UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE PESQUERIA

"ANÁLISIS BIOLÓGICO-PESQUERO DEL RECURSO LORNA (*Sciaena deliciosa)* EN EL PUERTO DE HUACHO, PERÍODO 2000-2011"

Presentado por:

MIGUEL ANGEL, PÉREZ HUARIPATA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO PESQUERO

Lima-Perú

2013

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y sobrinos.

AGRADECIMIENTO

Al Laboratorio Costero del Instituto del Mar del Perú-Huacho y a la Dirección General de Recursos Demersales y Litorales del Instituto del Mar del Perú-Callao. A mi asesor M.Sc. Henry Orrego Albañil y co-asesor Ing. Rafael Gonzáles Bazalar, quienes me guiaron y brindaron su apoyo durante la realización de esta tesis.

Agradezco también a los profesionales del Área Funcional de Investigación en Peces Demersales, Bentónicos y Litorales, al Área Funcional de Dinámica Poblacional y Evaluación de Recursos Pelágicos y a la Unidad de Biología Reproductiva del Instituto del Mar del Perú.

RESUMEN

Se realizó un análisis biológico pesquero del recurso lorna (*Sciaena deliciosa*) en el Puerto de Huacho durante el periodo 2000-2011. Este recurso se encuentra sometido a una fuerte presión de pesca y actualmente son pocas las investigaciones dirigidas a conocer su situación biológica-pesquera.

En el análisis biológico, se evaluó la disminución significativa de la talla media a través del tiempo mediante un análisis de regresión lineal; asimismo, se calculo la relación longitud-peso mediante una regresión potencial. Se analizaron el factor de condición (Angelescu *et al*., 1987) e índice gonadosomático (Vazzoler, 1982) para determinar el período de desove. Se determinó la talla de primera madurez (TPM) a través de una curva logística y los parámetros de crecimiento se estimaron a partir del análisis de frecuencias de tallas. Se obtuvo un crecimiento cercano al isométrico del pez y una disminución significativa de la talla media entre el 2007-2011. La TPM se alcanza a los 15.5 cm., a la edad de un año y su época reproductiva se da con mayor intensidad entre los meses de verano-otoño mientras que en la primavera se observa un pico reproductivo con menor intensidad.

Como parte del análisis pesquero, se analizó el desembarque, esfuerzo pesquero y captura por unidad de esfuerzo (CPUE); así como el porcentaje de ejemplares juveniles capturados en base a la talla mínima de captura (TMC). Además, se empleó el modelo de producción excedente de Schaefer (1954) y Fox (1970) y las fórmulas empíricas de Froese y Binohlan (2000) para determinar la sobreexplotación del recurso. Se observa una captura zonificada del recurso entre Vegueta (11°1.9’S) y Carquín (11°5.2’S); con decrecimiento en las capturas, aumento del esfuerzo pesquero y una disminución de la CPUE durante los últimos años del período evaluado. Los desembarques registraron un 90.2 por ciento de incidencia de ejemplares juveniles en las capturas y el recurso presenta una sobre explotación por crecimiento y reclutamiento.

Palabras Clave: Biológico-pesquero, lorna, *Sciaena deliciosa*, sobreexplotación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA 3

III. MATERIALES Y MÉTODOS 7

3.1 ESTRUCTURA POR TALLAS 8

3.2 RELACIÓN LONGITUD-PESO 8

3.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS 9

3.4 TALLA DE PRIMERA MADUREZ (*TPM*) 10

3.5 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO 10

3.6 DESEMBARQUE, ESFUERZO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (*CPUE*) 12

3.7 ANÁLISIS DEL NIVEL DE CAPTURA DE EJEMPLARES JUVENILES 14

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15

4.1 ESTRUCTURA POR TALLAS 15

4.2 RELACIÓN LONGITUD-PESO 19

4.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS 22

4.3.1 Factor de Condición (FC) 22

4.3.2 Índice Gonadosomático (IGS) 26

4.4 TALLA DE PRIMERA MADUREZ (*TPM*) 34

4.5 CRECIMIENTO 36

4.6 ANÁLISIS DE LOS DESEMBARQUES Y ESFUERZO DE PESCA 42

4.6.1 Desembarques 42

4.6.2 Esfuerzo Pesquero 46

4.6.3 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) 51

4.6.4 Modelo en equilibrio de producción excedente de Schaefer y Fox 54
4.6.4.1 Modelo de Schaefer 55
4.6.4.2 Modelo de Fox 56
4.7 NIVEL DE CAPTURA DE EJEMPLARES JUVENILES 58
V. CONCLUSIONES 68
VI. RECOMENDACIONES 70
VII. BIBLIOGRAFÍA 71
VIII. ANEXOS 76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Base de datos correspondiente a la especie lorna. Período 2000-2011. 7

Cuadro 2: Relación longitud-peso del recurso lorna. Período 2000-2011. 20

Cuadro 3: Factor de condición (*FC*) mensual de la lorna para hembras y machos. Período 2000-2011. 23

Cuadro 4: Porcentaje de ejemplares inmaduros, maduros y desovantes del recurso lorna. Período 2000-2011. 31

Cuadro 5: Parámetros de crecimiento de la lorna mediante estructura por tallas (Fisat II) y lectura por otolitos (Arrieta *et al*, 2010). 39

Cuadro 6. Captura máxima sostenible (CMS), esfuerzo óptimo (F_{CMS}), captura por unidad de esfuerzo óptimo ($CPUE_{RMS}$), parámetros de regresión (modelos de Schaefer y Fox) ajustados a los datos de la CPUE y esfuerzo. Período 2000-2011. 54

Cuadro 7: Nivel porcentual de captura de ejemplares menores a la TPM y TMC. 60

Cuadro 8: Porcentaje de ejemplares capturados menores a 24 cm. por arte de pesca y por tamaño de malla (TM). 63

Cuadro 9: Porcentaje de ejemplares capturados menores a 16 cm. por arte de pesca y por tamaño de malla (TM). 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura por tallas por año de la lorna. Período 2000-2011. 15

Figura 2: Estructura por tallas de la lorna por arte de pesca. Período 2000-2011. 16

Figura 3: Distribución de tallas medias total y por las 3 principales artes de pesca. Período 2000-2011. 17

Figura 4. Anomalía estandarizada de la talla media de la estructura de tallas. Período 2000-2011. 18

Figura 5: Relación longitud-peso de la lorna. Período 2000-2011. 19

Figura 6: Evolución del coeficiente b durante el período 2000-2011. 21

Figura 7: Factor de condición mensual de la lorna. Período 2000-2011..... 23

Figura 8: Factor de condición (a) por tallas y (b) mensual por grupos de tallas de hembras. Período 2000-2011. 24

Figura 9: Factor de condición (a) por tallas y (b) mensual por grupos de tallas de machos. Período 2000-2011. 25

Figura 10: Índice gonadosomático (IGS) mensual de la lorna. Período 2000-2011. 27

Figura 11: Índice gonadosomático para todo el período de hembras de la lorna. Período 2000-2011. 28

Figura 12: Índice gonadosomático y factor de condición para todo el período de hembras de la lorna. Período 2000-2011..... 28

Figura 13: Índice gonadosomático (a) por tallas y (b) mensual por tallas de hembras. Período 2000-2011. 29

Figura 14: Índice gonadosomático (a) por tallas y (b) mensual por tallas de machos. Período 2000-2011. 30

Figura 15: (a) Frecuencia desovante mensual y (b) frecuencia desovante estacional de la lorna. Período 2000-2011. 32

Figura 16: Frecuencia desovante estacional de la lorna durante el período 2000-2011. 32

Figura 17: Proporción sexual a la longitud total de hembras de la lorna. Período 2000-2011. 33

Figura 18: Talla de primera madurez (TPM) de hembras de lorna. Período 2000-2011.. .. 35

Figura 19: Composición de tallas mensuales de la lorna (*Sciaena deliciosa*) del arte de pesca (a) cerco, (b) chinchorro y (c) cerco-chinchorro. Período 2000-2011..... 37

Figura 20: Ajuste de la curva de crecimiento durante el período 2005-2008 de la lorna para el arte de pesca chinchorro. 38

Figura 21: Curva de crecimiento obtenidos por el método directo (otolitos) e indirecto (estructura por tallas), según el modelo de von Bertalanffy, para la lorna (*Sciaena deliciosa*). 40

Figura 22: (a) Desembarque y variación porcentual (b) por año de la lorna en el puerto de Huacho. Período 2000-2011. 42

Figura 23: Porcentaje de desembarque por arte de pesca en el puerto de Huacho. Período 2000-2011. 43

Figura 24: (a) Captura anual y (b) total por estaciones de la lorna en el puerto de Huacho. Período 2000-2011. 44

Figura 25: Capturas por zonas de pesca de la lorna. Período 2002-2011 45

Figura 26: Comportamiento del esfuerzo pesquero (número de viajes y número de lances) utilizando las 3 principales artes de pesca (arte de cerco, cortina y chinchorro). Período 2000-2011. 46

Figura 27: Distribución de las capturas y esfuerzo por año de la lorna. Período 2000-2011. 47

Figura 28: Capturas y esfuerzo por arte de pesca de la lorna. Período 2000-2011..... 48

Figura 29: Captura y esfuerzo por año del arte de pesca. 49

Figura 30: Esfuerzo por zonas de pesca de lorna. Período 2002-2011 50

Figura 31: (a) Esfuerzo y (b) capturas con respecto a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Período 2000-2011. 52

Figura 32: Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por zonas de pesca de la lorna. Período 2002-2011. 53

Figura 33: Rectas de los modelos de Schaefer (a) y Fox (b) ajustadas a los datos de la CPUE y esfuerzo. Período 2000-2011..... 54

Figura 34: Ajuste de los modelos en equilibrio de producción excedente de Schaefer y Fox con respecto a la captura y el esfuerzo de pesca para lorna. Período 2000-2011..... 57

Figura 35: Captura por unidad de esfuerzo estimada mediante los modelos de Schaefer y Fox en equilibrio en comparación con la CPUE de la lorna. Período 2000-2011..... 57

Figura 36: Porcentaje de ejemplares capturados menores a 16 y 24 cm. de la lorna. Período 2000-2011. 59

Figura 37: Nivel porcentual de ejemplares capturados por debajo de la TPM y TMC por arte de pesca. Período 2000-2011..... 62

Figura 38: Estructura de tallas de la lorna, indicadores simples (L_{max}) y talla mínima de captura. Período 2000-2011..... 65

Figura 39: Estructura de tallas de la lorna, indicadores simples (TPM) y talla mínima de captura. Período 2000-2011..... 66

Figura 40: Nivel porcentual de reproductores de lorna. Período 2000-2011. 67

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tabla ANOVA de FC hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 76

Anexo 2: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 76

Anexo 3: Tabla ANOVA de FC machos marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 78

Anexo 4: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC machos marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 78

Anexo 5: Tabla ANOVA de FC hembras setiembre-noviembre, con un nivel de confianza del 95 por ciento. Período 2000-2011. 80

Anexo 6: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC hembras setiembre-noviembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 80

Anexo 7: Tabla ANOVA de FC machos setiembre-noviembre, con un nivel de confianza del 95 por ciento. Período 2000-2011. 82

Anexo 8: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC machos setiembre-noviembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 82

Anexo 9: Tabla ANOVA de IGS hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 84

Anexo 10: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de IGS hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 84

Anexo 11: Tabla ANOVA de IGS hembras octubre-diciembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 86

Anexo 12: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de IGS hembras octubre-diciembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011. 86

I. INTRODUCCIÓN

La pesca artesanal es la primera forma de pesca que conoció el hombre y ha sido, desde épocas remotas, la base de casi todos los asentamientos humanos en las zonas costeras. Es una actividad económica de gran importancia ya que es fuente principal de empleo e ingresos de miles de familias y por su contribución a la seguridad alimentaria de la población. Sin embargo, esta actividad atraviesa por una etapa de crisis, agravada por la sobreexplotación y la progresiva disminución de los recursos hidrobiológicos (CEOP ILO, 2003).

La lorna (*Sciaena deliciosa*) constituye un recurso importante en la pesquería artesanal peruana; se pesca dentro de las 30 mn de la costa, a lo largo del litoral; y se desembarca en más de 23 centros pesqueros (Estrella, 1994). Su pesquería se localiza en San José, Chimbote, Huacho y Callao; y se le captura con cerco, cortina, chinchorro y pinta (González, 2001).

En el 2010, los desembarques a nivel nacional de los recursos costeros (cabinza, lisa, lorna, machete, mismis, pejerrey y pintadilla) sumaron 13 306 t, ocupando la lorna el segundo lugar con 3 944 t, mayor al desembarque encontrado durante el año 2009 (3 415 t). Además, la lorna durante este mismo año presento un rango de tallas entre 10 y 45 cm. de longitud total, obteniendo una talla media de 19.4 cm., menor a la encontrada durante el año 2009 (21.9 cm.), con un 88.6 por ciento de tallas inferiores a la talla mínima de captura (24 cm.), mayor a la del año 2009 (65.4 por ciento). Asimismo, la zona de Huacho obtuvo el segundo lugar con 2 061 t de recursos costeros capturados, cifra menor a la encontrada por el año 2009 (3 384 t).

Cabe resaltar, que la pesca artesanal de Huacho se desarrolla en una amplia franja del litoral de las provincias de Barranca, Huaura y Chancay de la región Lima (Elliot *et al.*, 2005), siendo la lorna un importante recurso de la pesca artesanal huachana. La flota de Huacho y Carquín desembarco en conjunto 398.3 t de lorna durante el año 2010, menor al desembarque del año 2009 (617.2 t); presentando un rango de tallas entre 10 y 27 cm. el cual fue menor al del año 2009 (13 a 37 cm.), con un 97 por ciento de individuos por debajo de la talla mínima de captura, mayor al encontrado durante el año 2009 (91 por ciento).

El presente estudio, tiene como objetivo realizar un análisis biológico-pesquero del recurso lorna en uno de sus principales puertos de desembarque. En el cual se analizara la estructura por tallas, relación longitud-peso, factor de condición, índice gonadosomático, talla de primera madurez y parámetros de crecimiento, con respecto a la biología del recurso; mientras que para el análisis pesquero, se tomara en cuenta la variación temporal de los desembarques, esfuerzo de pesca, índice de abundancia a través de la captura por unidad de esfuerzo por zonas de pesca y captura de ejemplares juveniles. Este estudio, nos permitirá conocer en qué estado se encuentra uno de los principales recursos costeros y con ello poder adoptar lineamientos de manejo y así lograr una explotación sostenible del recurso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La lorna *Sciaena deliciosa*, es un pez distribuido desde Ecuador, Puerto Pizarro (Perú) a Corral, Chile (39°52'S). Esta es una especie bentopelágica de la plataforma continental sobre fondos someros arenosos y areno-rocosos, común en el área de la Corriente Costera Peruana (Chirichigno y Cornejo, 2001).

Esta especie, es denominada "lorna" en la costa central del Perú, "lorna" en el norte y "cholo" en el sur. La lorna es relativamente costera y habita sobre fondos arenosos cercanos a las playas, es de amplia distribución de preferencia al norte y centro del litoral peruano. Asimismo, constituye un recurso importante en la pesquería artesanal peruana, se pesca dentro de las 30 mn de la costa, a lo largo del litoral y se desembarca en más de 23 centros pesqueros (Estrella, 1994). Su pesquería se localiza en San José, Chimbote, Huacho y Callao y se le captura con cerco, cortina, chinchorro y pinta (González, 2001). Además se observa su mayor concentración entre Chimbote y Pisco; capturándose principalmente con redes cortinas y trasmallo (Espino *et al.*, 1989); en el área 3°23'S-9°00'S, se le ubica hasta alrededor de los 140 m de profundidad, es posible encontrarla en rangos de temperaturas de 14.1 a 16.7 °C y oxigeno entre 0.00 y 2.77 ml/l en condiciones normales y durante El Niño se halla de 14.8 a 21.2 °C y de 0.53 a 3.53 ml/l de oxigeno (Espino, 1990).

La longitud promedio a la cual, por lo menos el 50 por ciento de los ejemplares alcanza su primera madurez sexual es aproximadamente 17.5 cm., siendo los meses de desove los comprendidos en las estaciones de otoño e invierno (Mejía *et al.*, 1970). La primera madurez la alcanza a los 20 cm. de longitud total, que equivale la edad promedio de 1.5 años. Del análisis de la mortalidad por grupos de edades se aprecia que la mayor tasa de explotación recae principalmente ente los grupos de edad de 2 y 3 años (Estrella, 1994).

Por otro lado, durante el período 1970-1999, se registró el mayor desembarque de la lorna en 1973 (13 253 t), justamente después de El Niño 1972-1973. Es importante indicar que el evento frío 1999 habría provocado el descenso en las captura (3 075 t) después de que estas se incrementaron a 5 027 t con la culminación de El Niño 1997-1998. La

progresión de los estadios sexuales en función de las áreas de pesca muestra que los ejemplares madurantes (III, IV y V), desovantes (VI) y recuperación (VII y VIII) se presentaron en toda el área de distribución geográfica del recurso (González, 2001).

En un estudio de selectividad con red de arrastre tipo chinchorro en la Isla de San Lorenzo, se pescaron 307 ejemplares de lorna, con un rango de 11-31 cm. en la longitud media y moda de 23 cm. Los parámetros de selectividad del chinchorro con copo de 51mm para la lorna fueron: factor de selección 3.50; rango de selección de 15.02 a 20.00 y L50 % 17.51. Se presenta buena disposición de la curva de selectividad con poca pendiente y con un rango de selección corto, que indica la captura de mayor número de ejemplares adultos (Salazar *et al.*, 1999).

En el área de Huacho se realizaron estudios comparativos sobre, la distribución y concentración, estructura por tallas, período de desove, talla de madurez sexual y captura, para el período frío de abril 1996 a marzo 1997 y el período cálido de abril 1997 a marzo 1998, solo de las capturas por boliche y cortina. Las capturas de lorna con boliche presentaron tallas entre 16 y 24 cm. y con cortina entre 19 y 30 cm. La talla de madurez sexual de las hembras de la lorna durante el período frío fue 25.19 cm. y en el período cálido 24.01 cm. Presenta un mayor pico de desove en la primavera de 1996, además de un pico secundario en otoño del mismo año (Wasiw, 2000).

La pesquería de Huacho, entre los años 2001-2003, registró un desembarque promedio anual de 26 111 kg y 36 946 kg provenientes de las zonas de Hornillos y El Colorado, respectivamente. En el desembarque de los recursos pesqueros provenientes de la zona de Hornillos, se identificó 33 especies de peces y 7 de invertebrados. En el grupo de peces, se destacaron por su mayor volumen de desembarque: el pejerrey (4 857 kg año 2001, 15 527 kg año 2002 y 25 147 kg año 2003), el machete (2 950 kg año 2001, 670 kg año 2002 y 232 kg año 2003) y la lorna (1 544 kg año 2001, 844 kg año 2002 y 315 kg año 2003). En el desembarque de recursos pesqueros provenientes de la zona El Colorado, se identificaron 49 especies de peces y 9 de invertebrados. En el grupo de peces destacaron por su mayor desembarque, el pejerrey (3 831 kg año 2001, 6 034 kg año 2002 y 18 874 kg

año 2003), el machete (8 631 kg año 2001, 337 kg año 2002 y 1 064 kg año 2003), la lorna (5 372 kg año 2001, 1 686 kg año 2002 y 2 409 año 2003) y la cabinza (4 656 kg año 2001, 2 720 kg año 2002 y 1 386 año 2003) (Elliot *et al.*, 2005).

La flota de Huacho y Carquín desembarco en conjunto 398.3 t de lorna durante el año 2010, menor al desembarque del año 2009 (617.2 t); presentando un rango de tallas entre 10 y 27 cm. el cual fue menor al del año 2009 (13 a 37 cm.), con un 97 por ciento de individuos por debajo de la talla mínima de captura, mayor al encontrado durante el año 2009 (91 por ciento) (IMARPE, 2009 y 2010).

Según la FAO (2001) el esfuerzo de pesca es la cantidad general de actividad pesquera (normalmente por unidad de tiempo) expresada en unidades como: días-embarcación en el caladero, número de nasas o redes de arrastre, o (longitud de almadraba x tiempo de inmersión), etc. El esfuerzo puede ser *nominal*, que refleja el total simple de las unidades de esfuerzo ejercidas sobre una población en un período de tiempo dado. También puede ser *normal* o *efectivo* cuando se corrige para tener en cuenta las diferencias entre la capacidad y la eficiencia pesquera y asegurar la proporcionalidad directa con la mortalidad debida a la pesca. Normalmente se relaciona con una pesquería y un arte específico. Si se considera más de un arte, se requiere una normalización en relación con una de ellas.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE), es en general una cantidad que se deriva de los valores independientes de captura y de esfuerzo; por ejemplo, el número de peces por anzuelo de palangre-mes es una forma de expresar la CPUE. La CPUE puede utilizarse como medida de la eficiencia económica de un tipo de arte, pero normalmente se utiliza como índice de abundancia, es decir, se espera que una variación proporcional en la CPUE represente la misma variación proporcional en la abundancia, siendo el índice de abundancia la medida relativa de la abundancia de una población, por ejemplo datos de una serie cronológica de capturas por unidad de esfuerzo (FAO, 2001).

Por otra parte, la pesca responsable abarca “el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros en armonía con el medio ambiente, la utilización de prácticas de captura

y acuicultura que no sean nocivas para los ecosistemas, los recursos y o la calidad de los mismos; la incorporación del valor añadido a estos productos mediante procesos de transformación que respondan a las normas sanitarias; la aplicación de prácticas comerciales que ofrezcan a los consumidores acceso a productos de buena calidad" (1992, Conferencia Internacional sobre Pesca Responsable, Cancún, México).

Además, el Ministerio de Pesquería a través de la Resolución Ministerial N° 209-2001-PE aprobó la relación de Tallas Mínimas de Captura y Tolerancia Máxima de ejemplares juveniles para extraer los principales peces marinos, la misma que en su Anexo I, establece que para el caso del recurso lorna la talla mínima de captura es de 24 centímetros de longitud y 10 por ciento es la tolerancia máxima permitida.

Cabe resaltar, que la pesca artesanal es una actividad económica de gran importancia ya que es fuente principal de empleo e ingresos de miles de familias y por su contribución a la seguridad alimentaria de la población. Sin embargo, esta actividad atraviesa por una etapa de crisis, agravada por la sobreexplotación y la progresiva disminución de los recursos hidrobiológicos (CEOP ILO, 2003).

Donde los síntomas de que existe una situación de sobrepesca sobre un stock explotado se pueden resumir en cinco puntos: (i) disminución de los desembarques totales, (ii) disminución de las capturas por unidad de esfuerzo, (iii) desplazamiento de las capturas hacia tallas menores, (iv) desplazamiento de las capturas hacia otras especies acompañantes de escaso interés y (v) alteraciones y fallos en el reclutamiento (Soriguer, 2001).

Asimismo, se presenta tres indicadores pesqueros simples para hacer frente a la sobrepesca: (i) el porcentaje de peces maduros en la captura, 100 por ciento como objetivo, (ii) el porcentaje de los peces capturados en la longitud óptima, 100 por ciento como meta, y (iii) el porcentaje de los "mega-reproductores" en la captura, 0 por ciento como objetivo, pero si esta no se cumple, el 30 a 40 por ciento de su captura es razonable (presentaría una estructura de edad sana y es deseable) (Froese, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos fueron proporcionados por el Laboratorio Costero del IMARPE de Huacho; provienen del seguimiento de la pesquería de recursos demersales y costeros, que se sustenta en el desarrollo de la pesquería artesanal de Huacho, con énfasis en los aspectos biológicos-pesqueros basados en las capturas comerciales. La base de datos utilizada para este estudio se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Base de datos correspondiente a la especie lorna. Período 2000-2011.

	n
Número de ejemplares de datos biométricos	60270
Número de ejemplares de datos biológicos	16914
Datos de Desembarque (*)	38415

(*) Por motivos de análisis los desembarques se consideraran como si fueran las capturas.

FUENTE: Elaboración propia.

Muestreo Biométrico: Es un muestreo al azar simple y se orienta a determinar la estructura por tallas de las capturas y de la población de las especies. Para cumplir con este muestreo, debe tomarse una muestra representativa de la cual debe conocerse el peso, para su posterior ponderación. Se mide la longitud total (LT) de los ejemplares y es al centímetro inferior. En este caso no se registra el peso de los individuos (Espino *et al*., 1995).

Muestreo Biológico: Corresponde a un muestreo sistemático estratificado en el cual se analiza en detalle un determinado número de ejemplares por cada intervalo de talla. Generalmente corresponde a 10 ejemplares por cada cm. de longitud. Se registra longitud total (LT), peso total de cada individuo (W) en gramos, peso eviscerado (We) de cada individuo en gramos, peso de gónadas de cada individuo (Wg) en gramos y en detalle las otras características biológicas como: sexo y madurez gonadal. Este muestreo se hace para determinar la condición biológica de las especies (Espino *et al*., 1995).

Para la determinación de la madurez del recurso se hizo mediante la catalogación macroscópica, en base a características morfológicas y coloración de las gónadas de acuerdo a la escala empírica de Johansen (1924).

3.1 ESTRUCTURA POR TALLAS

Con ayuda de los muestreos biométricos del período 2000-2011, se procedió a hallar la talla media (L_m), moda, desviación estándar (S) y frecuencia porcentual por longitud total (LT) del pez para cada arte de pesca y agrupando todas las artes de pesca de manera general. Además, a partir de las frecuencias de tallas anuales se calculo la longitud media de captura y se estimaron las anomalías estandarizadas de estas para el período 2000-2011 de acuerdo a la expresión:

$$A.E. = (L_{m(i)} - L_{m(j)} / S)$$

Donde:

$L_{m\,(i)}$ = Longitud media de captura para el año i

$L_{m\,(j)}$ = Longitud media de captura para el período 2000-2011

S = Desviación estándar

Y para determinar si existe una disminución significativa de la talla media durante los últimos años del período evaluado se utilizó una regresión lineal, cabe resaltar que todos estos calculos fueron realizados con ayuda del programa Microsoft Excel.

3.2 RELACIÓN LONGITUD-PESO

Se analizó la relación longitud-peso mediante regresión potencial, calculando los valores de *a* y *b* de la ecuación:

$$W=aLT^b \qquad \text{(Froese, 2006)}$$

Así como los coeficientes de determinación para cada año y el coeficiente de correlación para el período analizado.

3.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Se emplearon ejemplares hembras y machos adultos para el cálculo del FC y IGS, tomando como referencia el rango de talla de 17 a 35 cm., el cual se encuentra presente durante el período evaluado; debido a la gran cantidad de ejemplares que han alcanzado la madurez entre ese rango de talla, de acuerdo a lo encontrado por Mejía *et al.,* (1970); donde la talla de primera madurez es aproximadamente 17.5 cm.

Se aplicaron las siguientes ecuaciones:

Factor de Condición:

$$FC = (We/LT^3)*100$$ (Angelescu *et al*., 1987)

Índice Gonadosomático:

$$IGS = (Wg/We)*100$$ (Vazzoler, 1982)

Asimismo, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para las estimaciones de FC e IGS, con un nivel de confianza del 95 por ciento; para corroborar que los valores mensuales no muestren diferencias significativas durante el período evaluado.

Para hallar la proporción sexual, se aplicó la razón de: número de machos/número de hembras. Luego se hallo el porcentaje de número de hembras con respecto a los machos, la cual se ploteo en una gráfica.

$$(N_M/N_H)*100$$

Donde:

N_M = Número de machos

N_H = Número de hembras

3.4 TALLA DE PRIMERA MADUREZ (*TPM*)

Para el cálculo de la TPM, se tomaron todos los rangos de talla desde los juveniles hasta los adultos de mayor talla para el período 2000-2011. Tomando la muestra en los meses donde se encontró el pico principal de desove.

Se realizó una discriminación de los distintos estados de madurez por talla (inmaduros y maduros), luego se calculó una proporción de individuos reproductivamente activos versus el total de los individuos por cada talla, considerando activos a aquellos individuos con algún grado de vitelogénesis (maduración) y/o desove (Buitrón *et al.,* 2011).

Obteniéndose finalmente un vector de proporción por talla la cual es ajustada a una curva logística de la forma:

P_L = a/1+b Exp-c*LT (IMARPE, 2011)

Donde:

P_L = Proporción de ejemplares reproductivamente activos.

a, b y c = Constantes.

Donde los valores de a, b y c fueron encontrados al introducir los datos en el programa Curve Expert 1.4 (la longitud con su respectiva proporción de individuos reproductivamente activos).

3.5 PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

Mediante la estructura por tallas encontrada por los muestreos biométricos durante el período 2000-2011, se procedió a realizar el análisis de crecimiento de la siguiente manera:

1. Se descartaron las frecuencias de tallas del arte de pesca cortina y pinta debido a su selectividad y sólo se trabajó con las del arte cerco y chinchorro.

2. Se procedió a realizar la construcción de las frecuencias de tallas donde cada muestreo biométrico correspondió a un viaje pesquero y este fue ponderado a su respectiva captura.
3. Las frecuencias resultantes fueron agrupadas por mes.
4. Se realizó un gráfico de distribución de tallas mensual para determinar cual de las 2 artes de pesca mostraba un mejor crecimiento del pez, con ayuda del programa R studio.
5. Las frecuencias mensuales se introdujeron al programa computacional FISAT (Gayanilo *et al.*, 2004) .
6. La longitud asintótica (L_∞) se estimó a partir de la máxima talla observada a lo largo de la historia de su pesquería (55 cm., encontrada por González (2001), en el verano de 1998), debido a que la L_∞ es la longitud media que los peces podrían alcanzar en caso de crecer hasta una edad muy avanzada (de hecho, infinita) (Pauly 1983); utilizando la ecuación de Froese y Binohlan (2000).

$$\text{Log } L_\infty = 0.044 + 0.9841 * \log (\text{Lmax})$$

   Se obtuvo una L_∞ = 57.1 cm., con un límite inferior de 47.7 cm. y un limite superior de 67.7 cm.
7. La L_∞ hallada, fue utilizado como entrada en la rutina K Scan del ELEFAN I (Pauly 1986) para la estimación del coeficiente curvatura (K).
8. Con ayuda del VBGF, se procedió hallar el ajuste directo de de una curva de crecimiento sobre la progresión mensual de modas, siendo un proceso de ensayo y error que consistió en la proposición de diferentes valores de WP (momento del año en que el crecimiento es más lento) y C (amplitud de la oscilación), mientras se mantuvo constante la L_∞.
9. Con ayuda de la L_∞ y K, se procedió a hallar el t_0 mediante la ecuación de Pauly (1979).

$$\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.22752 \log L_\infty (-1.038) \log K$$

Posteriormente se calculó el índice de crecimiento phi prima (Ø') mediante la ecuación de Munro & Pauly (1983): $Ø' = Log_{10} k + 2Log_{10} L_{\infty}$, con la finalidad de comparar los parámetros de crecimiento hallados con los encontrados por Arrieta *et al*, (2010), mediante el coeficiente de variación (CV) del Ø'. Asimismo, se realizó la prueba de t-Student con un nivel de confianza del 95 por ciento para determinar si existe alguna diferencia significativa en cuanto al crecimiento del recurso según los parámetros de crecimiento hallados.

3.6 DESEMBARQUE, ESFUERZO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (*CPUE*)

La información colectada de las capturas con sus respectivas zonas de pesca, arte de pesca y sus números de viajes durante el período fue introducida a una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel, adecuándolas en tablas dinámicas de acuerdo a lo necesitado. Además se realizaron gráficas de captura, esfuerzo pesquero y CPUE para analizar sus comportamientos a través del tiempo.

Para el cálculo de la CPUE se utilizó la siguiente ecuación: CPUE = Captura/Esfuerzo.

Para realizar la distribución espacial de las capturas, esfuerzos y CPUE se utilizaron las coordenadas de las zonas de pesca (halladas con el Google Earth), las cuales fueron utilizadas como entrada en el programa Golden Software Surfer v. 10, donde el método de grillado utilizado fue el kriging para realizar la distribución espacial de las capturas, esfuerzo y CPUE por zonas de pesca.

Asimismo se utilizo el modelo de producción de excedente de Schaefer y Fox para evaluar la captura máxima sostenible (CMS), utilizando el esfuerzo y la CPUE como datos de entrada para los modelos.

El modelo de Schaefer (1954) asume una relación lineal entre el esfuerzo de pesca y los rendimientos correspondientes, de acuerdo con la ecuación:

$$CPUE_i = a + b * F_i$$

Donde:

$CPUE_i$ = Rendimiento durante el año "i"

a = Es el del intercepto de la regresión lineal de los puntos observados de rendimiento anual contra los esfuerzos correspondientes.

b = Pendiente de la regresión lineal

F_i = Esfuerzo correspondiente al año "i".

Según este mismo modelo, la captura estimada para un año "i" será:

$$C_i = a * f_i + b * (f_i)^2$$

En cuanto a la Captura Máxima sostenible, se estimará según:

$$CMS = (a)^2 / 4 [b]$$

Donde:

[b] es el valor absoluto de la pendiente.

El esfuerzo que permitirá dicha captura será de:

$$F_{CMS} = a / 2 [b]$$

Mientras que el modelo de Fox (1970), en lugar de asumir una relación lineal entre esfuerzo y rendimientos, asume una línea curva:

$$Ln (CPUE_i) = a + b * Fi$$

$$CPUE_i = e^{(a+ b * Fi)}$$

Las restantes ecuaciones son:

$$C_i = F_i * e^{(a + b * Fi)}$$

$$CMS = (1/[b]) / e^{(a - 1)}$$

$$F_{CMS} = 1 / [b]$$

3.7 ANÁLISIS DEL NIVEL DE CAPTURA DE EJEMPLARES JUVENILES

Para evaluar el nivel de captura de ejemplares juveniles, se tomó en cuenta la Talla Mínima de Captura (TMC) y la Talla de Primera Madurez (TPM); con la cual se procedió a clasificar los ejemplares juveniles de adultos mediante porcentajes. Asimismo, se analizó el porcentaje de incidencia de ejemplares por debajo de la TMC y TPM, en base al tamaño de malla (TM) utilizado por los pescadores. Este análisis se realizó de forma general y por arte de pesca con ayuda de una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel.

Por otro lado, en base a la distribución de frecuencias de tallas (frecuencias porcentuales); se hizo una primera evaluación del estado del stock, empleando las fórmulas empíricas de Froese y Binohlan (2000). Para ello se utilizó la longitud total más grande encontrada durante el período analizado para hallar una longitud de primera madurez (L_m) y longitud rendimiento óptimo (L_{opt}) y con la TPM poder hallar una nueva longitud rendimiento óptimo (L_{opt}), las cuales son representadas en un gráfico junto con las frecuencias porcentuales.

Longitud rendimiento óptimo → $\log Lopt = 1.0421 * \log L\infty - 0.2742$

Longitud de primera madurez → $\log Lm = 0.8979 * \log L\infty - 0.0782$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTRUCTURA POR TALLAS

La estructura por tallas anual durante todo el período y considerando todas las artes de pesca presentan una distribución unimodal. Los rangos de tallas fluctuaron entre los 8 y 47 cm. de LT, donde más del 80 por ciento de los individuos estuvieron entre 16 y 23 cm. de LT. Los ejemplares mayores a 40 cm. fueron muy escasos y solo se observaron en el 2000, 2001, 2006 y 2008. Las modas se encontraron en un rango de 18 a 20 cm. y las medias entre 18.7 y 21.3 cm., observándose para el 2011 la talla media más baja (18.7 cm.). Se observa los valores más bajos de la talla media durante casi todo el período (2000-2006 y 2009-2011) (Fig. 1).

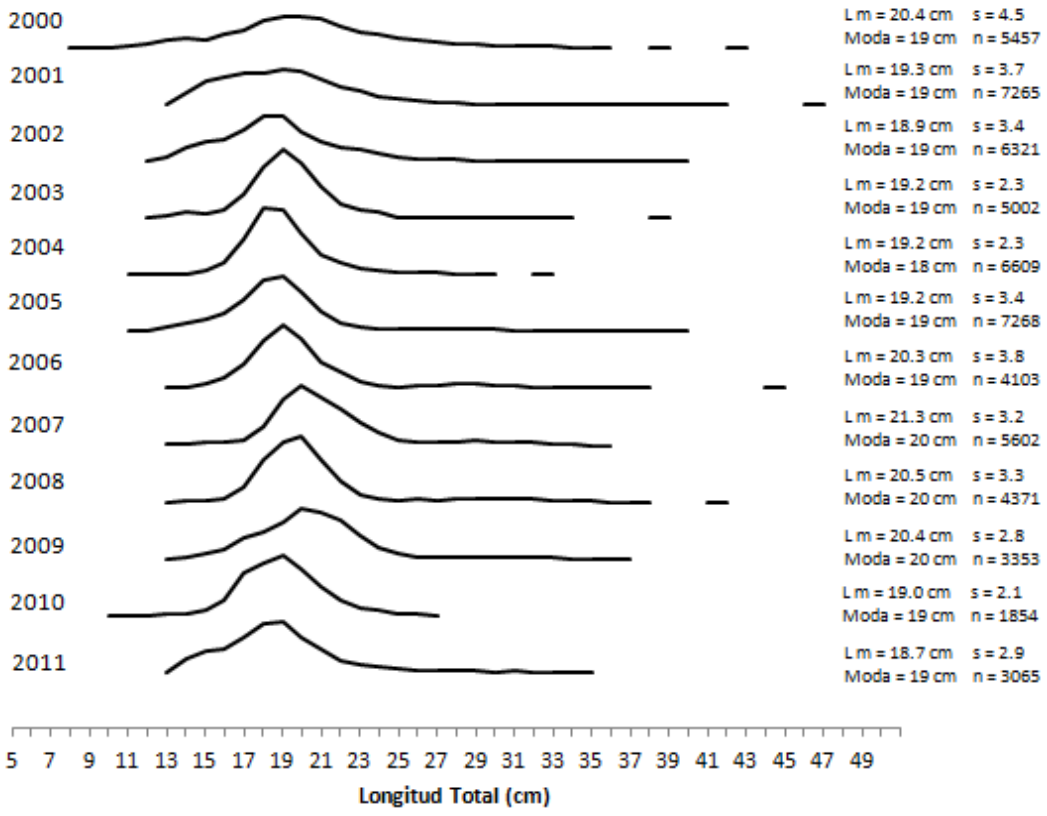


Figura 1: Estructura por tallas por año de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

La estructura por tallas por arte de pesca (2000-2011) se presenta en la Figura 2. Los datos con red de cerco es la que presenta la menor talla media (17.5 cm.), mientras que la pinta presenta la mayor talla media (24.1 cm.). Es importante puntualizar una distribución unimodal para casi todas las artes de pesca (cerco, cortina y chinchorro) a excepción de la pinta, la cual presenta una distribución polimodal. El arte de pesca cortina fue la que extrajo el ejemplar con la mayor talla encontrada durante el período analizado (un ejemplar de 47 cm. en el año 2001).

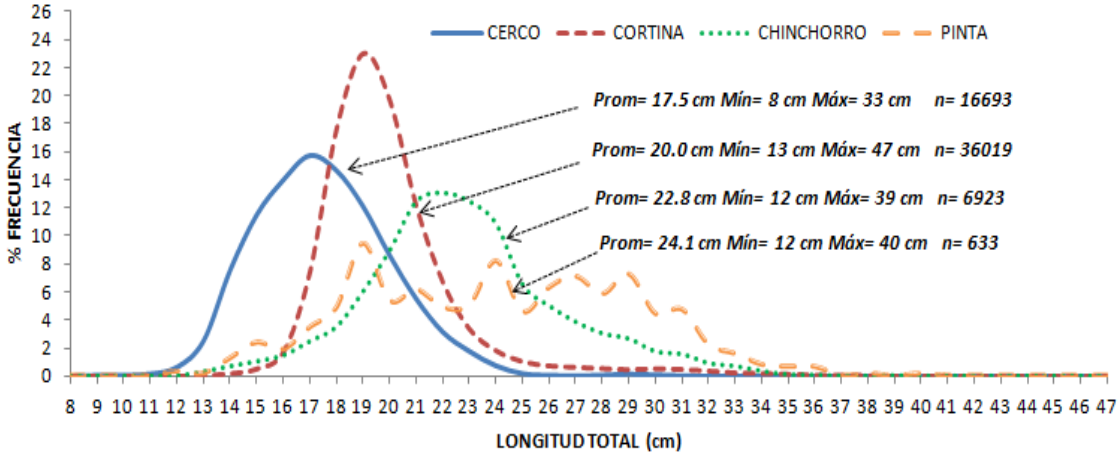


Figura 2: Estructura por tallas de la lorna por arte de pesca. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

González (2001), encontró en el año 1997 la presencia de un importante porcentaje de ejemplares con moda de 44 cm. y con cortina un pequeño porcentaje de 52 cm. (porcentajes que ya no se aprecian en el período analizado); además se puede observar una notoria disminución de la talla media a través del tiempo. El boliche presento una disminución de la talla media de 25 cm. (1996) a 20 cm. (1999); la cortina de 24.7 cm. (1996) a 20 cm. (1999), la pinta de 23.8 cm. (1996) a 21.3 cm. (1998) y el chinchorro de 26 cm. (1996) a 22.3 cm. (1998). Esta disminución todavía se sigue observando durante el período 2007-2011 para todas las artes de pesca según la distribución de tallas medias por año, pero resaltando un incremento de estas tallas entre los años 2004-2007 (Fig. 3). Asimismo, al observar la Figura 3a (todas las artes) esta muestra tallas medias altas como signo de recuperación alrededor del año 2007 al igual que las principales artes de pesca,

para luego comenzar a disminuir, como muestra las anomalías estandarizadas de la talla media (Fig. 4).

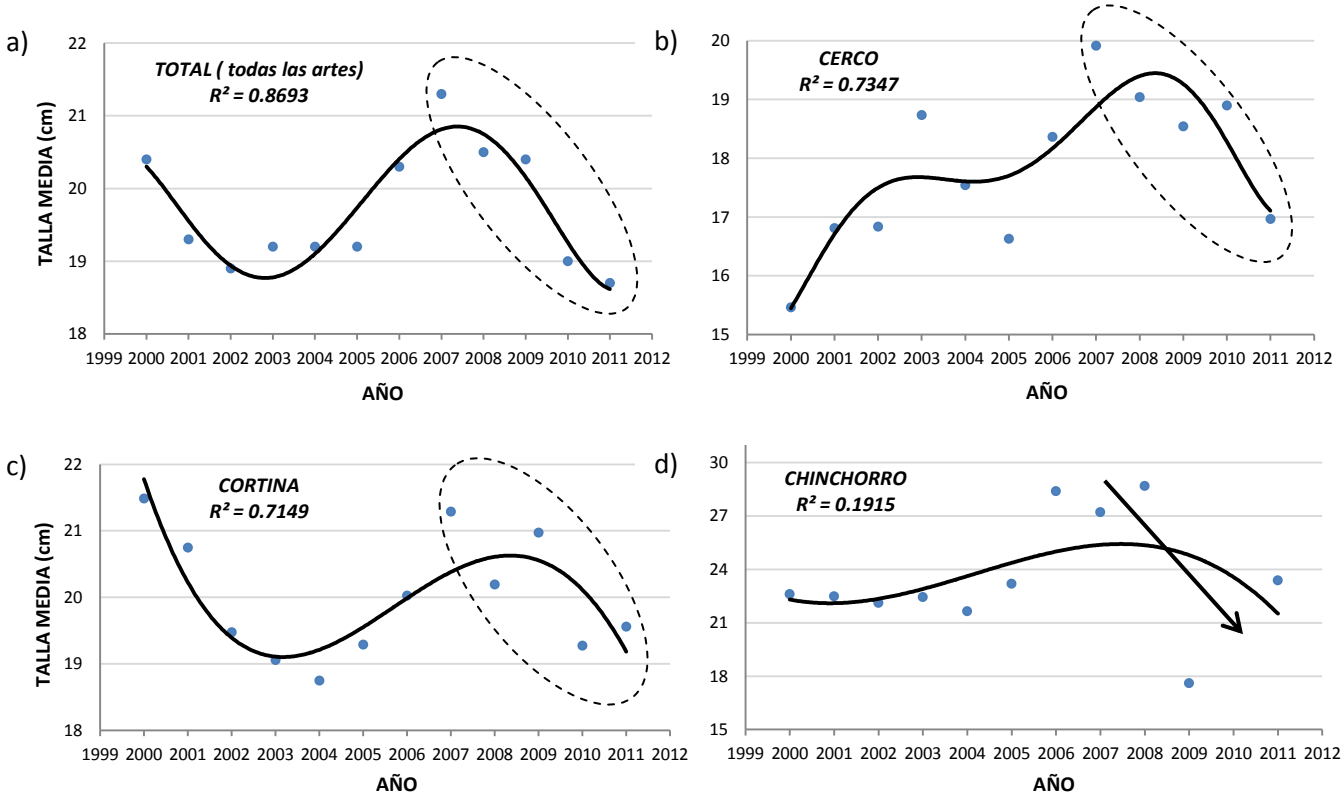


Figura 3: Distribución de tallas medias total y por las 3 principales artes de pesca. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

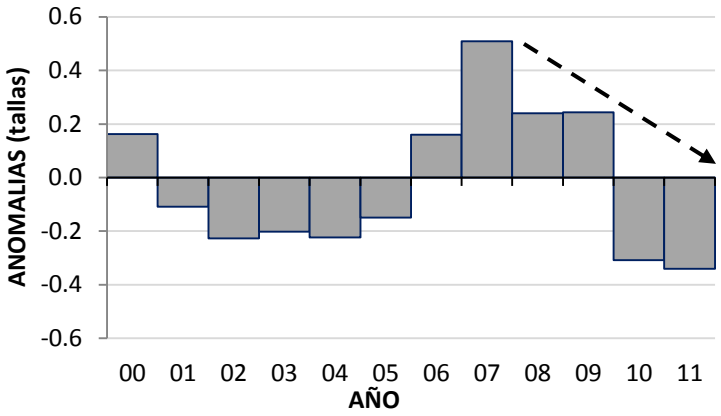


Figura 4. Anomalía estandarizada de la talla media de la estructura de tallas. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia

Este incremento de las tallas medias durante el 2004-2007, puede ser explicado debido a que en el 2004 se registraron anomalías positivas de la temperatura superficial del mar (IMARPE-Huacho, Informes Internos de Condiciones Oceanográficas Estación Fija Huacho-Carquín 2004); asimismo, se observo un fenómeno El Niño moderado durante el 2006 (ENFEN, 2012) el cual pudo ver influido en la concentración de ejemplares de mayor talla cerca a la costa, concentración que pudo verse favorecida durante el 2007 debido al fenómeno de La Niña (magnitud fuerte) (ENFEN, 2012), para luego comenzar a disminuir las tallas medias durante los últimos años del período evaluado por la intensa pesquería del recurso.

En general (Fig. 3a), al realizar un análisis de regresión lineal de las tallas medias al 95 por ciento de confianza durante el período 2007-2011 se obtuvo un $r^2 = 0.938$ y p valor igual a 0.0068; evidenciando una disminución significativa de la talla media durante los últimos 5 años del período evaluado, donde las anomalías estandarizadas presentan una tendencia a disminuir hasta alcanzar valores negativos en los dos últimos años (Fig. 4), síntomas del proceso de sobreexplotación.

4.2 RELACIÓN LONGITUD-PESO

El análisis de la relación entre la longitud total y el peso total de los ejemplares tanto de machos como hembras para todo el período se presenta en el Cuadro 2. Con relación al período total de estudio se obtiene la siguiente expresión en la Figura 5.

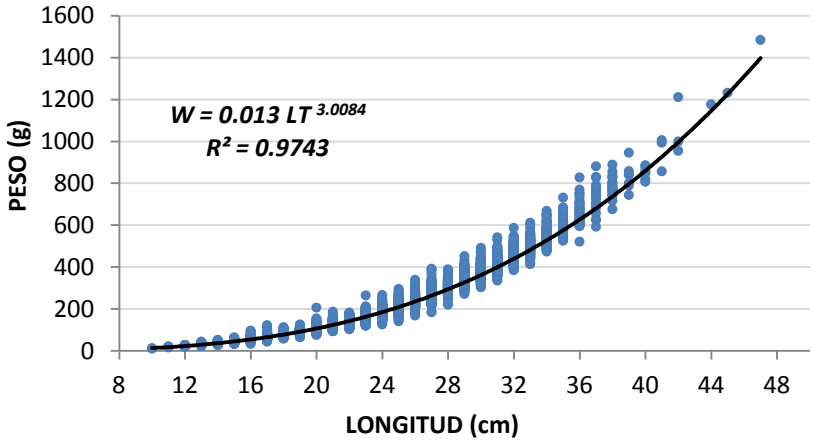


Figura 5: Relación longitud-peso de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Se aprecia una buena muestra representatividad de las tallas, evidenciando una tendencia general de aumento del grosor del pez proporcional a la talla durante el crecimiento; debido a que la longitud es una magnitud lineal y el peso es igual al cubo de la talla. Si un individuo mantiene su forma al crecer, entonces el crecimiento es isométrico (b = 3). Cuando b > 3, los individuos de mayor talla han incrementado su peso en mayor proporción que su longitud, presentando crecimiento alométrico positivo. En cambio, cuando b < 3, los individuos incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso ((*sensu* Carlander 1969; Froese 2006) en Cifuentes *et al*, 2012).

Cuadro 2: Relación longitud-peso del recurso lorna. Período 2000-2011.

AÑOS	a	b	r	n	Rango de talla (cm.)
2000	0.014344	2.992387	0.987898	1959	10 - 40
2001	0.01053	3.076222	0.985677	1780	13 - 47
2002	0.012035	3.033581	0.989666	1420	12 - 40
2003	0.017867	2.903421	0.959628	876	12 - 39
2004	0.020126	2.8705	0.974495	1337	11 - 33
2005	0.012435	3.027261	0.989977	2022	11 - 40
2006	0.011353	3.060076	0.981078	1658	13 - 45
2007	0.013546	2.991833	0.985588	1670	13 - 37
2008	0.014658	2.967328	0.984121	1378	13 - 42
2009	0.016121	2.921553	0.984112	1121	13 - 37
2010	0.031187	2.703107	0.952236	749	10 - 27
2011	0.014108	2.974608	0.981911	944	13 - 35

FUENTE: Elaboración propia.

No obstante, durante los años 2001, 2002, 2005 y 2006 se observo un valor de b > 3, a diferencia de algunos autores como Mejía *et al*., (1970), quienes encontraron que por cada unidad de peso en la lorna el incremento de su longitud es inferior al cubo (alometría negativa) a = 0.2177 y b = 2.81; así mismo Yamashiro (1978, en Espino *et al*., 1989) determinó un a = 0.024 y b = 2.901 y Eguiluz (1993) determinó un a = 0.19 y b = 2.839. Resultado que estaría más acorde con un aumento progresivo de la robustez desde formas tempranas más elongadas o "delgadas", por lo cual hay una mayor ganancia proporcional en peso que en longitud, fenómeno que es común entre peces *((sensu* Froese 2006) en Cifuentes *et al.*, 2012),

Por otro parte, la Figura 6; muestra la evolución a través del tiempo del coeficiente de crecimiento b, observándose una fuerte disminución entre los años 2003-2004 y 2009-2010, patrones de crecimiento que pueden ser asociados a muestras poco representativas para el cuarto trimestre del año 2003, así como al rango de talla encontrado durante el año 2010. No obstante, esta disminución de b podría estar asociada a que los individuos de mayor talla son más delgados que los pequeños. Este comportamiento podría

ser explicado por un ligero incremento en el rango de temperatura optima del recurso (14.1 a 16.7 °C) como lo indica Espino (1990); encontrándose anomalías térmicas positivas de la temperatura superficial del mar durante los períodos mencionados (2010, solo en el primer trimestre) (IMARPE-Huacho, Informes Internos de Condiciones Oceanográficas Estación Fija Huacho-Carquín 2003, 2004, 2009 y 2010), afectando en cierta medida las condiciones fisiológicas del recurso.

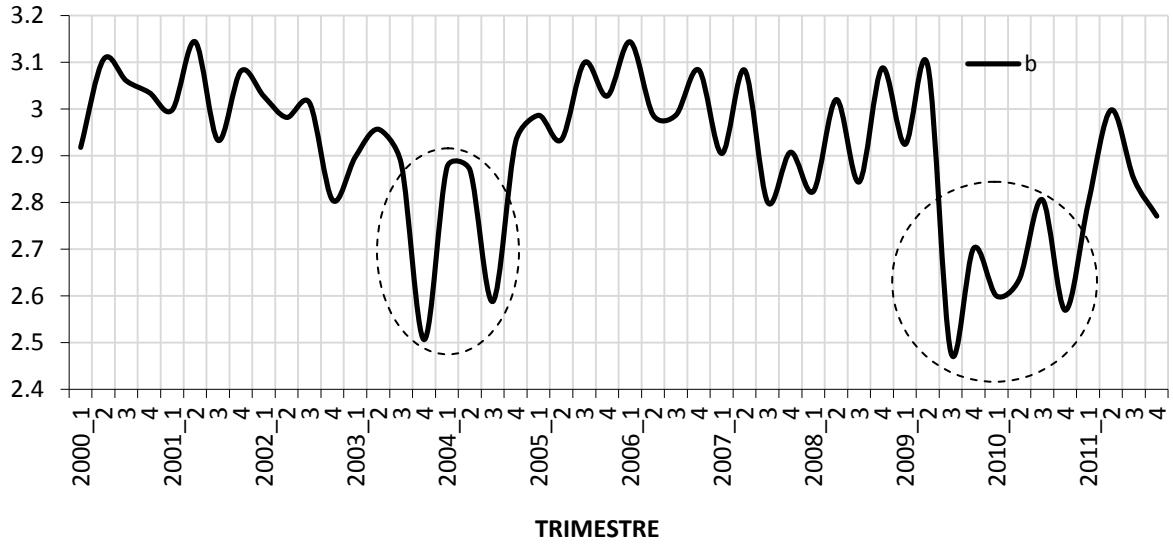


Figura 6: Evolución del coeficiente b durante el período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

4.3 ASPECTOS REPRODUCTIVOS

4.3.1 Factor de Condición (FC)

El análisis del factor de condición tomado como un promedio mensual, tanto para hembras como para machos, para el período 2000-2011, se muestra en el Cuadro 3 y su comportamiento mensual se presenta en la Figura 7.

El comportamiento del factor de condición que se aprecia es similar para machos y hembras. Se observa una clara disminución del FC durante los períodos marzo-mayo y setiembre-noviembre (hembras y machos). Cabe resaltar que en el mes de enero encontramos un valor bajo de FC tanto para hembras como machos (1.16 y 1.15 respectivamente), la cual nos indica una gran variabilidad en cuanto a las condiciones fisiológicas o grado de bienestar del pez en esta época del año.

Además; al realizar el análisis de varianza en hembras y machos durante los períodos donde se observa una clara disminución del FC, marzo-mayo (ANOVA, p $valor_{hembras}$ = 0.011 y p $valor_{machos}$ = 0.038) y setiembre-noviembre (ANOVA, p $valor_{hembras}$ = 0.007 y $pavalor_{machos}$ = 0.003), se observo un comportamiento similar para casi todos los años del período evaluado a excepción del 2000 (Anexos 2, 4, 6 y 8); comportamiento que pudo ser afectado por la normalización de las condiciones ambientales producto del fenómeno de El Niño 1997-1998.

Cuadro 3: Factor de condición (*FC*) mensual de la lorna para hembras y machos. Período 2000-2011.

		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
	PROM.	1.16	1.22	1.19	1.18	1.18	1.21	1.18	1.18	1.15	1.11	1.12	1.18
HEMBRAS	DESV.	0.09	0.06	0.04	0.05	0.07	0.05	0.06	0.04	0.04	0.06	0.05	0.08
	N	324	845	886	777	910	621	758	676	656	669	677	786
	PROM.	1.15	1.22	1.20	1.17	1.19	1.21	1.19	1.18	1.14	1.14	1.14	1.16
MACHOS	DESV.	0.04	0.06	0.04	0.03	0.06	0.05	0.06	0.04	0.03	0.09	0.04	0.05
	N	243	520	647	495	565	343	410	409	688	578	559	558

FUENTE: Elaboración propia.

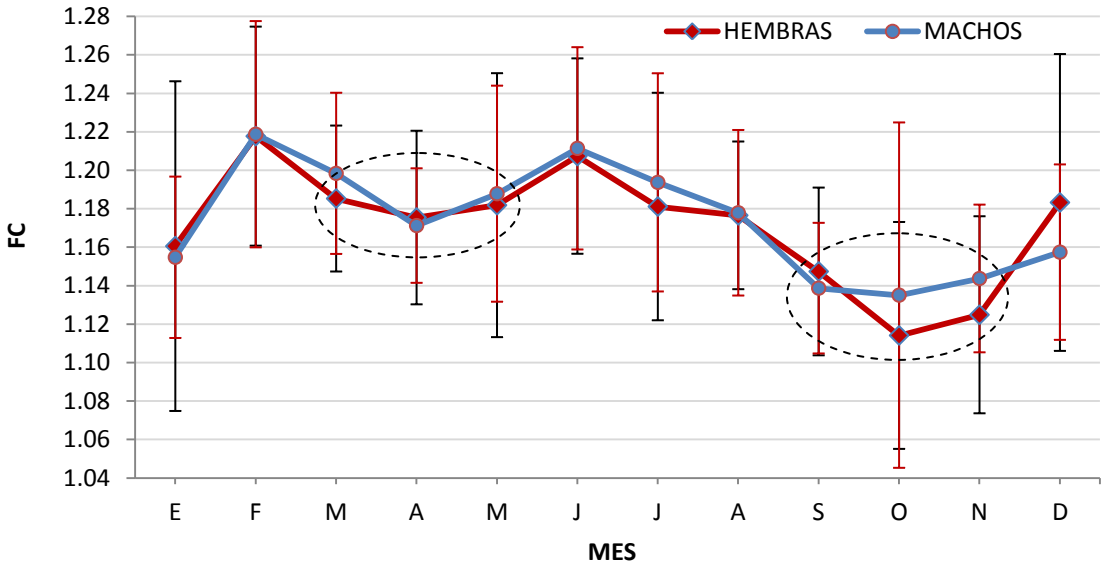


Figura 7: Factor de condición mensual de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Al analizar el FC con relación a las tallas y por mes en ejemplares hembras, encontramos una tendencia de disminución del FC entre los rangos de las tallas 17-23 cm. y 28-35 cm. (Fig. 8a), que podemos atribuirle al estado de madurez reproductiva y época del año; así observamos también un incremento del FC para ejemplares de 24-28 cm., comportamiento que puede ser explicado por un incremento en el grado de bienestar o

robustez, debido a que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese, 2006). En la Figura 8b, al graficar los promedios mensuales de FC para cada rango de talla seleccionada, se observa que los individuos del grupo de talla de 17-23 cm. presentan un menor FC que los individuos de 28-35 cm.; apreciándose mejor esta diferencia entre los meses de marzo-mayo, reflejándose de esta manera un mayor FC para ejemplares más grandes para todo el año.

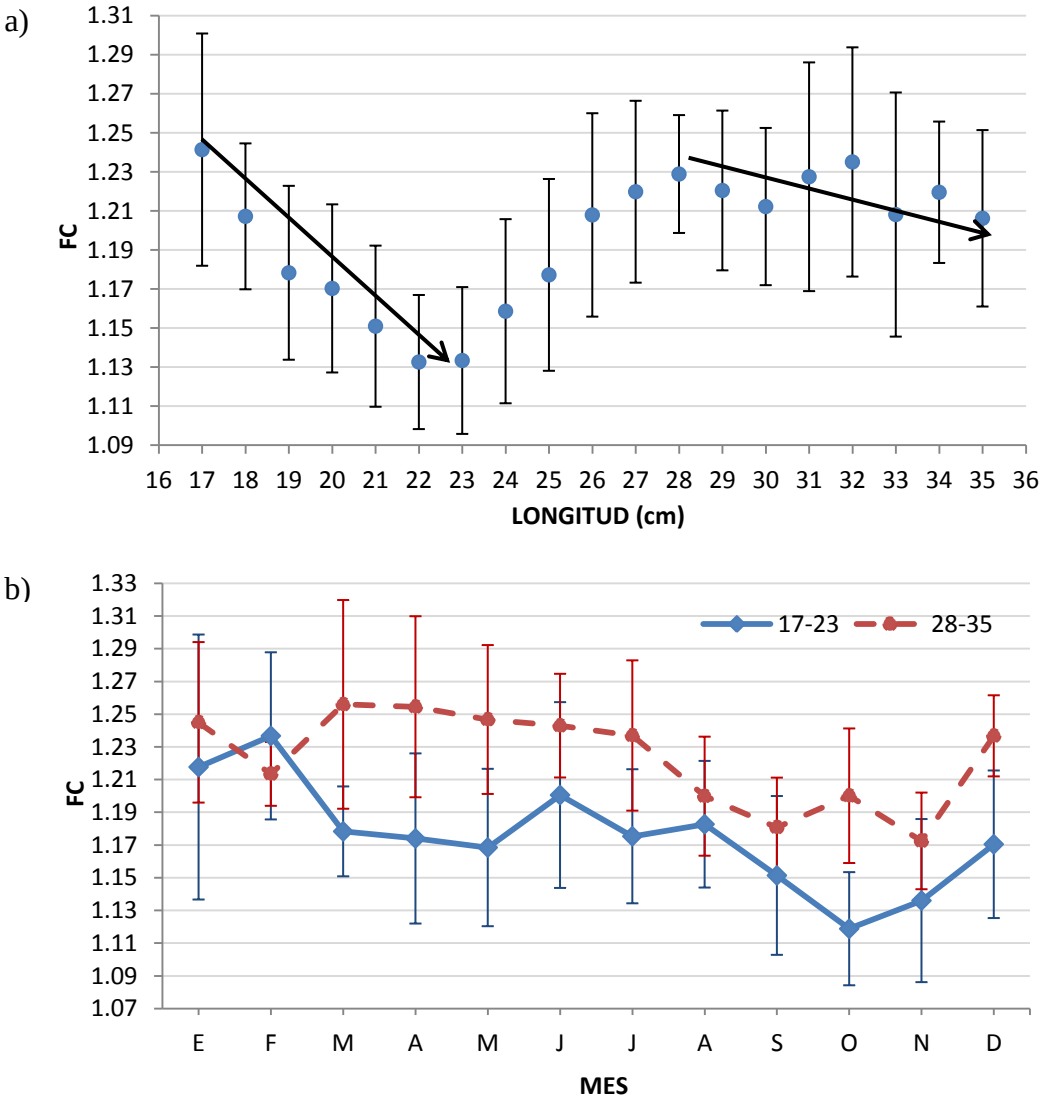
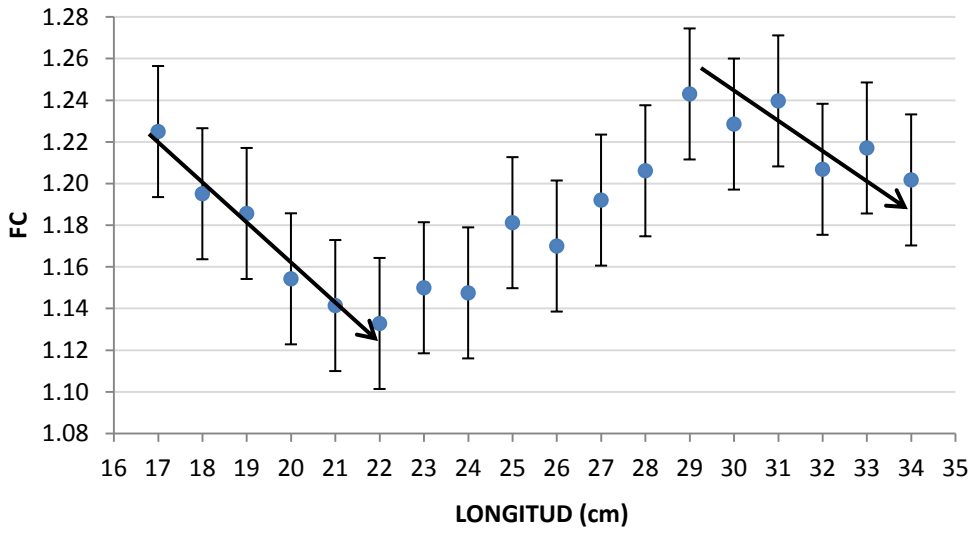


Figura 8: Factor de condición (a) por tallas y (b) mensual por grupos de tallas de hembras. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Para el caso de los ejemplares machos, éstos muestran una disminución del FC entre las tallas 17-22 cm. y 29-34 cm. (Fig. 9a); mientras que en la Figura 9b el FC para los respectivos grupos de talla muestra una disminución entre los 17-22 cm., durante los meses de marzo-mayo y agosto-octubre. Con respecto a los individuos con talla 29-34 cm., se obtuvieron los valores más bajos de FC durante el mes de setiembre y noviembre. En general los individuos del grupo de talla de 17-22 cm. presentan un menor FC que los individuos entre 29-34 cm. para todo el año.

a)



b)

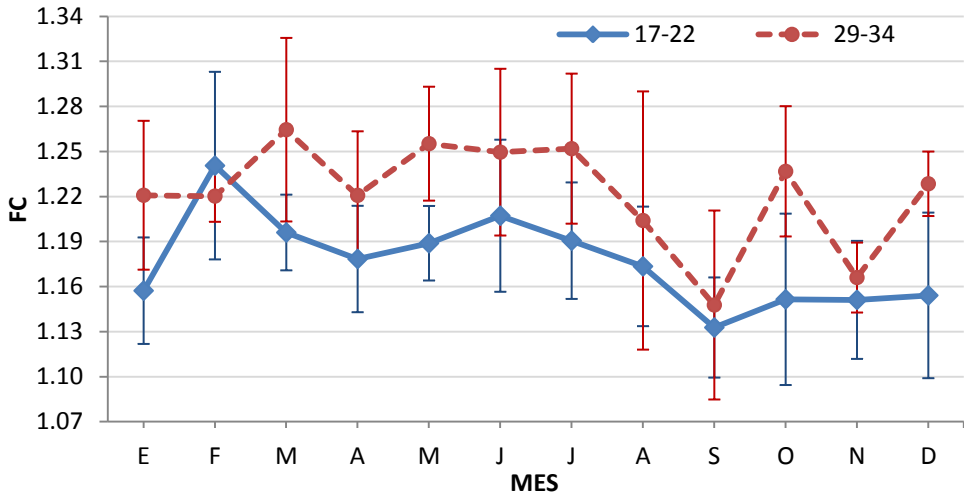


Figura 9: Factor de condición (a) por tallas y (b) mensual por grupos de tallas de machos. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

En este sentido, Ramos-Cruz *et al*. (2009), señala que el comportamiento del factor de condición constituye un indicador válido de la actividad reproductiva de la especie al presentar un buen porcentaje de ejemplares adultos. Por lo tanto, resulta significativo el hecho de que a partir de febrero el factor de condición disminuya gradualmente hasta alcanzar su mínimo en el mes de abril; al igual que en el mes de agosto a octubre (Fig. 7), tendencia que puede ser interpretada como la época de reproducción o desove (entre los meses de marzo-mayo y setiembre-noviembre). Se aprecia una mayor disminución del FC para los individuos de menor talla en los meses de marzo-mayo y agosto-octubre, mientras que los ejemplares con mayor talla presentan un menor FC durante los meses de setiembre-noviembre; las cuales se ven reflejadas en gran parte del período evaluado.

4.3.2 Índice Gonadosomático (IGS)

Al analizar el promedio mensual del índice gonadosomático (IGS) de la lorna (Fig. 10), se observa en los meses de marzo, abril, mayo (hembras y machos) y noviembre (hembras) valores altos. Esto nos da un indicio de una significativa actividad reproductiva durante estos meses; además, según lo observado en el IGS durante todo el período evaluado (Fig. 11), se aprecia pulsos reproductivos entre los meses de marzo-mayo y octubre-diciembre (algunos años del período evaluado); coincidiendo con la información antes mencionada y confirmando en cierta medida lo hallado al analizar el factor de condición. El cual dio como período tentativo de época de reproducción o desove los meses de marzo-mayo y setiembre-noviembre. También podemos observar que durante gran parte del período evaluado del IGS (Fig. 12) los valores descendentes del FC coinciden con los pulsos reproductivos altos del IGS, por el hecho de que la actividad reproductiva implica un alto costo energético para los organismos (Arellano-Martínez, 2001).

Por otro lado; al realizar el análisis de varianza en hembras, para el período de marzo-mayo (ANOVA, p valor = 0.001) encontramos un comportamiento similar para casi todos los años del período evaluado a excepción del 2010 (Anexo 10); donde encontramos un bajo porcentaje de ejemplares desovantes capturados para ese año (Cuadro 4). Asimismo, durante el período octubre-diciembre (ANOVA, p valor = 0.015) se encontró

una diferencia significativa con el 2003 (Anexo 12); donde se aprecian valores elevados de IGS (Fig. 11) los cuales estarían influyendo en el análisis de varianza de medias de los grupos por año.

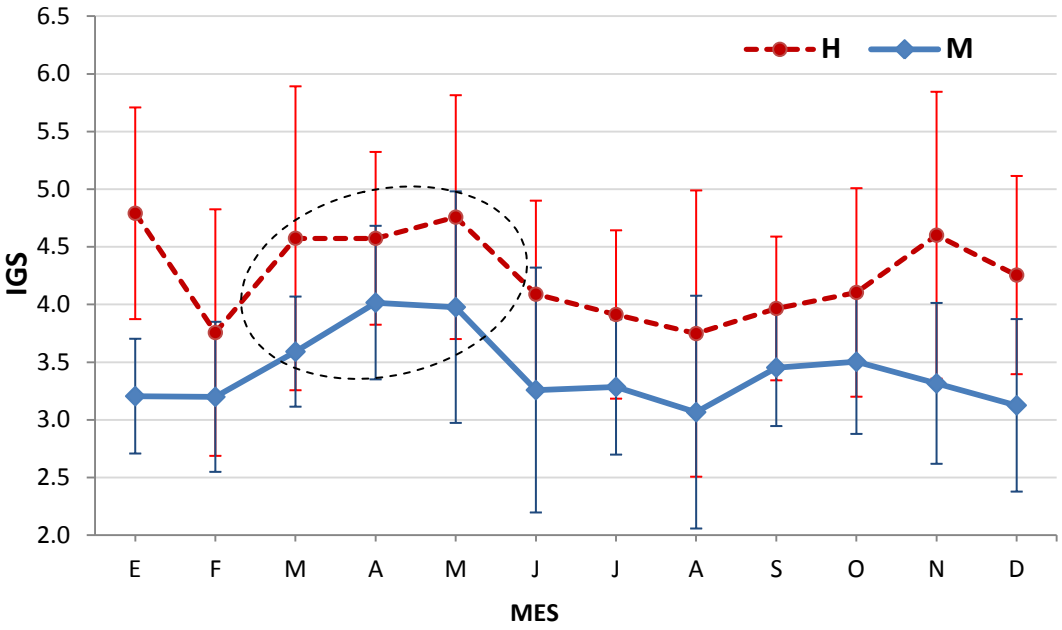


Figura 10: Índice gonadosomático (IGS) mensual de la lorna. Período 2000-2011.
FUENTE: Elaboración propia.

La Figura 13 muestra el comportamiento del IGS (a) por tallas y (b) mensual por rangos de tallas. Se puede observar en la Figura 13a una tendencia de incremento del IGS entre las tallas de 17-24 cm. y 25-35 cm. Por otro lado, en la Figura 13b, se aprecia un incremento del IGS durante los meses de marzo-mayo y noviembre para los ejemplares que se encuentran entre las tallas de 17-24 cm., mientras que los ejemplares de 25-35 cm. presentan valores de IGS mas altos que el grupo anterior, con valores ligeramente mayores entre los meses de enero-marzo y agosto-noviembre (el IGS más bajo se encontró en el mes de julio). Esto también nos estaría indicando una posible época de reproducción o desove durante casi todo el año para los ejemplares de mayor tamaño, no viéndose reflejada esto con los ejemplares más jóvenes; debido a la marcada actividad reproductiva durante los meses de marzo-mayo y noviembre; los cuales estarían dando un mayor aporte reproductivo por predominar estas en la captura del recurso (Fig. 13).

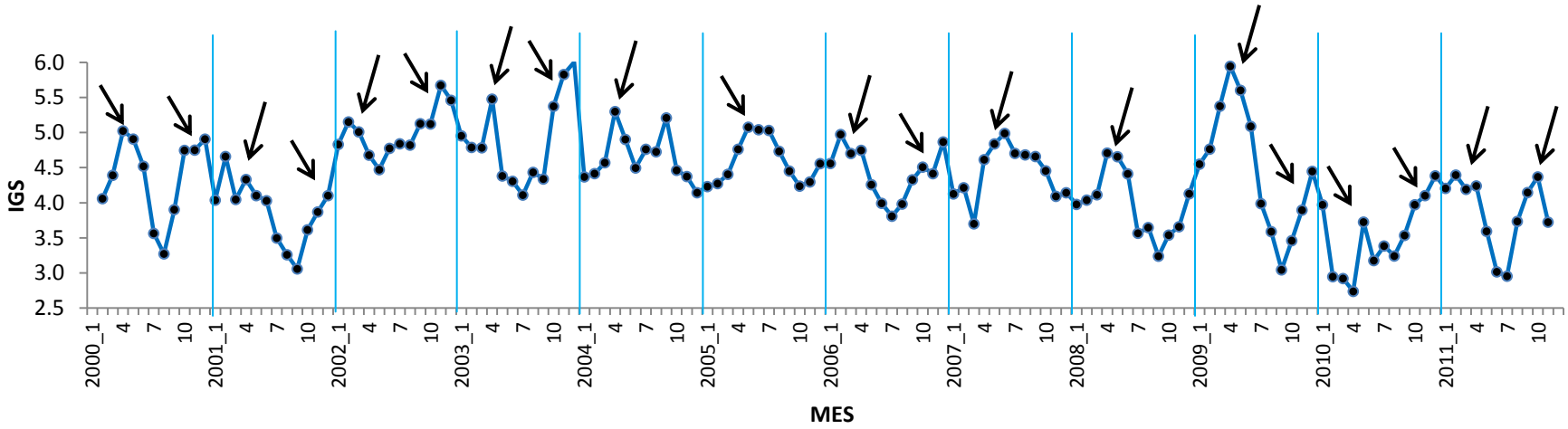


Figura 11: Índice gonadosomático para todo el período de hembras de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

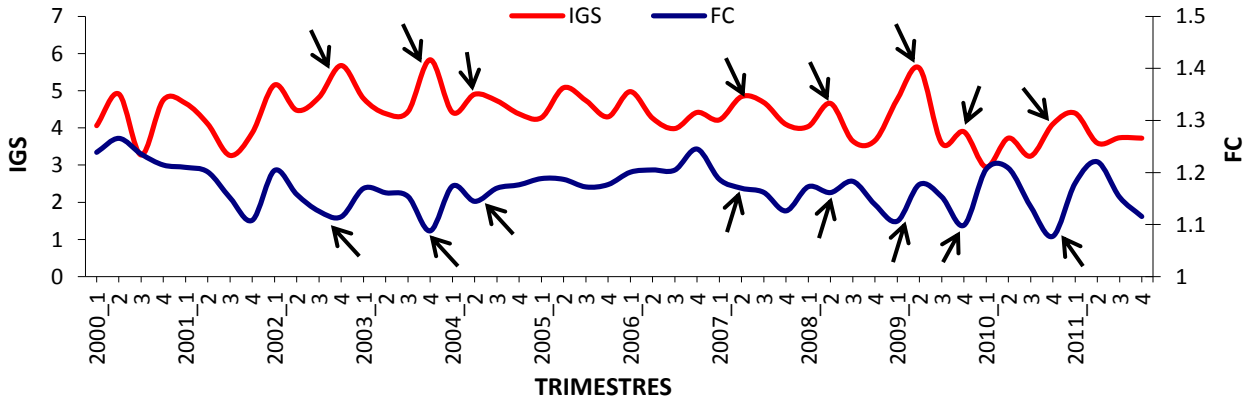


Figura 12: Índice gonadosomático y factor de condición para todo el período de hembras de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

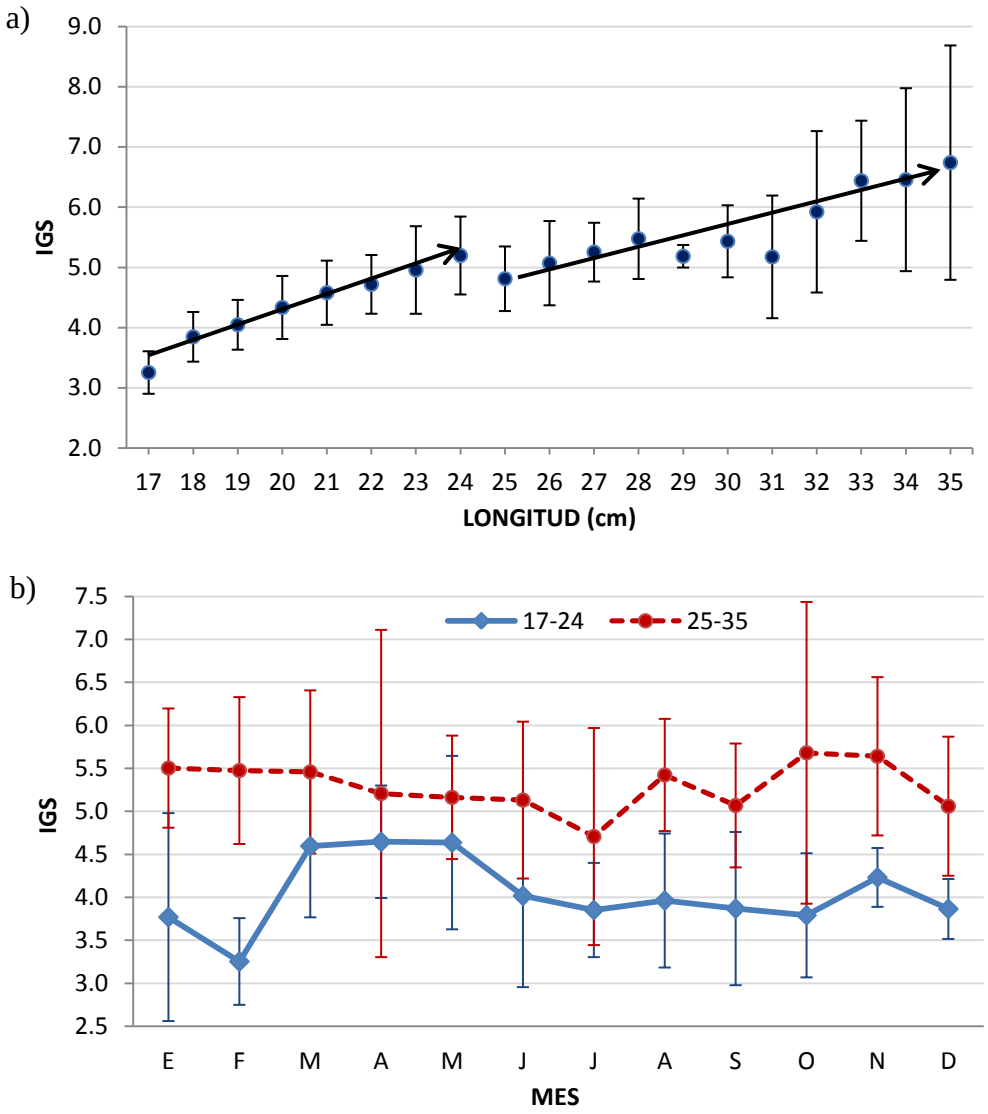


Figura 13: Índice gonadosomático (a) por tallas y (b) mensual por tallas de hembras. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

De igual manera para los machos, encontramos un incremento del IGS entre las tallas de 17-25 cm. y 26-34 cm. (Fig. 14a), observando una marcada estacionalidad de IGS altos durante los meses de marzo-mayo; además de encontrar un ligero incremento del IGS en el mes de octubre (ejemplares de 17 a 25 cm.). Asimismo, para los ejemplares con tallas de 26-34 cm. se aprecia una alta variabilidad de IGS durante todo el año, registrándose los valores más altos durante los meses de febrero, abril y agosto (Fig. 14b).

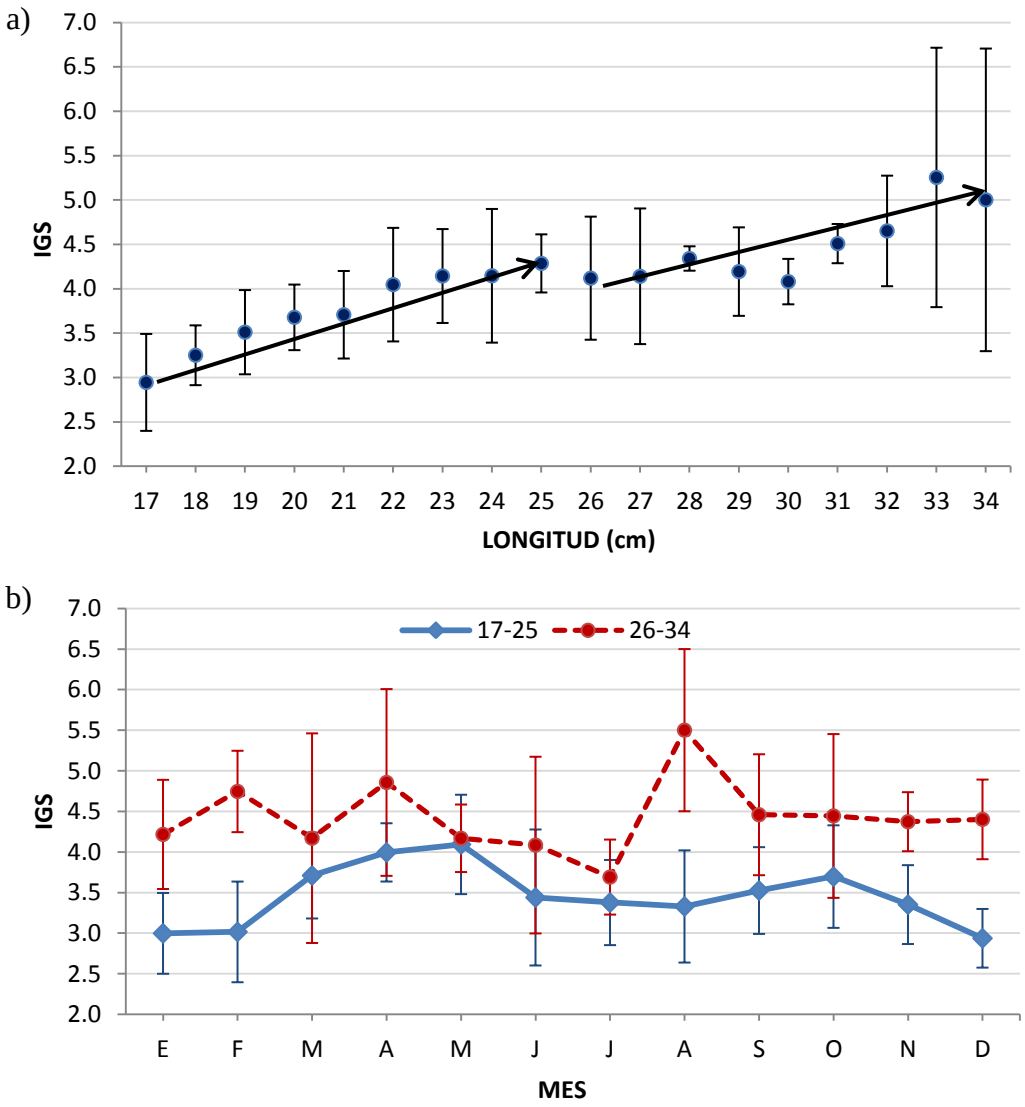


Figura 14: Índice gonadosomático (a) por tallas y (b) mensual por tallas de machos. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Para determinar con mayor certeza el período de reproducción o desove se procedió a realizar la frecuencia desovante mensual y estacional (Fig. 15) y la frecuencia desovante estacional para todo el período evaluado (Fig. 16) donde se utilizaron los estadios V, VI y VII de la escala de estadio sexual de Johansen (1924), en base a que las hembras activas son aquellas que se encuentran madurando y desovando en el momento de su captura o en un futuro cercano y cuyos ovarios contienen un número suficiente de ovocitos vitelados para el desove (Cubillos, 2005). Se observa un elevado porcentaje de ejemplares desovantes

durante los meses de marzo-mayo (machos y hembras), indicándonos el dominio de los ejemplares con tallas de 17 a 24 cm. en cuanto a la época de reproducción o desove. Los resultados muestran que la época de desove se da con mayor intensidad durante los meses comprendidos en la estación de verano-otoño y primavera (pico reproductivo con menor intensidad) (Fig. 15b). De acuerdo a estos análisis realizados podemos concluir que el FC e IGS nos indican un posible período de reproducción o desove durante los meses de marzo-mayo (verano-otoño, principal pico de desove) y octubre-diciembre (primavera, desove secundario). Estos resultados concuerdan en cierta medida con lo hallado por Wasiw (2000), quien utilizando la distribución porcentual de los estadios de madurez sexual establece para la zona de Huacho que este recurso presenta el mayor pico de desove en primavera y otro desove secundario en otoño (1996, período frío). Igualmente, se apreció una baja actividad reproductiva durante el año 2010 (Fig. 16), donde se encontró un elevado porcentaje de ejemplares en proceso de maduración, la cual puede ser explicada por una alta captura de ejemplares desovantes en el año 2009 (Cuadro 4) afectando el reclutamiento para el año mencionado.

Cuadro 4: Porcentaje de ejemplares inmaduros, maduros y desovantes del recurso lorna. Período 2000-2011.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	TOTAL	% INM.	% MAD.	% DES.
2000	66	42	255	221	17	284	22		907	11.9	52.5	35.6
2001	45	61	406	256	6	282	14	2	1072	9.9	61.9	28.2
2002	25	25	245	136	12	312	8	1	764	6.5	50.0	43.5
2003	8	24	163	103	13	181	8		500	6.4	53.2	40.4
2004	10	25	324	112	14	295	16		796	4.4	54.8	40.8
2005	27	32	351	273	23	381	20		1107	5.3	56.4	38.3
2006	5	22	342	291	16	341	8		1025	2.6	61.8	35.6
2007	4	27	256	318	17	284	51		957	3.2	60.0	36.8
2008	3	34	290	231	11	226	26		821	4.5	63.5	32.0
2009	6	27	166	126	11	238	36		610	5.4	47.9	46.7
2010	8	15	250	64	2	40	3		382	6.0	82.2	11.8
2011	1	18	213	91	2	79	21		425	4.5	71.5	24.0

FUENTE: Elaboración propia.

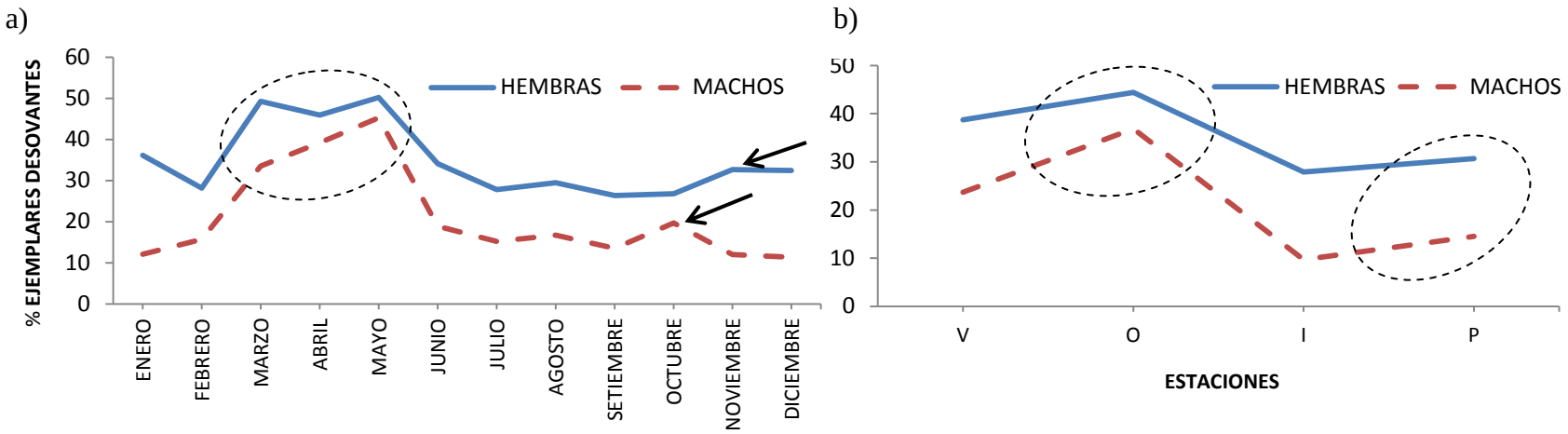


Figura 15: (a) Frecuencia desovante mensual y (b) frecuencia desovante estacional de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

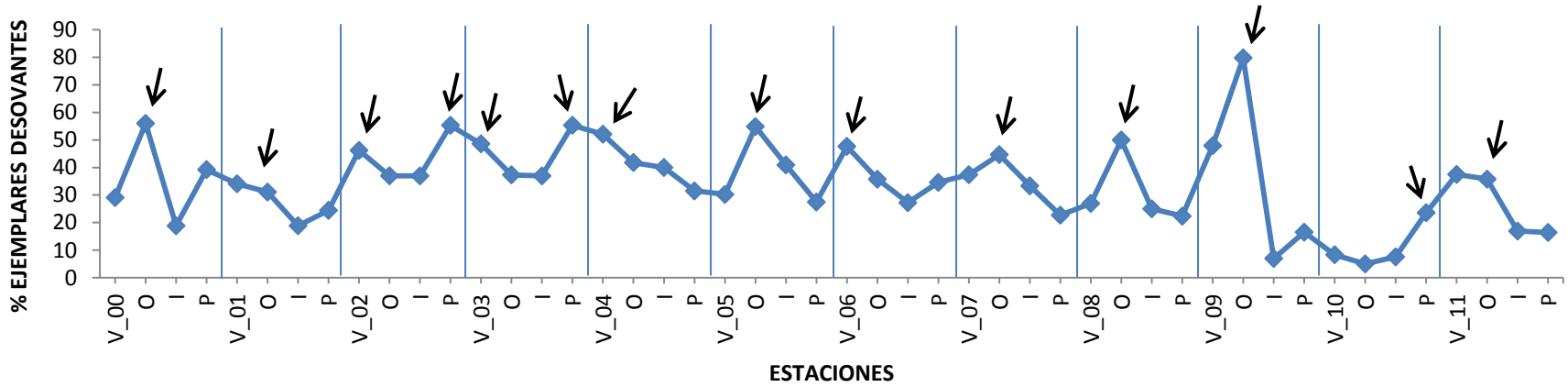


Figura 16: Frecuencia desovante estacional de la lorna durante el período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Considerando que la proporción sexual es muy importante para la continuidad de la población por la presencia de los reproductores (hembras) y que constituyen la mitad de la población, lo mismo que un número suficiente de ejemplares machos para la fertilización (IMARPE, 2008), se analiza la proporción sexual en relación a la longitud total, de la lorna (*Sciaena deliciosa*), como porcentaje de hembras (Fig. 17). Esta nos muestra de manera general un incremento en el porcentaje de hembras conforme aumenta su longitud total. Encontrando a partir de la talla de 17 cm. un porcentaje superior al 50 por ciento (hembras), solo entre las tallas de 13 a 16 cm. de longitud total se obtiene un porcentaje mayor de machos. Esto evidencia un predominio de hembras, pero guardando una proporción cercana de 1:1 como indica la cantidad de ejemplares analizados. En este sentido, Mejía *et al*. (1970), González (2001) y IMARPE (2008); también encontraron una proporción sexual de hembras a machos cercanos de 1:1.

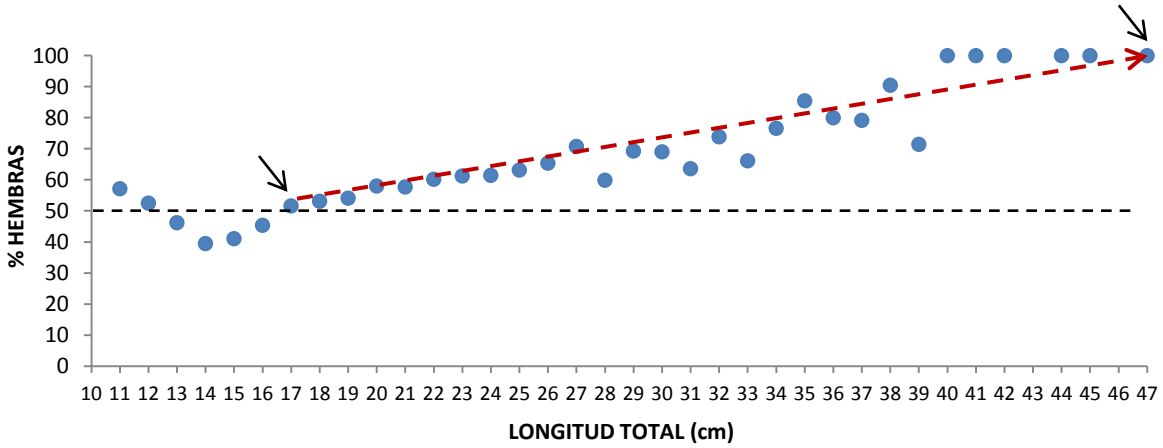


Figura 17: Proporción sexual a la longitud total de hembras de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración Propia.

4.4 TALLA DE PRIMERA MADUREZ (*TPM*)

En base a lo analizado en el FC y IGS se procedió a determinar la curva en la Figura 18, donde la TPM es la talla donde el 50 por ciento es la probabilidad de observar un individuo maduro (Cubillos, 2005); esta curva dio como resultado la talla de 15.5 cm. Estos resultados muestran una diferencia a lo encontrado por Estrella (1994), quien obtuvo una TPM de 20 cm. (en todo el litoral). Esta diferencia puede ser explicada por una disminución a través de los años de la TPM, proporcionada tal vez por el período 1996-1999, donde hubo mayor disponibilidad del recurso cerca a la costa por El Niño 1997-1998 (captura de ejemplares con mayor talla). Estos eventos oceanográficos pueden traer cambios en las condiciones fisiológicas de la especie y presionada a su vez por la intensa pesquería en la zona de Huacho, adelantando su maduración gonadal para su supervivencia. Este comportamiento se ve confirmado por el alto aporte reproductivo de los ejemplares de menor tamaño, tal como se está observando en la población de otras especies como es el caso de la merluza peruana, la cual está experimentado los mayores cambios desde el inicio de la pesquería industrial en la década de los años 70, observándose una reducción en la talla media (o longitud total media, LM), biomasa y talla de madurez (Wosnitza-Mendo *et al.*, 2004).

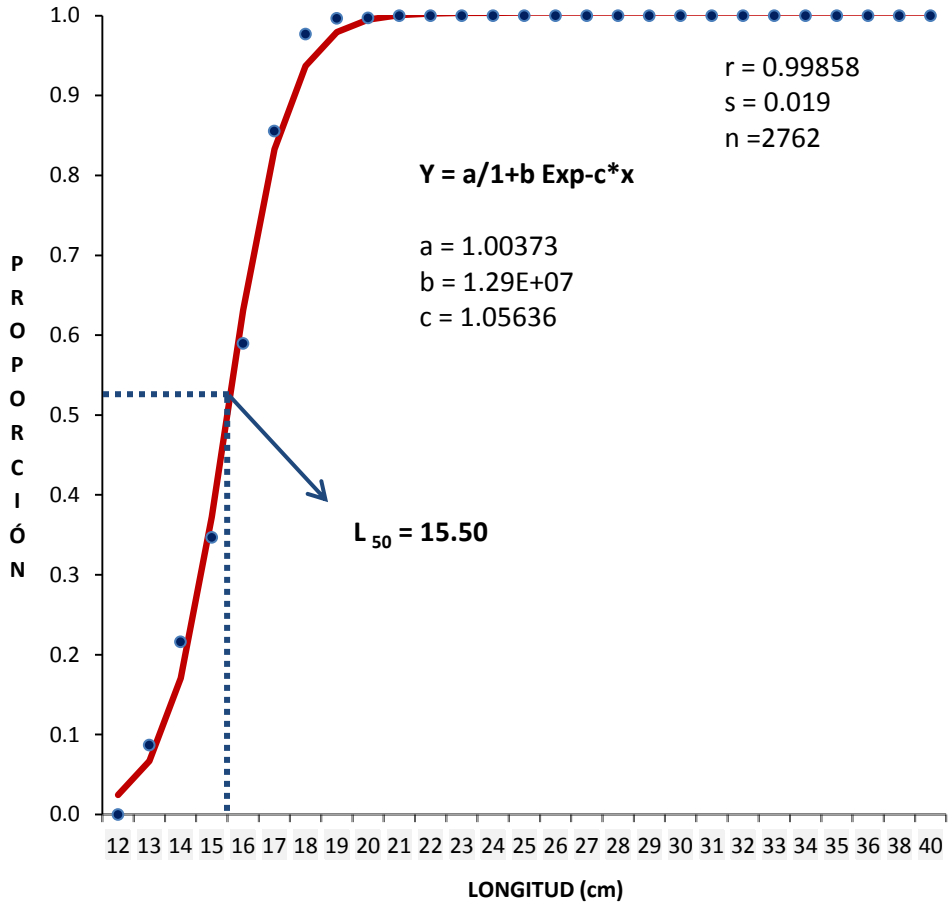


Figura 18: Talla de primera madurez (TPM) de hembras de lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

4.5 CRECIMIENTO

La Figura 19 muestra la composición por tallas mensuales por arte de pesca (cerco, chinchorro y ambas artes) de la lorna para todo el período de estudio, en la cual no se puede apreciar un adecuado comportamiento de la curva que refleje el crecimiento de la especie. Se observa que las modas permanecen prácticamente constantes durante todo el período y no se encuentra una buena composición por tallas de lorna por la pesquería aplicada a este recurso no permitiendo observar su crecimiento, lo cual estaría influyendo en los resultados obtenidos. Debido a que la toma de muestra para las mediciones biométricas proviene del muestreo que realiza el IMARPE en muelle a través de la selección aleatoria de una caja de descarga; muestra que estaría siendo sesgada por efecto del arte de captura sobre el recurso.

La muestra que presentó un mejor incremento de las modas a través del tiempo fue el arte chinchorro durante el período 2005-2008. Para este período se estimó una curva de crecimiento que se ajusta a la sucesión temporal (Fig. 20); en esta se observa una moda de aproximadamente 20 cm. en agosto del 2005 y otra de aproximadamente 30 cm. en diciembre del 2008, siguiendo por 4 años a uno de los grupos de edad de la lorna a través de la sucesión temporal de modas disponibles. En otras modas individuales que representan grupos de edad, sólo se pueden seguir consecutivamente durante uno o dos años. Los parámetros de crecimiento obtenidos aplicando el programa Fisat II, se muestran en el Cuadro 5.

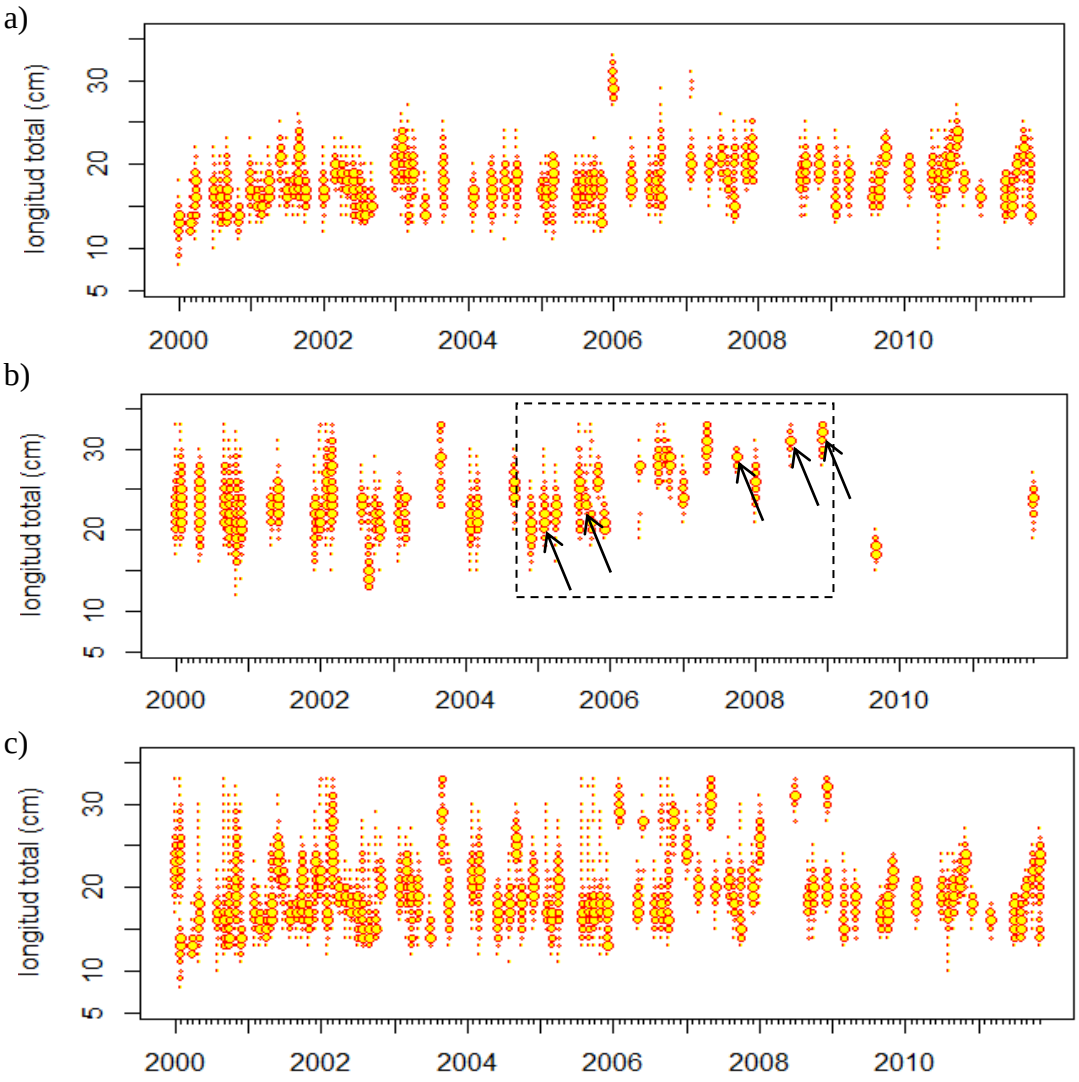


Figura 19: Composición de tallas mensuales de la lorna (*Sciaena deliciosa*) del arte de pesca (a) cerco, (b) chinchorro y (c) cerco-chinchorro. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

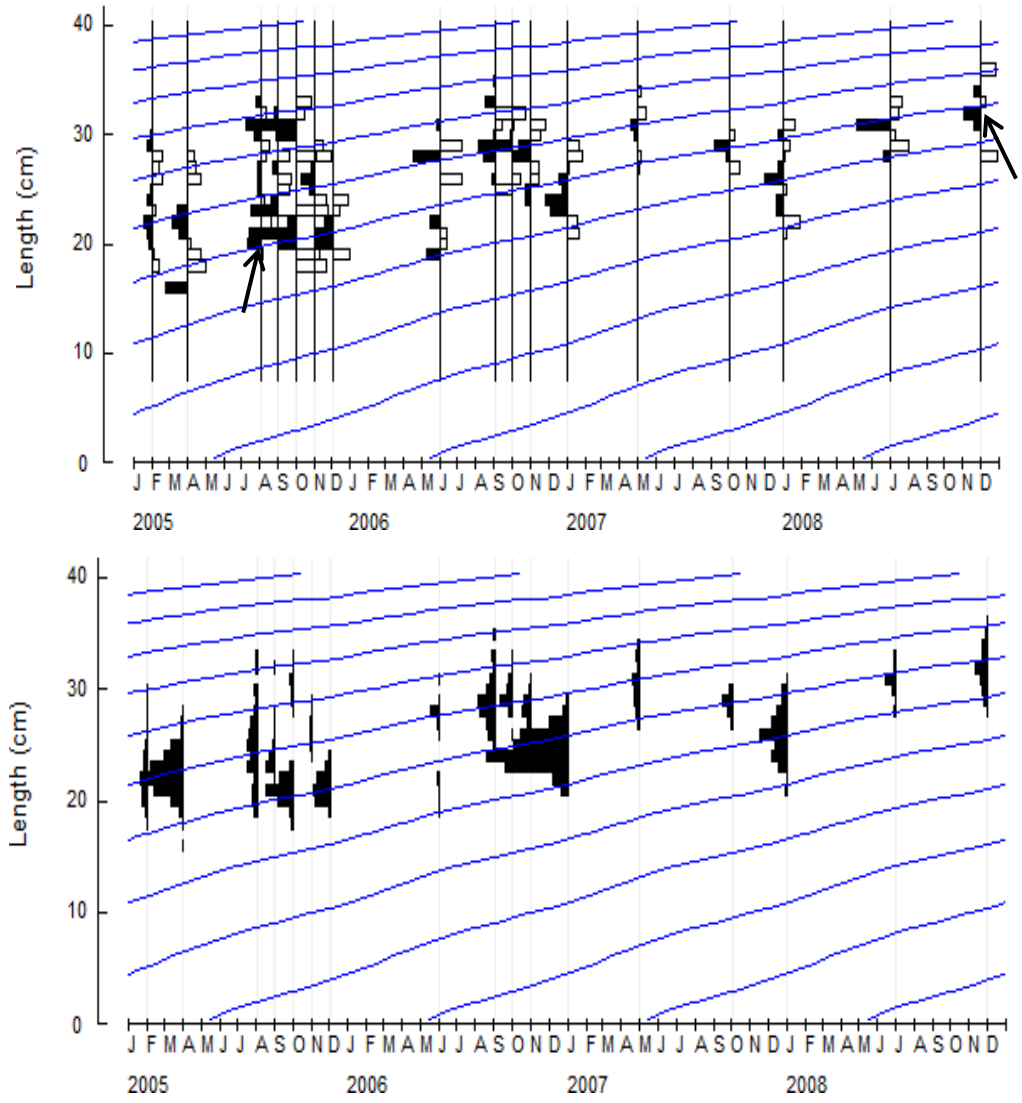


Figura 20: Ajuste de la curva de crecimiento durante el período 2005-2008 de la lorna para el arte de pesca chinchorro.

FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro 5: Parámetros de crecimiento de la lorna mediante estructura por tallas (Fisat II) y lectura por otolitos (Arrieta *et al*, 2010).

	L_∞	K	Φ'	T_0
Estructura por Tallas (FISAT II)	57.1	0.13	2.627	-0.146
Lectura por otolitos (Arrieta *et al*, 2010)	55	0.195	2.771	-0.808
Media	56.05	0.163	2.699	-
Desviación estándar	1.485	0.046	0.102	-
Coeficiente de variación	-	-	3.773	-

FUENTE: Elaboración propia.

El Cuadro 5 muestra los parámetros de crecimiento estimados por Arrieta *et al*. (2010), mediante la lectura de otolitos en el puerto del Callao para el año 1996. Resultados que difieren de nuestros parámetros de crecimiento al comparar el φ' (CV = 3.773) y al encontrar una diferencia significativa en cuanto al crecimiento del pez según los métodos utilizados (t-Student, p valor = $3.078E^{-10}$) (Fig. 21); posiblemente por la poca representatividad de los individuos de las tallas extremas (de las más bajas por ser inferiores a la talla de reclutamiento y de las más altas por sus altas tasas de mortalidad natural), así como la ausencia de una progresión modal por efectos de la selectividad (Gulland, 1987) y la aplicación de estos parámetros debe de ser hecho con las reservas del caso.

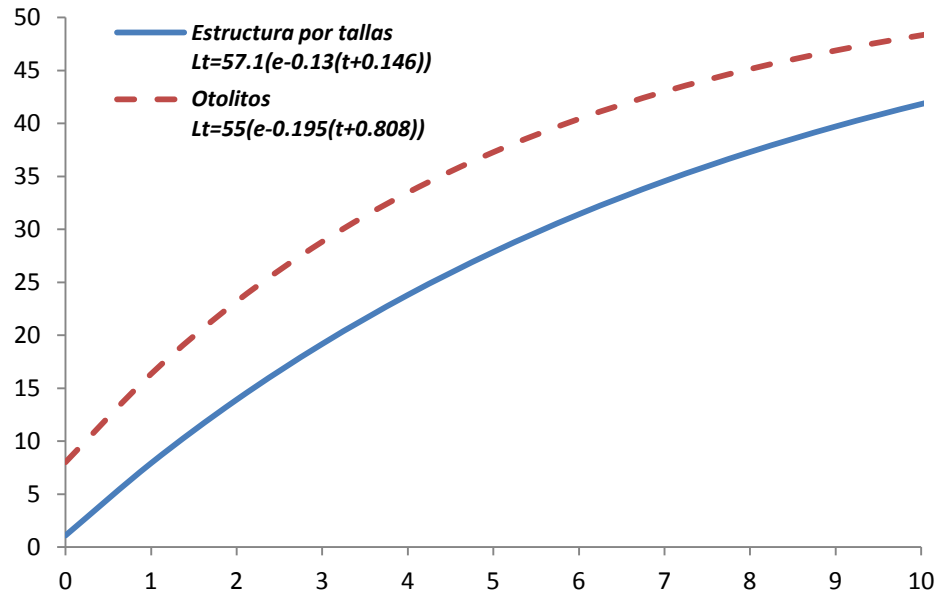


Figura 21: Curva de crecimiento obtenidos por el método directo (otolitos) e indirecto (estructura por tallas), según el modelo de von Bertalanffy, para la lorna (*Sciaena deliciosa*).

FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo a estos análisis no es recomendable trabajar con los parámetros hallados; razón por la cual para el análisis de edad de la lorna aplicaremos los parámetros encontrados por Arrieta *et al*. (2010). Dado que los resultados mediante la lectura de otolitos son más confiables que los de estructura por talla. Asimismo, por ser la zona de Huacho cercana a la del Callao estas presentarían la misma población debido a la gran capacidad de desplazamiento de la lorna en el litoral. Respalda el uso de estos parámetros el hecho de que, como menciona Estrella (1994), la capacidad de desplazamiento de la especie es lo suficientemente grande como para mantener un intercambio genético entre los congéneres de distintas zonas del litoral, lo cual permitiría el mantenimiento de una sola unidad poblacional.

Por otra parte; de acuerdo a los parámetros de crecimiento hallados, la lorna alcanza su talla de primera madurez a la edad de Un (1) año y a su vez evidencia el predominio de estos ejemplares en la época reproductiva. Asimismo, se observa que el arte de pesca de cerco captura un alto porcentaje de ejemplares de un año, a diferencia del chinchorro el cual presenta un alto porcentaje de ejemplares de dos años. Estos resultados difieren a lo encontrado por Estrella (1994), quien al analizar la mortalidad por grupos de edad, concluyó que la mayor tasa de explotación recae principalmente sobre los grupos de edad de 2 y 3 años; mientras que en el período evaluado para el presente trabajo se observa un alto porcentaje de ejemplares capturados entre 1 y 2 años de edad los cuales estarían sustentando la pesquería de este recurso en Huacho.

4.6 ANÁLISIS DE LOS DESEMBARQUES Y ESFUERZO DE PESCA

4.6.1 Desembarques

Los desembarques de la lorna a través del tiempo muestran un comportamiento cíclico (Fig. 22a). Los mejores años en cuanto a desembarque del recurso fue en el 2001 (359.62 t), 2002 (384.43 t), 2005 (400.39 t), 2008 (552.39 t) y 2009 (563.89 t). Se obtuvo una variación porcentual positiva con respecto al patrón$_{2000\text{-}2011}$ (355.64 t) de 1.1 por ciento, 8.1 por ciento, 12.6 por ciento, 55.3 por ciento y 58.6 por ciento respectivamente (Fig. 22b). Siendo el año 2009 donde se halló el mayor porcentaje de captura y de ejemplares desovantes del período analizado tal como se mostró en el Cuadro 4, la cual pudo traer consigo la caída abrupta del desembarque para el año 2010 (340.40 t) y 2011 (216.05 t).

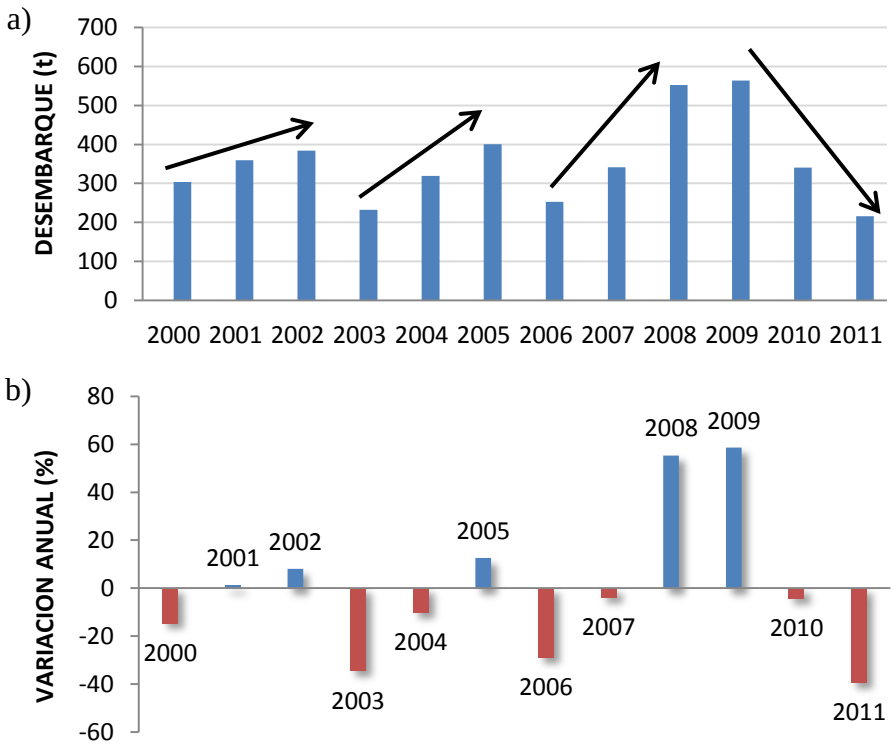


Figura 22: (a) Desembarque y variación porcentual (b) por año de la lorna en el puerto de Huacho. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Por otro lado, las capturas también se encuentran relacionadas con los resultados obtenidos de la estructura por tallas por arte de pesca que se observó en la Figura 2, donde la red de cerco fue el arte que extrajo un mayor número de ejemplares juveniles (aproximadamente 1 año de edad) y también es el que aporta un mayor porcentaje de desembarque, seguido del arte de pesca cortina, chinchorro, pinta y trasmallo, (Fig. 23).

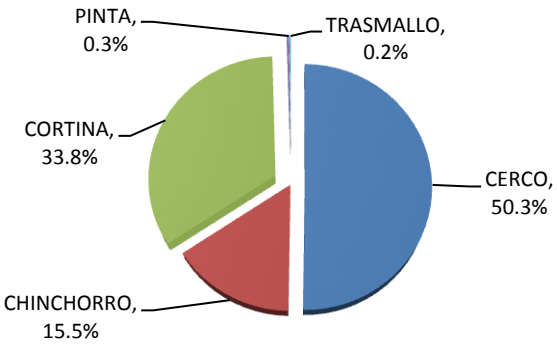
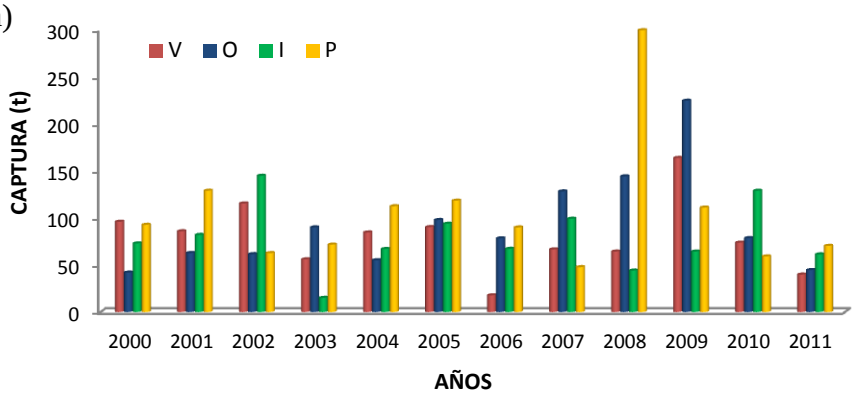


Figura 23: Porcentaje de desembarque por arte de pesca en el puerto de Huacho. Período 2000-2011.
FUENTE: Elaboración propia.

En este sentido, la pesquería en la zona de Huacho está ejercida en base a los desembarques de estas tres artes de pesca: cerco (2 144.27 t), cortina (1 442.43 t) y chinchorro (661.50 t) que representan aproximadamente el 99 por ciento de los desembarques totales del período analizado. La pesquería de Huacho extrae es su mayoría un elevado número de ejemplares juveniles (entre 1 y 2 años de edad), evidenciando en cierta medida la falta de ejemplares más longevos en las capturas.

Las operaciones de pesca efectuadas determinan que las capturas de la lorna se realizan durante todo el año, incluso en las estaciones donde se presenta mayor actividad reproductiva (verano-otoño y primavera) (Fig. 24).

a)



b)

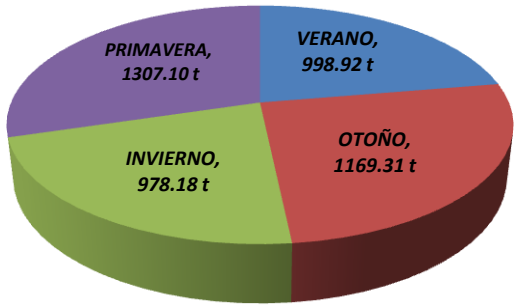


Figura 24: (a) Captura anual y (b) total por estaciones de la lorna en el puerto de Huacho. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

La distribución de capturas por zonas de pesca a través del tiempo 2002-2011 se muestra en la Figura 25, donde se observa que la flota artesanal de Huacho se desplaza entre la zona de Las Zorras (10°17.9'S) y Pasamayo (11°40.1'S). Se aprecia una mayor concentración de sus capturas entre Caleta Vidal (10°51.3'S) y Las Lomas (11°25'S); representando éstas el 92.88 por ciento de las capturas totales durante el período analizado (3 611.29 t). Además de encontrarse entre la zona de Vegueta (11°1.9'S)-Carquín (11°5.2'S) y Playa Grande (11°20'S)-Las Lomas (11°24.4'S) la mayor intensidad de capturas. Se observa también una disminución de las capturas en los últimos años para la zona comprendida entre Vegueta-Carquín (2008 (142.76 t), 2009 (123.67 t), 2010 (29.64 t) y 2011 (64.24 t)).

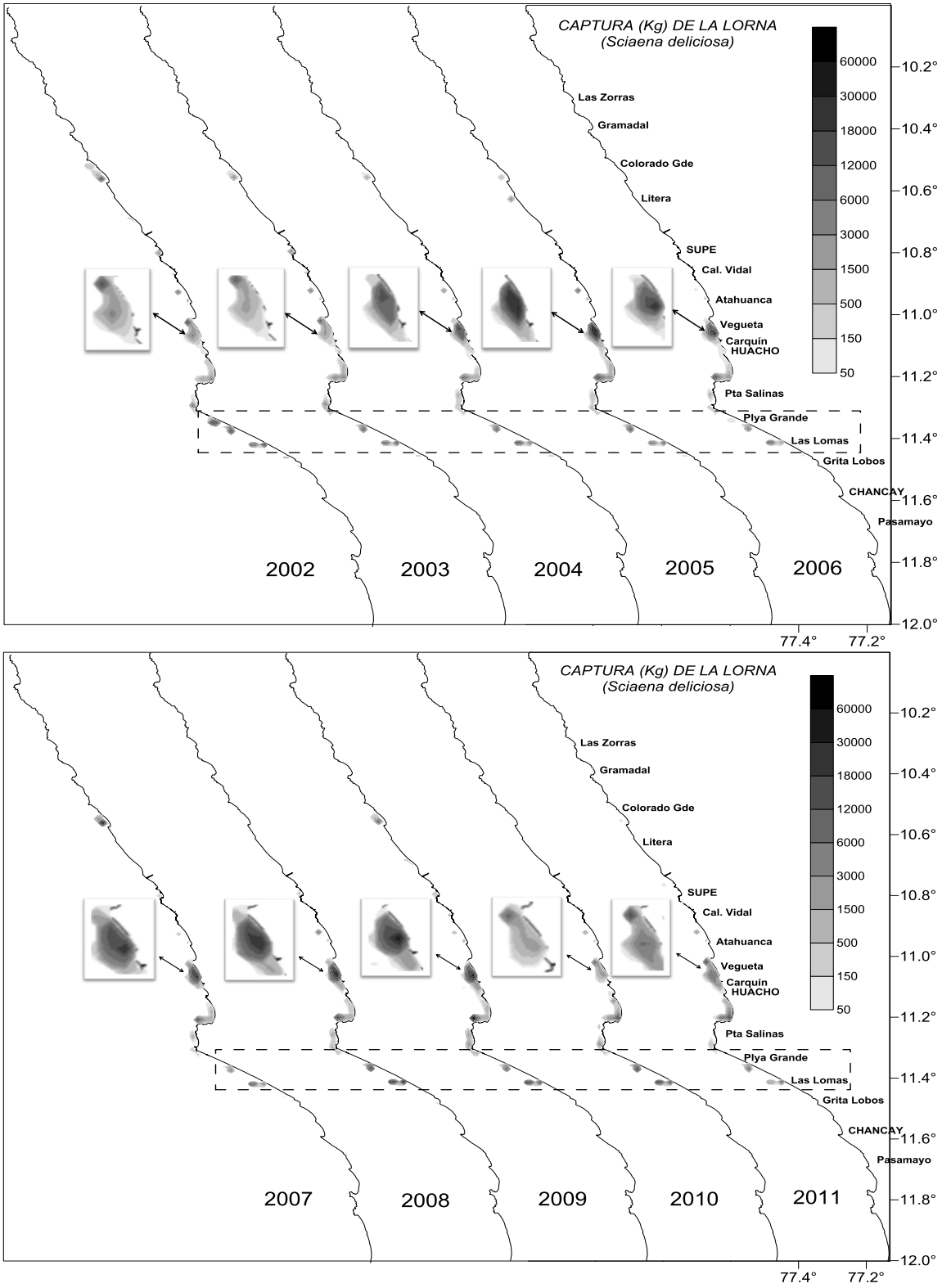


Figura 25: Capturas por zonas de pesca de la lorna. Período 2002-2011

FUENTE: Elaboración propia.

4.6.2 Esfuerzo Pesquero

Se utilizará como unidad de esfuerzo pesquero el "número de viajes", empleado por el IMARPE (2008), del informe de Estadística, CPUE y Áreas de la Pesca Artesanal; debido a que solo se cuenta con esta información. Sin embargo, se realizó una encuesta a los pescadores artesanales de Huacho sobre cuántos lances se realizan durante la faena de pesca, obteniendo los siguientes resultados: en promedio 1 lance por día para el arte de cortina, 2 lances para el arte de cerco y de chinchorro. A continuación se muestra el comportamiento del esfuerzo utilizando las 3 principales artes de pesca (arte de cerco, cortina y chinchorro) a través del tiempo en la Figura 26.

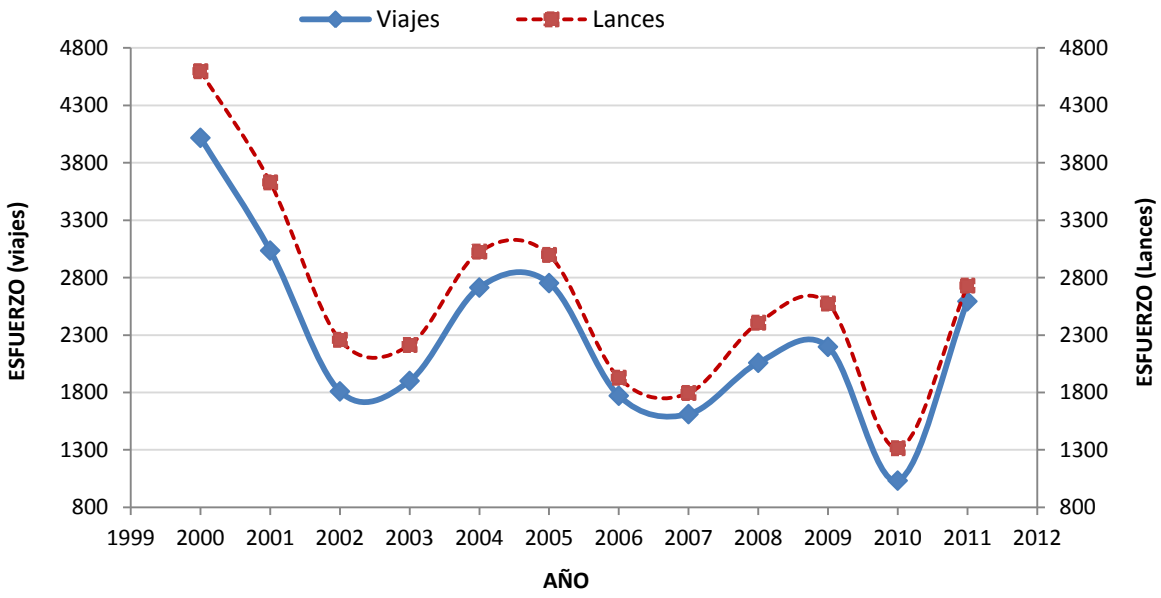


Figura 26: Comportamiento del esfuerzo pesquero (número de viajes y número de lances) utilizando las 3 principales artes de pesca (arte de cerco, cortina y chinchorro). Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Donde se observa que el esfuerzo realizado con número de lances es mayor que al de número de viajes, pero presentando ambos esfuerzos el mismo comportamiento a través del tiempo. Cabe resaltar que el número de lances proviene de una encuesta a pescadores y

no de registros de pesca como el número de viajes; por lo cual, el esfuerzo utilizado con número de lances podría estar subestimando o sobrestimado durante algunos o todos los años del período analizado. Por lo tanto, se utilizara como unidad de esfuerzo pesquero el número de viajes (utilizado por el IMARPE), debido a que se cuanta con esta información durante todo el período analizado y nos podrá dar un panorama sobre el comportamiento del esfuerzo a través del tiempo.

La Figura 27 presenta claramente 3 "ciclos" diferenciados a lo largo de todo el período. En los dos últimos "ciclos" el esfuerzo de pesca sigue la misma tendencia que las capturas, a diferencia del primer "ciclo", donde a menor esfuerzo aplicado aumentan las capturas. Este comportamiento pudo haber sido causado por la distribución y abundancia del recurso, afectado por el fenómeno El Niño 1997-1998; el cual pudo ver originado un aumento en el esfuerzo pesquero para el año 2000, el mismo que fue disminuyendo hasta el año 2002 producto de la progresiva normalización de las condiciones ambientales favoreciendo en cierta medida la distribución del recurso.

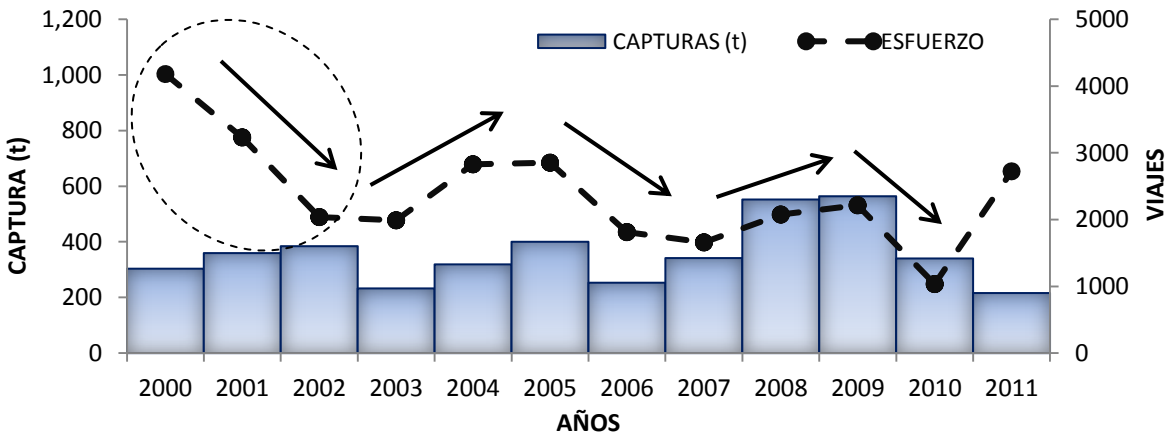


Figura 27: Distribución de las capturas y esfuerzo por año de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Cuando se analiza el esfuerzo pesquero con relación al arte de pesca, el esfuerzo aplicado por el arte cortina muestra a este como el que emplea el mayor esfuerzo pesquero

durante todo el período analizado (23 508 viajes), debido a que este es un arte más selectivo que el cerco y chinchorro (Fig. 28). Sin embargo al ser un arte más selectivo, y a la vez al tener una capacidad de bodega más pequeña que las artes antes mencionados los pescadores prefieren pescar a ejemplares de mayor talla (económicamente favorable), los cuales ya no se encuentran, como demuestra el alto porcentaje de ejemplares juveniles en sus capturas.

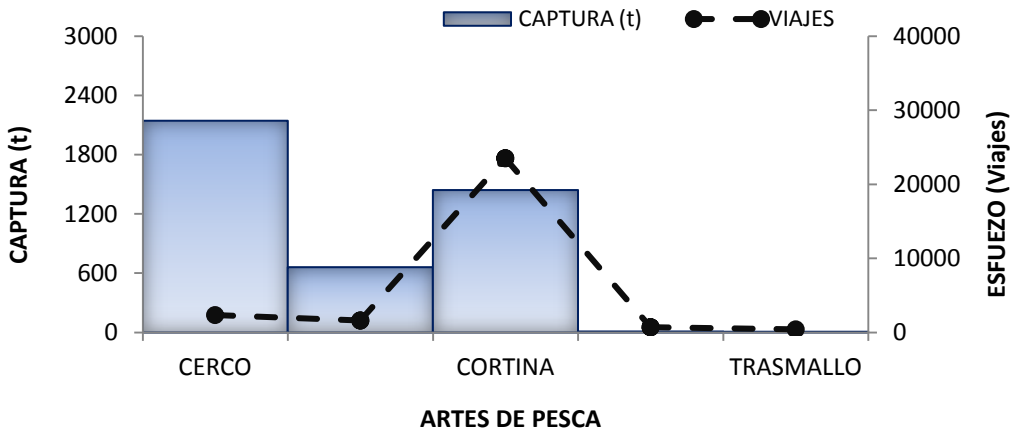


Figura 28: Capturas y esfuerzo por arte de pesca de la lorna. Período 2000-2011.
FUENTE: Elaboración propia.

De igual manera, al analizar el esfuerzo por año para cada arte de pesca (Fig.29), encontramos que el arte cortina es el que aplica un mayor esfuerzo pesquero. Además este arte de pesca y el chinchorro (artes que pescan más cerca a la costa) siguen el mismo comportamiento cíclico que las capturas; mientras que el arte cerco presenta el mismo comportamiento que las capturas y esfuerzos por año (Fig. 27), siendo el arte menos favorecido para el año 2000 debido a la distribución y mayor abundancia del recurso más cerca a la costa, afectado por el fenómeno El Niño 1997-1998.

La Figura 30 muestra el esfuerzo pesquero aplicado por zonas de pesca para cada año analizado, donde se observa un incremento a través del tiempo para el período 2006-2009 (2006 (1003 viajes), 2007 (1039 viajes), 2008 (1069 viajes), 2009 (1079 viajes)) para las zonas de pesca donde encontramos una mayor concentración de captura del recurso (Vegueta-Carquín). Cabe resaltar que el año 2010 (313 viajes) fue en donde se encontró las

capturas más bajas del período analizado, al igual que el 2011(1360 viajes); mientras que las zonas de pesca más alejadas (a excepción de Playa Grande-Las Lomas) se emplea un menor esfuerzo y también constante a través del tiempo, debido a la poca concentración de las embarcaciones. Es sobre este punto importante recalcar que la pesquería artesanal peruana presenta una presión de pesca zonificada (traslado de unidades de pesca donde hay presencia de recurso) que algunas veces es alta (Salazar *et al*, (1999)).

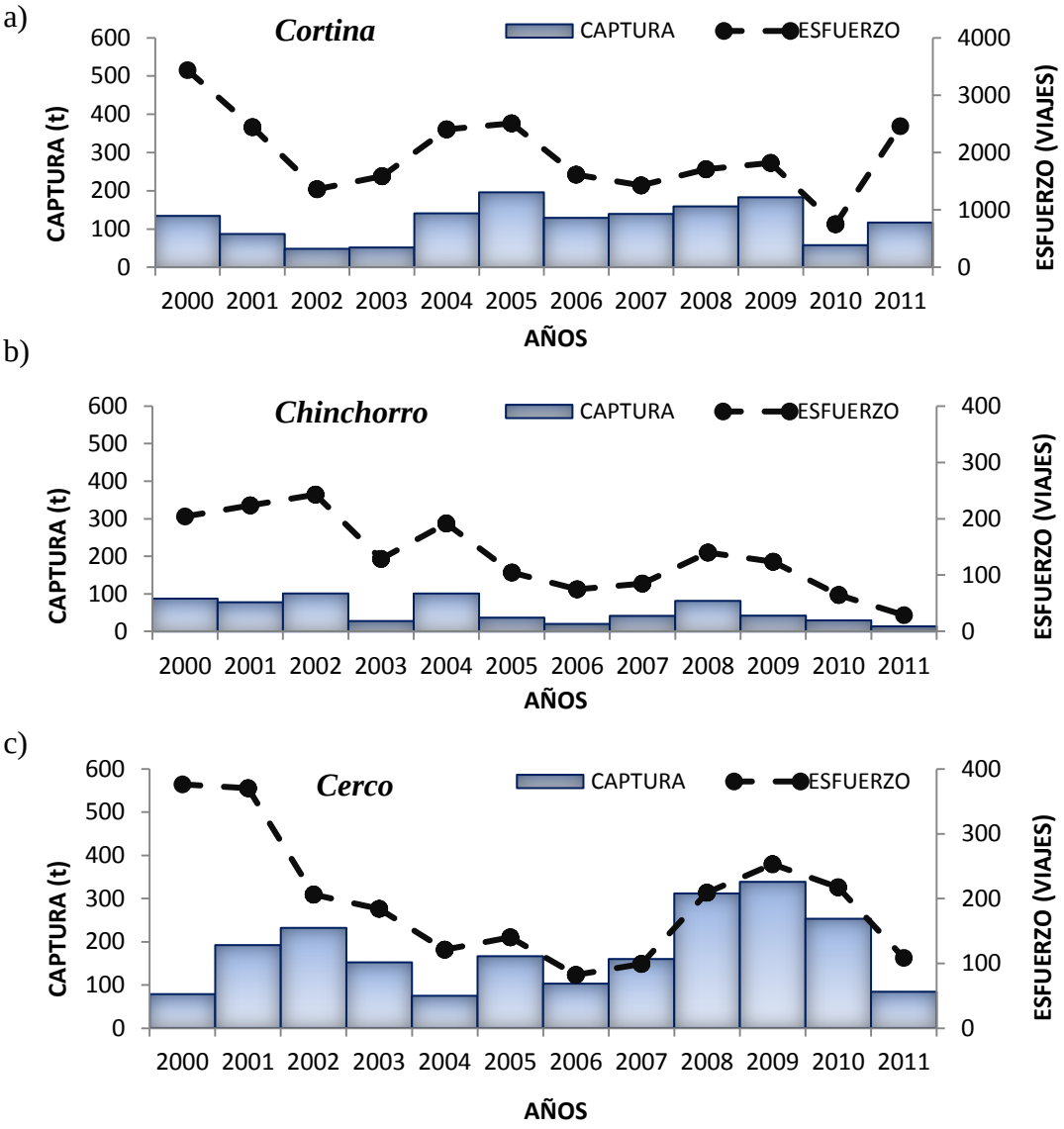


Figura 29: Captura y esfuerzo por año del arte de pesca.

FUENTE: Elaboración propia.

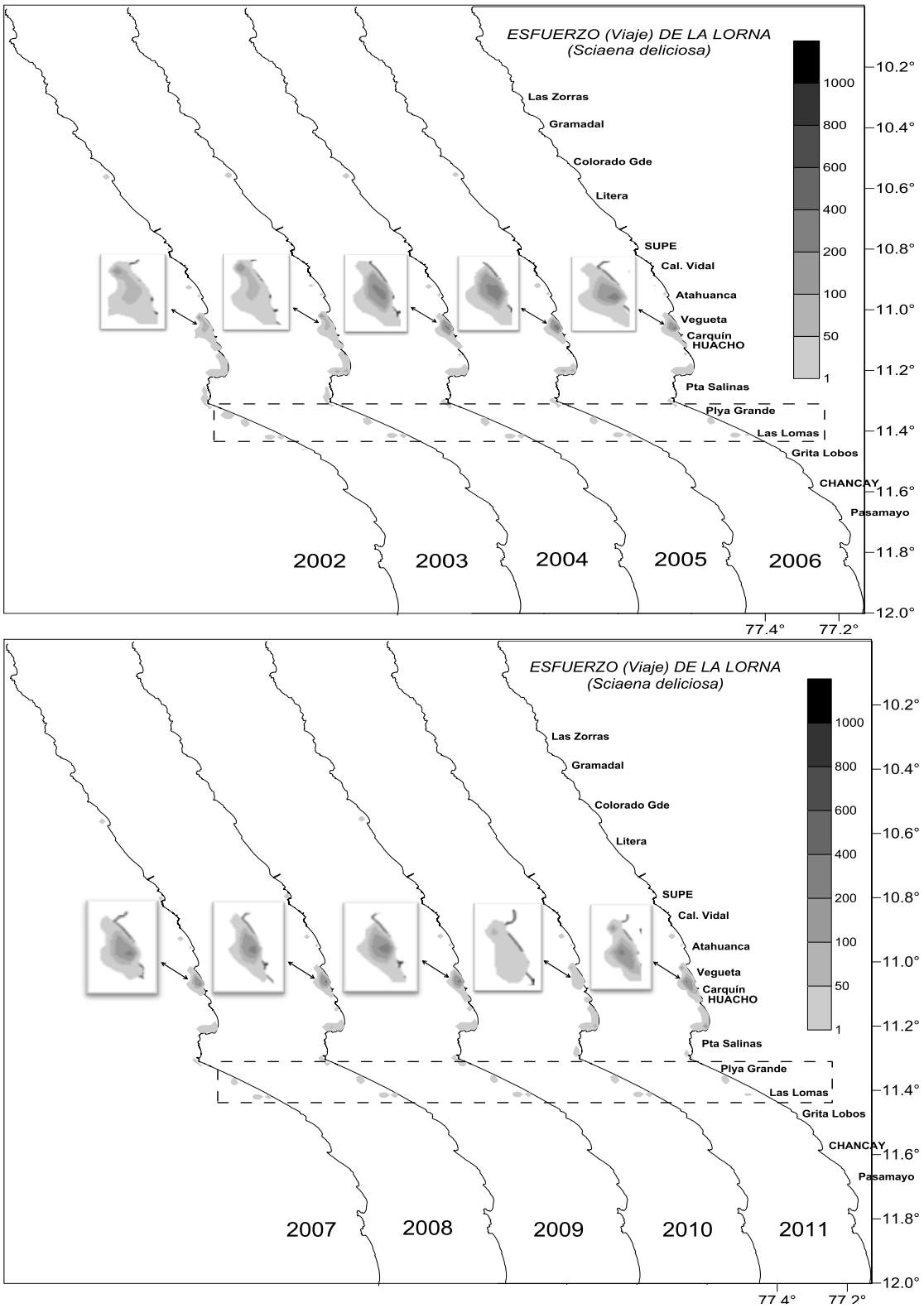


Figura 30: Esfuerzo por zonas de pesca de lorna. Período 2002-2011

FUENTE: Elaboración propia.

4.6.3 Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

La Figura 31a muestra la evolución de la CPUE durante el período analizado comparado con el esfuerzo pesquero. Se observa que la CPUE aumenta en los años 2002 (0.188 t/viaje), 2008 (0.266 t/viaje) y 2010 (0.329 t/viaje), mientras que el esfuerzo pesquero aplicado disminuye para esos años (a excepción del año 2008), 2002 con 2040 viajes y el 2010 con 1035 viajes. Esto se da posiblemente a una mayor abundancia del recurso la cual facilitaría su captura. Asimismo, se observa una tendencia al incremento de la CPUE a partir del año 2006 al 2010; donde se encontró un gran porcentaje de ejemplares madurantes (2006-2008), un elevado porcentaje de ejemplares desovantes (2009) y el mayor porcentaje de ejemplares madurantes capturados (2010), la cual pudo ver traído consigo una caída abrupta en la abundancia del recurso para el año 2011. Se aprecia también que se aplica una menor CPUE para los años 2000 (0.073 t/viaje), 2001 (0.111 t/viaje), 2003 (0.117 t/viaje), 2004 (0.113 t/viaje), y 2011 (0.079 t/viaje).

Al analizar las capturas y la CPUE (Fig. 31b) nos muestran una misma tendencia, es decir aumentan las capturas cuando el indicador de abundancia se incrementa y viceversa. Se puede observar entonces un ligero crecimiento en cuanto a la abundancia del recurso acompañado con un aumento en las capturas y una pequeña disminución del esfuerzo; pero recalcando el sustento de ejemplares juveniles en cuanto a la pesquería del recurso.

Cabe resaltar que durante el 2009-2011 la tendencia de las capturas comienza hacerse negativa (Fig.31b), mientras que la abundancia del recurso presenta una tendencia negativa, así como un incremento del esfuerzo entre el 2010-2011(Fig. 31a), síntomas del proceso de sobreexplotación.

El análisis de la CPUE por zonas de pesca (Fig. 32), nos indica una mayor CPUE en zonas donde se encuentra poca presión de pesca (menor captura y número de embarcaciones) indicándonos de esta manera una mayor presencia de este recurso para estas zonas según nuestro indicador de abundancia. Mientras que en las zonas donde hay una mayor actividad pesquera (Vegueta-Carquín) se observa un decrecimiento de la CPUE en los últimos 5 años (2007 (136.32 kg/viaje), 2008 (133.55 kg/viaje), 2009 (114.61 kg/viaje), 2010 (94.70 kg/viaje) y 2011 (47.24 kg/viaje)). En este sentido se puede deducir

que la pesquería en las zonas de pesca cercanas al puerto de Huacho, se encuentran con bajo índice de abundancia producto de la intensa pesquería artesanal de la zona; la cual estaría causando que los pescadores tengan que aumentar su tiempo de búsqueda e ir a zonas más alejadas para poder encontrar el recurso.

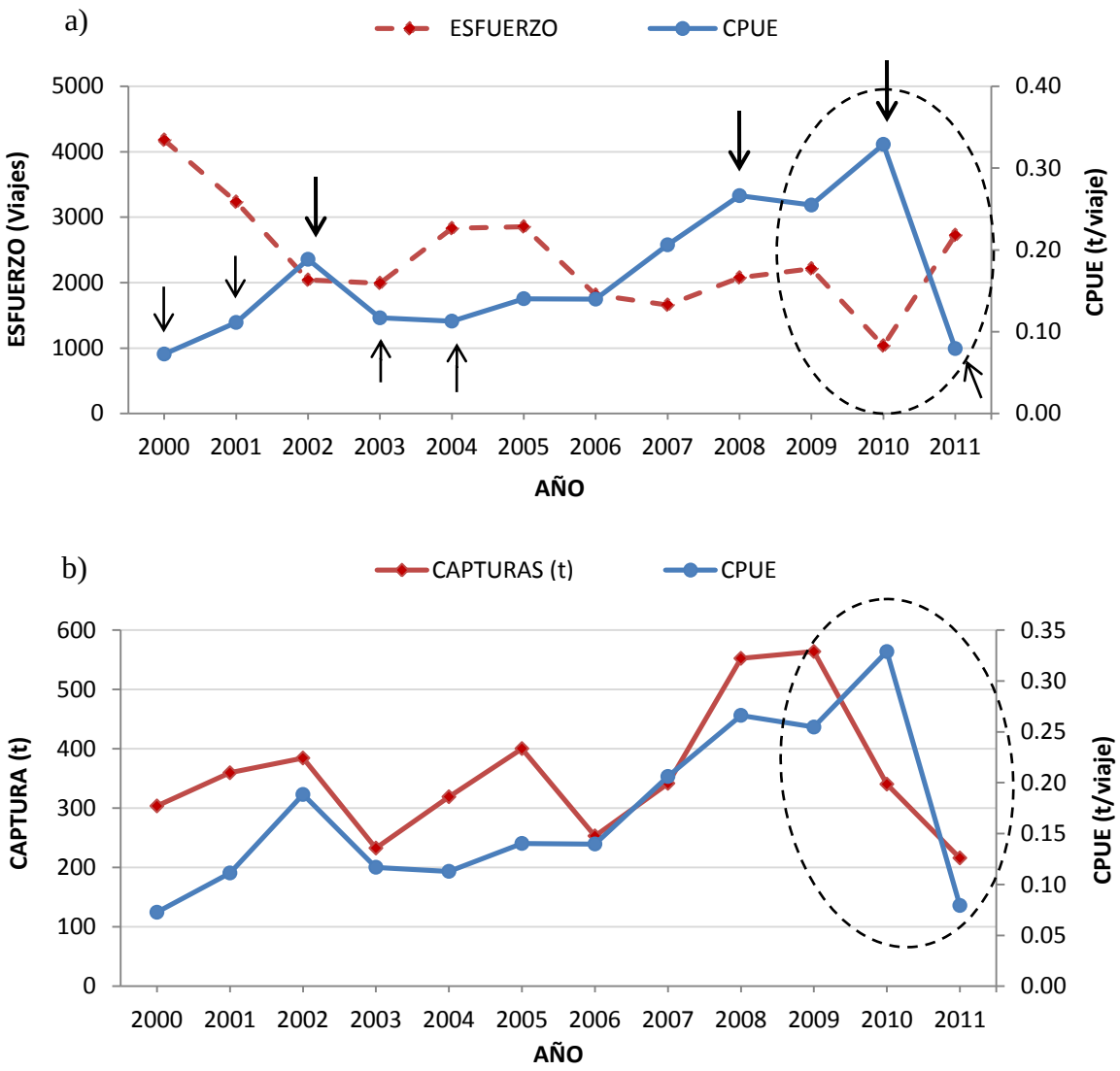


Figura 31: (a) Esfuerzo y (b) capturas con respecto a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

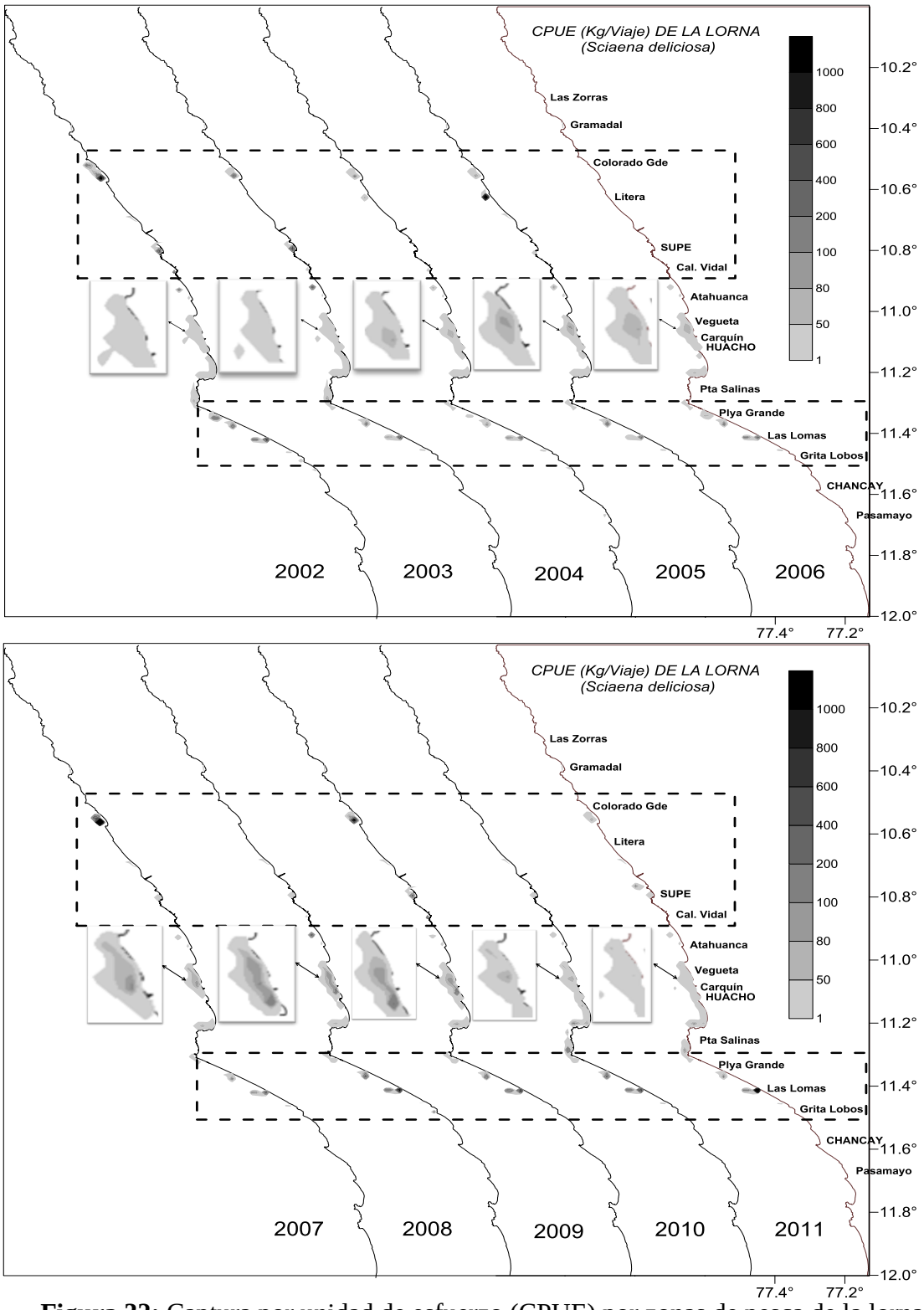


Figura 32: Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por zonas de pesca de la lorna. Período 2002-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

4.6.4 Modelo en equilibrio de producción excedente de Schaefer y Fox

Por otra parte, al analizar la relación entre los datos de la CPUE con respecto al esfuerzo se explica en un 54.9 por ciento para el modelo de Schaefer y un 61 por ciento para el modelo de Fox (Fig. 33), obteniéndose un CMS = 401.349 t y un F_{CMS} = 2351.934 viajes para el modelo de Schaefer y un CMS = 362.270 t y un F_{CMS} = 2202.426 viajes para el modelo de Fox (Cuadro 6).

Cuadro 6. Captura máxima sostenible (CMS), esfuerzo óptimo (F_{CMS}), captura por unidad de esfuerzo óptimo ($CPUE_{RMS}$), parámetros de regresión (modelos de Schaefer y Fox) ajustados a los datos de la CPUE y esfuerzo. Período 2000-2011.

	r^2	a	b	p valor (α = 0.05)	CMS (t)	F_{CMS} (viajes)	$CPUE_{RMS}$ (Kg/viajes)
Schaefer	0.549	341.2928	-0.0726	0.0058	401.349	2351.934	170.646
Fox	0.610	6.1028	-0.0005	0.0027	362.270	2202.426	164.487

FUENTE: Elaboración propia.

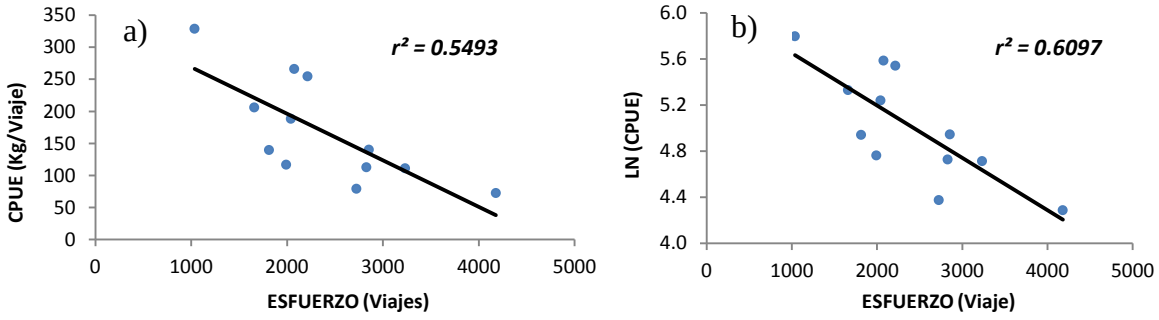


Figura 33: Rectas de los modelos de Schaefer (a) y Fox (b) ajustadas a los datos de la CPUE y esfuerzo. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

4.6.4.1 Modelo de Schaefer

Cabe destacar, que los desembarques efectuados en 2008 y 2009 fueron superiores a la CMS (552.386 t y 563.888 t respectivamente); y que el esfuerzo de pesca durante el año 2011 (2724 viajes) fue superior al F_{CMS}, a niveles del esfuerzo donde la captura estimada es menor que la CMS (Fig. 34). Tales situaciones negativas se vieron reflejadas en el rendimiento de las embarcaciones, para el año 2011 el cual obtuvo 79.312 Kg/viaje (menor al estimado de $CPUE_{RMS}$ = 170.646 Kg/viaje). Asimismo la flota huachana, durante el período 2000-2006 (a excepción del año 2002) obtuvo un rendimiento menor al estimado por el modelo, así como una disminución progresiva del rendimiento al incrementarse el esfuerzo durante el período 2002-2004 debido tal vez a la mortalidad por pesca (Fig. 35).

Por otra parte, durante el año 2007 el rendimiento fue de 206.133 Kg/viaje superior a la $CPUE_{RMS,}$ al igual que el año 2008 (266.210 Kg/viaje), 2009 (254.692 Kg/viaje) y 2010 (328.891 Kg/viaje), observándose un alto incremento del rendimiento para los últimos años mencionados (acompañado con una elevada disminución del esfuerzo durante el período 2009-2010) más rápido de lo previsible si esto se debiera únicamente a la recuperación de la abundancia y densidad del recurso causada por el ingreso de reclutas y el crecimiento en peso, fenómenos necesariamente lentos (Fig. 35).

Todos estos indicadores, junto con la disminución de los rendimientos que en el 2011 fueron de un 75.99 por ciento de los correspondientes a 2010, están indicando una situación de sobrepesca del recurso.

4.6.4.2 Modelo de Fox

Este modelo presenta un ajuste mejor que el modelo de Schaefer, estima un valor de CMS = 362.270 toneladas, ligeramente menor al obtenido por el modelo anterior, el esfuerzo de pesca correspondiente a la CMS es de F_{CMS} = 2202.426 viajes, y el rendimiento es de $CPUE_{RMS}$ = 164.487 Kg/viaje tal como muestra el Cuadro 6.

Los desembarques efectuados en 2002, 2005, 2008 y 2009 fueron superiores a la CMS (384.426 t, 400.39 t, 552.386 t y 563.888 t respectivamente); el esfuerzo de pesca durante los años 2004 (2828 viajes) y 2011 (2724 viajes) fueron superior a la F_{RMS}, a niveles del esfuerzo donde la captura estimada es menor que la CMS (Fig. 34). Tales situaciones negativas se vieron reflejadas por una disminución del rendimiento de la flota huachana, durante los años 2004 (112.853 Kg/viaje), 2005 (140.291 Kg/viaje), 2006 (139.736 Kg/viaje) y 2011 (79.312 Kg/viaje), menores a la $CPUE_{RMS}$ (Fig. 35).

Al igual que el modelo de Schaefer, se observó un rendimiento menor al estimado por el modelo durante el período 2000-2006 (a excepción del año 2002), así como una disminución del rendimiento al incrementarse el esfuerzo durante el período 2002-2004; también se observa un incremento del rendimiento durante el período 2007-2010 (valores superiores a la $CPUE_{RMS}$) acompañado con un gran disminución del esfuerzo durante los años 2009-2010.

Estos indicadores, junto con la ya comentada merma de los rendimientos, están indicando una situación de sobrepesca del recurso más preocupante que el modelo de Schaefer.

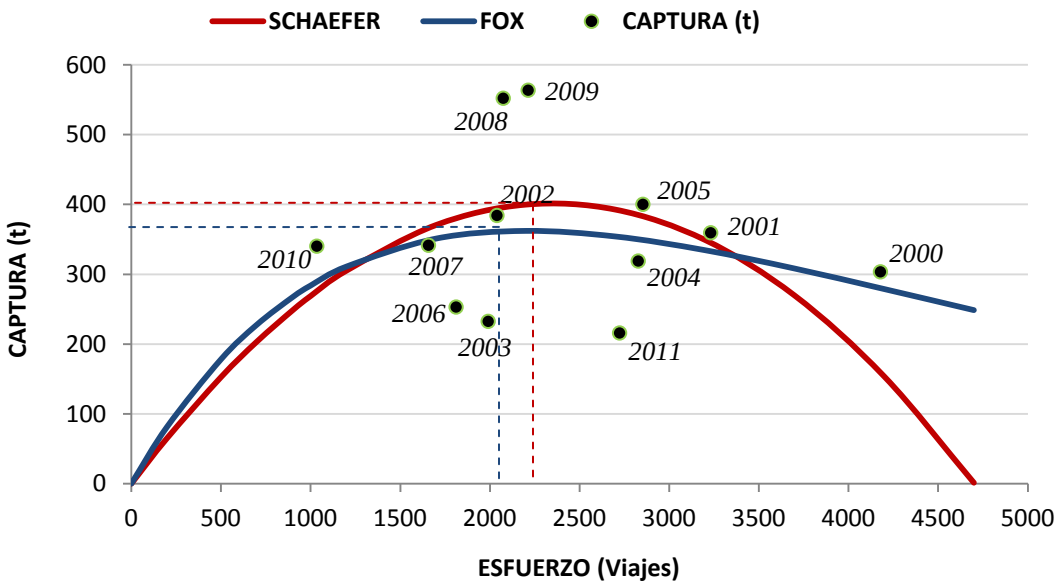


Figura 34: Ajuste de los modelos en equilibrio de producción excedente de Schaefer y Fox con respecto a la captura y el esfuerzo de pesca para lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

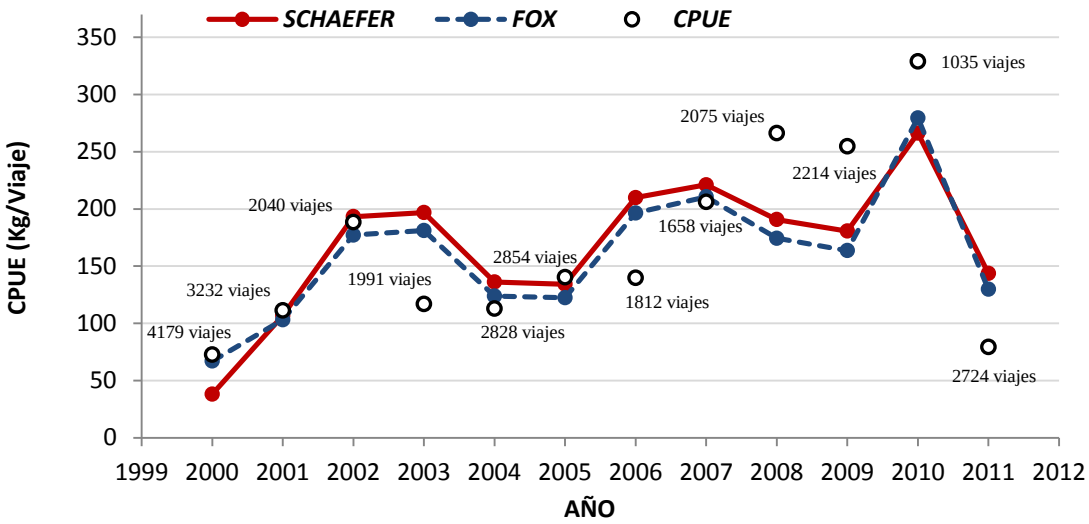


Figura 35: Captura por unidad de esfuerzo estimada mediante los modelos de Schaefer y Fox en equilibrio en comparación con la CPUE de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

4.7 NIVEL DE CAPTURA DE EJEMPLARES JUVENILES

Según la Resolución Ministerial N° 209-2001-PE se aprueba la Relación de Tallas Mínimas de Captura (TMC) y Tolerancia Máxima de ejemplares juveniles para extraer los principales peces marinos, la misma que en el Anexo I, establece que para el caso del recurso lorna *(Sciaena deliciosa)* la talla mínima de captura es de 24 centímetros de longitud total y 10 por ciento es la tolerancia máxima permitida de ejemplares menores a esa talla. Se utilizó como referencia la LT de 16 cm. para determinar el porcentaje de los ejemplares menores a la TPM.

La Figura 36 presenta las frecuencias de longitud de las capturas realizadas para cada año, indicando las tallas de los ejemplares menores a 24 y 16 cm. capturados. El Cuadro 7 nos muestra el nivel porcentual de ejemplares por debajo de la TPM y TMC en las capturas, presentando un elevado porcentaje de ejemplares capturados por debajo de los 24 cm. (alrededor del 90.2 por ciento en promedio para todos los años). Cabe resaltar que el año 2000 presentó un porcentaje de 79.2 por ciento, año donde regía la R.M. N° 00651-76-PE, y la talla mínima de captura era de 22 cm. y la tolerancia era del 20 por ciento, evidenciando un bajo porcentaje de ejemplares con tallas mayores a los 24 cm. en las capturas. Esto evidencia que la pesquería de este recurso está incumpliendo la norma establecida.

Por otro lado, al analizar la Figura 36, observamos la captura de ejemplares por debajo de la talla de primera madurez (TPM) durante todo el período evaluado. Asimismo, en el Cuadro 7 se aprecia una mayor captura de estos ejemplares durante el año 2000 (12.1 por ciento), 2001 (13.2 por ciento), 2002 (13.7 por ciento) y 2011 (12.3 por ciento). En tal sentido se puede deducir que del 2000 al 2008 hubo un decrecimiento en cuanto a la extracción de ejemplares juveniles y un crecimiento entre los años 2009-2011. Adicionalmente es importante recalcar la importancia de la talla de primera madurez (TPM = 15.5 cm.), la cual nos permitirá observar el efecto de estas capturas en cuanto a los ejemplares que todavía no han alcanzado su madurez sexual (reclutas importantes para la subsistencia de la población).

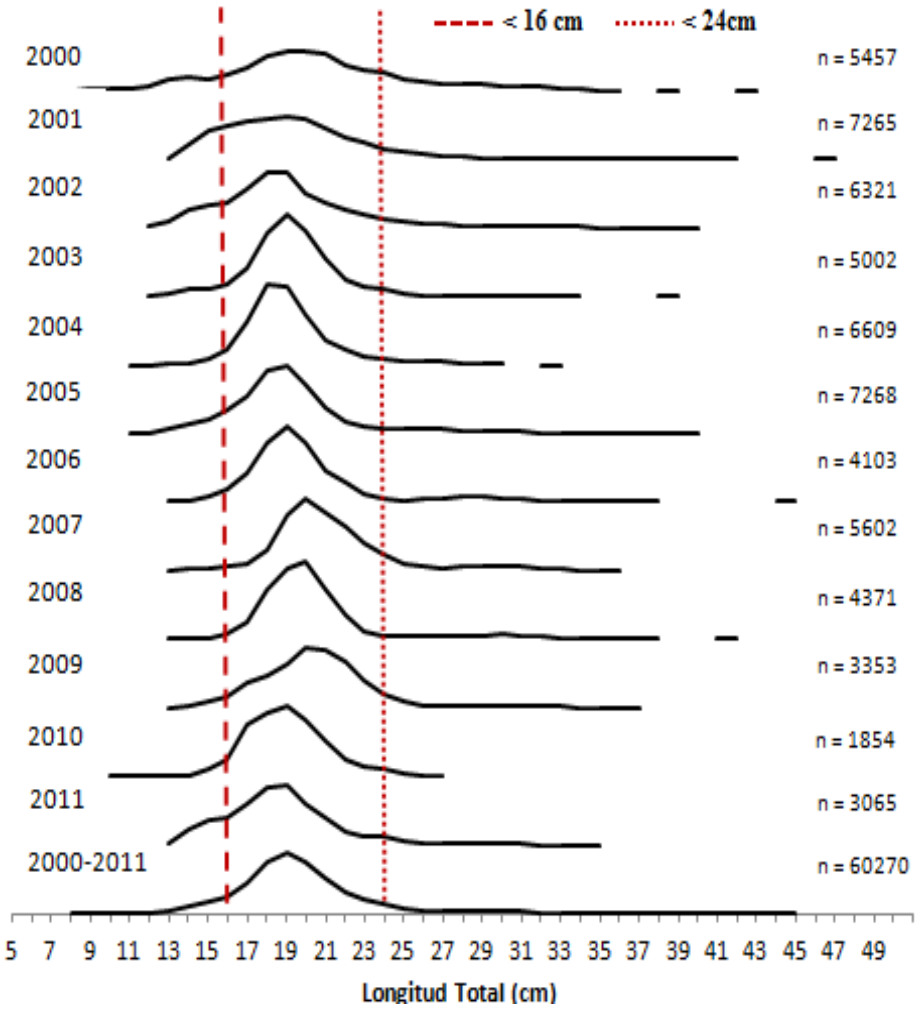


Figura 36: Porcentaje de ejemplares capturados menores a 16 y 24 cm. de la lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro 7: Nivel porcentual de captura de ejemplares menores a la TPM y TMC.

Longitud (cm.)	<16	<24	n
	Porcentaje		
2000	12.11	79.16	5457
2001	13.17	89.77	7265
2002	13.73	91.43	6321
2003	4.64	96.22	5002
2004	2.47	94.43	6609
2005	8.98	91.26	7268
2006	1.85	88.11	4103
2007	1.14	84.61	5602
2008	0.73	90.09	4371
2009	2.92	91.38	3353
2010	2.97	96.66	1854
2011	12.3	94.03	3065
2000-2011	7.03	90.16	60270

FUENTE: Elaboración propia.

Al analizar el porcentaje de captura de los ejemplares por debajo de la TPM y TMC por arte de pesca (Fig. 37) apreciamos de manera general que el cerco es el arte menos selectivo y el que captura un mayor porcentaje de ejemplares menores a 16 cm. (23 por ciento) y 24 cm. (75 por ciento), mientras que la cortina (arte selectivo) captura un elevado porcentaje de ejemplares entre los 16 y 24 cm. (89 por ciento); asimismo el chinchorro y la pinta presentan un mayor porcentaje de ejemplares por encima de los 24 cm. (43 por ciento y 55 por ciento respectivamente) de longitud total del pez. Considerando que las artes de cerco y cortina son los que predominan en cuanto a la captura total del recurso (50.3 por ciento y 33.8 por ciento respectivamente), y que las artes chinchorro y pinta solo aportan alrededor del 15.8 por ciento de las capturas totales, es claro observar que se está afectando el recurso.

Es importante recalcar que la R. M. N° 209-2001-PE, también establece que para el caso del recurso lorna, la longitud mínima de malla para su extracción en el litoral es de 38 mm. ($1_{1/2}$ pulgada), para redes de cerco o boliches y cortina. En este sentido, esta longitud mínima de malla no es adecuada debido a que se está extrayendo un elevado porcentaje de

ejemplares por debajo de la talla de 24 cm. (Cuadro 8). Cabe resaltar que las embarcaciones de cerco utilizan un tamaño de malla (TM) igual a 38 mm y sus capturas son casi el 100 por ciento de ejemplares por debajo de los 24 cm., lo cual traería consigo una elevada captura de ejemplares por debajo de los 16 cm. (Cuadro 9), como sucedió en el año 2000 (48.86 por ciento), 2001 (31.19 por ciento), 2002 (27.71 por ciento), 2005 (26.15 por ciento) y 2011 (32.57 por ciento).

Las embarcaciones con arte cortina utilizan redes con TM entre los 50-83 mm.; pero a pesar de utilizar un TM mayor a lo estipulado por la norma, se sigue capturando un elevado porcentaje de ejemplares menores a 24 cm. al utilizar un TM entre los 50-66 mm.; sin embargo al utilizar un TM entre 70-83 mm., se observa una disminución en cuanto a la captura de ejemplares por debajo de la TMC (Cuadro 8). Asimismo, el arte chinchorro también presenta un porcentaje elevado de ejemplares por debajo de la TMC a pesar de utilizar un TM mayor (40-57 mm.) a los 38 mm. Sin embargo estas dos artes presentan casi un 0 por ciento de ejemplares por debajo de la TPM (Cuadro 9).

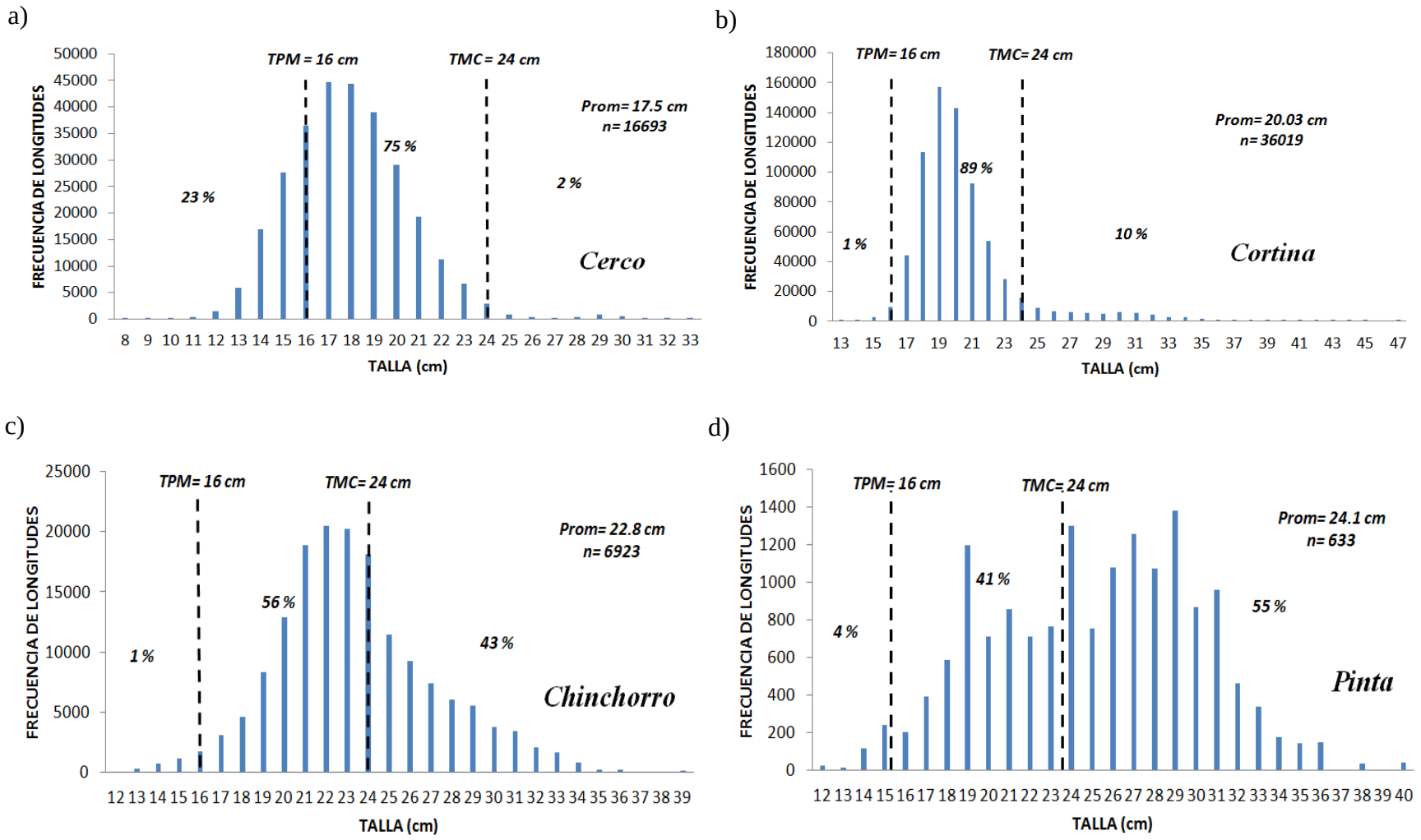


Figura 37: Nivel porcentual de ejemplares capturados por debajo de la TPM y TMC por arte de pesca. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro 8: Porcentaje de ejemplares capturados menores a 24 cm. por arte de pesca y por tamaño de malla (TM).

	PORCENTAJE DE EJEMPLARES POR DEBAJO DE LA TMC (24 cm)													
	TM (mm)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	n
CERCO	38	100.00	99.20	100.00	97.84	99.76	100.00	93.36	94.52	98.80	98.23	95.65	99.12	16693
CORTINA	50	94.85												97
	53	100.00		100.00						100.00				489
	54								96.36				100.00	206
	55								60.28	97.14	97.34			1575
	56	98.96		100.00										393
	57	100.00	98.48	99.20	99.86									3312
	58			100.00					99.02	99.53	99.20		98.57	2983
	60		98.97	100.00	100.00					100.00				495
	61								99.21					126
	63			3.33					78.81					296
	64	89.20	98.96											661
	65								15.31					98
	66								100.00					96
	70	43.75												48
	76	30.87	2.05											295
	82		0.00											39
	83	0.00												36
CHINCHORRO	40		80.87											97
	51	51.61												93
	57	75.26												183

FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro 9: Porcentaje de ejemplares capturados menores a 16 cm. por arte de pesca y por tamaño de malla (TM).

	PORCENTAJE DE EJEMPLARES POR DEBAJO DE LA TPM (16 cm)													
	TM (mm)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	n
CERCO	38	48.86	31.19	27.71	12.96	16.63	26.15	9.32	6.16	4.15	13.84	4.80	32.57	16693
CORTINA	50	0.00												97
	53	0.00		0.00						0.00				489
	54								0.00				0.00	206
	55								0.00	0.00	0.00			1575
	56	0.00		0.00										393
	57	0.00	0.71	1.01	0.48									3312
	58			0.00					0.09	0.00	0.27		0.00	2983
	60		0.00	0.00	0.00					0.00				495
	61								0.00					126
	63			0.00					0.00					296
	64	0.00	0.00											661
	65								0.00					98
	66								0.00					96
	70	0.00												48
	76	0.00	0.00											295
	82		0.00											39
	83	0.00												36
CHINCHORRO	40		0.00											97
	51	0.00												93
	57	0.55												183

FUENTE: Elaboración propia.

La captura durante todo el período estuvo compuesto por ejemplares que cubrieron un rango de tallas entre los 8 y 47 cm. de longitud total (n= 60 270), con una moda de 19 cm. y una talla media de 19.7 cm. Se encontró un porcentaje de 90.16 por ciento de ejemplares capturados por debajo de la talla mínima de captura (24 cm. de longitud total), siendo esta muy superior a la tolerancia máxima permitida (10 por ciento).

Soriguer (2001) afirma que los síntomas de que existe una situación de sobrepesca sobre un stock explotado se pueden resumir en cinco puntos: (i) disminución de los desembarques totales, (ii) disminución de las capturas por unidad de esfuerzo, (iii) desplazamiento de las capturas hacia tallas menores, (iv) desplazamiento de las capturas hacia otras especies acompañantes de escaso interés y (v) alteraciones y fallos en el reclutamiento. De los cuales, los 3 primeros puntos se aprecian durante el período evaluado para la lorna; como es la disminución relativa de los desembarques, el desplazamiento de las capturas hacia tallas menores y un descenso en las capturas por unidad de esfuerzo; la cual nos permitiría deducir problemas de sobreexplotación.

Por otro lado, Froese (2004), presenta tres indicadores pesqueros simples para hacer frente a la sobrepesca: (i) el porcentaje de peces maduros en la captura, 100 por ciento como objetivo, (ii) el porcentaje de los peces capturados en la longitud óptima, 100 por ciento como meta, y (iii) el porcentaje de los "mega-reproductores" en la captura, 0 por ciento como objetivo, pero si esta no se cumple, el 30 a 40 por ciento de su captura es razonable (presentaría una estructura de edad sana y es deseable). Asimismo, con las formulas empíricas de Froese y Binohlan (2000), utilizando la distribución de frecuencia de tallas y talla de primera madurez nos permitió realizar una evaluación del estado del stock, obteniendo dos escenarios.

Para el análisis del primer escenario (Fig. 38) se utilizó la máxima talla encontrada durante el período analizado (47 cm.), encontrando que los ejemplares maduros (mayores a la L_m igual a 30.4 cm., TPM obtenida de las ecuaciones empíricas) representaron el 2.22 por ciento, lo cual nos sugiere que el recurso se encuentra sobreexplotado, corroborando esta afirmación al obtener un 98.39 por ciento de ejemplares por debajo del L_{opt}. Además el

4.14 por ciento de la captura de ejemplares se encontró dentro del rango óptimo (27.5-33.7 cm.) y el 0.47 por ciento correspondió a los mega-reproductores (ejemplares de 3 años de edad a más), valor muy por debajo a los valores recomendados (30-40 por ciento), la cual corroboraría la sobreexplotación del recurso.

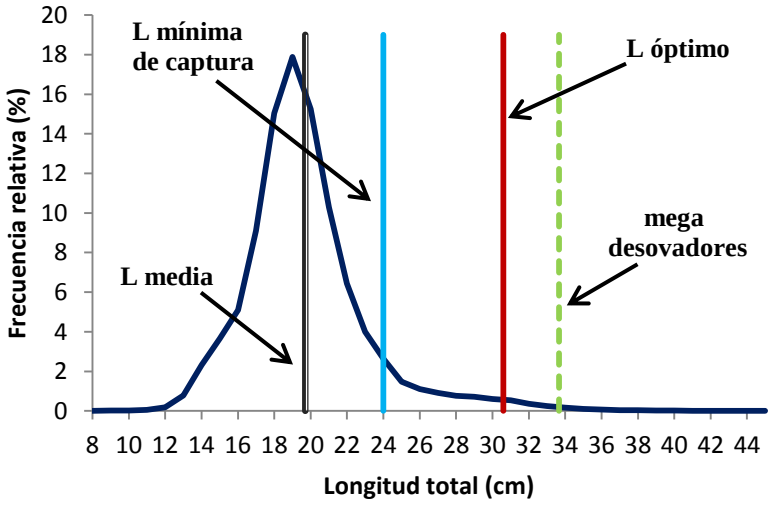


Figura 38: Estructura de tallas de la lorna, indicadores simples (L_{max}) y talla mínima de captura. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Escenario que representaría lo sucedido años atrás, producto de la sobrepesca del recurso, no dejando desovar a los peces al menos una vez antes de ser capturados para renovar el stock y eliminando en cierta medida a los mega-reproductores los cuales cumplen un papel importante en la supervivencia a largo plazo de la población: (i) las hembras grandes son mucho más fecundas porque el número de huevos aumenta exponencialmente con la longitud en la mayoría de las especies; sus huevos también tienden a ser más grandes, dando así una mayor oportunidad de supervivencia a larvas (Solemdal 1997; Trippel 1998); (ii) alcanzar la vejez suele ser un signo de condición física general y por lo tanto estos mega-reproductores son reservorios y distribuidores de genes deseables, y (iii) que la extensión de la longevidad y la prolongación de la fase reproductiva puede ser visto como una salvaguardia natural contra el fracaso en el reclutamiento (Craig 1985; Beverton, 1987). Estableciéndose de esta manera una

sobrepesca de crecimiento por la captura de ejemplares muy jóvenes y una sobrepesca por reclutamiento debido a la presión de pesca inadecuada a los reproductores ((Bonsack, 1994) en Soriguer (2001)), cuyos impactos se verán en el segundo escenario.

Para el segundo escenario (Fig. 39) se utilizó la talla de primera madurez encontrada durante el período analizado (15.5 cm.), observando que los ejemplares maduros representaron el 92.97 por ciento, mientras que el 7.03 por ciento fueron menores al L_{opt}. Además el 11.07 por ciento del desembarque se encontró dentro del rango optimo (14.3-17.3 cm.) y el 87.87 por ciento correspondió a los "mega-reproductores" (ejemplares de 1 año de edad a más), valor superior a los valores recomendados (30-40 por ciento), afectando la capacidad reproductiva y renovación del recurso.

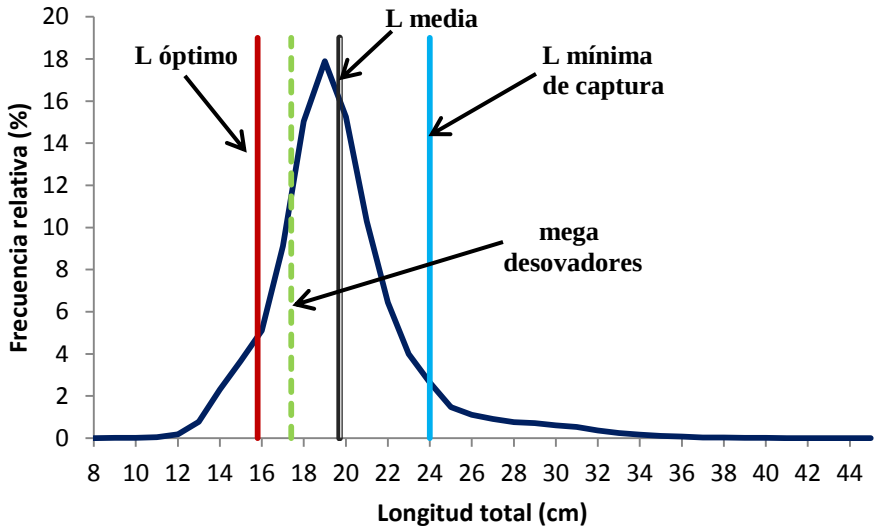


Figura 39: Estructura de tallas de la lorna, indicadores simples (TPM) y talla mínima de captura. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

Escenario que refleja el impacto producido por la sobreexplotación por crecimiento y reclutamiento del recurso, observándose una reducción de la edad media de la población y el número de clases de edad que intervienen en la reproducción, así como el retiro de los reproductores (ejemplares mayores), que han demostrado mayor capacidad de crecimiento,

por lo que la tendencia es a disminuir el crecimiento de los individuos (Bonsack, 1994), como se ve reflejada a lo largo del período analizado. Observando de esta manera la condición actual del recurso, capturándose un 7 por ciento de ejemplares inmaduros, solo un 11.07 por ciento de ejemplares en rango optimo de captura y un 87.87 por ciento de reproductores de un año de edad a más, cifras preocupante para el bienestar del stock.

En este sentido, de acuerdo a las formulas empíricas de Froese y Binohlan (2000), el recurso presenta una sobrepesca por reclutamiento y crecimiento, debido a que se siguen capturando individuos jóvenes y se está ejerciendo una presión de pesca inadecuada sobre los reproductores, la cual está causando una disminución porcentual de estos a través del tiempo (Fig. 40).

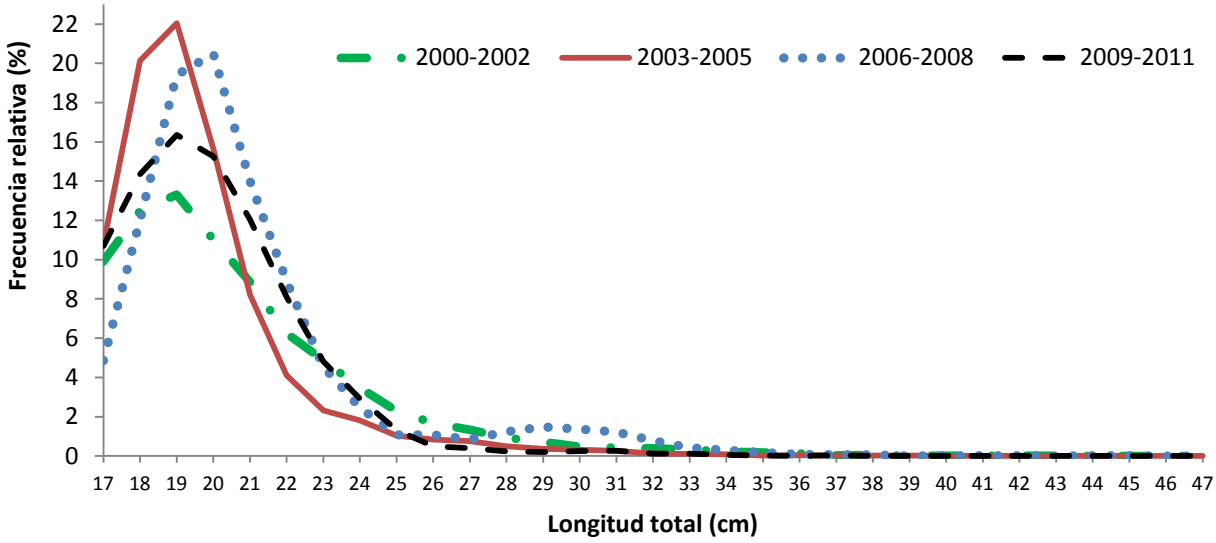


Figura 40: Nivel porcentual de reproductores de lorna. Período 2000-2011.

FUENTE: Elaboración propia.

V. CONCLUSIONES

1. El rango de tallas de la lorna estuvo comprendido entre los 8 y 47 cm. de LT. La moda fluctuó entre los 18 y 20 cm. y la talla media presento una disminución significativa en los últimos cinco años, de 21.3 cm. de LT en el año 2007 a 18.7 cm. en el 2011.

2. Durante el período analizado la lorna presento un crecimiento cercano al isométrico, con un a = 0.013, b = 3.0084 y un r = 0.9743, su época reproductiva se da con mayor intensidad entre los meses de verano-otoño mientras que en la primavera se observa un pico reproductivo con menor intensidad; asimismo se encontró una proporción cercana a 1:1 de hembras y machos.

3. La Talla de Primera Madurez la alcanza a los 15.5 cm. de LT, equivalente a un año de edad y los ejemplares comprendidos entre la edad de 1 y 2 años (LT de 16 a 23 cm.) son los que están dando un mayor aporte reproductivo. Los parámetros de crecimiento hallados a partir del análisis de frecuencia por tallas son: L_∞ = 57.1 cm., K = 0.13/año y t_0 = -0.146.

4. Los desembarques de lorna entre los años 2000 y 2011 presentaron fluctuaciones, que se agravan mucho entre el 2010 y 2011, años donde la tendencia del desembarque comienza hacerse negativa, al igual que las anomalías estandarizadas de las tallas medias de las capturas, la misma que mantienen valores negativos en los dos últimos años, síntomas del proceso de sobre explotación.

5. El esfuerzo pesquero, mostro un incremento durante el período 2007-2011 (a excepción del año 2010). Al igual que el esfuerzo empleado entre la zona de Vegueta-Carquín, área con mayor concentración de embarcaciones artesanales.

6. Las áreas de captura del recurso se encuentra zonificada, siendo la zona de pesca comprendida entre Vegueta-Carquín, la más frecuentada por los pescadores y la más explotada, observándose un decrecimiento de la CPUE en los últimos 5 años.

Mientras que en las zonas de pesca alejadas del puerto de Huacho se observa un ligero crecimiento de la abundancia del recurso.

7. El modelo de producción excedente de Schaefer (1954) y Fox (1970), nos muestran que el recurso se encuentra sobreexplotado; además, los indicadores empíricos de Froese y Binohlan (2000), indican que el recurso presenta una sobreexplotación por crecimiento y reclutamiento, debido a que se siguen capturando individuos muy jóvenes. No se encuentra en las capturas porcentajes de ejemplares maduros o adultos plenos y se está ejerciendo una presión de pesca alta sobre los reproductores de menor tamaño, los cuales están presentando una disminución porcentual de su captura en los últimos años.

8. Los desembarques registraron un 90.16 por ciento de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura. El arte de pesca que extrae el mayor porcentaje de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura y talla de primera madurez es el cerco y a su vez es el que aporta un mayor volumen de desembarque (50.3 por ciento). Ninguno de los artes de pesca empleados se ajusta al porcentaje de tolerancia permitida para captura de ejemplares juveniles según la normativa vigente, a pesar de utilizar un tamaño de malla mayor o igual a lo estipulado por la norma. Además, se está capturando un alto porcentaje de ejemplares entre 1 y 2 años de edad (81.3 por ciento) durante todo el período evaluado, los cuales estarían sustentando la pesquería de este recurso en Huacho.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se debe intensificar las investigaciones relacionadas a la biología y pesquería de los recursos costeros, con el fin de recomendar cuotas de capturas y períodos de veda por reproducción y juveniles al Ministerio de la Producción.

2. Los resultados obtenidos identifican un problema de sobreexplotación del recurso lorna; por lo que se recomienda aplicar adecuadas medidas de ordenamiento pesquero y capacitar a todos los agentes vinculados en la cadena productiva de los recursos costeros.

3. Como una propuesta de alternativa de regulación ante la problemática de incidencia de juveniles, se debería regular el uso del arte de cerco dentro de las 5 millas marinas.

4. Se debe realizar un estudio de selectividad de las artes de pesca para determinar un nuevo tamaño de malla, teniendo en consideración la talla mínima de captura y tolerancia máxima de ejemplares juveniles de la lorna (*sciaena deliciosa*) según la R.M. N° 209-2001-PE.

5. Se recomienda como trabajo adicional analizar la distribución de frecuencias de talla, incidencia de ejemplares juveniles y desembarques por arte de pesca por estaciones del año. Así como determinar un esfuerzo pesquero efectivo, que nos permita tener en cuenta las diferencias entre la capacidad y la eficiencia pesquera; la cual permitirá asegurar una proporcionalidad directa de la mortalidad debido a la pesca.

6. Para realizar una buena estimación de parámetros de crecimiento a partir de frecuencia de tallas, se recomienda tener una buena representatividad de los individuos de las tallas extremas. O realizar análisis de estructuras óseas como otolitos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Arena, G. y M. Rey. 1999. Captura máxima sostenible de la corvina (*Micropogonias furnieri*) explotada en el rio de la Plata y zona común de pesca (período 1986-1997). En: Arena, G. y Rey, M. (Eds.). Modelos de producción excedente aplicados a los recursos corvina y pescadilla. Plan de Invest. Pesq. (PIP). Obj. 2 y 3: 1-26 (2009).
2. Arrieta, S., Goicochea, C., Moquillaza, P. y Mostacero, J. 2010. Edad y crecimiento de la lorna *Sciaena Deliciosa* (Tschudi) en el mar del Callao (12°S) Perú. 1996. Informe IMARPE Vol. 37 (3-4): 65-70.
3. Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J. y Roque C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Informe IMARPE Vol. 38 (4): 373-384.
4. Centro de Educación, organización y Promoción del desarrollo – Ilo. 2003. Diagnostico socio-económico de los pescadores artesanales de Ilo y Tacna. http://www.aecid.pe/documentos/store/doc.20.pdf
5. Comité Técnico del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_not_tecni_enfen_09abr12.pdf
6. Chirichigno, N., Cornejo, RM. 2001. Catalogo comentado de los peces marinos del Perú. Instituto del mar del Perú. Publicación especial. Callao-Perú: 314 pp.
7. Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortíz, N., Piedra, P. **y** Habit, E. 2012. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-65382012000100009&script=sci_arttext
8. Del Monte-Luna, P., Guzmán-Jiménez, G., Moncayo-Estrada, R., Sánchez-González, S. y Ayala-Cortés, A. 2001. Máximo rendimiento sostenible y esfuerzo óptimo de pesca del huachinango (*Lutjanus peru*) en La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit, México. INP. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 15.

9. Díaz, E. 2013. Estimación del crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* capturado en el Perú, a partir del análisis de las frecuencias por tallas. En: Csirke J., R. Guevara-Carrasco & M. Espino (Eds.). Ecología, pesquería y conservación del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Perú. Rev. peru. biol. número especial 20(1): 061- 066 (Septiembre 2013).
10. Eguiluz, AL. 1993. Determinación de edad y crecimiento de lorna (*Sciaena deliciosa* (T.)) por lectura de otolitos: zonas de Callao y Pisco. Tesis para optar el Título Profesional de Biología. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Biológicas. 84 pp.
11. Espino, M., Veliz, M., Valdivia, E. 1989. Algunos aspectos sobre la biología y pesquería de los recursos que sustentan la actividad artesanal en el Perú. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur (18): 49-68.
12. Espino M. 1990. Análisis de las poblaciones de los principales recursos demersales del Perú. Boletín. Instituto del Mar del Perú 14 (1): 26pp.
13. Espino M. 1990. "El niño": Su impacto sobre los peces demersales del Perú. Boletín. Instituto del Mar del Perú 14 (2): 26pp.
14. Espino, M., Yamashiro, C., Fernández, F. y Cárdenas, G. 1995. Aspectos metodológicos relacionados con el análisis de las pesquerías y sus recursos. Informe Instituto del Mar del Perú N° 111: 5-34.
15. Estrella, C. 1994. Análisis Poblacional de *Sciaena deliciosa* (Tschudi) "lorna" en el litoral peruano entre 1984-1992. Tesis para optar Titulo Lic. En Biología. Univ. Ricardo Palma. Fac. Cc. Biológicas. Lima.
16. Elliott, W., Gonzáles, R. y Ramírez A. 2005. Bancos naturales de invertebrados en Hornillos y El Colorado (Huacho-Región Lima), IMARPE 2005. http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_inform_huacho2_hornill_colorad.pdf
17. Froese R., Binohlan C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. J Fish Biol.; 56:758-773.

18. FAO. 2001. Directrices para la Recopilación Sistemática de Datos Relativos a la Pesca de Captura. Anexo 5. Glosario. www.fao.org/docrep/005/x2465s/x2465s0g .h tm
19. Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. http://eprints.unikiel.de/6467/1/320_Froese_2004_KeepItSimpleThreeIndicators Artzeit_pubid6081.pdf
20. Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology 22:241-253.
21. González, A. 2001. Contribución al conocimiento pesquero y biológico de cinco peces costeros de importancia comercial en el Perú: cabinza, lisa, lorna, machete y pejerrey. Biblioteca, Instituto del Mar del Perú. Huacho. Informe progresivo IMARPE, Nº 136, enero 2001. 46 pp.
22. Granado, C. 1996. Ecología de peces. Secretariado de Publicaciones de la universidad de Sevilla. Sevilla, España. 353 pp.
23. Instituto del Mar del Perú, 2007. Evaluación, operatividad y transferencia tecnológica de las artes de pesca artesanales usadas en la pesquería artesanal. Proyecto de Investigación de la Dirección de Investigación en Pesca y Desarrollo Tecnológico Unidad de Tecnología de Extracción. http://www.imarpe.gob.pe/pesca_ute/Investigaciones/pdf/01_SELECTIVIDAD_COSTEROS_ARTESANALPROYEC.OBJ.7.%20SELECTIVIDAD.COSTEROS.pdf
24. Instituto del Mar del Perú, 2008. Seguimiento de la pesquería costera en el litoral peruano. http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_ 14%29 seguimiento _de_la_pesqueria_costera_en_el_litoral_peruano_web.pdf
25. Instituto del Mar del Perú. 2010. Evaluación del POI – PTI al III Trimestre del 2010. Seguimiento de pesquerías y evaluación de recursos pesqueros. http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_ind_poli_cumpl_iii_trim10.pdf
26. Instituto del Mar del Perú. 2010. Anuario científico tecnológico IMARPE (ISSN 1813-2103). Anu. cient. tecnol. IMARPE. Vol. 9, 2009. 182 pp.

27. Instituto del Mar del Perú. 2011. Anuario científico tecnológico IMARPE (ISSN 1813-2103). Anu. cient. tecnol. IMARPE. Vol. 10, 2010. 205 pp.
28. Lorna. Instituto del Mar del Perú. Lorna. Peces y pesquerías peces costeros. http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_detalle=00000000000000000313.
29. Llanos, J., Galán, J., Castañeda, J., Castro, J., De la Cruz, J., Ramírez, P., Bances, S., y Torres, D. Investigaciones de IMARPE-sede Lambayeque durante 2009. http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/informes/Inf%20Anual%202009.pdf
30. Maldonado, C. 2003. Condiciones oceanográficas en las estaciones fijas del puerto de Huacho y caleta Carquín 2003. Inf. Interno. IMARPE. 8 pp.
31. Maldonado, C. 2004. Condiciones oceanográficas en las estaciones fijas del puerto de Huacho y caleta Carquín 2004. Inf. Interno. IMARPE. 14 pp.
32. Maldonado, C. 2009. Condiciones oceanográficas en las estaciones fijas del puerto de Huacho y caleta Carquín 2009. Inf. Interno. IMARPE. 6 pp.
33. Maldonado, C. 2010. Condiciones oceanográficas en las estaciones fijas del puerto de Huacho y caleta Carquín 2010. Inf. Interno. IMARPE. 6 pp.
34. Mejía, J., Samame, M. y Pastor, A. 1970. Información básica de los principales peces de consumo. Informes Especiales IMARPE, N° IM-62, Julio 1970. 20 pp.
35. Narváez, J., Herrera, F. y Blanco, J. 2008. Efecto de los artes de pesca sobre el tamaño de los peces en una pesquería artesanal del Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y costeras. Vol. 37 (2):163-187.
36. Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 234. Roma, Italia.
37. Pesca Responsable. Revista Institucional de la Sociedad Nacional de Pesquería, Año IV, N° 18, noviembre 2000, pág. 28-29. Biblioteca. UNALM. Lima.
38. Resolución Ministerial. Nº 209-2001-PE. http://www.peruhaciendocalidad.pe/Para%20la%20pagina/Ministerio%20de%20pesqueria/RM%20209-2001PE%20Tallas%20minimas.pdf.
39. Ramos-Cruz, S. 2009. Relación longitud-peso y factor de condición en el barrilete negro *Euthynnus lineatus* (Kishinouye, 1920) (perciformes: Scombridae), capturado en el litoral de Oaxaca, México. http://www.cim.uh.cu/rim/pdf/2009/1/2009-45.pdf

40. Salazar, C., Naldi S. y Herrera A. 1999. Selectividad con red de arrastre tipo chinchorro en la Isla de San Lorenzo, Callao (Febrero-Agosto 1998). Biblioteca. UNALM. Lima. Informe Progresivo IMARPE, N° 102, marzo 1999.
41. Soriguer M. 2001. Los efectos de la actividad pesquera. www.uca.es/grup-investi/trans-maritimo/red-cadiz/soriguer-texto.pdf.
42. Sparre, P. y Venema, S. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales-Parte 1: manual. FAO Documento Técnico de Pesca No. 306. Roma, Italia.
43. Wasiw, J. 2000. Aspectos biológicos pesqueros de la lorna (*Sciaena deliciosa*) y el machete *(Ethmidium maculatum*) en el área de Huacho durante el período frio y otro cálido. Biblioteca, Instituto del Mar del Perú. Huacho. Informe progresivo IMARPE, Nº 128, setiembre 2000. 19 pp.
44. Wosnitza-Mendo, C., Ballón, M., Benites, C. y Guevara-Carrasco, R. 2009. Cambios en el área de distribución de la merluza peruana: efecto de la pesquería y El Niño. Boletín IMARPE Vol. 24 (1-2):29-38.
45. Wosnitza-Mendo, C., Guevara-Carrasco, R., Ballón, M. 2004. Possible causes of the drastic decline in mean length of Peruvian hake in 1992. Bol. Inst. Mar Perú 21:1-26.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Tabla ANOVA de FC hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F value	P valor
Factor	11	0.052030	0.0047300	3.1094	0.01132
Error	22	0.033467	0.0015212		

Anexo 2: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

Años	diff	lwr	upr	p adj	
2001-2000	-0.13	-0.26	0.00	0.06	
2002-2000	-0.12	-0.25	0.01	0.09	
2003-2000	-0.17	-0.30	-0.04	0.00	<0.05
2004-2000	-0.15	-0.28	-0.02	0.02	<0.05
2005-2000	-0.09	-0.22	0.04	0.33	
2006-2000	-0.09	-0.22	0.04	0.37	
2007-2000	-0.11	-0.24	0.02	0.15	
2008-2000	-0.16	-0.29	-0.03	0.01	<0.05
2009-2000	-0.15	-0.28	-0.02	0.01	<0.05
2010-2000	-0.10	-0.24	0.04	0.35	
2011-2000	-0.12	-0.25	0.01	0.07	
2002-2001	0.01	-0.11	0.12	1.00	
2003-2001	-0.04	-0.16	0.07	0.96	
2004-2001	-0.02	-0.14	0.10	1.00	
2005-2001	0.03	-0.08	0.15	0.99	
2006-2001	0.04	-0.08	0.15	0.99	
2007-2001	0.02	-0.10	0.13	1.00	
2008-2001	-0.03	-0.15	0.08	0.99	
2009-2001	-0.02	-0.14	0.09	1.00	
2010-2001	0.03	-0.10	0.16	1.00	
2011-2001	0.00	-0.11	0.12	1.00	
2003-2002	-0.05	-0.17	0.07	0.90	
2004-2002	-0.03	-0.14	0.09	1.00	
2005-2002	0.03	-0.09	0.14	1.00	

2006-2002	0.03	-0.09	0.15	1.00
2007-2002	0.01	-0.11	0.13	1.00
2008-2002	-0.04	-0.16	0.08	0.98
2009-2002	-0.03	-0.15	0.09	1.00
2010-2002	0.02	-0.11	0.15	1.00
2011-2002	0.00	-0.12	0.11	1.00
2004-2003	0.02	-0.09	0.14	1.00
2005-2003	0.08	-0.04	0.19	0.44
2006-2003	0.08	-0.04	0.20	0.38
2007-2003	0.06	-0.06	0.18	0.76
2008-2003	0.01	-0.11	0.13	1.00
2009-2003	0.02	-0.10	0.14	1.00
2010-2003	0.07	-0.06	0.20	0.71
2011-2003	0.05	-0.07	0.16	0.94
2005-2004	0.05	-0.06	0.17	0.86
2006-2004	0.06	-0.06	0.17	0.81
2007-2004	0.04	-0.08	0.15	0.99
2008-2004	-0.01	-0.13	0.10	1.00
2009-2004	0.00	-0.12	0.11	1.00
2010-2004	0.05	-0.08	0.18	0.97
2011-2004	0.02	-0.09	0.14	1.00
2006-2005	0.00	-0.11	0.12	1.00
2007-2005	-0.02	-0.13	0.10	1.00
2008-2005	-0.07	-0.18	0.05	0.63
2009-2005	-0.06	-0.17	0.06	0.81
2010-2005	-0.01	-0.14	0.12	1.00
2011-2005	-0.03	-0.15	0.09	1.00
2007-2006	-0.02	-0.14	0.10	1.00
2008-2006	-0.07	-0.19	0.05	0.57
2009-2006	-0.06	-0.18	0.06	0.76
2010-2006	-0.01	-0.14	0.12	1.00
2011-2006	-0.03	-0.15	0.08	0.99
2008-2007	-0.05	-0.17	0.07	0.90
2009-2007	-0.04	-0.16	0.08	0.98
2010-2007	0.01	-0.12	0.14	1.00
2011-2007	-0.01	-0.13	0.10	1.00
2009-2008	0.01	-0.11	0.13	1.00
2010-2008	0.06	-0.07	0.19	0.86
2011-2008	0.04	-0.08	0.15	0.99
2010-2009	0.05	-0.08	0.18	0.95
2011-2009	0.03	-0.09	0.14	1.00
2011-2010	-0.02	-0.15	0.11	1.00

Anexo 3: Tabla ANOVA de FC machos marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F value	P valor
Factor	11	0.034138	0.0031035	2.4126	0.03788
Error	22	0.028300	0.0012864		

Anexo 4: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC machos marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

Años	diff	lwr	upr	p adj	
2001-2000	-0.10	-0.22	0.02	0.17	
2002-2000	-0.07	-0.19	0.05	0.64	
2003-2000	-0.11	-0.23	0.01	0.08	
2004-2000	-0.08	-0.19	0.04	0.51	
2005-2000	-0.07	-0.19	0.05	0.57	
2006-2000	-0.05	-0.17	0.07	0.93	
2007-2000	-0.08	-0.19	0.04	0.51	
2008-2000	-0.11	-0.23	0.01	0.08	
2009-2000	-0.14	-0.25	-0.02	0.02	<0.05
2010-2000	-0.06	-0.19	0.07	0.86	
2011-2000	-0.07	-0.18	0.05	0.70	
2002-2001	0.03	-0.08	0.14	1.00	
2003-2001	-0.01	-0.12	0.09	1.00	
2004-2001	0.02	-0.08	0.13	1.00	
2005-2001	0.03	-0.08	0.13	1.00	
2006-2001	0.05	-0.06	0.16	0.85	
2007-2001	0.02	-0.08	0.13	1.00	
2008-2001	-0.01	-0.12	0.09	1.00	
2009-2001	-0.04	-0.14	0.07	0.98	
2010-2001	0.04	-0.08	0.16	0.99	
2011-2001	0.03	-0.07	0.14	0.99	
2003-2002	-0.04	-0.15	0.06	0.93	
2004-2002	-0.01	-0.11	0.10	1.00	
2005-2002	0.00	-0.11	0.10	1.00	
2006-2002	0.02	-0.09	0.13	1.00	
2007-2002	-0.01	-0.11	0.10	1.00	
2008-2002	-0.04	-0.15	0.06	0.93	

2009-2002	-0.07	-0.17	0.04	0.52
2010-2002	0.01	-0.11	0.13	1.00
2011-2002	0.00	-0.10	0.11	1.00
2004-2003	0.04	-0.07	0.14	0.98
2005-2003	0.04	-0.07	0.15	0.96
2006-2003	0.06	-0.04	0.17	0.59
2007-2003	0.04	-0.07	0.14	0.98
2008-2003	0.00	-0.11	0.11	1.00
2009-2003	-0.02	-0.13	0.08	1.00
2010-2003	0.05	-0.07	0.17	0.90
2011-2003	0.05	-0.06	0.15	0.89
2005-2004	0.00	-0.10	0.11	1.00
2006-2004	0.03	-0.08	0.13	1.00
2007-2004	0.00	-0.11	0.11	1.00
2008-2004	-0.04	-0.14	0.07	0.98
2009-2004	-0.06	-0.17	0.05	0.66
2010-2004	0.02	-0.10	0.13	1.00
2011-2004	0.01	-0.10	0.12	1.00
2006-2005	0.02	-0.08	0.13	1.00
2007-2005	0.00	-0.11	0.10	1.00
2008-2005	-0.04	-0.15	0.07	0.96
2009-2005	-0.06	-0.17	0.04	0.59
2010-2005	0.01	-0.11	0.13	1.00
2011-2005	0.01	-0.10	0.11	1.00
2007-2006	-0.03	-0.13	0.08	1.00
2008-2006	-0.06	-0.17	0.04	0.59
2009-2006	-0.09	-0.19	0.02	0.19
2010-2006	-0.01	-0.13	0.11	1.00
2011-2006	-0.02	-0.12	0.09	1.00
2008-2007	-0.04	-0.14	0.07	0.98
2009-2007	-0.06	-0.17	0.05	0.66
2010-2007	0.02	-0.10	0.13	1.00
2011-2007	0.01	-0.10	0.12	1.00
2009-2008	-0.02	-0.13	0.08	1.00
2010-2008	0.05	-0.07	0.17	0.90
2011-2008	0.05	-0.06	0.15	0.89
2010-2009	0.08	-0.04	0.19	0.51
2011-2009	0.07	-0.04	0.18	0.45
2011-2010	-0.01	-0.12	0.11	1.00

Anexo 5: Tabla ANOVA de FC hembras setiembre-noviembre, con un nivel de confianza del 95 por ciento. Período 2000-2011.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F value	P valor
Factor	11	0.057712	0.0052465	3.3597	0.006862
Error	23	0.035917	0.0015616		

Anexo 6: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC hembras setiembre-noviembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

Años	diff	lwr	Upr	p adj	
2001-2000	-0.12	-0.23	0.00	0.05	
2002-2000	-0.08	-0.20	0.03	0.34	
2003-2000	-0.06	-0.19	0.07	0.89	
2004-2000	-0.03	-0.15	0.08	0.99	
2005-2000	-0.04	-0.16	0.08	0.98	
2006-2000	-0.04	-0.16	0.08	0.98	
2007-2000	-0.08	-0.20	0.03	0.34	
2008-2000	-0.07	-0.19	0.04	0.52	
2009-2000	-0.11	-0.23	0.01	0.08	
2010-2000	-0.15	-0.26	-0.03	0.01	< 0.05
2011-2000	-0.11	-0.22	0.01	0.10	
2002-2001	0.03	-0.08	0.15	0.99	
2003-2001	0.06	-0.07	0.19	0.89	
2004-2001	0.08	-0.03	0.20	0.34	
2005-2001	0.08	-0.04	0.19	0.46	
2006-2001	0.08	-0.04	0.19	0.46	
2007-2001	0.03	-0.08	0.15	0.99	
2008-2001	0.04	-0.07	0.16	0.96	
2009-2001	0.01	-0.11	0.12	1.00	
2010-2001	-0.03	-0.15	0.09	1.00	
2011-2001	0.01	-0.11	0.13	1.00	
2003-2002	0.03	-0.11	0.16	1.00	
2004-2002	0.05	-0.07	0.17	0.91	
2005-2002	0.04	-0.07	0.16	0.96	
2006-2002	0.04	-0.07	0.16	0.96	
2007-2002	0.00	-0.12	0.12	1.00	
2008-2002	0.01	-0.11	0.13	1.00	

2009-2002	-0.03	-0.14	0.09	1.00
2010-2002	-0.06	-0.18	0.05	0.71
2011-2002	-0.02	-0.14	0.09	1.00
2004-2003	0.03	-0.11	0.16	1.00
2005-2003	0.02	-0.11	0.15	1.00
2006-2003	0.02	-0.11	0.15	1.00
2007-2003	-0.03	-0.16	0.11	1.00
2008-2003	-0.02	-0.15	0.12	1.00
2009-2003	-0.05	-0.18	0.08	0.94
2010-2003	-0.09	-0.22	0.04	0.42
2011-2003	-0.05	-0.18	0.08	0.96
2005-2004	-0.01	-0.12	0.11	1.00
2006-2004	-0.01	-0.12	0.11	1.00
2007-2004	-0.05	-0.17	0.07	0.91
2008-2004	-0.04	-0.16	0.08	0.98
2009-2004	-0.08	-0.19	0.04	0.46
2010-2004	-0.11	-0.23	0.00	0.06
2011-2004	-0.07	-0.19	0.04	0.52
2006-2005	0.00	-0.12	0.12	1.00
2007-2005	-0.04	-0.16	0.07	0.96
2008-2005	-0.03	-0.15	0.08	0.99
2009-2005	-0.07	-0.19	0.05	0.58
2010-2005	-0.11	-0.22	0.01	0.10
2011-2005	-0.07	-0.18	0.05	0.65
2007-2006	-0.04	-0.16	0.07	0.96
2008-2006	-0.03	-0.15	0.08	0.99
2009-2006	-0.07	-0.19	0.05	0.58
2010-2006	-0.11	-0.22	0.01	0.10
2011-2006	-0.07	-0.18	0.05	0.65
2008-2007	0.01	-0.11	0.13	1.00
2009-2007	-0.03	-0.14	0.09	1.00
2010-2007	-0.06	-0.18	0.05	0.71
2011-2007	-0.02	-0.14	0.09	1.00
2009-2008	-0.04	-0.15	0.08	0.99
2010-2008	-0.07	-0.19	0.04	0.52
2011-2008	-0.03	-0.15	0.08	0.99
2010-2009	-0.04	-0.15	0.08	0.99
2011-2009	0.00	-0.11	0.12	1.00
2011-2010	0.04	-0.08	0.16	0.98

Anexo 7: Tabla ANOVA de FC machos setiembre-noviembre, con un nivel de confianza del 95 por ciento. Período 2000-2011.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F value	P valor
Factor	11	0.071293	0.0064812	3.9576	0.002615
Error	23	0.037667	0.0016377		

Anexo 8: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de FC machos setiembre-noviembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

Años	diff	lwr	Upr	p adj	
2001-2000	-0.16	-0.28	-0.04	0.00	< 0.05
2002-2000	-0.12	-0.24	0.00	0.04	< 0.05
2003-2000	-0.10	-0.24	0.03	0.24	
2004-2000	-0.09	-0.21	0.03	0.32	
2005-2000	-0.09	-0.21	0.03	0.23	
2006-2000	-0.09	-0.21	0.03	0.23	
2007-2000	-0.12	-0.24	0.00	0.06	
2008-2000	-0.12	-0.24	0.00	0.04	< 0.05
2009-2000	-0.16	-0.28	-0.04	0.00	< 0.05
2010-2000	-0.18	-0.30	-0.06	0.00	< 0.05
2011-2000	-0.15	-0.27	-0.03	0.01	< 0.05
2002-2001	0.03	-0.09	0.15	1.00	
2003-2001	0.05	-0.08	0.19	0.94	
2004-2001	0.07	-0.05	0.19	0.62	
2005-2001	0.06	-0.06	0.18	0.74	
2006-2001	0.06	-0.06	0.18	0.74	
2007-2001	0.04	-0.08	0.16	0.98	
2008-2001	0.03	-0.09	0.15	1.00	
2009-2001	0.00	-0.12	0.12	1.00	
2010-2001	-0.02	-0.14	0.10	1.00	
2011-2001	0.01	-0.11	0.13	1.00	
2003-2002	0.02	-0.11	0.15	1.00	
2004-2002	0.04	-0.08	0.16	0.99	
2005-2002	0.03	-0.09	0.15	1.00	
2006-2002	0.03	-0.09	0.15	1.00	
2007-2002	0.01	-0.11	0.13	1.00	
2008-2002	0.00	-0.12	0.12	1.00	

2009-2002	-0.04	-0.16	0.08	0.99
2010-2002	-0.05	-0.17	0.07	0.89
2011-2002	-0.02	-0.14	0.10	1.00
2004-2003	0.02	-0.12	0.15	1.00
2005-2003	0.01	-0.12	0.14	1.00
2006-2003	0.01	-0.12	0.14	1.00
2007-2003	-0.01	-0.15	0.12	1.00
2008-2003	-0.02	-0.15	0.11	1.00
2009-2003	-0.06	-0.19	0.08	0.92
2010-2003	-0.07	-0.21	0.06	0.70
2011-2003	-0.04	-0.18	0.09	0.99
2005-2004	-0.01	-0.13	0.11	1.00
2006-2004	-0.01	-0.13	0.11	1.00
2007-2004	-0.03	-0.15	0.09	1.00
2008-2004	-0.04	-0.16	0.08	0.99
2009-2004	-0.07	-0.19	0.05	0.55
2010-2004	-0.09	-0.21	0.03	0.28
2011-2004	-0.06	-0.18	0.06	0.79
2006-2005	0.00	-0.12	0.12	1.00
2007-2005	-0.02	-0.14	0.10	1.00
2008-2005	-0.03	-0.15	0.09	1.00
2009-2005	-0.07	-0.19	0.05	0.68
2010-2005	-0.08	-0.20	0.04	0.37
2011-2005	-0.05	-0.17	0.07	0.89
2007-2006	-0.02	-0.14	0.10	1.00
2008-2006	-0.03	-0.15	0.09	1.00
2009-2006	-0.07	-0.19	0.05	0.68
2010-2006	-0.08	-0.20	0.04	0.37
2011-2006	-0.05	-0.17	0.07	0.89
2008-2007	-0.01	-0.13	0.11	1.00
2009-2007	-0.04	-0.16	0.08	0.97
2010-2007	-0.06	-0.18	0.06	0.79
2011-2007	-0.03	-0.15	0.09	1.00
2009-2008	-0.04	-0.16	0.08	0.99
2010-2008	-0.05	-0.17	0.07	0.89
2011-2008	-0.02	-0.14	0.10	1.00
2010-2009	-0.02	-0.14	0.10	1.00
2011-2009	0.01	-0.11	0.13	1.00
2011-2010	0.03	-0.09	0.15	1.00

Anexo 9: Tabla ANOVA de IGS hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F value	P valor
Factor	11	25.241	2.29462	4.9195	0.0007367
Error	22	10.261	0.46643		

Anexo 10: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de IGS hembras marzo-mayo, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

Años	diff	lwr	Upr	p adj	
2001-2000	-0.64	-2.91	1.62	0.99	
2002-2000	-0.18	-2.45	2.09	1.00	
2003-2000	0.44	-1.82	2.71	1.00	
2004-2000	0.32	-1.95	2.59	1.00	
2005-2000	-0.13	-2.40	2.14	1.00	
2006-2000	-0.11	-2.38	2.15	1.00	
2007-2000	-0.28	-2.54	1.99	1.00	
2008-2000	-0.16	-2.43	2.11	1.00	
2009-2000	1.01	-1.26	3.27	0.89	
2010-2000	-3.12	-5.60	-0.63	0.01	< 0.05
2011-2000	-0.81	-3.08	1.45	0.97	
2002-2001	0.46	-1.57	2.49	1.00	
2003-2001	1.09	-0.94	3.12	0.72	
2004-2001	0.96	-1.07	2.99	0.84	
2005-2001	0.51	-1.52	2.54	1.00	
2006-2001	0.53	-1.50	2.56	1.00	
2007-2001	0.37	-1.66	2.40	1.00	
2008-2001	0.48	-1.55	2.51	1.00	
2009-2001	1.65	-0.38	3.68	0.19	
2010-2001	-2.47	-4.74	-0.20	0.02	< 0.05
2011-2001	-0.17	-2.20	1.86	1.00	
2003-2002	0.62	-1.41	2.65	0.99	
2004-2002	0.50	-1.53	2.53	1.00	
2005-2002	0.05	-1.98	2.08	1.00	
2006-2002	0.07	-1.96	2.10	1.00	
2007-2002	-0.10	-2.13	1.93	1.00	
2008-2002	0.02	-2.01	2.05	1.00	
2009-2002	1.19	-0.84	3.22	0.61	

2010-2002	-2.94	-5.20	-0.67	0.00	< 0.05
2011-2002	-0.63	-2.66	1.40	0.99	
2004-2003	-0.12	-2.15	1.91	1.00	
2005-2003	-0.57	-2.60	1.46	1.00	
2006-2003	-0.56	-2.59	1.47	1.00	
2007-2003	-0.72	-2.75	1.31	0.97	
2008-2003	-0.60	-2.63	1.43	0.99	
2009-2003	0.56	-1.47	2.59	1.00	
2010-2003	-3.56	-5.83	-1.29	0.00	<0.05
2011-2003	-1.26	-3.29	0.77	0.53	
2005-2004	-0.45	-2.48	1.58	1.00	
2006-2004	-0.43	-2.46	1.60	1.00	
2007-2004	-0.60	-2.63	1.43	0.99	
2008-2004	-0.48	-2.51	1.55	1.00	
2009-2004	0.69	-1.34	2.72	0.98	
2010-2004	-3.44	-5.70	-1.17	0.00	< 0.05
2011-2004	-1.13	-3.16	0.90	0.67	
2006-2005	0.02	-2.01	2.05	1.00	
2007-2005	-0.15	-2.18	1.88	1.00	
2008-2005	-0.03	-2.06	2.00	1.00	
2009-2005	1.14	-0.89	3.17	0.67	
2010-2005	-2.99	-5.25	-0.72	0.00	< 0.05
2011-2005	-0.68	-2.71	1.35	0.98	
2007-2006	-0.16	-2.19	1.87	1.00	
2008-2006	-0.05	-2.08	1.98	1.00	
2009-2006	1.12	-0.91	3.15	0.68	
2010-2006	-3.00	-5.27	-0.73	0.00	< 0.05
2011-2006	-0.70	-2.73	1.33	0.98	
2008-2007	0.12	-1.91	2.15	1.00	
2009-2007	1.28	-0.75	3.31	0.50	
2010-2007	-2.84	-5.11	-0.57	0.01	< 0.05
2011-2007	-0.54	-2.57	1.49	1.00	
2009-2008	1.17	-0.86	3.20	0.63	
2010-2008	-2.96	-5.22	-0.69	0.00	< 0.05
2011-2008	-0.65	-2.68	1.38	0.99	
2010-2009	-4.12	-6.39	-1.85	0.00	<0.05
2011-2009	-1.82	-3.85	0.21	0.11	
2011-2010	2.30	0.03	4.57	0.04	< 0.05

Anexo 11: Tabla ANOVA de IGS hembras octubre-diciembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F value	P valor
Factor	11	20.223	1.83847	2.8999	0.01507
Error	23	14.582	0.63398		

Anexo 12: Tabla TUKEY de comparaciones múltiples de medias de IGS hembras octubre-diciembre, con un nivel de confianza de 95 por ciento. Período 2000-2011.

Año	diff	lwr	Upr	p adj	
2001-2000	-0.96	-3.31	1.39	0.93	
2002-2000	0.81	-1.54	3.17	0.98	
2003-2000	1.89	-0.74	4.52	0.33	
2004-2000	-0.46	-2.82	1.89	1.00	
2005-2000	-0.52	-2.87	1.83	1.00	
2006-2000	-0.34	-2.69	2.01	1.00	
2007-2000	-0.64	-2.99	1.72	1.00	
2008-2000	-1.08	-3.43	1.27	0.87	
2009-2000	-0.84	-3.20	1.51	0.97	
2010-2000	-0.65	-3.01	1.70	1.00	
2011-2000	-1.10	-3.46	1.25	0.85	
2002-2001	1.77	-0.58	4.13	0.27	
2003-2001	2.85	0.22	5.48	0.03	< 0.05
2004-2001	0.50	-1.86	2.85	1.00	
2005-2001	0.44	-1.91	2.79	1.00	
2006-2001	0.62	-1.73	2.97	1.00	
2007-2001	0.32	-2.03	2.68	1.00	
2008-2001	-0.12	-2.47	2.23	1.00	
2009-2001	0.12	-2.24	2.47	1.00	
2010-2001	0.31	-2.05	2.66	1.00	
2011-2001	-0.14	-2.50	2.21	1.00	
2003-2002	1.08	-1.55	3.71	0.93	
2004-2002	-1.28	-3.63	1.08	0.71	
2005-2002	-1.33	-3.69	1.02	0.66	
2006-2002	-1.15	-3.51	1.20	0.82	
2007-2002	-1.45	-3.80	0.90	0.55	
2008-2002	-1.89	-4.25	0.46	0.20	

2009-2002	-1.66	-4.01	0.70	0.36	
2010-2002	-1.47	-3.82	0.89	0.53	
2011-2002	-1.92	-4.27	0.44	0.19	
2004-2003	-2.36	-4.99	0.28	0.11	
2005-2003	-2.41	-5.04	0.22	0.09	
2006-2003	-2.23	-4.86	0.40	0.15	
2007-2003	-2.53	-5.16	0.10	0.07	
2008-2003	-2.97	-5.60	-0.34	0.02	< 0.05
2009-2003	-2.74	-5.37	-0.10	0.04	< 0.05
2010-2003	-2.55	-5.18	0.09	0.06	
2011-2003	-3.00	-5.63	-0.36	0.02	< 0.05
2005-2004	-0.06	-2.41	2.30	1.00	
2006-2004	0.12	-2.23	2.48	1.00	
2007-2004	-0.17	-2.53	2.18	1.00	
2008-2004	-0.62	-2.97	1.74	1.00	
2009-2004	-0.38	-2.73	1.97	1.00	
2010-2004	-0.19	-2.54	2.16	1.00	
2011-2004	-0.64	-2.99	1.71	1.00	
2006-2005	0.18	-2.17	2.53	1.00	
2007-2005	-0.12	-2.47	2.24	1.00	
2008-2005	-0.56	-2.91	1.79	1.00	
2009-2005	-0.32	-2.68	2.03	1.00	
2010-2005	-0.13	-2.49	2.22	1.00	
2011-2005	-0.58	-2.94	1.77	1.00	
2007-2006	-0.30	-2.65	2.06	1.00	
2008-2006	-0.74	-3.09	1.61	0.99	
2009-2006	-0.50	-2.86	1.85	1.00	
2010-2006	-0.31	-2.67	2.04	1.00	
2011-2006	-0.76	-3.12	1.59	0.99	
2008-2007	-0.44	-2.80	1.91	1.00	
2009-2007	-0.21	-2.56	2.15	1.00	
2010-2007	-0.02	-2.37	2.34	1.00	
2011-2007	-0.47	-2.82	1.89	1.00	
2009-2008	0.24	-2.12	2.59	1.00	
2010-2008	0.43	-1.93	2.78	1.00	
2011-2008	-0.02	-2.38	2.33	1.00	
2010-2009	0.19	-2.16	2.54	1.00	
2011-2009	-0.26	-2.61	2.09	1.00	
2011-2010	-0.45	-2.80	1.90	1.00	