

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PRINCIPALES
ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Octopus mimus*
GOULD, 1852 (CEPHALOPODA: OCTOPODIDAE)
ENTRE DOS ÁREAS DEL LITORAL PERUANO EN
EL AÑO 2014**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Jimmy Alexander Cabrera Flores

Lima, Perú

2016

DEDICATORIA

A mis padres, con cariño y gratitud.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis, Blgo. Pedro Huamán, quien, desde mis años de estudiante, y luego en el inicio de mi etapa como biólogo, me ha brindado su confianza y apoyo, así como sus consejos, no solo como profesor sino también como amigo.

A mi directora de tesis, Blga. Carmen Yamashiro, por la oportunidad de llevar a cabo mi proyecto, por sus valiosos aportes y correcciones, por su paciencia y motivación, pero sobre todo por fomentar en mí la necesidad de seguir esforzándome. Asimismo, a todos mis amigos y compañeros del Área Funcional de Investigaciones de Invertebrados Marinos y Macroalgas (AFIIMM) en el Instituto del Mar del Perú, por su apoyo incondicional, recomendaciones y aliento durante la realización de mi tesis.

A mi jurado calificador, por sus comentarios críticos y sugerencias.

RESUMEN

Se realizó el análisis comparativo de los principales aspectos reproductivos del pulpo *Octopus mimus* Gould, 1852 entre las áreas de Callao y Chiclayo; utilizando bases de datos correspondientes a los muestreos quincenales de las capturas de la pesquería artesanal durante el año 2014. Se muestrearon 604 individuos (244 hembras y 360 machos) en Callao y 411 individuos (152 hembras y 259 machos) en Chiclayo. Este estudio tiene como objetivo aumentar el conocimiento sobre la biología reproductiva de la especie, y cómo se ve influenciada por las condiciones oceanográficas propias de un área.

Se determinó que ambas poblaciones no siguen los parámetros de una distribución normal, y que son estadísticamente diferentes con relación a la longitud del manto. Callao muestra una talla media anual mayor que Chiclayo. La proporción anual de sexos fue a favor de los machos. Resalta el predominio de individuos hembras y machos maduros durante todo el año. La talla de madurez obtenida, confirma que los machos maduran a tallas menores que las hembras. La talla de desove mantiene la tendencia. El peso de madurez en ambos sexos se encontró por debajo del peso mínimo de captura (1 kg), pero el peso de desove de las hembras fue mayor a éste. El grado en que la condición del individuo se ve afectada por la reproducción, es más evidente y determinante en hembras.

La especie muestra un crecimiento alométrico negativo. En machos está mejor definido el aumento del peso de la gónada en función de la longitud del manto.

La influencia de los factores ambientales sobre el ciclo reproductivo es particular en cada área, lo que explica las diferencias en el biotipo y la estacionalidad de los eventos reproductivos.

Palabras claves: pulpo, *Octopus mimus*, biología reproductiva, Callao, Chiclayo

ABSTRACT

A study was performed based on comparative analysis of the main reproductive aspects of *Octopus mimus* Gould, 1852 between the areas of Callao and Chiclayo; using databases corresponding to the bi-weekly sampling of the catches of the artisanal fishery for 2014. Were sampled 604 individuals (244 females and 360 males) in Callao and 411 individuals (152 females and 259 males) in Chiclayo. The aim of this study is to increase knowledge about the reproductive biology of the species, and how it is influenced by the oceanographic conditions characteristics of an area.

It was determined that both populations do not follow normal distribution parameters, and that are statistically different in relation to the length of the mantle. Callao shows a higher average annual size than Chiclayo. The annual sex ratio was in favor of males. Highlights the predominance of individuals mature females and males throughout the year. The size at maturity obtained confirms that males mature at smaller sizes than females. The size of spawning maintains the trend. The weight of maturity in both sexes was found below the minimum catch weight (1 kg), but the weight of spawning females was higher than this.

The degree to which the individual's condition is affected by reproduction is more evident and decisive in females.

The species shows a negative allometric growth. In males, the increased weight of the gonad depending on the length of the mantle is better defined.

The influence of environmental factors on the reproductive cycle is unique in each area, which explains the differences in the biotype and seasonality of reproductive events.

Keywords: octopus, *Octopus mimus*, reproductive biology, Callao, Chiclayo

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
I. INTRODUCCIÓN	12
I. ANTECEDENTES.....	14
II. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 MATERIALES	18
3.2 MÉTODOS	18
3.2.1 Áreas geográficas de estudio.....	18
3.2.2 Obtención de datos.....	19
3.2.3 Composición por tallas.....	20
3.2.4 Proporción de sexos	20
3.2.5 Talla de madurez.....	21
3.2.6 Talla de desove.....	21
3.2.7 Peso de madurez	22
3.2.8 Porcentaje de individuos desovantes	22
3.2.9 Índices morfofisiológicos	22
3.2.9.1 Índice gonadosomático	22
3.2.9.2 Índice de madurez.....	23
3.2.9.3 Índice de la glándula digestiva.....	24
3.2.9.4 Factor de condición	24
3.2.10 Relaciones morfogravimétricas	25
3.2.10.1 Longitud del manto y peso total.....	25
3.2.10.2 Peso total e índice gonadosomático.....	25
3.2.10.3 Peso de la gónada y longitud del manto	25
3.2.10.4 Peso de la gónada y peso del manto	26
3.2.11 Variación del ciclo reproductivo en relación con los factores ambientales.....	26

3.2.11.1	Temperatura superficial del mar	26
3.2.11.2	Luz	26
III.	RESULTADOS	28
4.1	COMPOSICIÓN POR TALLAS	28
4.2	PROPORCIÓN DE SEXOS	28
4.3	TALLA DE MADUREZ.....	29
4.4	TALLA DE DESOVE.....	30
4.5	PESO DE MADUREZ.....	30
4.6	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DESOVANTES	30
4.7	ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS.....	31
4.7.1	<i>Índice gonadosomático</i>	31
4.7.2	<i>Índice de madurez</i>	31
4.7.3	<i>Índice de la glándula digestiva</i>	32
4.7.4	<i>Factor de condición</i>	32
4.8	RELACIONES MORFOGRAVIMÉTRICAS	33
4.8.1	<i>Longitud del manto y peso total</i>	33
4.8.2	<i>Peso total e índice gonadosomático</i>	34
4.8.3	<i>Peso de la gónada y longitud del manto</i>	34
4.8.4	<i>Peso de la gónada y peso del manto</i>	35
4.9	VARIACIÓN DEL CICLO REPRODUCTIVO EN RELACIÓN CON LOS FACTORES AMBIENTALES	36
4.9.1	<i>Temperatura superficial del mar</i>	36
4.9.2	<i>Luz</i>	36
IV.	DISCUSIÓN.....	37
V.	CONCLUSIONES.....	44
VI.	RECOMENDACIONES.....	45
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
VIII.	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MEDIAS POBLACIONALES DE TALLAS (LONGITUD DEL MANTO) POR SEXO DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO Y CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	84
TABLA 2. PROPORCIONES MENSUALES DE SEXOS DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO Y CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	84
TABLA 3. PORCENTAJES MENSUALES POR ESTADÍOS POR SEXOS DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO Y CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PARÁMETROS POBLACIONALES DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO Y CHICLAYO, DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	51
FIGURA 2. COMPOSICIÓN POR TALLAS DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	52
FIGURA 3. COMPOSICIÓN POR TALLAS DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	52
FIGURA 4. COMPOSICIÓN MENSUAL DE LAS TALLAS DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	53
FIGURA 6. PROPORCIÓN DE SEXOS DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	55
FIGURA 7. PROPORCIÓN DE SEXOS DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	55
FIGURA 8. PORCENTAJES MENSUALES POR ESTADÍOS DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	56
FIGURA 9. PORCENTAJES MENSUALES POR ESTADÍOS DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	57
FIGURA 10. TALLA DE MADUREZ DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	58
FIGURA 11. TALLA DE MADUREZ DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	59
FIGURA 12. TALLA DE DESOVE DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014....	60
FIGURA 13. TALLA DE DESOVE DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	61
FIGURA 14. PESO DE MADUREZ DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014..	62
FIGURA 15. PESO DE MADUREZ DE HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	63
FIGURA 16. PORCENTAJE MENSUAL DEL ESTADÍO DESOVANTE EN HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	64
FIGURA 17. PORCENTAJE MENSUAL DEL ESTADÍO DESOVANTE EN HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	65
FIGURA 18. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGS DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS Y MACHOS EN CALLAO (A) Y CHICLAYO (B) DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	66
FIGURA 19. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGS DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	67
FIGURA 20. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGS DE <i>O. MIMUS</i> MACHOS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	67
FIGURA 21. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGS DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	68

FIGURA 22. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGS DE <i>O. MIMUS</i> MACHOS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	68
FIGURA 23. VARIACIÓN MENSUAL DEL IM DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS Y MACHOS EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014... 69	69
FIGURA 24. VARIACIÓN MENSUAL DEL IM DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS Y MACHOS EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.69	69
FIGURA 25. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGD DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS COMPARADA CON LA DEL IGS EN CALLAO (A) Y CHICLAYO (B) DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	70
FIGURA 26. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGD DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	71
FIGURA 27. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGD DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	71
FIGURA 28. VARIACIÓN MENSUAL DEL FC DE <i>O. MIMUS</i> MACHOS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	72
FIGURA 29. VARIACIÓN MENSUAL DEL FC DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	72
FIGURA 30. VARIACIÓN MENSUAL DEL FC DE <i>O. MIMUS</i> MACHOS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	73
FIGURA 31. VARIACIÓN MENSUAL DEL FC DE <i>O. MIMUS</i> HEMBRAS EN RELACIÓN CON LOS ESTADÍOS DE MADUREZ EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	73
FIGURA 32. RELACIÓN LONGITUD DEL MANTO – PESO TOTAL PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	74
FIGURA 33. RELACIÓN LONGITUD DEL MANTO – PESO TOTAL PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	75
FIGURA 34. RELACIÓN IGS – PESO TOTAL PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014	76
FIGURA 35. RELACIÓN IGS – PESO TOTAL PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014	77
FIGURA 36. RELACIÓN PESO DE LA GÓNADA – LONGITUD DEL MANTO PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014	78
FIGURA 37. RELACIÓN PESO DE LA GÓNADA – LONGITUD DEL MANTO PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.	79
FIGURA 38. RELACIÓN PESO DE LA GÓNADA – PESO DEL MANTO PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	80
FIGURA 39. RELACIÓN PESO DE LA GÓNADA – PESO DEL MANTO PARA HEMBRAS (A) Y MACHOS (B) DE <i>O. MIMUS</i> EN CHICLAYO DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014.....	81

FIGURA 40. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGS CON RELACIÓN A LA TSM DE HEMBRAS MADURAS Y EN DESOVE DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO (A) Y CHICLAYO (B) DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014	82
FIGURA 41. VARIACIÓN MENSUAL DEL IGS CON RELACIÓN A LA LUZ DE HEMBRAS MADURAS Y EN DESOVE DE <i>O. MIMUS</i> EN CALLAO (A) Y CHICLAYO (B) DE FEBRERO A DICIEMBRE DE 2014	83

I. INTRODUCCIÓN

El pulpo *Octopus mimus* forma parte del grupo de recursos bentónicos susceptibles a la sobreexplotación, debido a su fácil captura y porque son parte de la dieta humana. Esta problemática, se genera a causa de la gran demanda que tienen y a que solamente se cuenta con estudios escasos y aislados, por lo que resulta difícil ejecutar acciones que permitan el uso sustentable de estos. Entre los estudios realizados, revisten especial importancia los que se refieren a la reproducción, puesto que aportan información que puede ser empleada para la toma de decisiones por parte del sector responsable (Arreola-Hernández, 1997).

La reproducción es el proceso que asegura la continuidad de la especie, por ello la importancia de realizar estudios relacionados con los ciclos reproductivos (Hernández-López, 2000). En invertebrados marinos, este proceso generalmente es controlado por factores tanto endógenos como exógenos, tales como la temperatura, disponibilidad de alimento y fotoperiodo; por lo que estos factores ayudan a coordinar la maduración gonadal de los individuos de una población (Hernández-Olalde, 2003).

Las características de la maduración y de los cambios gonádicos asociados al ciclo reproductivo de las especies, frecuentemente se evalúan empleando escalas macroscópicas de madurez sexual, índices gonádicos, disgregados o frotis gonadales y factores de condición; los cuales frecuentemente no concuerdan con la dinámica y el ciclo del funcionamiento gonadal (Olivares *et al.*, 2001).

En Perú, *Octopus mimus* fue confundido durante décadas con la especie *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797), debido a los escasos estudios taxonómicos en la región. El material tipo original fue descrito por Gould (1852) con base en ejemplares del Callao, Perú; y su paradero actualmente es desconocido (Sweeney y Roper, 1998). No fue hasta 1996 que fue considerada como tal (Wolff y Pérez, 1992 en Olivares *et al.*, 1996). Posteriormente, Guerra *et al.* (1999) redescubrieron la especie designando un nuevo neotipo de Iquique, Chile; utilizando el concepto de Provincia Peruana por localidad tipo. El nombre común utilizado en nuestro país

es “pulpo” y para discriminarlo de otras especies en las estadísticas pesqueras se sugiere llamarlo “pulpo de Gould” en honor al autor de la descripción original (Cardoso *et al.*, 2004).

Se distribuye desde el norte del Perú hasta la costa central de Chile (Bahía San Vicente) (Ishiyama *et al.*, 1999). Las principales zonas de extracción en Perú son las islas Lobos de Tierra, Lobos de Afuera, Sechura, Yacira, Parachique, Chorrillos, Pucusana, Pisco y San Juan (IMARPE). Mediante la RM N° 209-2001-PE se estableció el peso mínimo de captura (1 kg) en todo el territorio nacional.

Al igual que otras especies de *Octopus*, es probable que *Octopus mimus* sea una especie semélpara, es decir, que solamente se reproduce una vez en su vida y por un corto periodo de tiempo, luego del cual muere (Guerra, 1979). Asimismo, se sabe que la condición de especies semélparas es afectada en mayor grado que la de especies iteróparas (Callow, 1979).

Existen pocos antecedentes de estudios sobre la ecología y distribución de *Octopus mimus* en Perú, siendo menos aún los estudios relacionados con la biología reproductiva; por lo que se hace necesario investigar más para conocer el ciclo reproductivo de la especie y su relación con los factores ambientales, lo que permitiría conocer su potencial reproductivo y capacidad de renovación. Con esta información, es posible evaluar las épocas de veda y tallas mínimas de captura.

Además, cabe mencionar que si bien el comportamiento de una especie es el mismo en puntos geográficos diferentes, es posible que en la realidad pudiera verse influenciada por los factores y condiciones oceanográficas propias de cada área.

Teniendo en cuenta la importancia de realizar estudios reproductivos en especies de importancia comercial y la escasez de conocimiento que se tiene sobre *Octopus mimus*, el objetivo de esta tesis es contribuir al conocimiento de la biología reproductiva de la especie en Perú, mediante la comparación de sus principales aspectos reproductivos entre dos puntos del litoral; con el propósito de brindar información actualizada que sirva como herramienta para desarrollar su pesquería y manejo sustentable.

I. ANTECEDENTES

Guerra (1975) determinó de forma cuantitativa los estadios de madurez y el ciclo de maduración de *Octopus vulgaris*; usando el índice de madurez propuesto por Hayashi (1970), basado en la relación que existe entre las variaciones de peso de las estructuras que componen la gónada y la fase de madurez sexual. Comprobó que la maduración en machos marca un aumento del índice, mientras que en hembras una disminución. Con los valores obtenidos, estableció una escala para la índice madurez con tres categorías descritas para machos, y cuatro para hembras. Finalmente, ratificó la semelparidad de la especie.

Nacarino (1997) propuso una escala de madurez sexual para *O. mimus* en el área de Pucusana, sobre la base del análisis de las características morfológicas externas de las gónadas (ovario y testículo), glándulas y estructuras anexas; y del estudio histológico de las gónadas. Esta escala incluyó cinco estadios descritos para hembras y cuatro para machos. Asimismo, reportó dos periodos de desove en el área, uno principal en verano y otro de menor intensidad en invierno. Actualmente, esta escala sigue en vigencia y es usada para el estudio biológico de *O. mimus* en el Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

Guerra *et al.* (1999) redescubrieron la especie, para poder asignarle un neotipo y proporcionar los principales caracteres morfológicos que la distinguen de *Octopus vulgaris*. Emplearon la descripción de Mangold (1998), estableciendo hasta siete caracteres para la diferenciación. Además, comparó *O. mimus* con otras especies, siendo estas: *O. fontianus* y *O. megalocyathus*.

Ishiyama *et al.* (1999) estudiaron la biología reproductiva de *O. mimus* en el puerto de Matarani. Observaron y analizaron morfológica e histológicamente las gónadas, con lo que determinaron ocho estadios descritos de desarrollo de los ovocitos durante la ovogénesis, y una escala de madurez gonadal, también de ocho estadios, que se aplica para ambos sexos. En relación con la madurez sexual, las hembras maduras predominaron en primavera y verano, mientras que los machos a fines de la primavera y en verano. Un detalle importante fue que encontraron

algunas hembras con ovocitos maduros en lisis y con inicio de ovogénesis avanzada de un nuevo ciclo, lo que evidenciaría que no todas las hembras mueren después de cuidar los huevos hasta que eclosionan.

Villegas y Tafur (2000) analizaron los aspectos reproductivos de *O. mimus* en el área de Callao entre enero de 1998 y enero de 1999, periodo que estuvo afectado por las alteraciones oceanográficas del fenómeno El Niño 1997-1998. Confirmaron que, como es característica de los octópodos, los machos alcanzan la madurez a una talla mucho menor que las hembras (65.5 mm y 127.7 mm, respectivamente). La talla media de desove fue de 143 mm para hembras y 137 mm para machos. Además, reportaron que a las épocas de máxima actividad reproductiva en los meses de noviembre y febrero-marzo, se les suma un tercer evento de desove en el mes de julio.

Baltazar *et al.* (2000) realizaron el cultivo experimental de *O. mimus*. El objetivo fue encontrar las diferencias entre el crecimiento en tanques y en jaulas instaladas en líneas de cultivo. El engorde de juveniles en tanques mostró la mejor tasa de crecimiento, pudiendo obtener tallas comerciales (superiores a 1 kg) en un periodo de cinco a seis meses con una mortalidad muy baja (5%). Concluyeron que en condiciones de cautiverio el total de hembras fueron fecundadas y se lograron puestas de buena calidad con un alto índice de eclosión (95.5%).

Carbajal *et al.* (2001) evaluaron a *O. mimus* en las Islas Lobos de Afuera, obteniendo datos biométricos y biológicos para determinar su estado y recomendar algunas medidas para su ordenamiento pesquero. Se midieron 131 ejemplares, obteniendo tallas de longitud dorsal del manto (LDM) entre 65 y 195 mm, y un peso promedio de 584 g. El 81.68% de ejemplares no superó el peso mínimo de extracción (1 kg). El muestreo biológico se realizó en 43 ejemplares, observándose predominio de estadíos sexuales madurantes y maduros en las hembras, y del estadío maduro en machos. Se determinaron dos periodos de desove para las hembras, uno principal en verano y otro secundario en invierno.

Cardoso *et al.* (2004) realizaron algunas observaciones sobre la biología de *O. mimus* en Ilo, Pucusana y Callao. Obtuvieron datos morfométricos y gravimétricos. En Ilo y Callao, la relación talla-peso presentó un crecimiento alométrico en ambos

sexos; y los machos predominaron sobre las hembras (0.6:0.4). Se observaron en Callao, dos picos de desove en hembras, uno en primavera y otro en verano; mientras que, los machos presentaron individuos maduros en mayor proporción que las hembras durante todo el periodo de estudio. Con los individuos de Pucusana, se analizó el contenido estomacal, encontrando 18 ítems alimenticios, con predominio de crustáceos (82.5%).

Ordinola y Alemán (2006) analizaron algunos aspectos biológicos y pesqueros de *O. mimus* en el litoral comprendido entre Punta Capones y Máncora. Determinaron que la zona de mayor desembarque fue Puerto Pizarro (51.8%), y que el año de mayor captura fue 2002 (43.5%). En relación con los aspectos biológicos, el promedio de tallas fue de 108.2 mm, con una talla media de madurez de 96.8 mm para hembras y 78.9 mm para machos; y una talla media de desove de 133.7 mm de LDM para hembras y 108.3 mm de LDM para machos. El peso promedio fue de 578.3 g y el 84.1% de ejemplares se encontraron por debajo del peso mínimo legal de extracción (1 Kg). Reportaron dos periodos de desove, uno principal en verano y otro secundario en primavera.

Carreño (2012) estudió el aspecto reproductivo y analizó macroscópicamente el desarrollo gonadal de *O. mimus* en la zona infralitoral de Salinas y Ballenita (Santa Elena, Ecuador). Se registraron pesos medios de 962 y 744 g respectivamente. Estableció una escala de madurez gonadal con seis estadios descritos para hembras y tres para machos. La talla de primera madurez fue de 15.95 cm de LDM en hembras y 15.06 cm de LDM en machos. Concluyó que el recurso se encuentra sobreexplotado, ya que solamente el 49% supera el peso óptimo (1 Kg). Además, comparando la temperatura superficial del mar con el índice gonadosomático (IGS), determinó que ésta influye en la reproducción y que el desove ocurre entre los 22.5 y 24.5°C.

Argüelles *et al.* (2012) realizaron el monitoreo de *O. mimus* en las islas e islotes frente al litoral de Ancón, Callao, Chorrillos y Pucusana. La talla y peso medio fueron 132.8 mm de longitud del manto (LM) y 1046.0 g, respectivamente. Pucusana tuvo la mayor talla y peso medio (144.5 mm y 1278.5 g). La presencia de ejemplares que superan el peso mínimo de extracción (1 Kg) fue mayor en

Pucusana (100%), mientras que en Chorrillos no se registraron pesos mayores a 1 Kg. En relación con la madurez gonadal, se determinó que para hembras en Chorrillos y Pucusana predominó el estadio II; en Callao los estadios I, II y IV; y en Ancón el estadio II. Para machos en Ancón, Callao y Chorrillos predominó el estadio II; y en Pucusana los estadios III y IV. Concluyeron que el recurso habita naturalmente las zonas prospectadas a densidades variables.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

Los datos utilizados corresponden a muestreos quincenales de las capturas de la pesquería artesanal de *O. mimus* durante el año 2014; procedentes de las principales islas de Callao, y de los alrededores de las islas Lobos de Afuera (Chiclayo, Lambayeque).

El procesamiento y análisis estadístico de los datos se realizaron usando los programas Excel 2016, Sigmaplot 12.5 y Minitab 17.

3.2 Métodos

La tesis se realizó siguiendo un diseño metodológico de tipo no experimental longitudinal retrospectivo.

3.2.1 Áreas geográficas de estudio

Las áreas geográficas elegidas fueron: Callao, ubicada en los 12°02'51"S y 77°06'53"O; y Chiclayo (Lambayeque), ubicada en los 06°45'50"S y 79°50'15"O.

Para la elección de las áreas de estudio se tuvo en cuenta, en primer lugar, las diferentes condiciones oceanográficas. Las cuales, están relacionadas con la ubicación latitudinal, que determina características fisicoquímicas específicas. Siendo Chiclayo, un área limitante con el sector norte (Tumbes y Piura), que se encuentra influenciado por la Corriente de El Niño y que convierte a sus aguas en más saladas y con mayor temperatura. En cambio, Callao se encuentra plenamente dentro del sector centro-sur, influenciado por la Corriente Peruana y el

fenómeno de afloramiento, por lo que sus aguas tienen una menor salinidad y temperatura.

En segundo lugar, se consideró la disposición de una base de datos para cada área en el mismo año; semejantes en tiempo y número de muestreos, así como en número de individuos muestreados.

3.2.2 Obtención de datos

Las bases de datos se elaboraron siguiendo el protocolo de muestreo biológico para cefalópodos, del Área Funcional de Investigaciones en Invertebrados Marinos y Macroalgas (AFIIMM), del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), registrando los siguientes datos por individuo:

- Morfométricos (mm):
 - Longitud del manto
 - Longitud de la glándula nidamental
 - Longitud del testículo
 - Diámetro de la glándula oviductalDebido a los diferentes grados de contracción que presentan los invertebrados de tejido suave (Forsythe & Van Heukelem 1987), como en el caso de *O. mimus*, para el estudio biométrico se midió la longitud dorsal del manto.

- Gravimétricos (g):
 - Peso total
 - Peso del manto
 - Peso de los órganos reproductores (testículo y ovario) y glándulas anexas
 - Peso de la glándula digestiva

- Macroscópicos:
 - Sexo
 - Madurez sexual

Ambos determinados por observación directa de las gónadas y utilizando, en el segundo caso, la escala de madurez propuesta por Nacarino (1997) para *O. mimus* en el área de Pucusana (Lima), que incluye cinco estadios descritos para hembras y cuatro estadios descritos para machos.

En total se muestrearon 604 individuos (244 hembras y 360 machos) en Callao y 411 individuos (152 hembras y 259 machos) en Chiclayo.

3.2.3 Composición por tallas

Se estableció la composición anual por tallas (longitud del manto) por áreas de estudio y por sexos, utilizando las frecuencias absolutas. Además, se estableció la composición mensual por tallas por áreas de estudio, utilizando los porcentajes de las frecuencias relativas. De este modo, se pudo apreciar la amplitud de los datos y la presencia de valores modales durante el periodo de muestreo.

Las diferencias en la composición por tallas se analizaron mediante una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, cuando los requisitos de normalidad, mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov, no fueron satisfactorios.

3.2.4 Proporción de sexos

La proporción de sexos (H:M), se calculó para cada muestreo mensual y para todo el ciclo muestreado, por área de estudio. Se obtuvo dividiendo el número total de hembras entre el número total de machos.

Se comprobó la existencia de diferencias significativas de una proporción 1:1, por medio del método estadístico Ji^2 (Sokal y Rohlf, 1979).

3.2.5 Talla de madurez

La talla de madurez se determinó calculando el punto en el que el 50% de hembras o machos estuvieron maduros. Se estimó mediante una distribución de frecuencias relativas de los estadíos de madurez, por clases de longitud del manto de 5 mm; ajustando los resultados por el método de mínimos cuadrados para una curva logística de fórmula:

$$y = a / 1 + (x/x_0)^b$$

Donde:

y = frecuencia relativa de individuos maduros

x = marca de clase de longitud del manto

a y b son constantes de regresión

3.2.6 Talla de desove

La talla de desove se determinó calculando el punto en el que el 50% de hembras o machos estuvieron desovando. Las longitudes del manto de los individuos en estadio desovante fueron consideradas individualmente. Se estimó mediante un análisis de regresión logística, que usa la función *logit* de fórmula:

$$\text{logit}(p) = \log(p/1-p)$$

Donde:

p = probabilidad de individuos desovantes por cada longitud del manto

3.2.7 Peso de madurez

El peso de madurez se calculó de la misma manera que la talla de madurez, considerando clases de peso total de 50 g.

3.2.8 Porcentaje de individuos desovantes

El análisis del estadio desovante sirvió para determinar cuándo se da la mayor actividad reproductiva, tanto de hembras como de machos. Para este propósito, se analizó la variación del desove obteniendo porcentajes mensuales del estadio desovante con relación al total de estadios (Villegas y Tafur, 2000).

3.2.9 Índices morfofisiológicos

Se determinó el grado en que la condición física es afectada por la reproducción, para lo cual se calcularon los siguientes índices:

3.2.9.1 Índice gonadosomático

El índice gonadosomático (IGS) permite analizar la tendencia del grado de madurez que experimenta la gónada durante el ciclo reproductivo a escala poblacional, por cada mes (Carreño, 2012). Expresa la relación en porcentaje entre el peso total de la gónada y el peso total del individuo. Para su cálculo, se consideraron solamente individuos hembras en estadios II, III y IV; y machos en estadios II y III.

Se calculó usando la ecuación propuesta por Daly *et al.* (1998):

$$\text{IGS} = (\text{PG} \times 100) / (\text{PT} - \text{PG})$$

Donde:

PG = Peso de la gónada

PT = Peso total del individuo

3.2.9.2 Índice de madurez

El índice de madurez (IM) es un estimador del desarrollo gonadal o, dicho de otro modo, de las transformaciones que experimentan las gónadas durante la maduración sexual del individuo. Expresa, por sexos, la relación entre el peso de la gónada y las estructuras asociadas. Es importante mencionar que el IM aumenta progresivamente en los machos, mientras que en las hembras ocurre lo contrario.

Se calculó usando la ecuación propuesta por Guerra (1975):

Para machos:

$$\text{IM} = \text{PN} / (\text{PN} + \text{PG})$$

Para hembras:

$$\text{IM} = \text{P ovid} / (\text{PG} + \text{P ovid})$$

Donde:

PN = Peso del complejo de la bolsa de
Needham

P ovid = Peso del oviducto y sus
glándulas

PG = Peso de la gónada

3.2.9.3 Índice de la glándula digestiva

El índice de la glándula digestiva (IGD) es un indicador de almacenamiento de nutrientes. Expresa la relación entre el peso de la glándula digestiva y el peso total del individuo, evidenciando el posible uso de reservas almacenadas (en la glándula) para el evento reproductivo.

Se calculó con la ecuación usada por Cortez *et al.* (1995):

$$\text{IGD} = (\text{PGD} \times 100) / (\text{PT} - \text{PGD})$$

Donde:

PGD = Peso de la glándula digestiva

PT = Peso total del individuo

Se aplicó una prueba de correlación de Spearman, para determinar si existía una relación significativa entre el IGS y el IGD (Pliego *et al.*, 2011). Este análisis, solamente se realizó en hembras, ya que estas utilizan la energía para incrementar el tamaño del ovocito, mientras que los machos la utilizan para buscar hembras (Wells y Clarke, 1996).

3.2.9.4 Factor de condición

El factor de condición (FC) expresa la relación que existe entre el volumen del animal respecto de su talla. Es un indicador del estado físico del individuo. Permite tener una idea de si el animal ha ganado peso por acumulación de proteínas y grasas de reserva, o si lo ha perdido debido a la puesta (Lorenzo, 1992).

Se calculó con la ecuación usada por Ángeles (2012):

$$FC = (PT / LM^3) \times 10^5$$

Donde:

PT = Peso total del individuo

LM = Longitud del manto

3.2.10 Relaciones morfogravimétricas

3.2.10.1 Longitud del manto y peso total

Para su análisis, se ajustaron los casos a una ecuación de potencia ($Y = a * X^b$).

Con base en lo establecido para otras especies de *Octopus*, se determinó en qué medida la dependencia existente entre las dos variables describe un crecimiento alométrico.

3.2.10.2 Peso total e índice gonadosomático

Se evaluó si la madurez sexual se correspondía aún con el peso mínimo de captura establecido para la extracción del recurso (RM N° 209-2001-PE).

3.2.10.3 Peso de la gónada y longitud del manto

Para este análisis, se consideró pertinente asociar al peso de la gónada (ovario o testículo), el peso de sus respectivos anexos; por ser determinantes para poder establecer la progresión de la madurez con el crecimiento.

Se analizó, en ambos sexos, la relación entre el aumento del peso de la gónada y la longitud del manto, como un indicador

cuantitativo de la progresión de la madurez con el crecimiento del individuo.

3.2.10.4 Peso de la gónada y peso del manto

Para este análisis, también se tuvo la misma consideración que en el punto anterior, respecto de la gónada y sus anexos. Se analizó, en ambos sexos, el aumento del peso de la gónada y el peso del manto; para explicar la progresión de la madurez con el peso del individuo.

3.2.11 Variación del ciclo reproductivo en relación con los factores ambientales

3.2.11.1 Temperatura superficial del mar

Se utilizaron los valores mensuales promedio de la temperatura superficial del mar (TSM) para cada área de estudio, extraídos desde la base de datos del Área Funcional de Sensoramiento Remoto (AFSR) del IMARPE; correspondientes al monitoreo satelital de los parámetros oceanográficos del mar peruano durante el año 2014.

Su influencia sobre la actividad reproductiva se analizó mediante una correlación de rangos de Spearman, entre el período mensual del IGS de hembras maduras y en desove, y la temperatura superficial del mar (Castellanos, 2008).

3.2.11.2 Luz

Se obtuvieron los promedios mensuales de horas luz (fotoperiodo), a partir de los valores diarios correspondientes al periodo de muestreo, para cada área de estudio. Utilizando

las coordenadas geográficas, se extrajeron los datos desde la página web de la calculadora solar de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

La influencia sobre el ciclo reproductivo se analizó de manera similar a la temperatura superficial del mar.

III. RESULTADOS

4.1 Composición por tallas

Las tallas (longitud del manto) de *O. mimus* en Callao fluctuaron entre 85 y 216 mm, con media de 135.98 mm y moda de 115 mm. En Chiclayo, entre 60 y 210 mm, con media de 126.23 mm y moda de 120 mm (Figura 1).

Aplicando una prueba de asimetría de Karl-Pearson, se determinó que tanto Callao ($As = 0.36$) (Figura 2) como Chiclayo ($As = 0.69$) (Figura 3) representan distribuciones con asimetría positiva; lo que indica que las frecuencias absolutas de las longitudes del manto tienden a disminuir más lentamente por sobre el valor de la media.

Para medir la normalidad de los datos poblaciones se aplicó una prueba de Kolmogorov-Smirnov, con la que se comprobó que Callao ($KS = 0.059$, $p < 0.01$) y Chiclayo ($KS = 0.138$, $p < 0.01$), no siguen los parámetros de una distribución normal.

Las distribuciones mensuales de tallas en Callao y Chiclayo se muestran en las figuras 4 y 5. En Callao, las hembras mostraron una media poblacional mayor que los machos; ocurriendo lo contrario en Chiclayo. Asimismo, Callao mostró medias poblacionales mayores que Chiclayo para ambos sexos (Tabla 1).

Mediante una prueba de Kruskal-Wallis, se determinó que existen entre las poblaciones de Callao ($H = 144.24$, $GL = 9$, $P = 0.000$) y Chiclayo ($H = 50.31$, $GL = 10$, $P = 0.000$), diferencias significativas en relación con las longitudes del manto.

4.2 Proporción de sexos

En Callao, el 40.4% de individuos muestreados correspondió a hembras, y el 59.6% restante a machos. En Chiclayo, 37% fueron hembras y 63% machos.

Observando los porcentajes mensuales por sexo durante el año, en Callao los machos fueron más abundantes que las hembras, a excepción de febrero (Figura 6). En Chiclayo, solamente en diciembre no se cumplió la tendencia, siendo igual el porcentaje de machos y hembras (Figura 7).

En general, la proporción de sexos (H:M) muestra que los machos fueron significativamente más abundantes que las hembras a lo largo del año. Con relación a las proporciones por mes (Tabla 2), la interpretación es la misma que con los porcentajes mensuales, como se detalla en el párrafo anterior.

Se aplicó una prueba de Ji^2 para saber si hubo diferencias estadísticamente significativas de una proporción 1:1 en ambas áreas. Se determinó para Callao que junio, agosto y noviembre; y para Chiclayo que febrero, septiembre, octubre y noviembre; fueron los meses en que se encontraron diferencias significativas. Se obtiene el mismo resultado del análisis de las proporciones anuales (Tabla 2).

Adicionalmente, se determinaron los porcentajes mensuales por estadios, estableciendo tres categorías: inmaduro, maduro y desovado. Encontrando en ambas áreas, individuos maduros de ambos sexos durante todo el año, y en mayor porcentaje que las otras categorías (Figuras 8 y 9); sin tendencia alguna. Las hembras y machos inmaduros, que son la segunda mayor categoría, tuvieron mayor presencia en Chiclayo, pero no se observó una tendencia definida. Por último, respecto a individuos inmaduros, en ambas áreas los machos se presentaron en mayor porcentaje que las hembras; sin observarse tendencia (Tabla 3).

4.3 Talla de madurez

En ambas áreas de estudio, la talla de madurez de hembras fue mayor a la de machos: 122.79 mm > 90.71 mm en Callao; y 143.66 mm > 81.10 mm en Chiclayo (Figuras 10 y 11).

Comparando las tallas del mismo sexo entre áreas, tenemos que las hembras de Callao mostraron una talla de madurez menor que Chiclayo; siendo a la inversa si comparamos las tallas de los machos.

4.4 Talla de desove

En ambas áreas de estudio, la talla de desove de hembras fue mayor a la de machos: 171.59 mm > 134.40 mm en Callao; y 172.17 mm > 136.00 mm en Chiclayo (Figuras 12 y 13).

4.5 Peso de madurez

Todos los valores obtenidos se encontraron por debajo del peso mínimo de captura (1 kg). Siendo en Callao mayores que en Chiclayo para ambos sexos: 651.84 g > 390.68 g para hembras; y 219.56 g > 115.95 g para machos (Figuras 14 y 15).

4.6 Porcentaje de individuos desovantes

El porcentaje mensual del estadio desovante, fluctuó en Callao entre 0 y 20% en hembras, siendo febrero el mes con mayor actividad reproductiva; y entre 18.64 y 77.5% en machos, con pico de actividad en noviembre (Figura 16). En Chiclayo, las hembras mostraron una fluctuación entre 0 y 20%, con dos picos en mayo y julio. Los machos entre 11.54 y 58.82%, con picos de actividad en marzo, junio y agosto (Figura 17).

4.7 Índices morfofisiológicos

4.7.1 Índice gonadosomático

En Callao, el mayor valor calculado del IGS para hembras fue 5.749 ± 6.19 en agosto, y el menor, 0.843 ± 0.846 en marzo. Para machos, el mayor fue 0.946 ± 0.342 en marzo, y el menor 0.629 ± 0.162 en febrero (Figura 18). En hembras, se aprecian dos picos de actividad: uno mayor en julio (2.144 ± 2.916) y otro menor en octubre (3.995 ± 6.035). Ambos picos coincidieron con un aumento de individuos en maduración (Figura 19). En machos, ocurrió un aumento moderado del IGS en agosto (0.656 ± 0.098), coincidiendo con un predominio de individuos maduros (Figura 20).

En Chiclayo, el mayor valor calculado del IGS para hembras fue 3.925 ± 7.807 en febrero, y el menor, 0.043 ± 0.012 en noviembre. Para machos, fueron 1.022 ± 1.127 y 0.343 ± 0.199 , en los mismos meses (Figura 18). En hembras, se aprecian dos picos de actividad: uno mayor en marzo (0.774 ± 1.616) y otro menor en noviembre (0.043 ± 0.012). El primero, coincidió con un aumento de individuos en maduración, mientras que el segundo con la aparición de individuos en maduración y maduros (Figura 21). En machos, ocurrieron cuatro incrementos moderados del IGS: en marzo (0.659 ± 0.389), en mayo (0.775 ± 0.324), en agosto (0.747 ± 0.107) y en noviembre (0.343 ± 0.199); coincidiendo, a excepción de marzo, con un incremento de individuos maduros (Figura 22).

4.7.2 Índice de madurez

En Callao, el mayor valor calculado del IM para hembras fue 0.28 en marzo, y el menor, 0.11 en septiembre. Para machos, el mayor valor fue 0.41 en agosto, y el menor, 0.32 en noviembre (Figura 23).

En Chiclayo, el mayor valor calculado del IM para hembras fue 0.65 en noviembre, y el menor, 0.14 en abril. Para machos, el mayor valor fue 0.62 en noviembre, y el menor, 0.26 en abril (Figura 24).

En líneas generales, no ocurrieron cambios drásticos del IM durante el año en ambas áreas, observando en los promedios mensuales del índice un comportamiento estable, pero con mayores valores en machos respecto de las hembras; con una excepción en Chiclayo, cuando en octubre se dio un incremento repentino del índice en ambos sexos, llegando a ser mayor en hembras ($0.65 > 0.61$).

4.7.3 Índice de la glándula digestiva

La prueba de correlación de Spearman, indica que existió una correlación negativa entre el IGS y el IGD, tanto para Callao ($r = -0.103$; $p = 0.777$) como para Chiclayo ($r = -0.300$; $p = 0.370$). Siendo así, y aprobándose la hipótesis nula, los resultados sugieren que no existió dependencia alguna entre los índices durante el año (Figura 25).

En Callao, el comportamiento del índice se mostró estable, con valor máximo de 5.34 en diciembre, y mínimo de 3.52 en julio (Figura 26). En Chiclayo, el índice mostró picos de actividad con tendencia a aumentar hacia el final del año, con un valor máximo de 5.66 en diciembre, y mínimo de 2.85 en febrero (Figura 27).

4.7.4 Factor de condición

En Callao, para hembras, el máximo valor del FC (43.40 en julio) coincidió con el aumento de los individuos en desarrollo. En octubre, se observó por última vez individuos desovantes, lo que podría estar relacionado con el descenso progresivo del FC hasta llegar a su valor mínimo en diciembre (32.42) (Figura 28). En machos, el valor máximo

del FC (60.15 en agosto), coincidió con un el último registro de individuos desovados en el año (Figura 29).

En Chiclayo, para hembras, el mayor valor del FC (36.79 en noviembre) coincidió con un aumento de individuos en desarrollo. Entre los meses que registraron los valores más bajos del FC, se observó el único evento de desove del año (Figura 30). En machos, el valor máximo del FC (36.32 en noviembre) coincidió con un aumento de los individuos maduros (Figura 31).

4.8 Relaciones morfogravimétricas

4.8.1 Longitud del manto y peso total

En Callao, las fórmulas que definen la relación LM – PT, son (Figura 32):

Hembras:

$$PT = 0.0016 LM^{2.6959} \quad (R^2 = 0.8409)$$

Machos:

$$PT = 0.0001 LM^{3.3667} \quad (R^2 = 0.8059)$$

En Chiclayo, las fórmulas que definen la relación LM – PT, son (Figura 33):

Hembras:

$$PT = 0.001 LM^{2.788} \quad (R^2 = 0.863)$$

Machos:

$$PT = 0.0007 LM^{2.8119} \quad (R^2 = 0.8553)$$

La representación gráfica de la relación, para ambas áreas y sexos, denotó un crecimiento alométrico negativo. Siendo el peso del individuo relativo a su talla. Lo cual tiene un alto poder explicativo observando los altos valores de R^2 .

En Callao, para individuos con pesos mayores a 1 kg, les correspondió tallas promedio de 165.47 mm de LM para hembras, y 147.44 mm de LM para machos. En Chiclayo, tallas promedio de 177 mm de LM para hembras, y 157.92 mm de LM para machos.

4.8.2 Peso total e índice gonadosomático

En Callao, se observó en hembras que a partir de 650 g aproximadamente, empezaron a aparecer los valores del IGS iguales o mayor a 2; siendo más dispersos después de 1000 g, pero menos abundantes después de 2000 g, con valores máximos del IGS alrededor de 20. En machos, a partir de 220 g aproximadamente, empezaron a darse valores del IGS entre 0.45 y 1.89, hasta los 1200 g; estabilizándose después entre valores de 0.49 y 0.97 (Figura 34).

En Chiclayo, la mayoría de hembras se encontraron agrupadas entre 390 y 880 g aproximadamente, con valores del IGS entre 0 y 2. Los machos mostraron un comportamiento similar, agrupados en su mayoría entre 110 y 820 g, con valores del IGS entre 0 y 2.4 (Figura 35).

4.8.3 Peso de la gónada y longitud del manto

En Callao, las hembras alcanzaron el máximo desarrollo de las gónadas (498.02 g) a los 215 mm; concentrando la mayoría de los incrementos entre 150 y 200 mm. En machos, se alcanzó el peso

máximo de las gónadas (42.54 g) a los 168 mm; concentrando la mayoría de los incrementos entre 100 y 150 mm (Figura 36).

En Chiclayo, las hembras alcanzaron el máximo desarrollo de las gónadas (216.7 g) a los 170 mm; concentrando la mayoría de los incrementos entre 150 y 200 mm. En machos, se alcanzó el peso máximo de las gónadas (38.89 g) a los 145 mm; concentrando la mayoría de los incrementos entre 100 y 150 mm (Figura 37).

4.8.4 Peso de la gónada y peso del manto

En Callao, las hembras alcanzaron el máximo desarrollo de las gónadas (500.74 g) con un peso del manto de 2467.62 g; siendo visible que los incrementos ocurren después de los 500g de peso del manto. En machos, se alcanzó el peso máximo de las gónadas (42.54 g) a los 1981.39 g de peso del manto; evidenciando una correspondencia directa entre las variables (Figura 38).

En Chiclayo, las hembras alcanzaron el máximo desarrollo de las gónadas (216.7 g) con un peso del manto de 1072.26 g; siendo visible que los incrementos ocurren después de los 470g de peso del manto. En machos, se alcanzó el peso máximo de las gónadas (38.89 g) a los 799.15 g de peso del manto; evidenciando como en Callao, una correspondencia directa entre las variables (Figura 39).

4.9 Variación del ciclo reproductivo en relación con los factores ambientales

4.9.1 Temperatura superficial del mar

En Callao, los promedios mensuales de la TSM fluctuaron entre 17 y 21 °C, con una temperatura media anual de 19.25 °C. En Chiclayo, fluctuaron entre 18 y 24 °C, con una media anual de 20.67 °C.

El coeficiente de correlación de Spearman, indica que entre el IGS y la TSM, en hembras maduras y en desove, en Callao ($r_s = -0.674$; $p = 0.033$), existe una correlación negativa. Mientras que, en Chiclayo ($r_s = 0.424$; $p = 0.194$) se indica una correlación positiva (Figura 40).

4.9.2 Luz

En Callao, el promedio anual de horas luz fue 12:08:54 h. En Chiclayo, fue 12:22:53 h.

El coeficiente de correlación de Spearman, indica que, entre el IGS y la luz en Callao ($r_s = -0.430$; $p = 0.214$), existe una correlación negativa. En Chiclayo ($r_s = 0.418$; $p = 0.201$), por el contrario, se indica una correlación positiva (Figura 41).

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman que, si bien el comportamiento reproductivo de una especie es igual en puntos geográficos diferentes, este puede verse influenciado por los factores ambientales y condiciones oceanográficas propias de un área en particular.

La composición anual por tallas (longitud del manto) no muestra diferencias significativas entre Callao y Chiclayo respecto a su amplitud, a pesar de la superioridad numérica poblacional a favor de Callao. Sin embargo, la moda anual es mayor en Chiclayo (120 mm > 115 mm). Con relación a los sexos, en ambas áreas el número de machos fue mayor al de hembras, aunque en Callao la talla media anual de hembras es mayor a la de machos, sucediendo lo opuesto en Chiclayo. Esto coincide con lo reportado por Aguilar (1995), Raymundo-Huizar (1995) y López-Uriarte (2006); quienes también registraron tallas mayores en hembras de *Octopus hubbsorum* en Jalisco, México. Siendo una característica típica de los octópodos. Asimismo, se observa que las tallas medias anuales de ambos sexos en una misma área se aproximan, siendo mayores en Callao; lo que indica que, en promedio, existieron individuos más grandes en esta área durante el año.

El resultado de la prueba de Kruskal-Wallis permite considerar, en función de la longitud del manto, que las poblaciones de Callao y Chiclayo son diferentes estadísticamente.

La proporción anual de sexos, ratifica el predominio de machos sobre hembras en ambas áreas durante el año de estudio. Asimismo, la bondad de ajuste de las proporciones mensuales presenta el mismo patrón, con algunas excepciones, pero sin que estas indiquen una relación con el área o periodo del año. Este predominio de machos también ha sido reportado para *O. mimus* por Cortez *et al.* (1998) e Ishiyama *et al.* (1999); por Leyva-Villareal *et al.* (1987), Gonzáles-Rendón *et al.* (1990) y López-Uriarte (2006) para *O. hubbsorum*; y por Guerra (1975), Hernández-García *et al.* (2002) y Cardoso *et al.* (2004).

La proporción por estadíos, muestra que en ambas áreas se encontraron individuos maduros durante todo el año, siendo en septiembre cuando el porcentaje de estos fue de 90 a 100%. Lo que indica que los individuos llegaron, en su mayoría, maduros al principal evento reproductivo descrito para la especie, en primavera. Sin embargo, cabe mencionar que, para determinar esta proporción, tomando como referencia la escala de madurez propuesta por Nacarino (1997), el término “maduro” agrupó en hembras los estadíos II, III y IV; y en machos los estadíos II y III. Con ello, se puede afirmar de manera más exacta, que las hembras llegaron al principal evento reproductivo del año en su mayoría “en desarrollo” (II); en cambio, los machos llegaron “maduros” (II) y “desovantes” (III). En ambas áreas durante el año, los mayores porcentajes de individuos inmaduros se observan en hembras; y de individuos desovados, en machos.

La talla de madurez, cumple la hipótesis en cefalópodos que sostiene que los machos maduran a tallas menores que las hembras, lo que significa una mayor proporción de machos en estadio de madurez, que hembras en la misma condición. Sin que esto implique una mayor amplitud en el rango de tallas. Por otra parte, la comparación por sexos entre áreas permite observar, en hembras, que en Chiclayo la talla de madurez es mayor. Mientras que, en machos, la talla de madurez es mayor en Callao.

La talla de desove, no ofrece discrepancias y los valores obtenidos son semejantes entre las áreas. Como es lógico, la talla de desove no puede ser menor que la talla de madurez. En consecuencia, el peso de desove

mantiene el mismo criterio, pero muestra valores mayores en Callao para ambos sexos. En conjunto, la talla y el peso de desove, permiten evaluar la validez y pertinencia del peso mínimo de captura establecido, equivalente a 1 kg y vigente desde 2001 (RM N° 209-2001-PRODUCE). En ese sentido, es de resaltar que los valores obtenidos para hembras en ambas áreas, se encuentran muy por encima del peso mínimo de captura: 1659.64 g en Callao, y 1323.57 g en Chiclayo. En machos, se observan valores cercanos a lo normado: 973.97 g en Callao, y 820.04 g en Chiclayo. Sin embargo, estos datos no son determinantes para replantear un peso mínimo de captura, ya que el último antecedente data del año 2000, por lo

que sería necesario un análisis por medio de una serie de tiempo para saber si existe una tendencia clara al respecto, considerando además los eventos El Niño sucedidos durante este tiempo.

El peso de madurez, es un segundo argumento para sostener la hipótesis mencionada anteriormente. Se calculó para obtener información complementaria a las tallas de madurez y de desove. Se mantiene la propensión de los datos, como en la talla de madurez, pero en la comparación entre áreas, Callao muestra valores mayores para ambos sexos.

Aunque no se puede hacer una afirmación categórica, es probable que la diferencia en el tamaño de las poblaciones pudiese explicar algunas de las particularidades descritas en relación con las tallas y pesos, cuando se hace la comparación entre áreas. Considerando, además, la influencia de las condiciones oceanográficas, la selectividad del arte de pesca y el número de individuos muestreados; de modo que, estas particularidades no se pueden asociar con un evento específico.

El porcentaje de individuos desovantes, no muestra una tendencia clara en relación con los sexos. Además, contrario a lo que sucede en machos, las hembras desovantes no están presentes todo el año. Por otro lado, los valores mensuales del porcentaje de hembras desovantes no exceden el 20%, observándose en ambas áreas picos de actividad en otoño e invierno, con valores superiores en Chiclayo. En machos, a excepción de octubre, que es cuando ambas áreas presentan sus valores mínimos, por debajo del 20%, el comportamiento de los porcentajes mensuales es más irregular que en hembras. En Callao, los valores se mantienen estables durante verano y otoño, mostrando una leve disminución en invierno; siendo a inicios y fines de primavera cuando se dan los valores mínimo (18.64%) y máximo (77.5%). Mientras que, en Chiclayo, el comportamiento de los valores durante el año, se manifiesta en tres picos de actividad bien definidos: el primero (57.89%) a inicios de otoño, y el segundo (58.82%) y tercero (47.37%), a inicios y fines de invierno, respectivamente. El valor mínimo (11.54%), de igual manera que en Callao, ocurre a inicios de primavera.

El índice gonadosomático, en hembras, muestra un comportamiento opuesto entre áreas. En Callao, durante la primera mitad del año se observan valores bajos; y en la segunda mitad, valores altos. Mientras que en Chiclayo ocurre lo contrario. No obstante, en ambas áreas, los valores máximos del índice coinciden con el aumento de hembras en maduración; lo que no cumple la expectativa teórica de que coincidan con la presencia de hembras maduras ni con la ocurrencia durante los eventos reproductivos descritos para la especie; a pesar de que en Chiclayo el valor máximo se da en verano, en este mes son predominantes las hembras inmaduras. Sobre los valores mínimos del índice, en ambas áreas, coinciden con la presencia exclusiva de hembras inmaduras y en desarrollo. En cuanto a los machos, no se observan cambios drásticos en los valores mensuales del índice, probablemente, porque a diferencia de las hembras, los machos maduros (desovantes) tienen presencia durante todo el año, predominando en los meses en que se dan los valores máximos; los cuales coinciden con el segundo evento reproductivo, en verano. A consecuencia de este tipo de comportamiento del índice, se podría pensar que no es un buen indicativo de la actividad reproductiva en machos.

El índice de madurez tiene un comportamiento inverso entre sexos, aumentando en machos y disminuyendo en hembras, pero como indicador de madurez en ambos casos. Del análisis de los promedios mensuales se observa que, efectivamente, entre machos y hembras existe una correspondencia inversa respecto de los valores del índice; excepto en Chiclayo cuando ocurre la particularidad ya descrita en los resultados. Sin embargo, la pertinencia del índice como indicador de madurez, se puede determinar analizando los porcentajes mensuales de individuos por estadios con relación al promedio mensual del índice. De ello, en Callao se observa que en hembras los incrementos del índice coinciden predominantemente con individuos inmaduros, pero también con individuos en desarrollo y en maduración; y los menores valores o disminuciones, indican la presencia de individuos maduros, aunque no son predominantes ni exclusivos en esos meses. En machos, los promedios mensuales del índice no experimentan cambios drásticos, sin embargo, cuando se registra el mayor valor en agosto,

coincide con el mes anterior en una presencia exclusiva de individuos desovantes y desovados, siendo llamativo el hecho de que el resto de meses haya presencia de individuos maduros, pero sin que estos determinen el comportamiento del índice. En Chiclayo, el comportamiento del índice en ambos sexos se muestra estable hasta octubre en que ocurre un incremento repentino para luego volver a valores estándar. A pesar de eso, en hembras, se puede realizar la misma interpretación que en Callao. En machos, los incrementos del índice coinciden con una predominancia de individuos maduros y desovantes; mientras que, los menores valores o disminuciones, no se relacionan de manera clara con la ocurrencia de un estadio en particular.

El índice de la glándula digestiva, al menos durante el año de estudio, no muestra dependencia o relación alguna con el IGS; tal como lo sugiere el resultado de la prueba de correlación. Asimismo, debido a las variaciones que experimenta el índice no hay evidencia de una temporada en la que las hembras acumulen energía para la época postdesove. En cuanto a las áreas, en Callao se tiene un mayor registro de hembras desovadas, pero no es posible asociar su ocurrencia con los descensos o valores bajos del índice, siendo evidente si se analizan con relación a los porcentajes mensuales de hembras por estadio. En Chiclayo, solamente se tiene un registro de hembras desovadas, y aunque coincide con un descenso del índice, realizando el mismo análisis que en Callao, la conclusión es la misma. En ambas áreas, pareciera que el comportamiento del IGD no expresa bien los cambios en el peso de la glándula digestiva en relación con el estadio de madurez.

El factor de condición, en Callao, muestra un comportamiento similar en ambos sexos, con una tendencia al incremento durante la primera mitad del año, hasta llegar a su máximo valor en invierno, para luego descender durante el verano; estación en la que se registran los valores mínimos, y en la que ocurre el principal evento reproductivo descrito para la especie. En Chiclayo, la condición de los individuos durante el año también muestra un comportamiento similar entre sexos, pero diferente de Callao. En esta área, se observan dos picos, uno principal en primavera y otro secundario en verano; siendo en el primero cuando se registra el

máximo valor. Durante el otoño y primavera, se registran los valores más bajos, siendo el mínimo en septiembre para hembras y en junio para machos, pero sin que se observen cambios drásticos. Con relación a los porcentajes por estadios, en Callao pareciera ser más evidente la relación inversa entre el factor de condición y la reproducción, puesto que las coincidencias observadas sugieren que los individuos merman su condición al entrar en época reproductiva. Mientras que, en Chiclayo, se observa un fenómeno opuesto porque los picos suceden en las estaciones relacionadas con los eventos reproductivos. Quizá en esta área tenga lugar un tercer evento para la reproducción, entre otoño e invierno, pero no habría mayor evidencia para afirmarlo categóricamente.

La relación entre longitud del manto y peso total tiene una alta correlación e indica que la especie presenta un crecimiento alométrico negativo, lo que sugiere que los individuos son menos pesados para la longitud que tienen; tanto hembras como machos, en ambas áreas. Es probable que esto se relacione con las épocas reproductivas o los factores ambientales. Sin embargo, para obtener la ecuación de crecimiento en peso y en talla, es necesaria la información de la lectura de edad en partes duras, como estatolitos.

La relación entre peso total e índice gonadosomático no muestra una tendencia clara con relación a los sexos ni las áreas. Sin embargo, sirve como método alternativo de referencia para localizar gráficamente los valores en que los organismos inician su maduración. Siendo así, para ambas áreas, se observa que en el caso de las hembras el peso de madurez coincide con el inicio del aumento del IGS; delimitando con el peso de desove, la mayor concentración de individuos. Además, es notoria una mayor dispersión cuando el IGS es mayor a dos. En el caso de los machos, usando también como referencia los pesos de madurez y desove, la mayor concentración de individuos sigue estando entre estos valores, pero se observa que a medida que aumenta el peso la dispersión disminuye, marcando un ajuste del valor del IGS hacia un valor alrededor de 0.5; resaltando el hecho de que solamente en Callao no hay individuos con IGS menor de 0.3.

Para un mejor análisis del desarrollo gonadal, una vez iniciada la maduración sexual, se consideró “peso de la gónada” a la suma del peso del ovario o testículo

más sus correspondientes anexos. Estableciendo dos asociaciones: la primera, es la relación entre peso de la gónada y longitud del manto. La cual, en hembras, no determina un incremento del peso de la gónada en función de la longitud del manto, pero muestra que en Callao las hembras registran su máximo desarrollo gonadal a una mayor peso y talla que en Chiclayo. Esta relación poco clara entre las variables sugiere que las fuentes de nutrientes necesarios para el desarrollo gonadal provendrían de los tejidos corporales. En machos, la relación es más clara y definida, pudiendo afirmar que existe un incremento del peso de la gónada en función de la longitud del manto, con tallas mayores a los 60 mm. Tal como sucede en hembras, los machos en Callao también registran su máximo desarrollo gonadal a una mayor talla y peso que en Chiclayo. La segunda relación es entre peso de la gónada y peso del manto, que admite una interpretación similar a la que se dio en la relación anterior.

La influencia de los factores ambientales sobre el ciclo reproductivo se evaluó tomando en cuenta la variación de la temperatura superficial del mar, y la luz. Lo que llama la atención en un primer momento, es que en Callao ambos factores muestran una correlación negativa, siendo al contrario en Chiclayo; lo que sugiere que la influencia de los factores ambientales en cada área es particular, indicando que esto podría determinar la estacionalidad del evento reproductivo.

V. CONCLUSIONES

- El comportamiento reproductivo de una especie es igual en puntos geográficos diferentes, pero se ve influenciado por los factores ambientales y condiciones oceanográficas propias de un área en particular.
- La proporción de sexos (H:M) muestra que los machos fueron significativamente más abundantes que las hembras a lo largo del año.
- En ambas áreas de estudio, las tallas de madurez y de desove de hembras fue mayor a la de machos.
- La talla de madurez, cumple la hipótesis en cefalópodos que sostiene que los machos maduran a tallas menores que las hembras.
- En Chiclayo, tiene lugar un tercer evento para la reproducción, entre otoño e invierno.
- La relación entre longitud del manto y peso total tiene una alta correlación e indica que la especie presenta un crecimiento alométrico negativo.
- La influencia de los factores ambientales en cada área es particular, lo que determina la estacionalidad de los eventos reproductivos.

VI. RECOMENDACIONES

- Es importante evitar redondear los valores del peso total durante el muestreo biológico en Chiclayo, para evitar el sesgo de información.
- Para cubrir el vacío de información sobre la biología reproductiva de la especie, se debería realizar un estudio que abarque más de un año.
- Adoptar las definiciones propuestas en esta tesis, para las tallas de madurez y desove.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángeles L. 2012. Evaluación del IGS y maduración sexual del *O. maya* (Voss y Solís, 1966), a una escala espacio-temporal. Tesis para obtener la Licenciatura en Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán. 70 p.
- Argüelles J, Taípe A, Sanjinez M, Sarmiento M, Crispín A, Tello E. 2012. Monitoreo de invertebrados marinos en estaciones fijas del Callao, 2008-2012. Inf. Inst. Mar Perú. 39(3-4): 199-211.
- Arreola-Hernández JF. 1997. Aspectos reproductivos de *Dosinia ponderosa*, Gray 1838 (Bivalvia: Veneridae) en Punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S., México. 96 p.
- Baltazar P, Rodríguez P, Rivera W, Valdivieso V. 2000. Cultivo experimental de *Octopus mimus* Gould, 1852 en el Perú. Rev. peru. biol. 7(2): 151-160.
- Callow P. 1979. The cost of reproduction. A physiological approach. Biol. Rev., 54: 23-40.
- Carbajal W, de la Cruz J, Ramírez P, Castro J, Galán J, Castañeda J. 2001. Evaluación del recurso pulpo *Octopus mimus* en las islas Lobos de Afuera, Lambayeque, Octubre 2001. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 155. 11 pp.
- Cardoso F, Villegas P, Estrella C. 2004. Observaciones sobre la biología de *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopoda) en la costa peruana. Rev. Perú. Biol. 11(1): 45-50. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

- Carreño O. 2012. Aspectos Reproductivos y Análisis Macroscópico del Desarrollo Gonadal del *Octopus mimus* Gould, 1852 en la zona infralitoral de Salinas y Ballenita, durante marzo - octubre del 2011. Tesis de Grado previo a la obtención del Título de Biólogo Marino. Universidad Estatal Península de Santa Elena. 121 p.
- Castellanos S. 2008. Reproducción del pulpo *Octopus bimaculatus* Verrill, 1883 en Bahía de los Ángeles, Baja California, México. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional. 97 p.
- Cortez T, Castro BG, Guerra A. 1995. Reproduction and condition of female *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda). *Marine Biology*, 123: 505-510.
- Daly HI, Boyle PR, Collins MA. 1998. Reproductive status of *Opisthoteuthis* sp. over an annual cycle. *South African Journal of Marine Science*, 20: 187–192
- Forsythe W, Van Heukelem WF. 1987. Growth. En: Boyle PR (ed). *Cephalopods life cycles. 2. Comparative reviews*, pp. 135-156. Academic Press, London.
- Guerra A. 1975. Determinación de las diferentes fases del desarrollo sexual de *Octopus vulgaris* Lamarck, mediante un índice de madurez. *Investigación Pesquera* 39(2): 397-416.
- Guerra A. 1979. Fitting a von Bertalanffy expression to *Octopus vulgaris* growth. *Inv. Pesq.* 43(1): 319-326.
- Guerra A, Cortez T, Rocha F. 1999. Redescrición del pulpo de los changos, *Octopus mimus* Gould, 1852, del litoral chileno-peruano (Mollusca: Cephalopoda). *Iberus* 17(2): 37-57.

- Hayashi Y. 1970. Studies on the maturity conditions of the common squid – I. A method of expressing maturity condition by numerical values. Bull. japan. Soc. scient. Fish., 36(10): 995-999.
- Hernández-López JL. 2000. Biología, ecología y pesca del pulpo común ("*Octopus vulgaris*", Cuvier 1979) en aguas de Gran Canaria. Tesis de Doctorado. Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España. 197 p.
- Hernández-Olalde L. 2003. Ciclo reproductivo de la ostra perlera *Pteria sterna* (Gould, 1851) (Mollusca: Pteriidae) en la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional, La Paz, B.C.S., México. 80 p.
- Ishiyama V, Shiga B, Talledo C. 1999. Biología reproductiva del pulpo *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) de la región de Matarani, Arequipa, Perú. Rev. peru. biol. 6(1): 110-122.
- Lorenzo JM. 1992. Crecimiento de la caballa *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) en aguas del Archipiélago Canario. MemTes. Doc. Univ. Las Palmas G.C.
- Mangold KM. 1998. The Octopodinae from the Eastern Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. En Voss NA, Vecchione M, Toll RB, Sweeney MJ. (Eds.): Systematics and Biogeography of Cephalopods, Vol. II. Smithsonian Contributions to Zoology, 586: 521-528.
- Nacarino M. 1997. Aspectos Reproductivos del Pulpo *Octopus mimus* en la zona de Pucusana. Tesis para obtener la Licenciatura en Biología, Universidad Particular Ricardo Palma. 66 p.

Olivares A, Zúñiga O, Castro G. 1996. Antecedentes reproductivos para el manejo de *Octopus mimus* en el norte de Chile. VII COLACMAR Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar.

Olivares PA, Zamora-Covarrubias M, Portilla-Reyes P, Zúñiga-Romero O. 2001. Estudio histológico de la ovogénesis y maduración ovárica en *Octopus mimus* (Cephalopoda: Octopodidae) de la II región de Chile. *Estud. Oceanol.*, 20:13-22.

Ordinola E, Alemán S. 2006. Algunos aspectos biológico - pesqueros del pulpo (*O. mimus*) en el litoral comprendido entre Punta Capones y Máncora. Julio 2005 - Octubre 2006. V Seminario Virtual de Ciencias del Mar. ONG OANNES. 14 p.
http://www.imarpe.gob.pe/tumbes/publicaciones/2.6.Algunos_aspectos_biologico_pesqueros_pulpo_Tumbes.pdf

Pliego-Cárdenas R, García-Domínguez FA, Ceballos-Vázquez BP, Villalejo-Fuerte M, Arellano-Martínez M. 2011. Aspectos reproductivos de *Octopus hubbsorum* (Cephalopoda: Octopodidae) en la Isla Espíritu Santo, sur del Golfo de California, México. *Ciencias marinas*, 37(1): 23-32.

Sokal RR, Rohlf FJ. 1979. *Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Madrid: H. Blume Ediciones. 832 p.

Sweeney M, Roper CFE. 1998. Classification, types localities, and type repositories of recent cephalopoda. En: Voss, N.A., M. Vecchione, R.B. Toll y M.J. Sweeney (Eds.): *Systematic and biogeography of cephalopods*, Vol. II. *Smithsonian Contributions to Zoology* 586: 561-599.

Villegas P, Tafur R. 2000. Aspectos reproductivos del pulpo (*Octopus mimus*) en el área de Callao. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 121: 3-15.

Wells MJ, Clarke A. 1996. Energetics: the costs of living and reproducing for an individual cephalopod. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 351(1343): 1083-1104.

VIII. ANEXOS

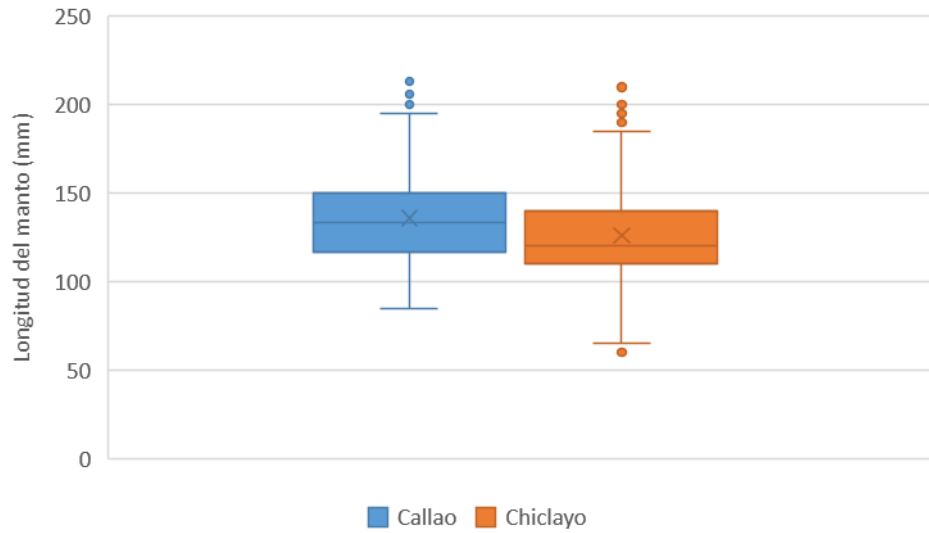


Figura 1. Parámetros poblacionales de *O. mimus* en Callao y Chiclayo, de febrero a diciembre de 2014.

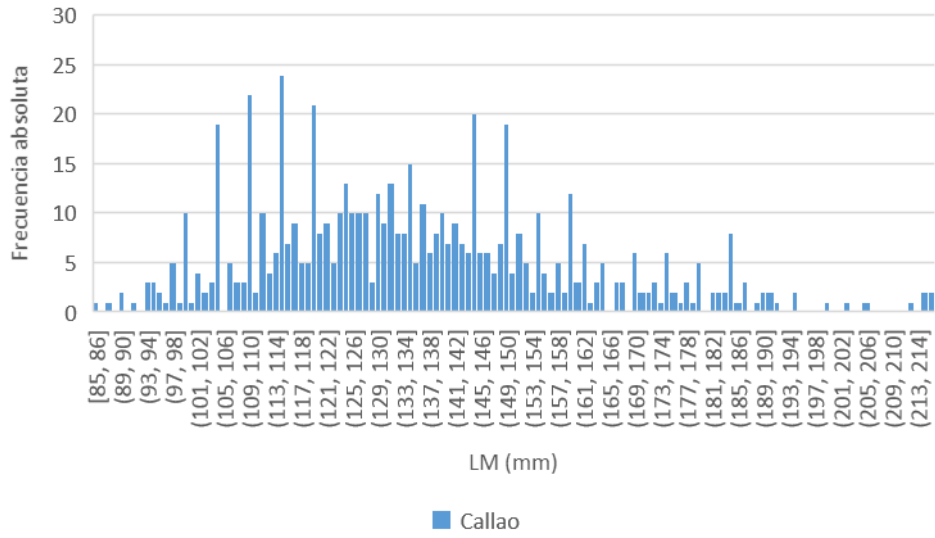


Figura 2. Composición por tallas de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

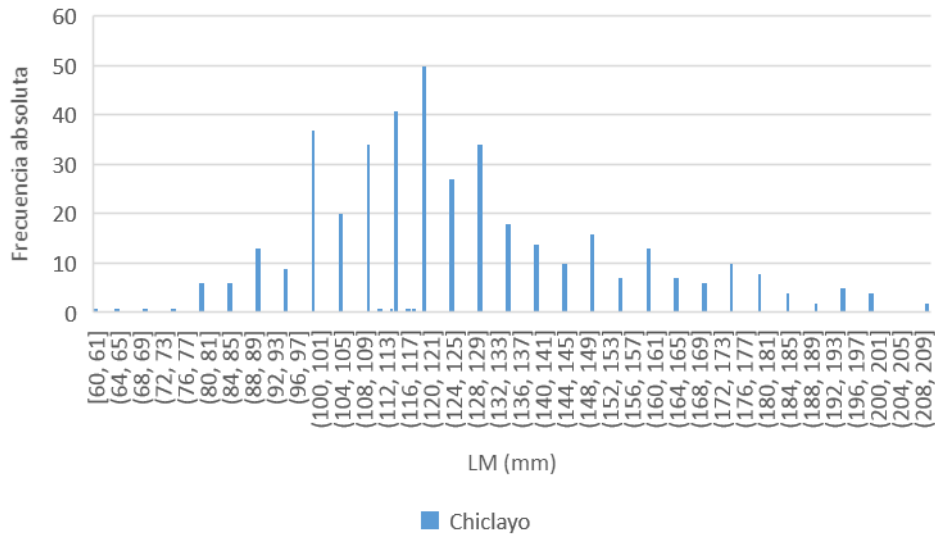


Figura 3. Composición por tallas de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

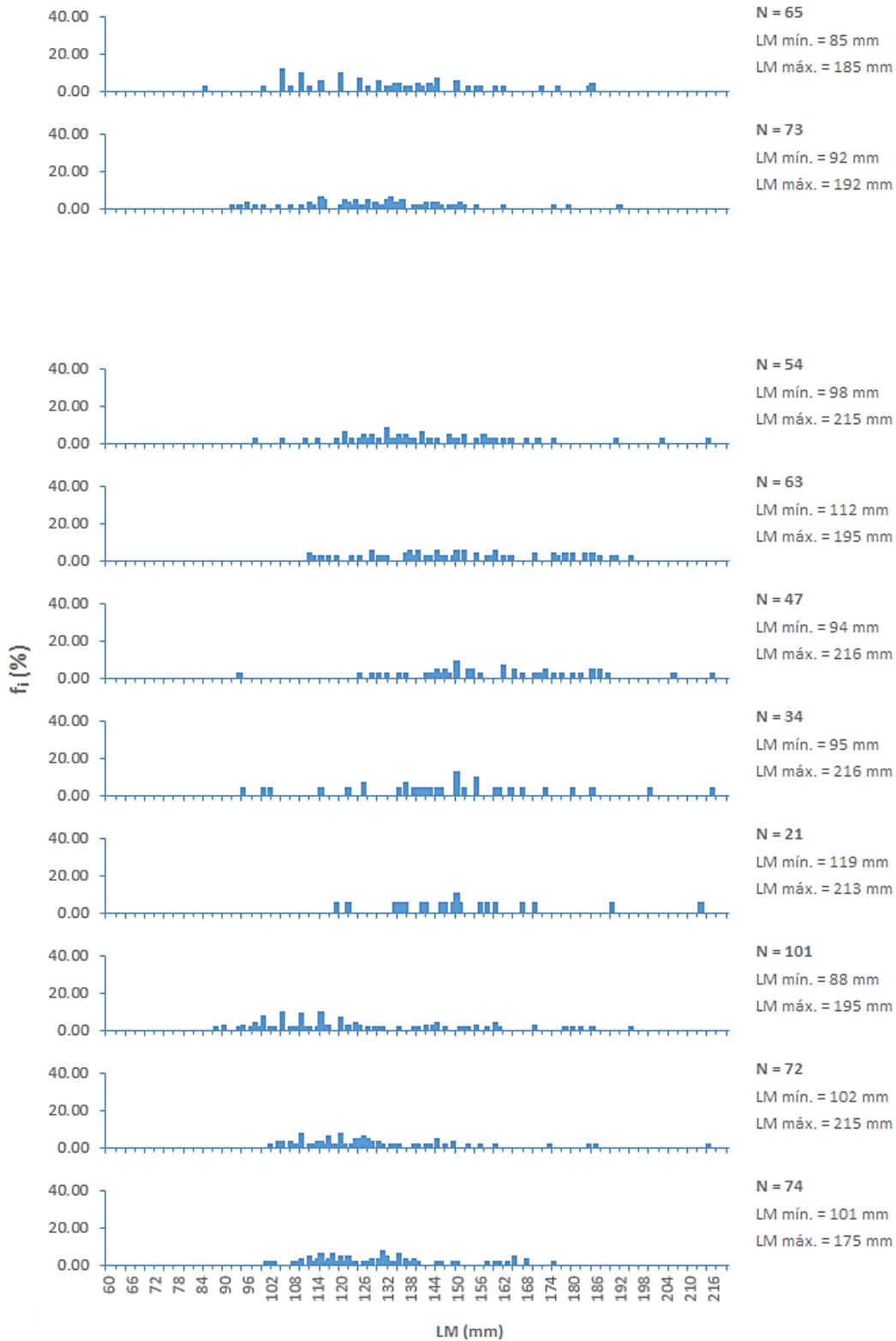


Figura 4. Composición mensual de las tallas de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

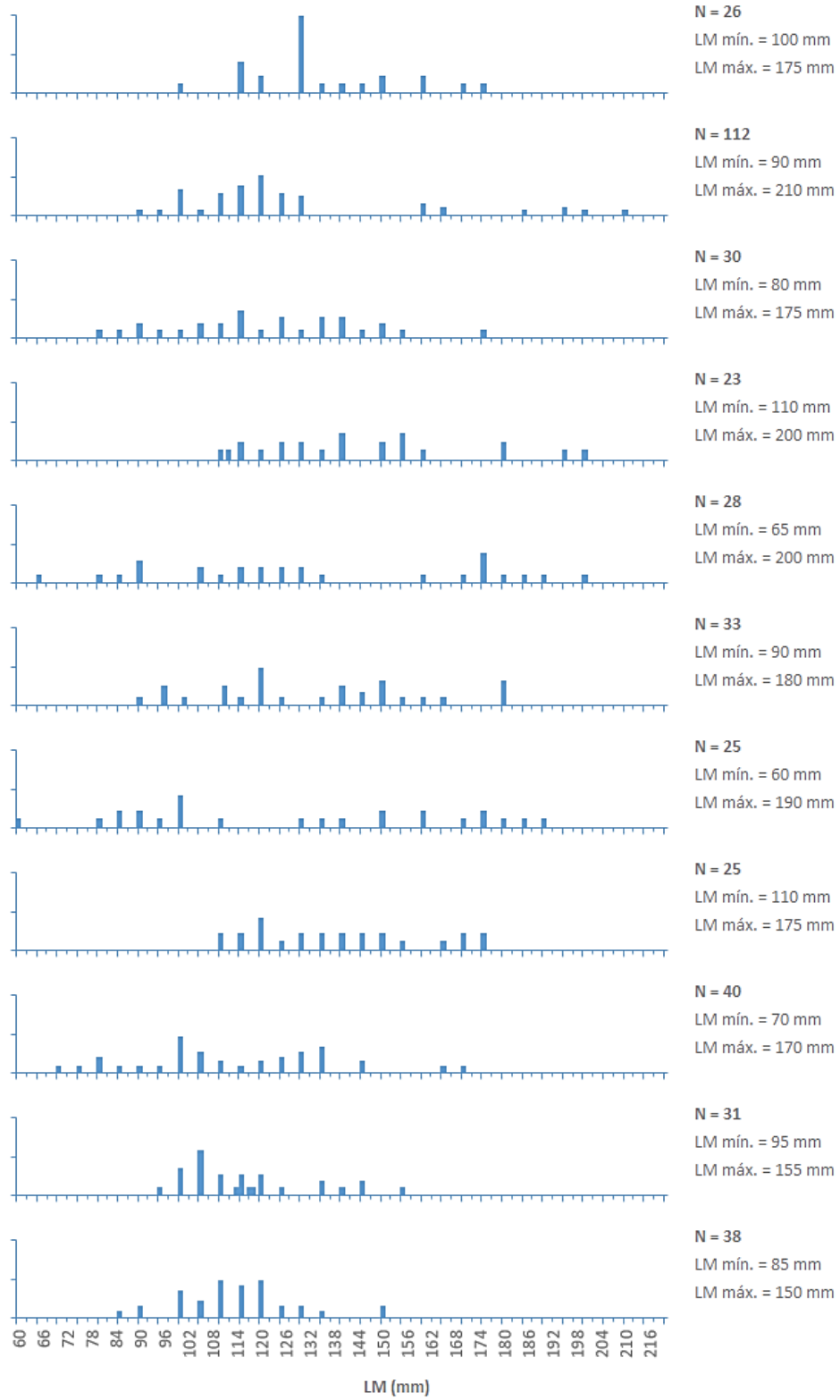


Figura 5. Composición mensual de las tallas de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

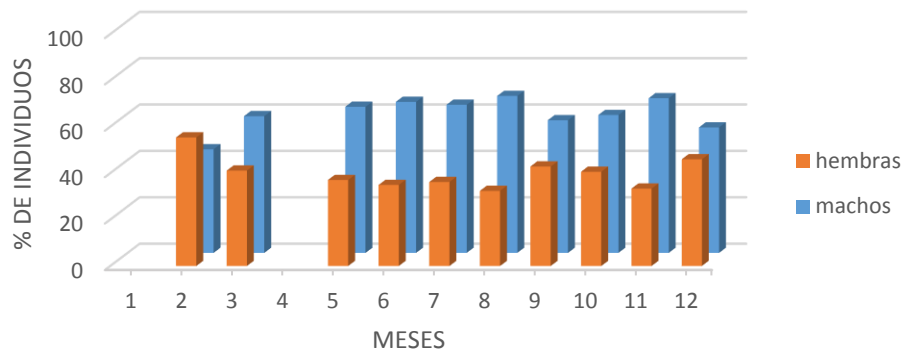


Figura 6. Proporción de sexos de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

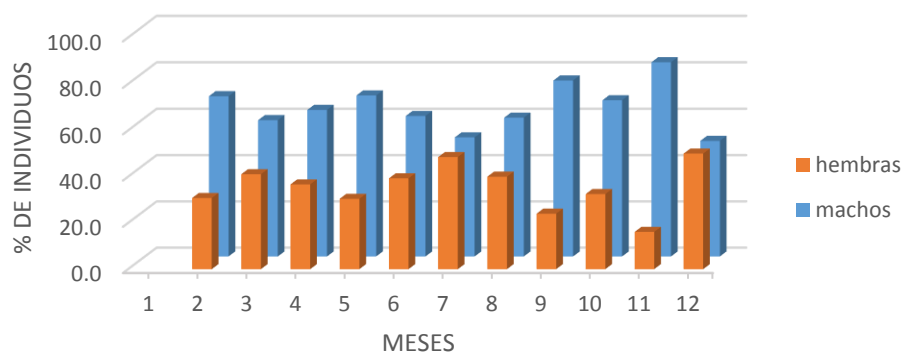
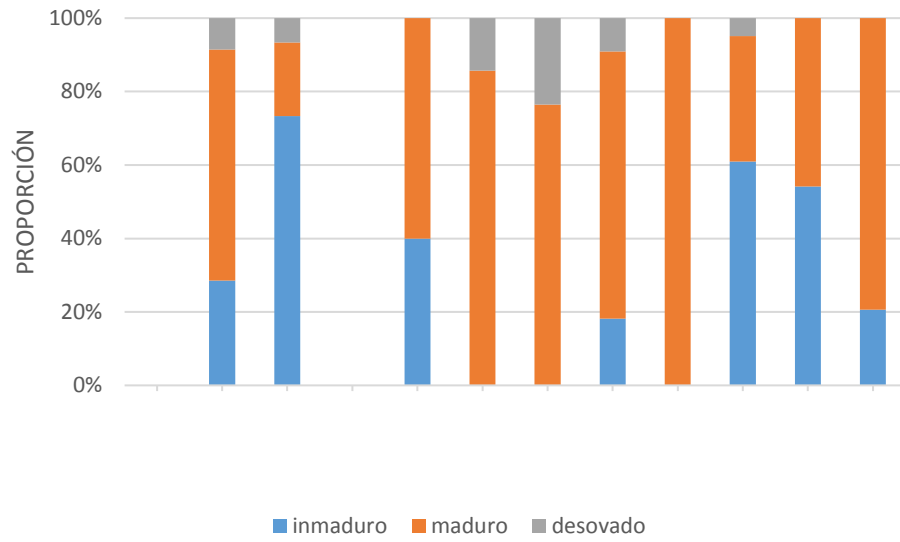


Figura 7. Proporción de sexos de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

A



B

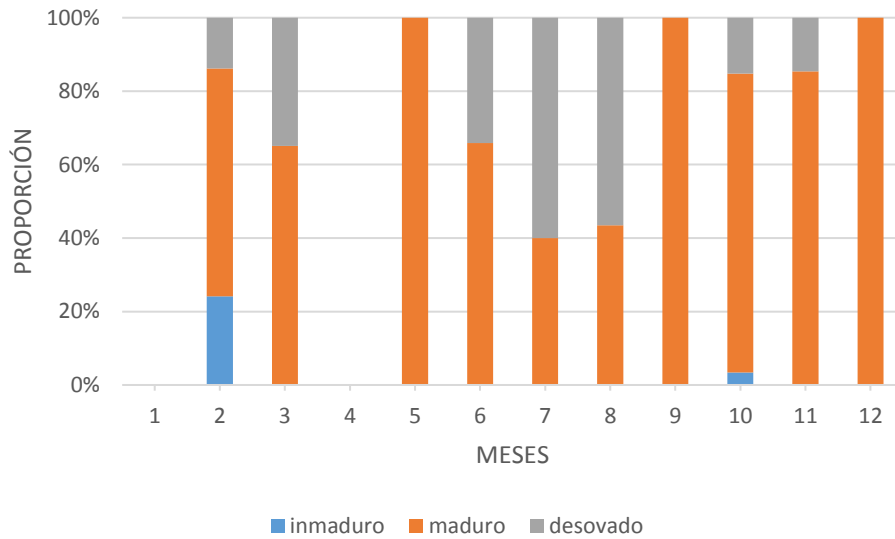
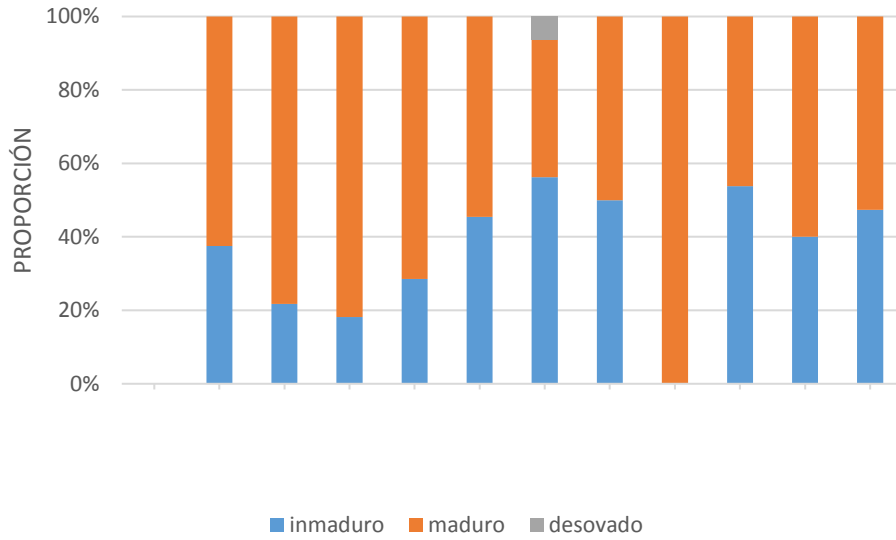


Figura 8. Porcentajes mensuales por estadios de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

A



B

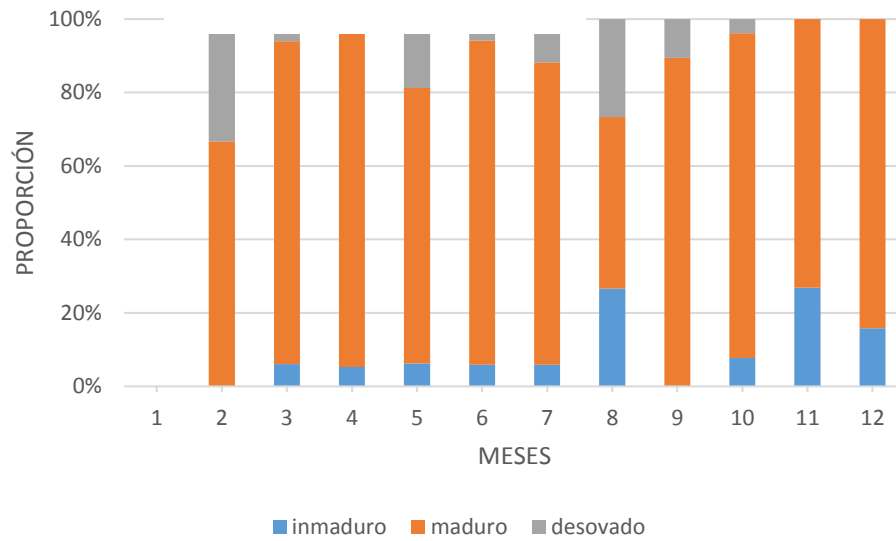


Figura 9. Porcentajes mensuales por estadíos de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

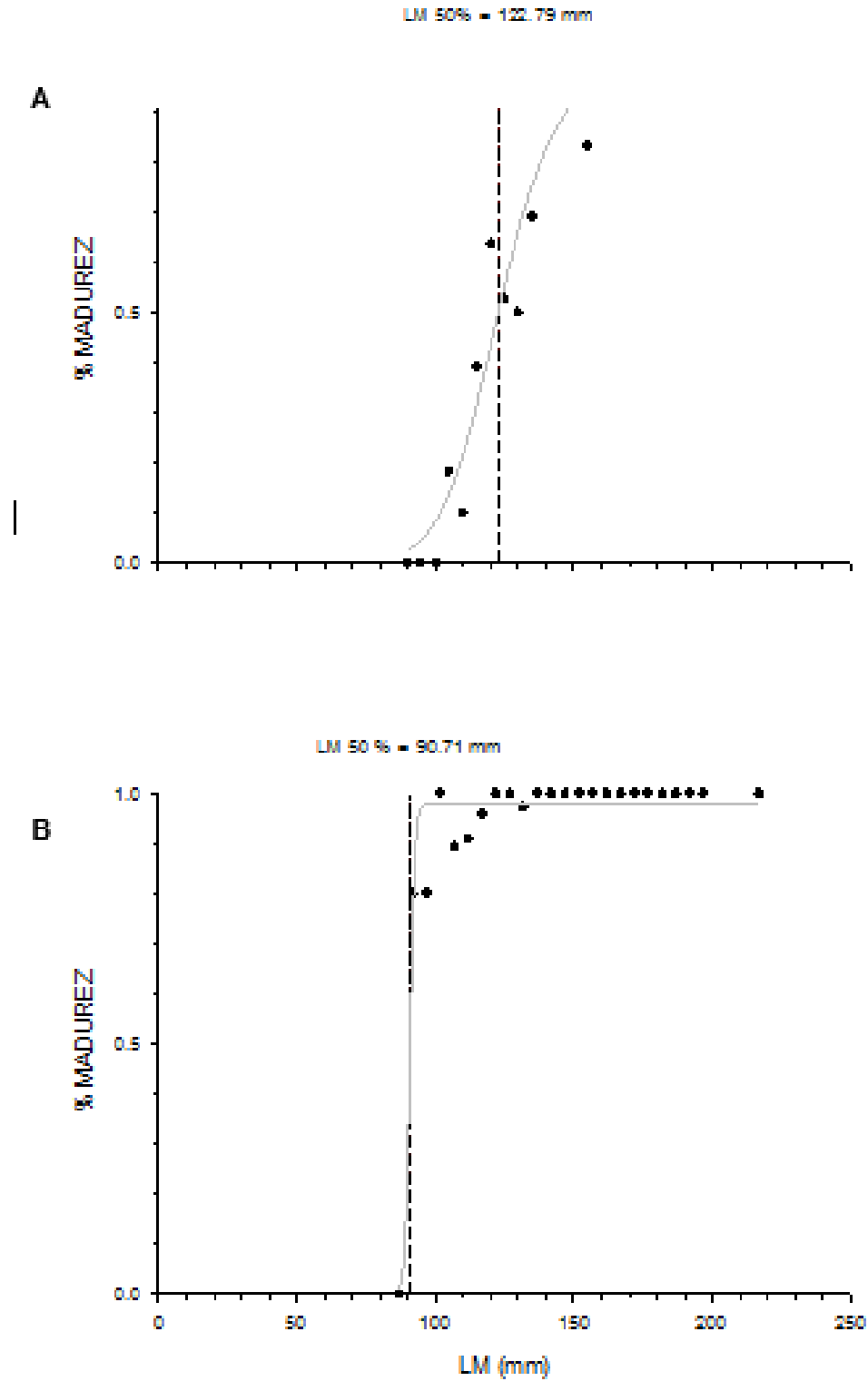


Figura 10. Talla de madurez de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

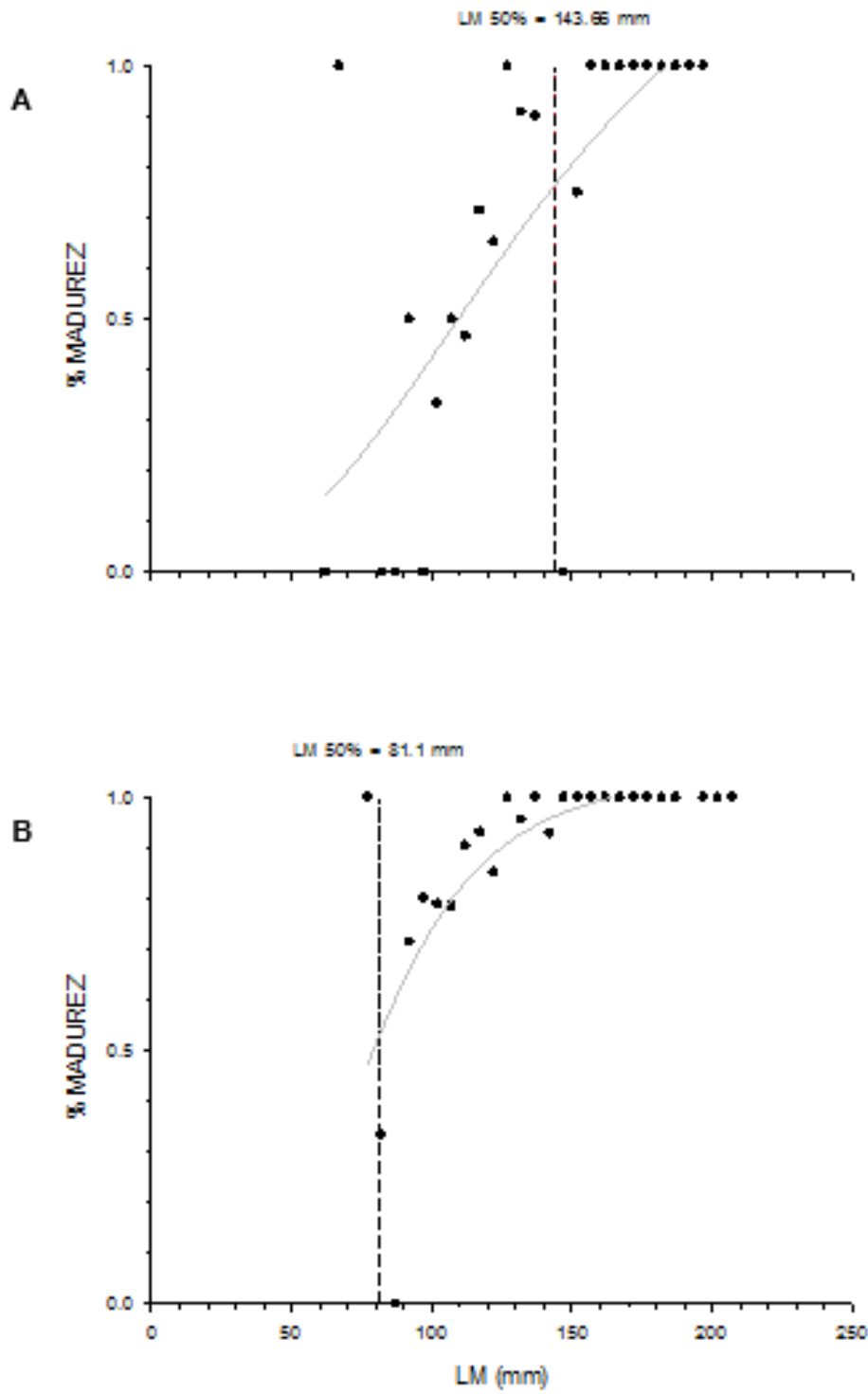


Figura 11. Talla de madurez de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a dici

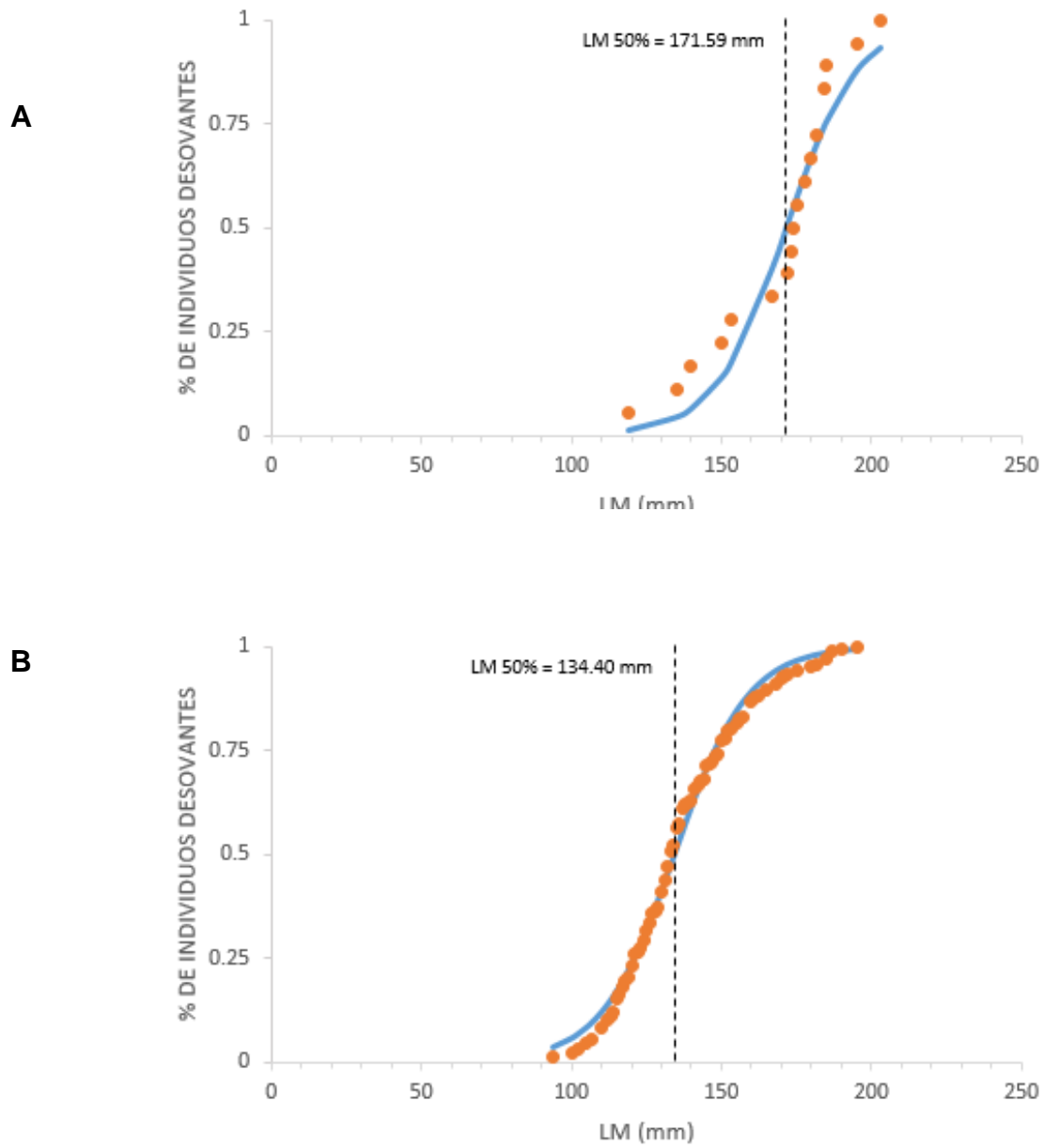


Figura 12. Talla de desove de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

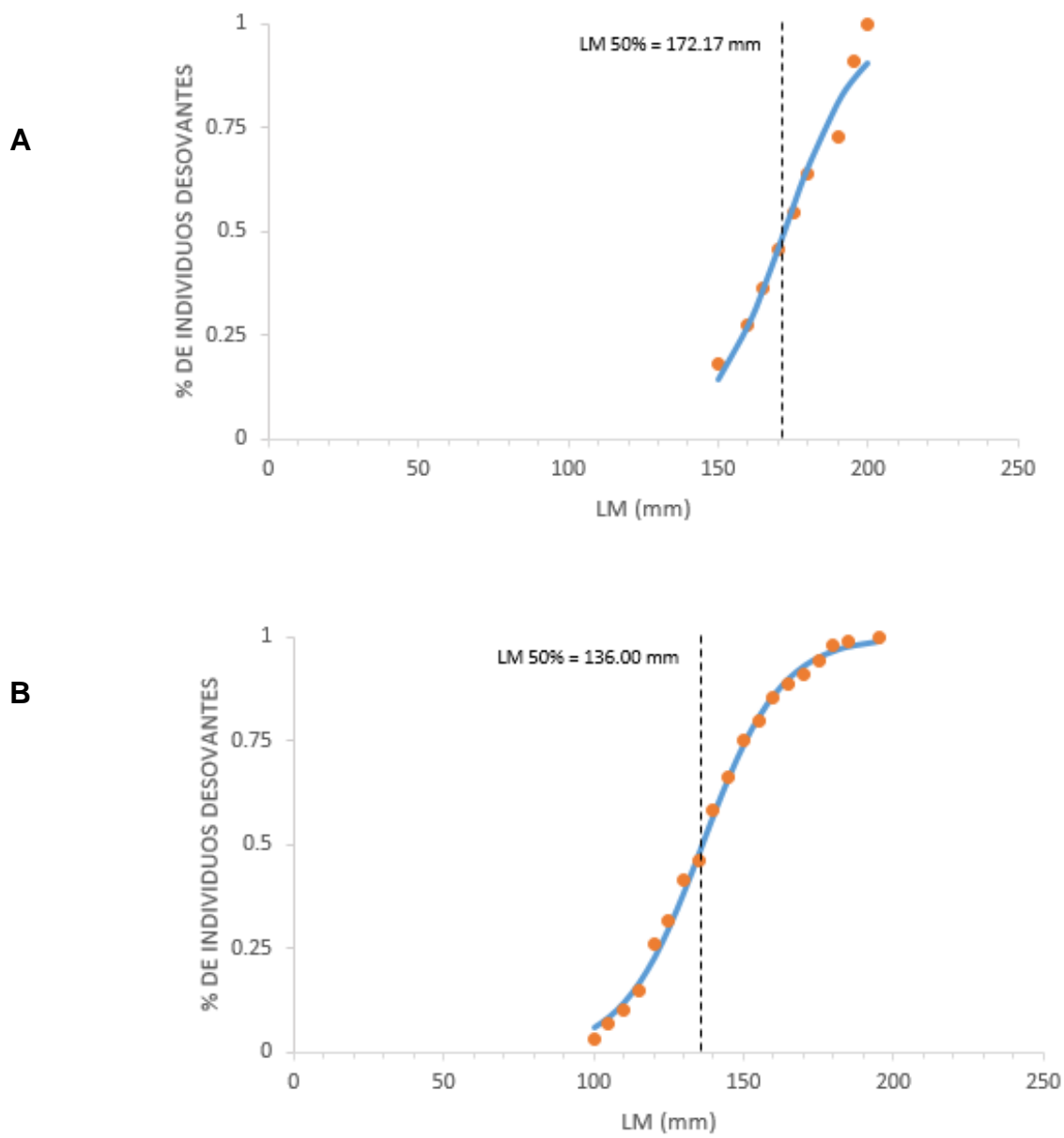


Figura 13. Talla de desove de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

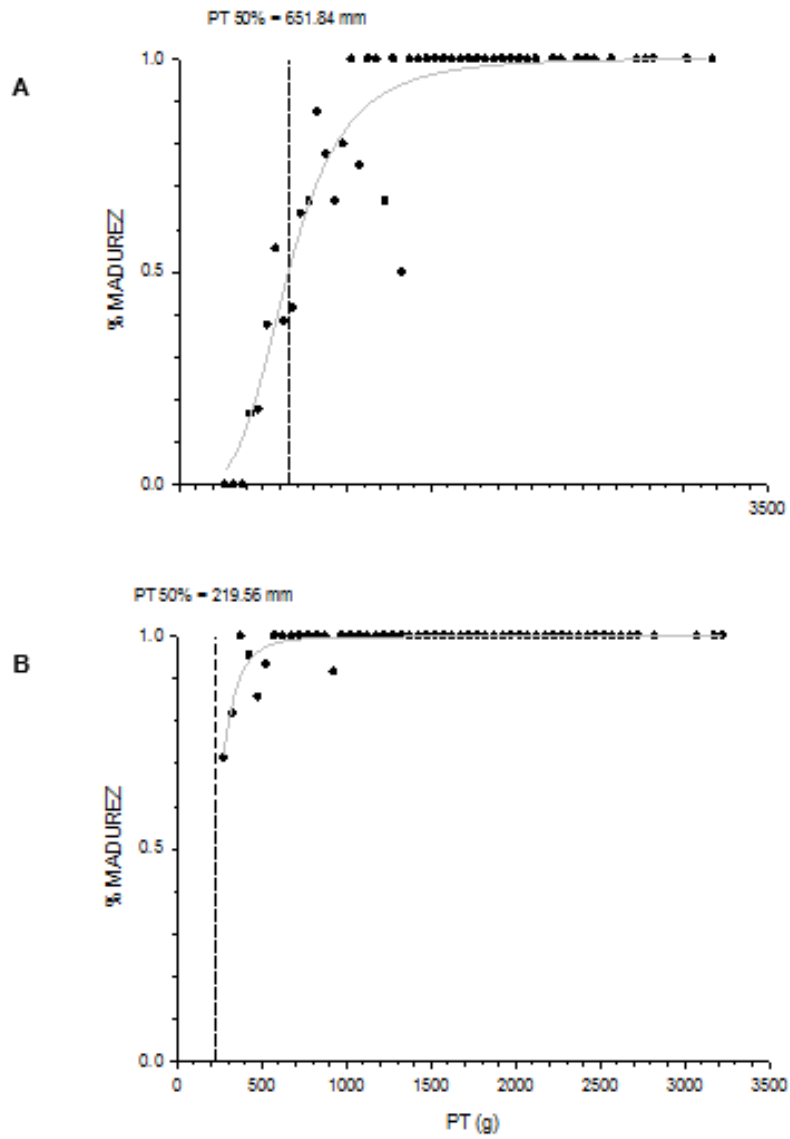


Figura 14. Peso de madurez de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

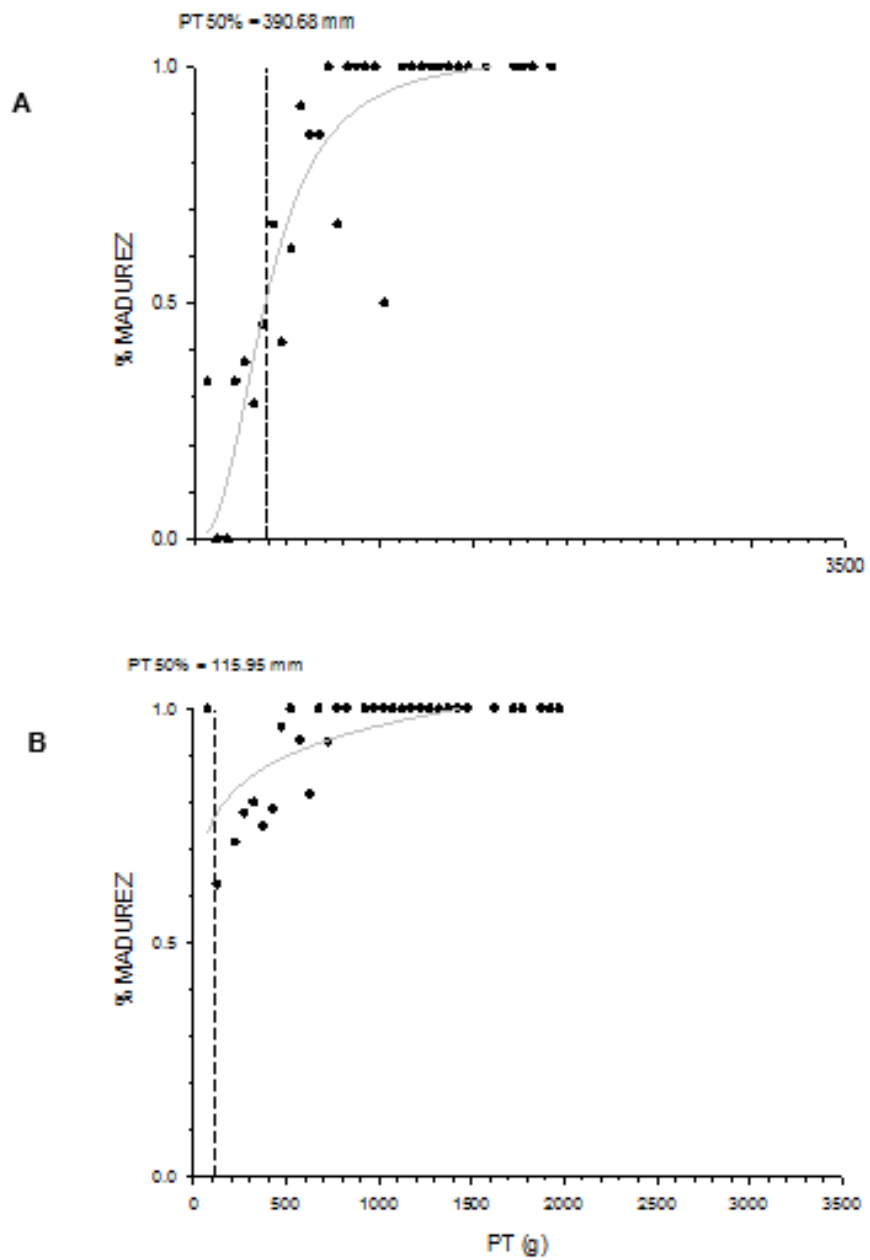


Figura 15. Peso de madurez de hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

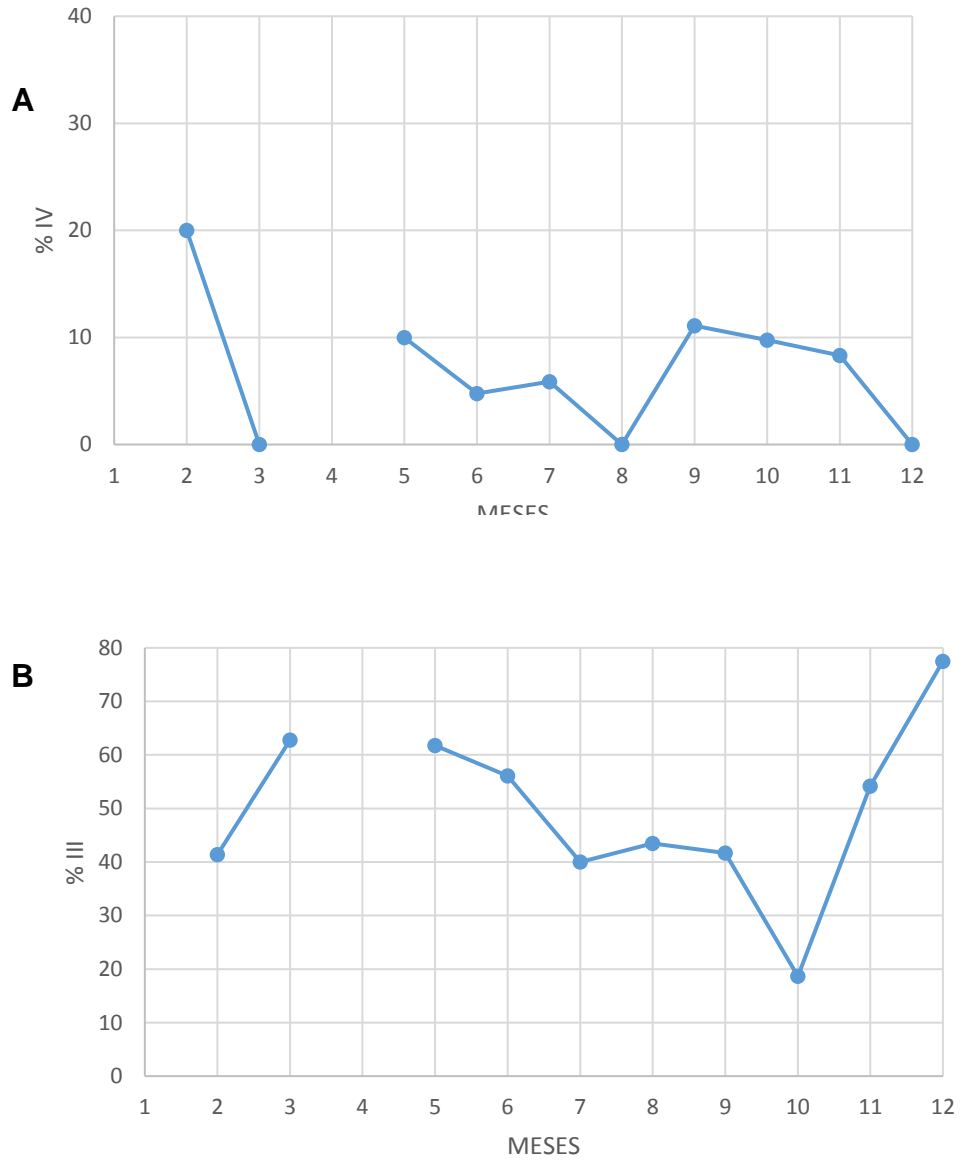


Figura 16. Porcentaje mensual del estadio desovante en hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

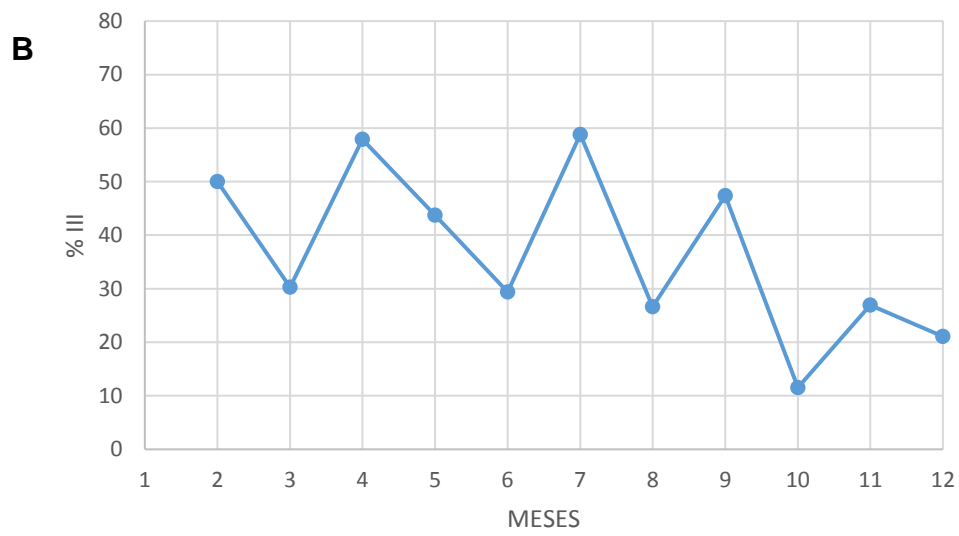
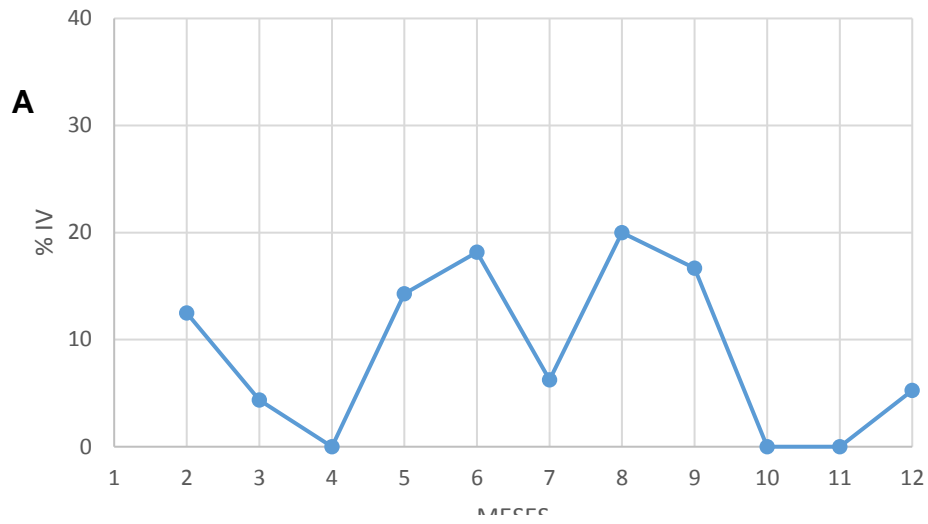


Figura 17. Porcentaje mensual del estadio desovante en hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

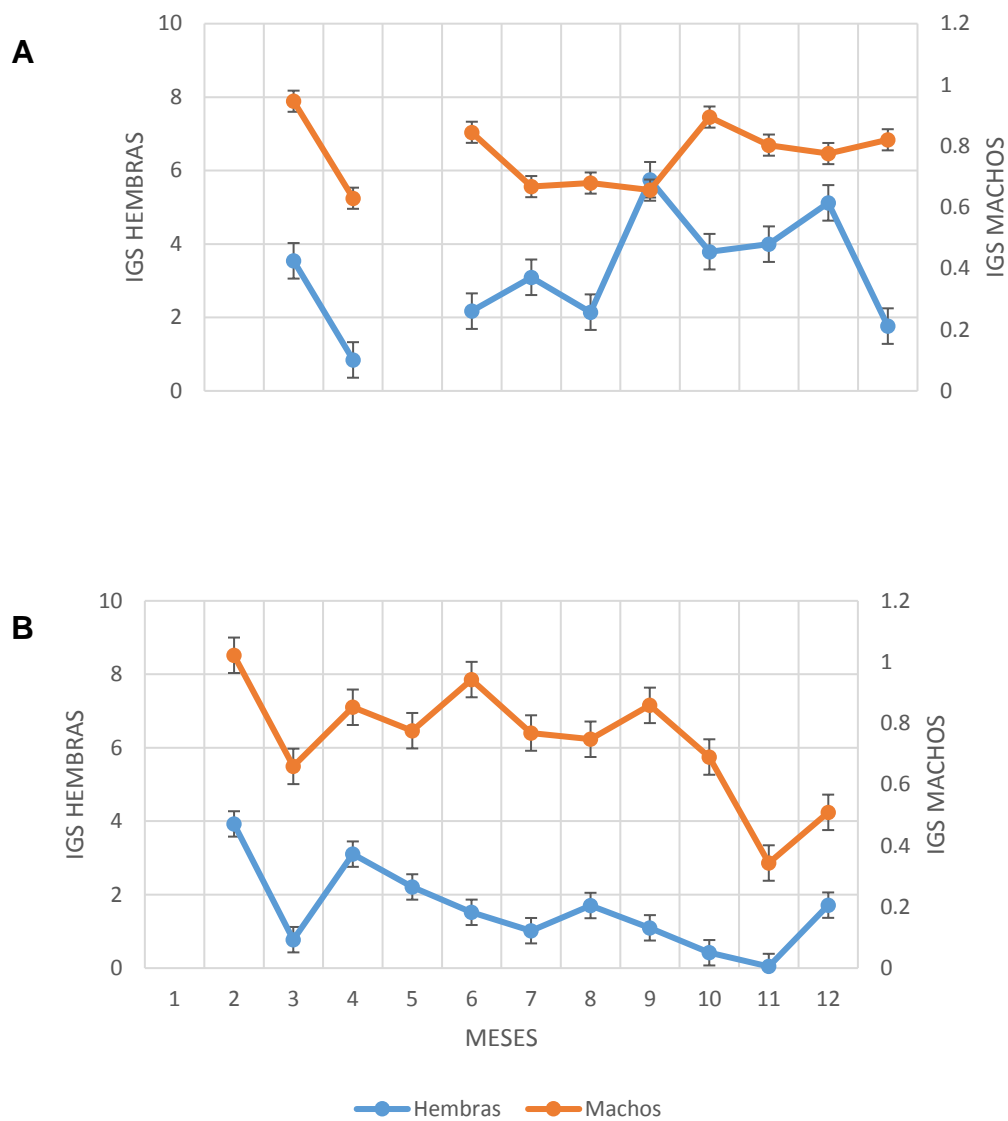


Figura 18. Variación mensual del IGS de *O. mimus* hembras y machos en Callao (A) y Chiclayo (B) de febrero a diciembre de 2014.

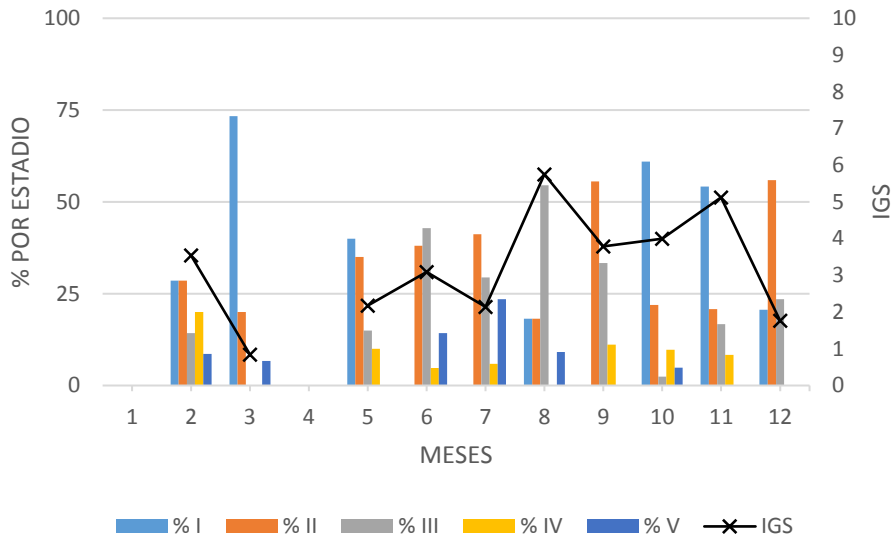


Figura 19. Variación mensual del IGS de *O. mimus* hembras en relación con los estadios de madurez en Callao de febrero a diciembre de 2014.

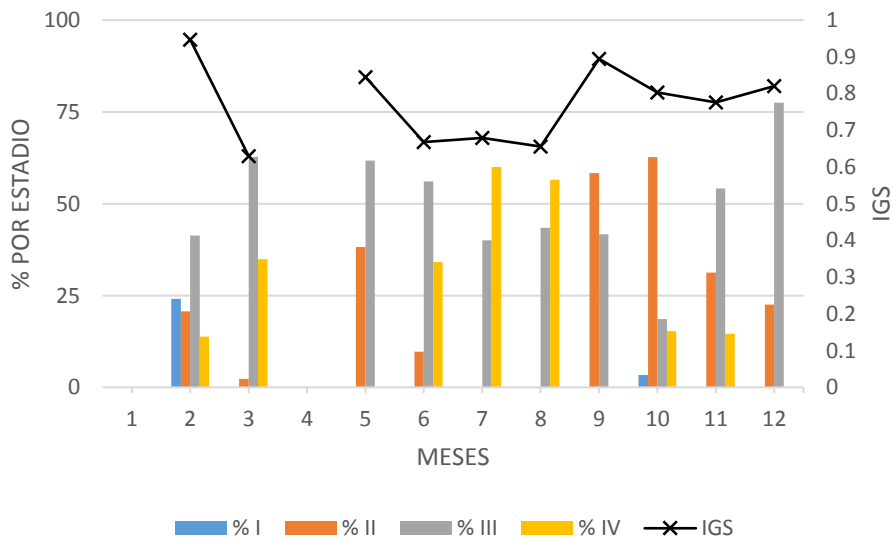


Figura 20. Variación mensual del IGS de *O. mimus* machos en relación con los estadios de madurez en Callao de febrero a diciembre de 2014.

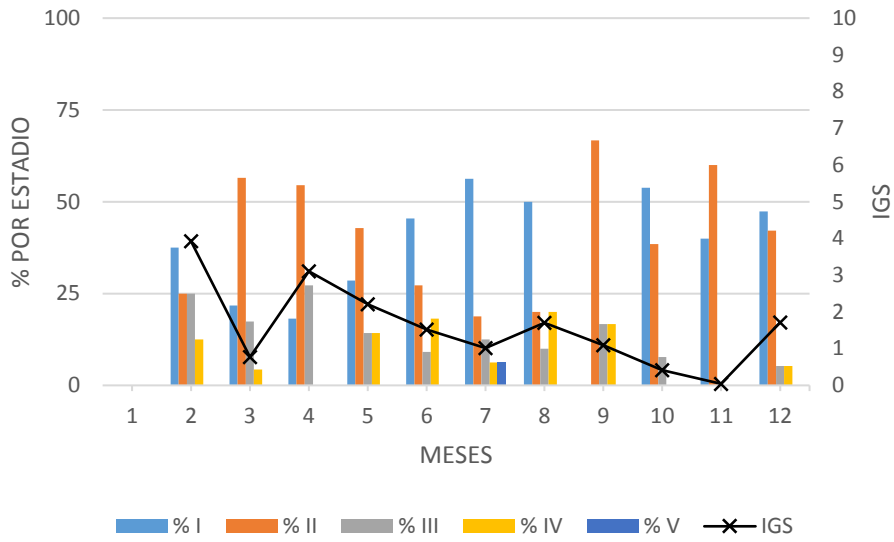


Figura 21. Variación mensual del IGS de *O. mimus* hembras en relación con los estadios de madurez en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

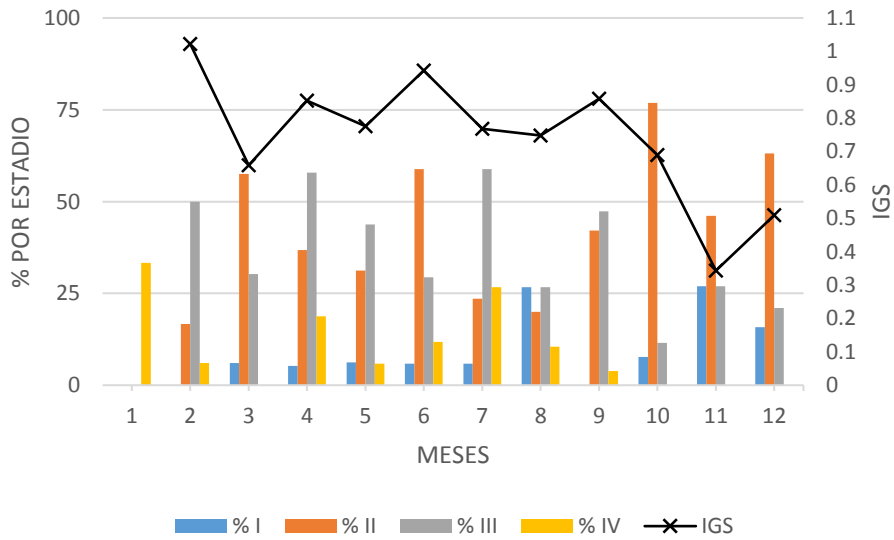


Figura 22. Variación mensual del IGS de *O. mimus* machos en relación con los estadios de madurez en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

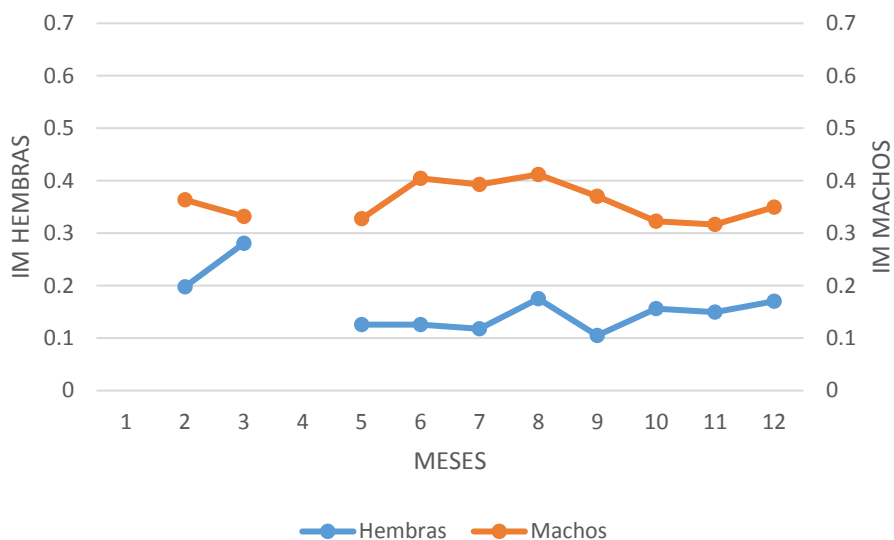


Figura 23. Variación mensual del IM de *O. mimus* hembras y machos en Callao de febrero a diciembre de 2014.

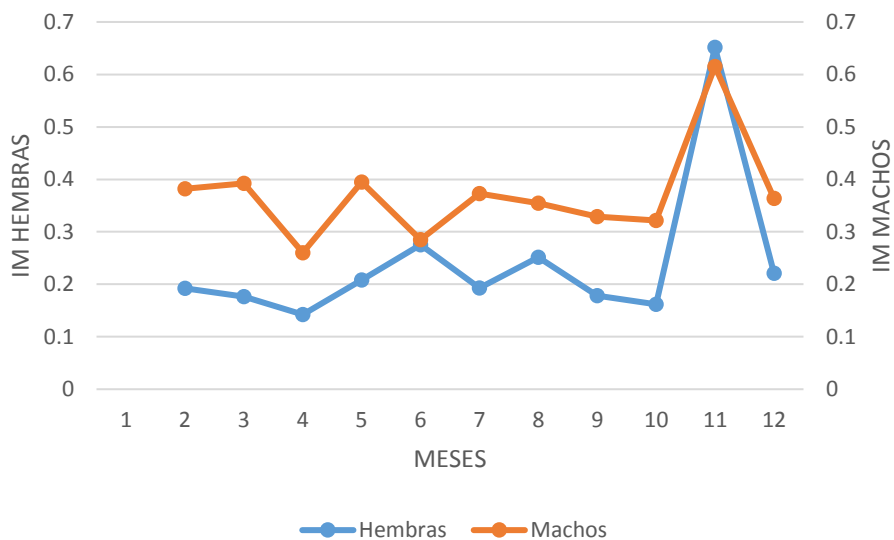


Figura 24. Variación mensual del IM de *O. mimus* hembras y machos en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

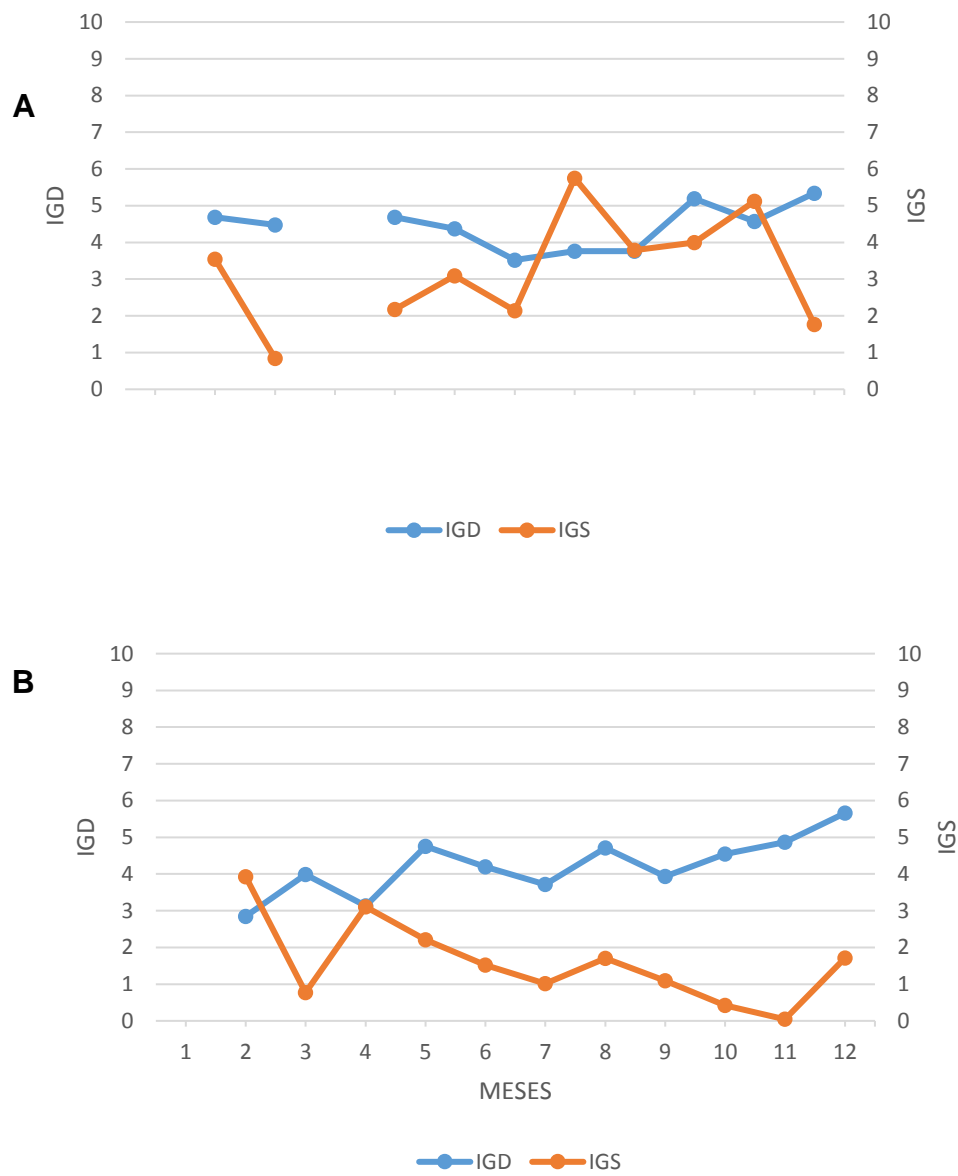


Figura 25. Variación mensual del IGD de *O. mimus* hembras comparada con la del IGS en Callao (A) y Chiclayo (B) de febrero a diciembre de 2014.

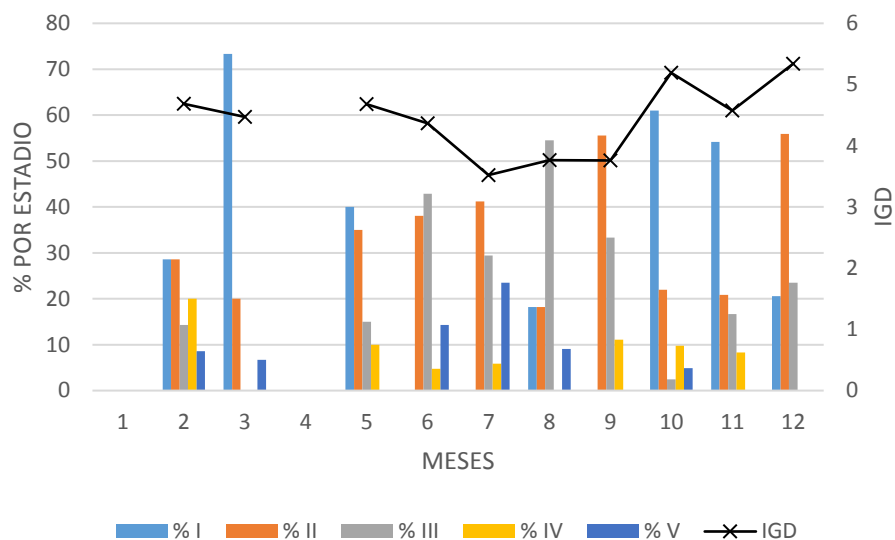


Figura 26. Variación mensual del IGD de *O. mimus* hembras en relación con los estadios de madurez en Callao de febrero a diciembre de 2014.

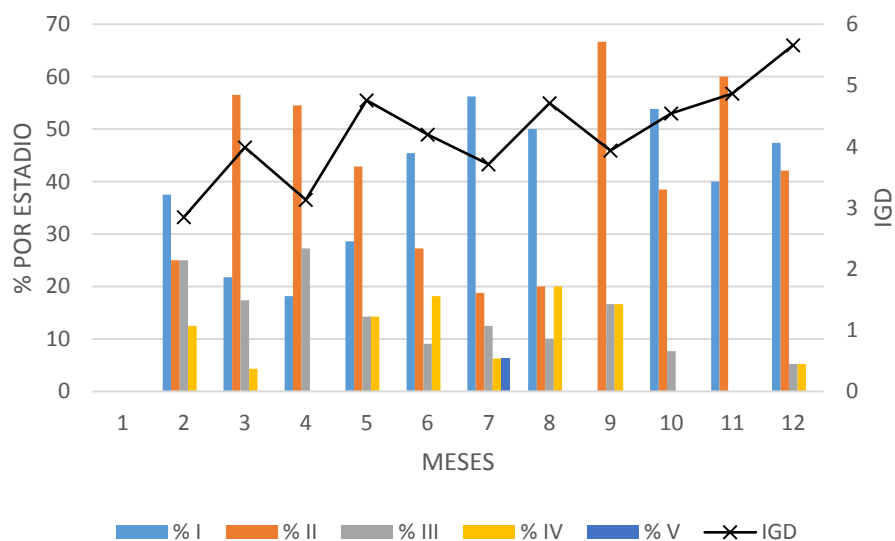


Figura 27. Variación mensual del IGD de *O. mimus* hembras en relación con los estadios de madurez en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

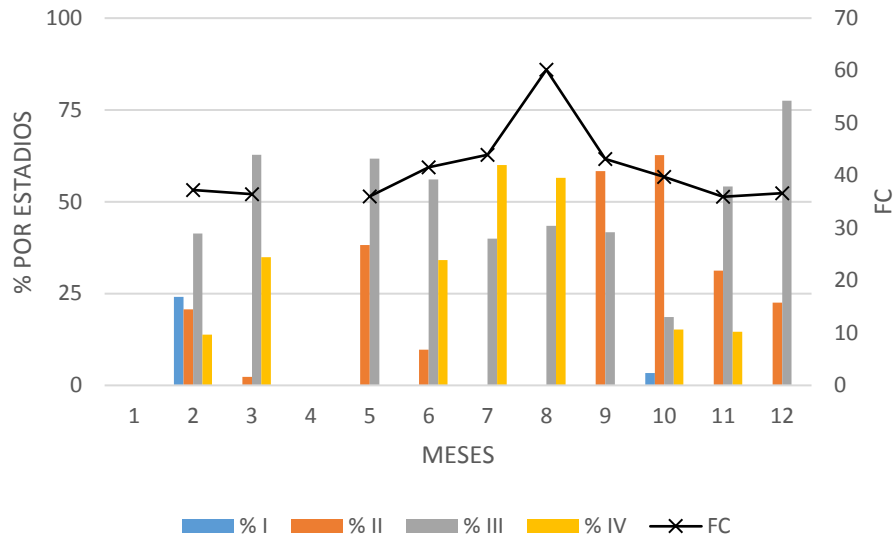


Figura 28. Variación mensual del FC de *O. mimus* machos en relación con los estadios de madurez en Callao de febrero a diciembre de 2014.

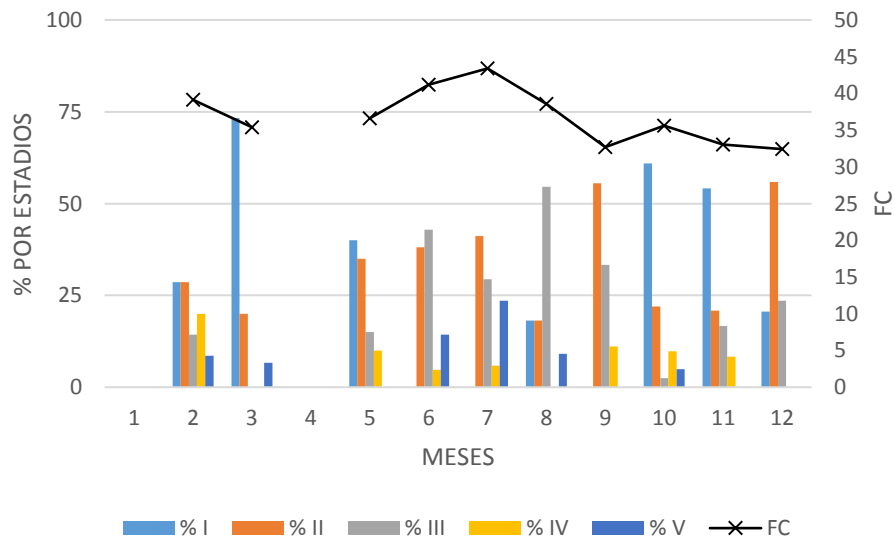


Figura 29. Variación mensual del FC de *O. mimus* hembras en relación con los estadios de madurez en Callao de febrero a diciembre de 2014.

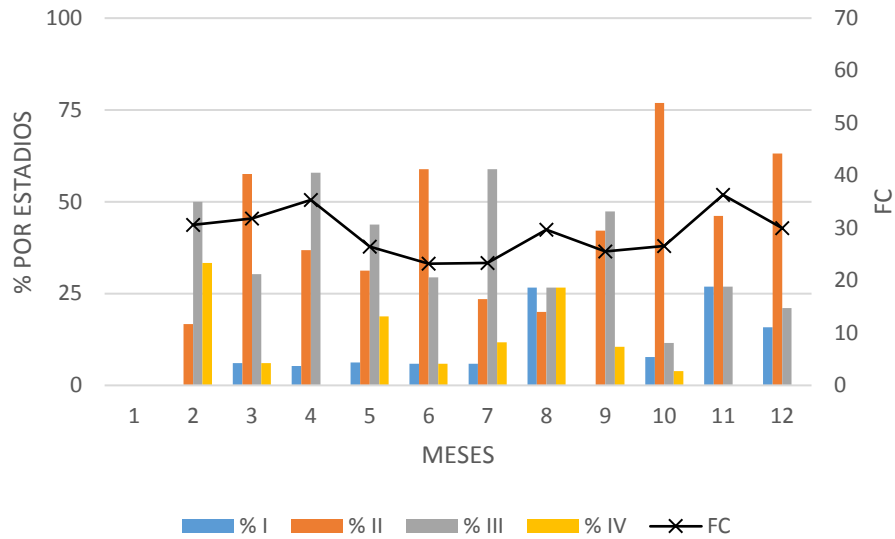


Figura 30. Variación mensual del FC de *O. mimus* machos en relación con los estadios de madurez en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

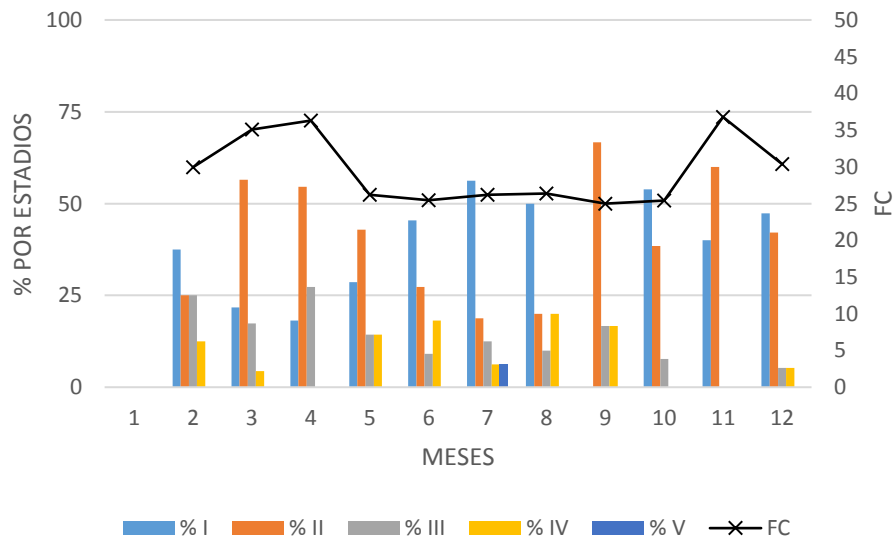


Figura 31. Variación mensual del FC de *O. mimus* hembras en relación con los estadios de madurez en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

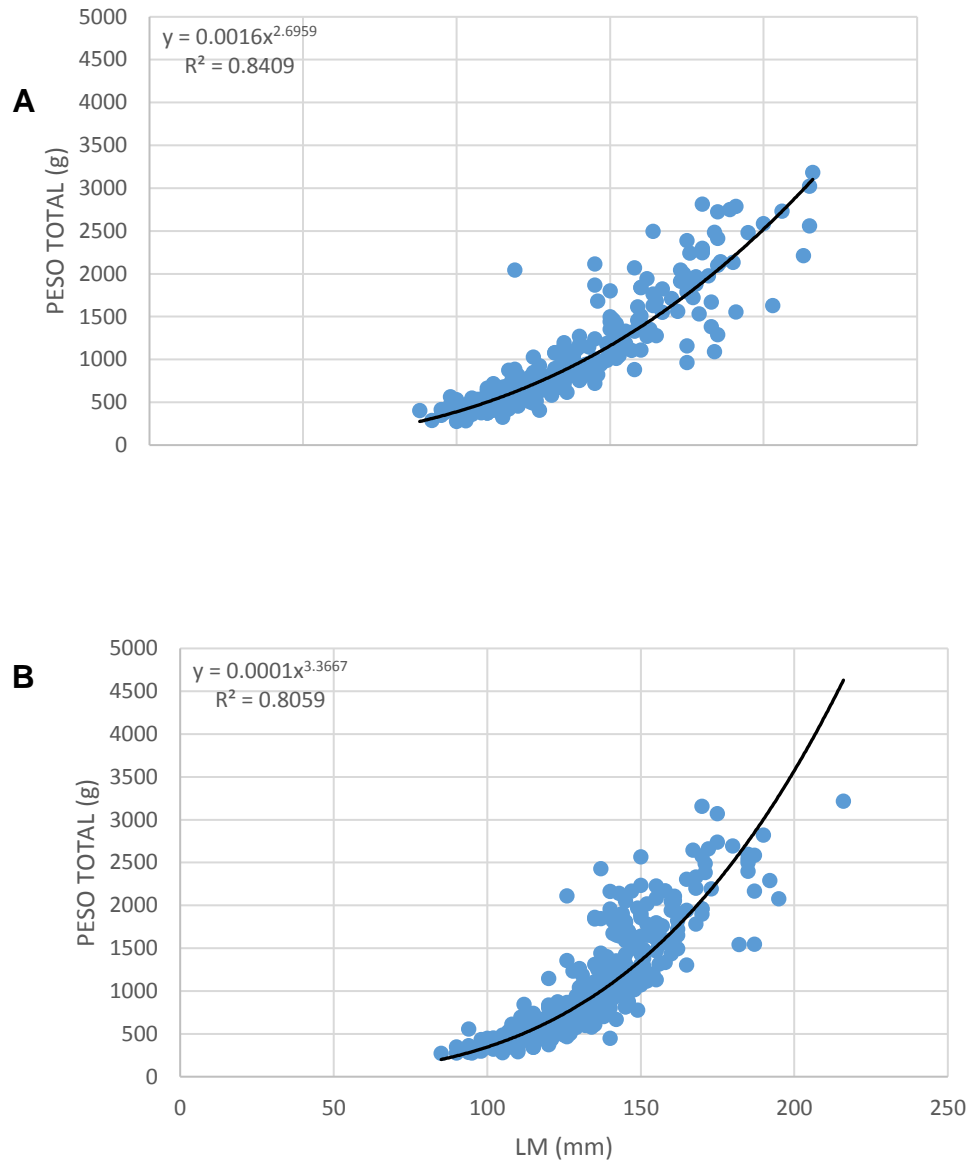
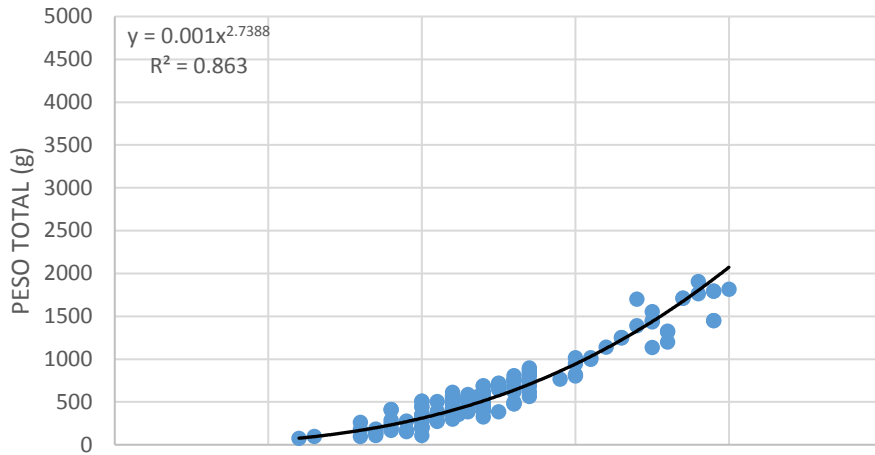


Figura 32. Relación longitud del manto – peso total para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014.

A



B

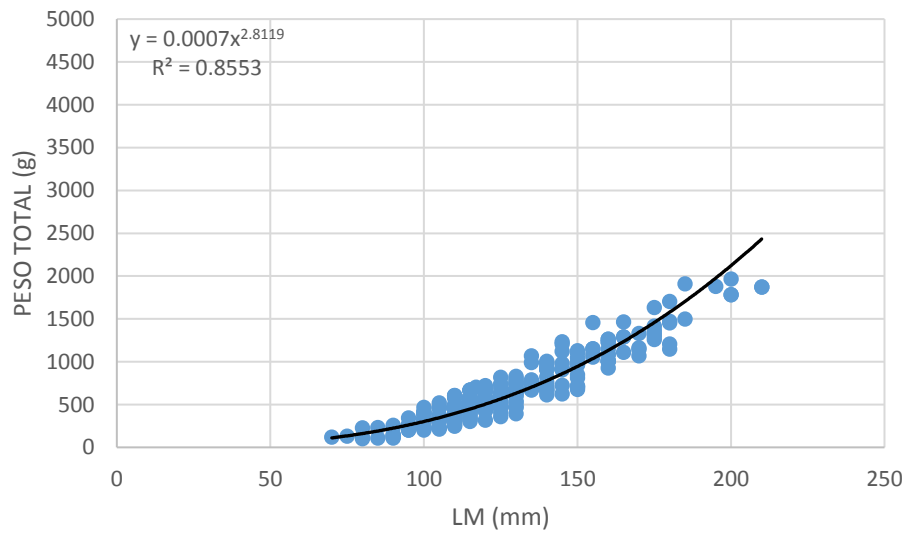


Figura 33. Relación longitud del manto – peso total para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014

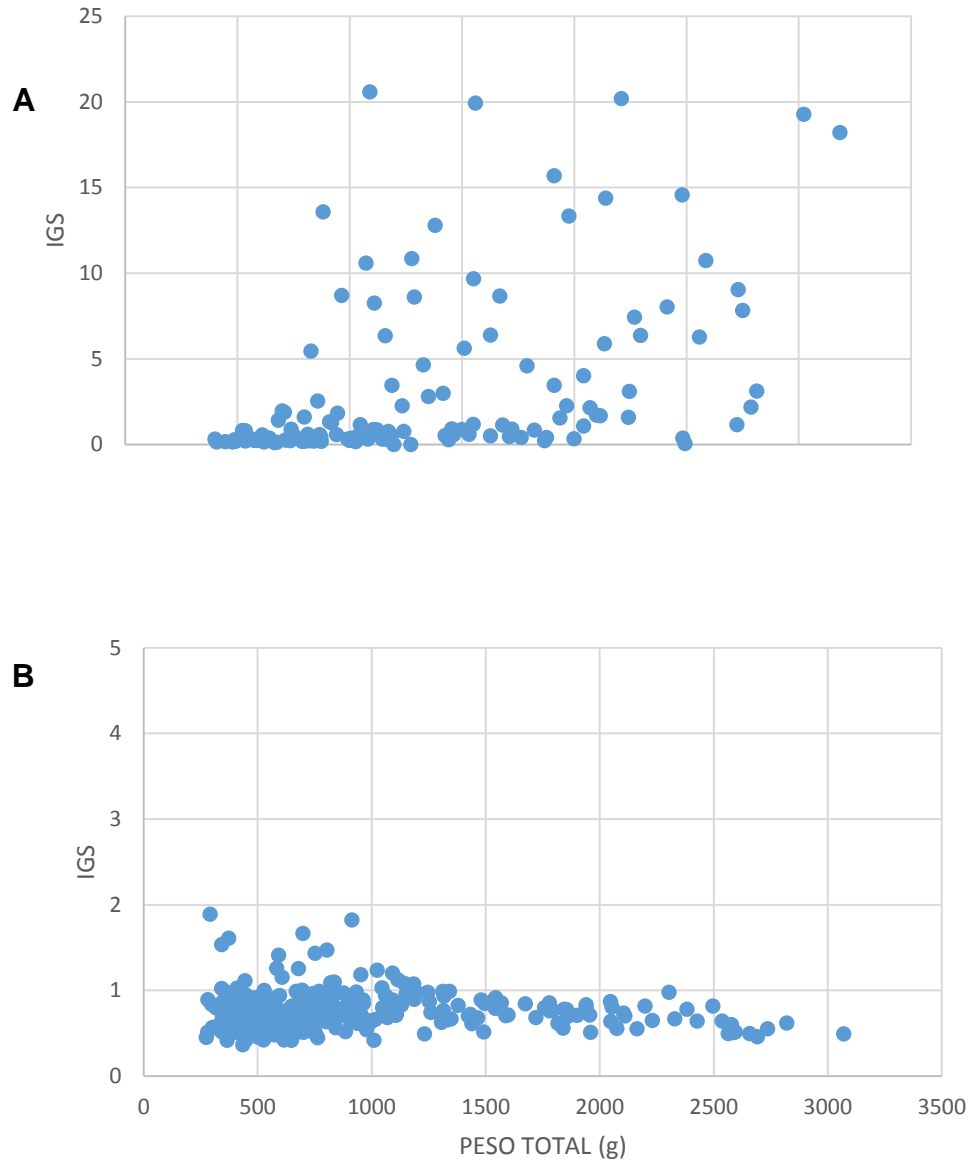


Figura 34. Relación IGS – peso total para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014

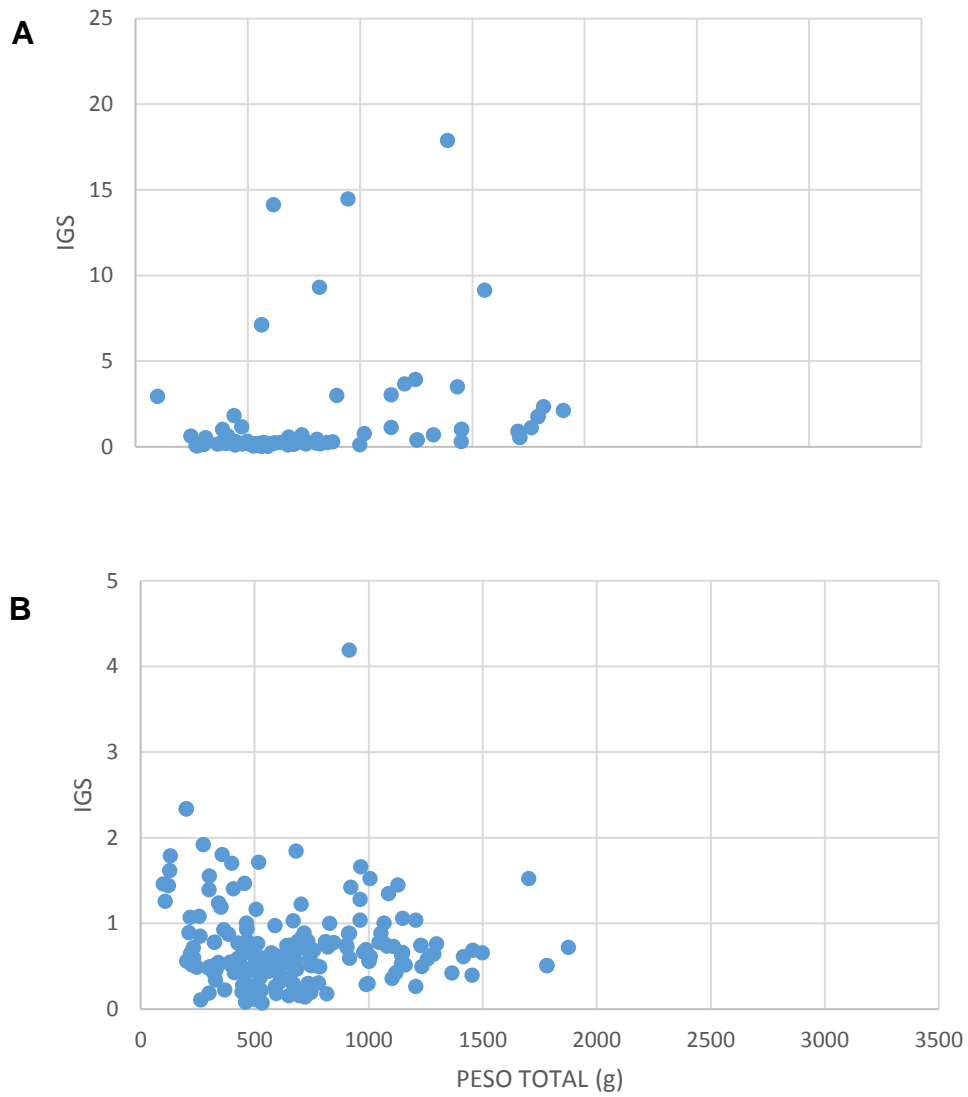


Figura 35. Relación IGS – peso total para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014

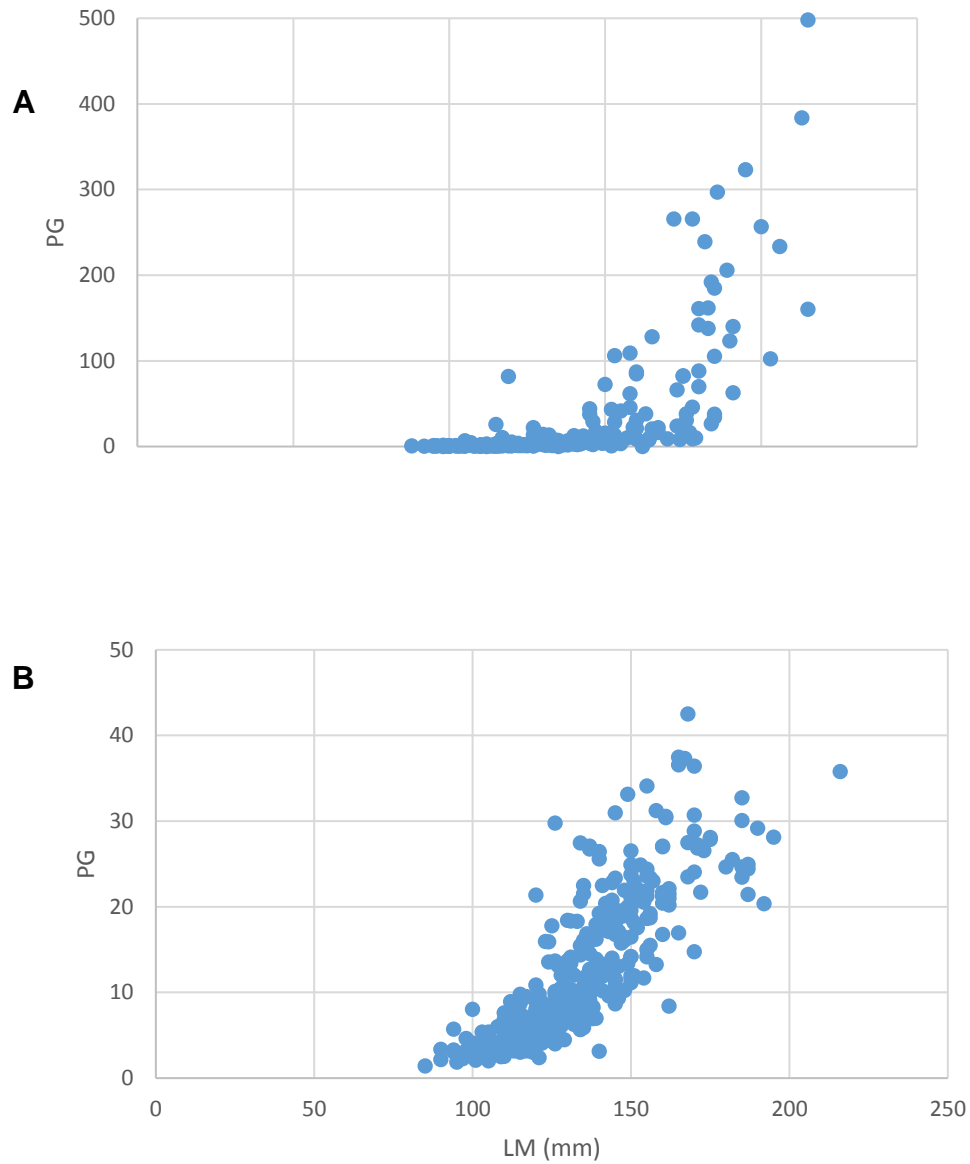


Figura 36. Relación peso de la gónada – longitud del manto para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014

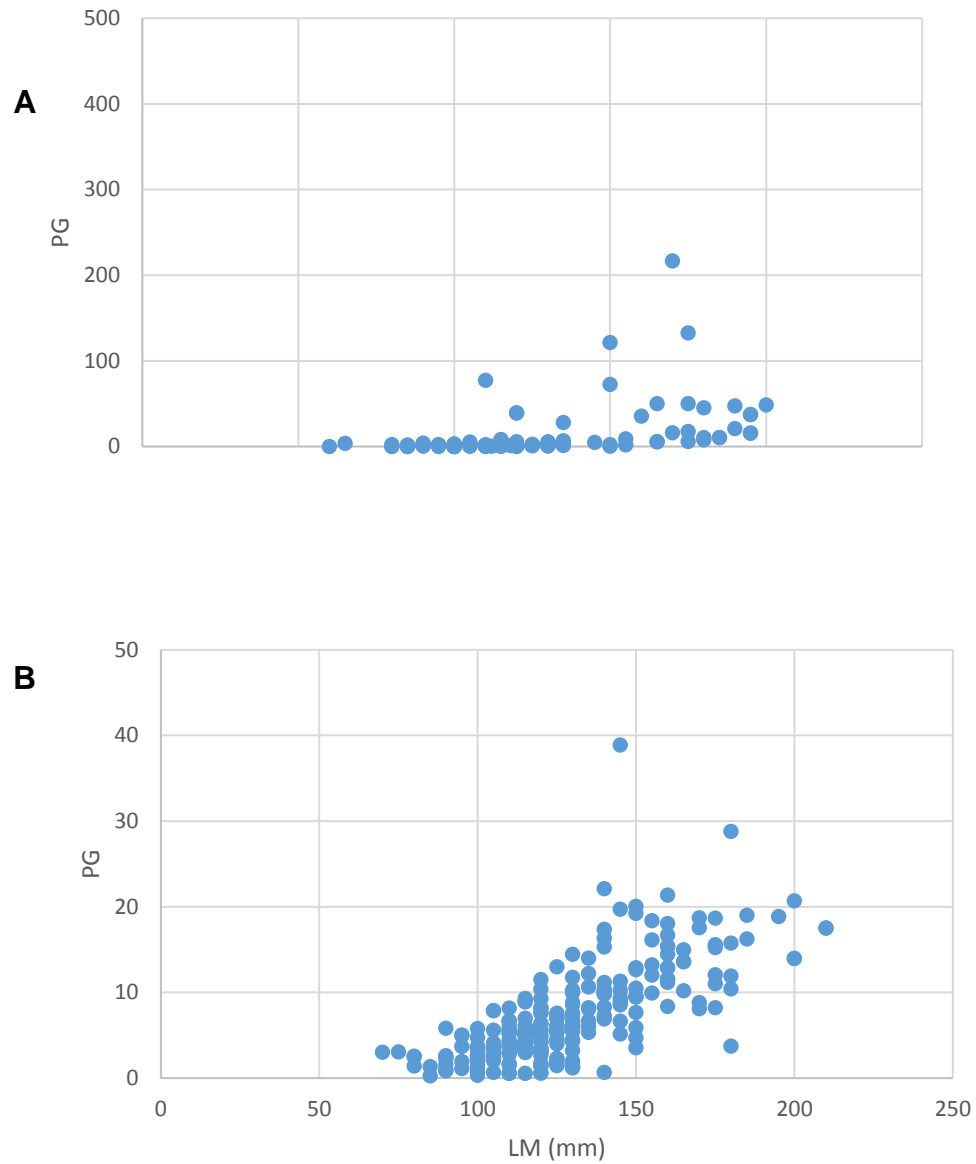


Figura 37. Relación peso de la gónada – longitud del manto para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

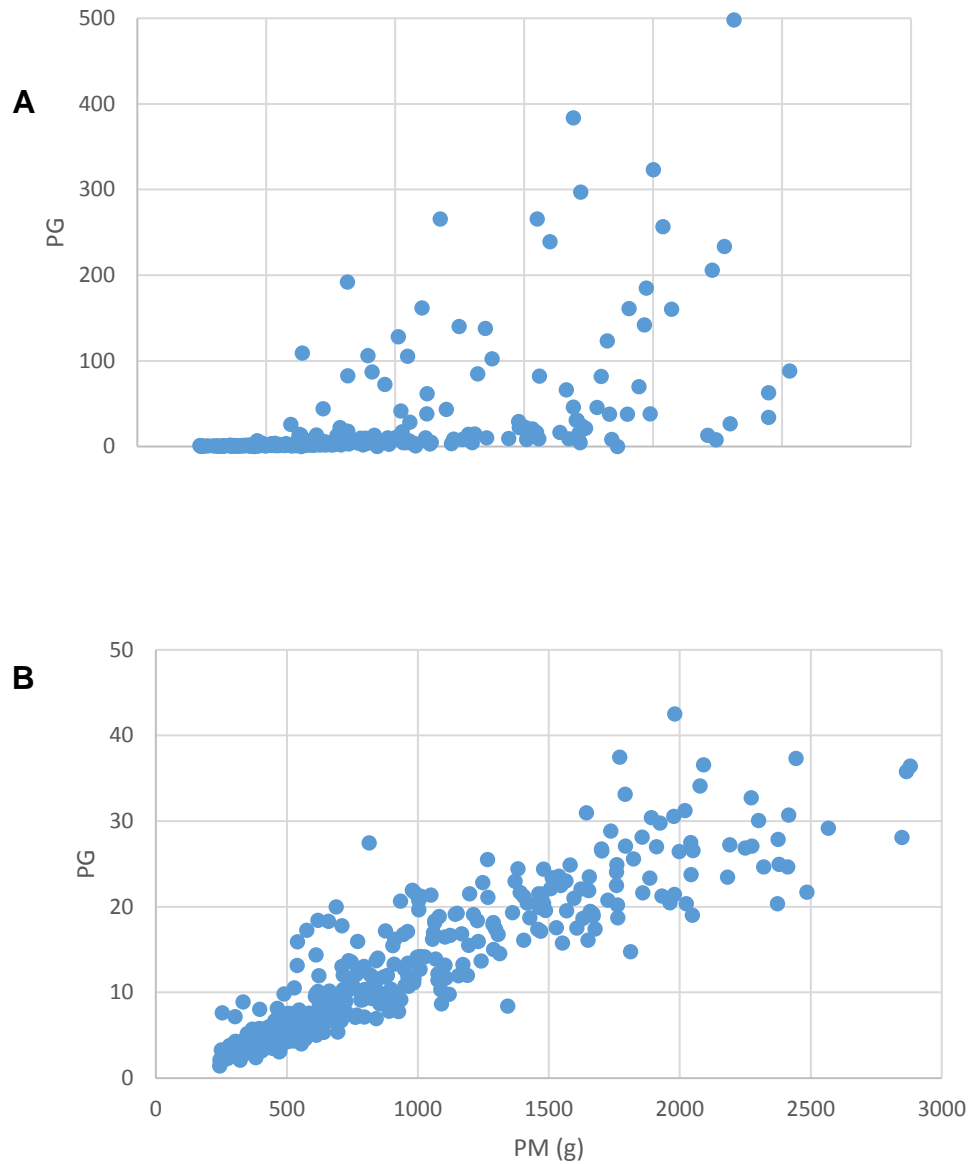


Figura 38. Relación peso de la gónada – peso del manto para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Callao de febrero a diciembre de 2014

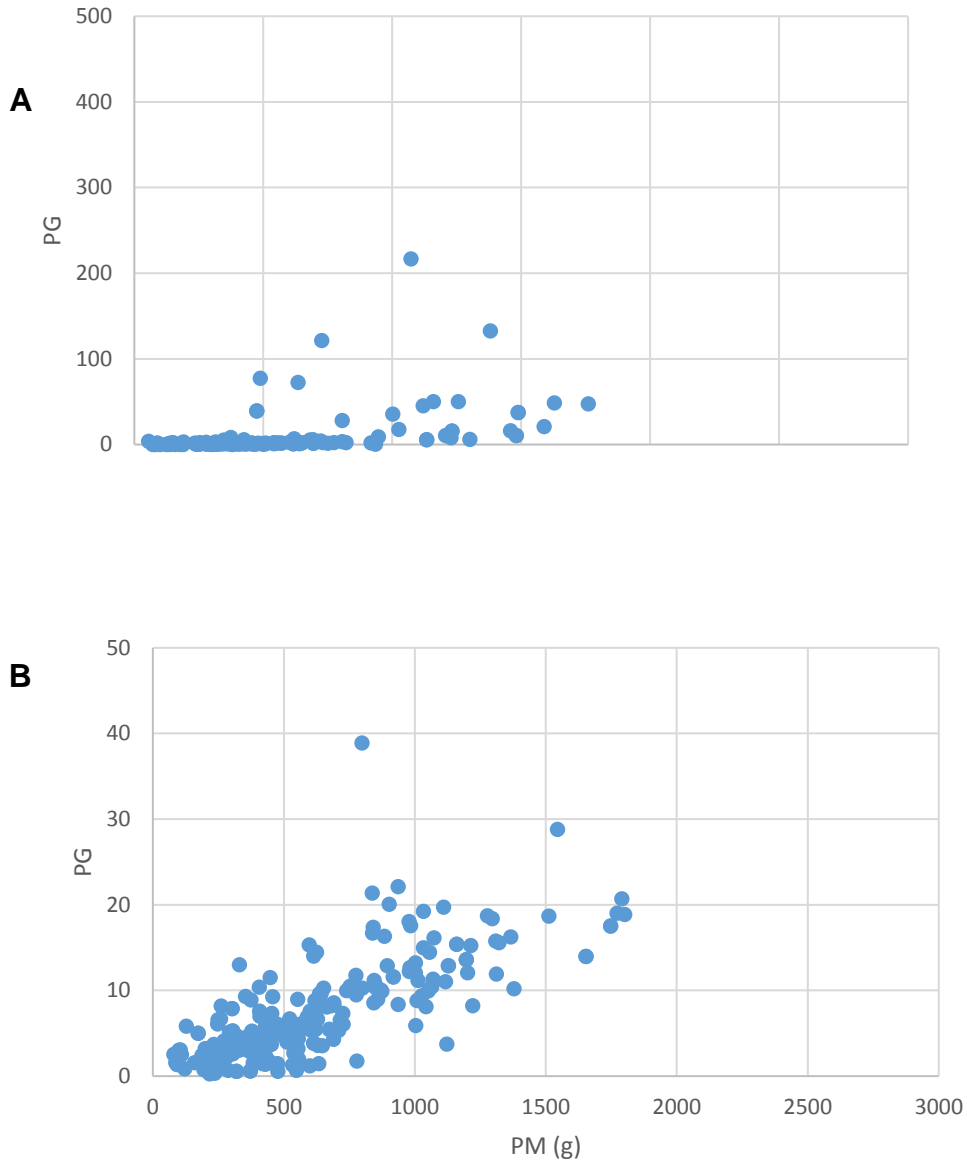


Figura 39. Relación peso de la gónada – peso del manto para hembras (A) y machos (B) de *O. mimus* en Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

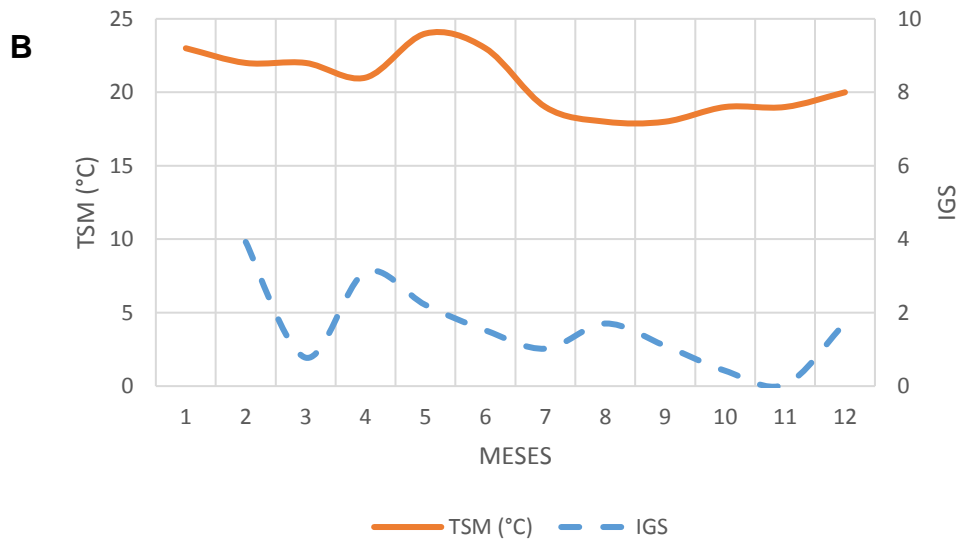
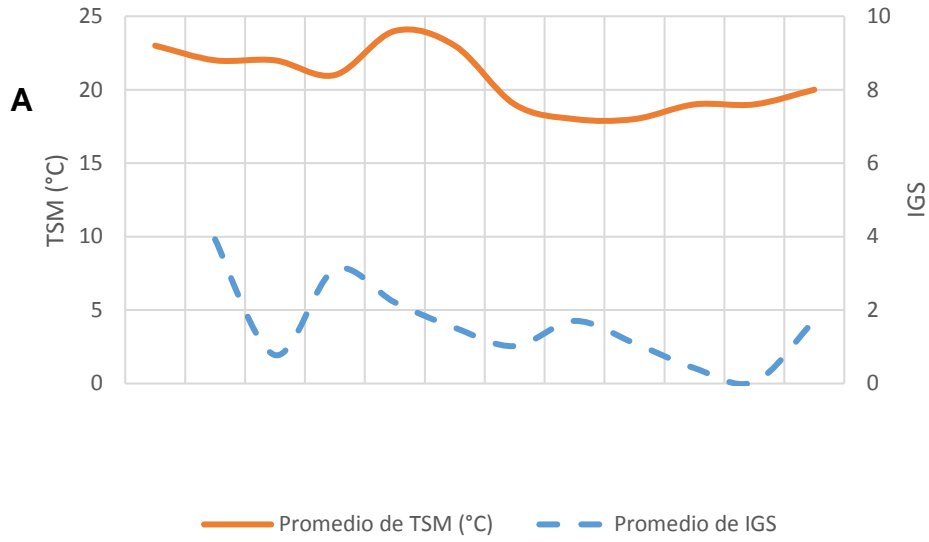


Figura 40. Variación mensual del IGS con relación a la TSM de hembras maduras y en desove de *O. mimus* en Callao (A) y Chiclayo (B) de febrero a diciembre de 2014.

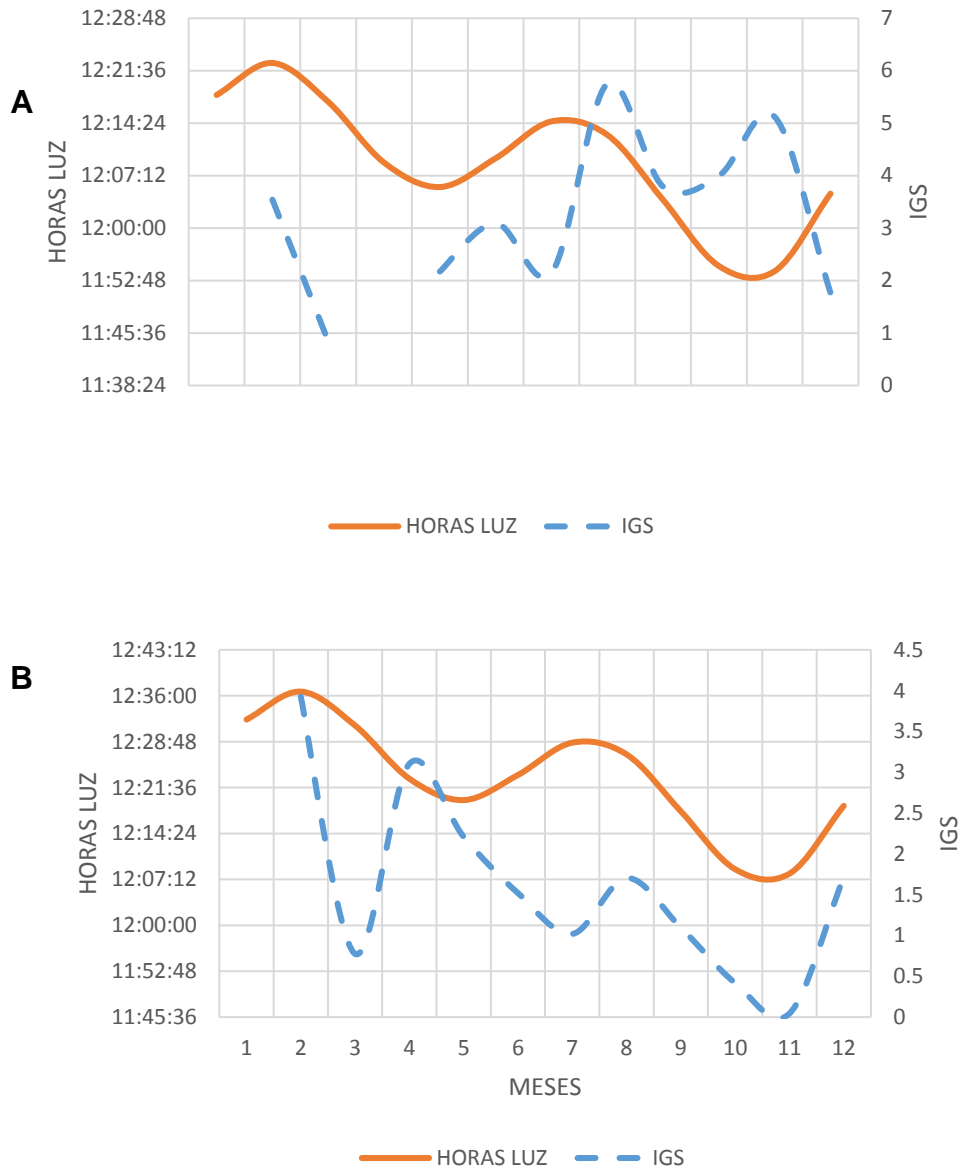


Figura 41. Variación mensual del IGS con relación a la luz de hembras maduras y en desove de *O. mimus* en Callao (A) y Chiclayo (B) de febrero a diciembre de 2014

	Callao					Chiclayo				
	LM (mm)					LM (mm)				
	Media	DE	Mínimo	Máximo	N	Media	DE	Mínimo	Máximo	N
Hembras	138.05	28.15	88	216	244	123.39	28.86	60	200	152
Machos	134.57	21.52	85	216	360	127.90	25.99	70	210	259
	TOTAL				604	TOTAL				411

Tabla 1. Medias poblacionales de tallas (longitud del manto) por sexo de *O. mimus* en Callao y Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

	Callao					χ^2	$(p < 0.05)$	Chiclayo					χ^2	$(p < 0.05)$
	Hembras	%	Machos	%	H:M			Hembras	%	Machos	%	H:M		
enero														
febrero	36	55.4	29	44.6	1.2:1	0.75	ns	8	30.8	18	69.2	0.4:1	3.85	*
marzo	30	41.1	43	58.9	0.7:1	2.32	ns	46	41.1	66	58.9	0.7:1	3.57	ns
abril								11	36.7	19	63.3	0.6:1	2.13	ns
mayo	20	37.0	34	63.0	0.6:1	3.63	ns	7	30.4	16	69.6	0.4:1	3.52	ns
junio	22	34.9	41	65.1	0.5:1	5.73	*	11	39.3	17	60.7	0.6:1	1.29	ns
julio	17	36.2	30	63.8	0.6:1	3.60	ns	16	48.5	17	51.5	0.9:1	0.03	ns
agosto	11	32.4	23	67.6	0.5:1	4.24	*	10	40.0	15	60.0	0.7:1	1.00	ns
septiembre	9	42.9	12	57.1	0.8:1	0.43	ns	6	24.0	19	76.0	0.3:1	6.76	*
octubre	41	40.6	60	59.4	0.7:1	3.57	ns	13	32.5	27	67.5	0.5:1	4.90	*
noviembre	24	33.3	48	66.7	0.5:1	8.00	*	5	16.1	26	83.9	0.2:1	14.23	*
diciembre	34	45.9	40	54.1	0.9:1	0.49	ns	19	50	19	50	1:1	0	ns
TOTAL	244	40.4	360	59.6	0.7:1	22.28	*	152	37	259	63	0.6:1	27.86	*

* = significativo; ns = no significativo

Tabla 2. Proporciones mensuales de sexos de *O. mimus* en Callao y Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.

Estadío	Callao						Chiclayo					
	Hembras			Machos			Hembras			Machos		
	Inmaduro % I	Maduro % II - IV	Desovado % V	Inmaduro % I	Maduro % II - III	Desovado % IV	Inmaduro % I	Maduro % II - IV	Desovado % V	Inmaduro % I	Maduro % II - III	Desovado % IV
enero												
febrero	28.6	62.9	8.6	24.1	62.1	13.8	37.5	62.5			66.7	33.3
marzo	73.3	20.0	6.7		65.1	34.9	21.7	78.3		6.1	87.9	6.1
abril							18.2	81.8		5.3	94.7	
mayo	40.0	60.0			100.0		28.6	71.4		6.3	75.0	18.8
junio		85.7	14.3		65.9	34.1	45.5	54.5		5.9	88.2	5.9
julio		76.5	23.5		40.0	60.0	56.3	37.5	6.3	5.9	82.4	11.8
agosto	18.2	72.7	9.1		43.5	56.5	50.0	50.0		26.7	46.7	26.7
septiembre		100.0			100.0			100.0			89.5	10.5
octubre	61.0	34.1	4.9	3.4	81.4	15.3	53.8	46.2		7.7	88.5	3.8
noviembre	54.2	45.8			85.4	14.6	40.0	60.0		26.9	73.1	
diciembre	20.6	79.4			100.0		47.4	52.6		15.8	84.2	

Tabla 3. Porcentajes mensuales por estadíos por sexos de *O. mimus* en Callao y Chiclayo de febrero a diciembre de 2014.