

PESCA INDUSTRIAL DE ANGUILA COMÚN (*Ophichthus remiger*) EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL - ECUADOR:

Análisis de algunos indicadores biológicos y
pesqueros durante el seguimiento a la pesca
piloto 2012

Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente
Instituto Nacional de Pesca (INP)
David Chicaiza V.



PESCA INDUSTRIAL DE ANGUILA COMÚN (*Ophichthus remiger*) EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL - ECUADOR:

Análisis de algunos indicadores biológicos y pesqueros durante el seguimiento a la pesca piloto 2012

1. ANTECEDENTES
2. INTRODUCCIÓN
3. METODOLOGÍA
 - 3.1 ÁREA DE ESTUDIO
 - 3.2 OBTENCIÓN DE DATOS
 - 3.3 CARACTERIZACIÓN DEL ARTE DE PESCA, DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y RENDIMIENTO DE PESCA
 - 3.4 ESTRUCTURA DE TALLA
 - 3.5 RELACIÓN LONGITUD - PESO
 - 3.6 DESARROLLO GONADAL Y PROPORCIÓN SEXUAL
 - 3.7 TALLA MEDIA DE CAPTURA
 - 3.8 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL ($L_{50\%}$)
 - 3.9 INDICE GONADOSOMÁTICO
4. RESULTADOS
 - 4.1 ZONAS DE PESCA
 - 4.2 CARACTERIZACIÓN DEL ARTE DE PECA
 - 4.3 CAPTURAS
 - 4.4 ESFUERZO PESQUERO
 - 4.5 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) VERSUS TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM)
 - 4.6 ESTRUCTURA DE TALLAS
 - 4.7 TALLA MEDIA DE CAPTURA
 - 4.8 RELACIÓN LONGITUD - PESO
 - 4.9 PROPORCIÓN SEXUAL
 - 4.10 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL ($L_{50\%}$)
 - 4.11 INDICE GONADOSOMÁTICO
5. CONCLUSIONES
6. CRITERIOS TÉCNICOS
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTECEDENTES

La anguila es un producto de alto consumo a nivel mundial, apreciada principalmente por su carne, siendo los países asiáticos el principal mercado, considerando a Japón como el de mayor demanda; donde se registraron significativas importaciones en los últimos años (PROMPEX 2003), para cubrir las necesidades básicas de nutrición. Actualmente, la creciente demanda hace imposible mantener el equilibrio entre producción y consumo, tanto en ese país asiático como en Europa.

En Ecuador no existe la costumbre de consumir anguilas, sean de mar o de aguas lacustres; además, tampoco se ha establecido un poder comprador permanente, ya sea a nivel industrial o artesanal; si ha ocurrido, ha sido a pequeña escala y transitorio, a pesar de que la anguila presenta un excelente precio en el mercado internacional y se la ha registrado frecuentemente como fauna acompañante de otras pesquerías (corvina de roca, merluza). Como consecuencia, no se ha desarrollado ni menos establecido una pesquería; sin embargo el recurso existe y ha sido registrado frecuentemente en la costa ecuatoriana.

Con base a lo anterior y con el fin de cubrir la demanda de anguila de los países asiáticos y europeos, en el 2004 grupos de armadores de barcos camaroneros, viéndose afectados por los bajos rendimientos en sus capturas, ingresos bajos y altos costos de inversión por faena de pesca, se interesaron en la captura de anguila (*Ophichthus remiger*) como una nueva alternativa de mejorar sus ingresos económicos, modificando y adaptando sus artes para la pesca de este recurso, dando inicio a la nueva actividad extractiva a nivel industrial en el Golfo de Guayaquil, pasando rápidamente de una a más de cinco embarcaciones dedicada a la captura de anguila común.

Posteriormente el Instituto Nacional de Pesca (INP), al notar el rápido incremento en el esfuerzo pesquero implementó un programa de seguimiento a esta pesquería, levantando información sobre: zonas de pesca, desembarques, manipulación de la captura en planta, muestreo biológico, entre otras, con la finalidad de conocer los principales aspectos biológicos - pesqueros relacionados con la captura industrial de anguila frente a la costa ecuatoriana.

No obstante de los resultados obtenidos en ese periodo (2004-2005), Chicaiza (2005) mencionó que la pesca industrial de *O. remiger* en la costa ecuatoriana se la realizó de manera desordenada, debido a que las embarcaciones pesqueras no fueron regularizadas para ejercer la nueva actividad, dedicando sus esfuerzos a la captura de anguila en unos meses y camarón en otros, dificultando llevar el seguimiento de la flota de manera continua, limitando los análisis del stock con fines evaluativos, siendo estos más bien de manera descriptiva.

Finalmente la captura industrial de anguila dejó de realizarse por motivos de mercado, alta demanda en la calidad del producto, la misma que no fue satisfecha por los armadores y exportadores de ese entonces, que cada vez se incrementaban, dejando de ser una actividad económicamente atractiva a finales de 2005.

Luego en febrero de 2012 se firmó el Acuerdo Ministerial No. 020, publicado en el Registro Oficial N° 660, en donde se prohíbe a partir del uno de octubre del mismo año, el ejercicio de la actividad pesquera extractiva de recursos bioacuáticos con red de arrastre industrial. En este mismo Acuerdo se establece que el Vice ministerio de Acuicultura y Pesca elabore un Plan de mitigación, dirigido a los trabajadores afectados por la prohibición, así como un Plan de contingencia a efectos de orientar al ejercicio de otras actividades dentro del sector pesquero, a los armadores o propietarios de las embarcaciones que dejen de operar, en razón a lo anterior es que nace nuevamente el interés del sector industrial camaronero de reorientar sus esfuerzos de pesca a la captura de la anguila común.

Posteriormente y tomando como referencia el convenio de cooperación técnica entre la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) y la empresa Armadora Camarones del Mar (COBUS S.A) firmado en septiembre 2010, cuyo objetivo fue el de ejecutar un plan piloto de pesca experimental del recurso anguila con nasas que verifique la viabilidad técnica, económica y ambiental de esta nueva pesquería como una alternativa productiva para la flota arrastrera camaronera, se firmó en marzo de 2012 el adendum al convenio anteriormente mencionado, encargando al Instituto Nacional de Pesca elabore un plan de trabajo, en el cual se levante y analice información biológica y pesquera a través observadores científicos a bordo de las embarcaciones designadas; así como también ampliar el plazo de ejecución de la pesca piloto de anguila en la costa ecuatoriana hasta

diciembre de 2012; es así que en abril del mismo año inicia el proyecto “Seguimiento de la pesca piloto de anguila común (*Ophichthus remiger*) en la costa ecuatoriana”, con la participación de las embarcaciones B/P Patricia y Álvarez Cabral

2. INTRODUCCIÓN

La anguila común pertenece a la familia Ophichthidae (Tabla 1), que comprende alrededor de 53 géneros y 250 especies de peces moderadamente grandes. Es un pez anguiliforme, que se caracteriza por tener un cuerpo alargado, las aletas dorsal y ventral de poca altura sostenidas por radios suaves que corren a todo lo largo del cuerpo, aletas pélvicas y caudal ausentes. La cola termina en una estructura cartilaginosa dura. La abertura branquial esta reducida a una hendidura localizada por delante de la aleta pectoral, la piel carece de escamas, es firme al igual que su musculatura y se presenta en distintos tonos de café, más bien oscuros (Figura 1).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la anguila común (*Ophichthus remiger*).

Clase	:Actinopterygii
Orden	:Anguilliformes
Familia	:Ophichthidae
Género	:Ophichthus
Especie	: <i>Ophichthus remiger</i> (Valenciennes, 1842)
Nombre inglés	:snake-eel
Símil internacional	:Anguilla japónica

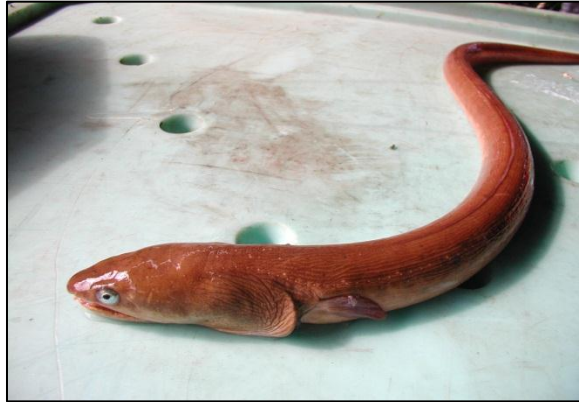


Figura 1. Ejemplar de anguila común

Es de comportamiento bentónico y que habita fondos areno-fangosos. Durante el día se entierra en el fondo, mientras que en la noche realiza migraciones verticales dentro de la columna de agua en busca de alimento desde 800 a 50 m de profundidad, formando “grupos segregados” por tallas (Castillo *et al.* 2002). Es una especie carnívora muy voraz, alimentándose de larvas, peces, crustáceos y moluscos [octópodos] (IMARPE 1990). Otras especies de anguilas se alimentan permanentemente durante toda su vida, pero cuando llegan a la madurez sexual se someten a un prolongado ayuno (Usui 1974). En el caso de la anguila común de Ecuador, no existen antecedentes que verifiquen tales afirmaciones. La anguila común es una especie marina y, hasta donde se conoce, tanto los adultos como los estados larvales y juveniles se encuentran en el mar.

La distribución geográfica de esta especie fue inicialmente asumida desde Puerto Pizarro en Perú hasta Valparaíso en Chile (Chirichigno y Vélez 1998). Sin embargo, Froese y Pauly (2000) reportaron que esta distribución era incorrecta y que su rango geográfico es más amplio, ya que ha sido reportada desde Nicaragua hasta Valdivia en el Sur de Chile, lo que es corroborado, para el caso de Ecuador, con los reportes de desembarques y zonas de captura de esta especie (Chicaiza 2005).

En Perú, la extracción artesanal de anguila del género *Ophichthus*, se inició en 1990 en la región norte del país, registrándose incrementos progresivos en sus capturas mensuales, alcanzando un máximo de 397 t en 1997 (PROMPEX 2003), estos incrementos se dieron como consecuencia de un esfuerzo pesquero sostenido y como respuesta a las

condiciones ambientales, que permitieron el aumento de las capturas durante los meses cálidos (Castillo *et al.* 2002).

Por otra parte estudios realizados en Chile central reportaron rendimientos de pesca promedio de 1.13 Kg/nasa (Arancibia *et al.* 2000). En la costa ecuatoriana, para el periodo entre febrero 2004 y marzo 2005 se desembarcaron un total 5470 toneladas de anguila provenientes de la pesca industrial, con incrementos mensuales progresivos en el esfuerzo pesquero, registrándose un máximo de 25 embarcaciones en noviembre 2004 (Chicaiza 2005).

A pesar de la representatividad de la anguila como potencial recurso pesquero, la información disponible es aún escasa, si es que se piensa en el buen manejo del recurso bajo los principios de pesca responsable, dado que, una de las herramientas básicas en el manejo y/o administración de una pesquería es el conocimiento de la biología de los recursos pesqueros para comprender los procesos y factores que producen cambios en el tamaño de las poblaciones explotadas, evaluando la situación en la que se encuentran tratando de predecir los efectos de la explotación pesquera según acciones de manejo administrativas (Cubillos 2005).

Bajo los conceptos arriba mencionados, la poca información existente sobre *O. remiger*, fue producto de un requerimiento específico debido a la apertura desordenada de una pesquería a nivel industrial a inicios de 2004, ya que el seguimiento de la misma, no fue basada en muestreos continuos ni en procesos sistematizados de diagnóstico coordinados con la empresa privada, lo cual generaron resultados con cierto grado de incertidumbre, los mismos que no han sido evaluado.

Este documento resume los principales resultados que han sido obtenidos entre abril y diciembre de 2012, provenientes del sistema de monitoreo *in situ* a través de observadores científicos a bordo de las embarcaciones, así como también del análisis de las bitácoras de pesca proporcionadas por la empresa armadora [noviembre 2011 hasta diciembre 2012], determinando algunos indicadores biológicos y pesqueros de la anguila común capturada en la costa ecuatoriana, bajo la modalidad de pesca piloto.

3. METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Se consideró como zonas de pesca comprobatoria (lances experimentales) el Golfo de Guayaquil, fuera de las ocho millas náuticas desde la costa y bordes externos de las islas y archipiélagos de la región continental.

3.2 OBTENCIÓN DE DATOS

La pesca comprobatoria se realizó mediante la utilización de dos embarcaciones arrastreras camaroneras, proporcionadas por el sector pesquero, modificadas en sus artes y métodos de pesca para la captura con nasas de anguila, considerando las características morfológicas de los individuos a capturar (tamaño y forma), su distribución batimétrica, comportamiento (Hábitos alimenticios), características del lugar en que habita (tipo de fondo y condiciones oceanográficas), características técnicas de los materiales utilizados (disponibilidad, accesibilidad, precios en el mercado, durabilidad, resistencia).

3.3 CARACTERIZACIÓN DEL ARTE DE PESCA, DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y RENDIMIENTO DE PESCA

Para caracterizar el arte de pesca empleado, se realizaron mediciones tanto de la línea madre, reinales, orinques, nasas, y distancia entre las nasas, las mismas que fueron registradas abordo en el formulario correspondiente, se registraron las posiciones geográficas de los lances de pesca mediante el uso de GPS, posteriormente se elaboraron mapas de distribución de las zonas de pesca utilizando el software sistema de información geográfica (SIG).

Como unidad de esfuerzo pesquero nominal fue utilizado el número de nasas promedio mes, considerando que las embarcaciones presentan homogeneidad en sus características (eslora, puntal, potencia del motor, número de nasas, etc.). Para la estimación del rendimiento pesquero mensual, se consideró la captura promedio/mes, dividida por el número de nasas promedio/mes.

Posteriormente los valores de rendimiento pesquero fueron contrastados con valores promedios/mes de temperatura superficial

del mar (periodo 2012), correspondiente a la estación fija “La Libertad” (2°13’04” S -80°54’23” W) del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), con el fin de explorar alguna asociación entre las variaciones del rendimiento de pesca mensual con la temperatura superficial del mar promedio.

3.4 ESTRUCTURA DE TALLAS

Para determinar la estructura de tallas, se tomaron muestras al azar por embarcación y por lance, posteriormente se procedió a medir la longitud total (Lt) al centímetro inferior, utilizando un ictiometro. La distribución de frecuencias de tallas fue construida a partir de la amplitud de intervalo entre clases de tallas de 2 cm de longitud total, el cual permitió el mejor ajuste en la aparición de los grupos modales. Luego se elaboraron histogramas de frecuencias mensuales y de todo el periodo para machos, hembras y sexos combinados.

3.5 RELACIÓN LONGITUD PESO

A partir de los datos de longitud total (cm) y peso total (g), se establecieron las relaciones biométricas por sexo y por mes, utilizando la ecuación potencial:

$$Pt_i = a * Lt_i^b$$

La cual también puede ser transformada a la forma logarítmica:

$$\log Pt_i = \log a + b * \log Lt_i$$

donde:

Pt_i = peso total del i ésimo ejemplar

a = intercepto

b = pendiente

Lt_i = Longitud total del i ésimo ejemplar

El valor de la constante b o tasa intrínseca de crecimiento, permite definir el tipo de crecimiento, considerándose como isométrico un valor

de $b=3$ y como alométrico cuando tiene un valor diferente (Ricker 1975). Esta evaluación se realizó mediante la prueba t de Student de la hipótesis $H_0: b = 3$, $H_a: b \neq 3$ (Zar 1999).

3.6 DESARROLLO GONADAL Y PROPORCIÓN SEXUAL

Para efectos de establecer la condición reproductiva de la anguila se procedió a determinar sexos y grado de madurez sexual de las gónadas de machos y hembras, considerando la escala de madurez propuesta por IMARPE 1993.

La proporción sexual se estableció como el porcentaje de machos y hembras respecto del número total de individuos por mes, de igual manera se obtuvo la proporción sexual a la talla mensual y total, dividiendo el número total de hembras por el número total de machos en cada clase de talla, en intervalos de 2 cm de Lt. Para probar la existencias de diferencias estadísticas en la relación esperada de 1:1 entre machos y hembras, se utilizó la prueba χ^2 con bondad de ajuste (Zar 1999).

3.7 TALLA MEDIA DE CAPTURA

Para la estimación de las tallas medias presentes en la captura, determinación de la representatividad de los resultados, valores de desviación y variabilidad de las tallas promedios entre los meses y sexos se utilizó pruebas estadísticas de tipo no paramétricas (para dos y varias muestras independientes) para lo cual se usó el software R versión 2.12.0 (Copyright® 2010 The R Foundation for Statistical Computing).

3.8 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL ($L_{50\%}$)

Para obtener la talla a la cual el 50% de las hembras y machos están maduros, se estimaron los parámetros mediante el método de máxima verosimilitud (Roa *et al.* 1999), para lo cual se usó el software R versión 2.12.0 (Copyright® 2010 The R Foundation for Statistical Computing).

Función logística:

donde:
$$P_{(i)} = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 * l}}$$

Pl = Proporción de madurez a la talla i

β_0 y β_1 = son constantes del modelo (parámetro de intercepto y pendiente)

Dado el set de datos, la estimación de los parámetros, seleccionados desde el punto al cual el producto de la función máxima binomial de todos los puntos (la verosimilitud de los datos bajo el modelo) es un máximo, o equivalentemente cuando el negativo de la log verosimilitud es un mínimo, se expresa de la siguiente forma:

$$-l(\beta_0, \beta_1) = -\sum_i [(h_i) \ln (P(i)) + (n_i - h_i) \ln (1 - P(i))]$$

donde:

h = número de individuos maduros

n = tamaño de muestra a i

Luego el $L_{50\%}$ se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$L_{50\%} = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$$

3.9 ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

Con el objeto de analizar la actividad reproductiva en el ciclo anual, se calculó el índice gonadosomático a cada ejemplar, según:

$$IGS_{i,l,j} = \frac{G_{i,l,j}}{P_{i,l,j} - G_{i,l,j}} * 100$$

Donde P es el peso total (g) y G es el peso de la gónada, i representa el mes, l la clase de tamaño, y j cada ejemplar. Según Nikolsky (1963), el IGS relaciona el peso de la gónada y el peso corporal del pez y se interpreta según el estado de desarrollo gonadal, que está asociado al grado de madurez que experimenta el ovario o testículo en su ciclo reproductivo (De Vlaming *et al* 1982).

4. RESULTADOS

4.1 ZONAS DE PESCA

Los lances de pesca tanto los registrados por los observadores pesqueros, así como también los provenientes de las bitácoras de pesca estuvieron distribuidos en la zona centro - sur del Golfo de Guayaquil (02° 30'00'' S - 080° 55'00'' W; 03° 30'00'' S - 080° 55'00'' W), entre los veriles de profundidad de los 100 a 200 metros (Anexo 1).

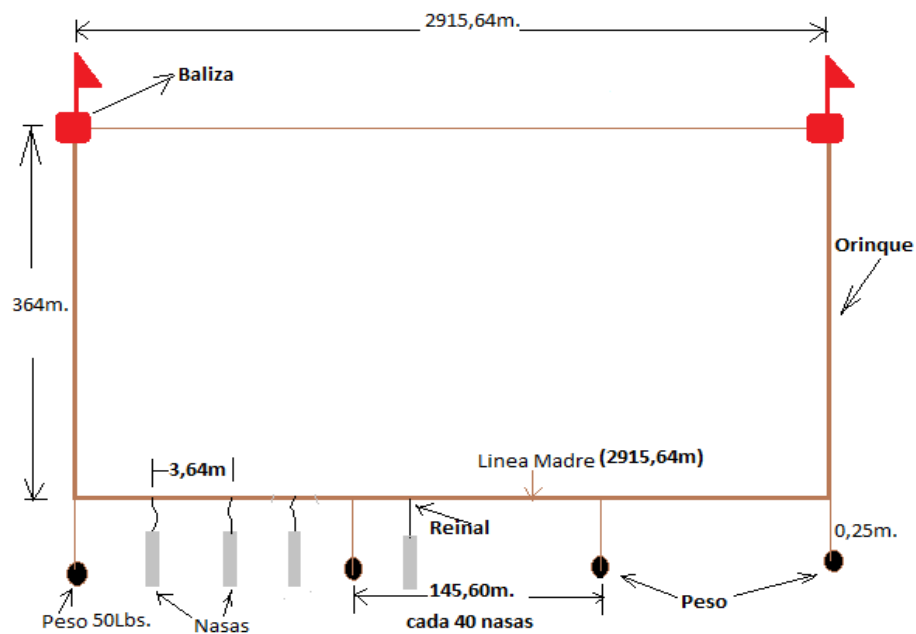
4.2 CARACTERIZACIÓN DEL ARTE DE PESCA

Para la extracción de anguila se utilizó un sistema de espinel de fondo con nasas, sistema pasivo que presenta aceptable eficiencia de selectividad asociada a la distribución y abundancia del recurso objetivo (Figura 2). En la tabla 2 se presenta las principales características del espinel de fondo con nasas para la captura de *O. remiger*.

Tabla 2. Características principales del arte de pesca para la captura de anguila (*O. remiger*).

Ítem	Característica
Arte de pesca	Espinel de fondo horizontal con nasas
Longitud línea madre	2915.64 m
Diámetro de línea madre	12.15 mm
Material de línea madre	PP
Longitud de orinque	364.0 m
Diámetro de orinque	12.15 mm
Material del orinque	PP
Longitud entre orinque	2915.64 m
Longitud de reinales	40.0 cm
Material de reinales	PP
Distancia entre reinales	4.0 m
Número de nasas	800
Longitud de la nasa	0.50 m
Diámetro de la nasa	0.17 m
Material de la nasa	PVC
Longitud entre nasas	3.64 m
Longitud del reinal (peso)	0.25 m
Longitud entre peso	145.60 m

Fuente: COBUS S.A.



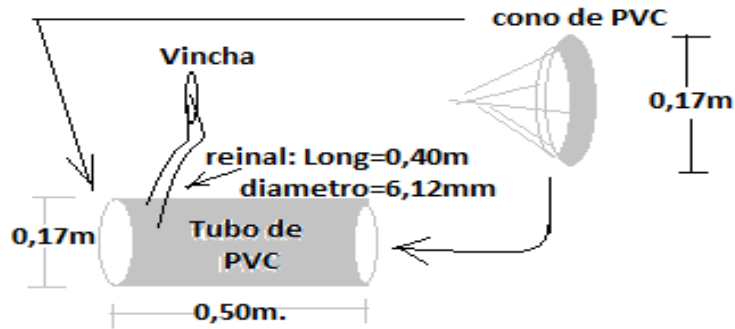


Figura 2. Espinel de fondo horizontal con nasas para la captura de anguila (*O. remiger*).

4.3 CAPTURAS

Durante noviembre y diciembre 2011 y 2012 se capturaron 233 860 kilogramos de anguila. Las capturas mensuales promedio experimentaron variaciones durante el periodo de estudio, registrando un máximo en abril (471 kg) y mínimo en agosto (202 kg) (Figura 3).

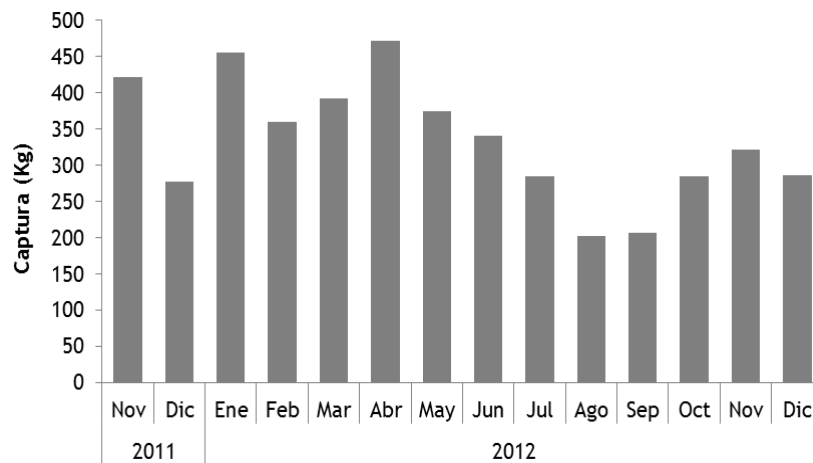


Figura 3. Variación mensual de las capturas (Kg) de anguila en el Golfo de Guayaquil.

4.3 ESFUERZO PESQUERO

Durante los primeros meses de extracción (noviembre 2011 a marzo 2012) el esfuerzo pesquero en términos de número de trampas por embarcación mostró variaciones, a partir de marzo el esfuerzo pesquero se mostró constante (Figura 4), esto probablemente esté relacionado al tiempo de tendido, aplicado durante las operaciones de pesca, por el aprendizaje de la técnica de extracción, exploración de los caladeros de pesca y la disponibilidad del recurso.

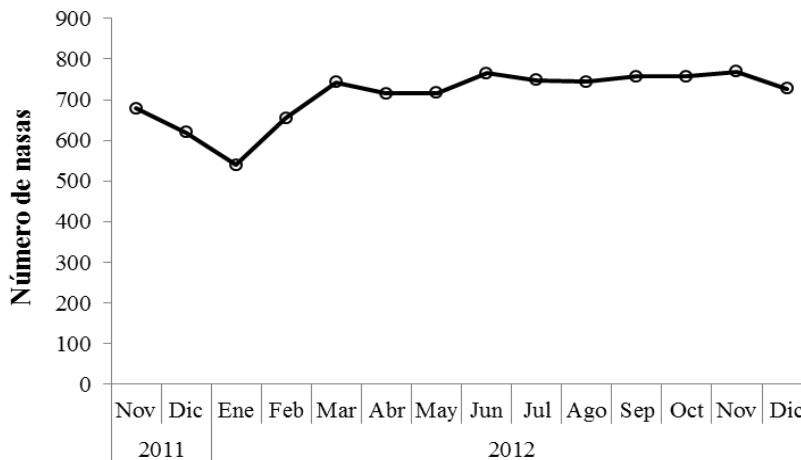


Figura 4. Variación mensual del número de nasas para la captura de anguila

El tiempo promedio de reposo de las nasas en el fondo que dio mejor resultado durante el periodo de estudio, fue de cuatro horas 57 minutos; esto depende también de la calidad de la carnada, disponibilidad del recurso en el sistema bento demersal en función de las condiciones oceanográficas presentes (Figura 5).

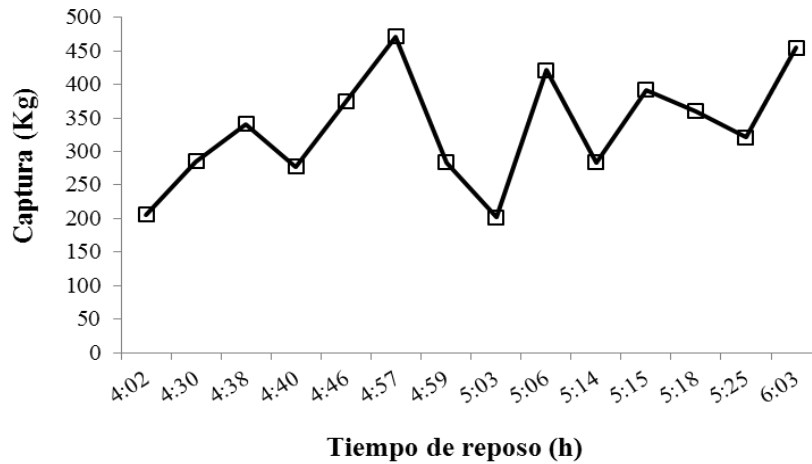


Figura 5. Variación de las capturas en función del tiempo de reposo de las nasas en el fondo

Al relacionar el esfuerzo pesquero con las variaciones en los rendimientos de pesca, es notorio observar que durante los primeros meses de estudio, los mayores rendimientos de pesca se dieron con un esfuerzo aplicado de aproximadamente 743 nasas; sin embargo a partir de abril los rendimientos tendieron a decaer manteniendo un esfuerzo constante, posiblemente la explicación en la variación en la CPUE este asociada al tiempo de reposo de las nasas y a las condiciones oceanográficas imperantes (Figura 6).

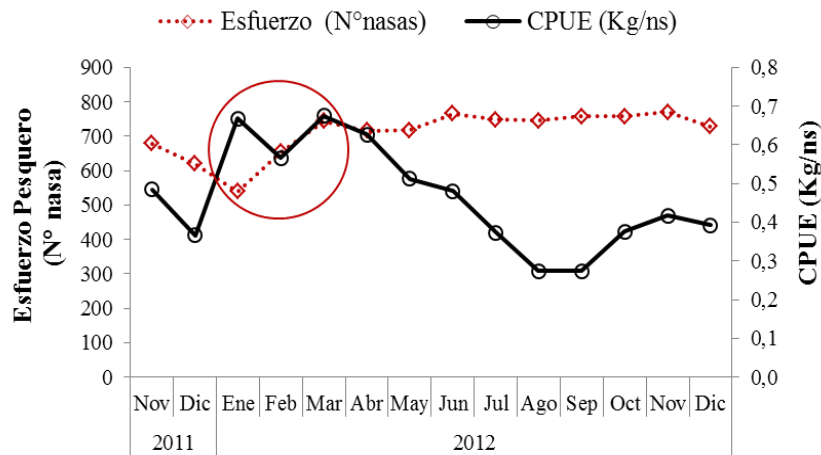


Figura 6. Relación entre el esfuerzo de pesca (número de nasas) versus CPUE (kg/ns)

4.4 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE) VERSUS TEMPERATURA SUPERFICIAL EL MAR (TSM)

Del análisis entre el rendimiento de pesca y TSM, el modelo lineal explica bastante bien la relación que existe entre estas dos variables y el grado de asociación que presentan (Figura 7). La figura 8 muestra las variaciones de la CPUE de manera mensual donde se observa la tendencia fluctuante de esta, los mayores rendimientos se presentaron entre los meses de enero a mayo (meses cálidos) coincidiendo con los máximos valores registrados de temperatura superficial del mar, al parecer los rendimientos de pesca responden a la variabilidad de las condiciones océano atmosféricas presentes en el medio.

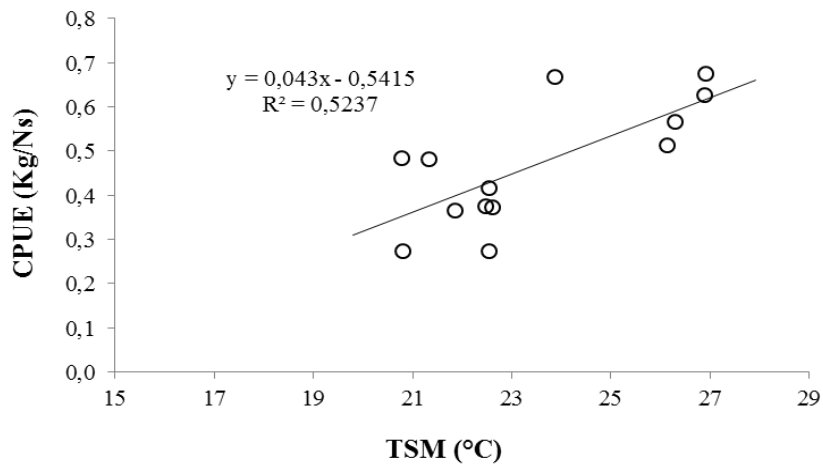


Figura 7. Relación entre la CPUE (kg/ns) y la temperatura superficial del mar

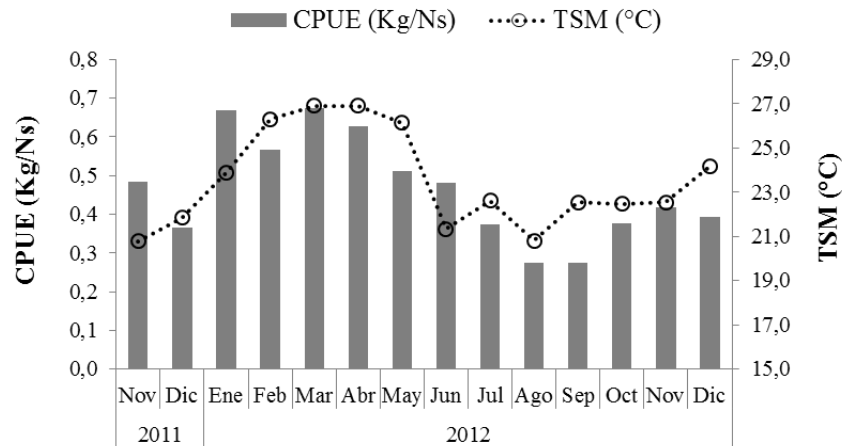


Figura 8. Variación mensual de la CPUE versus temperatura superficial del mar en el Golfo de Guayaquil.

4.5 ESTRUCTURA DE TALLAS

Se analizó un total de 2074 individuos durante marzo a diciembre 2012, correspondiendo el 35% a machos y el 65% a hembras. Los machos presentaron un rango de tallas entre 36 cm y 88 cm Lt, con una media de 60,4 cm Lt, mientras que para hembras el rango fue de 36 cm a 106 cm Lt, con una media de 64,6 cm Lt. Ambos sexos mostraron distribuciones multimodales, con 5 grupos modales, los machos con una moda principal de 60 cm Lt y las hembras con una moda principal de 70 cm Lt. La distribución de frecuencias total en la zona de pesca mostró una mayor presencia de individuos entre 52 y 70 cm Lt (Figura 9).

La distribución de frecuencias totales de longitud de machos y hembras fue diferente (Prueba para dos muestras independientes de Kolmogorov-Smirnov; $D = 0,001924$; $P < 0,05$), las hembras fueron significativamente mayores que los machos (Prueba U de Mann Whitney; $Z = -9,00952$; $P < 0,05$).

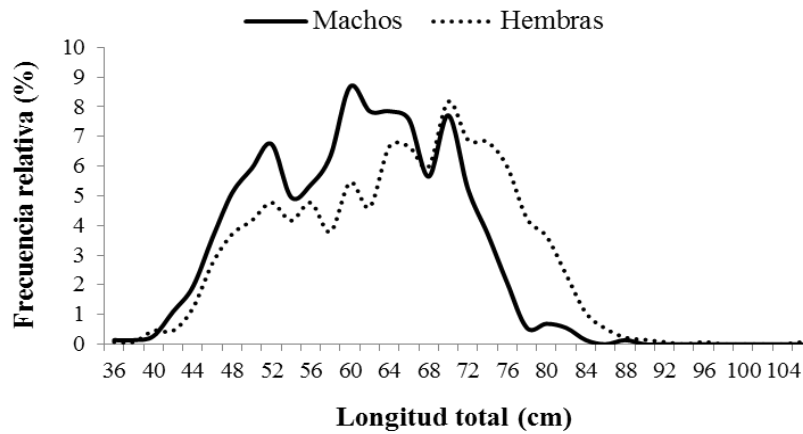


Figura 9. Estructura de tallas para machos y hembra de anguila común capturada en el Golfo de Guayaquil.

4.6 TALLA MEDIA DE CAPTURA

Considerando todo el periodo, se observaron diferencias significativas en la talla promedio para cada sexo por mes (Prueba de Kruskal-Wallis para varias muestras independientes $K_{(9,688)} = 60,03$, $p < 0,05$; $K_{(9,1239)} = 101,73$, $P < 0,05$; machos y hembras, respectivamente) registrándose para septiembre las menores tallas dentro de las capturas (Figuras 10a y b)

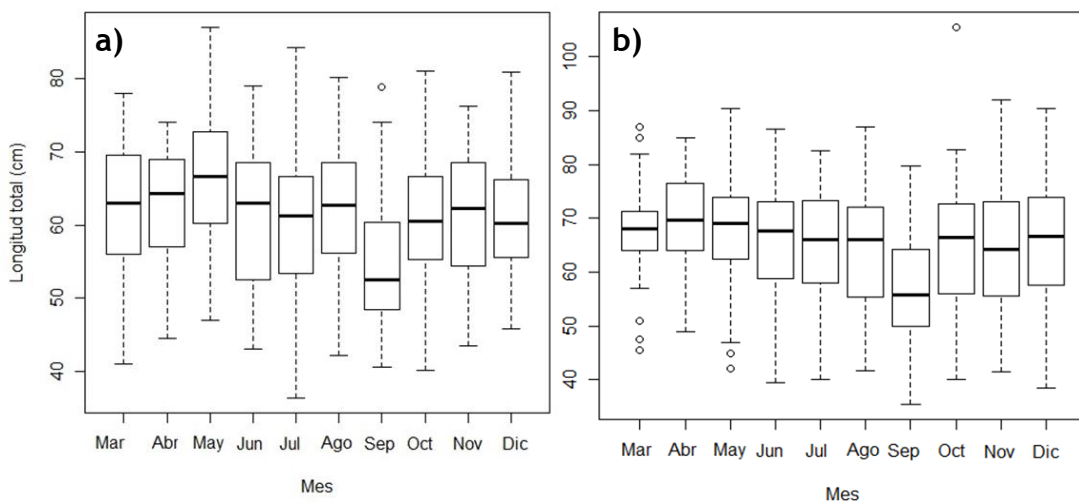


Figura 10. Talla promedio, error y desviación estándar mensuales para a) machos y b) hembras de anguila (*O. remiger*) en Golfo de Guayaquil.

4.7 RELACIÓN LONGITUD PESO

A partir de los registros de longitud y peso de los individuos se calculó la relación longitud peso (Tabla 3, Figura 11), a partir de la cual se puede establecer el peso promedio de cualquier ejemplar capturado sea macho o hembra (Tabla 4). La prueba t aplicada determinó que los valores de b (parámetro de isometría) estimados tanto para machos como hembras mostraron diferencias significativas, debido a que la hipótesis nula $b = 3$ fue rechazada para ambos sexos, lo que permite indicar una tendencia de los organismos a un crecimiento de tipo alométrico dentro del intervalo de tallas analizado.

Tabla 3. Parámetros de la relación longitud - peso de anguila

Parámetro	Machos	Hembras	Sexo combinados
a	0,003	0,003	0,003
b	3,394	3,324	3,339
R ²	0,951	0,944	0,947
SE(b)	0,029	0,022	0,017
n	726	1321	2047
t-valor	13,831	14,447	19,523

Significancia $P < 0.05$

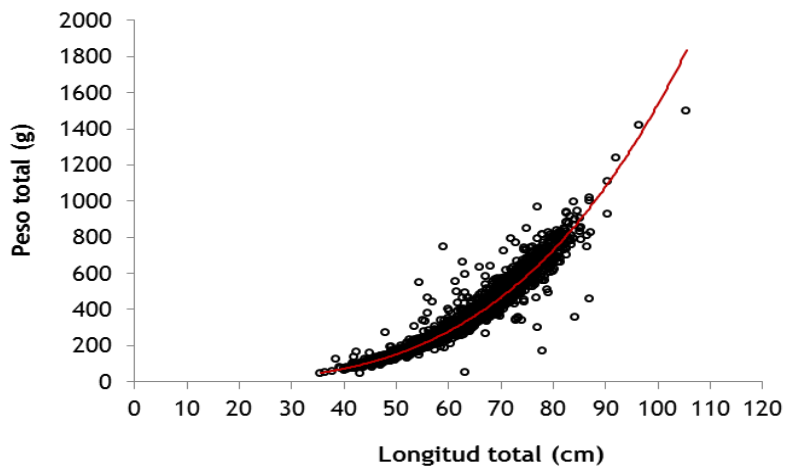


Figura 11. Relación longitud - peso de anguila

Tabla 4. Longitud total (Lt, cm) y peso promedio (g) por estrato de talla en machos y hembras de anguila.

Lt (cm)	Peso (g)	
	Machos	Hembras
35	59,7	42,6
40	82,9	63,1
45	122,6	93,4
50	175,4	132,0
55	242,1	181,5
60	326,0	242,5
65	434,0	316,5
70	546,1	404,1
75	691,7	510,4
80	871,5	629,4
85	1061,6	778,0
90	1288,9	952,9
95	1548,5	1123,8
100	1843,0	1332,7
105	2174,9	1567,3

4.8 PROPORCIÓN SEXUAL

Para este análisis se consideraron 2047 ejemplares: 726 machos (35,5%) y 1321 hembras (64.5%). La proporción macho - hembra correspondiente a todo el periodo, fue de 1:1,8, lo cual no fue significativamente diferente a la teórica (prueba $\chi^2 = 0,67$, gl = 1, $P < 0,05$), de igual manera no se encontraron diferencias significativas en la proporción sexual para los análisis por mes.

En el caso de la proporción sexual a la talla para el periodo global, se observó que en el rango comprendido entre 40 - 62 cm Lt no se presentó diferencias notorias en la proporción, lo que indicaría que ambos sexos ingresan al mismo tiempo a la población vulnerable, no obstante a partir de la talla 63 se evidencia un cambio pronunciado en la proporción sexual siendo las hembras las que predominan conforme va aumentando la talla (Figura 12).

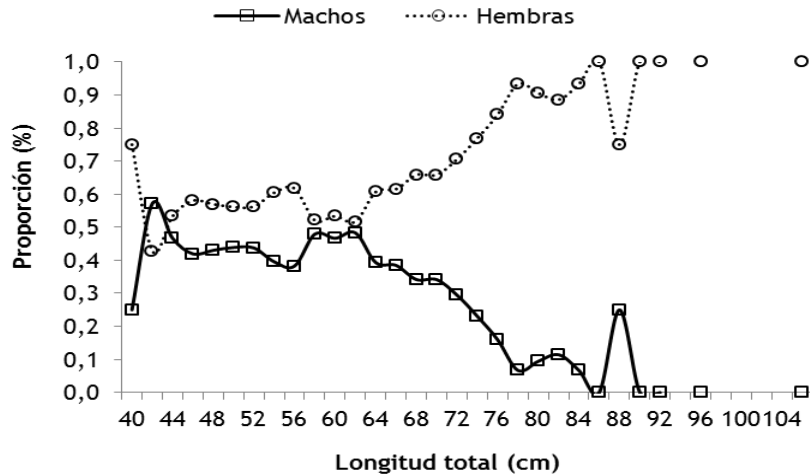


Figura 12. Proporción sexual a la talla de la anguila (*O. remiger*) en el Golfo de Guayaquil, durante marzo a diciembre 2012.

4.9 TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL

A partir del modelo logístico propuesto por King (1995) ajustado a la proporción del total de hembras y machos en función de la talla, y luego estimando los parámetros de la curva mediante el método de máxima verosimilitud (Roa *et al.* 1999) (Tabla 5), se obtuvo la talla media de madurez sexual ($L_{50\%} = 65,3$ y $63,7$ cm Lt) para machos y hembras respectivamente, que comúnmente es utilizada para determinar la talla mínima permisible para la pesca (Figura. 13). Biológicamente, L_{50} representa el 50% del potencial reproductivo total de la población, en este caso de la fracción vulnerable a la pesca.

Tabla 5. Parámetros estimados de la curva de madurez para anguila usando el método de máxima verosimilitud (Roa *et al.* 1999).

Parámetro	Valor	
	Machos	Hembras
B ₀	8,25	5,83
B ₁	-0,13	-0,09
L _{50%} (cm)	65,3	63,7
IC 95%	66.0 - 64,6	64,1 - 63,3
n	684	1239
Std. Error B ₀	0,741	0,4362
Std. Error B ₁	0,012	0,0067

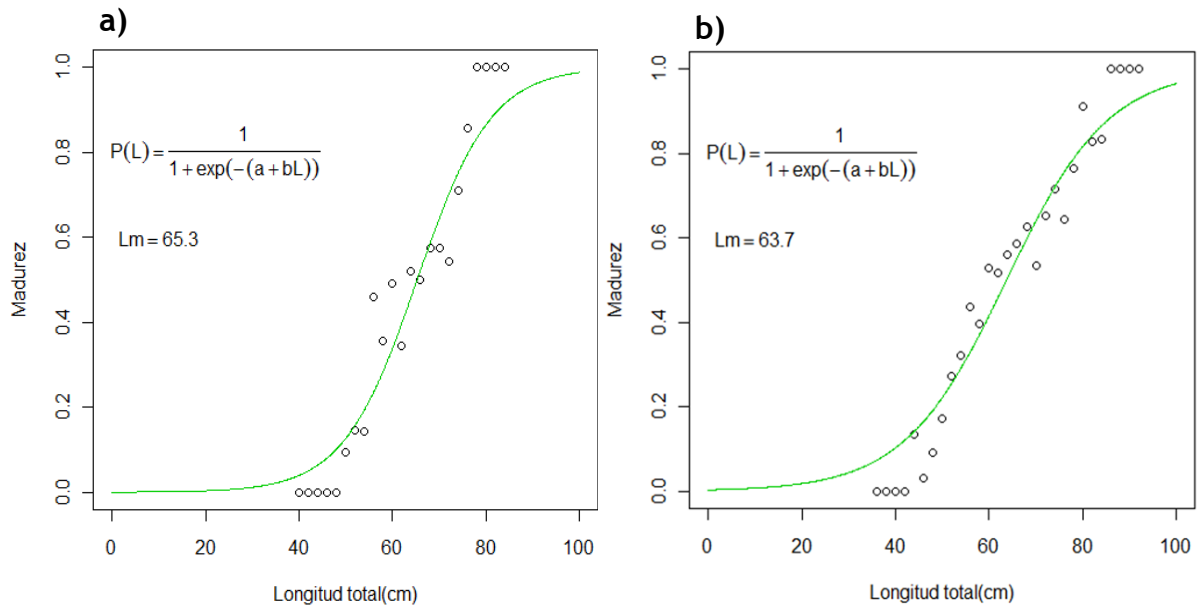


Figura 13. Curva de madurez sexual para a) machos y b) hembras de anguila (*O.remiger*) en el Golfo de Guayaquil.

4.10 ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

La evolución mensual del índice gonadosomático (IGS) promedio de los machos y hembras de *O. remiger*, hace evidente un sincronismo de madurez entre ambos sexos, si bien es cierto la serie de datos temporal es muy pequeña, la misma muestra indicios de dos desoves importantes dentro de un ciclo anual. El IGS promedio por mes calculado a partir de los datos disponibles indica que la anguila tiende a presentar máximos de IGS en julio (CV = 1,8%) para luego disminuir entre agosto y septiembre, presentando un segundo pulso de incremento leve en octubre (CV= 1,3%), para luego volver a descender al final del año, esto indicaría que esta especie presenta desoves fraccionados y/o son desovadores parciales (Figura 14).

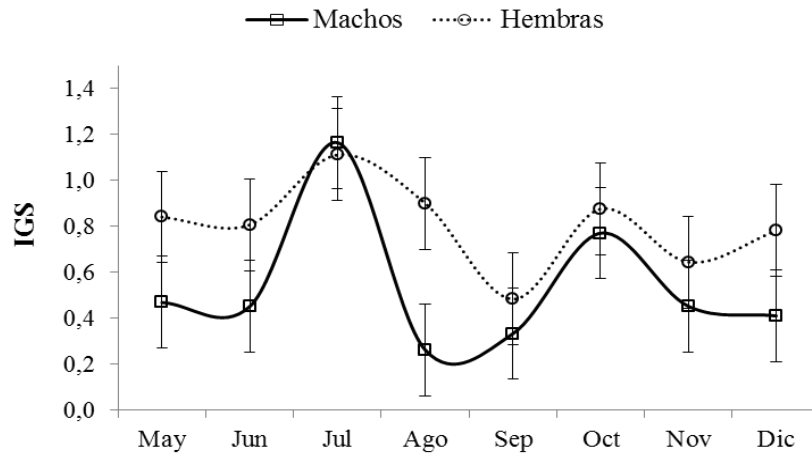


Figura 14. Cambios mensuales en el índice gonadosomático promedio para machos y hembras de *O. remiger* entre mayo y diciembre 2012. La barra vertical representa ± 1 desviación estándar de los datos.

5. CONCLUSIONES

- Los caladeros de pesca estuvieron distribuidos en la zona centro - sur del Golfo de Guayaquil ($02^{\circ} 30'00'' S - 080^{\circ} 55'00'' W$; $03^{\circ} 30'00'' S - 080^{\circ} 55'00'' W$), entre los veriles de profundidad de los 100 a 200 metros.
- Las capturas industriales de anguila presentaron variaciones mensuales dentro del año, registrándose las mayores capturas en los meses de estación lluviosa (diciembre a mayo).
- El tiempo promedio de reposo de las nasas en el fondo que dio mejor resultado durante el periodo de estudio, fue de cuatro horas 57 minutos.
- Los mayores rendimientos de pesca se dieron con un esfuerzo aplicado de aproximadamente 740 nasas por embarcación.
- Existe una estrecha relación entre los rendimientos de pesca y la temperatura superficial del mar. Los máximos rendimientos se presentaron durante los meses cálidos.
- La distribución total de frecuencias de longitud de machos y hembras fue diferente ($P < 0.05$), las hembras fueron significativamente mayores que los machos ($P < 0.05$).
- Existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en las tallas medias de captura, presentándose en septiembre los valores mínimos registrados.
- La talla media de madurez sexual estimada para machos y hembras fue de 65,3 y 63,7 cm Lt respectivamente.
- La anguila presenta sincronismo en la madurez entre sexos, así como también presenta desoves fraccionados (desovadores parciales).

- El periodo de mayor actividad reproductiva estuvo dado entre julio a octubre.

6. CRITERIOS TÉCNICOS

Las investigaciones sobre los recursos que sustenten nuevas pesquerías es una necesidad que amerita ser abordada, desarrollada y divulgada en el corto y mediano plazo. Con este estudio se pretende impulsar el desarrollo de nuevas actividades de pesca sustentadas en la anguila (*O. remiger*), como recurso potencial en la búsqueda de nuevas alternativas a las pesquerías tradicionales.

Sobre la base de lo mencionado anteriormente y cumpliendo con los objetivos de un enfoque precautorio para los procesos de decisión dentro del ordenamiento pesquero, se recomienda que el esfuerzo pesquero (número de embarcaciones) que podrían operar en la costa ecuatoriana, sin afectar significativamente el stock de anguila y los rendimientos de pesca actuales deberían ser hasta **diez** embarcaciones anguileras; no obstante un enfoque precautorio para la pesca presupone la especificación explícita de la información necesaria para alcanzar los objetivos de ordenación, teniendo en cuenta la estructura de ordenación, así como los procesos necesarios para asegurar que se atiendan esas necesidades, por lo que se requiere un seguimiento, y revisión continua del sistema de recopilación de datos biológicos y pesqueros.

Adicionalmente, para que para la explotación sustentable del recurso anguila en la costa ecuatoriana se debe cumplir con lo siguiente:

- Se implemente un sistema de seguimiento a las capturas y desembarques.
- La pesca industrial de anguila deberá estar sujeta a un seguimiento continuo mediante observadores a bordo (Biólogos y Tecnólogos Pesqueros) registrando información biológica y pesquera.
- El esfuerzo de pesca en términos de número de nasas por embarcación será de hasta 720 nasas.

- El tiempo de reposo de las nasas en el fondo debiera ser hasta cinco horas.
- No capturar individuos por debajo de la talla media de madurez sexual, esto es menores a 65,3 y 63,7 cm Lt para machos y hembras respectivamente.
- Las embarcaciones deberán ser registradas como nueva actividad pesquera y a su vez serán dadas de baja del registro de la flota arrastrera industrial y/o según corresponda su antigua actividad.
- Las embarcaciones deberán contar con los permisos correspondientes para la actividad de pesca de anguila.
- Ninguna embarcación deberá salir a faenas de pesca sin contar con al menos un observador pesquero a bordo.
- Todas las embarcaciones antes de empezar el proceso de descarga deberán contar con la presencia de un inspector de la zona a efecto de registrar toda la captura para el otorgamiento del respectivo certificado de control.
- En el momento que se evidencie o determine alguna variación significativa que perjudique a los stocks se tomarán las medidas cautelares (paralización de la flota de manera temporal, de ser necesaria hasta contar con nuevos resultados que determinen lo contrario).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arancibia H, R Alarcón, L Caballero, R Concha & A Carmona 200. Nuevas pesquerías para Chile Central. Anguila común (*Ophichthus pacifici*). Proyecto FONDEP D971-1058 “Desarrollo de nuevas pesquerías en recursos marinos bentónicos, pelágicos y demersales en Chile central”. Documento Técnico N°3, UNITEP, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, 20 p.

Castillo R., E Gómez & F Paredes. 2002. Pesquería y biología de la anguila común *Ophichthus pacifici* (Günther) en el Perú. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. Dic. 134. 19 pp.

Chicaiza D 2005. Principales aspectos biológicos - pesqueros de la anguila común (*Ophichthus pacifici*) (Valenciennes, 1839), durante febrero 2004 a marzo 2005. (Informe interno). Instituto Nacional de Pesca, Ecuador. 21 pp.

Chirichigno N. & J Velez. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Publicación Especial. Instituto del Mar del Perú, Lima, 496 pp.

De Vlaming V, Grossman G & F Chapman 1982. On the use of the gonosomatic index. Comp. Biochem. Physiol., 73A: 31-39.

Froese R & D Pauly (Eds.) 2000. FishBase 2000: Concepts, Design and Data Sources. ICLARM, Los Baños, Philippines, 346 p.

IMARPE 1990. Aspectos del ciclo biológico y de la ecología de la anguila común *Ophichthus pacifici*. (Documento interno). Informe Preliminar N° 1.

IMARPE 1993. Informe sobre la pesca del recurso anguila (*Ophichthus pacifici*) en el puerto de Paita. Inf. Mensual Lab. Costero de Paita. 16 pp.

Nicol'sky G V 1963. The ecology of fishes. Academic Press, New York, 352 pp.

PROMPEX 2003. Breve perfil biológico, pesquero y comercial de la anguila. Gerencia del Sector Pesca y Acuicultura. Perú 54 pp.

Ricker W E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191: 382 p.

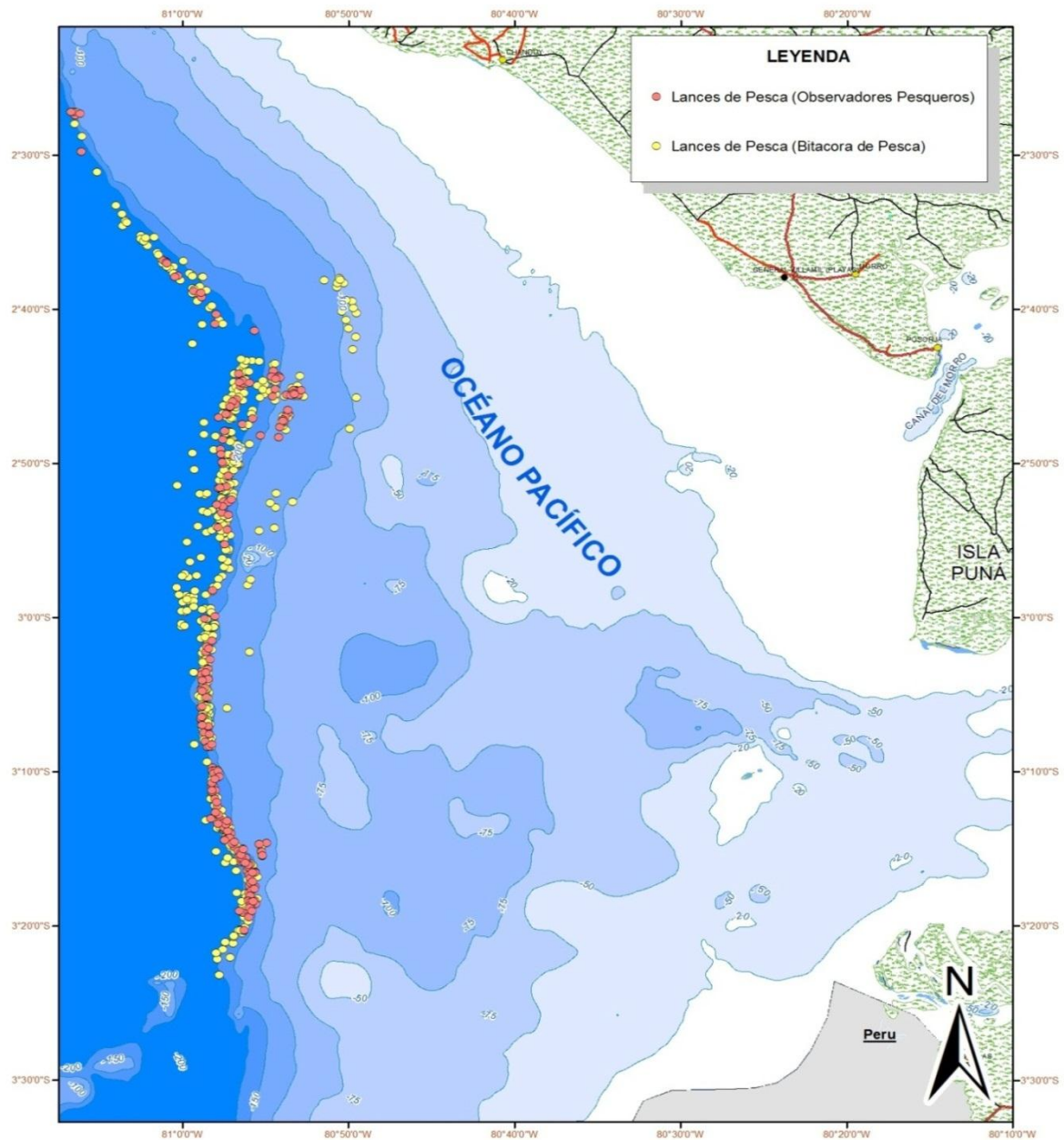
Roa R, B Ernst & F Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity : an evaluation of analytical and resampling procedures. Fishery Bulletin, 97: 570-580.

Usui A 1974. El cultivo de la anguila. Editorial Acribia, España, 175 p.

ZAR J. H. 1999. Biostatistical analysis. Fourth edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 663 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Distribución de lances de pesca (basados en registros de observadores pesqueros y bitácoras de pesca)



ZONAS DE PESCA

Fuente: Bitácoras de Pesca y Observadores Pesqueros

Escala
1:400.000

