



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

EVALUACION DEL PERIODO REPRODUCTIVO Y LA TALLA DE PRIMERA MADUREZ DEL MAURI (*Trichomycterus dispar* Tschudi, 1846) EN LA PARTE NORTE DEL LAGO TITICACA

IVAN DAVID ANAHUA LARICO
Laboratorio Continental de Puno – IMARPE

INTRODUCCION

El mauri “*Trichomycterus dispar*” es una especie que habita en la zona litoral y bentónica del Lago Titicaca y presenta una importancia comercial para la población circunlacustre. De los volúmenes de desembarque entre 1981 a 2015 una disminución acelerada en un 90% causado por una explotación excesiva. Lo que es reflejado en la biomasa de esta especie que se encontraría en situación vulnerable. A pesar de bajos volúmenes de desembarque en la pesca comercial (1.5% de captura total), la zona Norte (Pusi) es el área de mayor desembarque dentro del lago, careciendo de información sobre su biología reproductiva para este sector.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el patrón del periodo reproductivo y establecer la talla de primera madurez sexual en ambos sexo del mauri para la zona norte del lago para el periodo 2008 y 2015.





PERÚ

Ministerio
de la Producción



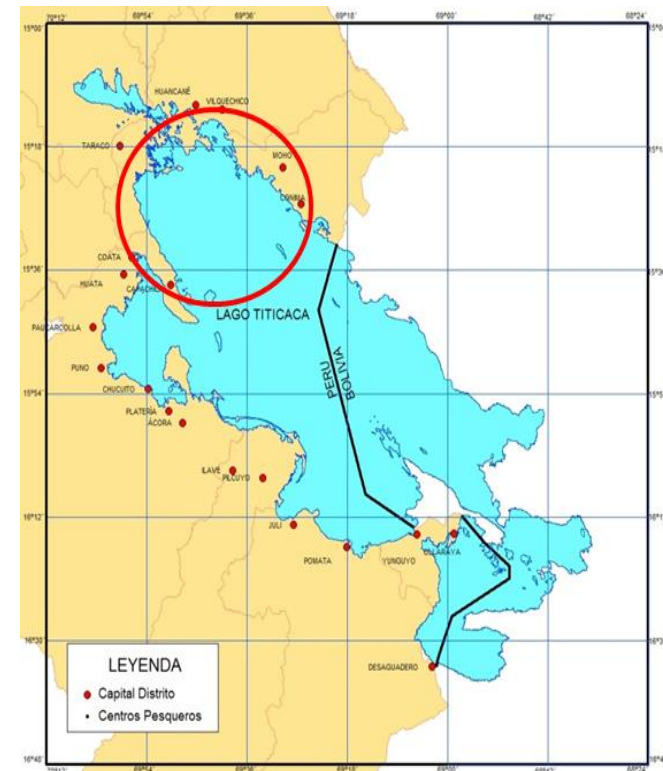
IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Área de Estudio

El área de estudio fue el Lago Titicaca ($15^{\circ}13'19''$ – $16^{\circ}35'37''$ LS y $68^{\circ}33'36''$ – $70^{\circ}02'13''$ LO), considerado el segundo lago mas grande en Sudamérica con una superficie de aproximadamente 8400km^2 y un volumen de 930 km^3 , ubicado a una altitud de 3809 msnm (Wirrmann 1991), y es considerado como el lago navegable mas alto del mundo.

Materiales y Métodos

Las muestras se recolectaron de la flota de pesca artesanal del Lago Titicaca. Se realizaron muestreos mensuales de mauri provenientes de la zona Norte, desde el 2008 a 2015 **Cada pez fue pesado y medido en fresco en su longitud total (LT) y estadar.** se trabajo con peces de ambos sexo. Cada espécimen hembra y macho se les extrajo las gónadas y se pesaron. Además, se registró el estado de madurez sexual (EMS) mediante la escala macroscópica de ocho estadios de Johansen (1924).



EL PERÚ PRIMERO



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Índice Gonado somático (IGS)

La época principal de desove se determinara usando el Índice Gónado Somático (IGS) (Nikolsky, 1963; Leal, 2003), estimando un promedio mensual de su valor para machos y hembras.

$$IGS = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{PG}{PE} * 100}{n}$$

Dónde: PG= peso de la gónada (g); PE = peso eviscerado (g); n=número total de ejemplares

Talla de Madurez Sexual (TMS)

se consolido la información proveniente de las observaciones macroscópicas de las gónadas, donde los estadíos I y II se consideraron como “inmaduros” y los estadíos del III al VIII como “maduros”. Las muestras se tomaron en períodos de pico de desove considerando un amplio rango de tallas que incluya desde los juveniles o virginales hasta los adultos de mayor talla. La longitud de primera madurez sexual se define cuando la ojiva de madurez alcanza el 50% de la probabilidad de observar individuos hembras maduros (Cubillos 2005).



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{\alpha_0 + \beta_1 l}}$$

Donde: = Proporción de maduros a la talla ; α y β = Intercepto y Pendiente; L= Longitud total del pez (cm).

Los parámetros **alfa y beta** , se obtuvieron por máxima verosimilitud, considerando una distribución binomial de los datos de madurez. Luego, se determinó la longitud de madurez al 50% de peces maduros mediante la siguiente ecuación

Análisis de varianza (ANOVA)

La técnica consistirá en realizar una comparación de la talla de madurez en el tiempo y sexo.

EL PERÚ PRIMERO



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

RESULTADOS

PERIODO REPRODUCTIVO DEL MAURI

Se analizaron 3.387 ejemplares de hembra y 3.068 ejemplares macho. Los muestreos biológicos se realizaron a través de muestreo aleatorio estratificado.

Los mayores valores promedio del IGS se presentaron en **julio, agosto, setiembre y octubre** (Tabla). Para ambos sexo, y un segundo periodo entre el mes de **diciembre a Marzo**. De la evolución mensual del IGS se determina que el mauri es un desovante parcial, es decir que desove todo el año pero con mayor intensidad a finales de invierno e inicios de primavera

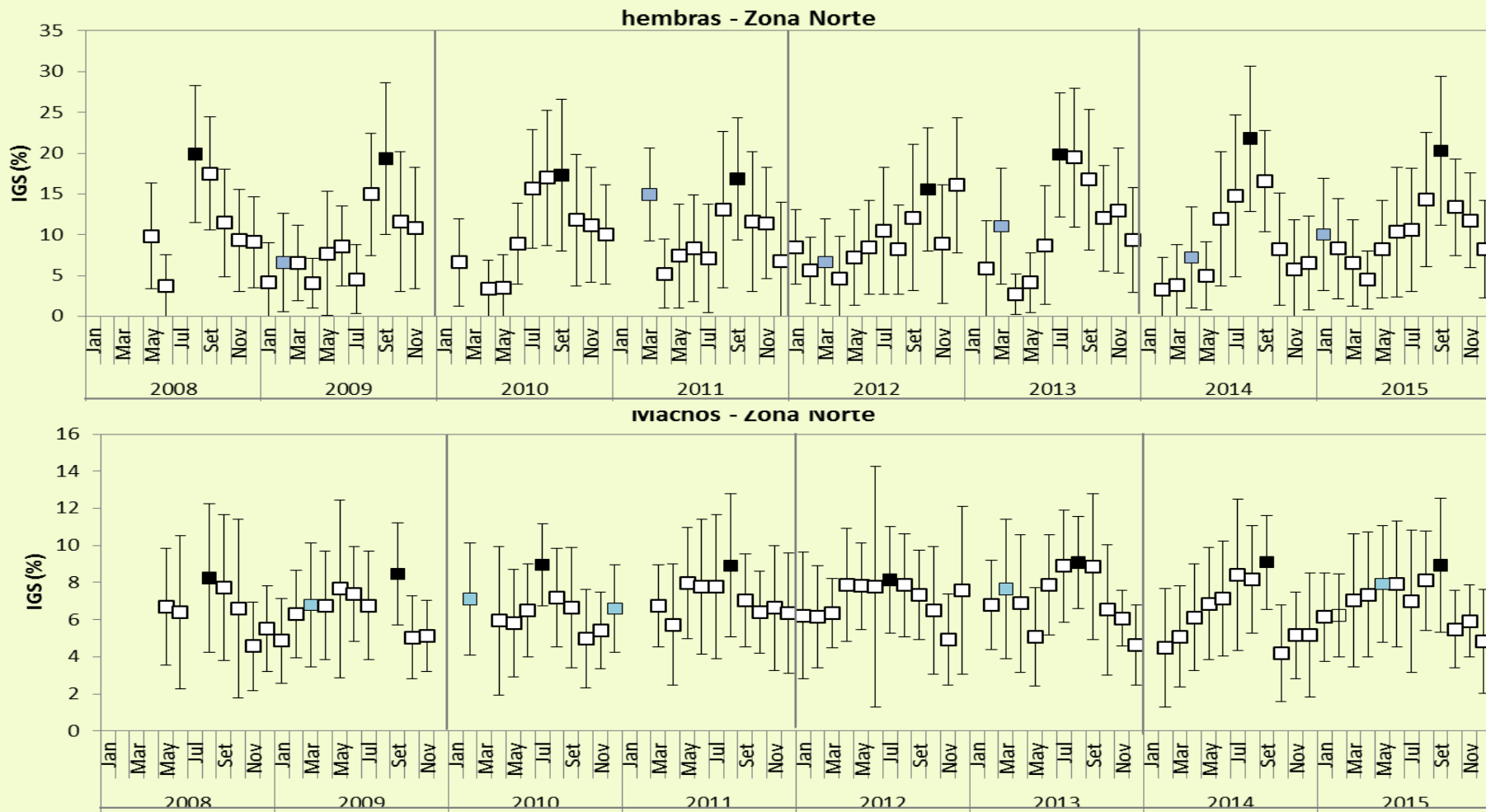


PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ





PERÚ

Ministerio de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Talla de madurez sexual (TSM)

La talla de primera madurez sexual (TM) se estimó a partir del método de longitud del 50% para el periodo de estudio, se determinó en hembras de 12,0 cm LT y en machos 10.7 cm de LT.

valores de α y β , las Tallas por Año Hembras

Años	a	b	T50%
2008	14.038	-1.187	11.8
2009	17.888	-1.409	12.7
2010	15.383	-1.255	12.3
2011	17.760	-1.498	11.9
2012	17.760	-1.498	11.9
2013	16.634	-1.358	12.2
2014	36.142	-2.993	12.1
2015	35.703	-2.972	12.0
2008 - 2015	15.022	-1.247	12.0

valores de α y β , las Tallas por Año Machos

Años	a	b	T50%
2008	20.284185	-1.799807	11.3
2009	8.940408	-0.8719207	10.3
2010	7.4863834	-0.7854562	9.5
2011	11.977185	-1.190736	10.1
2012	5.9217461	-0.6273545	9.4
2013	21.75963	-1.932503	11.3
2014	22.680317	-2.002264	11.3
2015	23.121451	-2.023456	11.3
2008 - 2015	11.280719	-1.078699	10.7



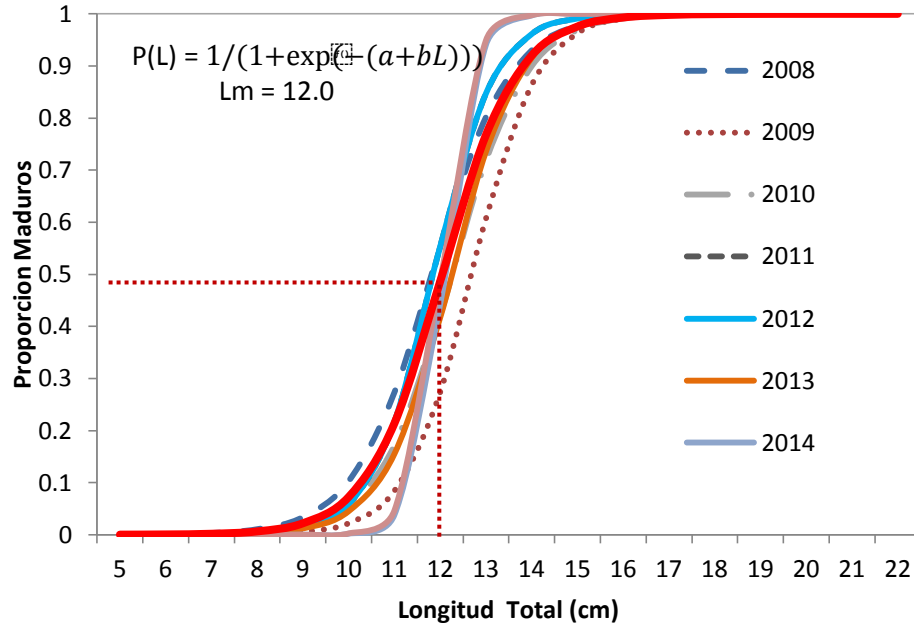
PERÚ

Ministerio de la Producción

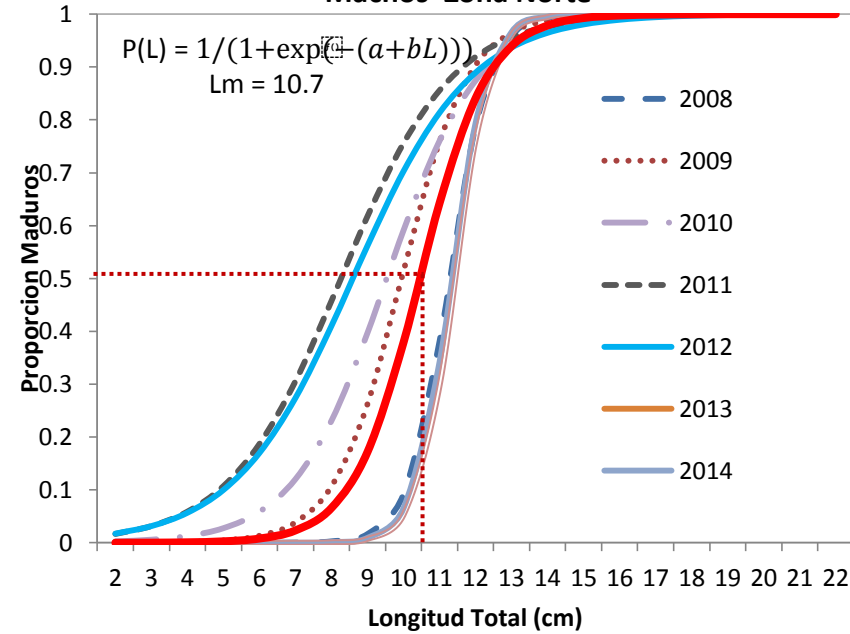


IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Hembras Zona Norte



Machos Zona Norte



Análisis de varianza (ANOVA) entre Sexo y Años

Del análisis estadístico de determino una variación significativa del $L_{50\%}$ entre sexo (ANOVA, $F_{1,8} = 26.8$; $P > 0.001$). De los $L_{50\%}$ estimados entre años no presento una variación.

```

> data150
  bianual  años  sexo  talla50
1        1     8 hembra  11.82
2        1     8 macho   11.27
3        1     9 hembra  12.69
4        1     9 macho   10.25
5        2    10 hembra  12.25
6        2    10 macho    9.53
7        2    11 hembra  11.86
8        2    11 macho   10.06
9        3    12 hembra  11.86
10       3    12 macho    9.44
11       3    13 hembra  12.25
12       3    13 macho   11.26
13       4    14 hembra  12.08
14       4    14 macho   11.33
15       4    15 hembra  12.00
16       4    15 macho   11.31

```

summary(anova)	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
sexo	1	9.548	9.548	26.794	0.000847	***
bianual	3	1.337	0.446	1.251	0.354149	
sexo:bianual	3	1.22	0.407	1.141	0.389475	
Residuals	8	2.851	0.356			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

DISCUSION

Los valores de IGS, así como la presencia de ejemplares maduros (EMS, V y VII) durante todos los meses de muestreo, indican que el mauri en el Lago Titicaca parte norte son **reproductores parciales o asincrónico**, con un período prolongado de madurez gonádica y un época principal de desove entre los meses de **julio a Octubre**. Estos resultados se asemejan a los determinado por IMARPE (2011), Cortijo (2013), y difiriendo con Montoya (1989) que fue entre setiembre a diciembre con mayor predominancia en noviembre. Y un segundo pico en **Diciembre y marzo**.

El mayor valor de IGS encontrado para el mauri fue en setiembre. se interpreta como un máximo pico reproductivo durante este mes, que permite postular la hipótesis que se presenta en comienzos de primavera.

Saborino-Rey (2008) menciona en invierno la abundancia de fitoplancton es baja, pero aumenta rápidamente en la primavera. Durante el verano la abundancia decae pero suele haber un segundo pico en otoño previo a la caída invernal.

Podría responder a una estrategia del recurso, para aumentar la probabilidad de sobrevivencia de las larvas, las cuales encontrarían condiciones del medio acuático y alimento adecuados.. En paralelo están los cambios en la abundancia del zooplancton que se alimenta del fitoplancton. No obstante, para su confirmación es necesario realizar estudios sobre otros aspectos reproductivos, como la variación de abundancia.



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

La talla de primera madurez sexual (TM) se estimó a partir del método de longitud del 50% en **hembras fue de 12,0 cm LT y en machos 10.7 cm de LT**. Coincidiendo con lo resultados de IMARPE (2011) para hembras sería de 12,1 cm y para machos en 11,7 cm. LT. Sin embargo es distinta determinados por Sarmiento, et al (2008) y Montoya (1989) para machos 15.4 cm (LT) y para las hembras es a los 15.7 cm.

Del análisis estadístico se determinó una variación significativa del L50% entre sexo (ANOVA, $F_{1,8} = 26.8$; $P > 0.001$). De los L50% estimados entre años no presento una variación.

Pero en la observación de los datos se ve cambios de la talla de primera madurez en el tiempo.

Según Egelhard y Heino (2004), los cambios en la madurez podrían tener dos posibles respuestas: la primera una “respuesta compensatoria” en que la temprana maduración es el resultado de la plasticidad fenotípica ante el aumento de la tasa crecimiento somático, debida a una reducción del tamaño del stock inducida por la fuerte explotación. La segunda es una “respuesta evolutiva” en que la temprana maduración es debido a un cambio genético en las características de maduración, originado por el efecto selectivo de la pesca.



PERÚ

Ministerio
de la Producción



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Conclusiones

- ❑ El mauri es un reproductor parcial , que presenta dos épocas de reproducción al año entre agosto y setiembre, seguido por un menor pulso en el mes enero y febrero.
- ❑ La talla de primera madurez para las hembras fue de 12.0 cm LT y para machos de 10.7 cm.
- ❑ En la comparación entre el sexo y el tiempo de estimo que hay diferencias entre el sexo y no entre años comparados respecto a las tallas de primera madurez.
- ❑ Se observó una disminución de las tallas en el tiempo, y se es necesario profundizar las causas de estos cambios.

EL PERÚ PRIMERO