



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

CICLO REPRODUCTIVO Y DIMORFISMO
SEXUAL DEL GASTERÓPODO *Opeatostoma
pseudodon* (BURROW, 1815), EN PUERTO
ÁNGEL, OAXACA, MÉXICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO

P R E S E N T A:
JULIO CESAR HARO CAPETILLO

DIRECTORA DE TESIS:

M. EN C. VERÓNICA MITSUI SAITO QUEZADA

ASESOR INTERNO:

DR. ISAÍAS HAZARMABETH SALGADO UGARTE



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2017



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.

Agradecimientos Académicos.

Principalmente quiero agradecer a la M. en C. Verónica Mitsui Saito y al Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte, por su gran apoyo, siempre me han apoyado en lo que he necesitado, y eso es algo por lo cual estoy eternamente agradecido, muchas gracias Maestra y Doc, muchas gracias. Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México ya que me ha llenado mi vida de grandes bendiciones; así mismo quiero agradecer a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y finalmente al Laboratorio de Biometría Biología Pesquera y a mis sinodales por sus apreciadas recomendaciones para el presente trabajo.

Deseo externar mi agradecimiento al proyecto PAPIME PE207417 por el apoyo en el presente trabajo.

Agradecimientos personales.

Mi gratitud total es hacia con Dios, que nunca me has dejado y siempre he podido ver tu mano en mi vida, sin ti jamás hubiera podido lograr esto. Entre los hombres soy el más afortunado.

Posteriormente quiero externar mi entera gratitud a mi madre Guadalupe, ya que a pesar de que las circunstancias en muchas ocasiones no han sido favorables, siempre has estado junto a mí, apoyándome a pesar de mí mismo, definitivamente, no habría podido lograrlo sin ti, gracias madre, ya que tengo un ángel en mi vida, y eres tú. Quiero externar mi gratitud también a mi hermanita Viridiana, que siempre has estado conmigo. A ambas les agradezco por su cariño y su apoyo en todo momento, mil gracias a las dos.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos Candelario, Alejandra, Jessica, Mitz, Fernando, y Iztzel, por su amistad y apoyo, han hecho de mi estancia en el laboratorio muy amena.

Dedicatorias.

Quiero dedicar esta tesis a mi abuelita Carolina †, ya que durante la realización del actual trabajo caíste en cama, y luchamos juntos con tu enfermedad, lamentablemente no pudiste compartir este momento conmigo, sin embargo, siempre vas a vivir en mi corazón, te amo “agüelita”, es por eso que te dedico esta tesis. También quiero dedicar esta tesis a mi madre, ya que definitivamente, es resultado de tu esfuerzo, trabajo, paciencia y amor.

Índice

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Antecedentes.....	7
4. Justificación.....	11
5. Hipótesis.....	11
6. Objetivo general.....	12
Objetivos particulares.....	12
7. Zona de Estudio.....	13
8. Método.....	17
8.1 Trabajo en campo.....	17
8.2 Trabajo en laboratorio.....	17
8.3 Tratamiento de los datos.....	20
8.4 Tratamiento estadístico.....	21
8.4.1 Estimadores de densidad por Kernel.....	22
8.4.2 Prueba χ^2 de bondad de ajuste para distribución uniforme.....	23
8.4.3 Función discriminante.....	25
9.0 Resultados.....	25
9.1 Composición por tallas y proporción sexual.....	26
9.2 Proporción sexual por mes.....	34
9.3 Relación Peso-Longitud.....	35
9.4 Reproducción.....	38
9.4.1 Índice Gonadosomático y temperatura.....	38
9.4.2 Factor de Condición Relativa.....	41
9.4.3 Índice Gonadosomático comparado con Clorofila- α	45
9.4.4 Kruskal-Wallis para el índice Gonadosomático.....	48
9.5 Dimorfismo sexual.....	53
10. Análisis de Resultados.....	60
11. Discusión de Resultados.....	62
12. Conclusiones.....	64
Bibliografía.....	66

1. Resumen.

Se realizaron diez muestreos, ocho durante el año 2015 (Enero, Marzo, Abril, Junio, Agosto, Septiembre, Octubre y Diciembre) y dos en el 2016 (Febrero y Abril), Se reporta que existe un reclutamiento en Enero para los machos y otro en Marzo para las hembras.

La proporción sexual de la población se mantuvo estable durante todo el año, con una proporción general de 1.00Hembras:1.02Machos, y por muestreo mantuvo estadísticamente (χ^2) 1:1, lo que expresa que la población no se ha visto desfavorecida hacia ningún sexo.

Se reportó un crecimiento alométrico negativo para ambos sexos, con una $b = 2.55$ para machos y una $b = 2.65$ para hembras.

En el caso del ciclo reproductivo se observó una relación negativa del Índice Gonadosomático con la concentración clorofila (mg/m^3), y una relación positiva con la temperatura superficial ($^{\circ}\text{C}$), esta última relación es poco significativa por ser un ambiente tropical.

Opeatostoma pseudodon se reproduce principalmente en el intervalo de meses de Junio a Octubre, ya que se observan dos picos altos en Junio y Septiembre, y épocas de reposo en Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril. También se observó que la población no tiende a invertir la energía en enfocada a la reproducción afectando la condición del organismo, ya que se observa un comportamiento similar para el índice gonadosomático como con factor de condición relativa (k_3).

Se reporta un dimorfismo sexual para las variables de longitud de *O. pseudodon*, en donde se observa que las hembras son más grandes.

2. Introducción.

El Phylum Mollusca representa a una gran diversidad de especies en el reino animal; se estima que hay 117 358 especies descritas (Zhi-Qiang, 2011; Castillo-Rodríguez, 2014), es el segundo grupo de animales más diverso después de los artrópodos (Zhi-Qiang, 2011). En México se conocen 4,643 especies de moluscos, de los cuales 3,127 son del Orden Gasterópoda, que representan 3.03% y 2.40%, de la biodiversidad de Moluscos y Gasterópodos a nivel mundial respectivamente, así se conocen 1,712 especies de Gasterópodos para el Pacífico mexicano (Castillo-Rodríguez, 2014). Dentro de este Phylum se reconoce a Gasteropoda como la Clase más diversa, y por ello existe un gran número de variables tanto en su morfología y comportamiento, así como en su distribución en casi todos los escenarios marinos (Castillo-Rodríguez, 2014). Este grupo se caracteriza por tener una concha de forma espiral levógira o dextrógira, que puede ser desde plana como las lapas, hasta tubulares como las turritelas; escasas son bivalvadas. El pie es fuerte; en especies pelágicas se ha modificado en un parapodio. Generalmente presentan opérculo (Castillo-Rodríguez, 2014).

Esta Clase ha logrado el mayor éxito evolutivo de los Moluscos. Las especies marinas se han adaptado a todo tipo de fondos e incluso a la vida pelágica. Otros gasterópodos han invadido las aguas dulces y los caracoles pulmonados habitan en tierra al eliminar las branquias y convertir la cavidad del mantón en un pulmón (Gómez-Cabrera, 2000).

La evolución de los gasterópodos implicó cuatro cambios principales:

1. El desarrollo de la cabeza.
2. El alargamiento del cuerpo en sentido dorso-ventral.
3. La transformación de la concha, de un escudo a un refugio protector.
4. La torsión visceral.

En México, los Moluscos son un recurso alimenticio importante, ya que representan el 11.13% de la producción pesquera, y el 23.24% de la producción acuícola nacional. La costa del Pacífico aporta el 8.35% de las capturas y el 2.42% de los moluscos cultivados. A pesar de su importancia, en la región Pacífico sur del país, y en particular en la costa de los estados de Oaxaca y Chiapas, su aprovechamiento es aún bastante limitado (Ríos-Jara *et al.*, 2008). Sin embargo, a pesar de que los moluscos se han convertido en una fuente de alimentación y de recursos de importancia económica, corre el riesgo de agotarse por el uso irresponsable de los recursos naturales, en este caso de la pesca y venta de moluscos para consumo humano, terminará por causar una baja en la población o la completa erradicación de las especies (Villegas-Maldonado *et al.*, 2007). De ahí se deriva la importancia de estudiar los ciclos reproductivos de los Moluscos.

Los gasterópodos incluyen un gran número de especies de importancia comercial; su carne es usada como alimento y sus conchas como piezas de ornato, joyería y artesanías, además son utilizadas como fuente de productos cosméticos y farmacéuticos (Ríos-Jara *et al.*, 2008).

El estudio de las comunidades acuáticas y terrestres muestra en la actualidad una tendencia hacia el enfoque ecológico, utilizando como elementos de análisis e interpretación las relaciones entre organismos y el medio (Caicedo-Rivas *et al.*, 2007).

Un ejemplo de una especie como recurso en explotación es *Opeatostoma pseudodon* (Burrow, 1815) (Figura 1) que es un molusco de la Familia Fascioliariidae que posee una concha de color blanca, debajo de un periostraco café amarillento; posee varias aristas espirales lisas de color café oscuro que dan la apariencia de estar dobladas hacia adentro de un tornio. Tiene una espina larga a manera de diente en la parte inferior del labio externo (Figura 1). Se ha registrado una talla de 62.7 mm de largo como máximo (Landa-Jaime *et al.*, 2007). Es un depredador activo con adaptabilidad a alimentarse de carroña. Se ha propuesto que el falso diente puede tener funciones alimenticias y reproductivas (Landa-Jaime *et al.*, 2013). Hacia la región interior de la columbela se encuentran dos o tres pliegues; es una especie no muy frecuente que puede o no ser gregaria y ocasionalmente se le encuentra asociada a sustratos coralinos (Landa *et al.*, 2007). De manera general, para la familia Fascioliariidae, la gónada está localizada en la parte superior del cuerpo y fusionada con la glándula digestiva (Kosyan *et al.*, 2009). En la Figura 1 se muestra la clasificación taxonómica de *O. pseudodon* (Worms, 2016).



- Reino: Animalia
- Phylum: Mollusca
- Clase: Gastropoda
- Subclase: Caenogastropoda
- Orden: Neogastropoda
- Superfamilia: Buccinoidea
- Familia: Fascioliariidae
- Subfamilia: Fascioliariinae
- Género: *Opeatostoma*
- Especie: *Opeatostoma pseudodon* (Burrow, 1815)

Cambio de Género: *Opeatostoma* (Berry, 1958)

Sinonimias: *Buccinum pseudodon* (Burrow, 1815, original), *Monoceros cingulatum* (Lamarck, 1815).

Figura 1. *Opeatostoma pseudodon* (Burrow, 1815) Keen, 1971, y su clasificación

taxonómica

En México, *O. pseudodon* se distribuye desde Cabo San Lucas, Baja California Sur, el Golfo de California hasta Chiapas (Figura 2). Su distribución a nivel continental se reporta desde Baja California hasta Perú y se ha reportado en las costas de las Islas Galápagos (Landa-Jaime *et al.*, 2007). Además, se ha observado que ésta es una de las especies que presenta una mayor amplitud en su distribución vertical. Puede encontrarse desde la zona mesolitoral superior del intermareal rocoso y en pozas de marea hasta el borde inferior del arrecife (Figura 2), preferentemente ocupando sustratos duros. Múltiples estudios anteriores, mencionan que *O. pseudodon* es una especie de importancia en la pesca ribereña, a pesar de no ser una especie de organismos muy grandes y de ser escasos (Landa-Jaime *et al.*, 2007; Villegas-Maldonado, 2007; Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2014; Castro-Mondragón *et al.*, 2015;), y en ellos se menciona también que tiene un buen potencial económico (Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2014). Sin embargo, los trabajos se limitan a estudios no cuantitativos, y los estudios cuantitativos se enfocan a la distribución en profundidad o al análisis de diversidad de especies (Landa-Jaime *et al.*, 2013), además de que se enfocan en Guerrero y Jalisco en su mayoría; así como algunos estudios el estado de Oaxaca, específicamente en Huatulco.

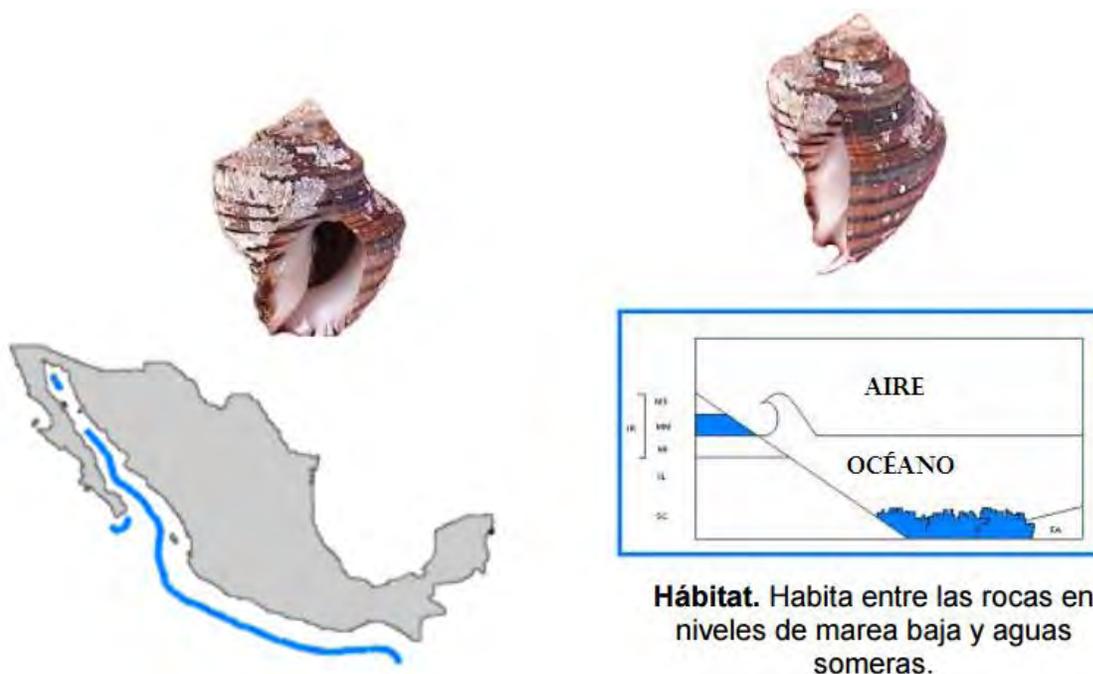


Figura 2. Las partes sombreadas de azul muestran la distribución de *O. pseudodon* en México y su distribución de acuerdo a la profundidad del océano (Landa *et al.*, 2007)

En México dentro de la zona económica exclusiva existen partes en donde se presentan épocas de alta productividad biológica, a estas zonas se les relacionan importantes pesquerías. Entre estas zonas se encuentra lo que se conoce como el Golfo de Tehuantepec, que es la región más estrecha entre el Océano Pacífico y el Océano Atlántico, y abarca a los estados de Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Veracruz.

El Golfo de Tehuantepec se ubica en la parte sur del Pacífico mexicano correspondiente a los estados de Oaxaca y Chiapas, y tiene un área aproximada de 125,000 km². Está delimitado hacia su parte oeste por Puerto Ángel, Oaxaca.

Los “Vientos Tehuanos” son vientos que atraviesan el Golfo de Tehuantepec y generan Surgencias que están asociadas a grandes pesquerías del país (Lara-Lara *et al.*, 2008). Estos Vientos Tehuanos son comunes durante el invierno y menos comunes en primavera (Flores-Vidal *et al.*, 2011).

Estos fenómenos meteorológicos están relacionados con parámetros poblacionales de organismos marinos, un ejemplo de estos parámetros es el proceso reproductivo de los seres vivos, que a menudo presenta ritmos endógenos controlados por un “reloj biológico” interno, y factores ambientales. La disponibilidad de alimento, la salinidad, el estrés y la contaminación por agentes químicos o por radiación pueden alterar el proceso de la maduración sexual (Salgado-Ugarte *et al.*, 2005) por lo que en este trabajo trata de relacionarse los procesos de Surgencias con parámetros ecológicos del *O. pseudodon*, como ejemplo tenemos los reclutamientos a un “stock” adulto (subpoblación capturada por el arte de pesca) a menudo toma lugar en momentos particulares del año cuando organismos juveniles han alcanzado cierta edad o tamaño.

Otro parámetro que puede evaluarse es la proporción sexual, que es una adaptación evolutiva que fue primeramente postulada por Fisher (1930), en donde propone que la proporción sexual poblacional debería ser de 0.5 (para machos), lo que se comprende que tiene una proporción poblacional de 1:1, a esto es a lo que se le considera como *Principio de Fisher*. Fisher menciona que la proporción sexual de 1:1 es un indicativo del equilibrio biológico de la población; sin embargo diversos factores como la selección, competencia, reproducción, supervivencia, etc. conducen a la dominancia de individuos de uno u otro sexo (Fisher, 1930; Franco-Meléndez, 2012), hay evidencia de que en *O. pseudodon* no se ha mantenido la proporción en todos los meses de captura (Guzmán-Urieta, 2015).

Se han realizado diversos estudios de proporción sexual en caracoles como es el caso de *Pomacea canaliculata*, en donde se observa una proporción cercana a 0.5 (1:1) (Yusa y Susuki, 2002). Una forma de evaluar la proporción sexual es por medio del estadístico Chi-cuadrada (χ^2), por Bondad de Ajuste (Mármol-Rada *et al.*, 2010).

Otro parámetro importante para las especies de caracoles es el dimorfismo sexual que puede ser definido como una diferencia sistémica en rasgos fenotípicos entre individuos de diferente sexo pero de la misma especie (Shine, 1989).

El Dimorfismo Sexual por Talla (*DST*), por sus siglas en inglés *SSD* (Sexual Size Dimorphism) es extenso entre los animales, y de importancia para los biólogos evolucionistas. Existen dos tipos de explicaciones propuestas para la evolución del dimorfismo sexual: selección sexual, o la divergencia interespecífica de nicho. Desde los tiempos de Darwin, con su clásica revisión y análisis, el *DST* ha sido interpretado por muchos trabajos principalmente en la selección sexual. Bajo esta hipótesis, las diferencias entre las relaciones entre el tamaño del cuerpo y los sucesos reproductivos entre machos y hembras resultan en una selección favorecida en la diferencia entre los tamaños adultos en los dos sexos (Shine, 1989).

Shine, (1989) menciona que existe un dimorfismo sexual para el orden Neogastropoda, explica que los machos tienen una rádula más larga y con una menor cantidad de raquídeos en varias especies de las familias Murcidae y Buccinidae, menciona también que probablemente se exprese dimorfismo sexual en la familia Fascioliidae, a la cual pertenece *O. pseudodon*. Además menciona, como ejemplo, el dimorfismo sexual en la rádula de archeogastropodos que se ha entendido como una adaptación del caracol macho a una nueva fuente de alimento, que pudieran ser las algas en la parte posterior de la hembra en que cabalgan.

Milton y Wang (2011) resaltan el dimorfismo sexual del caracol *Viviparus subpurpureus* y presentan que las hembras tienen aperturas más largas y más globosas que los machos. Diversos estudios muestran otros métodos para evaluar el dimorfismo sexual, pero se precisa que la *Función Discriminante* maximiza la diferencia entre sexos (Bonilla-Ruz *et al.*, 2011).

Así mismo, la función discriminante es uno de los métodos de mayor confianza para la asignación de sexo en la identificación de restos óseos (Del Río Muñoz *et al.*, 2002). Monge-Nájera (2003) menciona que la estadística es básica para la malacología moderna y menciona el uso de la función discriminante entre los tratamientos estadísticos más importantes para el estudio de moluscos.

3. Antecedentes.

Tabla 1. Antecedentes en México.			
No.	Localidad	Información adicional	Trabajo
1	Baja California, Cabo San Lucas	Reporta su presencia	Biasca, 1983
2	Guerrero, Zihuatanejo	Menciona su distribución como un organismo bentónico que habita en regiones rocosas litoral y sublitoral en 5 áreas de Zihuatanejo, Gro.	Salcedo-Martínez <i>et al.</i> , 1988
3	Jalisco, Bahía de Chamela	Menciona que tiene una baja abundancia, y que no es una especie dominante.	Román-Contreras <i>et al.</i> , 1991.
4	Jalisco, Bahía Cuestacomate	Distribución Vertical: Mesolitoral interior. Densidad 3.3 individuos/m ²	Esqueda <i>et al.</i> , 2000
5	Oaxaca, Zona Central del litoral oaxaqueño	Reporta su presencia	León-Herrera, 2000
6	Oaxaca, Puerto Ángel	Reporta su Presencia	León-Herrera, 2001
7	Jalisco y Colima	Distribución vertical: Mesolitoral medio e inferior. Menciona el Hábitat: Playas Rocosas Densidad: 3.3 individuos/m ² Frec. De dist: Frecuente Importancia Económica: Concha apreciada.	Ríos-Jara <i>et al.</i> , 2002.
8	Guerrero, Acapulco, Isla la Roqueta	Distribución Vertical: Mesolitoral Hábitat: Sobre Rocas Especie Dominante: No Ocurrencia: 100%	Valdés-González <i>et al.</i> , 2004.

9	Jalisco, Bahía de Tenacatita	Distribución Vertical: Mesolitoral Hábitat: Sobre Rocas Abundancia: Muy Abundante	González-Villareal, 2005.
10	Nayarit, Archipiélago de Islas Marías	Sólo se reporta su presencia en la Colección Biológica de la SEMAR.	Bautista-Moreno y Lechuga-Medina, 2007
11	Oaxaca	Hábitat: Sobre Rocas Especie Dominante: Si	Caicedo-Rivas <i>et al.</i> , 2007.
12	Jalisco, Bahía de Tenacatita, Playa Mora	Se mencionan aspectos de la anatomía hábitos alimenticios; Se reporta una talla máxima de 62.7 mm, menciona que su distribución es desde Baja California Sur, hasta Costas de Perú.	Landa-Jaime <i>et al.</i> , 2007
13	Guerrero, la Unión, Playa Troncones	Especie dominante: No Ocurrencia: 100%	Flores-Rodríguez <i>et al.</i> , 2007
14	México, Parque Nacional Isla Isabel, Playa el Ocaso	Solo se reporta su presencia y se menciona que el sustrato en el que habita es roca volcánica en terrazas escalonadas	Pérez-Peña <i>et al.</i> , 2007.
15	Oaxaca, Bahía Cacaluta, Huatulco	Sólo se reporta su presencia	Ramírez-González y Barrientos-Luján, 2007
16	Jalisco, Bahía Chamela, Punta La Rosada	Nombre Común: Caracol dentado Distribución vertical: meso litoral medio hasta sublitoral Hábitat: Sobre Rocas Densidad: 027 ± 3.1 individuos/m ² Sustrato: Rocoso Especie Dominante: Si Abundancia: De las más abundantes Ocurrencia: 100%	López-Uriarte <i>et al.</i> , 2007. López-Uriarte <i>et al.</i> , 2009
17	Guerrero, Costa Grande y Acapulco	Distribución vertical: Mesolitoral superior Hábitat: Sobre Rocas Densidad: < individuo/m ² Abundancia: Gran abundancia Frecuencia de distribución: Limitada Temporada: En todas las temporadas	Flores-Rodríguez, 2004 Flores-Rodríguez <i>et al.</i> , 2012a.
18	Guerrero,	Nombre común: Diente de perro	Villegas-Maldonado <i>et</i>

	Acapulco	Importancia económica: Por consumo humano	<i>al.</i> , 2007.
29	Guerrero, Acapulco, Playa Tlacopanocha	Distribución vertical: Mesolitoral Hábitat: Sobre rocas Densidad: 0.7 individuos/m ² Sustrato: Rocas ígneas extrusivas Talla: de 12.1 a 42.5 mm Especie dominante: Si	Torreblanca-Ramírez <i>et al.</i> , 2012b.
20	Guerrero, Acapulco, Playa Parque de la Reina	Distribución vertical: Mesolitoral Hábitat: Sobre Rocas Talla: de 18.3 a 31.6 mm Especie Dominante: Si Densidad: 0.9 individuos/m ²	Torreblanca-Ramírez <i>et al.</i> , 2012a.
21	Oaxaca, Costa Oaxaqueña	Menciona su presencia en 11 localidades oaxaqueñas a través de toda la costa del estado.	Bastida-Zavala <i>et al.</i> , 2013
22	Oaxaca, Puerto Escondido, Playa Carrizalillo	Distribución Vertical: Mesolitoral Hábitat: Sobre rocas Densidad: 0.04 individuos/m ² Sustrato: Rocas sedimentarias (conglomerado) Talla: 33.7 mm promedio	Flores-Rodríguez, 2014.
23	Oaxaca, Puerto Ángel- Mazunte	Menciona diferencias significativas en la proporción sexual (1:1) en los meses de Agosto y Octubre de 2013, Enero, Octubre y Noviembre de 2014, proporción sesgada por la talla de las hembras. Presenta distribuciones de tallas para ambos sexos (10 modas para machos y 8 para Hembras). Menciona que el IGS de <i>O. pseudodon</i> tiene picos en los meses de Octubre, Marzo, Abril y Julio Menciona funciones de crecimiento de von Bertalanffy para los 2 sexos y un dimorfismo sexual en los parámetros de las funciones (T^2). Machos: $L_{\infty}=129.99mm$, $K=-0.132$, $t_0=-2.25$, $P_{\infty}=71.12g$ y $b=2.6512$ Hembras: $L_{\infty}=150.52mm$, $K=-0.117$, $t_0=-22.18$, $P_{\infty}=101.03g$ y $b=2.5292$.	Guzmán-Urieta, 2015

		Presenta una relación peso longitud por machos y hembras.	
Tabla 2. Antecedentes del extranjero.			
24	Costa Rica, Playas del Coco	Hábitat: Arrecifes y áreas rocosas Densidad: 3 individuos/m ² Talla: de 8 a 48 mm Dieta: Percebes (<i>Chthamalus sp.</i>).	Paine, 1966 Spight, 1976 Spight, 1979
25	Costa Rica, Puerto Quepos y Punta Cathedral	Distribución vertical: Niveles más bajos del Mesolitoral y en Sublitoral Hábitat: Sobre Rocas	Bakus, 1978
26	Ecuador, Provincia Manabí, Isla La Plata	Sólo se reporta su presencia	Shasky, 1984
27	Costa Rica, Plata Grande	Sólo se reporta su presencia	Roe, 1988
28	Desconocido	Menciona que podría existir un dimorfismo sexual para la Familia Fasciariidae	Shine, 1989
29	Costa Rica, Parque Nacional Manuel Antonio	Distribución vertical: Sublitoral Hábitat: Sobre Rocas Densidad: de 0 a 1 individuos/m ²	Willis y Cortés, 2001
30	Panamá, Isla Venado, Playa Veracruz	Descripción de los pliegues de la columnela	Price, 2003
31	Panamá, Isla Pedro González	Se mencionan aspectos de la anatomía	Kosyan <i>et al.</i> , 2009
32	Costa Rica, Península de Osa	La concha es usada como casa móvil terrestre por el cangrejo ermitaño	Laidre y Vermeij. 2012

4. Justificación.

Opeatostoma pseudodon (Burrow, 1815) es una especie de importancia económica por ser de consumo local, además de ser un organismo demandado por extranjeros para uso ornamental. A pesar de lo anterior, los estudios cuantitativos sobre aspectos de su biología (estructura de tallas, reproducción, dimorfismo sexual) son escasos, razón por la cual, en la presente investigación, se llevó a cabo el estudio del ciclo reproductivo mediante el análisis de diversos índices morfofisiológicos (gonadosomático, condición relativa, entre otros) a lo largo del tiempo; para la distribución de tallas, se realizó un análisis detallado con el uso de estimadores de densidad por kernel (*EDks*) mensuales. Además, para el estudio del dimorfismo sexual de la especie se llevaron a cabo análisis multivariados (función discriminante y distancia de Mahalanobis).

5. Hipótesis.

Los valores del índice gonadosomático se verán influenciados por las Surgencias producidas por los “Vientos Tehuanos”, siendo más altos en meses con mayor productividad biológica (de noviembre a mayo), así como un comportamiento inverso del factor de condición. Se espera que la función discriminante exprese un dimorfismo sexual para las variables de longitud, siendo las hembras más grandes.

6. Objetivo general.

- Contribuir al conocimiento del ciclo reproductivo y dimorfismo sexual de *Opeatostoma pseudodon* (Burrow, 1815)

Objetivos particulares.

- Determinar los reclutamientos durante los muestreos mediante la composición por tallas (estimadores de densidad por Kernel).
- Evaluar la proporción sexual para verificar si la población está biológicamente balanceada (Bondad de ajuste).
- Evaluar la alometría de los organismos en la relación *Peso-Longitud* de machos y de hembras para describir su tipo de crecimiento en masa con respecto a su tamaño.
- Describir el ciclo reproductivo de *O. pseudodon* mediante el uso del índice gonadosomático (*IGS*) por fecha de colecta y comparar las medidas de nivel (localización: medias o medianas) para describir qué índices son estadísticamente diferentes.
- Evaluar la condición de los organismos por fecha de colecta mediante el uso del factor de condición relativa (K_3), y comparar su comportamiento con el del *IGS* para evaluar de qué manera están relacionados.
- Comparar el largo del pene por fecha de colecta con el *IGS* para comprobar si las diferencias de longitudes tienen una relación con la época reproductiva.
- Indicar los meses con picos reproductivos y meses de reposo por medio del *IGS*, y los meses con mayor condición reflejada por el K_3 .
- Evaluar el dimorfismo sexual en las variables morfométricas consideradas mediante el uso de la función discriminante.
- Evaluar el dimorfismo sexual distinguido por la función discriminante mediante el cálculo de la significancia estadística de la distancia de Mahalanobis (por *T cuadrada de Hotelling*).

7. Zona de Estudio.

La zona de muestreo está situada en la zona marítima prioritaria número 35 “Mazunte-Puerto Ángel” (Figura 3) y la zona marítima prioritaria 36 “Huatulco”.

Mazunte-Puerto Ángel y Huatulco forman parte de las zonas marítimas prioritarias mexicanas, ocupando el lugar 35 con 73 km² de superficie para la zona de Mazunte-Puerto Ángel comprendida entre las coordenadas de Latitudes de 15°43'48" a 15°38'24" (Figura 6) y las Longitudes de 96°18' a 96°21'. La zona de Huatulco con 166 km² está entre las Latitudes 15°54' a 15°42' y las longitudes 96°11'24" a 95°45'; ambas zonas marítimas se reconocen como zonas de acantilados con playas, bahías y Lagunas arrecifales (Figura 5). Huatulco es cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 26-28°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes.

Puerto Ángel es un pequeño puerto de pescadores localizado en las costas oaxaqueñas del Pacífico Sur, localizado en el municipio de San Pedro Pochutla a 15°40'18" N y 96°29'45" O. Puerto Ángel cuenta con un tipo de clima Aw₀(w)igw'', es decir, cálido subhúmedo con lluvias en verano, isotermal, con marcha de temperatura tipo Ganges y con canícula a la mitad de la temporada de lluvia (Figura 4 y 5) (García, 2004).



Figura 3. Puerto Ángel, Oaxaca, México.

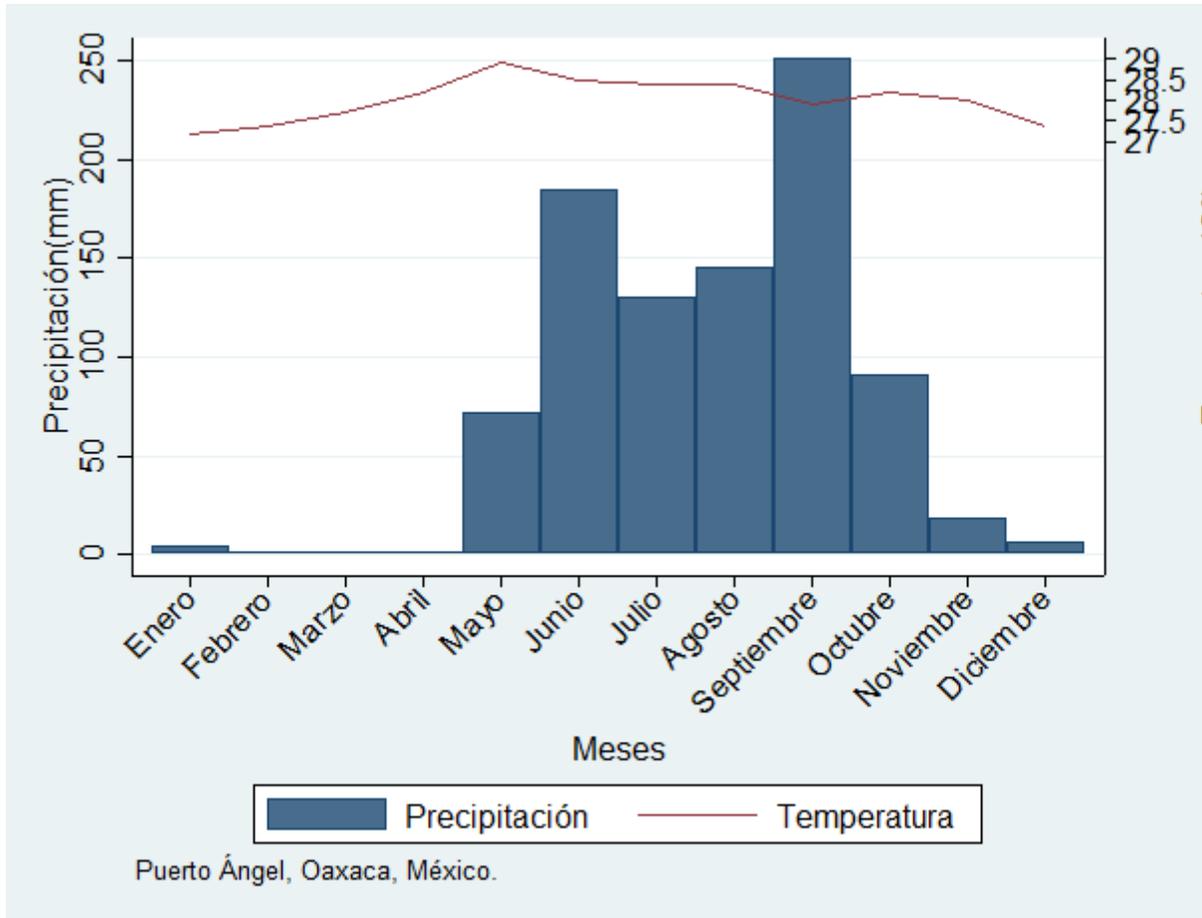


Figura 4. Climograma modificado de García, 2004.

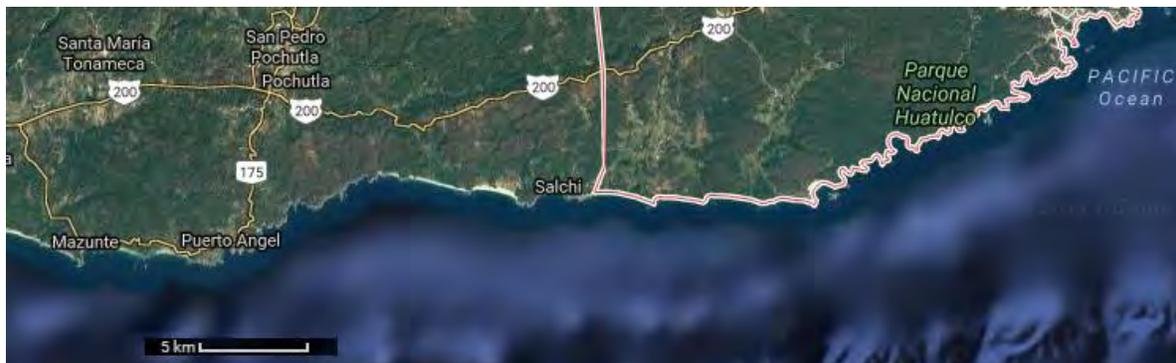


Figura 5. Zonas Marítimas Prioritarias 35 y 36.



Figura 6. Mapa satelital de Puerto Ángel, Oaxaca, México.

8. Método.

8.1 Trabajo en campo.

Los Gasterópodos de la especie *O. pseudodon* se obtuvieron por captura artesanal, en medida de lo posible, con eventos de captura separados por un mes de diferencia; las capturas se llevaron a cabo en enero, marzo, abril, junio, agosto, septiembre, octubre y diciembre de 2015; se realizaron dos capturas en 2016 correspondientes a los meses de febrero y abril. Los especímenes se capturaron con ayuda de buzos locales mediante buceo libre.

Los individuos capturados fueron puestos en una mezcla frigorífica de hielo con sal para evitar su descomposición durante su transporte al laboratorio para su posterior procesamiento. Durante las capturas, se trabajó en campo para medir la temperatura superficial y la de fondo con ayuda de una botella van Dorn y un termómetro. Sin embargo, estas temperaturas, registradas en el momento no fueron diferentes, lo que es de esperarse ya que se trata de la zona litoral de profundidad somera y con mezcla de masas de agua por el oleaje. Por esto, se consideró razonable el uso de datos satelitales de Temperatura Superficial y Concentración de Clorofila tomados de NASA. Estos valores permiten el reconocimiento de las Surgencias (originadas por los Tehuanos).

8.2 Trabajo en laboratorio.

Se tomaron los pesos de cada organismo con y sin epibiontes (Figura 7).



Figura 7 Ejemplares de *O. pseudodon* antes de ser procesados.

Se midió el Largo, Ancho y Alto de la concha de los organismos con un Vernier electrónico (Figura 8).

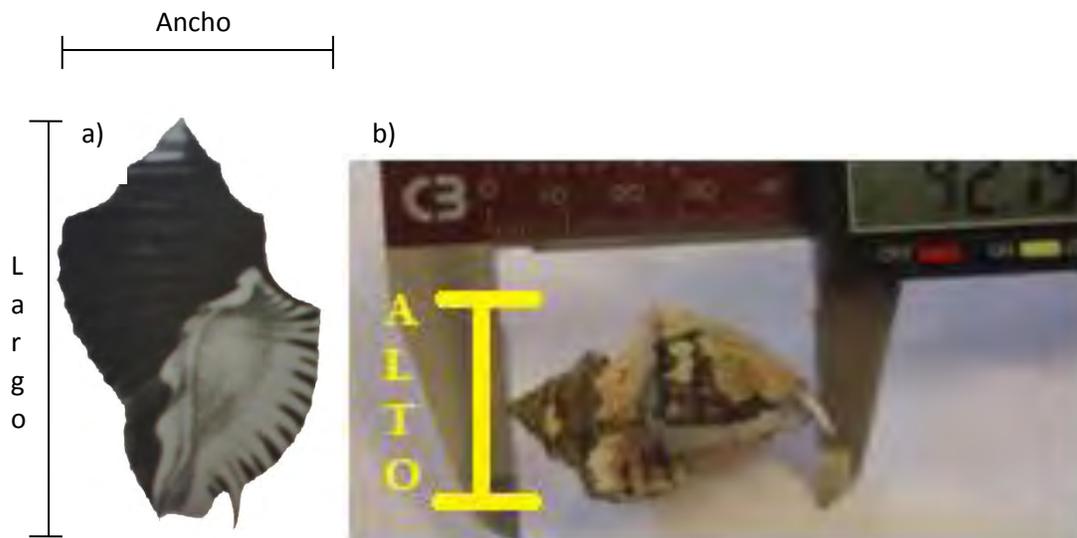


Figura 8. Medidas de longitud tomadas de *O. pseudodon* . Fotografías de a) Keen, 1971; b) Haro-Capetillo (este estudio).

Se extrajo la parte blanda del organismo de la concha para su posterior separación en partes corporales (Figura 9). La separación de la parte blanda de la concha, debido al enrollamiento del cuerpo, se realizó de las siguientes posibles formas:

- De manera directa: en el caso de que la parte blanda saliera completa al ser tirada hacia afuera con pinzas.
- Con martillo: fracturando la concha, de tal manera que fuera más fácil la extracción.
- Mediante el uso de una cortadora de disco borde-diamante: permitiendo que la concha liberase la parte blanda; este método resultó ser muy agresivo, por lo que sólo se utilizó durante las primeras dos colectas.



Figura 9. Extracción de parte blanda, se observa el pene, lo que ayuda a diferenciar el sexo de la especie.

Se realizó una separación de partes corporales del organismo (Figura 10); separándolo en músculo (incluyendo callo, músculo de la columnela y manto), gónada, opérculo y glándula digestiva, de manera que pudiera medirse la masa (gr) de cada una de estas partes por separado.

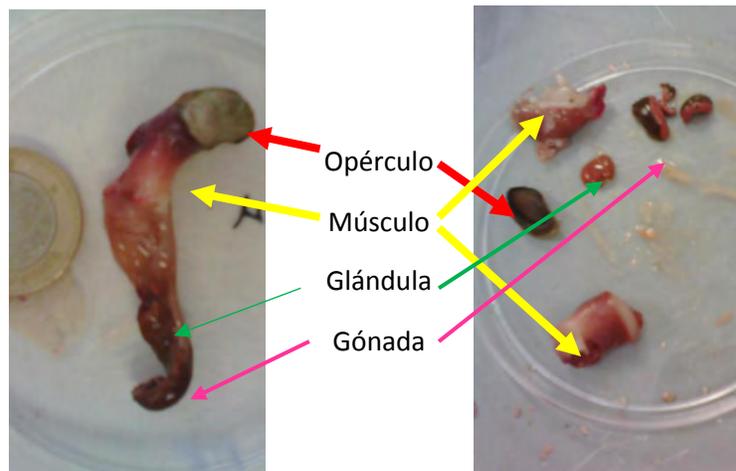


Figura 10. Separaciones de las diferentes partes corporales del organismo.

Se midió el pene en su longitud, anchura y longitud del pene estirado (Figura 11).



Figura 11. Dimensiones del pene

Se creó una base de datos con las variables: peso total del organismo, largo, ancho y alto de la concha; peso del organismo sin concha, peso del músculo, peso de la gónada, sexo (diferenciación por presencia o ausencia del pene), peso del opérculo, largo, ancho y largo estirado del pene, y el peso de la glándula digestiva.

8.3 Tratamiento de los datos.

Las medianas del Índice Gonadosomático y de los índices de condición relativa de los organismos fueron comparados por mes por medio del análisis *Kruskal-Wallis*, ya que las muestras no pudieron ser comparadas con un ANDEVA, por falta de homocedasticidad (Levene, 1960). Posteriormente se compararon con la temperatura superficial y con la concentración de clorofila (mg/m^3), ya que estos últimos parámetros son buenos indicadores de Surgencias marinas; estos datos fueron obtenidos de manera satelital en las coordenadas (Longitud $-96^\circ 28' 45.012''$, y Latitud $15^\circ 38' 44.9988''$), y a los pixeles ($x=2004.5$, $y=1784.5$), durante todo el 2015, (datos publicados por la NASA, 2016).

De acuerdo a las consideraciones de Stearns (1983) y García-Berthou y Moreno-Amich (1993) los índices se calculan con el peso eviscerado, el cual se considera que representa de mejor manera el estado somático de los organismos (Salgado-Ugarte, 1995; Salgado-Ugarte et al., 2005; Salgado-Ugarte, 2016).

En comparación con los vertebrados, los moluscos son muy diferentes. Poseen un exoesqueleto que está afectado por otros organismos que lo utilizan como sustrato para cumplir con su ciclo vital. Por tanto, para expresar su estado reproductivo y su condición

fue necesario modificar las expresiones tradicionales para vertebrados (Salgado-Ugarte y Saito-Quezada, comunicación personal). El índice gonadosomático se calculó de la siguiente forma:

$$IGS = 100 * (\text{Peso gónada} / \text{Peso del músculo})$$

Donde el músculo incluyó a los pesos del manto y del callo

La condición relativa se evaluó de la siguiente forma:

$$K_3 = 100 P a^{-1} L^{-b}$$

Donde P es el peso del músculo (callo + manto) y L es el largo de la concha con a y b constantes de la relación longitud (concha) – peso (manto + callo).

De manera general, se han utilizado índices gonádicos en estudios de moluscos para describir sus ciclos reproductivos (Liévano Méndez, 2008) y en gasterópodos específicamente por Baqueiro (1980).

8.4 Tratamiento estadístico

Se hizo uso de los estimadores de densidad por kernel (*EDks*) para describir las distribuciones de tallas por sexo y por fecha de colecta, con el fin de descubrir los momentos en los cuales se dan los reclutamientos de las cohortes pequeñas a la población que es capturada. Este tipo de análisis se hacía tradicionalmente con histogramas. Los *EDKs* presentan varias ventajas respecto de histogramas y polígonos de frecuencia (Salgado-Ugarte, 2002; Salgado-Ugarte, 2013; Salgado-Ugarte, 2016).

Se utilizó la prueba de χ^2 con el ajuste de Yates para verificar si la proporción sexual indicaba una población biológicamente equilibrada.

Se estimaron las relaciones alométricas entre la masa y el tamaño de los animales considerando el peso del músculo y el largo de la concha y se evaluaron mediante modelos potenciales generados por iteraciones computacionales que corresponden a la siguiente función, que se aplica a la relación *Peso-Longitud*:

$$y = ax^b$$

Se utilizó la T^2 de Hotelling y la función discriminante para evaluar el dimorfismo sexual; se calculó la distancia de Mahalanobis para evaluar si el dimorfismo sexual es estadísticamente significativo.

8.4.1 Estimadores de densidad por Kernel.

Los histogramas son útiles para propósitos descriptivos, pero resulta en estimaciones pobres de la función de densidad de la población (Tarter y Kronmal, 1976, citados en Salgado-Ugarte, 2002), resulta más fácil entender una distribución como función de densidad que como una función acumulada (Fox, 1990; Salgado-Ugarte, 2002).

Fox (1990) menciona por lo menos 4 problemas distintos en el histograma (Salgado-Ugarte, 1993; Salgado-Ugarte, 2002):

- 1.- El Resultado es dependiente del origen x_0 .
- 2.- El resultado depende de la amplitud y número de intervalos.
- 3.-El histograma es discontinuo, con saltos al final de los intervalos.
- 4.-La amplitud fija del intervalo resulta en una representación desproporcionada de la densidad en el centro y de las colas de la distribución.

Si los intervalos son lo suficientemente angostos para capturar detalles, típicamente en el centro de la distribución, estos pueden ser muy angostos para evitar ruido donde la densidad es baja, por lo común en las colas (Fox, 1990; citado en Salgado-Ugarte, 2002).

Estos problemas han motivado el desarrollo de nuevos procedimientos. Salgado-Ugarte (2017) sugiere el uso de estimadores de densidad por Kernel (*EDKs*). También menciona que el Kernel se refiere a una función ponderal que se utiliza para representar a cada dato. La expresión que define a estos estimadores es:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)$$

En donde $\hat{f}(x)$ es la estimación de la densidad (frecuencia), n es el número de datos, h es la amplitud de banda (intervalo) y $K(\bullet)$ es el "Kernel". (Salgado-Ugarte, 2013).

Siguiendo la metodología de Salgado-Ugarte (2002) y Salgado-Ugarte *et al.* (2005) para la determinación de composición por tallas, los *EDKs* son estimadores de densidad útiles, ya que con estos estimadores ya no es necesario pensar en el origen, sin embargo, el problema de la amplitud de banda (intervalo) persiste. Una opción para solucionarlo es el ancho de banda óptimo de Silverman (Salgado-Ugarte, 2017).

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

En donde \hat{h} se refiere a la banda óptima, A es una estimación de la dispersión (el valor menor de la desviación estándar o la Pseudosigma) y n es el número de datos.

Por otra parte, Terrel y Scott (1985; citados en Salgado-Ugarte, 2002) propusieron la Amplitud que representan la distribución con simplificación exagerada (sobresuavizada). La utilidad de las distribuciones conservadoras con el valor mínimo sobresuavizado dan un respaldo estadístico para la estructura resultante sean unimodales, sesgadas o multimodales (Salgado-Ugarte, 2017).

Para un Kernel gaussiano, la amplitud de banda sobresuavizada es (Terrel, 1990; Scott, 1992; citados en Salgado-Ugarte, 2002).

$$h_{os} = 1.144\hat{\sigma}n^{-1/5}$$

En donde h_{os} es la amplitud de banda sobresuavizada, $\hat{\sigma}$ es la estimación de la desviación estándar y n es el número de datos (Salgado-Ugarte, 2017).

Salgado-Ugarte (2017) también menciona que la estrategia para analizar la distribución de un lote de números es:

- 1) Aplicar la amplitud de banda sobresuavizada y observar la estructura resultante.
- 2) Aplicar la amplitud de banda óptima
- 3) Si en 1) se obtuvo una curva semejante a la gaussiana, se termina con el paso 2). Si en el paso 1) se obtuvo una estructura complicada (Colas gruesas, sesgo, multimodalidad) se debe disminuir la amplitud: se sugiere la dividir la óptima entre dos.

8.4.2 Prueba χ^2 de bondad de ajuste para distribución uniforme.

De acuerdo con Marques-dos Santos (2004) al realizar un experimento aleatorio “n” veces se presentan los resultados R_1, R_2, \dots, R_k con frecuencias observadas O_1, O_2, \dots, O_k y que de acuerdo con las leyes de las probabilidades, se espera que estos resultados se presenten con frecuencias E_1, E_2, \dots, E_k .

Una medida de las diferencias entre las frecuencias observadas y las esperadas está dada por el estadístico χ^2 definido por:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde $\sum_{i=1}^K O_i = \sum_{i=1}^K E_i = n$, k es el número de categorías.

En este caso se utilizará la corrección de Yates ya que el valor de una frecuencia esperada es menor a 5.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(|O_i - E_i| - 0.5)^2}{E_i}$$

Si las frecuencias observadas coinciden o se aproximan mucho a las esperadas el valor del estadístico χ^2 tiende a cero. Por el contrario, si las frecuencias observadas difieren significativamente de las esperadas el valor de las estadístico χ^2 será positivo y tan grande cuanto mayor sean las diferencias entre las frecuencias. En estas condiciones se tiene que la región de rechazo es sólo la región derecha (cola derecha o unilateral superior) las hipótesis estadísticas son las siguientes.

H_0 : los datos provienen de una muestra al azar de una población distribuida de acuerdo a un modelo teórico (en el caso de la proporción sexual, de una distribución uniforme 1:1).

H_a : los datos no provienen de una población distribuida de acuerdo con el modelo teórico.

Salgado-Ugarte (2017) menciona que en la naturaleza los elementos de interés son el resultado de la manifestación simultánea de muchos procesos, cuyos resultados, en el mejor de los casos, pueden medirse; por lo mismo, menciona que en muchas ramas del conocimiento se ha hecho necesario el contar con métodos cuantitativos capaces de considerar al mismo tiempo, varias características para llegar a definir de manera lo más integral posible a un objeto de estudio. También menciona que la aplicación de la estadística multivariada es cada vez más común en todos los ámbitos (incluyendo la Biología). También menciona que para la comparación de vectores de medias muestrales, se utiliza la versión multivariada de la “*t de Student*” (la clásica prueba estadística propuesta por Gosset), cuyo nombre es “*T cuadrada de Hotelling*” (propuesta por Hotelling en 1931), y cuyo estadígrafo de contraste es el siguiente:

$$T^2 = n[\bar{X} - \mu]'[S^2]^{-1}[\bar{X} - \mu]$$

Que, a su vez, como lo menciona Salgado-Ugarte (2017), no es necesario contar con tablas de distribución de probabilidad de los valores de T^2 , ya que se utiliza la siguiente relación con F de Fisher:

$$F = \frac{n - m}{m(n - 1)} T^2$$

Con m y $n-m$ grados de libertad, en donde n es el número de muestras y m el número de variables. Esta prueba puede utilizarse para comparar vectores medios de parámetros de funciones de crecimiento (Salgado-Ugarte *et al.*, 2005; Saito-Quezada, 2010).

8.4.3 Función discriminante

La *función discriminante* es una técnica estadística multivariada, cuya finalidad es analizar si existen diferencias significativas entre grupos de objetos respecto a un conjunto de variables medidas sobre los mismos, para el caso que existan, explicar en qué sentido se dan y proporcionar procedimientos de clasificación sistemática de nuevas observaciones de origen desconocido en uno de los grupos analizados (Díaz-Rodríguez *et al.*, 2013).

Se dice que si se tienen dos poblaciones (sean Ω_1, Ω_2), X_1, \dots, X_k variables observables. Se indica que $x = [x_1, \dots, x_k]$ las observaciones de las variables sobre un individuo ω . Se trata de asignar ω a una de las dos poblaciones (Cuadras, 2014). Este es el enfoque clásico de un análisis discriminante.

Según Cuadras (2014) la función discriminante se define de la siguiente manera:

$$L(x) = [x - \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2)]' \Sigma^{-1}(\mu_1 - \mu_2)$$

9.0 Resultados

Se capturaron un total de 480 organismos, con un total 242 machos y 237 hembras, además de un organismo al que no fue posible determinarle el sexo (Tabla 5).

9.1 Composición por tallas y proporción sexual.

Se graficó la distribución del largo para machos con la amplitud sobresuavizada de Terrel (1990) y Scott (1992) (Terrel y Scott, 1985; citados en Salgado-Ugarte, 2002) (Figura 12) y se notó que la distribución no es normal ya que presenta hombros; estos hombros gráficamente expresan que la distribución de tallas está compuesta por varios grupos de organismos de tallas semejantes (que pudieran ser cohortes).

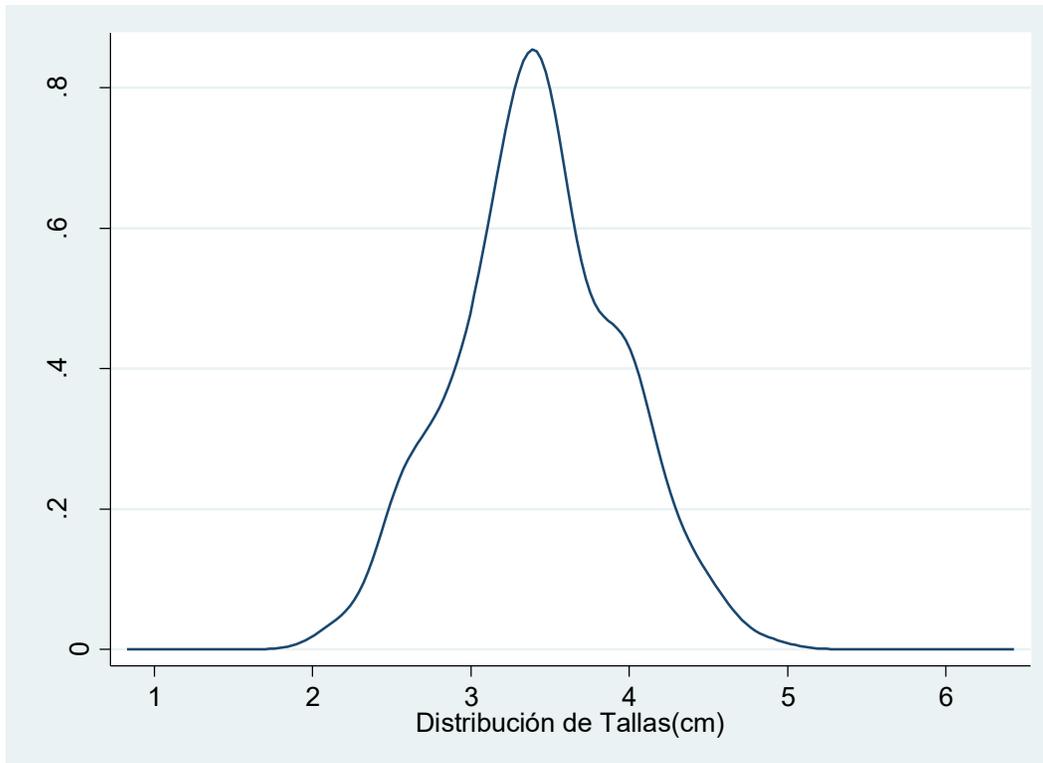


Figura 12. Distribución de tallas por *EDKs* que sugieren reclutamientos en el año

Con el ancho de banda óptimo de Silverman se observa que los hombros se resaltan (Figura 13), al no ser normal la distribución se calculan los *EDKs* con la mitad de la amplitud del óptimo de Silverman y se resaltan 6 modas, estas 6 modas son indicativas de la existencia de varias cohortes.

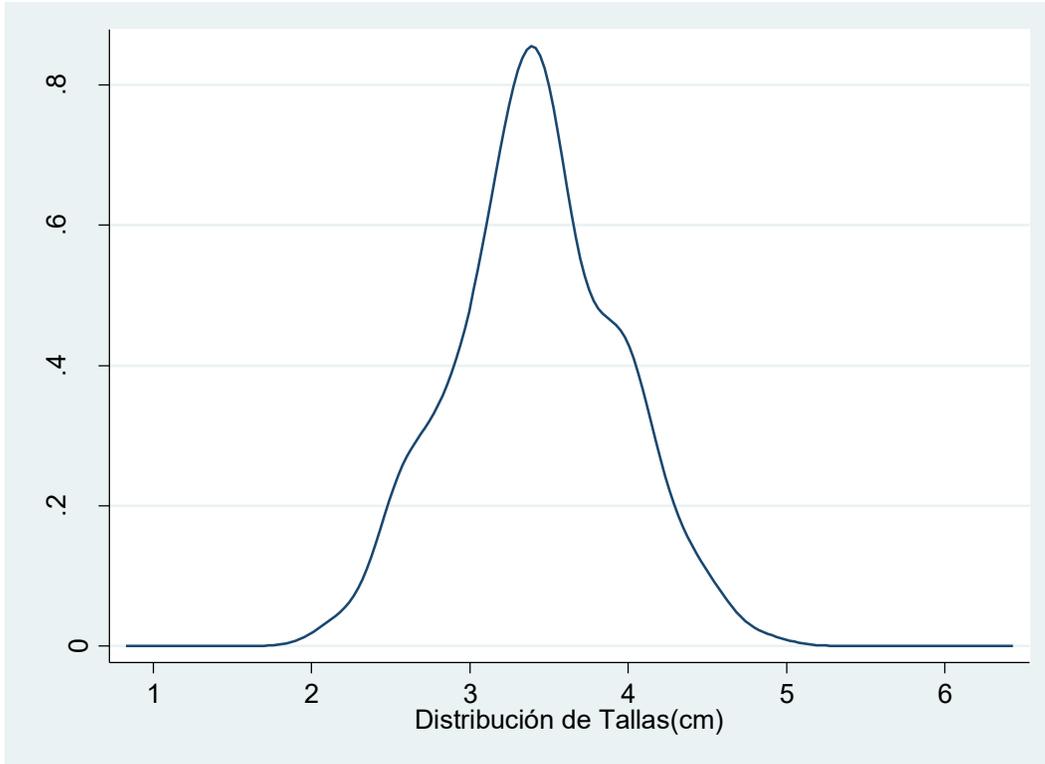


Figura 13. Distribución de tallas por *EDks* que sugiere que existen reclutamientos

Tabla 3. Modas para Machos con ancho de banda 0.07

Moda 1	2.1560
Moda 2	2.5760
Moda 3	2.8840
Moda 4	3.4720
Moda 5	3.9760
Moda 6	4.8720

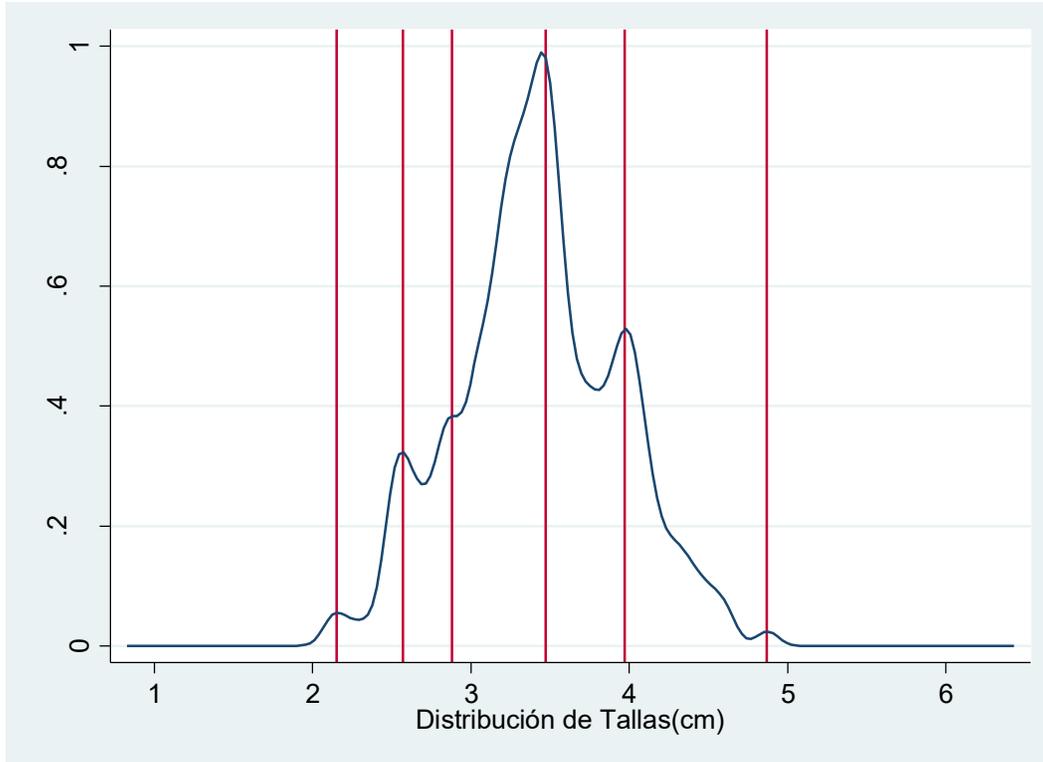


Figura 14. Distribución de tallas general para machos por EDks con ancho de banda de 0.07 (mitad del ancho de banda óptimo de Silverman) y modas resaltadas.

La distribución de tallas por *EDKs* de la Figura 15 muestra los reclutamientos. Se observa que en Enero, Abril, Agosto y Diciembre de 2015 aparecen grupos de organismos jóvenes, y se observa que en abril de 2016 se repite, estas modas que representan a los organismos jóvenes coinciden con la época de Surgencias, con la excepción de agosto del 2015.

En la figura 15 se observan los *EDKs* con el ancho de banda óptimo de Silverman, y se observan dos reclutamientos de los organismos más jóvenes, en Enero, con una moda 2.02 cm, y otra en Diciembre observa cómo surge un nuevo reclutamiento, con una moda de 2.57 cm.

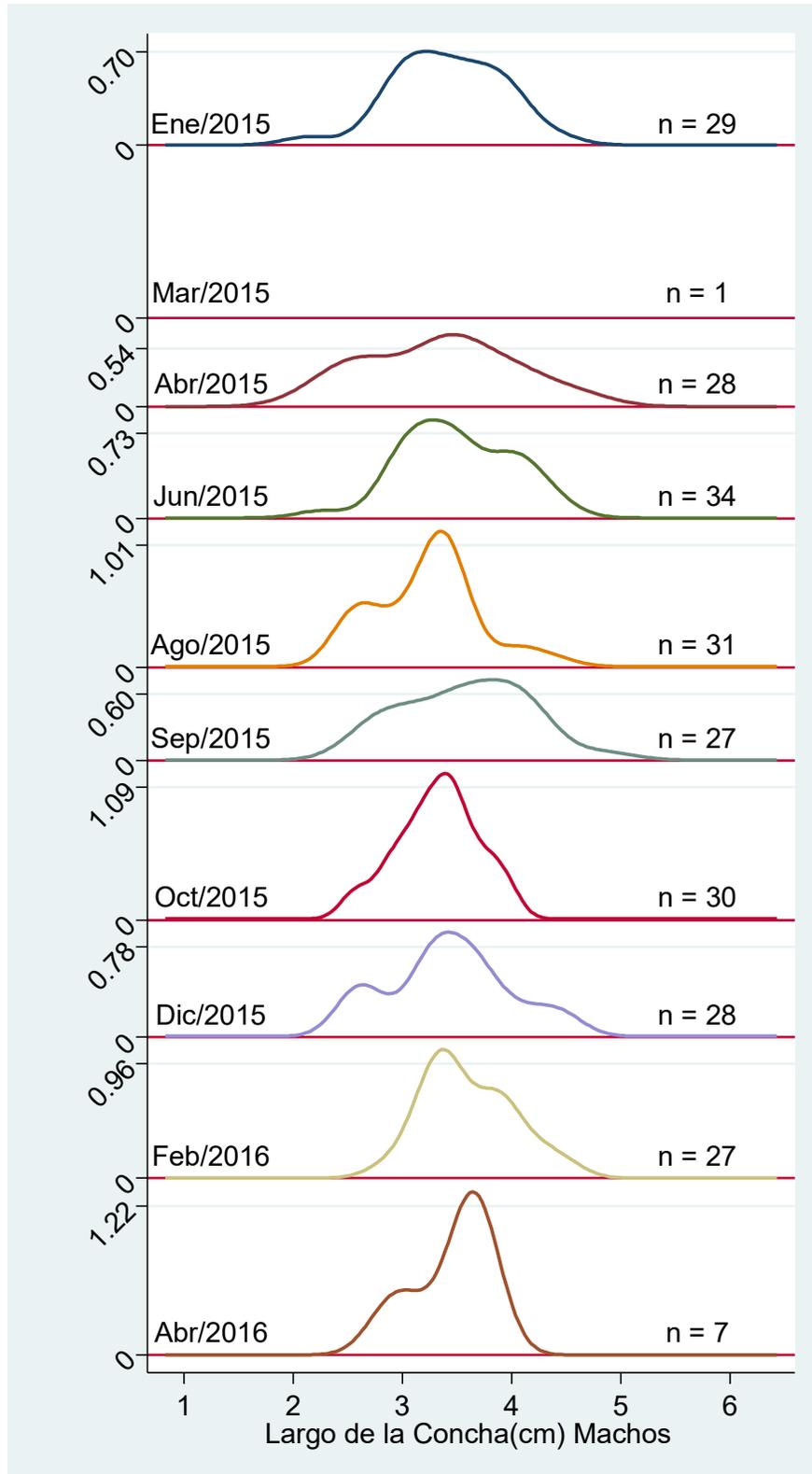


Figura 15. Distribución de Tallas por *EDks* por muestreo mensual para machos.

En el caso de las hembras, con la banda sobreesuavizada se observa una distribución más uniforme. Eso podría ser señal de que la longitud de las hembras no varía en todo el año, sin embargo al utilizar el óptimo ya se observa que la distribución si presenta hombros (Figuras 16 y 17), esto es señal de que al igual que los machos hay la población está compuesta por grupos de organismos de varias tallas (cohortes). En la Figura 18 se llegan a observar ocho modas (Tabla 4).

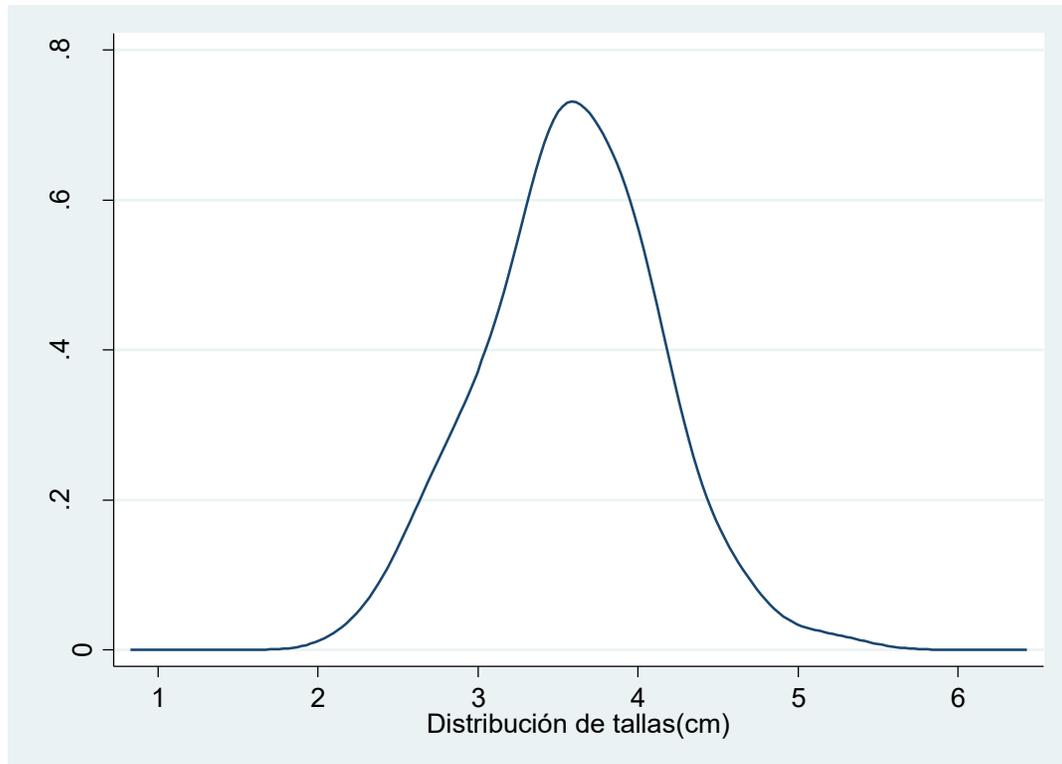


Figura 16. Distribución de tallas para hembras por EDks con ancho de banda de 0.20 (Ancho de Banda Sobreesuavizado).

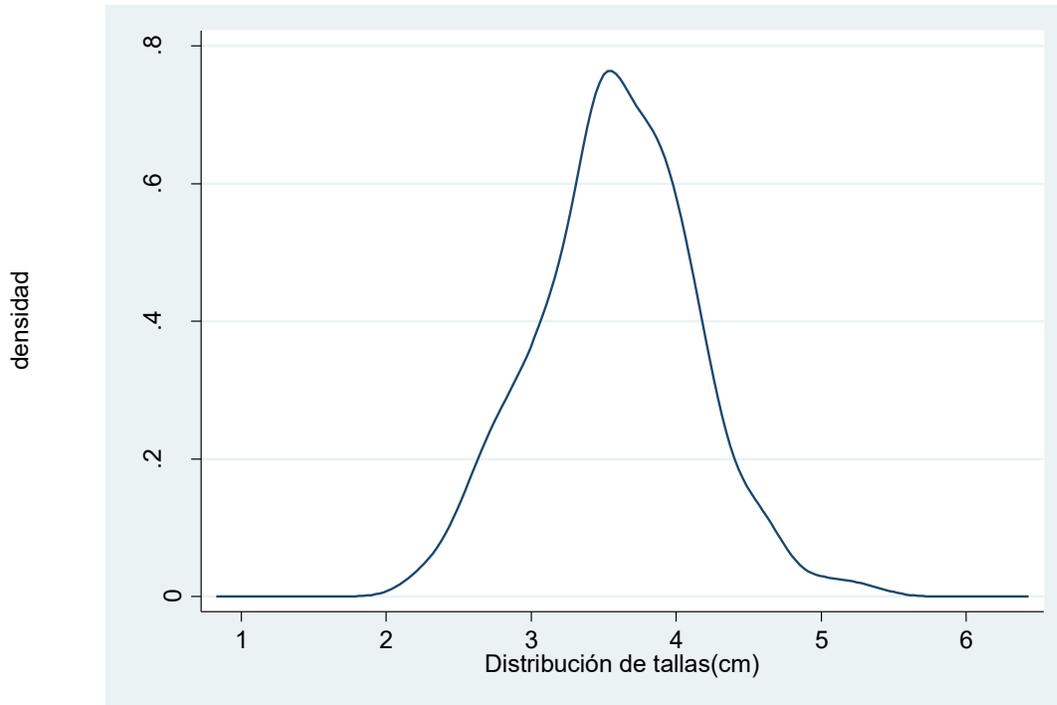


Figura 17. Distribución de tallas general para hembras por EDks con ancho de banda de 0.15 (ancho de banda óptimo de Silverman).

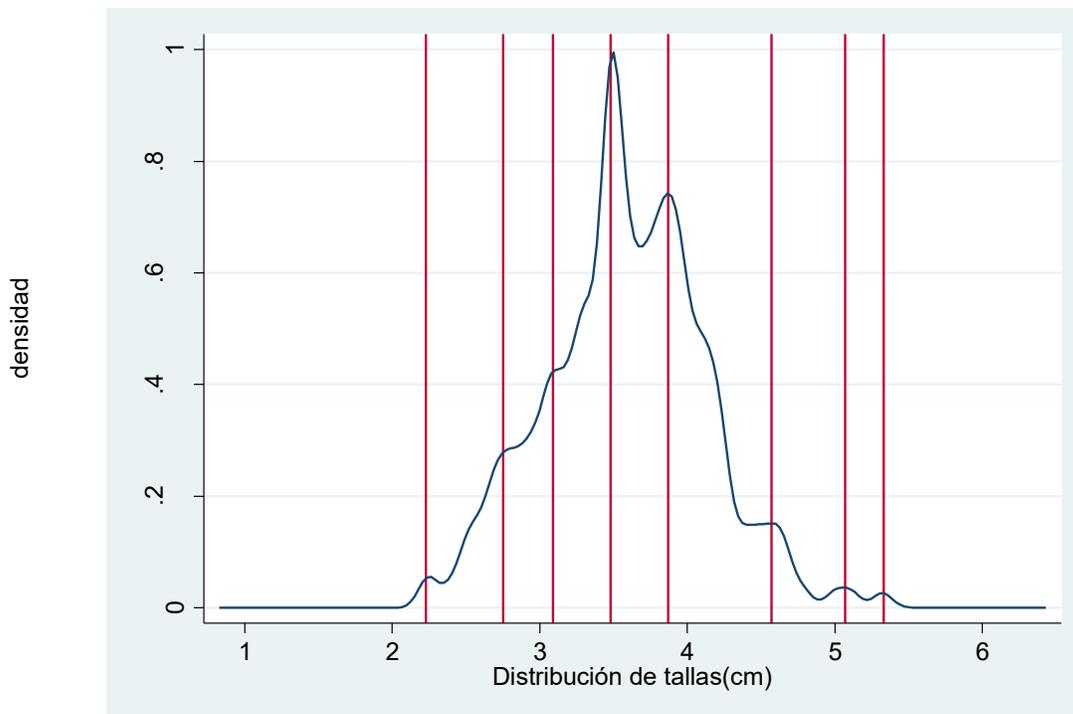


Figura 18. Distribución de tallas con las modas resaltadas

Tabla 4. Modas para Hembras con ancho de banda 0.065

Moda 1	2.23
Moda 2	2.75
Moda 3	3.09
Moda 4	3.48
Moda 5	3.87
Moda 6	4.57
Moda 7	5.07
Moda 8	5.33

La Distribución de *EDks* que muestran los reclutamientos, se observa que en Marzo con una moda de 2.42 cm y otro reclutamiento en Diciembre de 2015 con una moda de 2.80 cm (Figura 19).

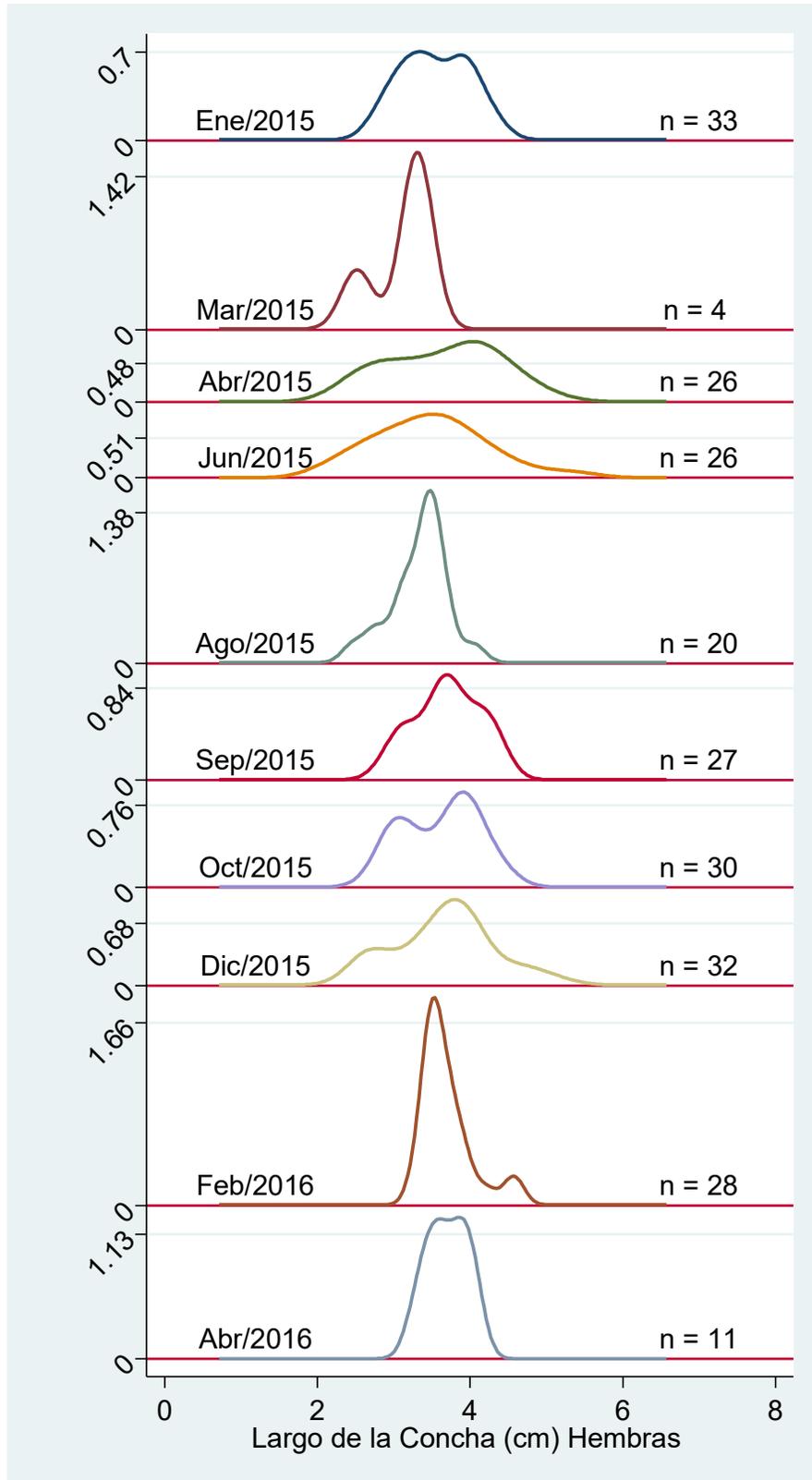


Figura 19. Distribución de Tallas por EDks por muestreo mensual para Hembras.

9.2 Proporción sexual por mes.

Se realizó la Prueba de Bondad de Ajuste de (χ^2 con corrección de Yates) para la proporción 1:1 (Hembras:Machos) por muestreo (Tabla 5), de tal manera que se ajusta estadísticamente al modelo del *Principio de Fisher*; éste revela que no se puede rechazar que la proporción sea 1:1. Gráficamente se observa que son muy similares el número de Hembras y el de Machos (Figura 20).

Tabla 5. Proporción Sexual por muestreo.

Fecha	Número de Hembras	Número de Machos	Proporción (Hembras:Machos)	Resultado del estadígrafo de χ^2 para bondad de ajuste	Valor de $P > \alpha$ ó $P < \alpha$
28/01/2015	33	29	1.00:0.87	0.362	0.14
22/03/2015	4	1	1.00:0.25	0.800	0.37
30/04/2015	26	28	1.00:1.07	0.018	0.89
11/06/2015	26	34	1.00:1.30	0.816	0.36
21/08/2015	20	31	1.00:1.55	1.960	0.16
24/09/2015	27	27	1.00:1.00	0.018	0.89
16/10/2015	30	30	1.00:1.00	0.018	0.89
04/12/2015	32	28	1.00:0.87	0.150	0.69
12/02/2016	28	27	1.00:0.93	0.000	1.00
01/04/2016	11	7	1.00:0.63	0.500	0.47
Total:	237	242	1.00:1.02	0.033	0.85
Total de individuos: 479					$\chi^2=3.58$ $P<(0.1)$

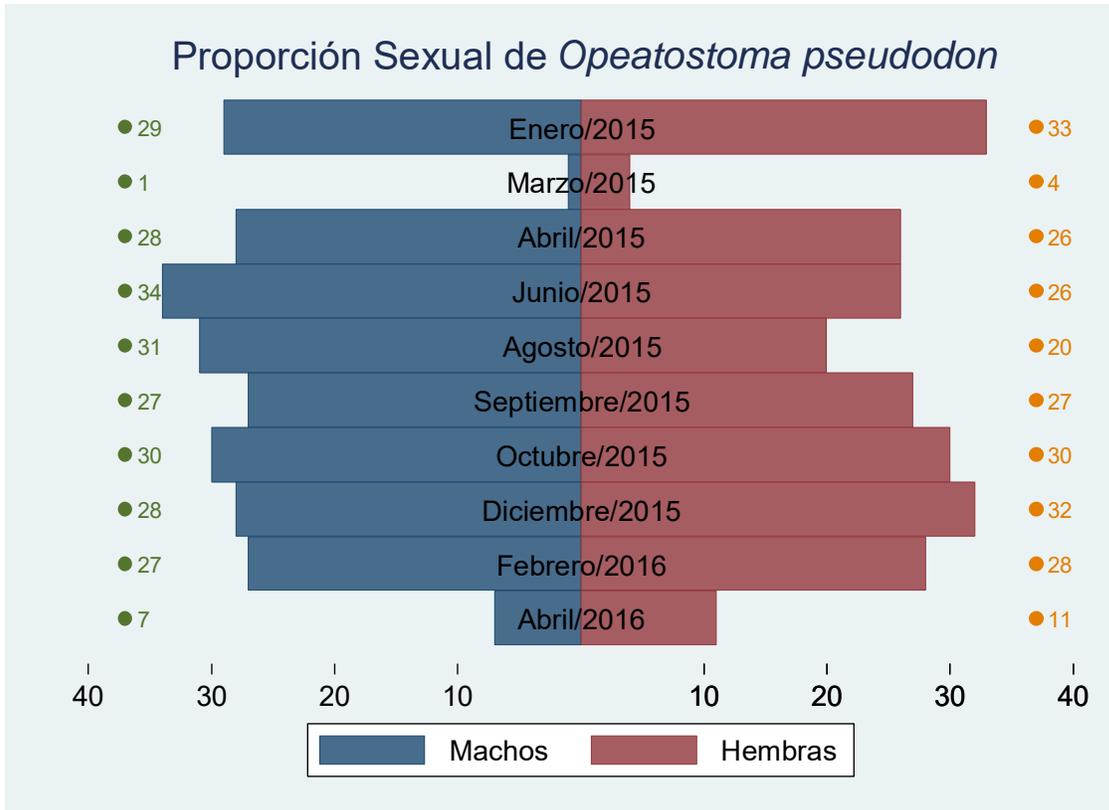


Figura 20. Proporción sexual expresada gráficamente por muestreo, con número de individuos.

9.3 Relación Peso-Longitud.

Relación Peso-Longitud; para estimar la relación se realizó una regresión no lineal de tipo potencial que describe la relación del peso del músculo con el largo de la concha del animal y se obtuvo una correlación fuerte (Tablas 6 y 7), a demás de que se observa una tendencia de alometría negativa para ambos sexos, esto significa que el organismo crece más en longitud que en peso.

Tabla 6. Relación peso-longitud para Machos

Observaciones	236	
Iteraciones	10	
Suma de Cuadrados Residual	12	
r²	0.97	
Estadígrafo de la función potencial	Valor	Intervalo de confianza 95%
b	2.55	(2.39<B<2.72)
a	0.05	(0.04<A<0.06)

Función potencial de la relación peso-longitud para machos y diagrama de dispersión (Figura 21).

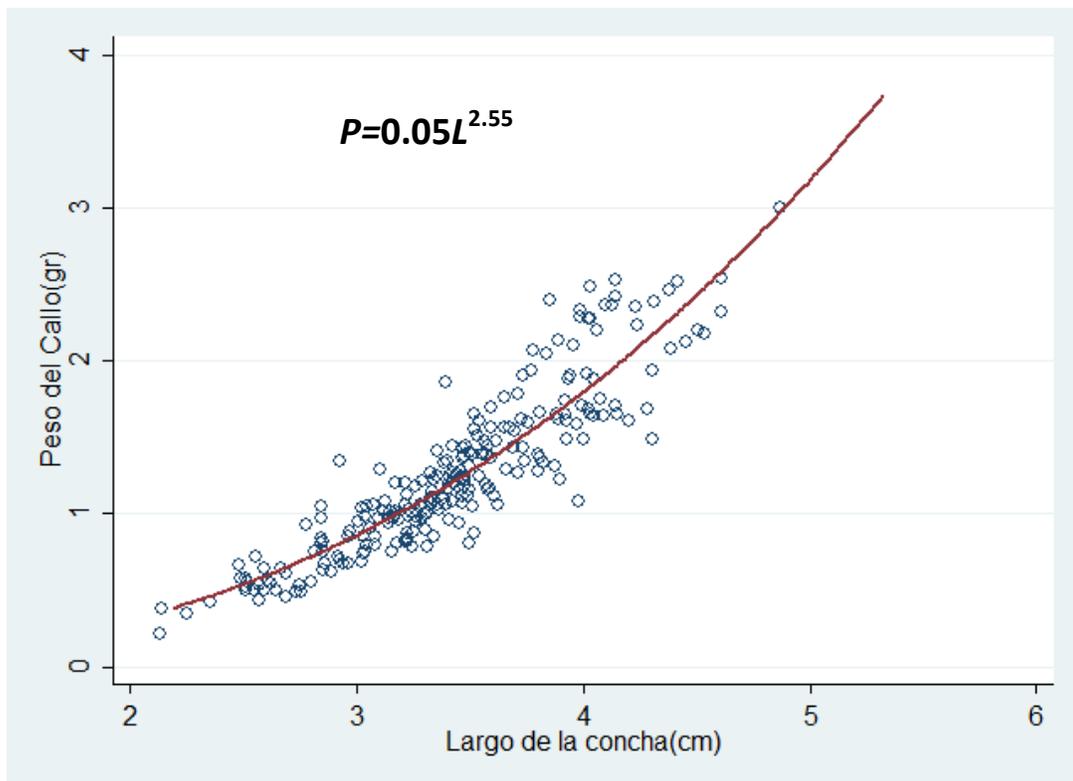


Figura 21. Diagrama de Dispersión para machos de la relación Longitud-Peso.

Función potencial de la relación peso-longitud para Hembras y diagrama de dispersión (Figura 22).

Tabla 7. Relación peso-longitud para Hembras		
Observaciones	234	
Iteraciones	10	
Suma de Cuadrados Residual	23.27	
	r²	0.96
Estadígrafo de la función potencial	Valor	Intervalo P=0.95
b	2.65	(2.46<B<2.83)
a	0.04	(0.03 <A<0.06)

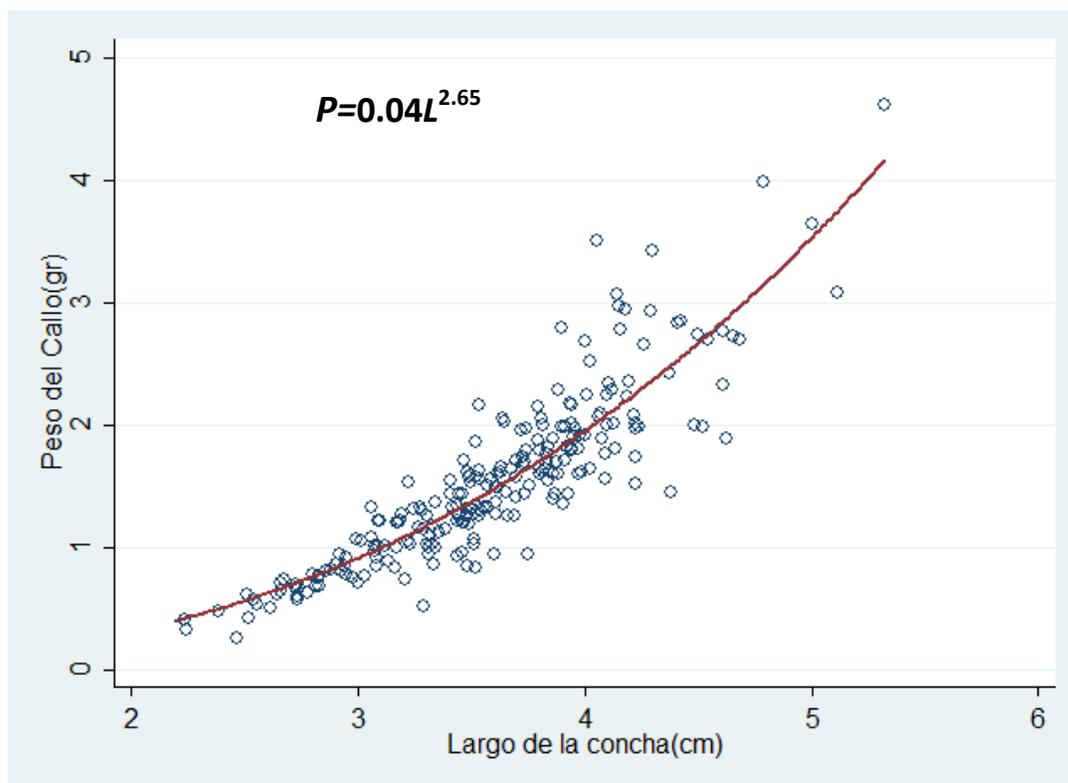


Figura 22. Diagrama de Dispersión para hembras de la relación Longitud-Peso.

Ambas regresiones iterativas de funciones potenciales reflejan que para ambos sexos el crecimiento en gramos con respecto a la longitud (cm) es de tipo alométrico negativo.

9.4 Reproducción

Los valores promedio del *IGS* comparados con los promedios mensuales de la temperatura superficial (°C) y concentración de clorofila (mg/m³) permitieron observar que cuando aumenta la temperatura superficial el *IGS* aumenta también (Figuras 23, 24 y 25), lo que tiene un comportamiento inverso a la relación con la concentración de clorofila: cuando aumenta la clorofila disminuye el *IGS* (Figuras 34 y 35). Estas relaciones se evaluaron mediante la prueba de *Pearson* de coeficiente de correlación (Tablas 8 y 9), lo que indicó que no se puede rechazar que hay una influencia de la temperatura directamente con el índice, sin embargo, la influencia es apenas estadísticamente significativa (Tabla 8), lo que es de esperarse ya que se trata de una zona tropical e isotermal, cuya variación promedio de temperatura es mínima (de 28.04 °C a 31.24 °C).

Sin embargo, para el caso de concentración de clorofila, se obtuvo que la correlación es altamente significativa (Tabla 9) a diferencia de la de la temperatura. Esto puede deberse a que la variación de concentración de clorofila se acentúa más (mínima 0.1287 mg/m³ y una máxima de 1.89 mg/m³). Esta mayor variación puede atribuirse a los fenómenos de Surgencias característicos de la zona.

Se realizó una regresión lineal para obtener gráficamente un modelo que representara el tipo de relación que existe entre las variables ambientales con el índice gonadosomático, no porque exista una dependencia entre las variables; lo que representó una relación negativa entre el *IGS* y la temperatura, y una relación positiva con la concentración de la clorofila.

El factor de condición relativa tiene el mismo comportamiento que el índice gonadosomático con respecto a las variables ambientales.

9.4.1 Índice Gonadosomático y temperatura.

Se describió el índice gonadosomático para ambos sexos (Figura 23) y se obtuvo que para machos como para hembras coincide el incremento de la temperatura con el incremento promedio de los índices gonadosomáticos.

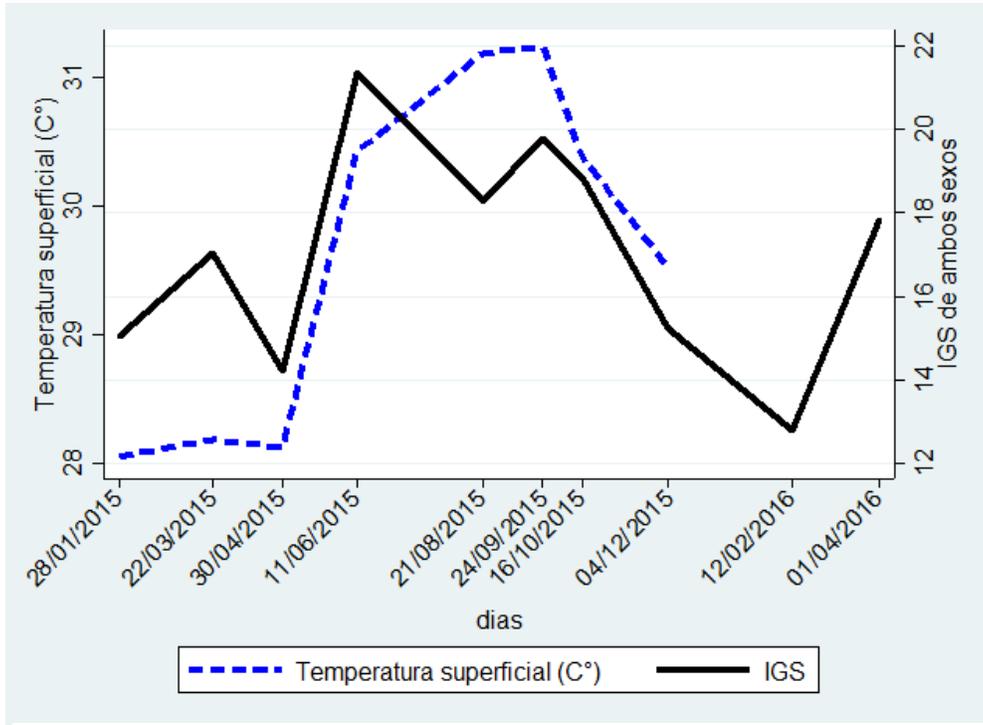


Figura 23. Índice Gonadosomático para ambos sexos comparado en el tiempo con la temperatura superficial de la localidad.

En el caso de machos se observa que el incremento de temperatura superficial muestra relación con el incremento del índice gonadosomático (Figura 24)

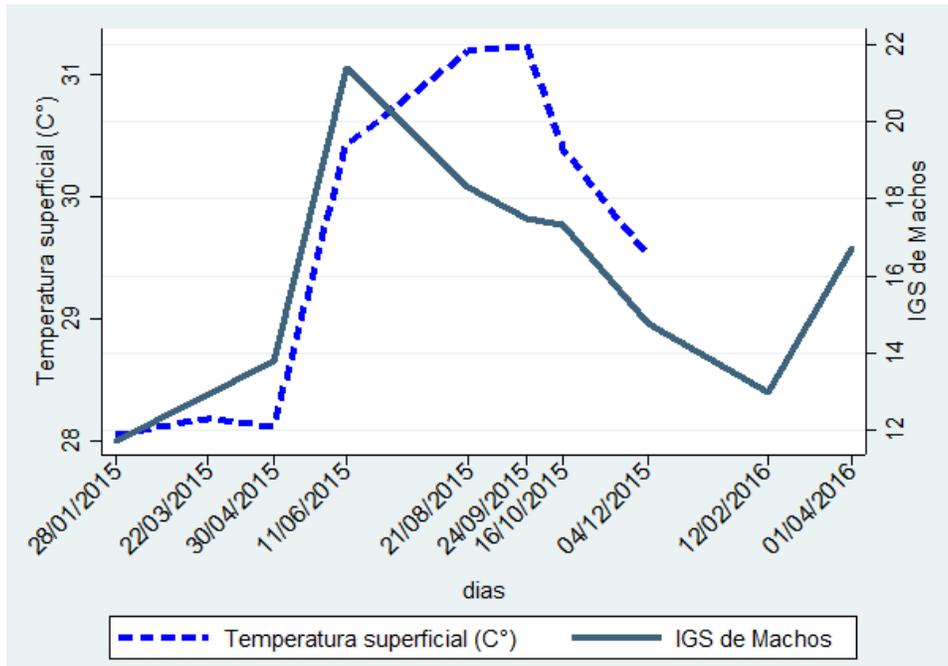


Figura 24. Índice Gonadosomático para machos comparado en el tiempo con la temperatura superficial de la localidad.

En el caso de Hembras también se observa que el incremento de temperatura muestra relación con el incremento del índice gonadosomático (Figura 25).

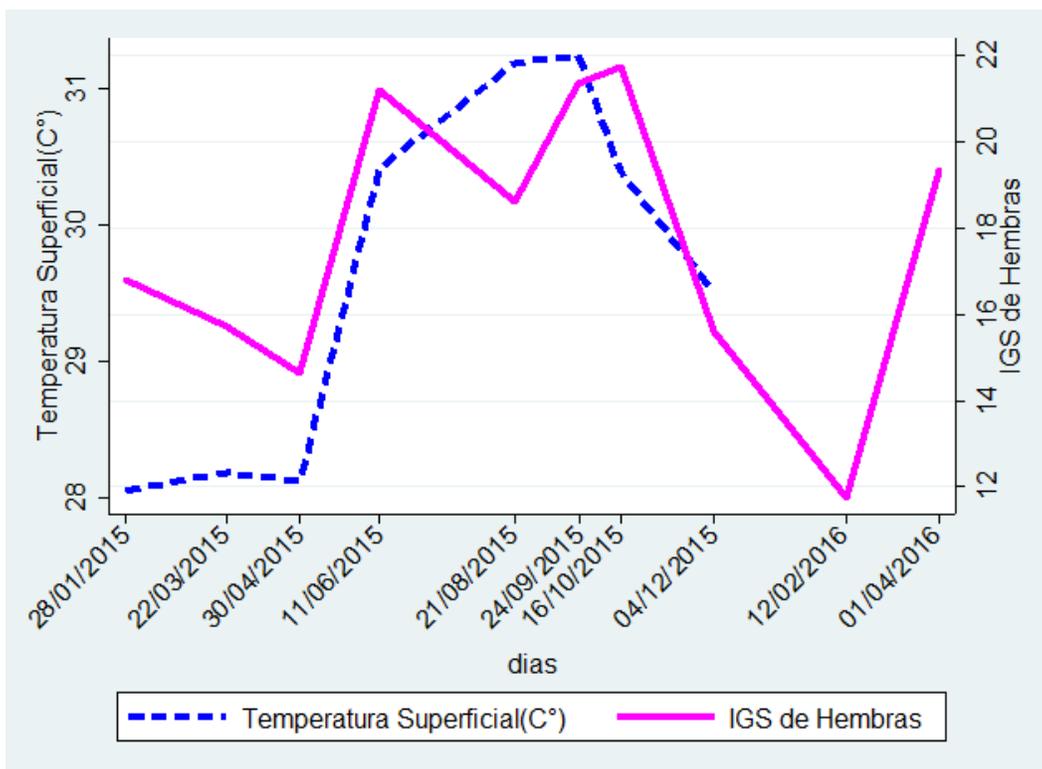


Figura 25. Índice Gonadosomático para hembras comparado en el tiempo con la temperatura superficial de la localidad.

La relación del índice gonadosomático con la temperatura tiene una correlación positiva ($r=0.7162$) (Tabla 8) a pesar de que apenas es estadísticamente significativa y de que sólo el 51% (r^2), (Figura 26) de la variabilidad del índice está explicado por la variabilidad de la temperatura.

Tabla 8. Prueba de Pearson	Valores medios del IGS	Temperatura media(C°)
Valores medios del IGS	1.00	
Temperatura media(C°)	0.7162	1.00
P	0.0457	

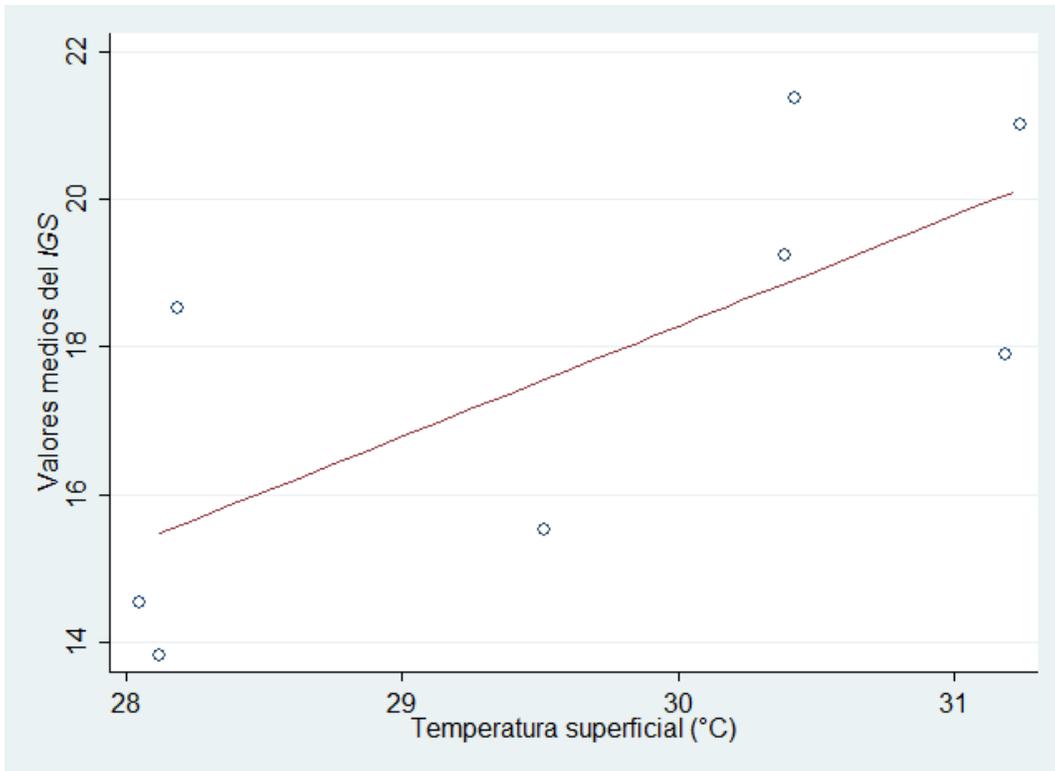


Figura 26. Regresión lineal de los valores medios del IGS y la temperatura superficial.

9.4.2 Factor de Condición Relativa.

El incremento del factor de condición relativa (k_3) para ambos sexos aumenta al igual que aumenta la temperatura superficial (Figuras 27 y 28), para hembras en el momento de mayor temperatura coincide cuando está por encima de todos los puntos máximos de condición, y se presentan los mayores picos en Abril, Junio, Agosto, Septiembre, de 2015 y se repite en Abril de 2016 (Figura 28), a diferencia de los machos que en Junio, septiembre, octubre de 2015 y Abril de 2016 están por encima de la condición de 100% (Figura 27).

Sin embargo, ambos comportamientos de la condición para ambos sexos se comporta de manera muy similar, ambos sexos se incrementan con la temperatura superficial.

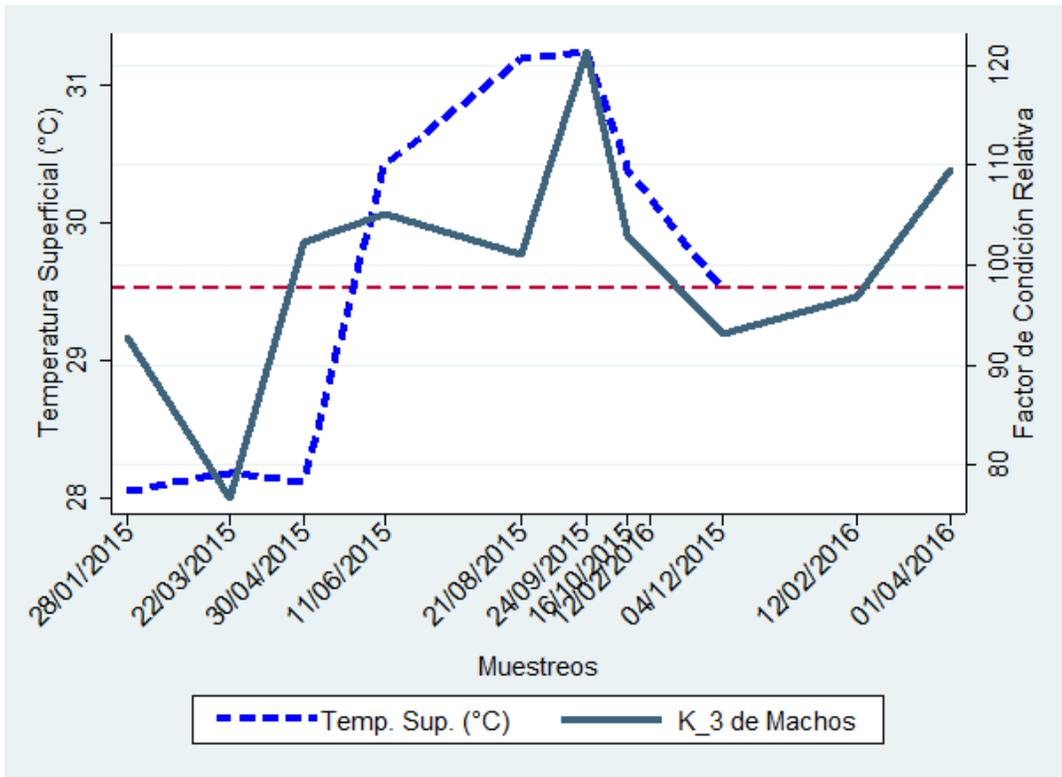


Figura 27. Factor de Condición Relativa (k_3) de machos comparado con la temperatura superficial de la localidad.

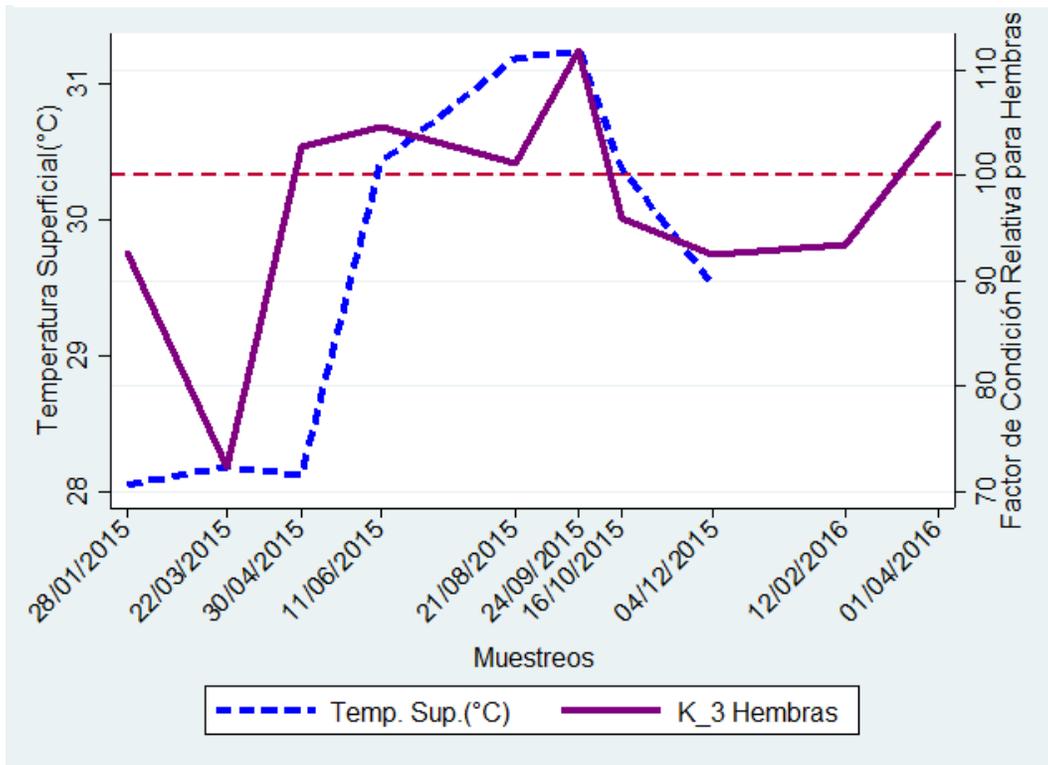


Figura 28. Índice de Condición Relativa (k_3) de hembras comparado con la temperatura superficial de la localidad.

La comparación del índice Gonadosomático (*IGS*) y factor de Condición Relativa (k_3) para ambos sexos presentan picos al mismo tiempo (Figuras 29 y 30).

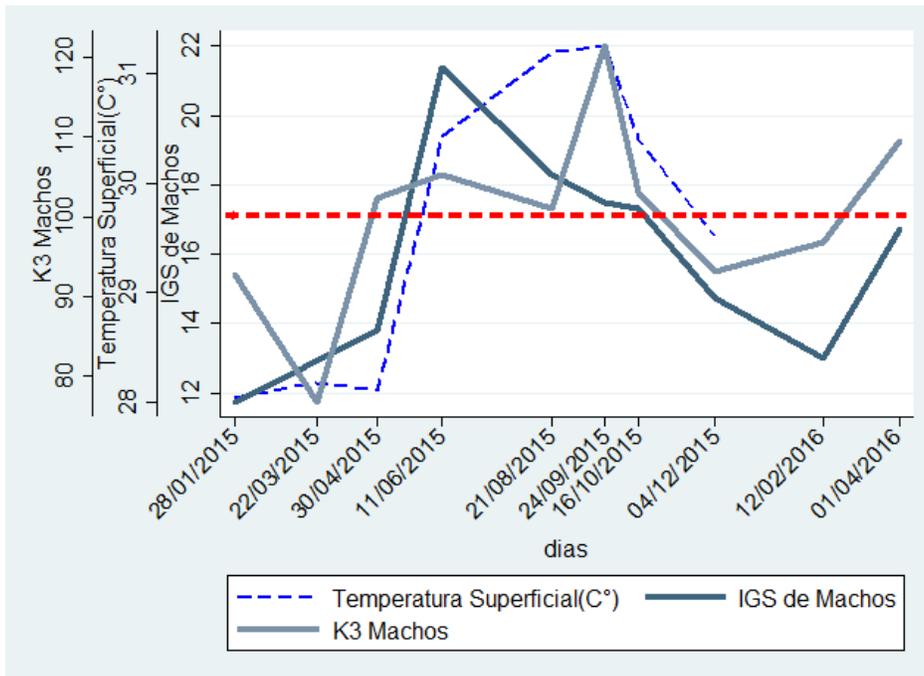


Figura 29. Índice de Condición Relativa (k_3) de machos comparado con el índice gonadosomático de machos.

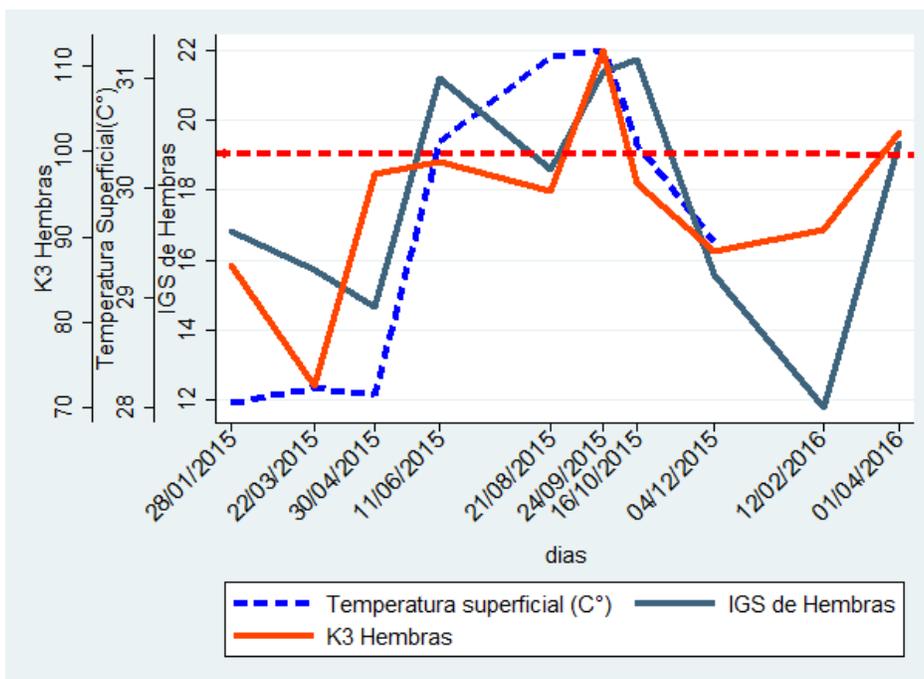


Figura 30. Índice de Condición Relativa (k_3) de Hembras comparado con el índice gonadosomático.

Temperatura Superficial(C°)

IGS de Hembras

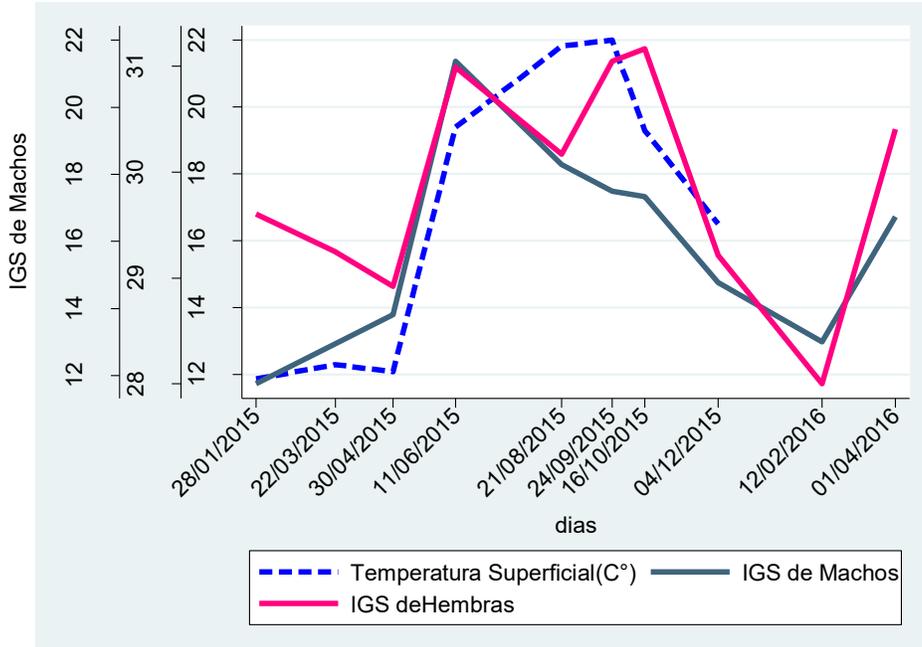


Figura 31. Comparación de ambos sexos para el IGS y temperatura

Temperatura Superficial(C°)

K3 Hembras

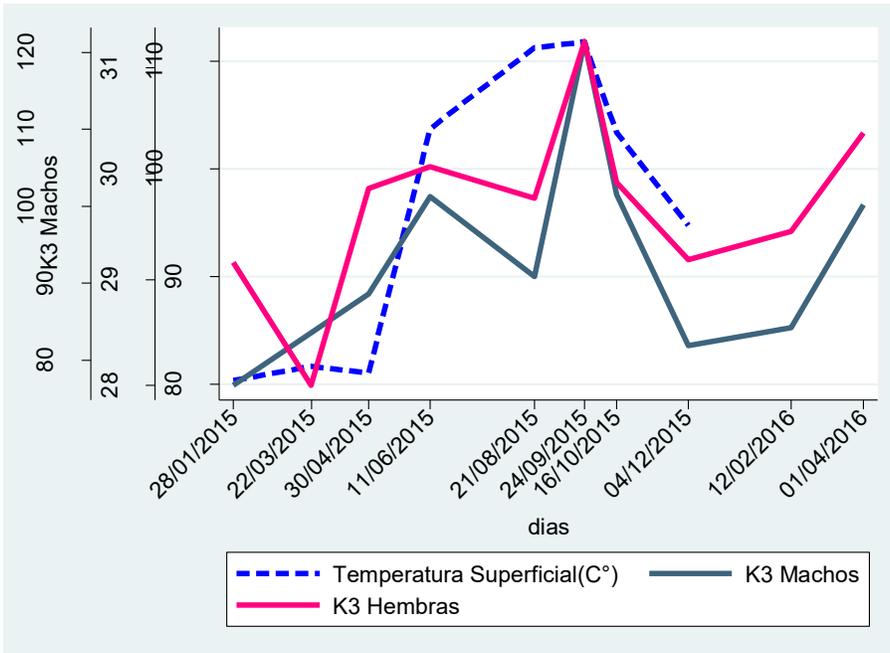


Figura 32. Comparación de ambos sexos para el k_3 y temperatura

El comportamiento de la longitud del largo del pene comparado con el índice gonadosomático de machos no parece tener una relación con el ciclo reproductivo (Figura 33).

Temperatura superficial(C°)

Largo del Pene (cm)

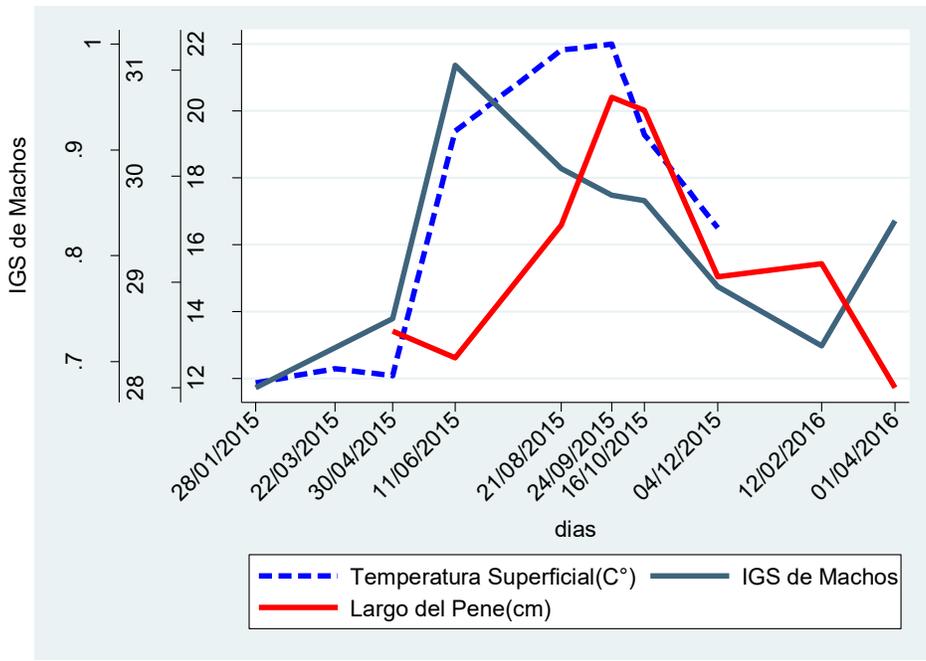


Figura 33. Índice Gonadosomático (IGS) comparado con el largo del pene.

9.4.3 Índice Gonadosomático comparado con Clorofila-α

El comportamiento del índice gonadosomático comparado con la clorofila parece ser contrario o que no tiene una relación tanto para machos y hembras (Figuras 34 y 35).

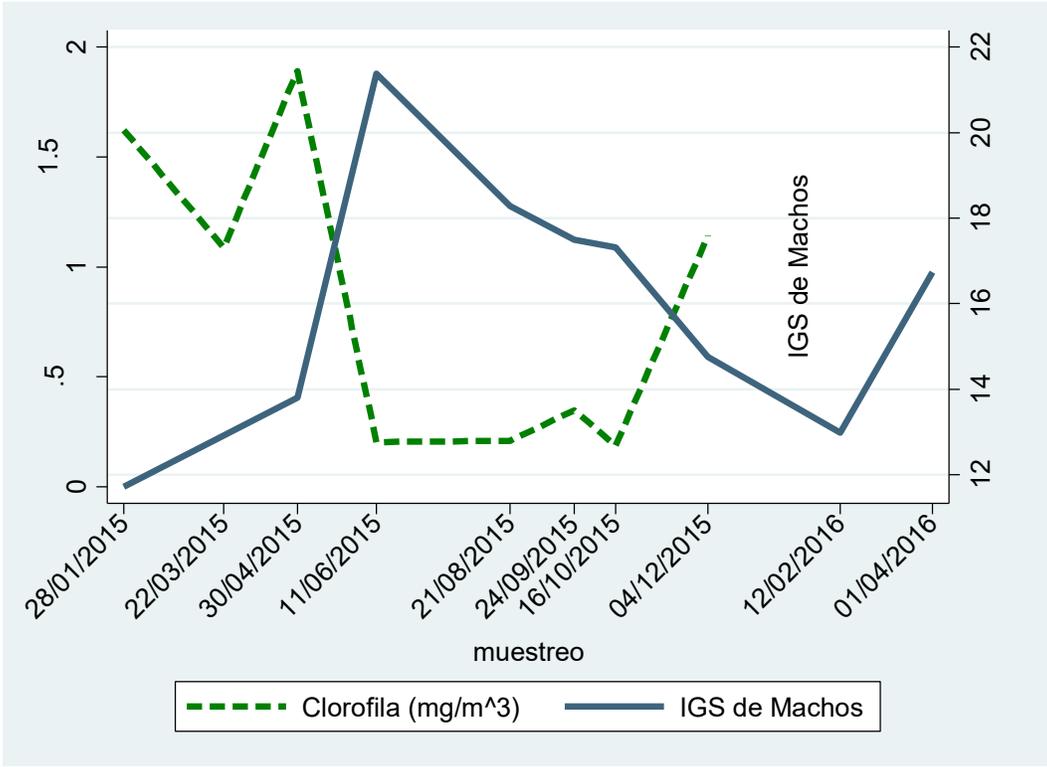


Figura 34. Índice Gonadosomático (IGS) de machos comparado con la concentración de clorofila.

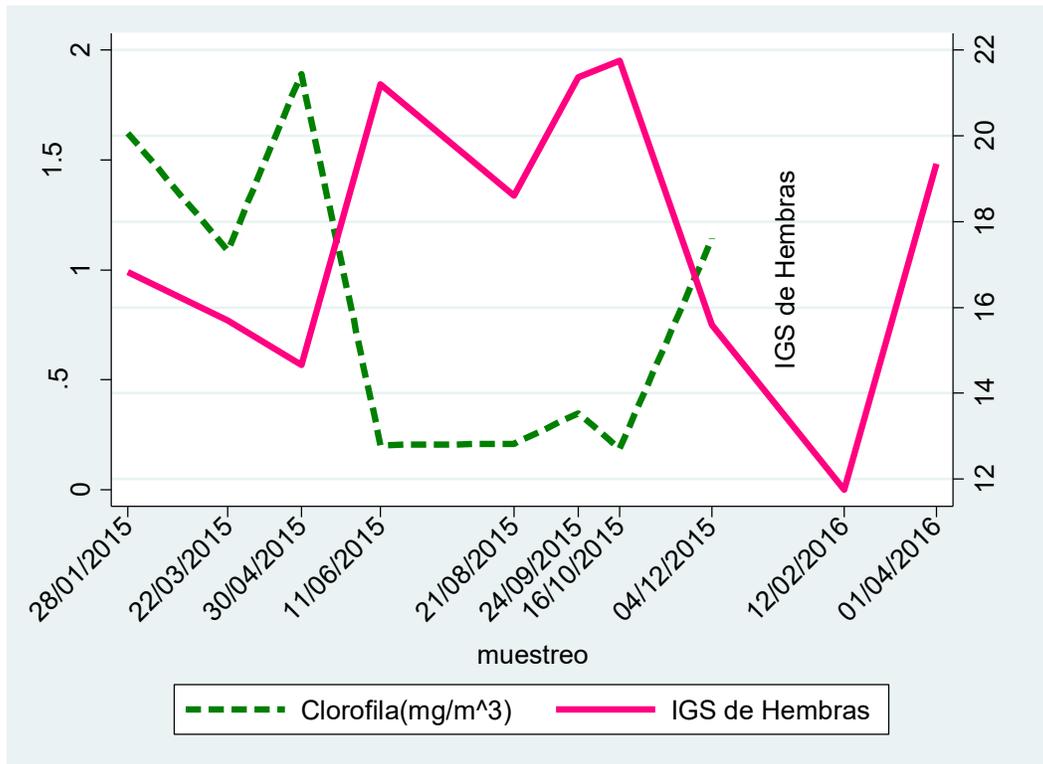


Figura 35. Índice Gonadosomático (IGS) de hembras comparado con la concentración de clorofila.

El factor de condición relativa K_3 tiene un comportamiento contrario al incremento de clorofila.

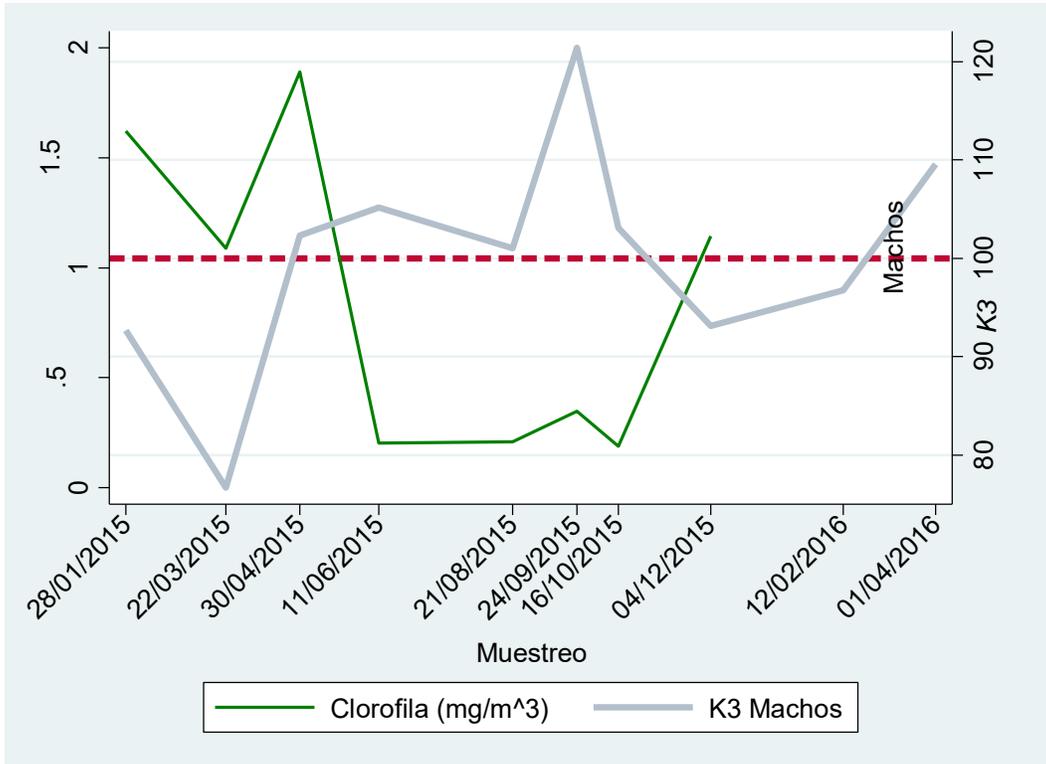


Figura 36. Índice de condición relativa (k_3) de machos comparado con la concentración de clorofila.

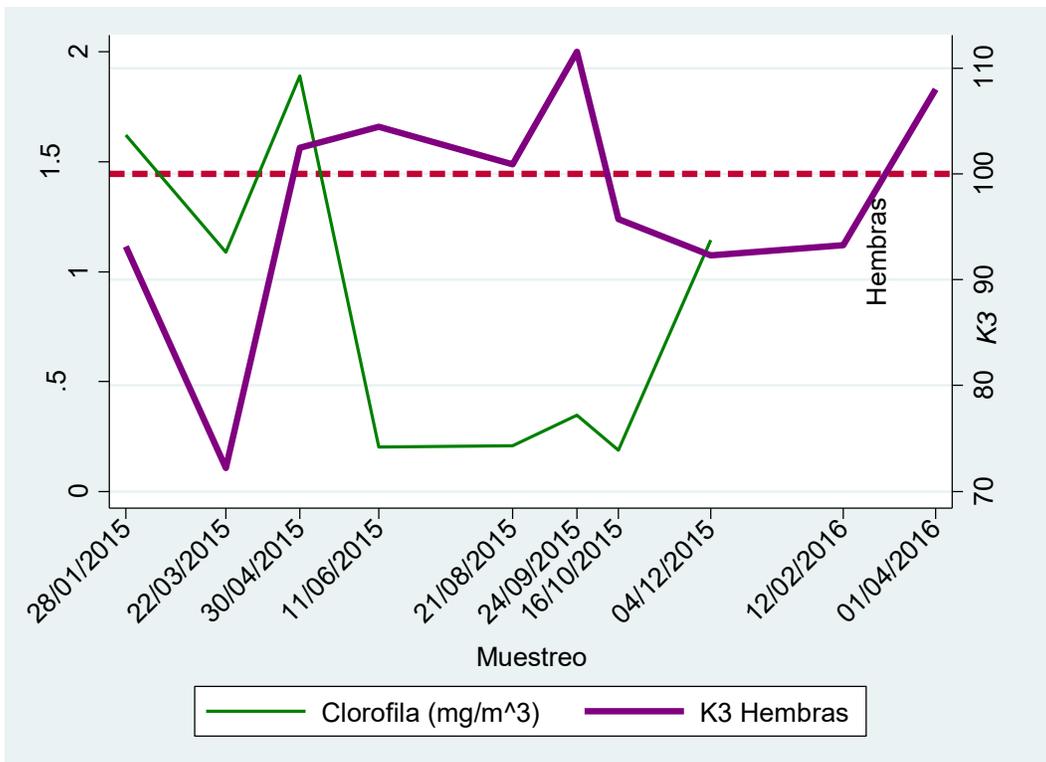


Figura 37. Índice de condición relativa (k_3) de hembras comparado con la concentración de clorofila.

La relación del índice gonadosomático con la temperatura tiene una correlación negativa (Figura 38) y es altamente significativa (Tabla 9) ya que el 76% (r^2) de la variabilidad del índice está explicado por la variabilidad de la clorofila.

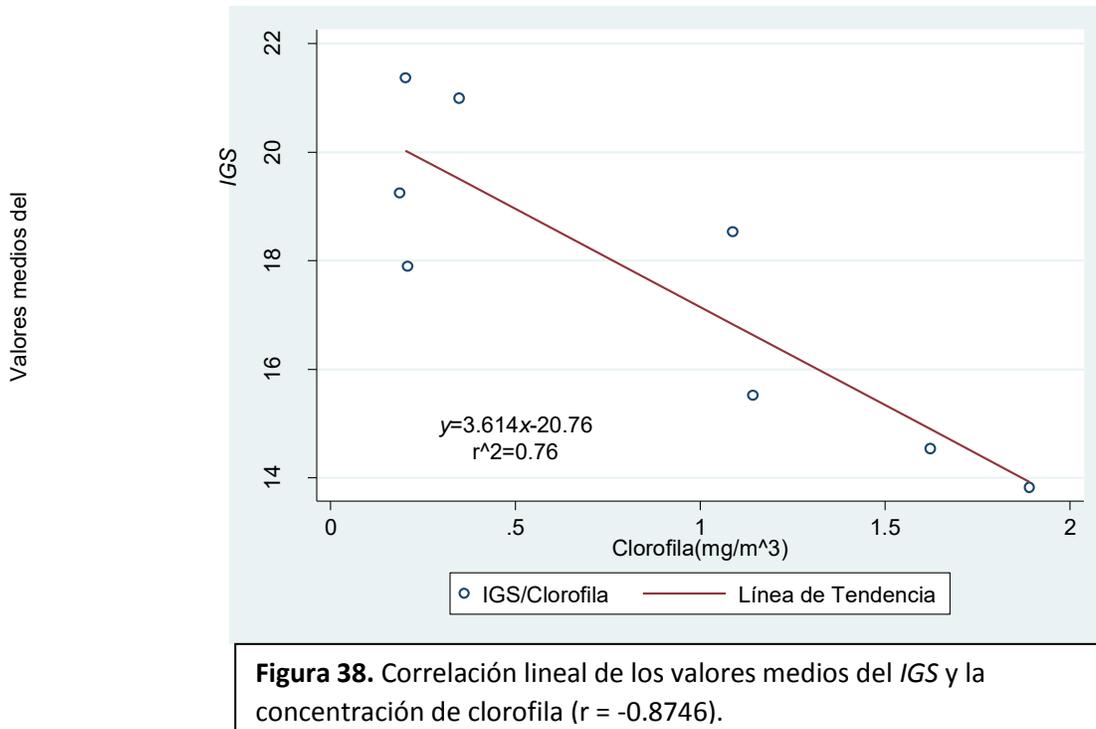


Tabla 9. Prueba de Pearson para la correlación del IGS y la concentración de Clorofila.

	Valores medios del IGS	Clorofila(mg/m ³)
Valores medios del IGS	1.00	
Clorofila(mg/m ³)	-0.8746	1.00
P	0.0045	

9.4.4 Kruskal-Wallis para el índice Gonadosomático

Se realizó una serie de pruebas de normalidad de *Shapiro-Wilk*, para observar si la distribución de los datos del IGS era candidato para un ANOVA (Tabla 10), los datos cumplen con la normalidad pero no son homocedásticos (Tabla 11) acompañado de diagramas de frijol (Beanplots) por muestreo del IGS para comparar el comportamiento por sexo (Figura 39).

Tabla 10. Prueba Shapiro-Wilk para normalidad.

Fecha.	Shapiro-Swilk (Machos)	Significancia.	Shapiro-Swilk (Hembras)	Significancia.
28/01/2015	0.506	NS	0.473	NS
22/03/2015			0.315	NS
30/04/2015	0.144	NS	0.541	NS
11/06/2015	0.820	NS	0.549	NS
21/08/2015	0.790	NS	0.435	NS
24/09/2015	0.055	NS	0.086	NS
16/10/2015	0.822	NS	0.791	NS
04/12/2015	0.979	NS	0.614	NS
12/02/2016	0.411	NS	0.084	NS
01/04/2016	0.429	NS	0.758	NS

El test de Levene arrojó que las muestras para ambos sexos no son homocedásticas (Tabla 11).

Sexo	W50	Grados de libertad	P > α ó P < α
Machos	3.25	9, 229	P < 0.001
Hembras	2.218	9, 225	P = 0.02

Los diagramas de frijol (Beanplots) (Figura 39) tienen una doble utilidad, una de ellas es que permiten observar que las distribuciones de datos no son normales, y la segunda es que sugieren las fases de los estadios gonádicos.

IGS comparados para O. pseudodon

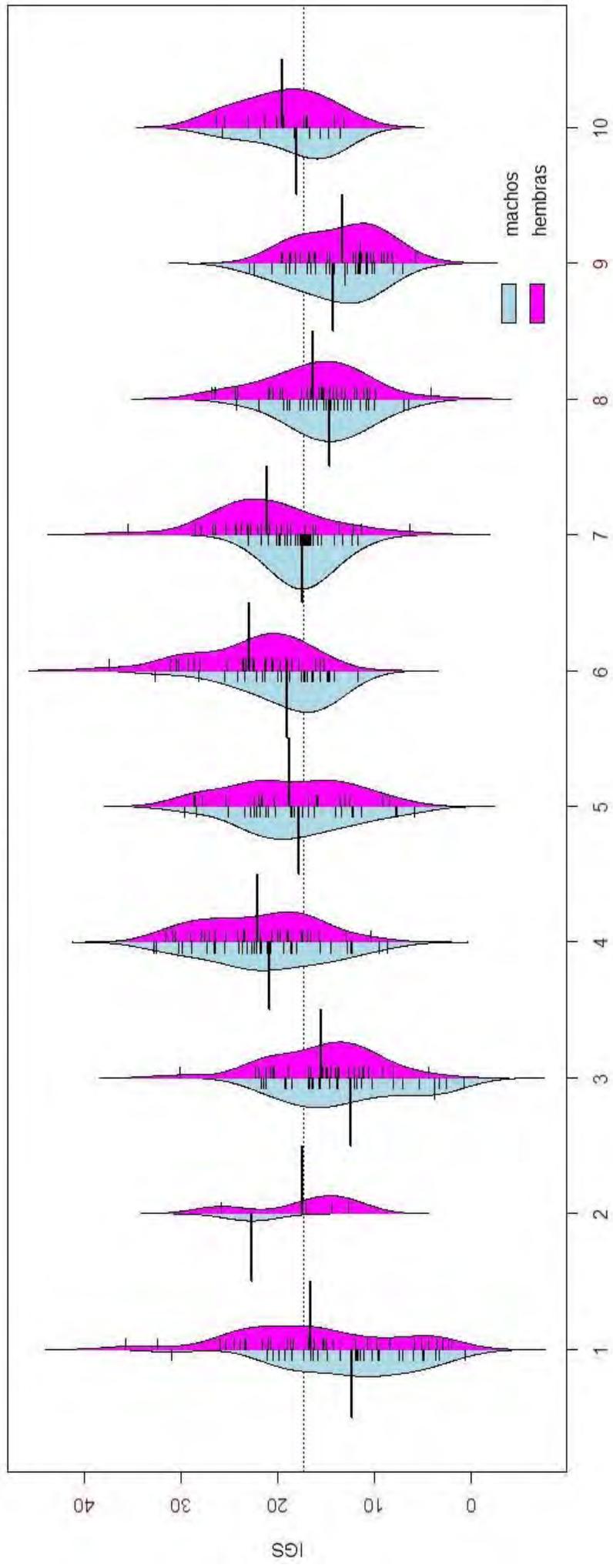


Figura 39. Diagramas de Frijol que expresan los valores del IGS de machos y hembras comparados a través del tiempo.

Los diagramas de frijol (Figura 39) sugieren que *O. pseudodon* presentaron una época de reposo en Enero, Abril, y Diciembre de 2015, y otro mes en reposo en Enero de 2016, sugieren que hubo desove en Agosto y Octubre de 2015, y picos en los que las gónadas tuvieron su mayor incremento en Junio y Septiembre de 2015, un pico más en Abril de 2016. Se observa que hay organismos rezagados por parte de las hembras en Enero, Marzo de 2015 y Febrero de 2016, los meses en los que se reproducen van de Junio a Octubre, principalmente, los rezagados sugieren que se presentaron organismos que se sin importar la época de Surgencias, sin embargo, los picos en los que se observa que el Índice es mayor es en Junio y Septiembre. Estos diagramas también nos dan una descripción de los datos, y se observa que no son normales, a pesar de que no se pueda negar que lo son (Tabla 10) lo que más afecta el resultado de un ANDEVA es la heterocedasticidad, la cual se presenta en índice por muestreo, por lo que se optó por una prueba de *Kruskal-Wallis* (Tablas 12 y 13).

Tabla 12. Prueba de *Kruskal-Wallis* para el *IGS* por muestreo

Kruskal-Wallis (χ^2) = 101.35	grados de libertad = 9	valor de P < 2.2e-16 (P<0.01)
--------------------------------------	------------------------	----------------------------------

Tabla 13. Comparación de pares por Mann-Whitney, apoyado en Tukey.

Comparaciones	Diferencia de observaciones	Punto crítico	DIFERENCIA
ene/15-mar/15	80.029	207.772	FALSO
ene/15-abr/15	18.057	83.454	FALSO
ene/15-jun/15	137.454	81.211	VERDADERO
ene/15-ago/15	71.999	85.207	FALSO
ene/15-sep/15	130.795	83.871	VERDADERO
ene/15-oct/15	101.436	81.914	VERDADERO
ene/15-dic/15	8.987	81.211	FALSO
ene/15-feb/16	32.806	83.051	FALSO
ene/15-abr/16	94.285	119.805	FALSO
mar/15-abr/15	98.087	208.789	FALSO
mar/15-jun/15	57.425	207.903	FALSO
mar/15-ago/15	8.030	209.496	FALSO

mar/15-sep/15	50.766	208.956	FALSO
mar/15-oct/15	21.406	208.178	FALSO
mar/15-dic/15	71.041	207.903	FALSO
mar/15-feb/16	112.836	208.628	FALSO
mar/15-abr/16	14.255	225.791	FALSO
abr/15-jun/15	155.512	83.780	VERDADERO
abr/15-ago/15	90.057	87.659	VERDADERO
abr/15-sep/15	148.853	86.361	VERDADERO
abr/15-oct/15	119.493	84.462	VERDADERO
abr/15-dic/15	27.045	83.780	FALSO
abr/15-feb/16	14.749	85.565	FALSO
abr/15-abr/16	112.342	121.562	FALSO
jun/15-ago/15	65.455	85.526	FALSO
jun/15-sep/15	6.658	84.195	FALSO
jun/15-oct/15	36.018	82.246	FALSO
jun/15-dic/15	128.466	81.546	VERDADERO
jun/15-feb/16	170.261	83.379	VERDADERO
jun/15-abr/16	43.169	120.032	FALSO
ago/15-sep/15	58.796	88.056	FALSO
ago/15-oct/15	29.436	86.194	FALSO
ago/15-dic/15	63.011	85.526	FALSO
ago/15-feb/16	104.806	87.275	VERDADERO
ago/15-abr/16	22.285	122.771	FALSO
Sep/15-oct/15	29.359	84.874	FALSO
Sep/15-dic/15	121.807	84.195	VERDADERO
Sep/15-feb/16	163.602	85.972	VERDADERO
Sep/15-abr/16	36.510	121.848	FALSO
Oct/15-dic/15	92.448	82.246	VERDADERO

Oct/15-feb/16	134.243	84.063	VERDADERO
Oct/15-abr/16	7.151	120.509	FALSO
Dic/15-feb/16	41.794	83.379	FALSO
Dic/15-abr/16	85.297	120.032	FALSO
Feb/16-abr/16	127.091	121.285	VERDADERO

9.5 Dimorfismo sexual.

El análisis multivariado de T^2 de Hotelling reflejó diferencias estadísticamente significativas para las variables largo, ancho y alto, comparadas de dos en dos variables, por lo que se puede asegurar que el dimorfismo sexual por talla (*DST*) existe para las variables de longitud (Tablas 14, 15 y 16).

Tabla 14. T^2 de Hotelling para las longitudes de Largo y Ancho.

Machos:	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Largo	238	3.418487	0.5126988	2.13	4.871
Ancho	238	2.517933	0.3821019	1.56	3.538
Hembras:					
Largo	234	3.588662	0.5391521	2.238	5.324
Ancho	234	2.666983	0.3909209	1.681	3.783
T^2 cal =	20.111049	F cal =	10.0341	P =	0.0001

Tabla 15. T^2 de Hotelling para las longitudes de Largo y Alto.

Machos:	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Largo	238	3.418487	0.5126988	2.13	4.871
Alto	238	2.174933	0.3334218	1.35	3.115
Hembras:					
Largo	234	3.588662	0.5391521	2.238	5.324
Alto	234	2.302641	0.3500561	1.414	3.372
T^2 cal =	18.173079	F cal =	9.0672	P =	0.0001

Tabla 16. T^2 de Hotelling para las longitudes de Ancho y Alto.

Machos:	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Ancho	238	2.517933	0.3821019	1.56	3.538
Alto	238	2.174933	0.3334218	1.35	3.115
Hembras:					
Ancho	234	2.666983	0.3909209	1.681	3.783
Alto	234	2.302641	0.3500561	1.414	3.372
T^2 cal =	18.126187	F cal =	9.0439	P =	0.0001

Para todas las relaciones de longitud se observa que se presenta un traslape entre ambos sexos (Figura 40, 41 y 42). Por lo que la función discriminante no discrimina para evaluar el *DST*, para ninguna relación, incluso a pesar de que en todas las relaciones se observe que las hembras son las que poseen mayor longitud y que en el caso de las relaciones Alto-Largo y Ancho-Alto haya un dimorfismo sexual.

En la tabla 17 se presentan las funciones que reflejan de la mejor manera el dimorfismo sexual por talla (*DST*) de acuerdo a las variables de longitud, se observa que en el caso de la relación *Ancho-Largo* no existe un dimorfismo sexual que pueda ser evaluado mediante la distancia de Mahalanobis, en el caso de las relaciones *Alto-Largo* y *Ancho-Alto* la distancia es altamente significativa, por lo que sí se puede asegurar que existe un *DST*.

Tabla 17. Funciones Discriminantes, y su distancia de Mahalanobis.

Relación de longitud	Función	Distancia de Mahalanobis	T^2 calculada	Fcalculada	P< α ó P> α $\alpha=0.05$
Ancho-Largo	$\text{largo}=2.055*\text{ancho}-1.825$	0.228 cm	2.48	1.23	P = 0.08
Alto-Largo	$\text{largo}=3.154*\text{alto}-3.554$	0.197 cm	16.05	8.01	P<0.01
Ancho-Alto	$\text{alto}=4.103*\text{Ancho}-8.403$	0.149 cm	19.45	9.70	P<0.01

Para la relación *Ancho-Largo* se observa que la función discriminante no logra separar los dos grupos lo suficiente como para asegurar que existe un dimorfismo sexual, también se puede observar que el traslape de ambos grupos no permite una separación visual que pueda distinguir entre ambos sexos, salvo por los datos de los extremos que se observa que las hembras son las más grandes y los machos los más pequeños en longitud (figura 40).

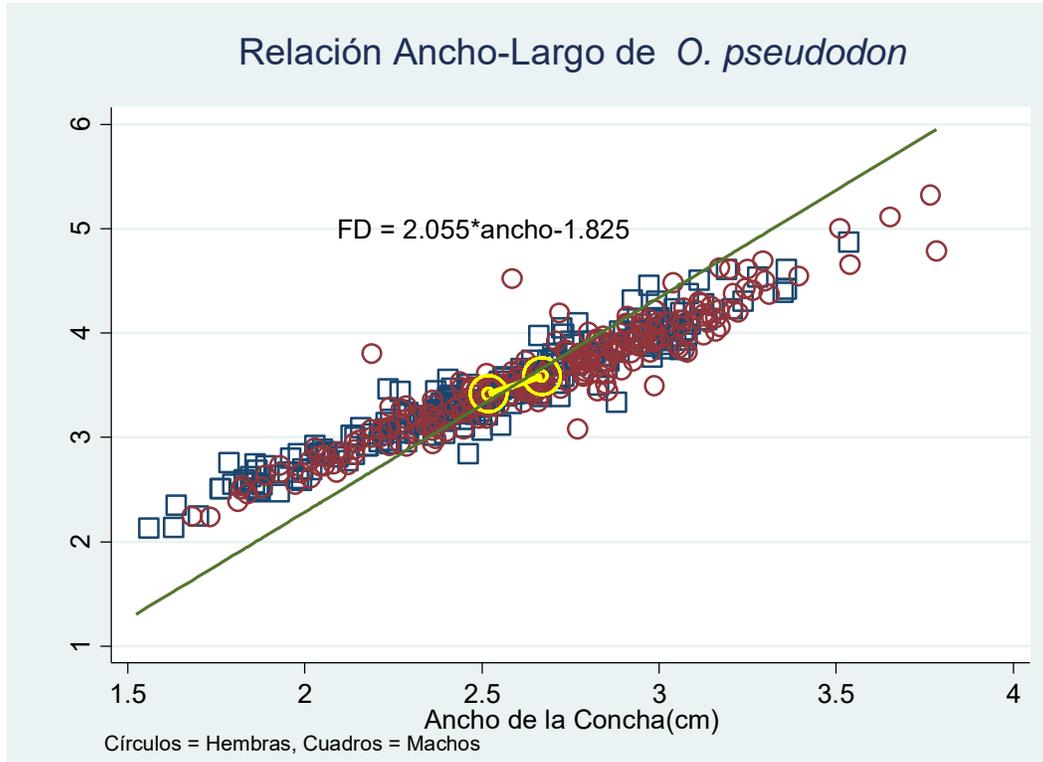


Figura 40. Función discriminante que refleja de la mejor manera el dimorfismo sexual para la relación ancho-largo, y su respectiva distancia de Mahalanobis.

En el caso de la relación *Alto-Largo* se observa que la *Función Discriminante* se separa más de las nubes de datos, eso es señal de que existe un *DST*, sin embargo se presenta el mismo tipo de traslape (Figura 41), en este caso el dimorfismo sexual se ve indicado por la Distancia de Mahalanobis, ya que ésta es estadísticamente significativa.

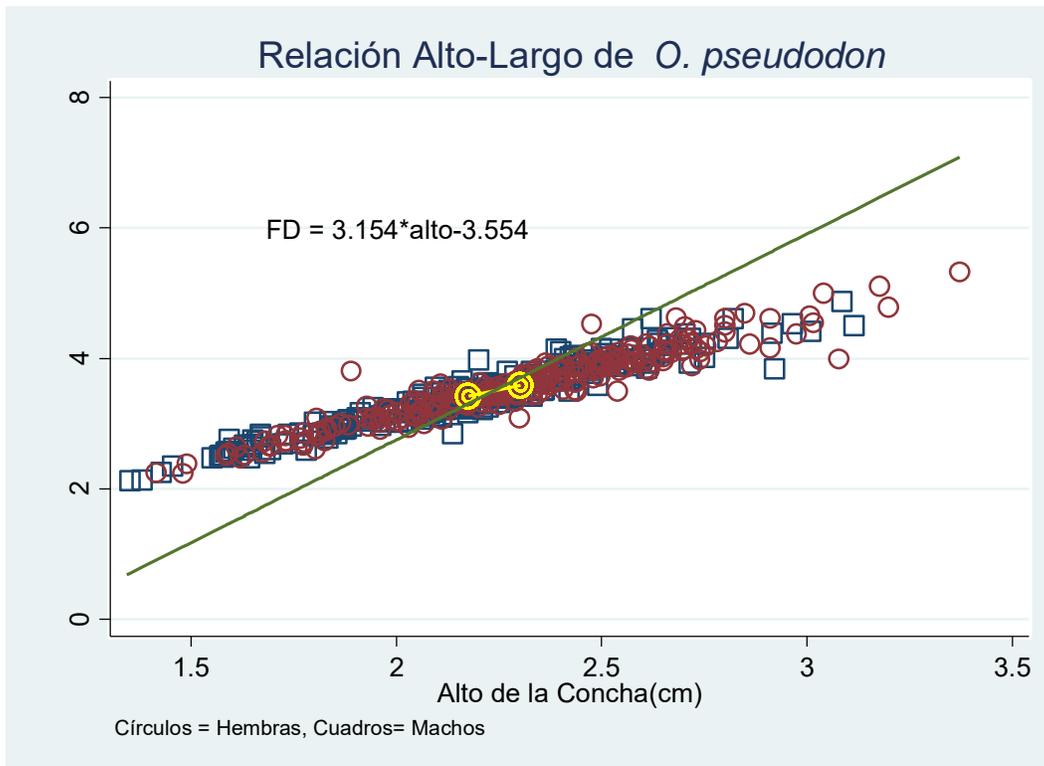


Figura 41. Función discriminante que refleja de la mejor manera el dimorfismo sexual para la relación Alto-ancho, y su respectiva distancia de Mahalanobis.

Para la relación *Ancho-Alto* la función refleja un mayor poder discriminatorio en comparación a las otras dos relaciones, ya que contrasta más con la nube de datos, y la distancia de Mahalanobis es altamente significativa, sin embargo el traslape tampoco permite visualizar el *DST* (Figura 42).

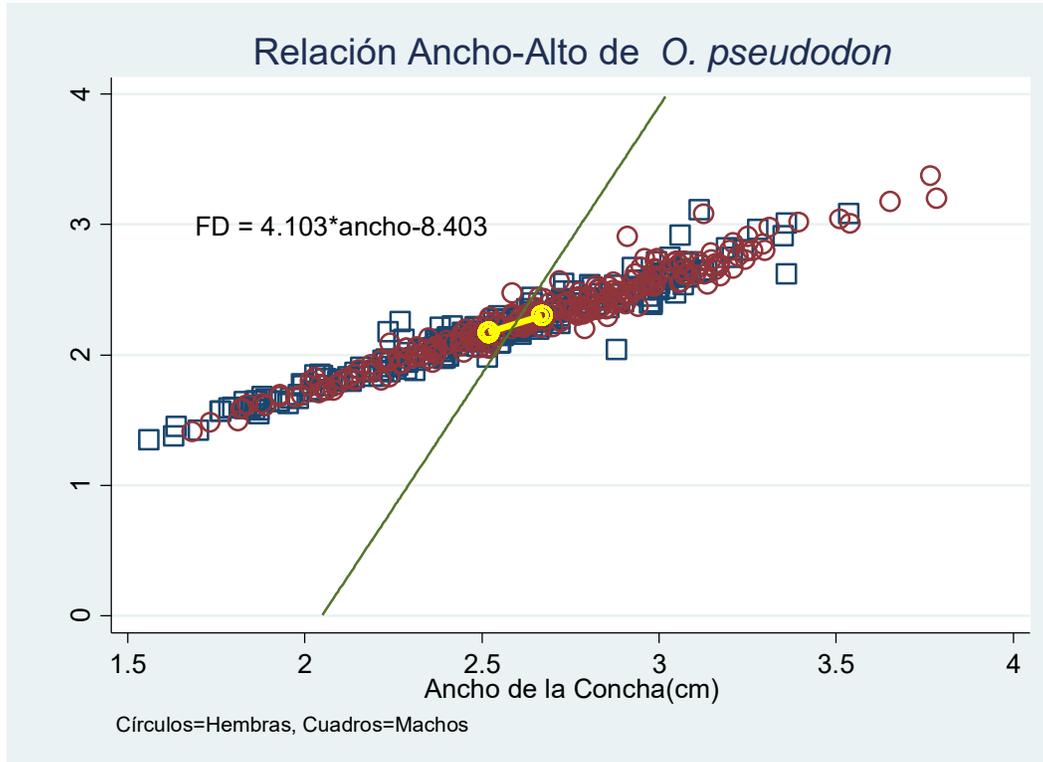


Figura 42. Función discriminante que refleja de la mejor manera el dimorfismo sexual para la relación Alto-ancho, y su respectiva distancia de Mahalanobis.

El traslape de las relaciones se presenta en todos los casos ya que generalmente se usa la Función Discriminante con organismos adultos, ya que están cerca de su longitud máxima, razón por la cual se generó una función discriminante para las tallas que formaban parte de intervalos separados por antimodas, siguiendo la metodología de *Ortíz-Martínez et al.* (2013) como base estadística para diferenciar entre chicos, medianos y grandes; se utilizaron los de talla mediana por la cantidad, ya que los grandes son muy escasos y los chicos no reflejan una diferencia estadística significativa (*t de Student*, $P > 0.05$). Y se obtuvo una función con un mayor poder discriminante (Figura 43). La distancia de Mahalanobis es altamente significativa (Tabla 18).

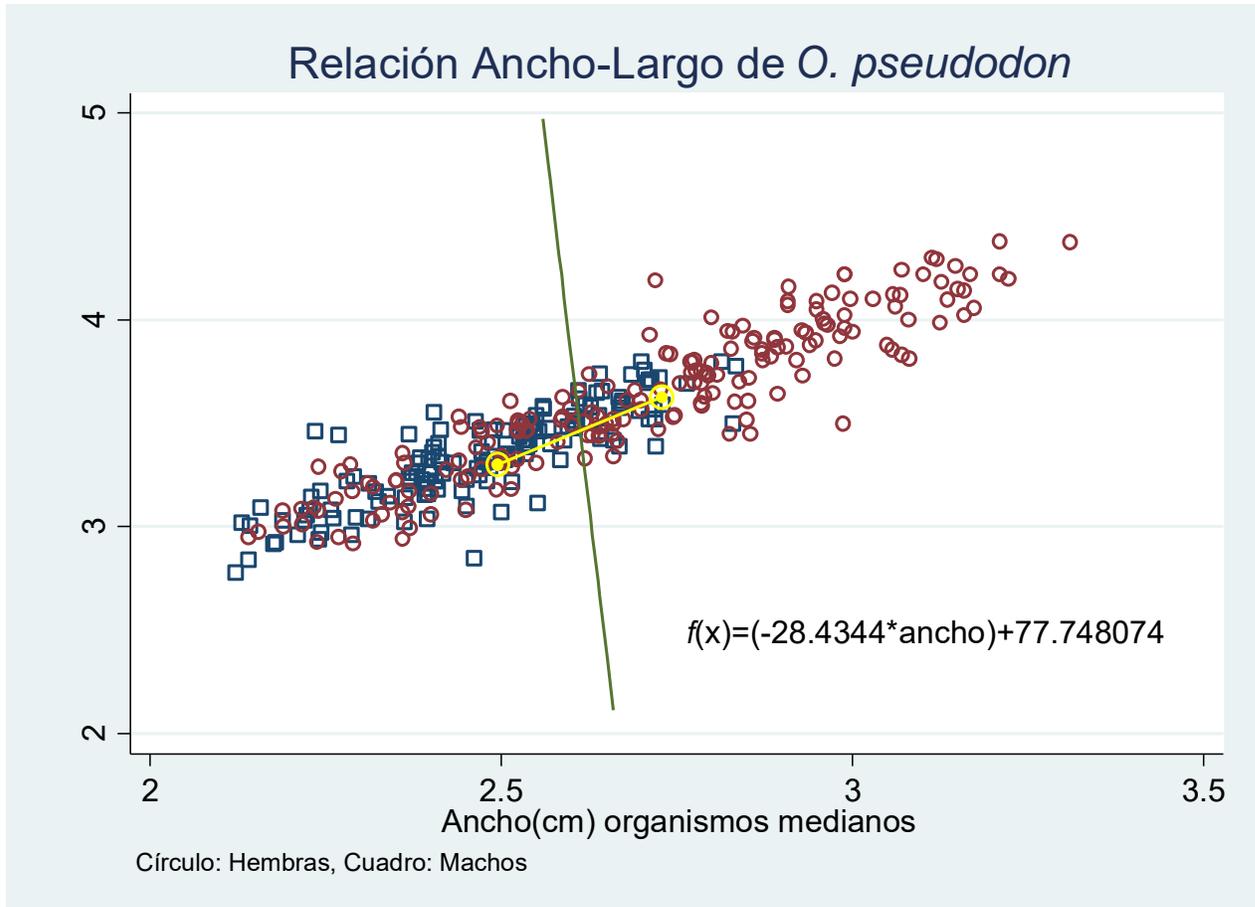


Figura 43. Función Discriminante que mejor describe el *DST*, con organismos de talla media.

$$DM = \sqrt{(2.49 - 2.72)^2 + (3.30 - 3.62)^2} = 0.40$$

Tabla 18. Relación Ancho-Largo con datos medios.

Relación de longitud	Función	Distancia de Mahalanobis	T^2 calculada	$F_{calculada}$	$P < \alpha$ ó $P > \alpha$ $\alpha = 0.05$
Ancho-Largo	$Y = -28.43 * \text{Ancho} + 77.74$	0.40 cm	80.69	33.95	$P < 0.01$

10. Análisis de Resultados.

Se observan 6 modas para Machos con la mitad del Silverman y sólo 5, sin embargo para hembras por la cantidad de hombros fue conveniente bajar el ancho de banda a 0.065, lo que permitió observar más modas, que estaban antes ocultas como hombros.

Se observan reclutamientos para los EDKs mensuales de machos en los meses de Abril, Agosto, Diciembre del 2016, y se observa que en abril del 2016 también se repite el reclutamiento.

En el caso de las Hembras se observan los reclutamientos en Marzo, Octubre y Diciembre. Se observa que sólo concuerda en Diciembre con los machos.

Con respecto a la proporción sexual se observó que para ningún mes hubo una diferencia estadísticamente significativa ($P=0.1$) con respecto a la proporción 1:1 del *Principio de Fisher* (Fisher, 1930; Franco-Meléndez, 2012).

El aumento de peso con respecto a la longitud tiene un exponente de 2.55715 para machos y 2.651394 para hembras, con un intervalo para machos de $P(2.392501 < B < 2.721799) = 0.95$ y $P(2.46944 < B < 2.833347) = 0.95$ para hembras, ambos intervalos para el exponente están por debajo del 3 que refleja la isometría, lo que permite observar que el tipo de crecimiento es alométrico negativo; es decir, que crecen más en longitud que en peso (músculo).

El índice Gonadosomático aumenta conforme la temperatura aumenta, caso contrario a la concentración de la clorofila, el índice disminuye conforme aumenta la concentración de la clorofila.

Para observar la relación se hizo una prueba de Correlación de Pearson, lo que refleja que en el caso de la variabilidad del índice comparado con la temperatura superficial, hay una relación lineal de pendiente positiva (0.71). A pesar de que la significancia de esta correlación tiene un valor cercano al de α (0.0457), se acepta la hipótesis alterna que la correlación poblacional (R) es diferente de cero, lo que significa que a pesar de no ser altamente significativa expresa que existe una correlación.

En el caso de la concentración de clorofila, la prueba de Correlación de Pearson reflejó una significancia muy baja comparada con el alfa de 0.05 ($P= 0.0045$) lo que refleja una R poblacional muy significativa y una fuerte correlación negativa (-0.87). La relación lineal simple entre los valores del índice Gonadosomático y la clorofila refleja una recta de pendiente negativa.

El factor de condición relativa K_3 tiene un comportamiento muy similar al índice Gonadosomático, incrementa conforme aumenta la temperatura superficial del agua, así mismo, disminuye cuando la concentración de clorofila aumenta. Se observa que las

hembras y los machos sólo difieren en Abril/2015, las hembras tienen un pico en este mes, pero para ambos sexos se presenta otro aumento en Abril/2016.

Para la prueba no paramétrica de *Kruskal-Wallis* y por la prueba posteriori de Mann-Whitney (por Tukey) se obtuvo que hay diferencia entre los siguientes meses: Enero y Marzo del 2015, Enero y Septiembre de 2015, enero y octubre de 2015, abril de 2015 difiere entre junio, agosto septiembre y octubre de 2015, junio difiere con diciembre de 2015 y febrero de 2016, agosto de 2015 difiere con abril de 2016, septiembre de 2015 difiere con octubre y diciembre de 2015, octubre de 2015 difiere con diciembre de 2015 y con febrero de 2016, y por último febrero y abril de 2016 difieren.

En el caso del dimorfismo sexual, la prueba T^2 de *Hotelling* mostró una diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.001$), en todas las relaciones de longitud (Largo-Ancho, Largo-Alto y Ancho-Alto), lo que permite observar que existe un dimorfismo sexual con las relaciones antes mencionadas.

A pesar de que la prueba T^2 de *Hotelling* reflejó una diferencia altamente significativa para todas las relaciones, al momento de obtener la función discriminante, a pesar de tener el mayor poder discriminante, no se obtuvo una función que reflejara el dimorfismo sexual, por lo que se tuvo que discriminar por grupos de tallas medianas para evitar el traslape, cuestión que no se pudo evitar, sin embargo así se obtuvo una recta con un verdadero poder discriminatorio.

A pesar del traslape, al momento de obtener la distancia de Mahalanobis (distancia entre centroides), se obtuvo que era una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), lo que expresa que a pesar del traslape existe un dimorfismo sexual.

11. Discusión de Resultados.

Se reporta la presencia de *Opeatostoma pseudodon* en las zonas marítimas prioritarias número 35 y 36, con una alta abundancia, generalmente sobre rocas a una profundidad no mayor de seis metros, anteriormente reportado por diversos autores, confirmando su distribución en Oaxaca (Bastida-Zavala *et al.*, 2013; Landa-Jaime *et al.*, 2007), su presencia (León-Herrera, 2000; León-Herrera, 2001; Ramírez-González y Barrientos-Luján, 2007; Guzmán-Urieta, 2015) y el tipo de hábitat generalmente del mesolitoral superior del intermareal rocoso, preferentemente en sustratos duros (Ríos-Jara *et al.*, 2002; Caicedo-Rivas *et al.*, 2007; Landa *et al.* 2013; Flores-Rodríguez, 2014; Guzmán-Urieta, 2015).

Guzmán-Urieta (2015) menciona que la proporción sexual (1:1) presenta diferencias estadísticamente significativas (prueba de bondad de ajuste de χ^2) para los meses de Agosto (1M:0.6H) del 2013, Enero (1M:1.16H), Octubre (1M:0.65) y Noviembre (1M:0.37H) del 2014. En este estudio se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa para ningún muestreo, algo que contrasta notablemente a pesar de ser la misma zona de muestreo y ser un trabajo que no dista mucho en tiempo.

En el caso de los EDKs presentados por Guzmán-Urieta (2015) difiere en número de modas para Machos y Hembras.

El principal pico para Machos se observa en Junio pero el índice gonadosomático se mantiene alto hasta Octubre, en el caso de las hembras se observan tres picos claramente que coinciden con junio, Septiembre y Octubre, hay evidencia estadística de que son diferentes estos meses comparados con el resto lo que difiere con los picos de Guzmán-Urieta (2015).

Se observa que ninguna distribución de acuerdo a los diagramas frijol es de tipo normal, lo que puede deberse a los diferentes estadios gonádicos del organismo. Por ejemplo, en el caso de los machos tenemos un índice bajo, es decir, la mayor parte de la densidad de población tiene un valor bajo, aunque se aprecian casos extraordinarios, que pueden ser organismos que no se alcanzaron a reproducir en la última etapa reproductiva; posteriormente en el lapso de tiempo de Enero del 2015 a junio del 2015 el índice gonadosomático va en incremento, lo que puede significar que los organismos invierten energía en su reproducción, en comparación con el mes de Agosto que disminuye, puede significar que entre agosto a comienza una etapa reproductiva y una alta actividad reproductiva, ya que de Agosto del 2015 a Febrero del 2016 el índice vuelve a disminuir de una manera comparable a Enero del 2015.

En el caso de las hembras se observa que en Enero hay un sesgo negativo para el índice gonadosomático, lo que puede ser señal de que desovaron pero hay organismos que aún hay hembras con gónadas en proceso de desove. Para el siguiente mes la distribución se concentra más, es decir desaparece el sesgo negativo y se observa ahora uno positivo, lo que puede señalar organismos rezagados de desove de los meses anteriores, en el mes de abril se observan dos modas, lo que puede señalar que hay hembras que ya desovaron y hembras que comienzan la etapa de reposo. En los meses posteriores de Junio a Octubre se observa que los índices aumentan en proporción con los meses pasados, lo que puede ser señal de que ya se dieron etapas reproductivas, para posteriormente de Diciembre a Abril a Febrero comience de nuevo el desove, se observa que en Febrero hay dos modas, la moda principal señala hembras que están en reposo, y para abril se observa un incremento más.

La relación Longitud-Peso obtenida en este trabajo concuerda con la presentada por Guzmán-Urieta (2015).

Guzmán-Urieta (2015) encontró un dimorfismo sexual en cuanto a los parámetros de las funciones de crecimiento; la prueba T^2 de Hotelling demostró que existe dimorfismo sexual en cuanto a las variables de longitud de *O. pseudodon*, sin embargo al aplicar la función discriminante, a pesar de ser la prueba que refleja mejor el dimorfismo sexual, no se obtiene una función con un gran poder discriminante y una distancia entre centroides (de Mahalanobis) que sea estadísticamente significativa. Esto cambia cuando se discrimina diferenciando entre tamaños de grupos, lo que confirma lo postulado por Shine (1989), quien mencionó que podría existir un dimorfismo para la familia Fasciolariidae.

12. Conclusiones.

- Los reclutamientos se dan en los meses de Enero del 2015 para machos, y en el caso de las hembras el reclutamiento se da en del 2015; en los casos de Enero y Marzo, concuerdan con la época de Vientos Tehuanos, ya los organismos más jóvenes surgieron posteriormente a los momentos en los que el índice gonadosomático es más alto, probablemente la disminución de los valores del *IGS* se deben al aumento de talla, ya que en su crecimiento invierten la mayor parte de su energía, lo que se ve apoyado con el factor de condición k_3 , ya que éste disminuye durante el fenómeno de Surgencia producido por los Vientos Tehuanos.
- La proporción sexual se mantiene en 1:1 de acuerdo con el *principio de Fisher* debido a que la especie no tiene una presión pesquera que desfavorezca algún sexo en particular, aún a pesar de que las hembras son más grandes.
- El tipo de crecimiento de la especie es alométrico negativo, lo que significa que aumenta más en longitud que en peso.
- El *IGS* tiene picos en Junio y en Septiembre, lo que sugieren momentos en las que los organismos se reprodujeron en los meses posteriores, se observa que en Agosto y Octubre los organismos desovaron; los valores más bajos se dan en Abril y febrero, y se observa que en Enero, Abril y Diciembre del 2015, las gónadas están en reposo. También se reporta que hubo organismos que no se reprodujeron, en los meses de Enero y Marzo del 2015, y en Febrero del 2016, organismos que sugieren que *O. pseudodon* se reproduce todo el año, pero existen dos picos en los cuales se observa que la reproducción es mayor, por lo que se puede decir que *O. pseudodon* se reproduce de Junio a Octubre.
- El *IGS* y el K_3 tienen un comportamiento similar a lo largo del año, por lo que los organismos no se ven sometidos a invertir energía en su reproducción y reducir su estado de condición al mismo tiempo.
- Los resultados del *IGS* se ven apoyados por *Kruskal-Wallis*, a pesar de que los muestreos no son homoscedásticos, pues los picos más altos se dan en Junio, Septiembre.

- Se revela un dimorfismo sexual en cuanto a las variables de longitud de *O. pseudodon* por la *T cuadrada de Hotelling*, pero al momento de aplicar la función discriminante no se obtiene ninguna relación que refleje un dimorfismo sexual con los datos de longitud, se presenta traslape y en la relación Ancho-Largo no es significativa, traslape que se reduce al discriminar por tipos de tamaño. El dimorfismo sexual que se ha reportado es en cuanto al tipo de crecimiento de las funciones de von Bertalanffy, pero no se dan en las medidas en grupo, ya que el tipo de crecimiento difiere en ciertas edades, se traslapa al comparar hembras jóvenes con machos más viejos, por lo que se recomienda discriminar en un futuro de acuerdo a la edad.

Bibliografía

- Bakus, G. J. 1968. Zonation in Marine Gastropods of Costa Rica and Species Diversity. *The Veliger*. **10**(3):207-211.
- Baqueiro-C. E., J.A. Massó-R. y J.A. Vélez-B., 1983. Crecimiento y Reproducción de una Población de Caracol Chino *Hexaplex erytbrostomus* (Swainson, 1831), de Bahía Concepción, B.C.S. México. *Ciencia Pesquera*, 4: 19-31
- Barnes R.S.K., y K.H. Mann 1998 *Fundamentals of aquatic Ecology* 2a ed. Blackwell Science, Inc. USA: 280 p.
- Bastida-Zavala, J.R., M.S. García-Madrigal, E.F. Rosas-Alquicira, R.A. López-Pérez, F. Benítez-Villalobos, J.F. Meraz-Hernando, A.M. Torres-Huerta, A. Montoya-Márquez y N. A. Barrientos-Luján 2013 Marine and Coastal Biodiversity of Oaxaca, México. *Check List Journal of species lists and distribution* **9**(2):329-390.
- Bautista-Moreno, L. M. y A. Lechuga-Mediga 2007 Colecciones biológicas de moluscos de los Archipiélagos de Revillagigedo, Colima, e Islas Marías, Nayarit, México. pp. 105-107. En *Estudios sobre la Malacología y Conquiliología en México*. Ríos-Jara, E., M. C. Esqueda-González y C. Galván-Villa (eds). Universidad de Guadalajara, México. 286p.
- Biasca, C. 1983 Cabo San Lucas, Baja California. *Texas Conchologist*. **19**(3):68-69
- Bonilla-Ruz C., C. Cinta-Magallón, A. Santos-Moreno Determinación del Dimorfismo Sexual Secundario en la Guacamaya Verde (*Ara militaris*): Complementariedad Morfométrica e Índice Ocular. *Acta Zoológica Mexicana (n.s)*. **27**(2):245-255.
- Caicedo-Rivas R., R. León-Pinto, V. Ortega-Chávez, J.S. Hernández-Zepeda y S.J. Serrano-Guzmán, 2007. Estudio comparativo de tres comunidades malacológicas en las costas del estado de Oaxaca. Pp.: 26-28. En: *Estudios sobre la malacología y conquiliología en México*. Ríos-Jara, E.M.C., Esqueda-González y C.M. Galván-Villa Universidad de Guadalajara, México 286 p.
- Castillo-Rodríguez, Z.G., 2014. Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **85**():419-430.

- Castro-Mondragón, H., R. Flores-Garza, J.L. Rosas-Acevedo, P. Flores-Rodríguez, S. García-Ibáñez y A. Valdez-González, 2015. Escenario biológico pesquero y socio-económico de la pesca ribereña de moluscos en Acapulco Universidad Autónoma de Guerrero. *Revista Iberoamericana de Ciencias* vol **2(7)**:7-23
- Cuadras C.M., 2014. *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante*, CMC Editors Barcelona, España.
- Del Río-Muñoz, P.A., J.A. Sánchez-Sánchez., J.L. Prieto-Carrero, 2002. Estimación del sexo en la mandíbula mediante funciones discriminantes. Instituto Nacional de Toxicología. C/ Luis Cabrera no. **9**, 28002 Madrid.
- Díaz-Rodríguez M., A.L. González-Zariza, A. Henao-Pérez, M. E. Díaz-Mora, 2013 *Introducción al análisis estadístico Multivariado* Universidad del Norte, Monterrey N.L. 282 p.
- Esqueda, M.C., E. Ríos-Jara, J.E. Michel-Morfín y V. Landa-Jaime 2000 The Vertical Distribución and Abundance of Gastropods and Bivalves from Rocky Beaches of Cuestacomate Bay, Jalisco, México. *Revista Biología Tropical*. **48(4)**: 765-775.
- Fisher, R. A. 1930 *The Genetical Theory of Natural Selection*. The Clarendon Press, Oxford London, Pp. 308.
- Flores-Rodríguez, P. 2004. Estructura de la comunidad de Moluscos del Mesolitoral Superior en Playas de Facie Rocosa del Estado de Guerrero, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León. 206p.
- Flores-Rodríguez, P., E. Santiago-Cortés, R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez, C. Torreblanca-Ramírez, L – Galeana-Redobledo, A. Rojas-Herrera 2012b Malacofauna de la Zona intermareal Rocosa de San Pedro Mixtepec y de Santa María Tonameca, Oaxaca, México. *Tlamati Sabiduría*. Universidad Autónoma de Guerrero. **4(1)**: 28-34.
- Flores-Rodríguez, P., R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez y A. Valdés-González, 2007 Variación en la diversidad Malacológica del mesolitoral Rocoso en Playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. **78**:33-40

- Flores-Rodríguez, P., R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez, A. Valdés-González, J. Violante-González, E. Santiago Cortés, L. Galeana-Rebolledo y C. Torreblanca-Ramírez. 2012a. Mollusk on the Rocky Shores of the State of Guerrero, México, as Affected by Rains and Their Geographical Distribution. Scientific Research. *Natural Resources*. **3**:248-260.
- Flores-Vidal, X., R. Durazo, C. Chavarme, P. Flament 2011 Circulación Costera en Ausencia de Viento en el Golfo de Tehuantepec, México: Observaciones con radares de alta frecuencia. *Ciencias Marinas* **37**(4A):493-512.
- Fox, J. y J. S. Long, 1990: *Modern Methods of Data Analysis*, 58-125. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Franco-Meléndez, M.T., 2012 Comportamiento Reproductivo y Variación de la Proporción Sexual de *Pleuroncodes monodon* (Crustacea: Galatheidae) En la Costa Peruana. *Ciencias marinas* vol.**38**(2):441-457
- García E., 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen*. 5ª edición. Instituto de Geografía, UNAM, 90 pp.
- García-Berthou E., y 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.
- Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center, National Aeronautics and Space Administration (GES DISC - NASA), 2016. Monthly average of the sea surface temperature at daylight, expressed in Celsius degrees. Raster digital data available at <<http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>>. Published at <<http://www.icmyl.unam.mx/uninmar/>>. Visto en web 2016/06/01.
- Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center, National Aeronautics and Space Administration (GES DISC - NASA), 2016. Monthly average of the sea surface concentration of chlorophyll-a, expressed in milligrams per cubic meter. Raster digital data available at <<http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>>. Published at <<http://www.icmyl.unam.mx/uninmar/>>. Visto en web 2016/06/02.

- Gómez-Cabrera, M.M., J.L. Gómez-Pinchetti, C. M. Hernández-Cruz 2000 *Manual de Prácticas de Zoología Marina*, Servicio de Publicaciones y Producción Documental Universidad de Las Palmas de Gran Canaria 155pp.
- González-Villareal, L. M. 2005. Guía Ilustrada de los Gasterópodos Marinos de la Bahía de Tenacatitla, Jalisco, México. *Scientia-CUCBA*. Universidad de Guadalajara. **7(1):1-84**.
- Guzmán-Urieta, E.O., 2015. Edad y Crecimiento del caracol marino *Opeatostoma pseudodon* (Burrow, 1815) del litoral rocoso aledaño a Puerto Ángel, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México: XX.
- King M., 1995, *Fisheries Biology, Assessment and Management*. 2a edición, Blackwell Publishing. Pp 400.
- Kosyan A.R., M.V. Modica y M. Oliviero, 2009. The anatomy and relationships of *Troschelia* (Neogastropoda: Buccinidae): New evidence for a closer Fasciolariid-Buccinid relationship? *The Nautilus*, **123(3)**: 95-105.
- Laidre, M. E. y G. j. Vermeij. 2012. A Biodiverse Housing Market in Hermit Crabs: proposal for a new Biodiversity index. Cuadernos de Investigación. UNED. *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University*. **4(2):175-179**
- Landa-Jaime, V., E. Michel-Morfín, J. Archiniega-Flores, S. Castillo-Vargasmachuca y M. Saucedo-Lozano, 2013. Moluscos asociados al arrecife coralino de Tenacatita, Jalisco, en el Pacífico central mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **84(4)**: 1121-1136.
- Landa-Jaime, V., M. de La Cruz-Urzua, E., Michel Morfin, J. Arciniega Flores, R. Flores Vargas y C., Amezcua, 2007. *Guía Ilustrada para la identificación de moluscos intermareales y de arrecife en la bahía de Tenacatita, Jalisco*. Pp 63-64. En: *Estudios Sobre la Malacología y Conquiliología en México*. Ríos-Jara, E., M. C. Esqueda-González y C. M. Galván-Villa (eds). Universidad de Guadalajara, México. 286p.

- Lara-Lara J.R., V. Arenas-Fuentes, C. Bazán-Guzmán, V. Díaz-Castañeda, E. Escobar-Briones, A. de la Cruz- García, G. Gaxiola-Castro, G. Robles-Jarero, R. Sosa Ávalos, L.A. Soto-González, M. Tapia-García y J.E. Valdez-Holguín, 2008. *Los Ecosistemas Marinos*, en *Capital natural de México*, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México: 135-159.
- León-Herrera, M. G. 2000. Listado taxonómico de las especies de moluscos en la zona central del litoral Oaxaqueño. *Ciencia y Mar* **12**:49-51.
- León-Herrera, M. G. 2001. Abundancia y Diversidad de Moluscos Intermareales en Seis Playas Rocosas del Litoral Oaxaqueño. B. Sc. Tesis. Facultad de Biología Marina, Universidad del Mar. Puerto Ángel. 94p.
- Levene, H. 1960 Robust test for Equality of Variances. In *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling* Eds. I. Olkin, S. G. Ghurye, W. Hoeffding, W. G. Madow, and H. B. Mann, Stanford University Press, Menlo Park CA. 278-292
- Liévano Méndez, B., 2008. Índice Gonadosomático e Índice de Rendimiento Muscular del Ostión de Roca (*Crassostrea prismática*) en la Bahía de Pichilinguillo, municipio de Aquila, Michoacán. Tesis de Licenciatura.
- López-Uriarte, E., E. Ríos-Jara, C. M. Galván-Villa, E. Juárez-Carrillo, I. Enciso-Padilla, E. G. Robles-Jarero y M. Pérez Peña 2009. Macroinvertebrados Bénticos del Litoral Somero de Punta "La Rosada", Bahía Chamela, Jalisco. *Scientia-CUCBA*. **11**(1-2):57-68.
- López-Uriarte, E., I. Enciso-Padilla, M. Pérez-Peña, E. G. Robles-Jarero, E. Juárez-Carrillo, C. M. Galván-Villa, y E. Ríos-Jara 2007. Moluscos del Submareal Somero de la Localidad "La Rosada", Bahía Chamela, Jalisco. Pp 196-198. En: *Estudios Sobre la Malacología y Conquiliología en México*. Ríos-Jara, E., M. C. Esqueda-González y C. M. Galván-Villa (eds). Universidad de Guadalajara, México. 286p.
- Mármol-Rada, D., E. Vilorio-Maestra, y J. Blanco-Racedo 2010, Efectos de la Pesca Sobre la Biología Reproductiva de la Lisa *Mugil incilis* (Pisces: Mugilidae) En la Ciénega de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. Vol. **39**(2) 215-231.

- Marques dos Santos, M. J., 2004. *Probabilidad y Estadística Para Ciencias Químico–Biológicas*, Segunda edición, FES. Zaragoza, UNAM, México, D. F., 626 p.
- Minton R.L., L. L. Wang Evidence of Sexual Shape Dimorphism in *Viviparus* (Gastropoda: Viviparidae). *Jurnal of Molluscan Studies*. **77**: 315-317.
- Monge-Nágera J. 2003 Técnicas Básicas para el estudio de los moluscos. *Revista Biología Tropical*. Vol. 51, Universidad de Costa Rica.
- Ortíz-Martínez, E. L., M. P. Verlasco-de León, I. H. Salgado-Ugarte y A. Silva-Pineda 2013. Clasificación del Área Foliar de las Gimnospermas Fósiles de la Zona Norte de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* Vol. **30**(1):150-158.
- Paine, R. T. 1966. Function of Labial Spines, Composition of Diet, and Size of Certain Marine Gastropods. *The Veliger*. California Malacozoological Society, INC. Berkeley, California. **9**(1):17-24.
- Pérez-Peña, M., E. López-Uriarte, E. G. Robles-Jarero, C.M. Galván-Villa, I. Enciso-Padilla, V.T. Muñoz-Fernández y E. Ríos-Jara 2007 Estudio Prospectivo de los Moluscos Gasterópodos de Cinco Localidades Intermareales del Parque Nacional Isla Isabel, México. pp 60-62. En: *Estudios Sobre la Malacología y Conquiliología en México*. Ríos-Jara, E., M.C. Esqueda-González y C.M. Galván-Villa (eds). Universidad de Guadalajara, México. 286 pág.
- Power A.J., C.J. Sellers, R.L. Walker 2009. Growth and sexual maturity of the Knobbed Whelk, *Busycon carica* (Gmelin, 1791), from a commercially harvested population in coastal Georgia. Occasional Papers of the University of Georgia Marine Extension Service, **4**: 1-29.
- Price, R. M. 2003. Columellar Muscle of Neogastropods: Muscle Attachment and the Function of Columellar Folds. Marine Biological Laboratory. *Biological Bulletin*. **205**:351-366

- Ramírez-González, A. y N. A. Barrientos-Luján 2007. Moluscos de la Zona Intermareal de Cacaluta, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. pp 294-296. En: *Estudios Sobre la Malacología y Conquiliología en México*. Ríos-Jara, E., M. C. Esqueda-González y C. M. Galván-Villa (eds). Universidad de Guadalajara, México. 286p.
- Ramos-Miranda J., K. Bejarano-Hau, D. Flores-Hernández, L.A. Ayala-Pérez 2009. Crecimiento, Mortalidad, Madurez y Reclutamiento de la Corvinilla (*Stellifer lanceolatus*) en el Sur del Golfo de México. *Ciencias Marinas*. Vol. **35**(3) 245-257.
- Ríos-Jara E., C.M. Navarro-Caravantes, S., Sarmiento, C.M. Galván-Villa y E. López-Uriarte, 2008. Bivalvos y gasterópodos (Mollusca) de importancia comercial y potencial de las costas de Chiapas y Oaxaca, México. *Revista Ciencia y Mar* **12**(35): 3-20.
- Ríos-Jara E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo, E. López-Uriate, L. Enciso-Padilla, E. G. Robles-Jarero 2002 Moluscos Macrobénticos del Intermareal y Plataforma Continental de Jalisco y Colima CONABIO S110.
- 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 vannamei* (Boone, 1931) mediante el uso de estimadores de densidad por Kernel. *Latin American Journal of Aquatic Research*. Vol. **38**(2):201-209.
- Roe, C. 1988. Shelling in Costa Rica. *Texas Conchologist*. **24**(4):1341-1358
- Román-Contreras R., F. M. Cruz-Abrego A. L. Ibáñez-Aguirre, 1991 Observaciones Ecológicas de los Moluscos de la Zona Intermareal Rocosa de la Bahía de Chamela, Jalisco, México *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México Serie Zoológica*. **62**(1): 17-32.
- Saito-Quezada, V.M. 2010. Edad y crecimiento del caracol *Astraea undosa* (Wood, 1828), (Gastropoda: Turbinidae) de “La Bocana”, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. FES Zaragoza UNAM, México: 96 p.
- Salcedo-Martínez, G. Green, Al Gamboa-Contreras, P. Gómez 1988 Inventario de Macroalgas y Macroinvertebrados Bentónicos, Presentes en Áreas Rocosas de la Región de Zihuatanejo, Guerrero México Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

- Salgado-Ugarte I.H., 2017. *Métodos Estadísticos Exploratorios y Confirmatorios para Análisis de Datos. Un Enfoque Biométrico*, FES Zaragoza UNAM México: 307 p.
- Salgado-Ugarte I.H., 2016 *Nonparametric Methods for Fisheries Data Analysis. The Case of the Japanese Sea Bass (Lateolabrax japonicus)*. Lambert Academic Publishing, Alemania; 393 p.
- Salgado-Ugarte I.H., J.L. Gómez-Márquez y B. Peña-Mendoza, 2005. *Métodos Actualizados para Análisis de Datos Biológico-Pesqueros*, PAPIME IN221403, Universidad Nacional Autónoma de México, FES Zaragoza. México: 349 p.
- Salgado-Ugarte, I.H. 2002 *Suavización no Paramétrica para Análisis de Datos*. FES Zaragoza, y DGAPA UNAM, México: 139 p.
- Santos-Valencia, J., L. Martínez-Morales, M. Enríquez-Díaz y D. Aldana-Aranda. 2011. Ciclo Reproductor de *Busycon perversum* (Mollusca: Gastropoda) del Golfo de México. *Proceedings of the 63rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. San Juan, Puerto Rico. **63**:441-446.
- Shasky, D. R. 1984. A Preliminar Checklist of Marine Molluscs from Malabí Province Ecuador. *Western Society of Malacologists Annual Report*. **16**:25-32
- Shine, R. 1989 Ecological causes for the evolution of Sexual Dimorphism: a review evidence. *Quarterly Review of Biology*. **64**:419-462
- Spight, T. M. 1976. Censuses of Rocky Shore Prosobranchs from Washington and Costa Rica. *The Veliger*. **18**(3)309-317
- Spight, T. M. 1979 Temporal Changes in a Tropical Rocky Shore Snail Community. *The Veliger*. **21**(1):137-143.
- Tarter, M.E., R.A. Kronmal 1976. An introduction to the implementation and theory of nonparametric density estimation. *The American Statistician*, **30**: 105-112.

- Terrel, G.R., 1990. The maximal smoothing principle in density estimation. *Journal of the American Statistical Association*, **85**(410): 470-477.
- Terrel, G.R., D.W. Scott, 1985. Oversmoothed nonparametric density estimates. *Journal of the American Statistical Association*, **80**(389): 209-214.
- Torreblanca-Ramírez, C., R. Flores-Garza, P- Flores-Rodríguez, S. García-Ibáñez, A. Valdés-González y L. Galeana-Redobledo. 2012b. Gasterópodos del Intermareal Rocosó en Tlacopapnocha, Acapulco, México. *Tlamati Sabiduría*. Universidad Autónoma de Guerrero. **4**(1):47-57.
- Torreblanca-Ramírez, C., R. Flores-Garza, P. Flores-Rodríguez, S. García-Ibáñez, E. Michel-Morfin, L. Rosas-Acevedo, 2014. Gasterópodos con potencial económico asociados al intermareal rocoso de la Región Marina Prioritaria 32, Guerrero, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* vol. **49**(3): 547-557.
- Valdés-González, A. P. Flores-Rodríguez, R. Flores-Garza y S. García-Ibáñez 2004. Molluscan Communities of the Rocky Intertidal Zone At Two Sites Different Wave Action on Isla La Roqueta, Acapulco, Guerrero, México. *Journal of Shellfish Research*. **23**(3):875-880
- Villegas-Maldonado, S., E. Neri-García, R. Flores-Garza, S. García-Ibáñez, P. Flores-Rodríguez, y D.G. Arana Salvador, 2007. Datos preliminares de la diversidad de moluscos para el consumo humano que se expenden en Acapulco, Guerrero. Pp. 57-59. En: *Estudios sobre la malacología y conchiliología en México*. Ríos Jara, E.M.C., Esqueda González y CM. Galván Villa. Universidad de Guadalajara, México. 286 p.
- Willis, S. y J. Cortés. 2001. Mollusks of Manuel Antonio National Park, Pacific Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. **49**(supl. 2):25-36
- Worms Visto en web 2016, <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=489078>
- Yusa Y., y Y. Suzuki 2002 A Snail With Unbiased Population Sex Ratios But Highly Biased Brood Sex Ratios. *Proceedings: Biological Sciences*, **270**(1512):283-288.
- Zhi-Qiang, Z. 2011. Animal biodiversity: an introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa* **31**(48):7-12.