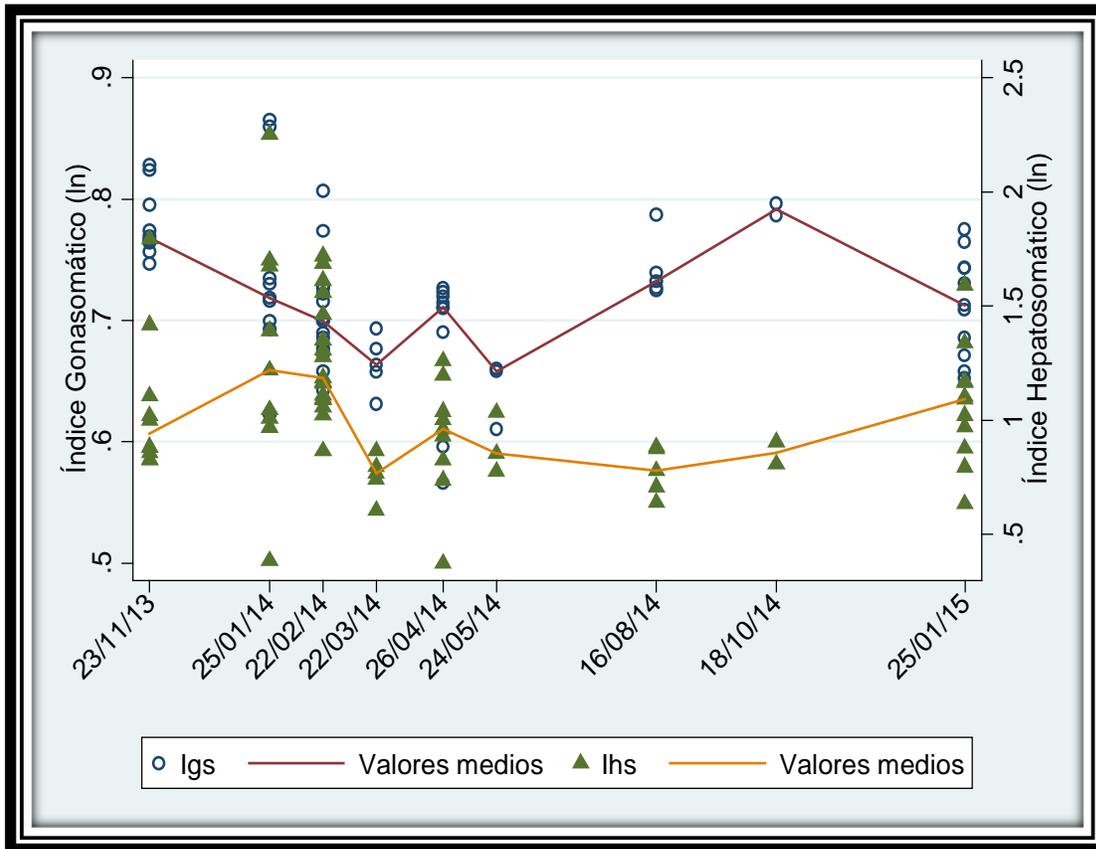


Figura 6. b) Variación estacional del Índice Gonosomático y el Índice Hepatosomático en hembras.

En la figura 7a, los valores medios en los machos demuestran que con el índice de repleción en Febrero´14 se presenta un aumento en el consumo de alimento y los meses donde se registra descenso en los valores fue de Abril´14 a Octubre´14; con respecto al índice gonosomático los valores máximos ocurren en Febrero´14, Octubre´14 y Noviembre´14, los valores mínimos se encuentran en el mes de Abril´14.

El comportamiento del índice de repleción muestra una tendencia opuesta al índice gonosomático en el mes de Octubre´14, esto es, al mismo tiempo que en la hembra, la alimentación baja y se presenta un aumento en los valores gonosomáticos y en el mes de Enero´15 ocurre lo opuesto, suben los valores de alimentación y los de reproducción bajan.

El comportamiento del índice Hepatosomático muestra una tendencia similar al índice Gonosomático excepto en Agosto´14 y Octubre´14 (Figura 7b).

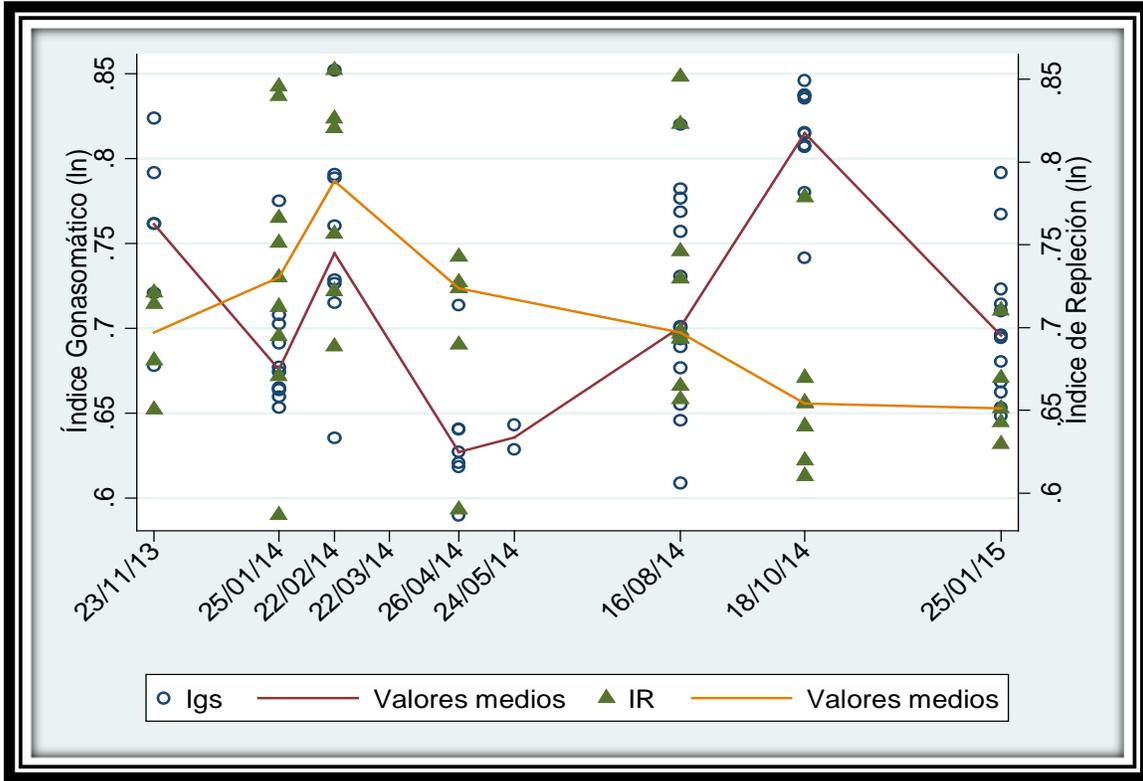


Figura 7. a) Variación estacional del Índice de Repleción y el Índice Gonosomático en machos

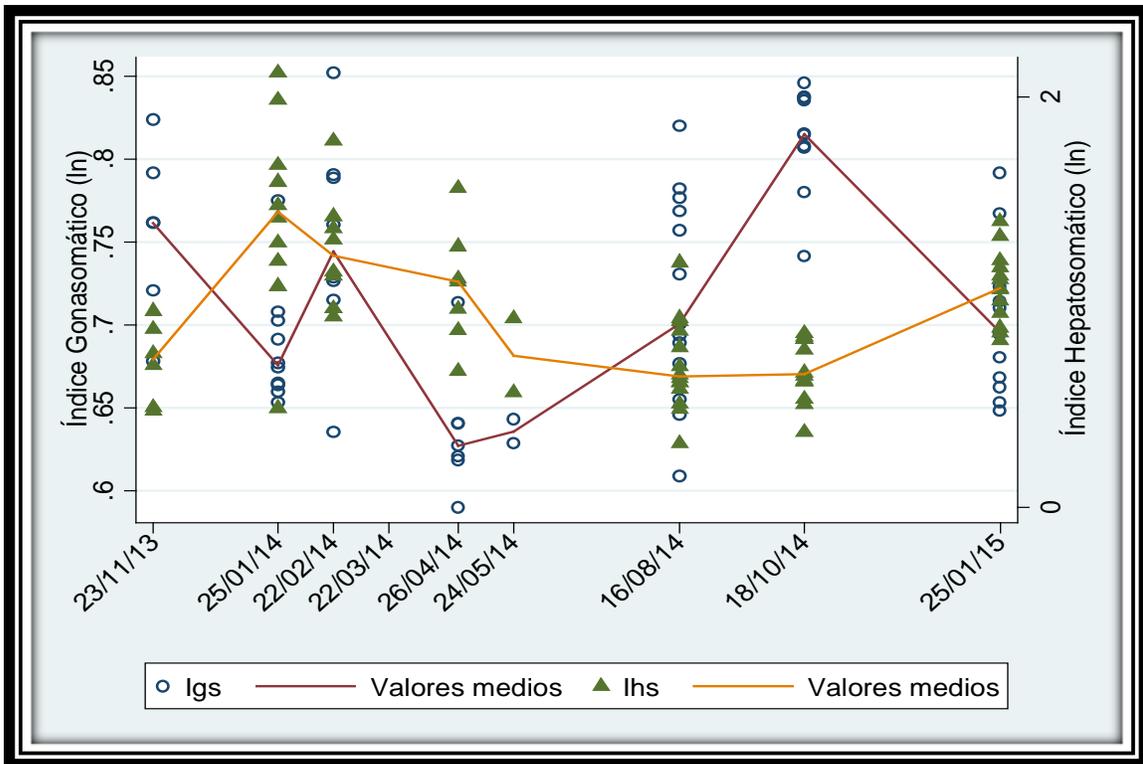


Figura 7. b) Variación estacional del Índice Gonosomático y el Índice Hepatosomático en machos.

En la figura 8, los valores medios demuestran que los indeterminados con respecto al índice de repleción los meses en que se presentan un pico de alimentación es en Febrero´14, Abril´14 y Agosto´14, donde se registran valores mínimos fue los meses de Marzo y Mayo; con respecto al índice gonosomático se registran valores mínimos en los meses de Enero´14 y Mayo´14.

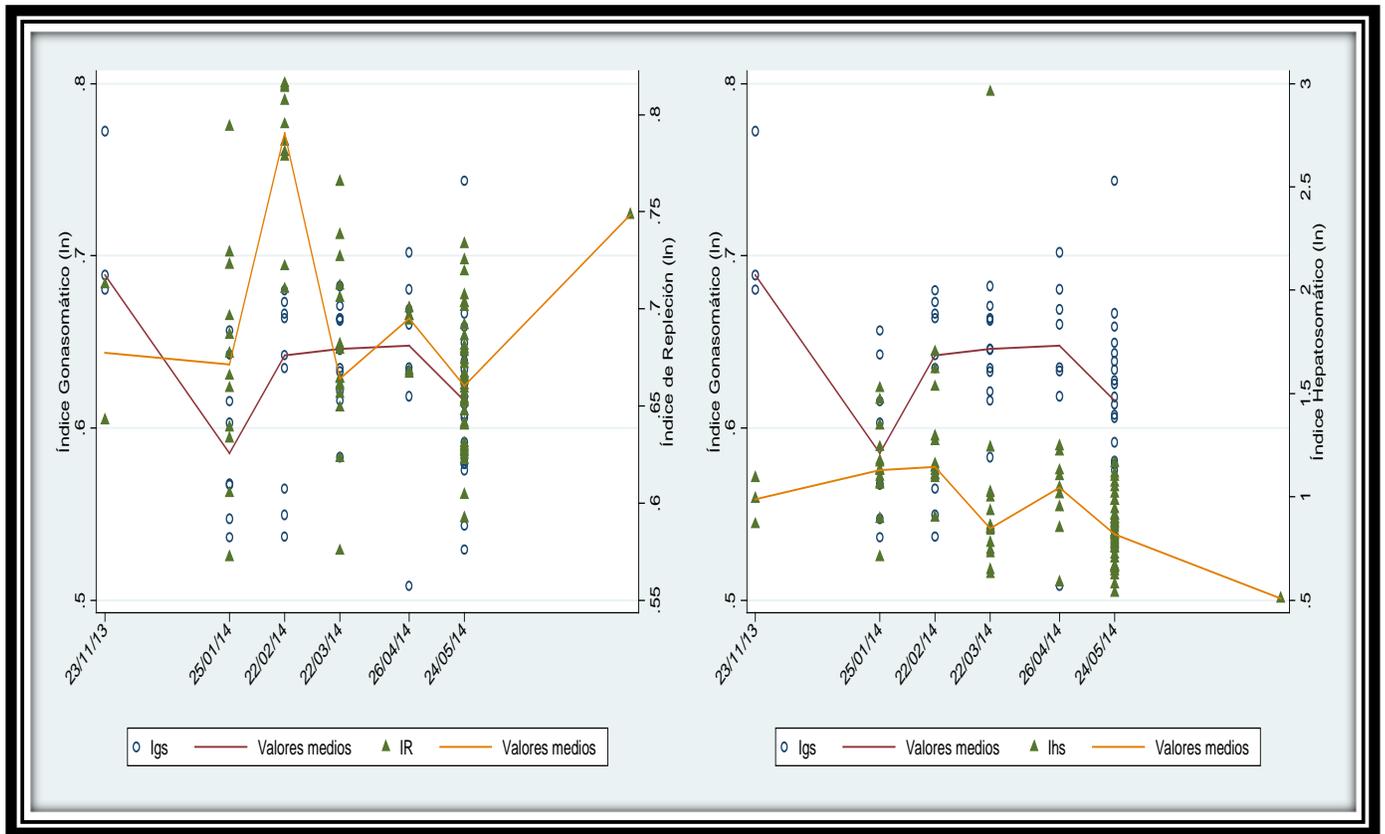


Figura 8. Variación estacional del Índice de Repleción vs Índice Gonosomático, y el Índice Gonosomático vs el Índice Hepatosomático en indeterminados.

Análisis Multivariado de Covarianza.

Para la realización de la ANMUCOVA se linearizaron los datos de peso y longitud (Cuadro 8) y se aplicó una transformación logarítmica (natural), lo que permite satisfacer los requerimientos de linealidad y para la homocedasticidad se ajustó un diseño preliminar con interacción de factores con covariada; para evitar valores negativos fueron multiplicados por un valor constante (10^6) y se probó la dependencia de las variables de peso analizadas con el tamaño del cuerpo.

La Figura 9 presenta las variables transformadas logarítmicamente consideradas para el análisis, a pesar de la dispersión variable alrededor de una tendencia lineal, puede notarse la linealidad en la relación entre los datos morfométricos.

Las gráficas realizadas por medio del ANMUCOVA con el programa estadístico SPSS versión 13 (Figuras 10a, 10b y 10c), muestran los valores medios ajustados por la covariada en este caso la longitud patrón por mes de muestreo (factor), con un nivel de significancia en todos los análisis de 0.05.

Cuadro 8. Resumen estadístico. Lt, Lf y Lp (Longitudes total, furcal y patrón); Alt (Altura); Pt, Ptd, Ph, Pg (Peso total, tracto digestivo, hígado, gónada); Evis (Peso eviscerado); PCE (Peso contenido estomacal), y Le (Longitud del estómago).

Variable	# Organismos	Media	Dev. Estd.	Min	Max
Lt	240	31.84917	8.767738	20.5	55.9
Lf	240	27.35667	7.682532	17.8	49
Lp	240	26.31167	7.458675	17	47
Alt	240	7.72625	2.010105	5	13
Pt	240	442.835	353.7912	90	1740
Ptd	240	13.86317	14.21342	1.803	105
Ph	240	4.610788	4.78242	.528	38.728
Pg	240	2.903933	6.061125	0	48.004
Evis	240	417.065	334.3858	84	1655
Pce	240	1.904017	5.928897	0	47.105
Le	240	5.240833	1.615821	2.5	11.2

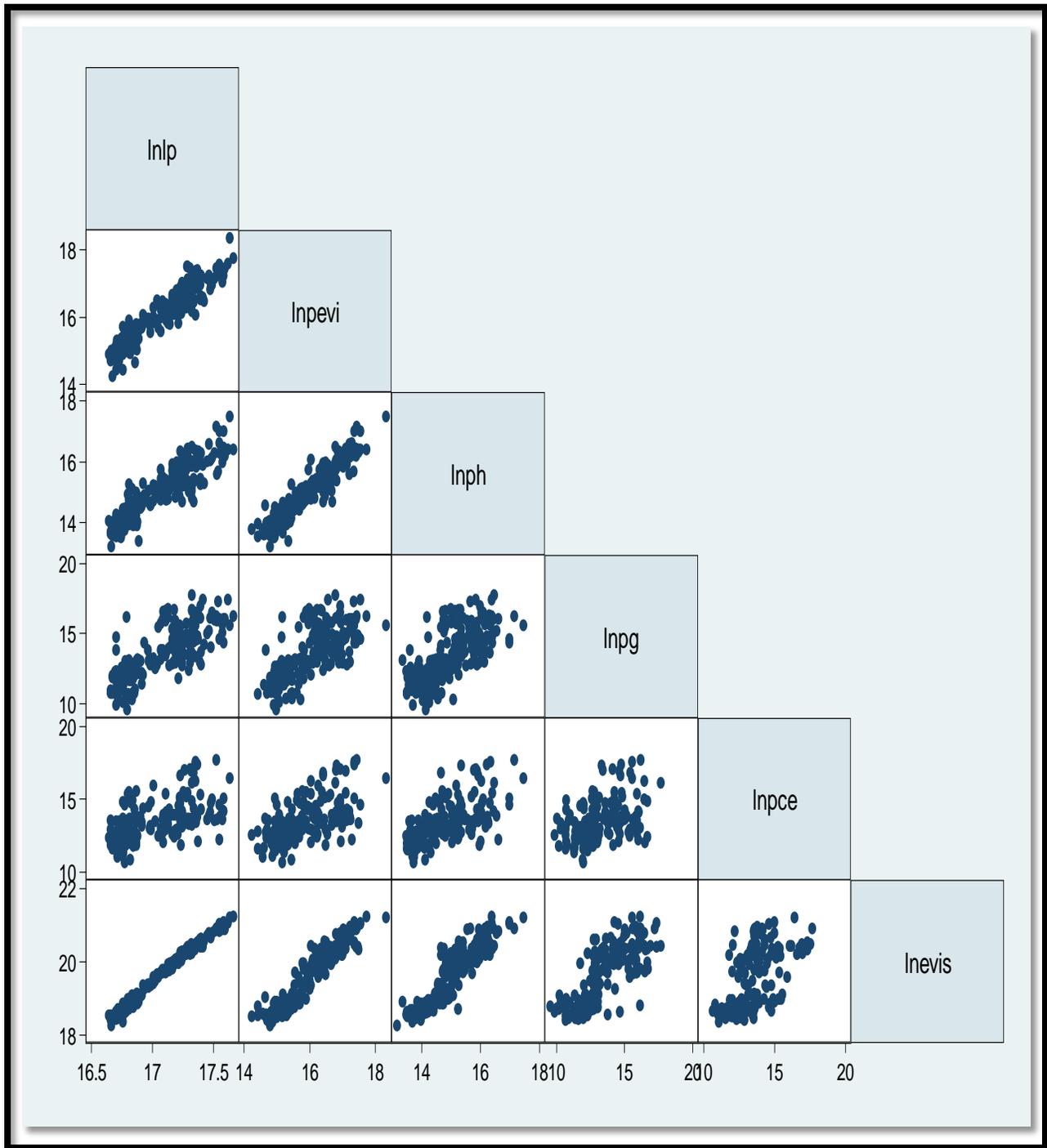


Figura 9. Diagrama en escalera de las variables transformadas (Logaritmo natural) para el análisis. Donde ln=logaritmo natural; lp=longitud patrón en centímetros; pt=peso total, pevi=peso visceral, ph=peso del hígado, pg=peso gónada, evis=peso eviscerado, pce=peso del contenido estomacal.

Análisis Multivariado para Hembras.

Las hembras en Enero´14 y Abril´14, incrementan en el peso estomacal, lo que representa picos de alimentación y que disminuye en Marzo´14 y Octubre´14 el peso gonádico indica una muy marcada temporada de reproducción que inicia desde Agosto.

El peso del hígado mantiene valores más altos que el peso gonádico excepto en Octubre´14 lo que indica que en ese momento se estaría utilizando la energía para la estrategia de reproducción y no para la alimentación.

Se encuentra un comportamiento similar de variación entre el peso del hígado con el peso del intestino, esto es, el peso del intestino y del hígado están relacionadas directamente, y al mismo tiempo ambas muestran la misma tendencia con el peso eviscerado (Figura 10a).

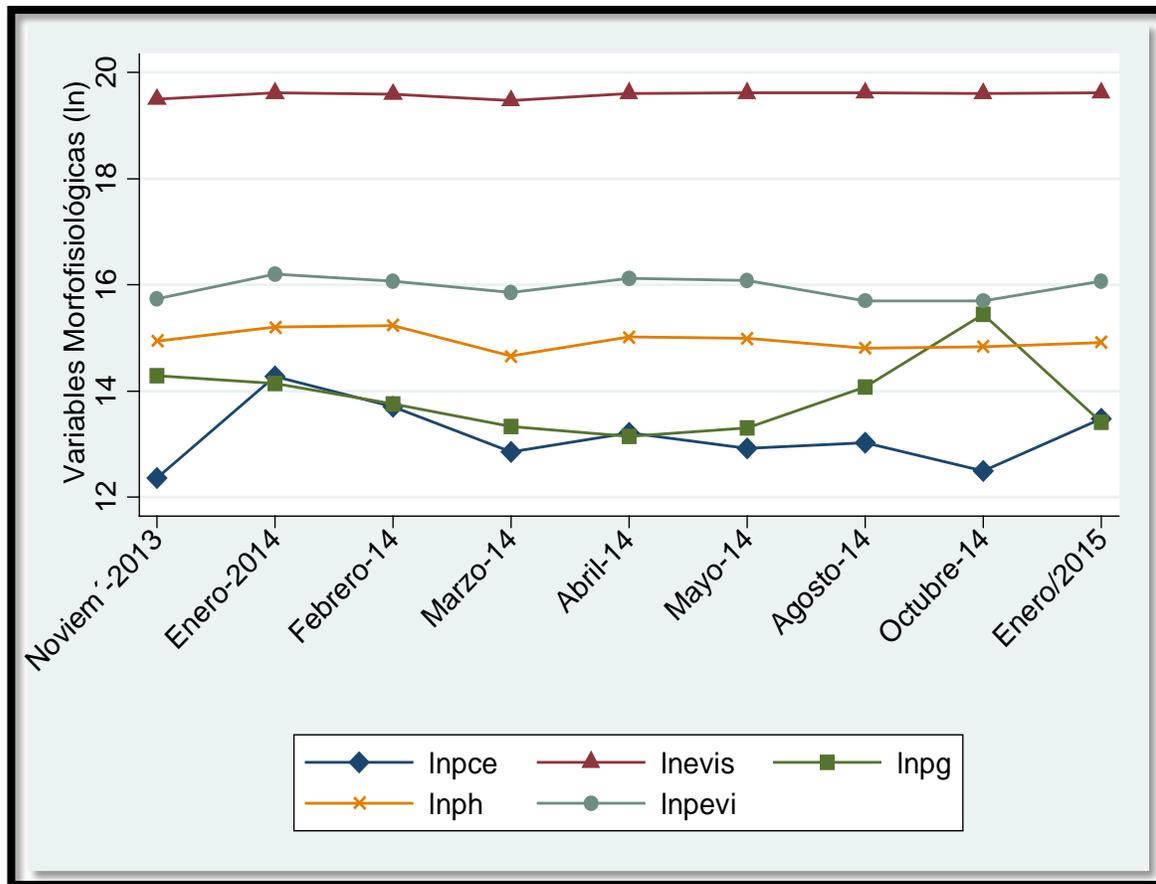


Figura 10a. Medias ajustadas por la covariada (logaritmo natural de la longitud patrón (lnl_p)) por fecha de muestreo en las variables morfométricas para las hembras que son Inpce=peso contenido estomacal, Inph=peso hígado, Inpg=peso gonádico, Inpevi=peso visceral, Inevis=peso eviscerado.

Análisis Multivariado para Machos.

En los machos los meses de Febrero'14 y Agosto'14 se registró el aumento en la cantidad de alimento y disminuye en Abril'14 y Octubre'14; los pesos gonádicos incrementan en Febrero'14 y Octubre'14 que indicarían época de reproducción; coincidiendo con el ciclo de apareamiento en las hembras (Agosto a Octubre).

El peso del hígado mantiene valores altos que el peso gonádico excepto en Octubre'14, que al igual que en las hembras estos valores llegan a estar por encima del peso del hígado, lo que indica el uso de energía para la reproducción.

Se encuentra un comportamiento similar de variación entre el peso del hígado con el peso del intestino, esto es, el peso del intestino y del hígado están relacionadas directamente y mostrando una tendencia con el peso eviscerado (Figura 10b).

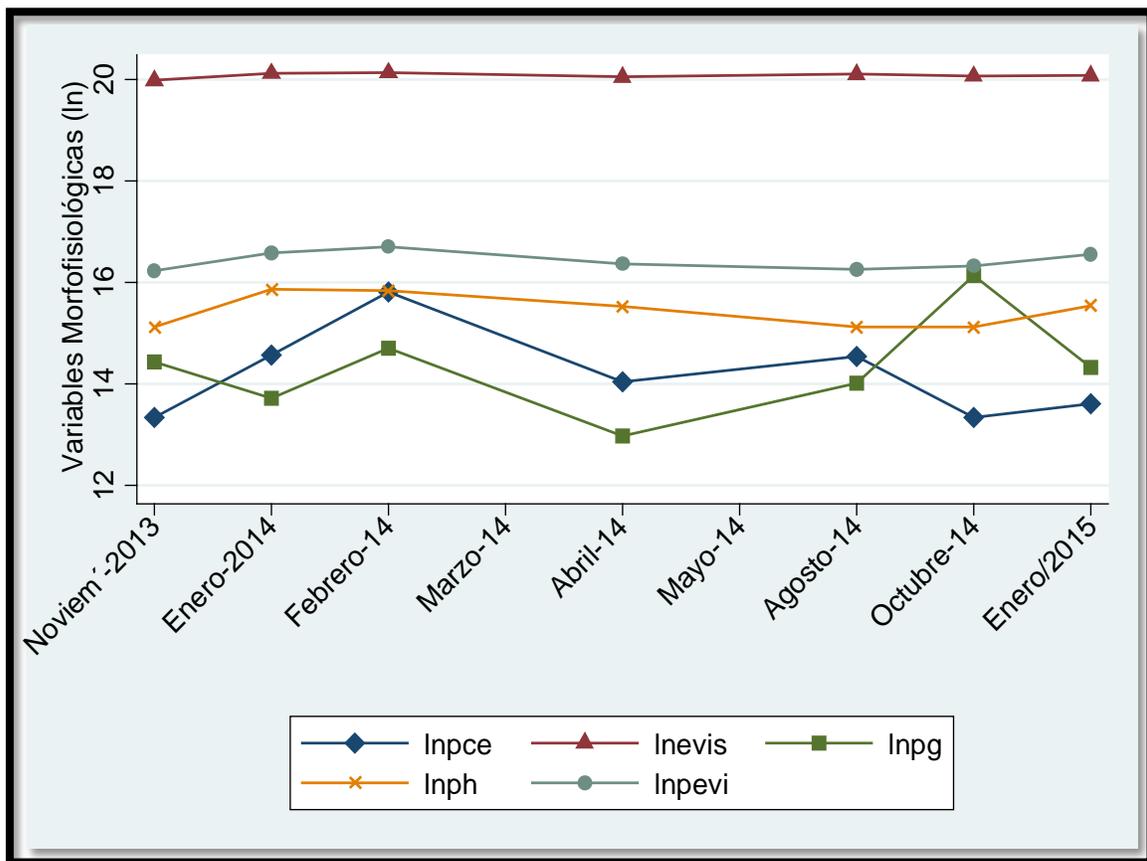


Figura 10b. Medias ajustadas por la covariada (logaritmo natural de la longitud patrón (lnlp)) por fecha de muestreo en las variables morfométricas para los machos que son Inpce=peso contenido estomacal, Inph=peso hígado, Inpg=peso gonádico, Inpevi=peso visceral, Inevis=peso eviscerado.

Análisis Multivariado para Indeterminados

En los indeterminados se presenta un comportamiento distinto, cabe señalar que por falta de características físicas en las gónadas no se pudieron identificar el sexo o que los organismos ya hayan pasado por el proceso de desove al momento de su captura, pero aun así los valores de los pesos señalan el cambio estacional de estas dos variables.

El incremento en la alimentación en los organismos indeterminados se registra en Febrero; en las hembras Enero y Abril, y los machos Febrero y Enero; esto es, en los primeros meses (Octubre a Abril) se aprovecha el aporte primario intensificado por los nortes y vientos alisios, con base en la variación porcentual %G el grupo de los Crustáceos aparecen como parte del alimento en esta época del año.

La reproducción sucede en el mes de Octubre'14 que es cuando el sistema es afectado por las surgencias influenciadas por los frentes fríos.

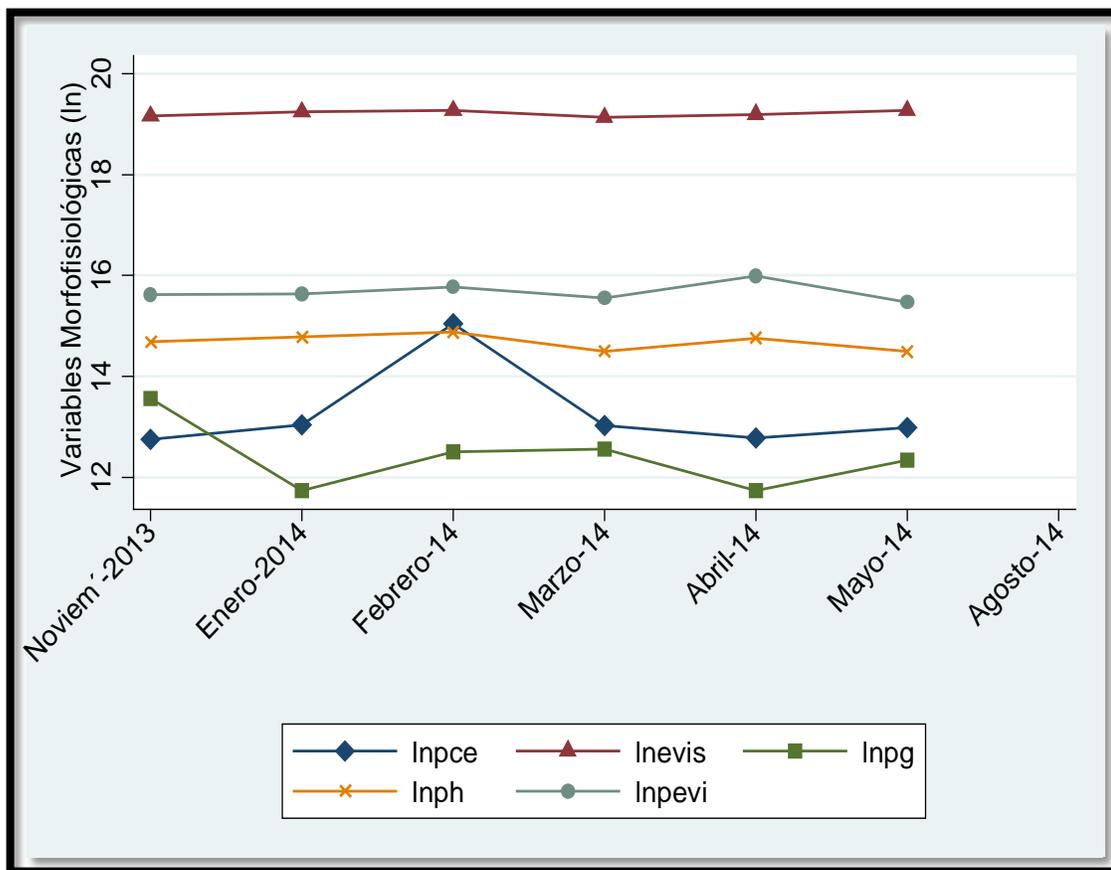


Figura 10c. Medias ajustadas por la covariada (logaritmo natural de la longitud patrón (lnlp)) por fecha de muestreo en las variables morfométricas para los indeterminados que son Inpce=peso contenido estomacal, Inph=peso hígado, Inpevi=peso visceral, Inpg=peso gonádico, Inevis=peso eviscerado.

Composición de Tallas mediante los estimadores de densidad por kernels (EDK's).

Este estudio presenta el uso de los EDK's para el análisis de la distribución de frecuencias de tallas, mediante la determinación del número y valor de las modas en cada distribución, así como para seleccionar la amplitud de banda adecuada, para este análisis se empleó una versión computarizada del programa Stata v 11.0 .

En los histogramas mensuales suavizados (Figuras 11a, 11b y 11c) se observaron dos y tres modas de frecuencia de tallas (Figura 12) de las cuales se consideran como grupos de peces con tamaño similar (Cuadro 9) y con las principales tallas se distinguen los componentes alimenticios consumidos (Cuadro 10).

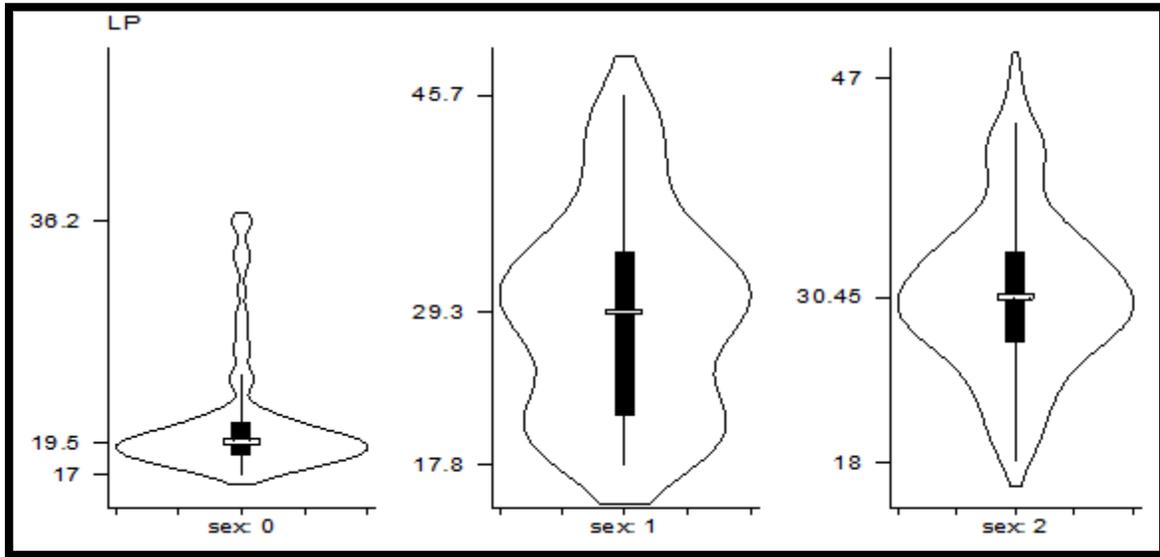


Figura 12. Diagramas de caja de violín para las distribuciones de frecuencia de tallas. Sex=0 (Indeterminados), Sex=1 (Hembras) y Sex=2 (Machos).

Cuadro 9. Tabla de comparación de las modas obtenidas.

Sexo	1ra Moda	2da Moda	3ra Moda
Hembras	21.1cm	30.7cm	42.2cm
Machos		29.5cm	41.04cm
Indeterminados	18.9cm		

Cuadro 10. Tabla de comparación entre las tallas y los componentes alimenticios.

Sexo	MONI	Crustáceos	Crustáceos/Peces	Peces
Hembras	21-26cm	26-36cm	36-42cm	42-54cm
Machos	22-24cm	24-36cm	35-46cm	46-56cm
Indeterminados	22-25cm	25-29cm (Moluscos)	29-32cm	32-44cm

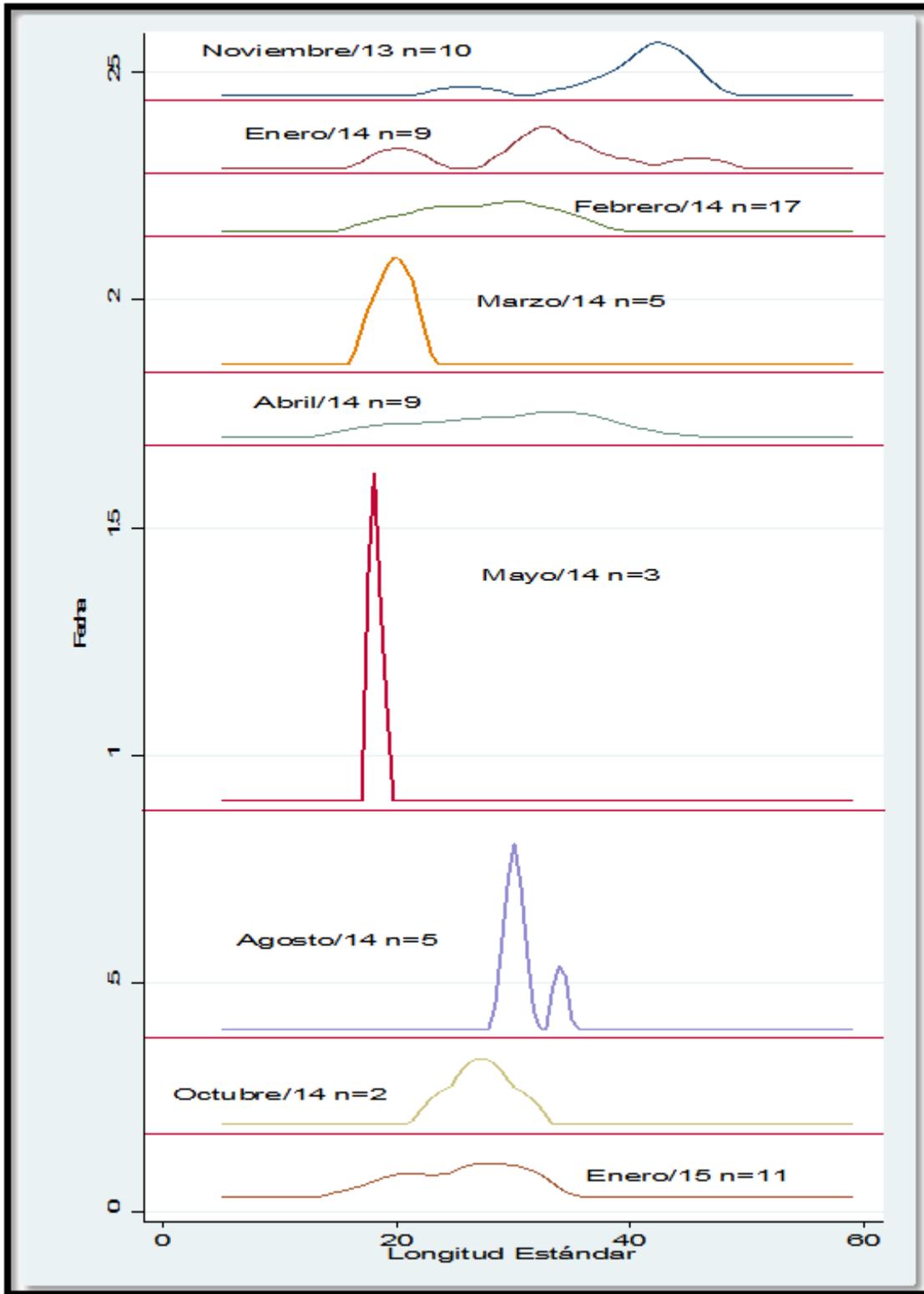


Figura 11a. Histogramas mensuales suavizados que refieren la Longitud Estándar de *C. caballus*, para las hembras.

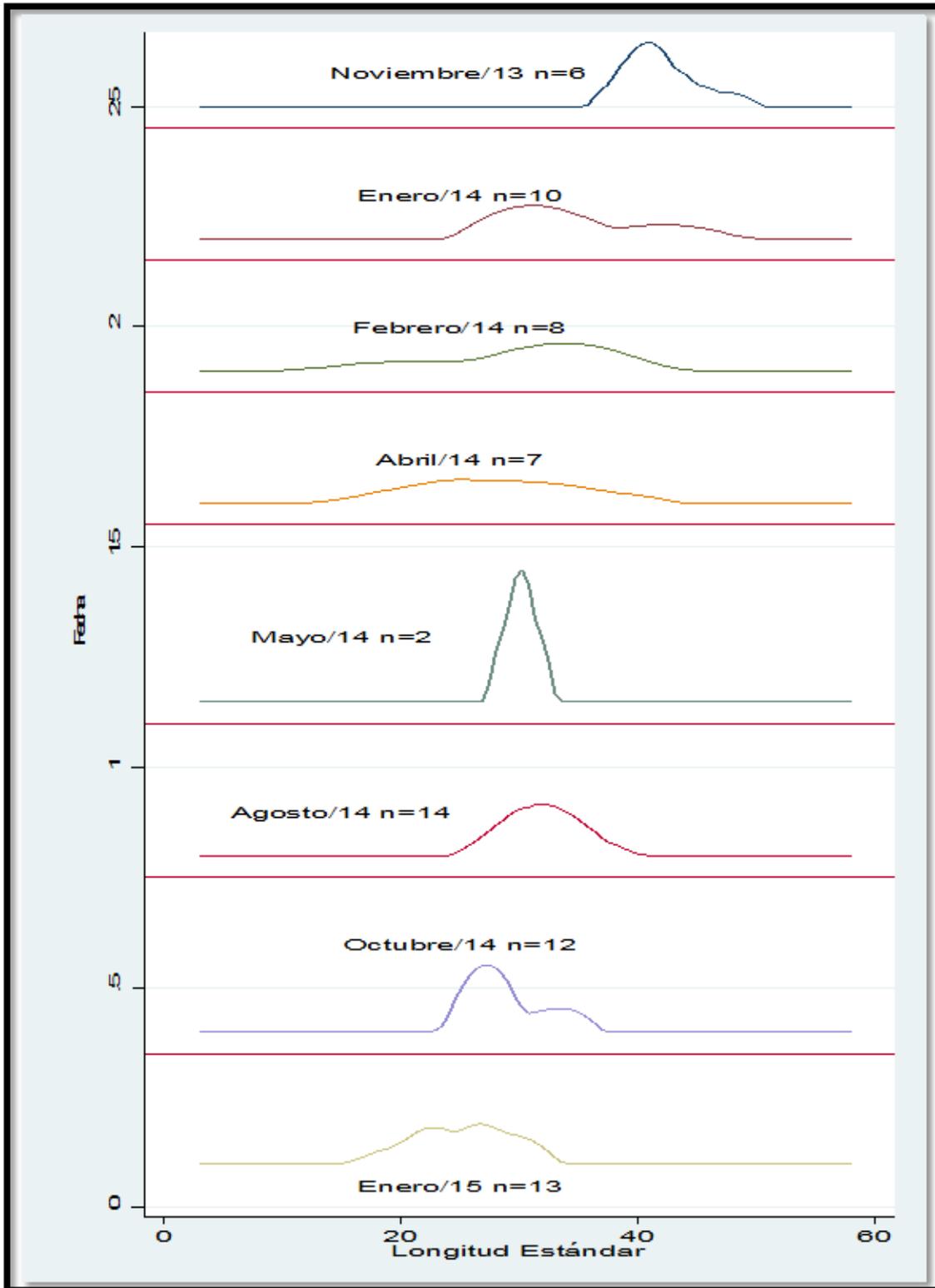


Figura 11b. Histogramas mensuales suavizados que refieren la Longitud Estándar de *C. caballus*, para los machos.

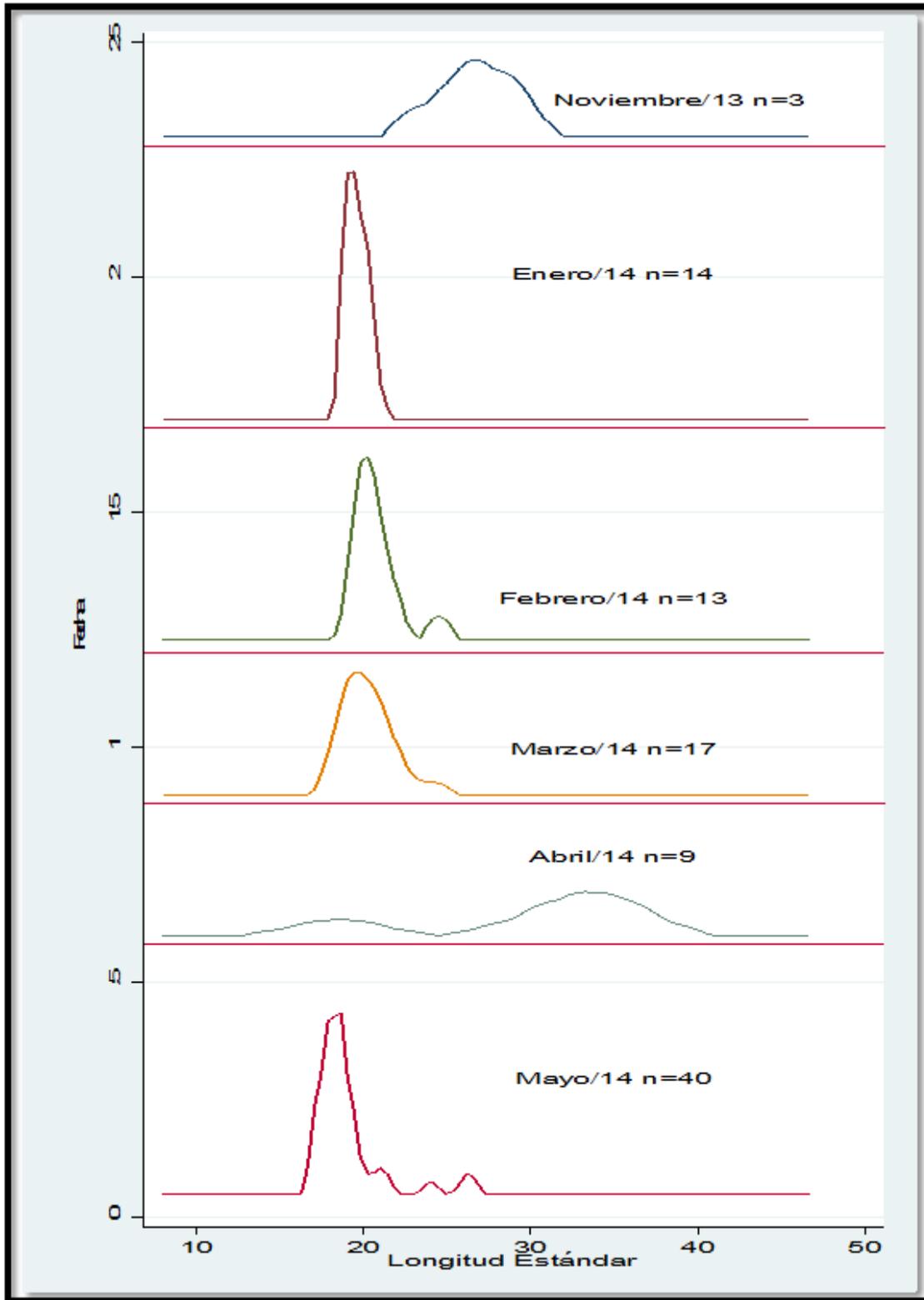


Figura 11c. Histogramas mensuales suavizados que refieren la Longitud Estándar de *C. caballus*, para los indeterminados.

Proporción Sexual.

La distribución χ^2 se utiliza como prueba de distribución libre para probar hipótesis acerca de datos de frecuencia; es decir, comparar resultados experimentales obtenidos en forma de proporciones contra frecuencias esperadas, esto es, probar estadísticamente si la distribución de frecuencias observadas se ajusta con alguna distribución teórica conocida.

La proporción sexual, con base en la hipótesis nula de que el número de machos es igual al número de hembras, con la relación 1:1, se acepta en los meses de Enero ($p=0.8$), Febrero ($p=0.071$), Abril ($p=0.6$) y Mayo ($p=0.6$); ya que si las frecuencias observadas se aproximan mucho a las esperadas el valor del estadístico χ^2 tiende a 0. Por el contrario, si las frecuencias observadas difieren significativamente ($\alpha=0.05$) de las esperadas el valor de χ^2 será positivo y tan grande cuanto mayor sean las diferencias entre las frecuencias (Cuadro 11).

Cuadro 11. Tabla de estructura de sexo con base al estadístico χ^2 .

			$H_0=1:1$	$\alpha=0.05$
			$H_a=1\neq 1$	
Fecha	Oi=Hembras	Oi=Machos	χ^2	P
Noviembre/2013	10	6	1	0.3173
Enero/2014	9	10	0.05	0.8185
Febrero/2014	17	8	3.24	0.0718
Marzo/2014	5	0	5	0.0253
Abril/2014	9	7	0.25	0.6170
Mayo/2014	3	2	0.2	0.6547
Agosto/2014	5	14	4.27	0.0389
Octubre/2014	2	12	7.14	0.0075
Enero/2015	11	13	7.14	0.0075
Sumatorias	71	72		

La presencia de peces indeterminados se da principalmente en el mes de Mayo (Figura 13).

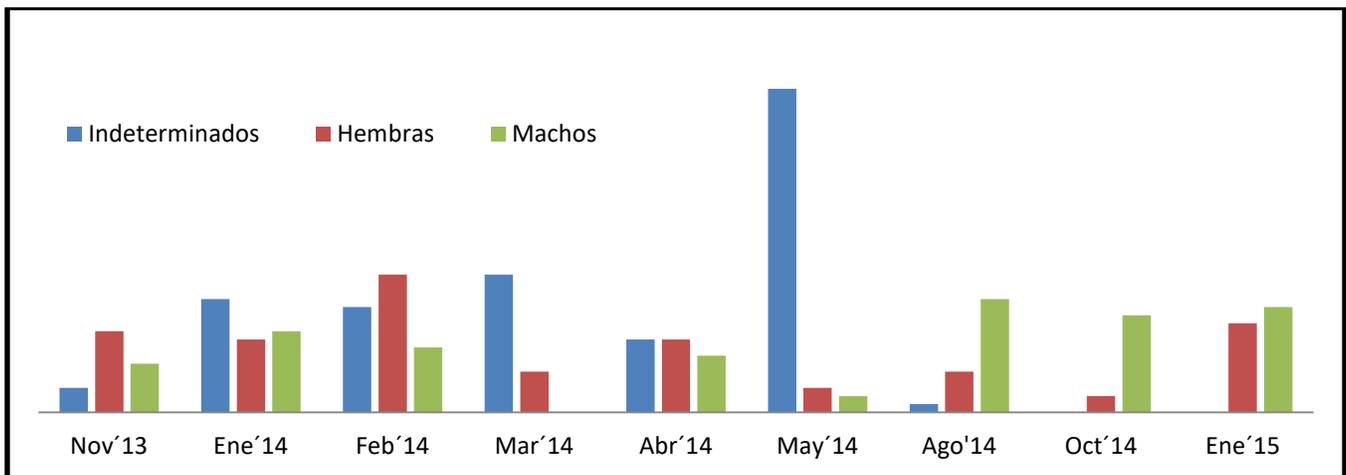


Figura 13. Proporción sexual. Indeterminados=Azul, Hembras=Rojo y Machos=Verde.

Relaciones Morfométricas.

El grado de asociación entre las variables de peso se presentan en el cuadro 12, en el caso del Peso estomacal muestra una correlación baja entre la variable de Peso gonadal ($r=0.3992$), los demás pesos tienden a una relación lineal directa e indica que al aumentar el valor de una variable también aumenta el valor de la otra.

Cuadro 12. Tabla de Correlaciones.

Logaritmo Natural	Peso Cont. Estomacal	Peso Eviscerado	Peso de las Gónadas	Peso del Hígado	Peso Visceral
Peso Cont. Estomacal	1.00	Significancia (0.00)			
Peso Eviscerado	0.5901	1.00	Significancia (0.00)		
Peso de las Gónadas	0.3992	0.7638	1.00	Significancia (0.00)	
Peso del Hígado	0.6133	0.9257	0.6719	1.00	Sig. (0.00)
Peso Visceral	0.5943	0.9533	0.6906	0.9462	1.00

Para analizar el tipo de relación entre la longitud y el peso se utilizó el análisis de regresión lineal simple (Cuadro 13) y una regresión no lineal (Cuadro 14); se observaron diferencias significativas de los valores de la pendiente e intercepto entre sexos ($\alpha=0.05$), el tipo de crecimiento es alométrico negativo para machos ($p=3.1e^{-9}$) y hembras ($p=0.001$), en el caso de los indeterminados ($p=0.07$) el crecimiento es isométrico. El gráfico de la ecuación resultante de la regresión no lineal se observa en la figura 14.

Cuadro 13. Parámetros de la relación talla-peso para C. caballus

Sexo	a	b	r^2	n	p	t-student ($\alpha=0.05$)	[Intervalo de Confianza 95%]
Machos(M)	-2.9	2.72	0.9835	72	$3.1e^{-9}$	6.5901442	2.64 2.80
Hembras(H)	-3.5	2.87	0.9846	71	0.001	2.9782545	2.78 2.95
Indeterminado	-3.6	2.91	0.9658	97	0.07	1.4866069	2.80 3.02

a=intercepto; b=pendiente; r^2 =coeficiente de determinación; n=número de organismos; p=valor de probabilidad.

Cuadro 14. Tabla de resumen para el análisis de regresión no lineal para M + H + No sexados.

Función de Crecimiento Potencial, $pt=a*lp^b$

Peso	Coficiente	Error Estándar	t	P > t	[Intervalo de Confianza del 95%]
Long. (a)	0.0700817	0.006595	10.63	0.000	0.0570897 0.0830737
Pend. (b)	2.629693	0.0262804	100.06	0.000	2.577922 2.681465

(Errores estándar, Valores de P, Intervalos de Confianza y Correlaciones son aproximaciones Asintóticas)

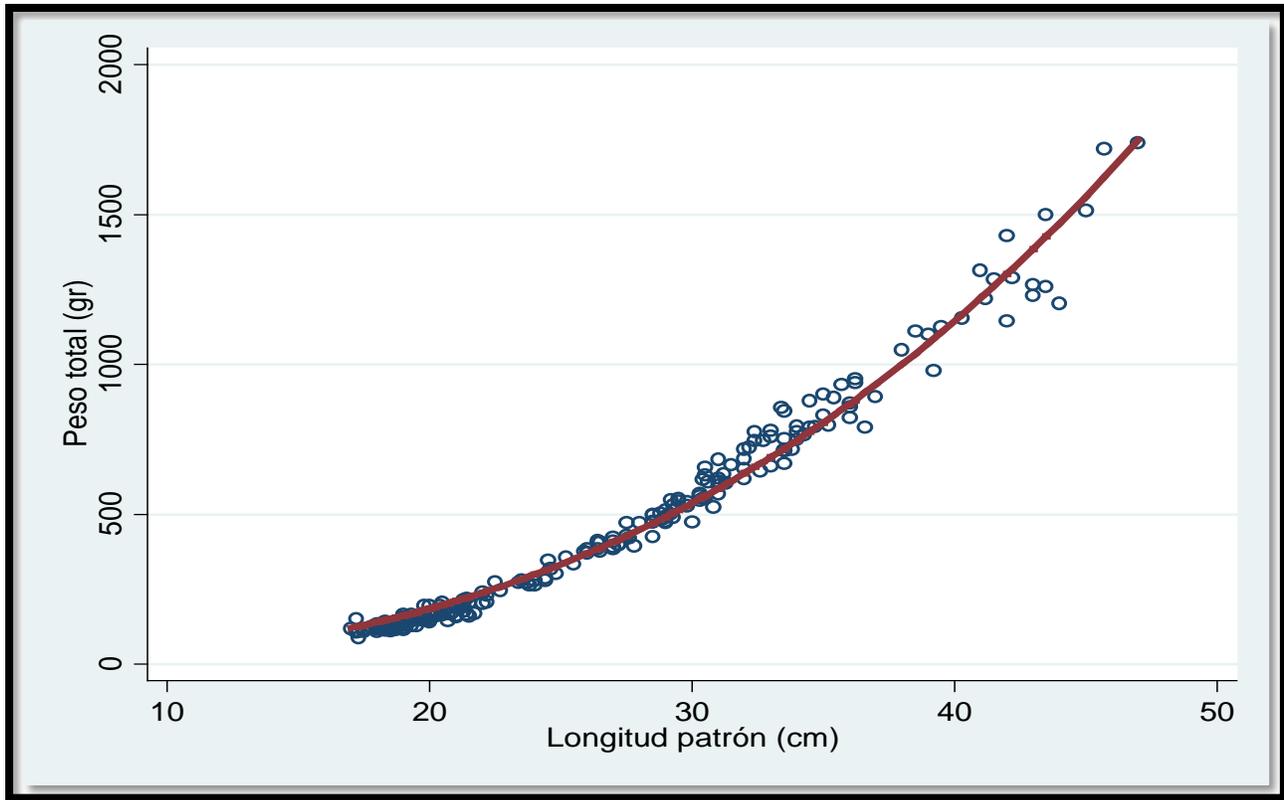


Figura 14. Relación Longitud patrón y Peso total para *C. caballus*, durante el periodo de muestreo.

Aunque el crecimiento depende de las condiciones de vida, éste es característico de cada especie, los parámetros que lo definen, de acuerdo con von Bertalanffy (1938), son: la longitud máxima o asintótica que alcanza como especie (L_{∞}), longitud a la edad cero en la que se inicia el crecimiento (t_0) y la tasa de cambio de la longitud con respecto al tiempo (K); conociendo el valor de estos parámetros se estima la talla para cualquier edad (L_t) de acuerdo con la ecuación: $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$ (Cuadro 14).

Cuadro 15. Parámetros biológico pesquero de la función de crecimiento de von Bertalanffy.

$$L_t = 48.33 * (1 - \exp(-0.37 * (t + 0.39)))$$

Longitud	Coficiente	Error Estándar	t	P > t	[Intervalo de Confianza del 95%]	
L_{∞}	48.33958	1.677334	28.82	0.000	45.03824	51.64092
K	.3676971	.0313746	11.72	0.000	0.3059454	0.4294488
t_0	-.3903791	.0632467	-6.17	0.000	-0.5148617	-0.2658966

(Errores estándar, Valores de P, Intervalos de Confianza y Correlaciones son aproximaciones Asintóticas)

Análisis de la dieta de *L. inermis*.

De un total de 147 datos para el análisis de contenido estomacal de la captura realizada de Noviembre del 2013 a Enero del 2015 de *L. inermis* en la zona de Costa Chica, Oaxaca y con la utilización de los métodos de análisis (Numérico y Gravimétrico), se registró la importancia de 2 grupos o categorías principales que forman parte del componente alimenticio (Peces y Crustáceos) y un 3er ítem indicado como Materia Orgánica (No identificable).

En el análisis porcentual numérico (%N), la categoría de Crustáceos domina con un 84.82%, seguida del MONI 8.03% y los Peces con un 7.14%.

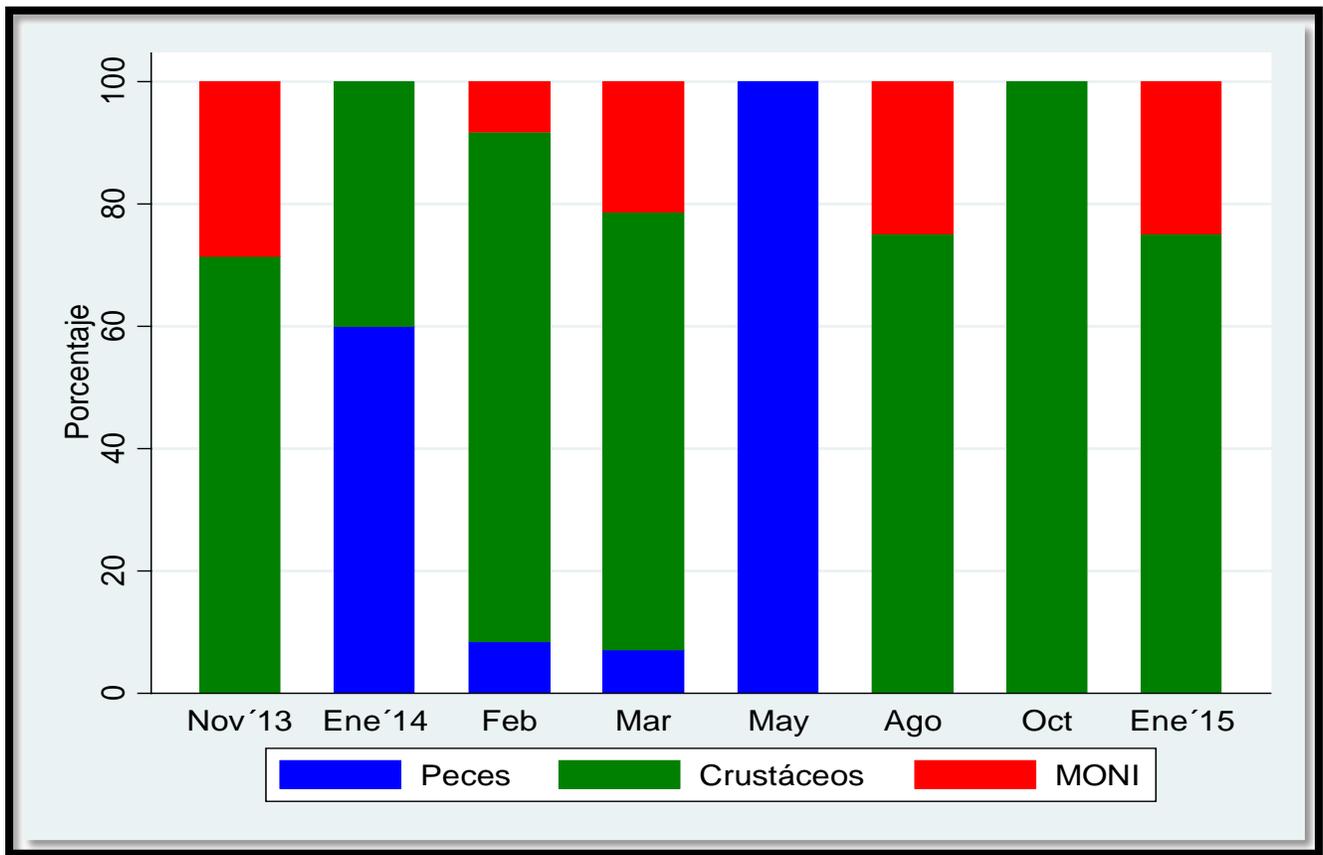


Figura 15. Variación mensual del análisis estomacal por el método Numérico (%N).

Con base en la Figura 15, el ítem de alimentación de los Crustáceos, tiene aparición en todos los meses excepto en Mayo '14 y con bajo porcentaje en el mes de Enero '14; es seguido de los Peces que en Mayo '14 se registra el consumo de este grupo solamente; un alto porcentaje en Enero '14 y tiene una aparición baja en Febrero '14 y Marzo '14, sin registro en los otros meses.

En el análisis porcentual gravimétrico (%G) la primer categoría la conforman los Crustáceos con un 43.52%, seguida del MONI 28.78% y los Peces con 27.69%.

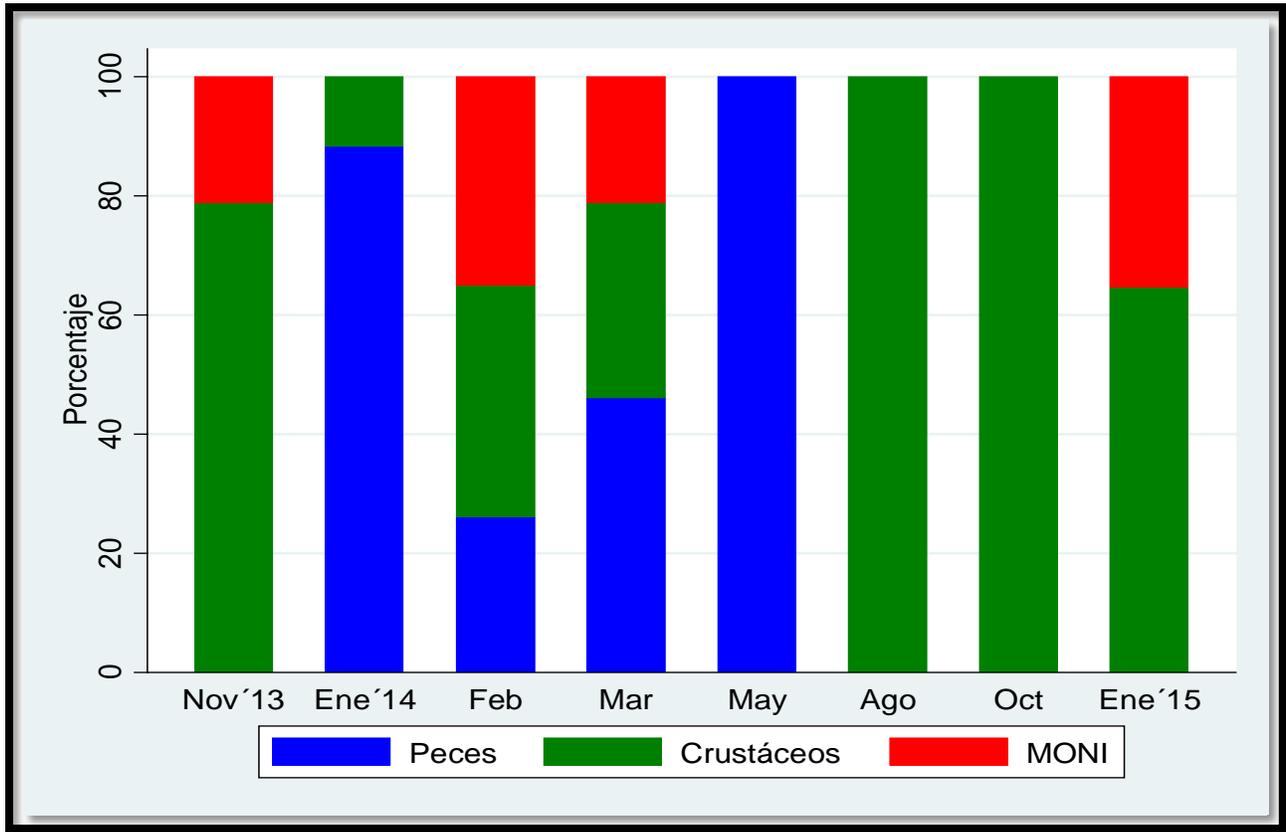


Figura 16. Variación mensual del análisis estomacal por el método Gravimétrico (%G).

Con base en la Figura 16, se identifica que la categoría de los Crustáceos domina durante casi todo el año excepto en Mayo '14, de la misma manera que en el %N, seguida de los Peces, que registraron alto porcentaje en Enero '14 y Mayo '14.

De acuerdo a los valores del Coeficiente de alimentación, los Crustáceos con 3691.5 tienen un valor mayor a 200, por lo que, son un elemento importante en la dieta (1^orio, preferidos); los Peces y el MONI aparecen como alimento 2^orio en la dieta con un valor de 231.2 y 197.8 respectivamente (Cuadro 16).

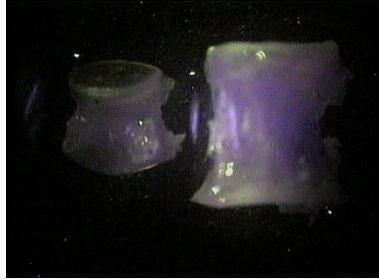
Especie \ Ítem	Peces	Crustáceo	MONI
<i>Lutjanus inermis</i>	197.8 (2 ^o rio, Secundario)	3691.5 (1 ^o rio, Preferidos)	231.2 (2 ^o rio, Secundario)

Cuadro 17. Material utilizado para la identificación del ítem alimenticio.

Peces: Vertebras (Figura A y B), Espinas (Figuras C y D).



A.



B.

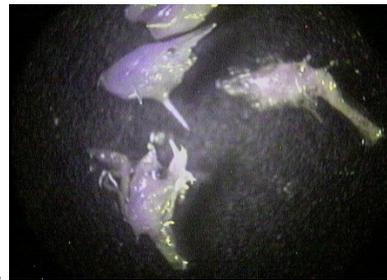


C.



D.

Crustáceo: Camarones y Larvas Zooplancton (Figura E), Isópodos (Figura F).



E.



F.

Materia Orgánica No Identificable (Figura G).



G.

Índices Morfométricos.

En las figuras 17 y 18; se muestran con líneas las medias de los datos del Índice de Repleción (IR), Índice Gonadosomático (Igs) e Índice Hepatosomático (Ihs).

Los valores medios del IR muestran que en las hembras se presentan picos de alimentación en el mes de Febrero´14 y Enero´15 y el mes en donde se registró un valor mínimo fue Octubre´14; con respecto al Igs los meses con valores máximos son Marzo´14 y Enero´15 y el valor mínimo se encuentra en el mes de Agosto.

El comportamiento del IR muestra una tendencia opuesta al Igs en el mes de Octubre´14, esto es, cuando la alimentación baja se presenta un aumento en los valores del índice gonadosomáticos (Figura 17a).

El comportamiento del Ihs muestra una tendencia similar al Igs IR excepto en Octubre´14 (Figura 17b).

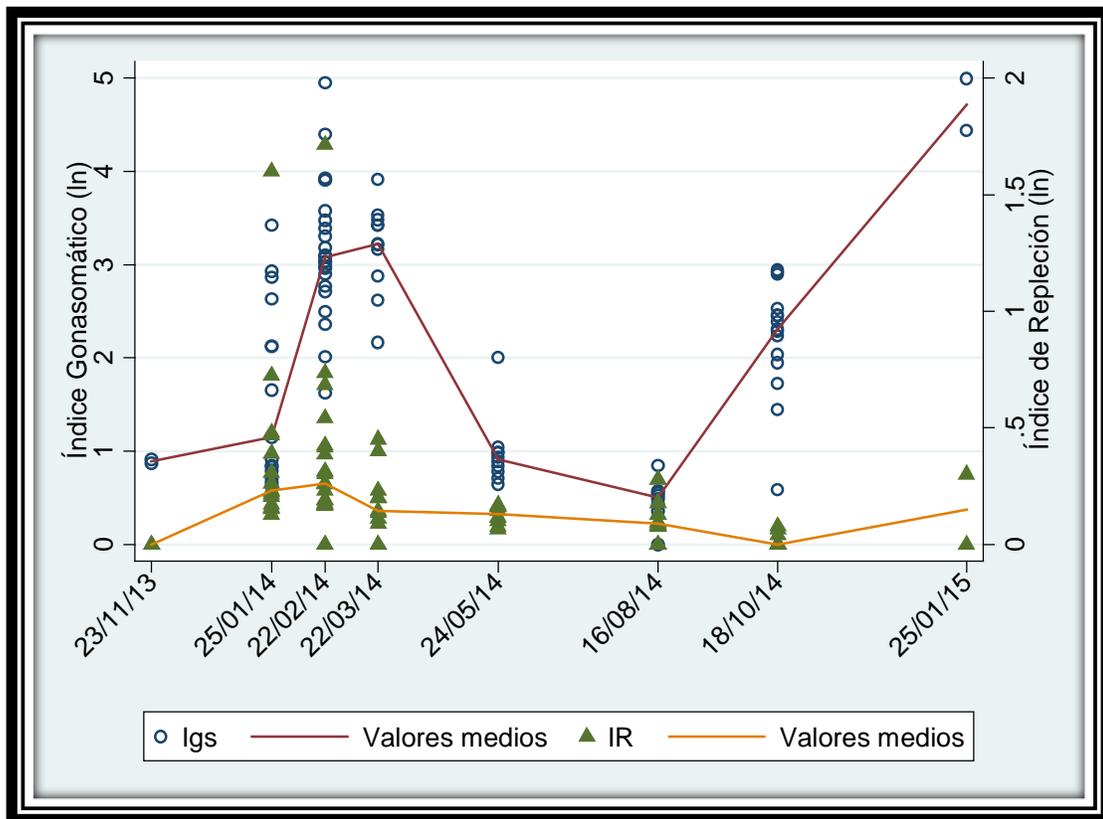


Figura 17. a) Comportamiento estacional del Índice de Repleción y el Índice Gonadosomático en hembras.

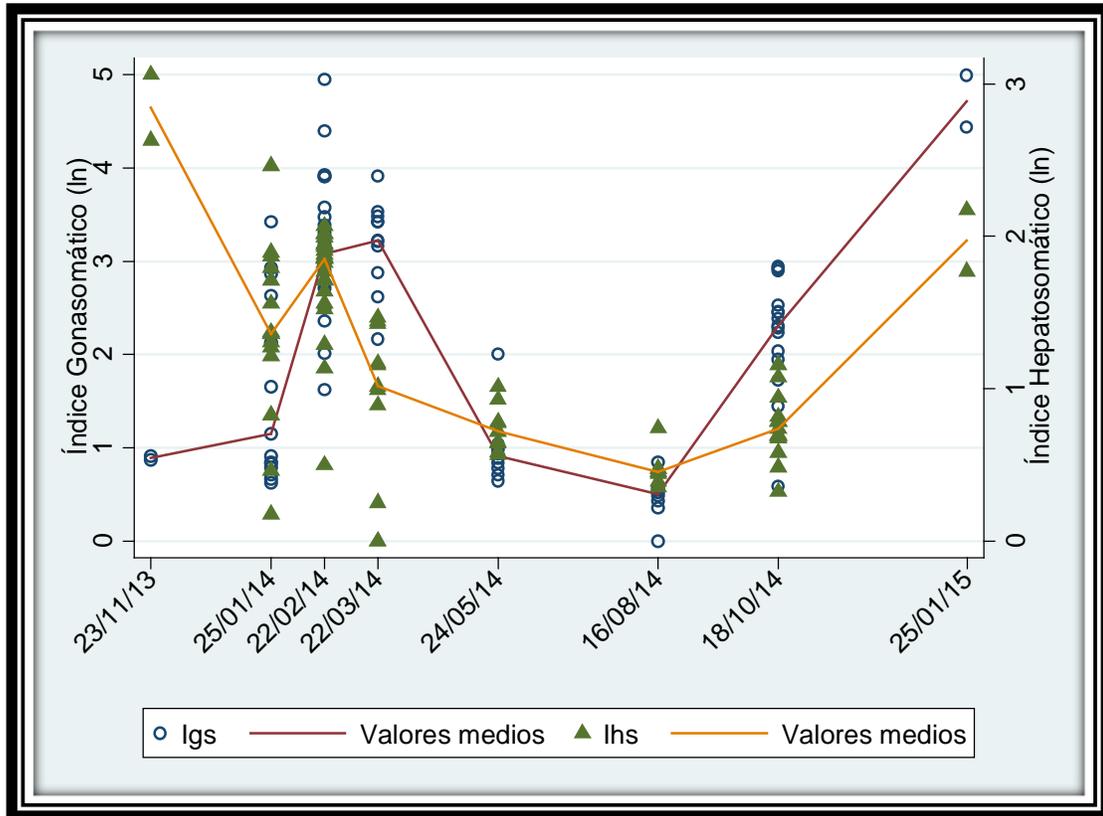


Figura 17. b) Gráfica que muestra el comportamiento estacional del Índice Gonosomático y el Índice Hepatosomático en hembras.

En la figura 18a, los valores medios del IR muestran que en los machos se presenta un pico de alimentación en el mes de Enero '15 y Octubre; y donde se registró un valor mínimo fue en Agosto; con respecto al Igs los valores máximos están en los meses de Marzo y Enero '15, y el valor mínimo se encuentra en el mes de Agosto.

El comportamiento del índice de repleción muestra una tendencia opuesta al índice gonadosomático en Marzo y Octubre, esto es, al mismo tiempo que en las hembra (Marzo y Octubre), la alimentación baja y se presenta un aumento en los valores gonásomaticos y en el mes de Mayo ocurre lo opuesto, suben los valores de alimentación y los de reproducción bajan (Figura 18a y 18b).

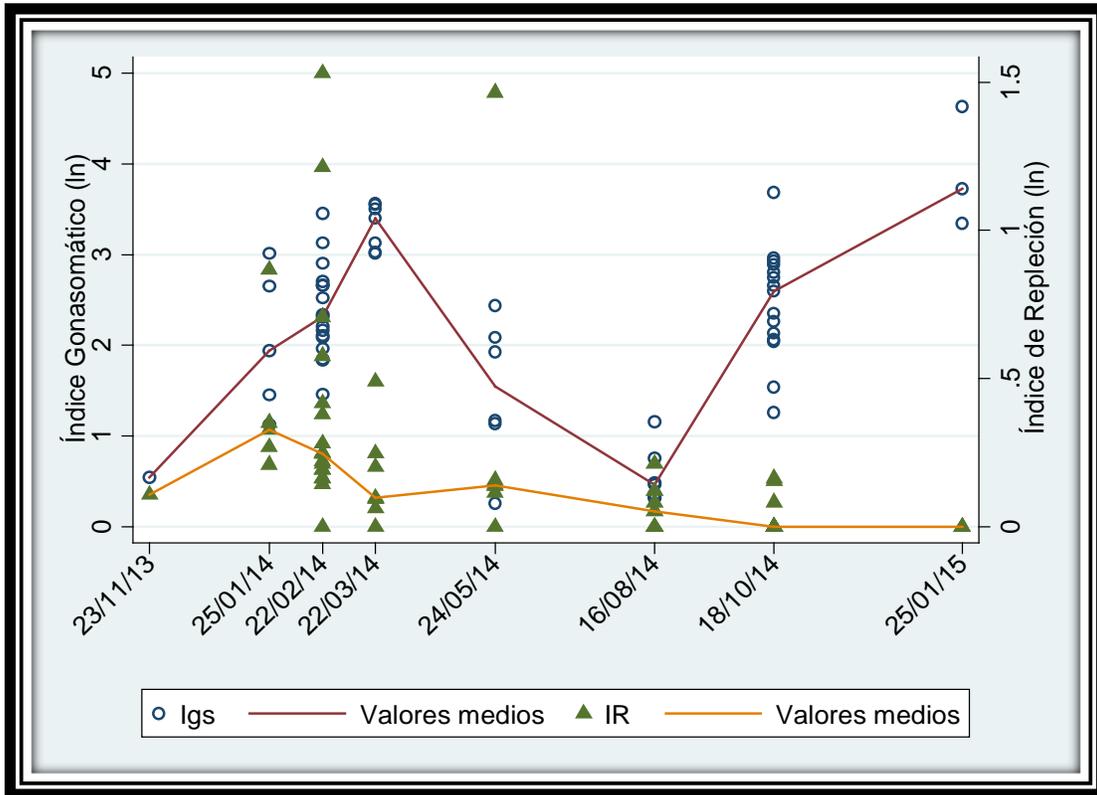


Figura 18. a) Comportamiento estacional del Índice de Repleción y el Índice Gonadosomático en machos.

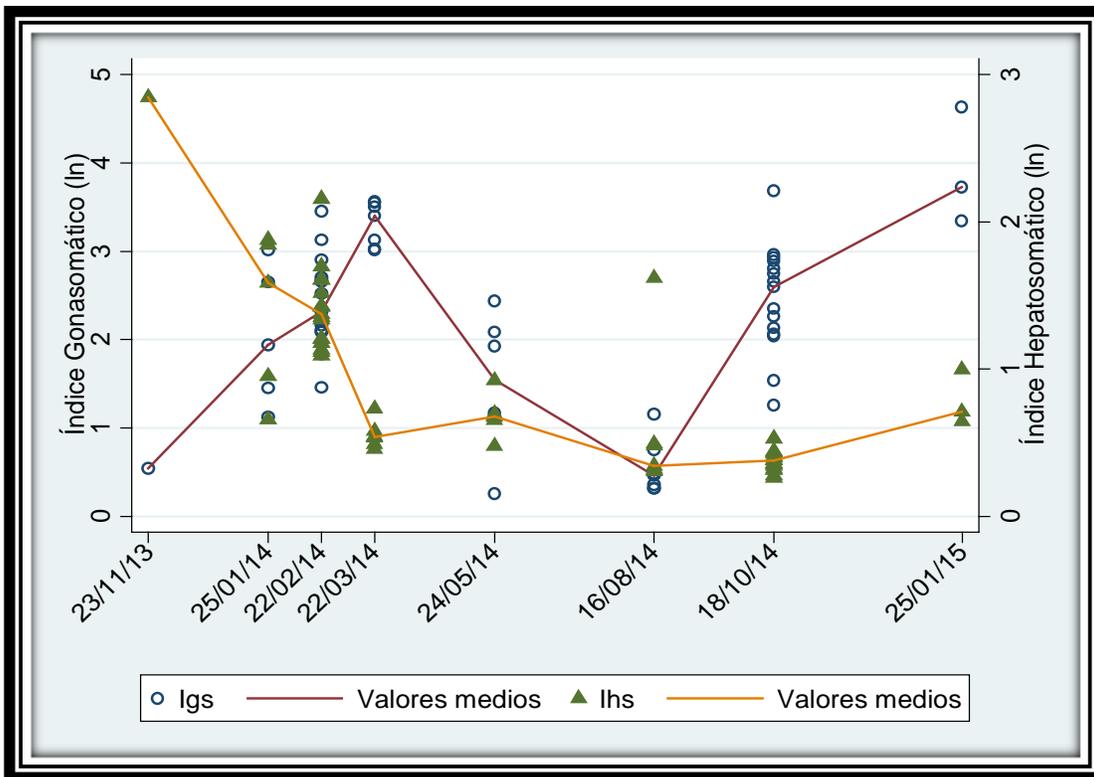


Figura 18. b) Comportamiento estacional del Índice Gonadosomático y el Índice Hepatosomático en machos.

Análisis Multivariado de Covarianza.

Para la realización de la ANMUCOVA se linearizaron los datos de peso y longitud (Cuadro 18) y se aplicó una transformación logarítmica (natural). A pesar de la dispersión variable alrededor de una tendencia lineal, puede notarse la linealidad en la relación entre los valores morfométricos. La Figura 19 presenta las variables transformadas logarítmicamente consideradas para el análisis.

Las gráficas realizadas por medio del ANMUCOVA con el programa estadístico SPSS versión 13 (Figuras 20a y 20b), muestran los valores medios ajustados por la covariada en este caso la longitud patrón por mes de muestreo (factor); con un nivel de significancia en todos los análisis de $\alpha=0.05$.

Cuadro 18. Resumen estadístico. Lt, Lf y Lp (Longitudes total, furcal y patrón); Alt (Altura); Pt, Ptd, Ph, Pg (Peso total, tracto digestivo, hígado, gónada); Evis (Peso eviscerado); PCE (Peso contenido estomacal), y Le (Longitud del estómago).

Variable	# Organismos	Media	Dev. Estd.	Min	Max
Lt	147	23.63946	2.230718	20	32
Lf	147	22.62585	16.36701	17.4	218
Lp	147	19.58503	1.812451	16.5	25.5
Alt	147	6.172109	.511616	4.9	8
Pt	147	164.5367	41.78739	105	370
Ptd	147	2.774177	1.124412	0	7.402
Ph	147	1.728605	1.273877	0	10.535
Pg	147	3.571932	2.031294	0	12.337
Evis	147	152.6687	42.19784	.396	350
Pce	147	.3268571	.4524936	0	2.981
Le	147	6.839456	32.82293	2	402

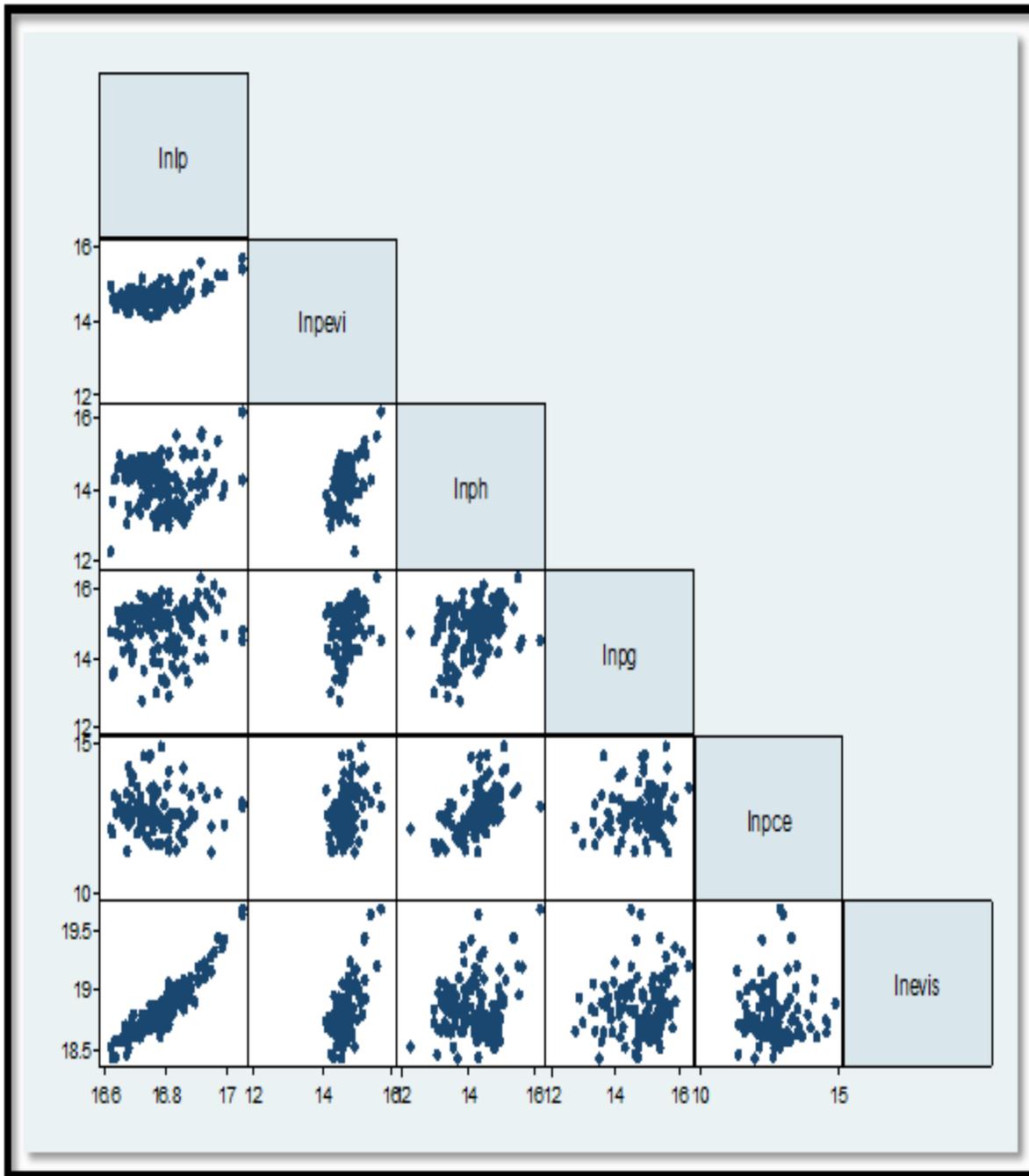


Figura 19. Diagrama en escalera de las variables transformadas (Logaritmo natural) para el análisis. Donde \ln =logaritmo natural; lp =longitud patrón en centímetros; pt =peso total, $pevi$ =peso visceral, ph =peso del hígado, pg =peso gónada, $evis$ =peso eviscerado, pce =peso del contenido estomacal.

Análisis Multivariado para Hembras.

Las hembras mantienen una alimentación constante, lo que representa estacionalidad en frecuencia del recurso; y que disminuye en Octubre cuando el peso gonádico aumenta indicando la temporada de reproducción; otro aumento se presenta en el mes de Marzo indicando una época más de reproducción.

El peso del hígado mantiene los valores por debajo que el peso gonádico, pero el peso de los intestinos si cruza con el peso gonádico, esto es, en el mes de Febrero y Marzo gran parte de la contenido visceral del organismo son las gónadas (Figura 20a).

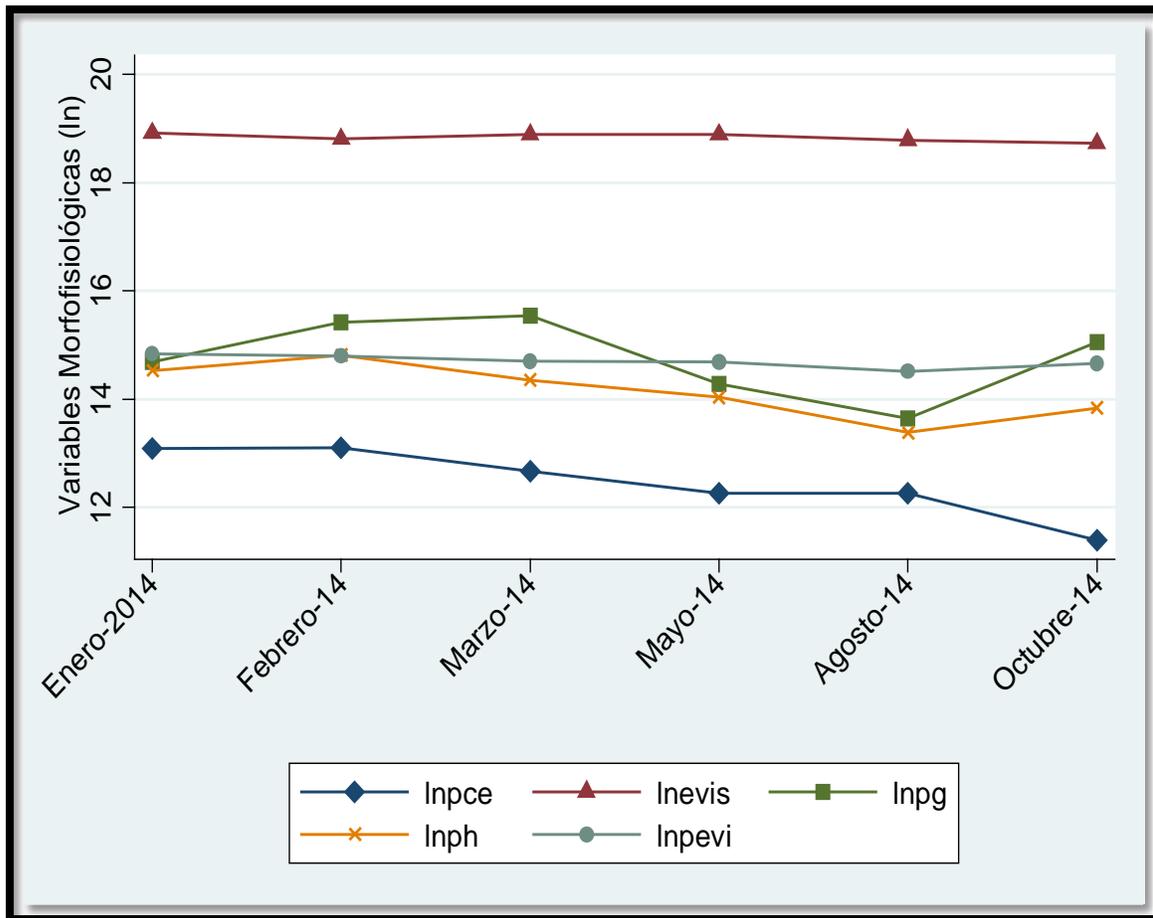


Figura 20a. Medias ajustadas por la covariada (logaritmo natural de la longitud patrón (lnlp)) por fecha de muestreo a las variables para las hembras que son Inpe=peso estomacal, Inph=peso hígado, Inpev=peso visceral, Inpg=peso gonádico, Inevis=peso eviscerado.

Análisis Multivariado para Machos.

En los machos se presenta el mismo comportamiento que en la alimentación manteniendo constantes sus pesos, en tanto que los pesos gonádicos incrementan en Marzo y Octubre; coincidiendo también con los meses de apareamiento en las hembras (Marzo y Octubre).

El peso del hígado mantiene los valores por debajo que el peso gonádico, pero el peso de los intestinos cruza con el peso gonádico en el mes de Febrero y Marzo. Se observa también una relación inversa entre el peso del hígado y de la gónada en Marzo (Figura 20b).

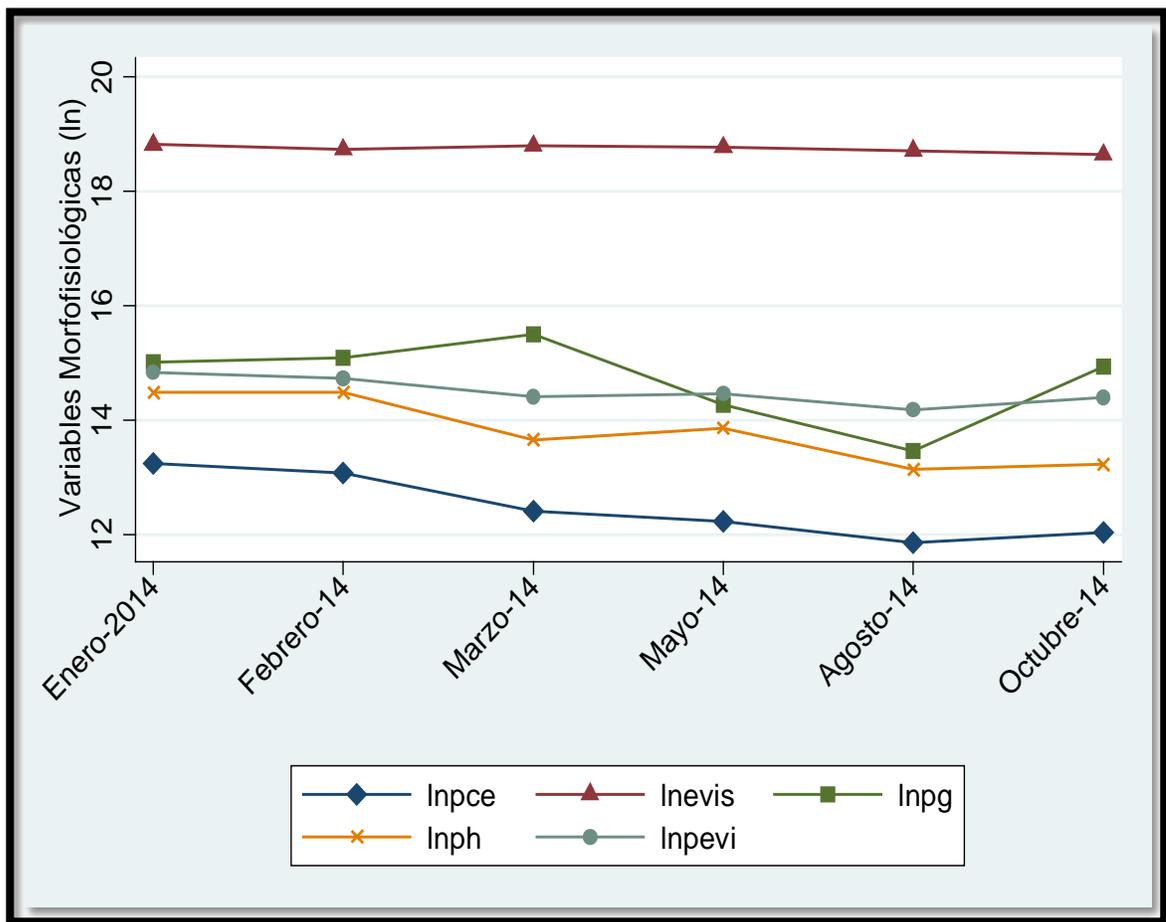


Figura 20b. Medias ajustadas por la covariada (logaritmo natural de la longitud patrón (lnlp)) por fecha de muestreo a las variables para los machos que son Inpe=peso estomacal, Inph=peso hígado, Inpevi=peso visceral, Inpg=peso gonádico, Inevis=peso eviscerado.

Composición de Tallas mediante los estimadores de densidad por kerneles (EDK's).

En los histogramas mensuales suavizados (Estimadores de Densidad por Kernel) se observaron dos modas dominantes (Figuras 21a y 21b), y con la frecuencia de tallas (Figura 22) de las cuales se conformarían grupos de peces alcanzando su máxima longevidad (Cuadro 19) y con las principales tallas se distinguen los componentes alimenticios consumidos (Cuadro 20).

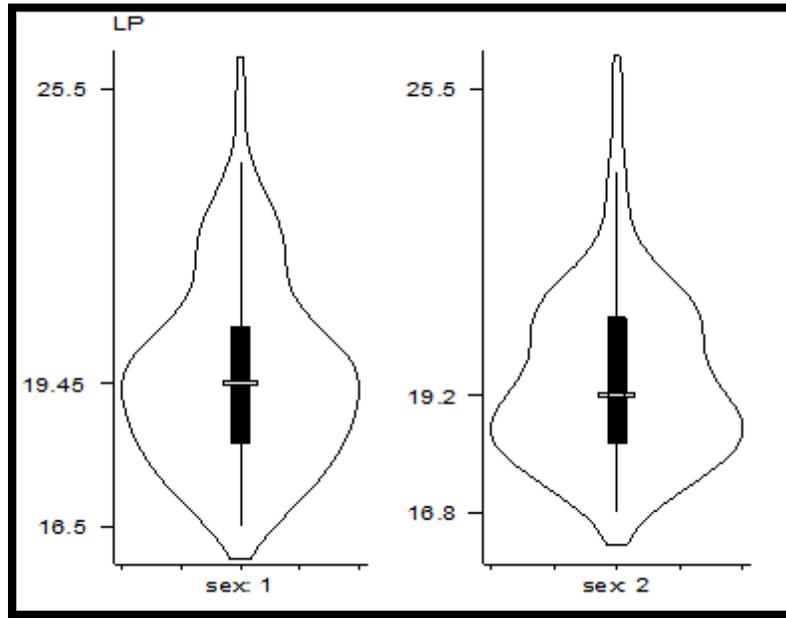


Figura 22. Diagramas de caja de violín para las distribuciones de frecuencia de tallas. Sex=1 (Hembras) y Sex=2 (Machos).

Cuadro 19. Tabla de comparación de las modas obtenidas.

Sexo 1ra Moda 2da Moda

Hembra	19.2cm	22.08cm
Macho	18.4cm	20.6cm

Cuadro 20. Tabla de comparación entre las tallas y los componentes alimenticios.

Sexo	MONI/ Crustáceos/Peces	Crustáceos
Hembras	21-26cm	27-31cm
Machos	20-26cm	27-31cm

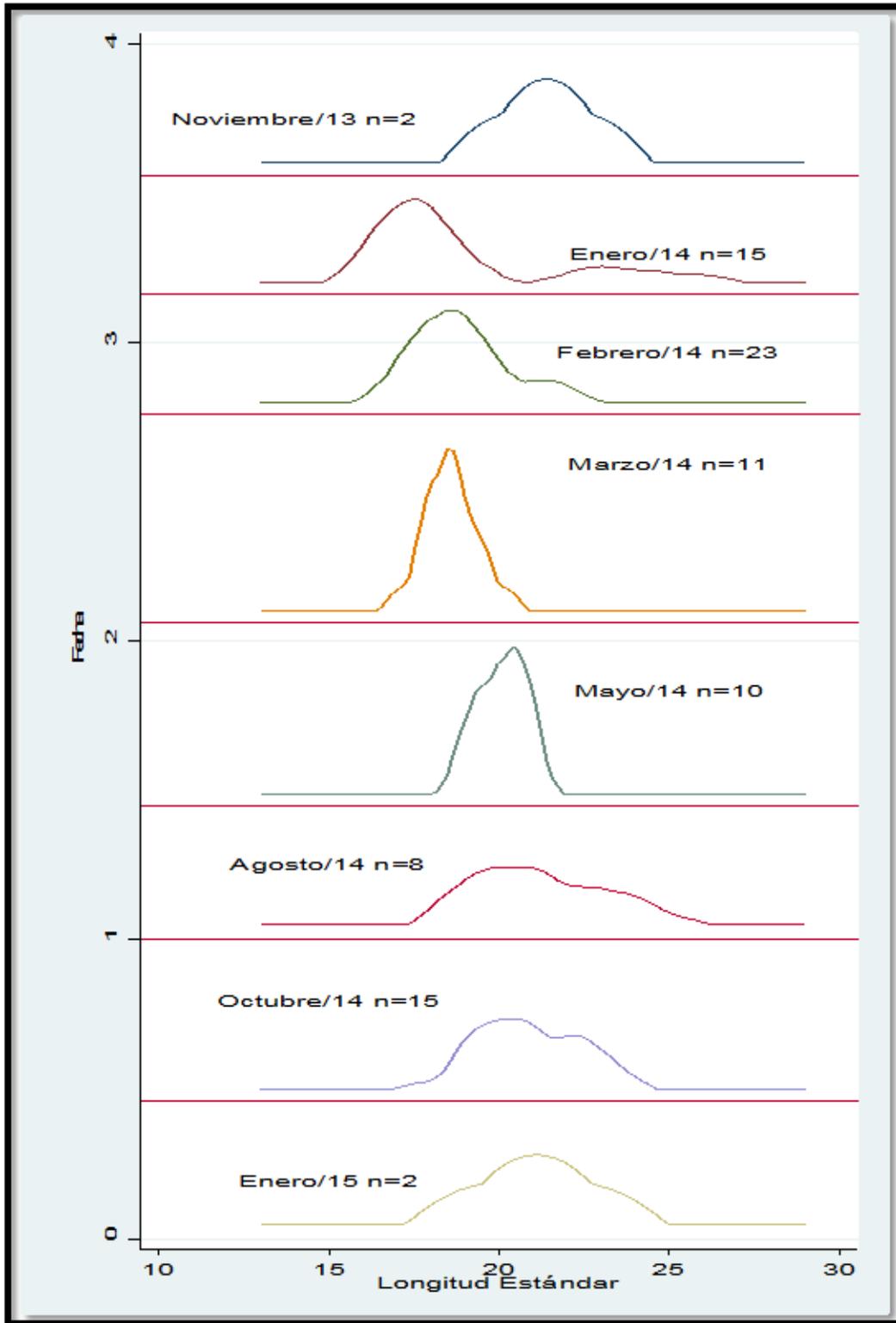


Figura 21a. Histogramas mensuales suavizados que refieren la Longitud Estándar de *L. inermis*, para las hembras.

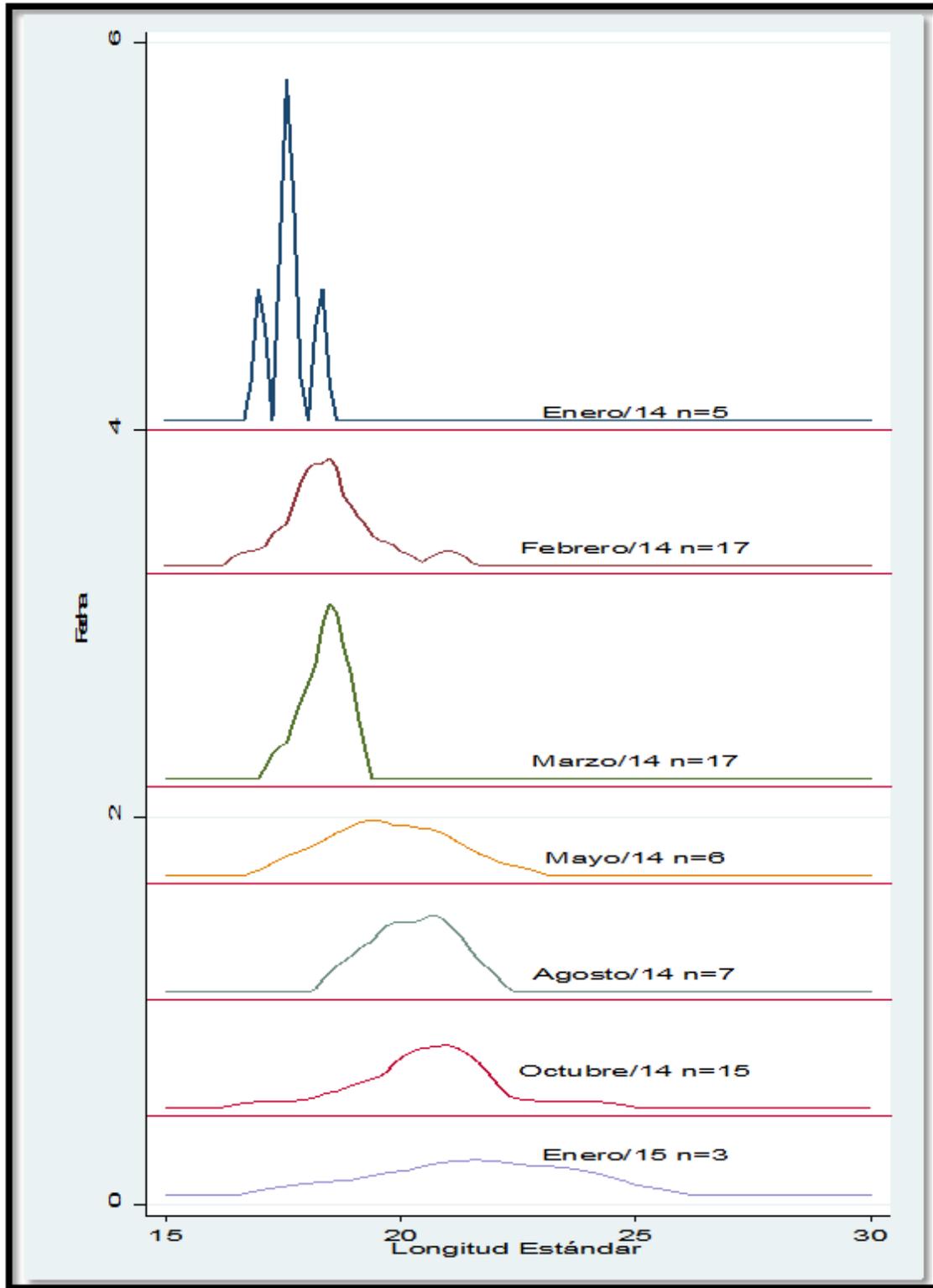


Figura 21b. Histogramas mensuales suavizados que refieren la Longitud Estándar de *L. inermis*, para los machos.

Proporción Sexual.

Se acepta la hipótesis nula en la proporción sexual de que el número de machos es igual al número de hembras, con la relación 1:1, a excepción de los meses de Enero ($p=0.02$) y Mayo ($p=0.31$); cuando las frecuencias observadas difieren significativamente de las esperadas el valor de χ^2 será positivo y tan grande cuanto mayor sean las diferencias entre las frecuencias (Cuadro 21).

Cuadro 21. Tabla de estructura de sexo, con base al estadístico χ^2 .

Fecha	Hembras	Machos	$H_0=1:1$	$\alpha=0.05$
			$H_a=1 \neq 1$	
			χ^2	P
Noviembre/13	2	1	0.33	0.5656
Enero/14	15	5	5	0.0253
Febrero/14	23	17	0.9	0.3427
Marzo/14	11	7	0.8	0.3457
Mayo/14	10	6	1	0.3173
Agosto/14	8	7	0.06	0.7962
Octubre/14	15	15	0	1
Enero/15	2	3	0.2	0.6547
Sumatorias	86	61		

Relaciones Morfométricas.

El grado de asociación entre las variables de peso se presenta en el cuadro 22, muestra una correlación baja entre las variables y los pesos tienden a una relación lineal directa e indica que al aumentar el valor de una variable también aumenta el valor de la otra.

Cuadro 22. Tabla de Correlaciones.

Logaritmo Natural	Peso Cont. Esto.	Peso Eviscerado	Peso de las Gónadas	Peso del Hígado	Peso Visceral
Peso Cont. Esto.	1.00	Significancia (0.00)			
Peso Eviscerado	0.0254	1.00	Significancia (0.00)		
Peso de las Gónadas	0.1372	0.2151	1.00	Significancia (0.00)	
Peso del Hígado	0.4764	0.0283	0.2810	1.00	Sig. (0.00)
Peso Visceral	0.2809	0.0924	0.1218	0.2480	1.00

Para analizar el tipo de relación entre la longitud y el peso se utilizó el análisis de regresión lineal simple (Cuadro 23) y una regresión no lineal (Cuadro 24); se observaron diferencias significativas de los valores de la pendiente e intercepto entre sexos ($\alpha=0.05$), el tipo de crecimiento es alométrico negativo para machos ($p=3.5e^{-6}$) y hembras ($p=8.2e^{-12}$).

El gráfico de la ecuación resultante de la regresión no lineal se observa en la figura 23.

Cuadro 23. Parámetros de la relación talla-peso para L. inermis

Sexo	a	b	r^2	n	p	t-student ($\alpha=0.05$)	[Intervalo de Confianza 95%]
Machos(M)	-1.8	2.32	0.824	61	$3.5e^{-6}$	4.9081565	2.04 2.59
Hembras(H)	-1.3	2.15	0.823	86	$8.2e^{-12}$	7.7543536	1.94 2.37

a=intercepto; b=pendiente; r^2 =coeficiente de determinación; n=número de organismos; p=valor de probabilidad.

Cuadro 24. Tabla de resumen para el análisis de regresión no lineal.

Función de Crecimiento Potencial, $p_t = b_0 * l_p^{b_1}$

Peso	Coficiente	Error Estándar	t	P > t	[Intervalo de Confianza del 95%]
Long. (a)	0.0965455	0.0234825	4.11	0.000	0.050133 0.1429577
Pend. (b)	2.495412	0.0806113	30.96	0.000	2.336087 2.654736

(Errores estándar, Valores de P, Intervalos de Confianza y Correlaciones son aproximaciones Asintóticas)

Conociendo el valor de estos parámetros de crecimiento se estima la talla para cualquier edad (L_t) de acuerdo con la ecuación: $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$ (Cuadro 25), que se define como el cambio de biomasa del cuerpo en el tiempo, debido al resultado neto de dos procesos metabólicos con tendencias opuestas: el anabolismo (acumulación de material celular) y el catabolismo (destrucción y pérdida de material celular), de esta manera, la combinación de ambos factores determina la tasa de crecimiento (k).

Cuadro 25. Parámetros biológico pesquero de la función de crecimiento de von Bertalanffy.

$$L_t = 43.11 * (1 - \exp(-0.04 * (t + 10.93)))$$

Longitud	Coficiente	Error Estándar	t	P > t	[Intervalo de Confianza del 95%]
L_∞	43.1106	.9319631	46.26	0.000	41.27521 44.946
K	.046678	.001907	24.48	0.000	.0429222 .0504334
t_0	-10.93419	.1441377	-75.86	0.000	-11.21805 -10.65033

(Errores estándar, Valores de P, Intervalos de Confianza y Correlaciones son aproximaciones Asintóticas)

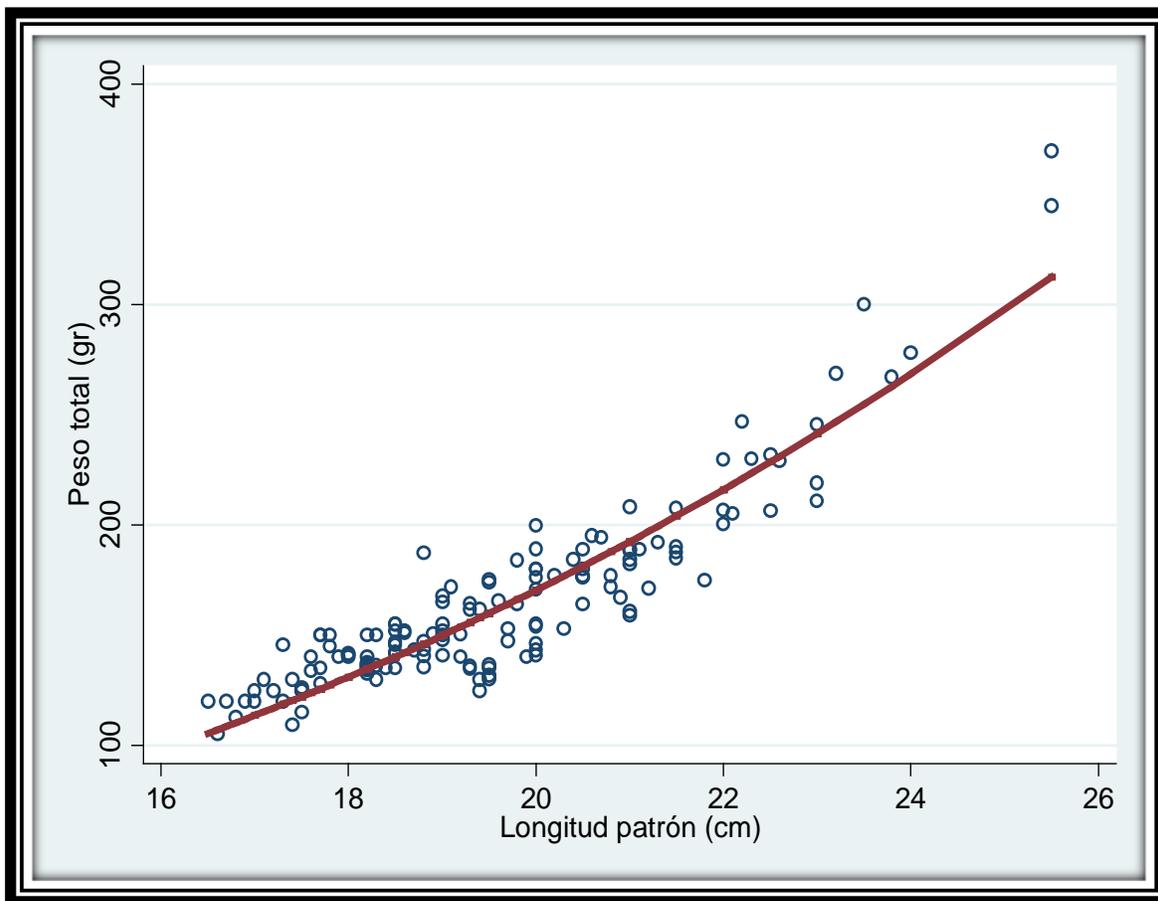


Figura 23. Relación Longitud patrón y Peso total para *L. inermis*, durante el periodo de muestreo.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis digestivo por medio del método de análisis de contenido estomacal.

De un total de 240 datos (71 Hembras, 72 Machos y 97 Indeterminados) de análisis de estómagos de la captura realizada de Noviembre del 2013 a Enero del 2015 del cocinero (*C. caballus*) y de 147 datos (86 Hembras y 61 Machos) de la rabirrubia (*L. inermis*) en la zona de Costa Chica, Oaxaca y con la utilización del método de análisis de contenido estomacal numérico y gravimétrico (Hyslop. 1980), dependiendo del grado de digestión, se identificó el material utilizando los caparazones, abdomen o apéndices en crustáceos; vertebras, espinas u escamas en peces; mientras que en los cefalópodos la única estructura reconocible fue el aparato mandibular ("pico"), las que se consideraron como pertenecientes a un individuo, con lo cual se registró un tipo de alimentación con un patrón relativamente bien definido, en los cuales se observó la importancia de 3 grupos o categorías principales que forman parte del componente alimenticio en el cocinero (Peces, Moluscos y Crustáceos) y solamente 2 grupos en la dieta de la rabirrubia (Peces y Crustáceos).

A partir de los resultados obtenidos del espectro trófico, se determinó que los dos organismos tienen una alimentación depredadora, por lo que son especies carnívoras altamente voraces, debido a los diferentes tipos de presas presentes en los estómagos. Esto concuerda con lo reportado por Saucedo-Lozano *et al.* (2012) en Manzanillo, Colima, donde Noviembre, Septiembre y Enero son los meses con mayor abundancia en presas, de los cuales encuentra 3 taxas superiores en la alimentación: Peces (Orden Clupeiformes, Familia Engraulidae, Serranidae, Carangidae); Crustáceos (Orden Euphausia, Isópodos y fases larvianas) y Moluscos (*Octopus*); al respecto Santamaría-Miranda (1998), menciona que a lo largo del ciclo hay variaciones cualitativas en la abundancia e intensidad de la alimentación de los peces que están relacionadas con los cambios ambientales (estación del año) y las alteraciones provocan que cada categoría varíe notablemente en función de la disponibilidad del alimento.

Los dos organismos en este estudio resaltan que son claves en las tramas tróficas debido a su habilidad para alimentarse de pequeños crustáceos; esto es, en las comunidades costeras el krill tiene un papel importante: consume materia orgánica proporcionada por un sustrato rico y constituye una presa importante para peces contribuyendo a mantener la dinámica del ecosistema y la existencia de este alimento durante la temporada de nacimiento es importante para lograr la sobrevivencia de ese año (Gamboa-Contreras & Tapia-García. 1998). En este momento, los peces se convierten en transformadores y almacenadores de energía, la cual puede ser transferida a niveles tróficos superiores o ser utilizada en el intercambio con el medio lagunar estuarino.

El método numérico (%N), se ha empleado con éxito por varios estudios en peces con alimentación de plancton donde los componentes individuales se pueden contar con facilidad; y el método gravimétrico (%G) generalmente se emplea sólo en combinación con otros métodos para demostrar las variaciones estacionales de la intensidad de la alimentación (Zacharia. 1974).

Análisis digestivo por medio de índices morfológicos.

Para consolidar las propiedades de las medidas de las dietas individuales (por ejemplo, %N, %G), se desarrolló el coeficiente de alimentación de Hureau (Q) que otorga la misma importancia relativa tanto al número como al peso de las presas, esto es, le otorga mayor relevancia a la frecuencia en peso que en comparación al Índice de Importancia Relativa (IRI) que solo enfatiza la frecuencia de ocurrencia (Labbé & Arana. 2001) y con respecto a los Índices utilizados estos resultan similares en cuanto a la jerarquización de las categorías de alimento; mediante este coeficiente, para *C. caballus* en la mayoría de meses aparecen los peces y los crustáceos como un elemento importante en la dieta (1rio, preferidos, frecuente) y los moluscos aparecen como alimento accidental en la dieta (3rio); con los valores de (Q) para *L. inermis*, los crustáceos son un elemento importante en la dieta (1rio, preferidos) y los Peces aparecen como alimento 2rio en la dieta.

Al realizar el análisis mediante el Índice de Repleción (IR), tanto para *C. caballus* y *L. inermis*, se observó un aumento durante el periodo de Enero y Febrero, donde se eleva la ingesta de alimento y los valores mínimos se presentan en el periodo de Octubre a Noviembre y la causa se debe a que los organismos entran en temporada de reproducción, afectando la condición de los organismos.

Además existe la adaptación de almacenar energía en diferentes tejidos, una vez pasado su período de reproducción, la energía ya no es destinada a la producción de las gónadas, sino a la acumulación de tejido somático, esto es, una tendencia opuesta entre los valores medios de las gónadas y los valores medios del hígado y los valores del estado físico de los organismos (Alejo-Plata *et al.* 1989).

ANMUCOVA

El ANMUCOVA puede aplicarse para el estudio de otros índices morfométricos y el uso de las medias ajustadas por el tamaño es una buena recomendación, es un método muy valioso que permite estudiar adecuadamente el ciclo reproductivo así como la cantidad de alimento ingerido a lo largo del año, facilita la interpretación simultánea de tendencias en los promedios, haciendo posible comparar en una escala similar.

Este método presenta que la alimentación se incrementa en los primeros meses del año, cuando la zona se encuentra bajo el influjo de la Corriente de California (CC): fría, de baja salinidad y alta en O₂, la cual llega hasta Chiapas encontrándose con la Corriente Norecuatorial (CNE): caliente, alta en salinidad y baja en O₂, provocando diferencias de temperatura o incrementos dramáticos de salinidad que son capaces de hundir masas de agua. Otro pico de alimentación comienza a incrementarse en otoño, ya que en la zona se presentan surgencias intensas debido a la interacción de frentes fríos que bajan por el istmo de Tehuantepec que produce un aporte masivo de nutrientes y que pone en marcha cadenas productivas que benefician el reclutamiento y el crecimiento de las especies (Monreal-Gómez & Salas de León. 1998).

Williams y Newell (1957), opinan que durante un periodo en que la temperatura (29° a 30°C) y baja salinidad en la superficie del agua podría actuar como un estímulo en el ambiente, aseguran los mejores valores de reclutamiento y se encuentran correlacionados con productividad primaria elevada y con la época de surgencias, por lo que corrientes y vientos pueden ser determinantes.

Composición de tallas (EDK's)

En los histogramas suavizados (EDK's) se observaron entre dos y tres modas dominantes de frecuencia de tallas de las cuales se consideran como grupos de peces con tamaño similar; un aspecto importante de estos cambios en el desarrollo, es que permiten la repartición de los recursos con otras especies, reduciendo la competencia intraespecífica e interespecífica (García-Berthou y Moreno-Amich. 1993). Este proceso es usual en muchas especies ícticas (Schmitter-Soto y Castro-Aguirre. 1996) y tiene la ventaja evolutiva de evitar la competencia entre adultos y juveniles, ya que se incrementa sus capacidades para consumir presas mayores, asimismo, su posibilidad de selección puesto que además de preñar sobre niveles tróficos inferiores existe predación entre ellos resaltando la importancia piscívora en la alimentación; al respecto Castillo-Rivera *et al.* (2007) y Flores-Ortega *et al.* (2010), opinan que el tamaño de la boca y su correspondiente capacidad de apertura dependerá a medida de que los peces crezcan, por lo que los peces de menor talla tienden a consumir presas pequeñas y con exoesqueletos delgados, ya que no cuentan con una dentadura firme y los de talla mayor consumen presas más grandes con estructuras óseas y exoesqueletos duros como los cangrejos.

Saucedo-Lozano *et al.* (2012), señala que los organismos más pequeños tienden a alimentarse más de peces, ya que ofrece una mejor calidad de proteínas, muy importante para crecer más rápido y evitar ser una presa, debido a que requieren de mayor energía para destinarla al crecimiento, por lo que es importante que su dieta sea preferente de un valor nutricional alto. Por otro lado, menciona que el consumo de crustáceos en las diferentes etapas del desarrollo puede deberse también a su disponibilidad en el medio.

Proporción sexual.

Se acepta la hipótesis nula en la proporción sexual con la relación 1:1 en el caso del cocinero (*C. caballus*) los meses de Enero, Abril y Mayo; la presencia de peces indeterminados se da principalmente en el mes de Mayo; en el caso de la rabirrubia (*L. inermis*) solo con excepción de los meses de Enero y Mayo; no hay presencia de indeterminados durante la temporada de estudio.

Esta igualdad corresponde a la época de desove y es mencionado por Kojima (1965) en el Pacífico occidental, indicando la temporada de desove (Noviembre), cuando la proporción se acerca a la igualdad; esta vinculación de los dos sexos durante el desove indica que ambas especies en la región de Costa Chica Oaxaca, tienen una extensa temporada de desove, más de una vez en un año y más o menos continuamente, a este proceso se le denomina iteroparidad (Lagler *et al.*, 1984), y su variación puede ser causada por diversos factores, tales como el agrupamiento natural por talla y sexo, las diferentes tasas de crecimiento entre sexos, el desove y la mortalidad post desove (Rodríguez-Rúa *et al.* 2005)

Relaciones morfométricas.

De acuerdo al análisis de regresión longitud-peso, los coeficientes de regresión fueron diferentes de 3 (Alometría negativa), se trabajó cada relación para hembras y machos de ambas especies y los indeterminados del cocinero (*C. caballus*) estadísticamente presentaron una isometría, debido a las diferentes características biológicas que presentan, como son: reproducción y ritmo de crecimiento. El crecimiento alométrico negativo indica que el aporte energético del metabolismo se canaliza al crecimiento y no a la reproducción, siempre y cuando exista alimento disponible (Nikolsky, 1976).

CONCLUSIONES

De un total de 240 datos de análisis de estómagos de la captura realizada del cocinero *C. caballus*; y de 147 datos de la rabirrubia *L. inermis* en la zona de Costa Chica, Oaxaca, se registra la importancia de 3 grupos o categorías principales que forman parte del componente alimenticio en el cocinero (Peces, Moluscos y Crustáceos) y solamente 2 grupos (Peces y Crustáceos) en la dieta del rabirrubia; por lo que son especies carnívoras altamente voraces y con un amplio espectro trófico.

El ANMUCOVA puede aplicarse para el estudio de otros índices morfométricos, y en él se distinguen períodos de desove, indicado por los valores medios ajustados más altos de gónadas y también muestra los meses con mayor alimentación mediante las medias ajustadas por la covariada para los datos totales.

Las dos especies se están reproduciendo en casi todo el año y esto es a partir de Marzo aprovechando la alta productividad primaria que se genera con la corriente Norecuatorial y la corriente de California y finaliza en Diciembre con el aprovechamiento de las surgencias.

En los histogramas suavizados (Estimadores de Densidad por Kernel) se observaron dos y tres modas dominantes de frecuencia de tallas.

La proporción sexual, en el caso de cocinero, se acepta en los meses de Enero, Abril y Mayo, y la presencia de peces indeterminados se da principalmente en el mes de Mayo. En el caso de la rabirrubia, a excepción de los meses de Enero y Mayo; no hay presencia de indeterminados durante la temporada de estudio. Esta igualdad corresponde a la época de desove.

De acuerdo al análisis de regresión tanto lineal como no lineal, ambas especies de la región, tienen un crecimiento alométrico negativo y en general las correlaciones entre las variables de estudio son positivas.

BIBLIOGRAFIA

- Alejo-Plata, M.C., M.E. Laguna-Mavina & P. Ramírez-Tlalpan. 1989. Estudio de algunos aspectos biológicos de *Oreochromis mossambicus* (*Osteichthyes*: Cichlidae) en la laguna "El Rodeo" estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P Zaragoza. México. 118p.
- Carranza-Edwards, A., E. Morales de la Garza & L. Rosales-Hoz. 1998. Tectónica, sedimentología y geoquímica, Cap. 1, 1-12. En: Tapia-García M. El golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, UAM-Iztapalapa, México.
- Carballido-Díaz, P.L. 2011. Hábitos alimenticios de juveniles de la raya tecolote *Rhinoptera steindachneri* (E. & J. 1892) en el golfo de Tehuantepec. Tesis de Licenciatura. UAM campus Puerto Ángel, México. 68p.
- Contreras, E.F. 2010. Ecosistemas Costeros Mexicanos una Actualización. Departamento De Hidrobiología. UAM-Iztapalapa, México. 470p.
- Castillo-Rivera, M., R. Zarate-Hernández & I.H. Salgado-Ugarte. 2007. Hábitos de alimento de juveniles y adultos de *Archosargus probatocephalus* (*Teloestei*: Spiridae) en un estuario tropical de Veracruz. *Hidrobiológica* 17(2):119-126.
- Cortés, E. 1998. Methods of studying fish feeding: a comment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55 (12): 2706-2707.
- Doncel O. & J. Paramo. 2010. Hábitos alimenticios del pargo rayado, *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae), en la zona norte del Caribe colombiano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38 (3): 413-426.
- Encinas, R.Y. 2008. Análisis del contenido estomacal de *Cynoscion othonopterus* (Jordan & Gilbert, 1881) en el Alto Golfo de California y Delta del Rio Colorado. Tesis de Licenciatura. Inst. Tecno. Del Valle del Yaqui, Sonora. México. 64p.
- Espinosa-Bernal, J.O. 2010. Estudio trófico del dorado *Coyphaena hippurus* (L. 1758) en la costa Chica de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. UNAM FES Zaragoza, México. 104p.
- Espinosa-Pérez, H. 2014. Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: S450-S459.
- FAO. 1975. Catálogo de artes de pesca artesanal. Dirección de Industrias Pesqueras. Fishing News. 189p.
- Flores-Ortega, J.R., E. Godínez-Domínguez., J.A. Rojo-Vázquez., V.H. Galván-Piña & G. González-Sansón. 2010. Interacciones tróficas de las seis especies de peces más abundantes en la pesquería artesanal en dos bahías del Pacífico Central Mexicano. *Revista Biología Tropical*. 58(1): 383-397.
- Fischer, W., F. Krupp., W. Schneider., C. Sommer., K.E. Carpenter & V. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Roma. FAO. 647-1200p.

- Gamboa-Contreras, J.A. & M. Tapia-García. 1998. Invertebrados bentónicos de la plataforma continental interna. Cap. 9, 103-128. En: Tapia-García, M. El golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. UAM-Iztapalapa, México.
- García, E. 1973. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlas a condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM, México. 246p.
- García-Berthou, E. & 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.
- Gutiérrez-Zavala R. & E. Cabrera-Mancilla. 2012. La Pesca Ribereña de Guerrero. Instituto Nacional de Pesca, México. 81p.
- Günther, A.C. 1869. Trans. Zool. Soc. London, An account of the fishes of the states of Central America, based on collection made, by Capt. J. M. Daw, F. Goodman y O. Salvin. 377-494, láms. 64-87.
- Hureau, J.C. 1970. Biologie comparee de quelques poissons antarctiques (*Nototheneidae*). Bull. Inst. Oceanogr. Monaco. 68 (1391): 1-250.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *Journal Fish. Biol*, 17: 411-429.
- Kaschner, K.J. 2013. AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species. A través de: www.aquamaps.org, consultado el 20/10/2015.
- Kimura, D.K. 1980. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. *Fishery Bulletin*, 77(4): 765-776.
- Kojima, S. 1966. Fishery biology of the common dolphin *Coryphaena hippurus* L., inhabiting the Pacific Ocean. En *Jpn. Engl. Summ. Bull. Shinaane Prefectural Fish. Exp. Stn. No. 1*, 108p.
- Labbé, F.J. y Arana, P.M. 2001. Alimentación de orange roughy, *Hoplostethus atlanticus* (Pisces: Trachichthyidae), en el archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36 (1): 75-82.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach., R.R. Miller & D.R. May-Passino. 1984. *Ictiología*. Ed. A.G.T. Editor S.A. México. 489p.
- López Pérez, R.A. & A. López García. 2008. Identificación de sitios prioritarios para la conservación de corales formadores de arrecife en el estado de Oaxaca, México. *Hidrobiológica*, 18 (3): 239-250.
- Monreal-Gómez, M. & D.A. Salas de León. 1998. Dinámica y estructura termohalina. Cap. 2: 13-26. En: Tapia-García M. El golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. UAM-Iztapalapa, México.
- Nikolsky, G.V. 1976. *The Ecology of Fishes*. Academic Press. New York. 352p.
- Redding, J.J. & R. Patiño. 1993. Reproductive Physiology: 503-534, En: Evans, D.H. *The Physiology of Fishes*. CRC Press, Inc.

Rivera-Velázquez, G., I.H. Salgado-Ugarte., L. Soto & E. Naranjo. 2010. Un estudio de caso en el análisis de la distribución de frecuencias de tallas de *Litopenaeus vannammei* (Boone, 1931) mediante el uso de estimadores de densidad por kernel. Lat. Am. Jour. Aquat. Res. 38 (2): 201-209.

Rodríguez-Preciado, J.A. 2008. Hábitos alimenticios de *Pomadasys panamensis* (Steindachner, 1875) y *Haemulopsis leuciscus* (Günther, 1964) (PISCES: HAEMULIDAE) en la costa de Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Ciencias del mar y Limnología. Unidad Académica Mazatlán, UNAM, México. 72p.

Rodríguez-Rúa, A., I. Pozuelo & M.A. Prado. 2005. The gametogenic cycle of *Octopus vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) as observed on the Atlantic coast of Andalucía (south of Spain). Mar. Biol. 147: 927-933.

Rojas-Herrera, A., M. Mascaré & X. Chiappa-Carrara. (2004). Hábitos alimentarios de los peces *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. Revista de Biología Tropical, 52 (4), 959-971.

Schmitter-Soto, J.J. & J.L. Castro-Aguirre. 1996. Trophic comparison among Triglidae (Pisces: Scorpaeniformes) off Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 44: 803-811.

Salgado-Ugarte, I.H. 1985. Algunos aspectos biológicos del bagre *Arius melanopus* Günther (*Osteichthyes: Ariidae*) en el sistema lagunar Tampamachoco, Veracruz. Tesis de Licenciatura. E.N.E.P. Zaragoza. UNAM. México. 84p.

Salgado-Ugarte, I.H. 2002. Suavización no Paramétrica para Análisis de Datos. FES Zaragoza, UNAM, México. 139p.

Salgado-Ugarte, I.H., J.L. Gómez-Márquez & B. Peña-Mendoza. 2005. Métodos actualizados para análisis de datos Biológico-Pesqueros. FES Zaragoza, UNAM, México. 240p.

SAGARPA. 2012. Anuario estadístico de pesca. Comisión Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_estadistica_pesquera_y_acuicola.

SAGARPA. 2010. Carta Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. 317p.

Santamaría-Miranda, A. 1998. Hábitos alimenticios y ciclo reproductivo del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. Tesis de Maestría, CICIMAR, La Paz, México. 64p.

Saucedo-Lozano, M. 2000. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1992) y *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (*Lutjanus*: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis de Maestría. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, México. 68p.

Saucedo-Lozano, M., I. Bernal-Ornelas., E. Espino-Barr., A. García-Boa., E. Cabral-Solís & M. Puente-Gómez. 2012. Feeding Habits of the Green Jacket (*Caranx caballus* Günther, 1868) on the Coast of Manzanillo, Colima. México. The Open Marine Biology Journal, (6): 28-37.

Silverman, B.W. 1986. Density estimation for statistics and data analysis. London: Chapman & Hall. 175p.

Villeras-Salinas, S. 2009. Análisis espacial de la pesca en la Costa Chica de Guerrero. Tesis de Doctorado. Facultad De Filosofía y Letras (Geografía)-UNAM, México. 141p.

Walters, C., V. Christensen & D. Pauly. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass balance assessments. Review in Fish Biology and Fisheries, 7 (2): 139–172.

Williams, F. & B.S. Newell. (1957). Notes on the biology of the dorade or dolphin-fish (*Coryphaena hippurus*) in East African waters. E. Aft. Agric. J. 1957:113-118.

Zacharia, P.U. 1974. Trophodynamics and Review of methods for Stomach content analysis of fishes. Demersal Fisheries Division. Central Marine Fisheries Research Institute, Kochi. 16p.