



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"**

Determinación de edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru*  
(Nichols y Murphy, 1922) por medio de la lectura de los anillos de  
crecimiento de escamas, en las costas de Guerrero.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A :**

**JOSÉ ISOTECO PALEMÓN**

Asesora externa: Biól. Rosa M. Gutiérrez Zavala

Asesor interno: Dr. Isaías H. Salgado Ugarte



**México, D. F., 2011.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

*Esta tesis está dedicada a:*

- ❖ *Mi mamá, Tomasa Palemón Mata, quien a pesar de todo se mantiene erguida, pero sobretodo por su entrega incondicional y en quien me sigo apoyando.*
- ❖ *Mi padre, Leonorio Isoteco T., que es el ser más fuerte que conozco, gracias por confiar en mí y regalarme la oportunidad de tener una formación profesional.*
- ❖ *A mi pequeña ángel, Camila Guadalupe, candil que ilumina mi camino para seguir adelante. Este trabajo está dedicado a ti linda muchachita...*
- ❖ *Ing. Markus Isoteco Palemón "Leoncito" por enseñarme a vivir cada día y saber que cada día es distinto y cada día es una lucha. Por todo mi bien para conmigo.*
- ❖ *Mis camaradas Javier, Flor, Silvio y Ulises a quienes debo quizás mucho o poco verdaderamente no lo sé, sólo sé que los quiero y que siempre permaneceremos unidos, donde esté, a donde vaya y con quien esté.*
- ❖ *Fannyna Nava García por caminar siempre conmigo, tu amor continúa siendo, aliento de superación, en todos los aspectos de mi ser, a pesar de los cambios que hemos tenido que enfrentar, eres clave en mi vida y me llena de orgullo decirte que este logro lo alcanzamos ambos.*
- ❖ *A mis tíos: Luis, Florencio, Antonio, Feliciano, Venustiano y José para quienes no puedo sentir otra cosa que un gran amor y respeto.*
- ❖ *Mis amistades que a pesar de ser pocas, son verdaderas y a todas las personas que estuvieron apoyándome en etapas de transición tanto profesional como personal, este trabajo está dedicado a ellos. Gracias mi gente.*

*Para mí sólo recorrer los caminos que tienen corazón,  
cualquier camino que tenga corazón. Por ahí yo recorro, y la  
única prueba que vale es atravesar todo su largo. Y por ahí yo  
recorro mirando, mirando, sin aliento.*

DON JUAN.



Imagen (Ing. Markus Isoteco Palemón)

# *RECONOCIMIENTO*

Al Instituto Nacional de Pesca por el apoyo brindado para la realización de esta tesis.

A los biólogos Rosa María Gutiérrez Zavala y Esteban Cabrera Mancilla, responsables de la evaluación de los recursos pesqueros del estado de Guerrero en el proyecto de "**Pesca Ribereña en el Estado de Guerrero**" (PREG) que pertenece a la **Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur** (DGIPPS) del **Instituto Nacional de Pesca** (INAPESCA), ya que sin su apoyo y orientación no hubiese sido posible su realización y con quienes estaré infinitamente agradecido. El presente trabajo representa la culminación de una etapa de la investigación que realizan en el estado.

Un especial reconocimiento al catedrático Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte, por la asesoría prestada, la ayuda en el proceso de datos con su valioso paquete STATA, sus acertadas observaciones y sobre todo, por su motivación durante la realización del presente trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

- Gracias, con el más profundo sentimiento, a todas aquellas personas que se han cruzado en mi camino porque de todos ellos he aprendido mucho:
- Un particular agradecimiento a la Biól. **Rosa María Gutiérrez Zavala** quien no sólo dirigió este trabajo si no que también fue un apoyo importante. Por su constante y personalizado apoyo, confianza y por el tiempo dedicado al mejoramiento de la redacción de la tesis.
- De igual forma quiero hacer extensivo mi agradecimiento al Biól. **Esteban Cabrera Mancilla** por compartir su gran experiencia como investigador, por su gran disposición con sus atinadas observaciones para enriquecer el manuscrito y por su compromiso y visión en la evaluación de los recursos pesqueros del estado de Guerrero.
- Un muy especial reconocimiento al Dr. **Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte** (hombre de gran sabiduría) por haberme permitido ser parte de su equipo de trabajo, por compartir sus conocimientos y su fina atención para realizar esta tesis.
- Al comité evaluador formado por: Dr. **José Luís, Gómez Márquez**; Dr. **Antonio, Valencia Hernández** y a la M. C. **Verónica Mitsui Saito Quesada**, quienes mejoraron el manuscrito con sus observaciones y sugerencias que ayudaron a la terminación satisfactoria del trabajo.
- Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de las **Cooperativas "Bahía de Tecoaapa", "Punta Maldonado" y "Costa Grande de Guerrero"**, quiénes amablemente nos permitieron tomar datos de su incansable actividad. Vamos juntos ¡No están solos hermanos!
- A la **UNAM**, que alberga a mi querida **FES-Z** y que en conjunto me han brindado una formación académica propia, la oportunidad de conocer a personas tan valiosas y por formar parte de su espíritu.
- Al **Instituto Nacional de Pesca** por todas las facilidades proporcionadas y el apoyo para la realización de la investigación.

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	I
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	III
<b>LISTA DE TABLAS</b>	V
<b>RESUMEN</b>	VI
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. ANTECEDENTES</b>	5
<b>III. OBJETIVOS</b>	10
3.1. Objetivo General	10
3.2. Objetivos particulares	10
<b>IV. POSICIÓN TAXONÓMICA</b>	11
4.1. Familia Lutjanidae	11
4.2. Clasificación	12
4.3. Biología de <i>L. peru</i>	13
4.4. Distribución	15
<b>V. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA</b>	16
5.1. Ubicación del área de estudio	16
5.2. Hidrografía	17
5.3. Clima	18
5.4. Relación entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y la Temperatura Superficial del Mar (TSM)	19
<b>VI. MATERIAL Y MÉTODO</b>	22
6.1. Actividad de campo	23
6.2. Actividad de laboratorio	26
6.3. Actividad de gabinete	29
6.3.1. Relación peso-longitud	29
6.3.2. Relación longitud del pez-radio de la escama	30
6.3.3. Estimación de edad mediante escamas	31
6.3.4. Periodicidad de formación de los anillos de crecimiento	31
6.3.5. Estimación de la edad mediante el modelo del retrocálculo	32
6.3.6. Estimación de los parámetros de crecimiento mediante los modelos de v. Bertalanffy, Gompertz y Logística	33
6.3.7. Métodos para determinar los parámetros de crecimiento de la función de von Bertalanffy	34
a). Gráfico de Ford-Walford	35
b). Gráfico de Gulland	36
c). Método de Beverton-Holt	37
d). Método de CAST (Stamatopoulos y Caddy, 1989)	37
e). Regresión no lineal	39
6.3.8. Estimación de los parámetros de crecimiento ponderal de von Bertalanffy	39
<b>VII. RESULTADOS</b>	41
7.1. Análisis biométrico	41
7.2. Relación peso total-longitud total	41
7.3. Lectura de escamas	43
7.4. Morfología de la escama	43
7.5. Determinación de edad	44
7.5.1. Longitud total vs el incremento del radio de la escama	44

7.6. Periodicidad de formación de los anillos de crecimiento	50
7.6.1. Índice de incremento marginal	50
7.7. Método directo	52
7.7.1. Estimación de edad mediante el modelo del retrocálculo	52
7.8. Estimación de parámetros mediante procedimientos lineales para el caso de von Bertalanffy	53
7.8.1. Gráfico de Ford-Walford	54
7.8.2. Gráfico de Gulland	55
7.8.3. Método de Beverton-Holt	56
7.8.4. Método de Stamatopoulos-Caddy (1989)	58
7.9. Obtención de los parámetros de crecimiento por los tres modelos (v. Bertalanffy, Logístico y Gompertz)	61
7.9.1. Parámetros de v. Bertalanffy mediante método de regresión no lineal simple	61
7.9.2. Parámetros de v. Bertalanffy mediante método de regresión no lineal ponderada	63
7.9.3. Parámetros de la logística mediante método de regresión no lineal simple	64
7.9.4. Parámetros de Logístico mediante método de regresión no lineal ponderada	65
7.9.5. Parámetros de Gompertz mediante método de regresión no lineal simple	66
7.9.6. Parámetros de Gompertz mediante método de regresión no lineal ponderada	68
7.10. Crecimiento en peso	72
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	73
8.1. Muestreo	73
8.2. Relación peso total – longitud	74
8.3. Longitud total - el incremento del radio de la escama	75
8.4. Análisis de escamas	76
8.5. Índice de Incremento Marginal	80
8.6. Estimación de los parámetros por medio de los modelos von Bertalanffy, Gompertz y Logístico	82
8.7. Relación entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y la Temperatura Superficial del Mar (TSM)	85
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	89
<b>X. RECOMENDACIÓN</b>	90
<b>XI. LITERATURA CITADA</b>	91
<b>ANEXO I</b>	102
<b>ANEXO II</b>	110
<b>ANEXO III</b>	111

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Huachinango, <i>Lutjanus peru</i> (Foto: E. Cabrera-Mancilla)-----	13
<b>Figura 2:</b> Distribución de <i>Lutjanus peru</i> en el continente americano (Modificado de Allen, 1985)-----	15
<b>Figura 3:</b> Ubicación del estado de Guerrero en la República Mexicana-----	17
<b>Figura 4:</b> Principales ríos y lagunas en el estado de Guerrero (Tomado de INEGI)-----	18
<b>Figura 5:</b> Promedio mensual de la temperatura superficial del mar de la costa de Guerrero para el periodo 1996-2003 (Tomado de Cabrera-Mancilla <i>et al.</i> 2006)-----	20
<b>Figura 6:</b> Relación temperatura con la abundancia de <i>Lutjanus peru</i> (Tomado de Cabrera-Mancilla <i>et al.</i> 2006)-----	21
<b>Figura 7:</b> Diagrama de flujo que representa las etapas del trabajo-----	22
<b>Figura 8:</b> Capturas comerciales desembarcadas en los diferentes varaderos del litoral de Guerrero-----	23
<b>Figura 9:</b> Medición realizada en los organismos y toma de escamas. La línea azul indica la longitud total en cm y las punteadas muestra el lugar preciso de la extracción de escamas-----	25
<b>Figura 10:</b> Mediciones de la escama. Se muestra la distancia del foco de la escama a cada uno de los anillos de crecimiento: al primero (r1) y al segundo (r2) y (m) representa la distancia del foco del anillo al borde de la escama, esta distancia se considera como la longitud de la misma estructura-----	28
<b>Figura 11:</b> Representación de las mediciones hechas para cada escama en <i>L. peru</i> -----	28
<b>Figura 12:</b> Relación entre la longitud total con respecto al peso total del pez-----	42
<b>Figura 13:</b> Escama del huachinango, <i>Lutjanus peru</i> -----	44
<b>Figura 14:</b> Análisis de regresión lineal entre el radio de la escama (distancia entre el foco y el borde) y la longitud total de <i>L. peru</i> en el estado de Guerrero-----	46
<b>Figura 15:</b> Análisis exploratorio de los grupos de edad observados en radios de anillos de las escamas de <i>Lutjanus peru</i> -----	48
<b>Figura 16:</b> Mediana donde muestra los incrementos marginales mensuales observados en <i>Lutjanus peru</i> -----	51
<b>Figura 17:</b> Gráfico de Ford-Walford para las medias retrocalculadas de <i>Lutjanus peru</i> -----	54
<b>Figura 18:</b> Gráfico de Gulland para las medias retrocalculadas de <i>Lutjanus peru</i> -----	55
<b>Figura 19:</b> Gráfico de Beverton y Holt para medias retrocalculadas de <i>Lutjanus peru</i> utilizando el valor estimado de $L_{\infty}$ por Ford-Walford y Gulland-----	56
<b>Figura 20:</b> Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por procedimientos lineales a partir de las medias retrocalculadas para <i>Lutjanus peru</i> -----	57
<b>Figura 21:</b> Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por el método de Stamatopoulos y Caddy (1989) a partir de las medias retrocalculadas para <i>Lutjanus peru</i> -----	58
<b>Figura 22:</b> Curvas comparativas entre la longitud observada y la longitud estimada obtenidos mediante el método von Bertalanffy estimada regresión lineal simple-----	59
<b>Figura 23:</b> Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por regresión no lineal simple a partir de las medias retrocalculadas para <i>L. peru</i> -----	62
<b>Figura 24:</b> Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por regresión no lineal ponderada a partir de las medias retrocalculadas para <i>L. peru</i> -----	63
<b>Figura 25:</b> Función de crecimiento de Logística y estimada por regresión no lineal simple a partir de las medias retrocalculadas para <i>L. peru</i> -----	65
<b>Figura 26:</b> Función de crecimiento de Logística y estimada por regresión no lineal ponderada partir de las medias retrocalculadas para <i>L. peru</i> -----	66
<b>Figura 27:</b> Función de crecimiento de Gompertz y estimada por regresión no lineal simple	

a partir de las medias retrocalculadas para <i>L. peru</i> -----	67
<b>Figura 28:</b> Función de crecimiento de Gompertz y estimada por regresión no lineal ponderada partir de las medias retrocalculadas para <i>L. peru</i> -----	68
<b>Figura 29:</b> Corte transversal de la piel de un pez, mostrando la posición de inserción de las escamas (tomado de Lagler <i>et al.</i> , 1977)-----	103
<b>Figura 30:</b> Tipos de escamas (tomado de Lagler <i>et al.</i> 1977)-----	100
<b>Figura 31:</b> Escama de <i>Lutjanus peru</i> sin anillo de crecimiento-----	111
<b>Figura 32:</b> Escama de <i>Lutjanus peru</i> con un anillo en el borde anterior-----	111
<b>Figura 33:</b> Escama de <i>Lutjanus peru</i> con dos anillos de crecimiento-----	111
<b>Figura 34:</b> Escama de <i>Lutjanus peru</i> con tres anillos de crecimiento-----	112
<b>Figura 35:</b> Escama de <i>Lutjanus peru</i> con cuatro anillos de crecimiento-----	112
<b>Figura 36:</b> Escama de <i>Lutjanus peru</i> con el foco regenerado o no definido-----	112

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Valores mínimos, máximos y promedios considerados en la biometría de <i>Lutjanus peru</i> -----	41
<b>Tabla 2:</b> Prueba t student aplicada a la pendiente obtenida de la relación peso-longitud en <i>L. peru</i> -----	42
<b>Tabla 3:</b> Relación entre el radio de la escama y la longitud total del pez-----	45
<b>Tabla 4:</b> Resumen estadístico (media, desviación estándar) anillos por edad para <i>Lutjanus peru</i> -----	47
<b>Tabla 5:</b> Clave edad-talla para <i>Lutjanus peru</i> -----	49
<b>Tabla 6:</b> Fechas de muestreo con sus respectivas medianas de los incrementos marginales-----	51
<b>Tabla 7:</b> Resumen estadístico de longitudes pretéritas calculadas por la ecuación de la proporcionalidad corporal-----	52
<b>Tabla 8:</b> Estimación de los valores $L_{\infty}$ y k mediante el gráfico de Ford-Walford-----	54
<b>Tabla 9:</b> Estimación de los valores de $L_{\infty}$ y k mediante el gráfico de Gulland (1969)-----	55
<b>Tabla 10:</b> Estimación de los valores de k y $t_0$ mediante el gráfico de Beverton-Holt-----	56
<b>Tabla 11:</b> Resumen estadístico de longitudes pretéritas calculadas por la ecuación de la proporcionalidad corporal-----	60
<b>Tabla 12:</b> Longitudes totales observada y estimada para <i>Lutjanus peru</i> y el incremento en talla para cada grupo de edad (método de Von Bit)-----	60
<b>Tabla 13:</b> Parámetros obtenidos por diferentes métodos para <i>Lutjanus peru</i> -----	61
<b>Tabla 14:</b> Resumen de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos por regresión no lineal simple para datos de longitudes de <i>Lutjanus peru</i> -----	62
<b>Tabla 15:</b> Parámetros de la FCVB estimados por regresión no lineal ponderada y sus valores estadísticos-----	63
<b>Tabla 16:</b> Parámetros del modelo logístico estimados por regresión no lineal simple y sus valores estadísticos-----	64
<b>Tabla 17:</b> Parámetros del modelo logístico estimados por regresión no lineal ponderada y sus valores estadísticos-----	65
<b>Tabla 18:</b> Parámetros del modelo de Gompertz estimados por regresión no lineal simple y sus valores estadísticos-----	67
<b>Tabla 19:</b> Parámetros del modelo de Gompertz estimados por regresión no lineal ponderada y sus valores estadísticos-----	68
<b>Tabla 20:</b> Valores correspondientes a los parámetros de los modelos de crecimiento de von Bertalanffy, logístico y Gompertz, estimados mediante regresión no lineal, para los 69 organismos capturados comercialmente-----	70
<b>Tabla 21:</b> Parámetros de crecimiento de <i>Lutjanus peru</i> obtenidos por varios autores en diferentes áreas-----	71
<b>Tabla 22:</b> Tallas mínimas y máximas registradas para <i>Lutjanus peru</i> capturados con diferentes artes de pesca-----	78
<b>Tabla 23:</b> Tallas medias correspondientes obtenidos por método directo e indirecto-----	79

## RESUMEN

Se estimó la edad y crecimiento de *Lutjanus peru* a partir de datos obtenidos de capturas comerciales, de 2009-2010, de los diferentes varaderos del litoral de Guerrero. Se realizó la morfometría a 742 organismos y se extrajeron las escamas a 87 individuos de diferentes tallas para identificar los anillos de crecimiento.

El intervalo de tallas comprendió entre 14.2 a 84 cm de longitud total y un peso de 43 a 7391.5 g. La talla de organismos capturados con mayor frecuencia fue talla comercial, con un intervalo de 35 - 38 cm de longitud total.

La ecuación de la relación talla-peso para *L. peru*  $Pt=0.0145Lt^{2.974}$ , mostró un crecimiento alométrico negativo, es decir, el huachinango crece más en longitud que en peso. La regresión obtenida entre el radio de las escamas con respecto a la longitud del pez reveló una relación proporcional entre la escama con el crecimiento somático del pez, lo que indicó que las escamas son estructuras muy útiles para llevar a cabo estudios de edad y crecimiento.

Mediante el método de lecturas de escamas se identificaron 10 anillos de crecimiento, el equivalente a diez grupos de edad. El análisis del incremento marginal (IM) mostró la formación anual de la marca de crecimiento en escamas en el mes de abril. La entrada de agua fría por parte de California y la reproducción fueron factores considerados como responsables de la formación de anillos en las escamas del huachinango.

A los datos obtenidos de la lectura de escamas se les aplicaron diferentes métodos lineales y no-lineales con la finalidad de determinar el modelo que mejor se ajustara y expresara el crecimiento en *L. peru*. El modelo de von Bertalanffy mediante el método lineal y la no-lineal simple fueron considerados como mejores para expresar el crecimiento. Por el método de CAST (Stamatopoulos-Caddy, 1989) se obtuvieron los valores de  $L_{\infty} = 90.69$  cm LT,  $k = 0.170$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -0.234$  años, mientras que por el método no lineal simple, los parámetros aportados fueron:  $L_{\infty} = 91.36$  cm LT,  $k = 0.166$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -0.256$  años, en ambos casos, las  $L_{\infty}$  se ajustaron a los datos observados para *Lutjanus peru*.

Respecto a la relación entre la Captura por Unidad de Esfuerzo Pesquero y la Temperatura Superficial del Mar (TSM), se observó que existe una correlación entre ambas variables, esto es, que con la disminución de las temperaturas superficiales la abundancia de *Lutjanus peru* es alta, mientras que, cuando la TSM es más cálida existe una disminución en las capturas del recurso.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Dentro de las costas del Pacífico Central Mexicano se localiza el litoral de Guerrero, con una extensión de 540 km y una plataforma continental estrecha, con un promedio de 10 km (Carranza-Edwards *et al.* 1985; Nadal, 1996), lo que propicia que toda actividad pesquera se realice a corta distancia de la costa, razón por la cual todos los productos marinos sean extraídos por medio de la pesca artesanal (Cabrera-Mancilla *et al.* 2006), generando una considerable cantidad de empleos directos e indirectos relacionados con esta actividad (Villerías-Salinas y Sánchez-Crespín, 2010). La pesca costera es de suma importancia para las comunidades ribereñas y de acuerdo al Anuario Estadístico de Pesca representa una valiosa fuente de alimento de alto valor nutricional y aporta más del 20% de la proteína de origen animal para el consumo humano (Fisher *et al.* 1995; SAGARPA, 2007).

A pesar de la estrechez del litoral guerrerense, cuenta con una gran diversidad ictiofaunística marina, por lo que se estima que la pesca comercial de ribera está conformada por aproximadamente 100 especies de escama, de las cuales las de mayor importancia pertenecen a las familias Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae, Serranidae y Scombridae (Santamaría-Miranda *et al.* 2003 y Cabrera-Mancilla *et al.* 2006).

La familia Lutjanidae es un componente importante de las capturas en las pesquerías costeras. A lo largo del mundo, se contemplan 17 géneros y 103 especies conocidos comúnmente con el nombre de pargos (Ponce-Palafox *et al.* 2005; Allen y Robertson, 1998). En el litoral del Pacífico mexicano, particularmente en el Pacífico central, el huachinango (*Lutjanus peru*, Nichols y Murphy, 1922), no es extraño que sea dominante en las capturas comerciales de la pesca artesanal ya que es una de las especies de pargos de alta cotización que alcanza en el mercado; se consume principalmente en los dos lugares de mayor importancia turística en el estado: Acapulco y Zihuatanejo (Cabrera-Mancilla *et*

al. 2006), debido a sus excelentes características organolépticas, lo que hace que sea muy atractiva al consumidor. *Lutjanus peru* se considera una especie residente y dominante (Chiappa-Carrara et al. 2004) y forma parte de la comunidad íctica en la costa guerrerense en donde coexiste con otras especies de pargos como el flamenco (*L. guttatus*), colmillón (*L. jordani*), listoncillo (*L. colorado*) y pargo amarillo (*L. argentiventris*), todos ellos de gran importancia en la captura comercial (Espino-Barr et al. 2006).

De acuerdo con el Anuario Estadístico de Pesca (SAGARPA, 2010), el volumen de producción de huachinango para los estados del Pacífico Mexicano fue de 3,842 toneladas, con un valor \$ 275, 343,000 pesos, mientras que el estado de Guerrero ocupó el primer lugar en 2009 por la aportación de 741 toneladas a la producción de los estados del Pacífico mexicano, por lo que de todos los recursos de escama que desembarcan las flotas artesanales en el Pacífico mexicano, el huachinango (*L. peru*) es una de las especies más importantes tanto por su volumen de capturas como por su valor comercial; sin embargo, Santamaría y Chávez (1999) remarcan que esta especie está siendo sometida a una considerable explotación por lo que se hace necesario estudiar su pesquería, con la finalidad de establecer una correcta evaluación y administración.

Dentro de los recursos pesqueros, los análisis de evaluación de stocks explotados de peces por lo general requieren de aspectos biológicos básicos tales como: la edad y el crecimiento (Salgado-Ugarte et al. 2005), los cuales resultan de gran importancia para la biología pesquera tanto en las regiones tropicales como en zonas templadas (Pauly, 1983). La determinación de la edad en los organismos acuáticos es la asignación de un tiempo de vida a un pez que cuenta con una talla o peso determinado (Rodríguez-Rojas, 2009). La importancia asignada a la determinación de la edad deriva del hecho de que mediante ella se llegan a definir: la longevidad de las especies, la

identificación de las clases anuales que componen un efectivo, la edad de primera madurez y la tasa de reclutamiento (Morales-Nim, 1991 y Gómez-Márquez, 1994).

El crecimiento significa cambio en magnitud. La variable de cambio puede ser la longitud u otra variable de dimensiones físicas, incluyendo el volumen, peso o masa de un organismo completo o partes de tejido corporal; puede estar relacionado con el contenido de proteína, lípidos u otro constituyente químico del cuerpo, o puede estar relacionado con el contenido calórico (energía) del cuerpo o de alguna parte de él (Wentherley y Gill, 1987).

Los estudios comparativos tanto de crecimiento como de los otros parámetros de la dinámica poblacional pueden ser de gran utilidad como criterios para determinar si dos poblaciones pertenecen a un mismo stock (Sparre y Venema, 1997).

Asimismo, a partir del crecimiento se pueden estimar aspectos relacionados con la talla máxima alcanzada por los individuos y su constante de crecimiento hipotético, parámetros que aparecen en el modelo de von Bertalanffy.

Aunque han sido utilizados numerosos métodos para determinar la edad de los peces, tres son los que predominan: a) captura, marcado y recaptura. Éste es costoso y requiere de bastante tiempo; b) el segundo, corresponde al método indirecto basado en que la longitud de los peces de una misma edad tienden a formar una distribución normal y, c) el tercero, está enfocado a la interpretación de capas depositadas en las partes calcáreas del pez (escamas, otolitos, etc.), como consecuencia de sucesos anuales asociados con factores ambientales, alimentación y de reproducción (Salgado-Ugarte *et al.* 2005), éste último es el más usado para la determinación de la edad.

La escama hasta la fecha ha sido la estructura dura más utilizada para la determinación de la edad y crecimiento en *Lutjanus peru* del Pacífico Centro Oriental (Castro, 1981; Ruiz-Luna *et al.* 1985; Espino-Barr *et al.*, 1998; Sarabia-Méndez, 2007 y Gallardo-Cabello *et al.*, 2010); sin embargo, para

el conocimiento de la edad y el crecimiento de esta especie en el estado de Guerrero solo se reportan los estudios de Aguilar-Salazar (1986) con escamas y el de Rojas-Herrera (2004) con otolitos.

Por lo anterior, en el presente estudio se planteó determinar la edad y estimar el crecimiento del huachinango (*Lutjanus peru*) mediante la lectura de anillos de crecimiento en escamas, para contribuir a los estudios biológico-pesqueros de la especie en el estado de Guerrero, con la finalidad de generar información que contribuya a la evaluación del recurso para determinar su situación actual, en el estado de Guerrero.

## **II. ANTECEDENTES**

Los Lutjánidos son un recurso potencial explotable para las pesquerías y los trabajos que se han realizado sobre esta familia son extensos, entre los que destacan los relacionados con claves y descripciones taxónomicas como el de Anderson (1987) que elaboró una sinopsis sistemático de los peces de la familia Lutjanidae; Allen (1987) quién presentó una sinopsis de peces circumtropicales del género *Lutjanus*; Allen y Robertson (1994) que en su libro de peces del Pacífico Tropical Este definieron las características principales de algunas especies de la familia y Allen (1995) en la Guía FAO para la identificación de especies de peces, describió las claves taxónomicas para fines de la pesca de esta familia. En el Pacífico Mexicano, principalmente para el litoral de Guerrero, las primeras descripciones taxonómicas biológico-pesqueras y ecológicas fueron efectuadas por Ramírez y Páez (1965), Yañez-Arancibia (1978) y Amezcua-Linares (1985).

La reproducción de *Lutjanus peru* es uno de los procesos biológicos que ha ocupado un sitio relevante en las investigaciones, entre los que destacan son las de Lucano-Ramírez (1998) y Lucano-Ramírez *et al.*, (2001), realizados en las costas de Jalisco y la de Santamaría-Miranda *et al.* (2003) efectuada en el litoral de Guerrero.

En lo que se refiere a la dinámica trófica, aspecto biológico importante, se encuentran algunos trabajos publicados para *L. peru*, entre ellos el de Saucedo-Lozano *et al.* (1998) desarrollado en las costas de Colima y Jalisco, y el de Rojas-Herrera *et al.* (2004) efectuado en las costas de Guerrero.

Otros trabajos donde también se hace referencia a *L. peru* es el de Ramírez y Rodríguez (1990) en Baja California; Madrid *et al.* (1997) en las costas de Michoacán; Espino-Barr *et al.* (2001) desarrollado en el estado de Colima y Del Monte-Luna *et al.* (2001) para las costas de Oaxaca, cuyos trabajos tratan sobre el análisis de las capturas comerciales en dichos estados. Chiappa-Carrara *et al.* (2004) analizaron la coexistencia de *L. peru* y *L. guttatus* con relación a variación

temporal en el reclutamiento en las costas de Guerrero. Por su parte, Ponce-Palafox *et al.* (2005) y Villerías-Salinas *et al.* (2009) en el estado de Guerrero y Espino-Barr *et al.* (2006) desde la costa de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca describieron la importancia de la especie dentro de la pesca ribereña, su biología, las principales artes de pesca, la tendencia histórica de la captura, el estado de su pesquería, proyecto de manejo y perspectivas.

En relación a estudios realizados sobre edad y crecimiento en *L. peru*, Castro (1981) realizó un estudio en las costas de B. C. S., mediante la lectura de anillos de crecimiento en escamas encontró nueve grupos de edad. Los parámetros encontrados fueron:  $L_{\infty} = 66.71$  cm de LT;  $k=0.232$  año<sup>-1</sup> y  $t_0= 0.54$ .

En Michoacán, Ruíz-Luna *et al.* (1985) relacionaron la longitud total contra peso eviscerado indicando que el huachinango tiende a un crecimiento isométrico. No encontraron diferencias significativas entre método indirecto y por método del retrocálculo basado en escamas y reportó siete grupos de edad. Aplicando el modelo de von Bertalanffy para conocer los parámetros promedios de crecimiento aportan los siguientes valores:  $L_{\infty} = 80.5$  cm de LT;  $k=0.19$  año<sup>-1</sup> y  $t_0= 0.75$ .

Por medio de la lectura de anillos de escamas, Aguilar-Salazar (1986) determinó la edad y crecimiento de *L. peru* en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Remarcó que los anillos leídos se relacionaban con los eventos de reproducción, cuya ocurrencia se da dos veces al año: septiembre y abril. En su evaluación consideró siete grupos de edad y los parámetros encontrados fueron:  $L_{\infty} = 66.26$  cm de LT;  $k=0.11$  año<sup>-1</sup> y  $t_0= -1.48$ .

En la Bahía de la Paz y aguas adyacentes, B. C. S, Rocha-Olivares y Gómez-Muñoz (1993) analizaron la validación del uso de otolitos para determinar la edad y el crecimiento de *Lutjanus peru*. Mencionan que el tipo de crecimiento es alométrico negativo en la relación otolito-peíz, que es reflejo

de que la tasa de crecimiento en longitud de estos huesos tiende a disminuir en mayor proporción cuando el organismo avanza en edad. Apuntaron que la formación de las marcas es cada medio año y ocurre principalmente entre mayo y septiembre. Dicho período coincidió con el de mayor actividad reproductora reflejada por el índice gonadosomático.

A través de las capturas efectuadas en los cruceros de investigación frente a las costas de Sinaloa, Nayarit y en el Golfo de Tehuantepec (Océano Pacífico mexicano), Morales-Nin (1994) determinó el crecimiento mediante el análisis de frecuencias de tallas de 24 especies de peces demersales. Reportó que el crecimiento varió estacionalmente, con un crecimiento mínimo en primavera, y probablemente está relacionada con los cambios estacionales en las aguas de la zona. Los parámetros de crecimiento estimados mediante el modelo de von Bertalanffy específicamente para la especie *Lutjanus peru* son:  $L_{\infty}$ = 61.4 cm de LP y una  $k=0.14$  año<sup>-1</sup>.

Cruz-Romero *et al.* (1996) evaluaron el estudio biológico pesquero de tres poblaciones de un complejo de diez especies de pargos (entre las que se incluyen *L. peru*, *L. guttatus* y *L. argentiventris*) en el estado de Colima. En dicho estudio se usó el método de distribución de tallas; los parámetros aportados para *L. peru* fueron:  $L_{\infty}$ =864.0 mm de LP;  $k=0.156$  año<sup>-1</sup> y  $t_0= 0.059$ . Concluyen que la familia Lutjanidae representa el 80% de la captura total y que el huachinango es la especie más sobresaliente de la familia.

Rocha-Olivares (1998) describió la edad y el crecimiento de *L. peru* en la costa del Sureste de Baja California, mediante la lectura de otolitos. Sus resultados sugieren que el modelo de crecimiento de von Bertalanffy describe satisfactoriamente el crecimiento de *L. peru*. Los parámetros fueron:  $L_{\infty}$ = 97.32 cm,  $k=0.1111$  año<sup>-1</sup> y  $t_0=-0.316$  año. No hubo diferencias significativas en longitud-edad entre sexos. El individuo con mayor edad fue de 31 años con una longitud total de 99.2 cm (macho).

Espino-Barr *et al.* (1998) estimaron la edad y el crecimiento del huachinango *L. peru*, mediante la lectura de escamas en la costa del estado de Colima. Los datos obtenidos indican que el crecimiento de la especie es isométrico. Los valores que obtuvieron para el modelo de von Bertalanffy fueron:  $L_{\infty}$ = 63.0 cm de longitud estándar;  $k$ = 0.1 año<sup>-1</sup> y  $t_0$ = -0.1. La validación de los anillos de crecimiento fue a través del análisis del incremento marginal y muestra al mes de febrero como el período en que anualmente se forman las marcas en la escama, coincidente con el periodo de desove en los meses menos cálidos.

Santamaría y Chávez (1999) evaluaron la pesquería del huachinango *L. peru* en las costas de Guerrero. Por medio del método indirecto estimaron los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ =80.8 cm;  $k$ =0.1442 año<sup>-1</sup>;  $t_0$ =-0.23) e identificaron nueve grupos de edades en la población a partir de datos de captura de nueve años.

Ramos-Cruz (2001) estimó el crecimiento del huachinango *L. peru* en las costas de Oaxaca, mediante el análisis de frecuencias de tallas. Los resultados muestran que el modelo de von Bertalanffy es el que más se ajusta para esta especie. Los parámetros de crecimiento fueron:  $L_{\infty}$ = 618 mm de LT,  $k$ =0.153 año<sup>-1</sup> y  $t_0$ = -0.303.

Rojas-Herrera (2001) estimó la edad y crecimiento de *L. peru* en base a la lectura de otolitos y concluyó que el modelo de von Bertalanffy se ajusta bien para esta especie. Determinó una periodicidad semestral, coincidente con eventos reproductivos (mayo y diciembre). Las constantes de la función de von Bertalanffy son:  $L_{\infty}$  =85.8 cm de longitud patrón;  $k$ =0.17 año<sup>-1</sup> y  $t_0$ = -0.66. Sus resultados indicaron que la marca se forma en el periodo de desove que ocurre en los meses menos cálidos.

A partir de información de las capturas comerciales Cabrera-Mancilla *et al.* (2006) utilizaron los datos de longitud total de *L. peru*, y por medio del método de Bhattacharya reportaron ocho grupos de

edad en el estado de Guerrero de los cuales, las clases 2 y 3, con una longitud total promedio entre los 24 y 29.6 cm, son los que conforman el 60% de las capturas. Los parámetros de crecimiento estimados fueron  $L_{\infty}=82.5$  cm de LT,  $k=0.084$  año<sup>-1</sup> y  $t_0=-2.0217$ .

Hernández-Montaño *et al.* (2006) trabajaron con ejemplares de *L. peru* en las costas de Michoacán, con el objetivo de determinar parámetros de crecimiento. Para ello emplearon el análisis de frecuencia de tallas, los valores estimados de los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy son  $L_{\infty}=76.5$  cm de longitud patrón, con un parámetro de curvatura de  $k= 0.18$  año<sup>-1</sup>. Sugieren que la especie se reproduce en dos periodos: el primero, de mayor intensidad, es de abril a mayo, y el segundo de septiembre a diciembre.

Sarabia-Méndez (2007) estimó la edad y crecimiento del huachinango en Michoacán, mediante la lectura de anillos en escamas, cuyos parámetros son  $L_{\infty} = 81.12$  cm,  $k=0.12$  años<sup>-1</sup> y  $t_0= -0.78$ . La especie presentó un máximo pico reproductivo en época de lluvias y otro en época de secas, lo cual se relaciona con la formación de dos anillos de crecimiento al año.

Gallardo-Cabello *et al.* (2010) estimaron la edad y el crecimiento del huachinango, *L. peru*, en el estado de Michoacán; reportaron que la relación peso-longitud tiende a un crecimiento de tipo isométrico. Conforme a la lectura de escamas identificaron cuatro grupos de edad. Los parámetros estimados para la función de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos por el método lineal simple fueron:  $L_{\infty}=81.12$  cm,  $k=0.24$  años<sup>-1</sup> y  $t_0=-0.39$  años.

En el Golfo de México, Leonce-Valencia (1994), estimó la edad y crecimiento del huachinango de castilla (*Lutjanus campechanus*) en base a otolitos, con los que identificó 22 años y la formación del anillo se da entre los meses de junio a julio. El ajuste lineal del modelo de crecimiento de von Bertalanffy a través del método CAST (Stamatopoulus y Caddy, 1989) permitió obtener los siguientes valores:  $L_{\infty}= 91$  cm de LT;  $k= 0.17$  años<sup>-1</sup> y  $t_0= -0.05$  años para longitudes retrocalculadas.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Estimar la edad y crecimiento del huachinango (*Lutjanus peru*) mediante la lectura de anillos en escamas, así como estimar la función de crecimiento con diferentes modelos: von Bertalanffy, Gompertz y Logístico.

#### **3.2. Objetivos particulares**

- a).- Determinar la relación peso-longitud.
- b).- Analizar la relación entre la longitud de la escama y la longitud total del pez.
- c).- Calcular la edad mediante los anillos de crecimiento en escamas.
- d).- Estimar la edad mediante el modelo del retrocálculo.
- e).- Validar la periodicidad de las marcas en escamas por análisis del incremento marginal (IM)
- f).- Determinar la función de crecimiento que mejor se ajuste a los datos tamaño-edad (von Bertalanffy, Gompertz o Logística).
- g).- Relacionar las variaciones de temperatura superficial del mar con la formación de los anillos de crecimiento en las escamas de *Lutjanus peru*.

#### **IV. POSICIÓN TAXÓNOMICA**

##### **4.1. Familia Lutjanidae**

Los pargos son peces de tamaño pequeño a mediano, con el cuerpo oblongo, cabeza grande, generalmente triangular, hocico puntiagudo; boca terminal, bastante grande y levemente protractil; maxilar más ancho posteriormente, la mayor parte de su borde superior oculto bajo el hueso preorbitario; dos orificios nasales en cada lado; mentón sin poros evidentes; parte anterior de la cabeza (hocico y zona preorbitario) sin escamas, mejilla y opérculo con escamas; preopérculo generalmente aserrado, membranas branquiostegas separadas y libres del istmo, dientes mandibulares generalmente en varias hileras, cónicos y aguzados. Otras características incluyen una sola aleta dorsal no escotada que puede ser con una hendidura en el centro o algunas veces con incisiones profundas entre las espinas; generalmente presenta X a XI espinas y 9 a 15 radios blandos, aleta anal levemente más corta que la porción blanda de la dorsal con III espinas y 7-9 radios blandos; aletas pélvicas con I espina y 5 radios blandos, situados bajo las pectorales; aleta caudal ahorquillada. Cuerpo cubierto con escamas ctenoides. Color variable, pero frecuentemente rojo o gris oscuro a pardo o negruzco, con la región ventral más clara (Allen, 1985; Nelson, 1994).

El género *Lutjanus* es el más numeroso con 103 especies, incluyendo nueve representantes del Pacífico Oriental. La mayoría de los pargos vive en aguas someras o de profundidad intermedia (hasta 100 m) en los alrededores de arrecifes, aunque hay algunas especies principalmente confinadas a profundidades entre 100 y los 500 m. Son depredadores activos, se alimentan principalmente durante la noche de una considerable variedad de organismos, aunque los peces dominan la dieta en la mayoría de las especies. Dentro de la variedad de alimentos incluyen cangrejos, camarones y otros crustáceos, gasterópodos, cefalópodos y organismos planctónicos,

particularmente urocordados. La máxima duración de vida de los pargos se estima entre cuatro a 21 años de edad, basada en estudios de anillos de crecimiento de estructuras óseas como otolitos, escamas y vértebras. Se consideran de muy buena calidad para su consumo y con frecuencia se ofrecen en mercados y restaurantes (Allen y Robertson, 1998).

#### **4.2. Clasificación**

La especie primeramente fue nombrada como *Neomaenis peru*; posteriormente Nichols y Murphy (1922) lo reclasificaron como *Lutjanus peru*, nombre que se utiliza hasta la fecha (Froese y Pauly, 1997). *L. peru* es conocido como huachinango del Pacífico. Para su clasificación taxonómica se utilizó la propuesta por el ITIS (Integrated Taxonomic Information System, 2011) y por la base de la American Society (AFS) (Nelson *et al.* 2004).

Phylum: Cordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Pisces

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Perciforme

Familia: Lutjanidae

Género: *Lutjanus* (Bloch, 1790)

Especie: *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922).



**Figura 1:** Huachinango (*Lutjanus peru*) (Foto: Cabrera-Mancilla, E.)

#### **4.3. Biología de *Lutjanus peru***

Es de cuerpo alargado y comprimido, hocico puntiagudo, fuerte y resistente, con boca alargada y grande en posición horizontal con mandíbula inferior ligeramente proyectada hacia delante. Su mandíbula superior posee una línea interior con dientes de tipo canino y cuatro dientes de mayor tamaño sobresalen de la mandíbula superior. La aleta dorsal presenta 10 espinas con 12 radios; la aleta anal tres espinas; ocho radios y entre 47 y 52 escamas en serie horizontal bajo la línea lateral. Color: predominantemente rojo con reflejos plateados, aletas rojizas (Allen, 1985).

Es una especie conocida como demersal y está asociada a fondos rocosos de 120 a 150 metros de profundidad aproximadamente (Thompson *et al.* 2000). Con respecto a su actividad trófica, se

considera un depredador generalista, capaz de ingerir un amplio espectro de especies (Chiappa-Carrara *et al.* 2004; Rojas-Herrera *et al.* 2004). Se alimentan de organismos planctónicos (urocordados) y en menor proporción de moluscos, crustáceos y peces (Saucedo-Lozano *et al.* 1998).

Las características reproductivas de *L. peru*, reportadas hasta el momento, indican que es un organismo que presenta dos épocas de desove al año y un desarrollo de tipo asincrónico de los oocitos, con desoves parciales (Lucano-Ramírez, 1998). Su época de desove está correlacionada con los meses de menor temperatura del agua y lluvias más constantes (Santamaría-Miranda *et al.* 2003; Sarabia-Méndez, 2007). Se ha descrito su ciclo de maduración gonádica mediante técnicas histológicas, donde se resaltan las siete fases de desarrollo de los oocitos (Lucano-Ramírez *et al.* 2001).

Es de crecimiento lento, aumenta su talla entre 5 y 10 cm durante sus primeros años de vida. Después de madurar sexualmente su incremento en talla va de uno a tres cm por año. Presenta dos épocas de reproducción: la importante y marcada en verano y una segunda menos abundante entre noviembre y marzo. La talla de la primera madurez sexual para el huachinango es de 30 cm de LT, con edades aproximadamente entre 1.5 y 2 años (Rojas-Herrera *et al.* 2000 y Rojas-Herrera, 2001)

Según la latitud y el clima llegan a vivir hasta 20 años y alcanzan tallas máximas que se reportan de 63 cm de LT para las costas de Colima (Espino-Barr *et al.* 1998) a 99.2 cm LT en B. C. S. (Rocha-Olivares y Gómez-Muñoz, 1993).

#### 4.4. Distribución de *L. peru*

El huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) se distribuye desde Bahía Magdalena en el Golfo de California hasta las costas de Perú y es una especie comercial de reconocida importancia (Allen, 1985).

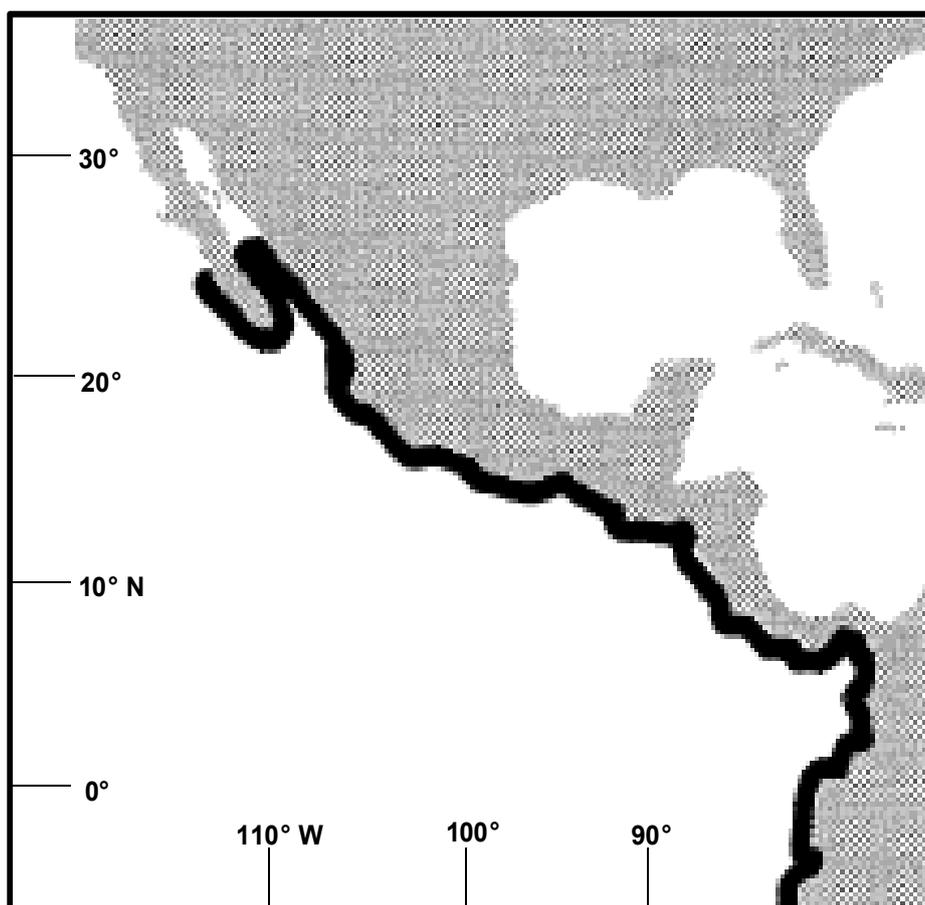


Figura 2: Distribución de *Lutjanus peru* en el continente americano (Modificado de Allen, 1985)

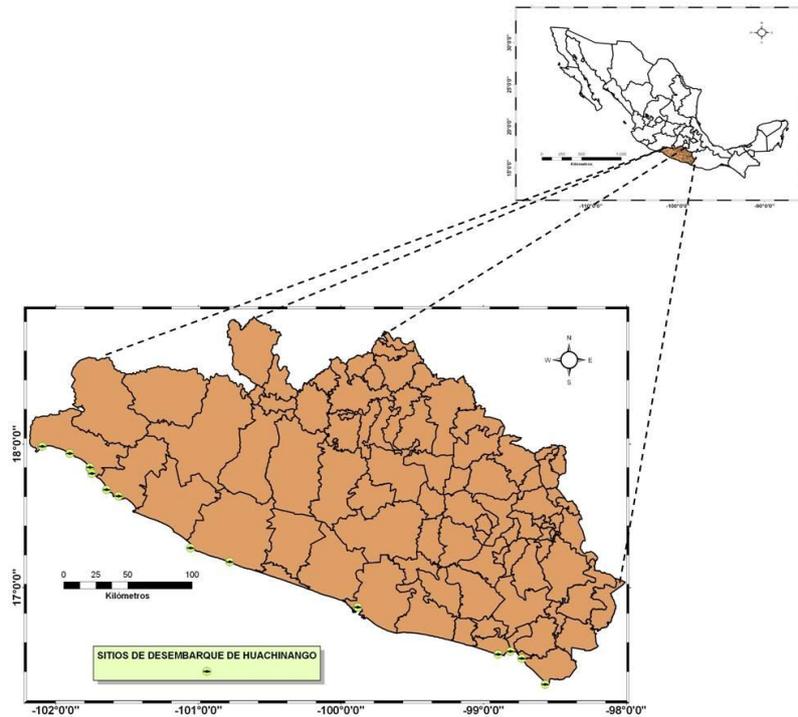
## **V. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA**

### **5.1. Ubicación del área de estudio**

El área de Guerrero tiene una extensión territorial de 64, 282 km<sup>2</sup> (3.3% del territorio nacional), se encuentra enmarcada dentro de la vertiente sur del Eje Neovolcánico, entre la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Océano Pacífico. Situada entre 16° 18' y 18° 48' de latitud Norte y 98° 29' y 102° 10' de longitud Oeste. Cuenta con aproximadamente 500 kilómetros de litoral y su plataforma continental es de 5,402 km<sup>2</sup>. En su división política se encuentran 76 municipios agrupados en regiones, de los cuales 12 cuentan con litorales (INEGI, 2001). La llanura costera está agrupada en tres regiones conocidas como a). Costa Grande, que comprende seis municipios (La Unión, José Azueta, Técpan de Galeana, Petatlán, Benito Juárez y Coyuca de Benítez), b). Acapulco y, c). Costa Chica que cuenta con tres municipios que se dedican a la extracción de recursos pesqueros marinos (Copala, Marquelia y Cuajinicuilapa), con litorales pesqueros desde la Casa de Piedra hasta Punta Maldonado donde se dedican a la extracción de recursos pesqueros marinos y la zona centro, donde la bahía de Acapulco es la más importante comercialmente (Cabrera-Mancilla *et al.* 2006; Villerías-Salinas y Sánchez-Crespín, 2010).

El litoral de Guerrero presenta dos tipos de costas: la de acantilados con elevaciones topográficas, donde la costa es muy sinuosa con salientes e islotes y la de playas de propagación, que presentan una línea de costa recta y abierta.

La plataforma continental es sumamente angosta, con una anchura media de 10 km; su parte más extensa se localiza en la región de Punta Maldonado y la más estrecha en las regiones de la Bahía de Petacalco y al Oeste de la Bahía de Acapulco (Carranza-Edwards *et al.* 1985).



**Figura 3:** Ubicación del estado de Guerrero en la República Mexicana

## 5.2. Hidrografía

La Sierra Madre del Sur es el sistema montañoso más importante. Influye en la formación del sistema hidrológico que descarga sus aguas tanto a las lagunas costeras como al océano Pacífico. Los ríos más sobresalientes a lo largo del litoral, de noroeste al sureste de la costa, son: Balsas, La Unión, Ixtapa, San Jerónimo, Coyuquilla, San Luis, Nuxco, Técpan, Atoyac, Coyuca, La Sabana, Papagayo, Nexpa, Copala, Marquelia y Ometepec (Figura 4).

A lo largo del litoral se encuentran sistemas de lagunas costeras, con una superficie de 19,030 ha, cuya comunicación con el mar es muy reducida, listándose desde la desembocadura del río Balsas hacia el sureste: Potosí, Salinas de Cuajo, Nuxco, Tular, Mitla, Coyuca, Tres Palos, San Marcos, Tecomate, Chautengo y Salinas de Apozohualco (INEGI, 2001).

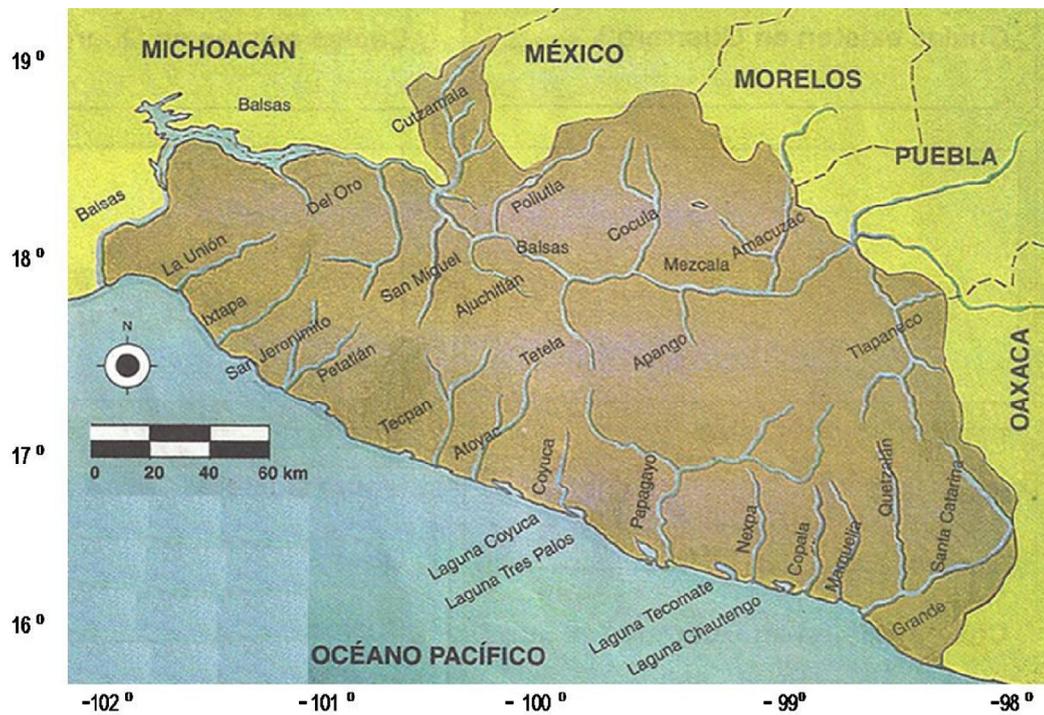


Figura 4: Principales ríos y lagunas en el estado de Guerrero (Tomado de INEGI, 2001)

### 5.3. Clima

El clima que predomina en la zona costera según la clasificación de Koppen es de tipo tropical subhúmedo con lluvias en verano (Aw) y sequía en invierno (Tamayo, 1970). La temperatura máxima es de 34 °C con una media anual de 27.5 °C; la variación anual de la temperatura no excede los 5 °C (García, 1973). La precipitación anual promedio es de 1200 mm. Los vientos presentan un flujo de aire marítimo del sureste durante los meses de abril a octubre (primavera-verano), y es inverso de noviembre a marzo (otoño-invierno) (Figuroa de Cotín, 1980).

#### **5.4. Relación entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y la Temperatura Superficial del Mar (TSM)**

En el Pacífico Mexicano, el núcleo de la Alberca Cálida Mexicana mantiene temperaturas superiores a 28°C todo el año. Sin embargo, en el Pacífico Central Mexicano, del cual Guerrero forma parte, la variación anual de la temperatura superficial fluctúa entre los 26 – 28 °C (Trasviña-Castro *et al.* 2002).

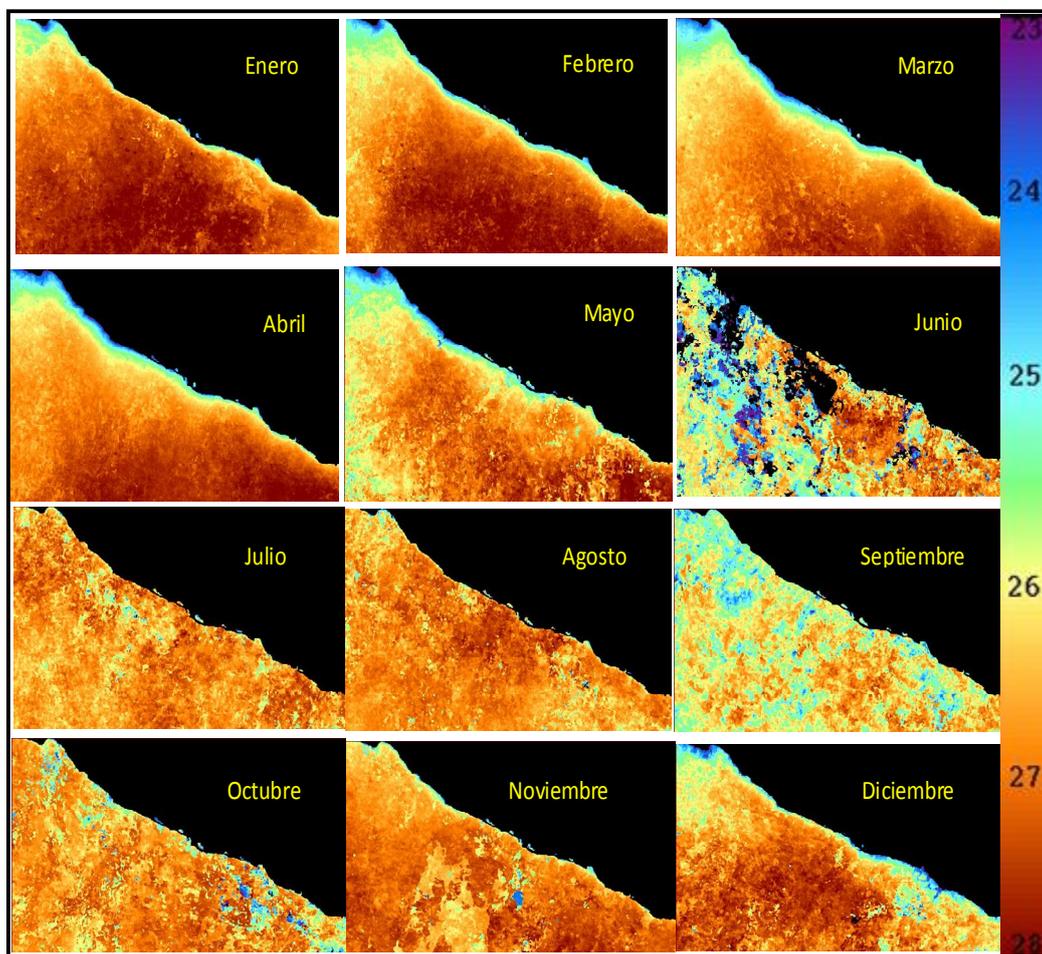
Durante el ciclo anual de temperatura superficial del mar, entre noviembre y abril, frente a las costas de Michoacán y Guerrero, hay una entrada de agua fría. Lo anterior se puede distinguir con las imágenes de satélite, donde se observa en el periodo de invierno la entrada de una corriente costera fría proveniente del norte cuya influencia es mayor en los meses de marzo y abril (Figura 5). A partir de junio, se presenta un calentamiento costero por efecto de la entrada de agua cálida de tipo tropical proveniente de la Corriente Mexicana (parte de la Corriente Costera de Costa Rica) que provoca que la temperatura de la zona costera se iguale con la oceánica (Cabrera-Mancilla *et al.* 2006).

En este sentido, Badan (1997) describe el sistema de circulación de la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) y la Corriente de California (CC) en las diversas estaciones del año y refiere que entre los meses de mayo a agosto la CCCR se intensifica y fluye de Tehuantepec hasta la boca del Golfo de California donde se mantiene hasta diciembre. Hacia el mes de enero, esta corriente se debilita y aparece como una extensión de la CC que ahora provee la mayor parte del agua para la Corriente Norecuatorial.

A este respecto, además de las imágenes de satélite, hay evidencias de que la CC sea la responsable del enfriamiento del agua costera de Guerrero, como es la presencia de ballenas y

leones marinos frente a Zihuatanejo y Acapulco, que como se sabe son migratorios y por lo tanto siguen las corrientes.

De esta forma se puede mencionar que en el litoral de Guerrero se presentan dos periodos, el “frío” de enero a mayo que está influenciado por la Corriente de California y otro “cálido” de junio a diciembre, regido por la Corriente Mexicana (Cabrera-Mancilla *et al.* 2006).



**Figura 5:** Promedio mensual de la temperatura superficial del mar de la costa de Guerrero para el periodo 1996-2003 (Tomado de [Cabrera-Mancilla et al. 2006](#))

Con este comportamiento de la TSM, los dos periodos detectados a lo largo de los meses del año tienen una relación con las capturas comerciales, por lo que se observa que la CPUE y temperatura muestran que la tendencia de la primera es a disminuir conforme aumenta la TSM y viceversa, de tal forma que presenta una relación inversa variando en intensidad para cada año (Figura 6). Asimismo los valores menores de temperatura coinciden con los de mayor captura. El huachinango, como cualquier recurso marino, está sujeto a las variaciones ambientales como es la temperatura del mar. Entre sus efectos se encuentran los cambios en la presencia-ausencia, abundancia, distribución, composición y reproducción de especies (Cabrera-Mancilla *et al.* 2006).

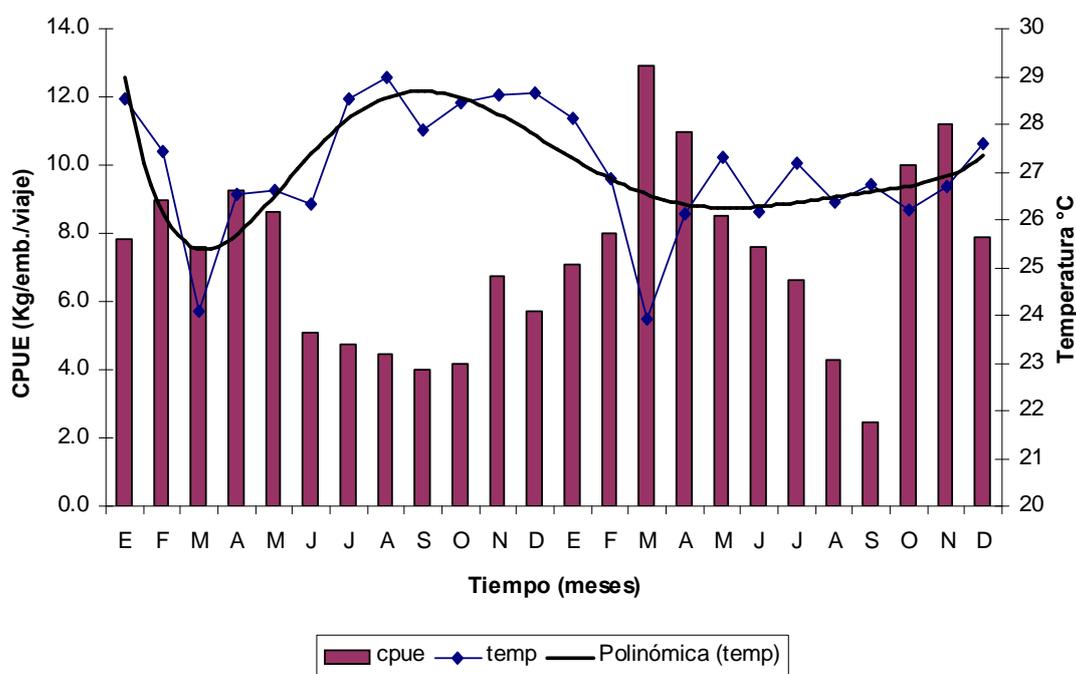


Figura 6: Relación temperatura con la abundancia de *Lutjanus peru* (Tomado de Cabrera-Mancilla *et al.* 2006)

## VI. MATERIALES Y MÉTODO

El siguiente diagrama de flujo (Fig. 7) representa de manera general las tres fases que integraron el trabajo:

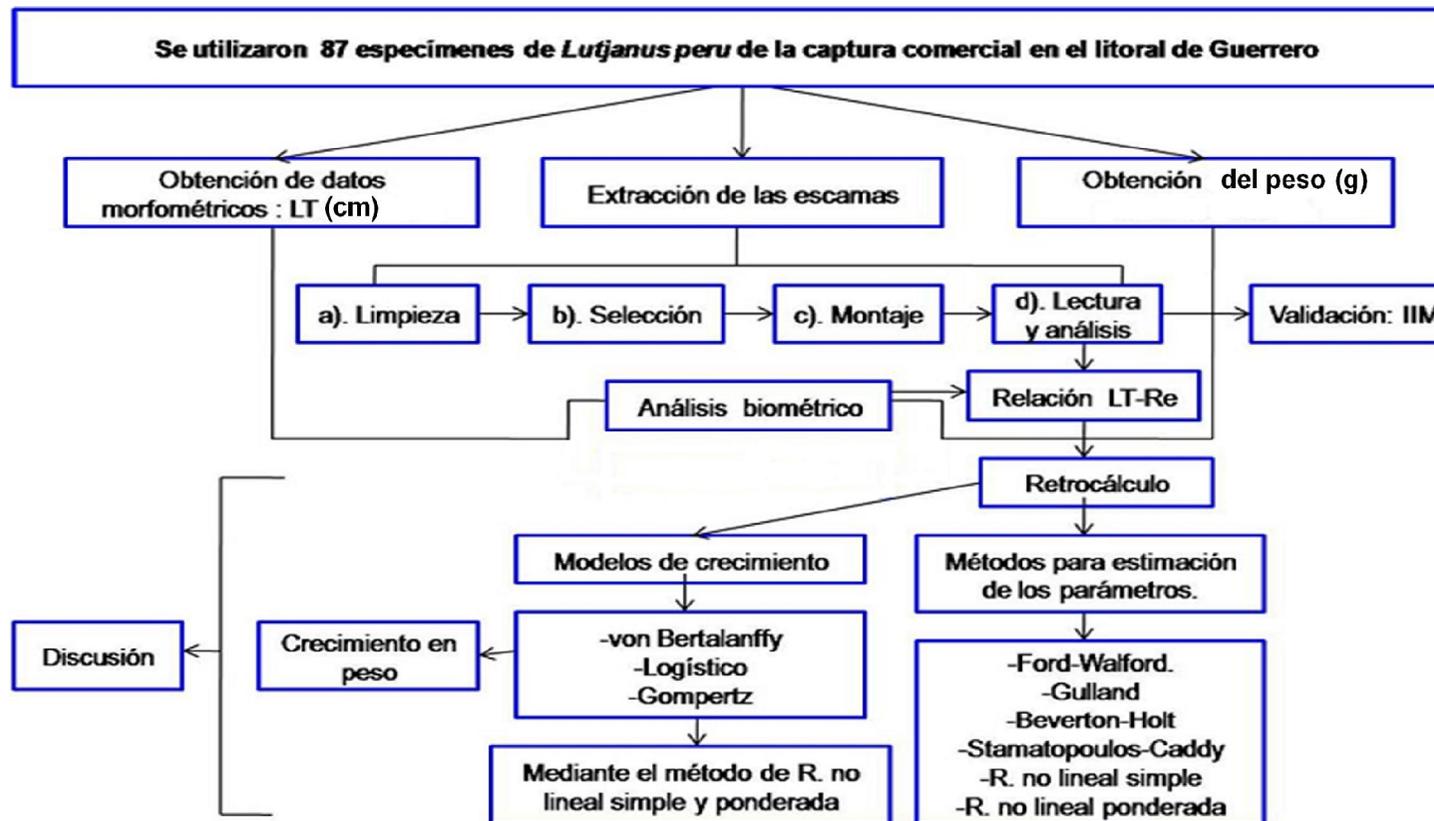
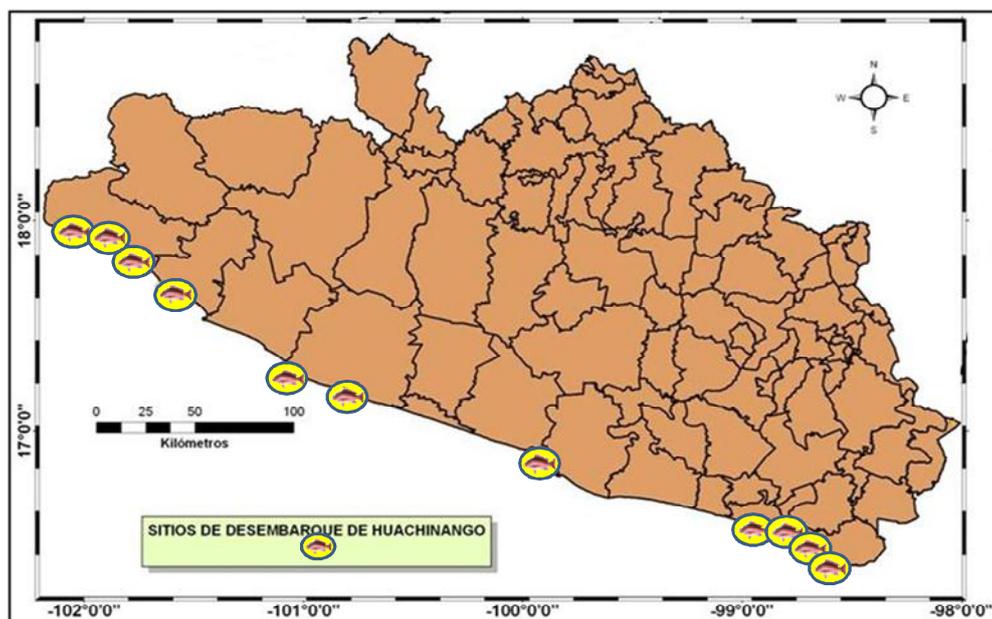


Figura 7: Diagrama de flujo que representa las etapas del trabajo

Los trabajos relacionados con la identificación y medición de los anillos de crecimiento en escamas, se realizaron en las Oficinas Centrales del INAPESCA y para la validación de la marca de crecimiento se emplearon los métodos y los programas realizados por Salgado-Ugarte *et al.* (2005), por medio del paquete Stata, en el laboratorio Biometría y Biología Pesquera de la FES Zaragoza, UNAM.

### 6.1. Actividad de campo

Las visitas a la zona de colecta se llevaron a cabo mensualmente, de acuerdo al plan de muestreos del proyecto de Pesca Ribereña en el estado de Guerrero de la Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur (DGIPPS) del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA).



**Figura 8:** Capturas comerciales desembarcadas en los diferentes varaderos del litoral de Guerrero

*L. peru* se captura principalmente con líneas de mano y anzuelos y en menor proporción con redes de enmalle, ya que se trata de la especie objetivo de las capturas comerciales de escama marina. El tamaño del anzuelo y de la abertura de malla en las redes está dirigido a las tallas de mayor importancia comercial, llamadas también “platilleras” o de “orden”.

A partir de los muestreos de las capturas comerciales, en primer término, se midieron y pesaron 742 organismos de *L. peru*, y de éstos, se extrajeron las escamas de 87 individuos para su tratamiento posterior en el laboratorio, cuyas longitudes oscilaron entre los 14 a los 84 cm de longitud total.

Con un ictiómetro de 60 cm con precisión de  $\pm 0.1$ mm se tomaron las siguientes medidas:

- Longitud total (LT).- Se colocó al ejemplar sobre su costado derecho, con el hocico a la izquierda, sobre el ictiómetro, el cual permitió comprimir suavemente el hocico del pez en el momento de medirlo. Se le cerró la boca, el cuerpo y la cola se enderezaron siguiendo la línea de la escala, luego de lo cual se tomó la lectura de ésta, a partir de la posición de la sínfisis maxilar hasta el extremo final de la aleta caudal (Laevastu, 1980).

-Longitud patrón o estándar (Lp).- Se colocó al ejemplar de la misma manera como se hizo para medir la longitud total, sólo que se tomó la medida desde la posición de la sínfisis maxilar hasta el extremo del hueso hipural (uróstilo).

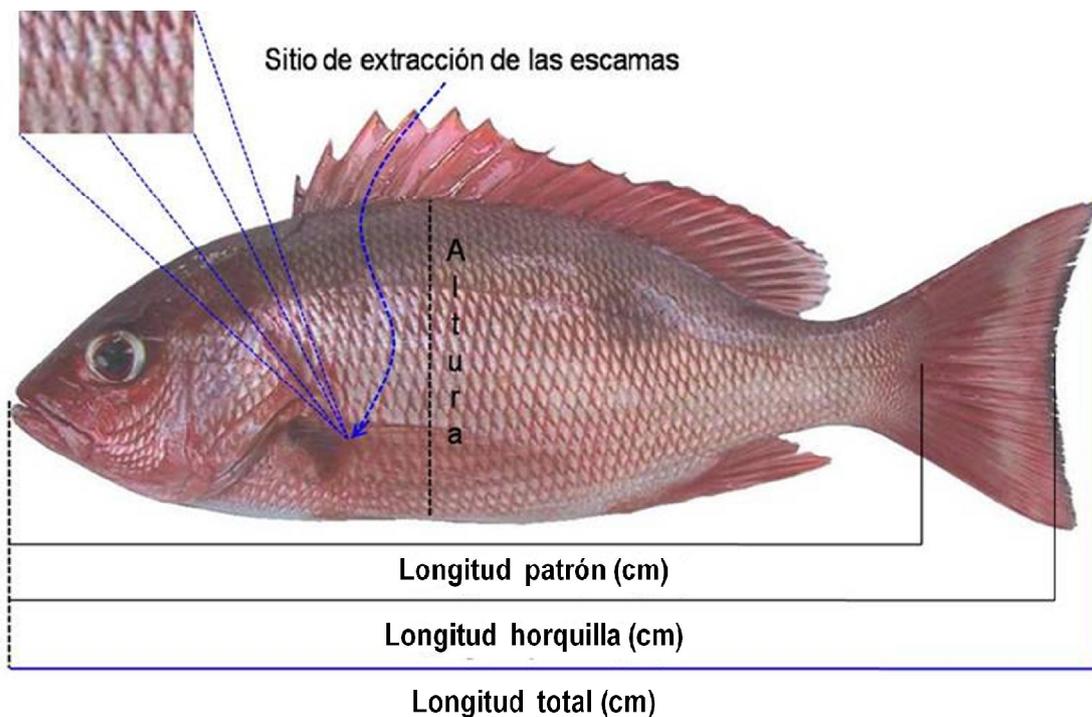
- Longitud de Horquilla o Furcal (Lh).- Se midió desde la posición de la sínfisis maxilar hasta el extremo cartilaginoso del rayo más corto o mediano de la aleta caudal (Holden y Raitt, 1975).

-Altura (A): Se hizo la lectura desde la perpendicular a las anteriores en dirección dorsoventral, a nivel del margen anterior de la espina dorsal anterior.

Además, con la ayuda de una balanza digital de 0.5 g de precisión se tomó el peso total (Pt) del pez y en algunos casos, el peso eviscerado (Pev), que se refiere al peso del pescado sin vísceras (estómago, gónadas, etc.), las cuales son extraídas para su desembarque.

De cada individuo se obtuvieron de 10 a 15 escamas de cada uno (Ruiz-Durá *et al.* 1970), las cuales fueron extraídas de una pequeña zona debajo de la línea lateral a nivel del origen de la aleta pectoral izquierda (Holden y Raitt, 1975; Gómez-Márquez, 1994). Las escamas se guardaron en un sobre de papel seco y etiquetado, que incluyó los datos de la localidad, fecha y número de espécimen.

En el formato también se registró la información referente al arte de pesca empleado y alguna observación durante el muestreo.



**Figura 9:** Medición realizada en los organismos y toma de escamas. La línea azul indica la longitud total en cm y las punteadas muestra el lugar preciso de la extracción de escamas

## **6.2. Actividad de laboratorio**

Esta fase se realizó en su mayor parte en las Oficinas Centrales del INAPESCA, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

### **a). Limpieza**

Cada muestra de escama se colocó por separado en una caja de Petri, se lavaron con agua corriente y detergente, posteriormente se procedió a limpiarlas con un cepillo de cerdas suaves para eliminar residuos de materia orgánica e inorgánica (Holden y Raitt, 1975; Espino-Barr *et al.* 1998).

Una vez limpias, se enjuagaron y se les removió el exceso de humedad.

### **b). Montaje**

Una vez secas, de diez a quince escamas por ejemplar, fueron montadas entre dos portaobjetos, se sellaron los portaobjetos con cinta adhesiva en ambos extremos (y se etiquetaron con los datos del número de ejemplar, lugar y fecha de muestreo (Ruiz-Durá *et al.* 1970).

### **c). Selección**

Posteriormente, se procedió a la selección de las escamas con la ayuda de un microscopio estereoscópico y se descartaron aquellas que se encontraron regeneradas o dañadas, esto es, sólo se tomaron en cuenta las escamas que tuvieron un foco bien definido (Ruiz-Durá *et al.* 1970).

### **d). Lectura**

Finalmente, las escamas fueron observadas por medio de un proyector de transparencias (Kodak Ektagraphic) con un lente de 127 mm, con la finalidad de seleccionar las de mejor estado y con foco bien definido, además de identificar los anillos. Para la medirles los anillos, se utilizó un proyector de

perfiles (Profile Projector V-10 marca Nikon), con un aumento de 20X, conforme a los criterios enlistados en Espino-Barr *et al.* (2008) y Ruiz-Durá *et al.* (1970)

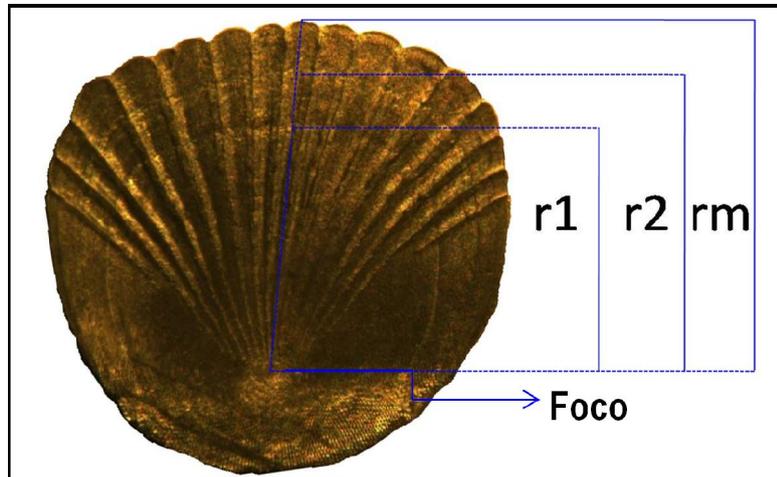
- a). Los verdaderos anillos (o annuli) se observan en todo el derredor de la escama, a excepción de la parte posterior o externa;
- b). En las zonas laterales posteriores, donde nace cada anillo, se observa un “doblez” o engrosamiento de las líneas;
- c). En la parte anterior de la escama, el anillo se forma por la agregación de varias líneas de una densidad tal, que no permiten el paso de la luz, por lo que se observa como una franja oscura con luz transmitida.

Las dimensiones se tomaron y registraron de la siguiente forma: a). La distancia del foco al margen anterior, llamado radio total ( $r_m$ ) y, b). La distancia del foco a cada anillo de crecimiento ( $r_n$ ) (Figura 10) (Salgado-Ugarte *et al.* 2005). Este procedimiento se repitió para todas las escamas de un mismo individuo y a partir de estas medidas, se obtuvo un promedio. Lo anterior se recomienda hacer para disminuir los errores en las mediciones.

Otro aspecto que se consideró fue que el conteo y medición de los anillos de crecimiento lo realizaron tres lectores; cuando la primera lectura no coincidía con la segunda, lo cual sucedió en pocas ocasiones, la muestra fue analizada de nuevamente. . Lo anterior fue recomendable hacerlo para disminuir los errores en las mediciones.

Otro aspecto que se consideró fue el relacionado con el conteo y medición de los anillos de crecimiento, el cual consistió en realizar un nuevo examen de la lectura, cuando la primera no coincidía con la segunda. El nuevo registro del número o dimensión de los anillos se realizó con la

ayuda de otros dos lectores, lo cual sucedió en pocas ocasiones y se llevó a cabo para evitar sesgos en la identificación y medida de los anillos.



**Figura 10:** Mediciones de la escama. Se muestra la distancia del foco de la escama ( $f$ ) a cada uno de los anillos de crecimiento: al primero ( $r1$ ) y al segundo ( $r2$ ) y ( $r_m$ ) representa la distancia del foco del anillo al borde de la escama, esta distancia se considera como la longitud de la misma estructura



**Figura 11:** Representación de las mediciones hechas para cada escama en *L. peru*

Todas las lecturas se registraron en una hoja de cálculo de Excel, para su tratamiento estadístico posterior. Para verificar la coherencia de la identificación y lectura de los anillos, de los datos registrados se obtuvo el intervalo, la media y la desviación estándar del foco de la escama a cada anillo de crecimiento.

### **6.3. Actividad de gabinete**

Para verificar la consistencia en el número y existencia de anillos verdaderos, se obtuvieron el intervalo, el promedio, la media y la desviación estándar del foco de la escama a cada anillo, a partir de las medidas tomadas en cada una de las escamas.

#### **6.3.1. Relación peso–longitud**

La relación longitud-peso se estimó según la ecuación estandarizada para peces (Ricker, 1975):

Expresión potencial:

$$P = aL^b$$

Donde:

$P$  = peso del individuo

$L$  = Longitud total del organismo

$a$  = Constante

$b$  = Constante

Para ajustar los datos a una regresión lineal o “linearización” de los parámetros “ $a$ ” y “ $b$ ”, los mismos datos se convirtieron a logaritmos de base 10, por lo que se obtuvo:

$$\text{Log } P = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

Esta transformación permite la determinación de las constantes empíricas ( $a$  y  $b$ ), utilizando el método de regresión lineal (mediante el método de mínimos cuadrados) aplicado a los valores logarítmicos de  $P_t$  y  $L_t$ . La relación permitió establecer el tipo de crecimiento que presentó el huachinango; para ello se utilizaron los datos de longitud total y peso total.

Para calcular el valor de  $\hat{t}$  que se utilizó para probar si "b" calculado es igual o significativamente diferente a 3. La ecuación utilizada para obtener el estadístico de  $t$  (Salgado-Ugarte *et al.* 2005):

$$t = \frac{s_{L_t}}{s_{P_t}} * \frac{|b - 3|}{\sqrt{\frac{s_{L_t}^2}{n} * \frac{s_{P_t}^2}{n}}} * \sqrt{n - 2}$$

Donde:

$s_{L_t}$  = es la desviación estándar del logaritmo de  $L$

$s_{P_t}$  = es la desviación estándar del logaritmo del peso

$n$  = es el número de peces utilizados en el análisis

$r$  = es coeficiente de correlación de la relación peso-longitud

### **6.3.2. Relación longitud del pez–radio de la escama**

Todas las lecturas se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2007, para su tratamiento estadístico posterior.

Para considerar la lectura de los anillos en las escamas como válida para determinar la edad en *Lutjanus peru*, se estableció la relación entre la longitud total del pez y el radio de la escama, utilizando para ello diferentes expresiones (lineal, potencial, exponencial, cuadrática).

### **6.3.3. Estimación de edad mediante escamas**

Para la estimación de la edad mediante los anillos en las escamas, se formaron grupos de acuerdo al número de anillos presentes en éstas, esto es, organismos con escamas que presentaron un anillo se agruparon en la edad o grupo 1 y así sucesivamente. Para cada grupo de edad se calculó el valor medio de la longitud del radio y su desviación estándar.

Para mostrar el comportamiento de los radios de cada grupo se realizó el análisis de diagrama de cajas (Salgado-Ugarte, 1992).

### **6.3.4. Periodicidad de formación de los anillos de crecimiento**

Para determinar la época de formación de los anillos de crecimiento y asignar una unidad de tiempo a los grupos de edad se utilizó el incremento marginal, esto es, la distancia existente entre el último anillo formado y el margen de la escama. Dicho incremento debe ir aumentando de mes en mes hasta que empieza aparecer un engrosamiento en el borde reflejando la aparición del nuevo anillo (Espino-Barr *et al.* 2008). La periodicidad de la formación de las bandas de crecimiento se validó de manera indirecta mediante el método de incremento marginal (Gallucci *et al.* 1996), con la fórmula:

$$IM = \frac{(R - r_n)}{(r_n - r_{n-1})}$$

Donde:

*IM*= incremento marginal

*R*= radio de la escama

*r<sub>n</sub>*= longitud del foco al último anillo de crecimiento en la escama

*r<sub>n-1</sub>*= longitud del foco al penúltimo anillo.

Los valores así obtenidos se graficaron mensualmente y el valor mínimo indicó la época de formación de anillo de crecimiento.

### 6.3.5. Estimación de edad mediante el modelo del retrocálculo

Con la relación obtenida entre la longitud total del pez contra el radio de la escama se utilizó el método del retrocálculo, el cual consiste en conocer las tallas de los organismos cuando cada uno de los anillos se formó. Se consideró el método de Fraser-Lee que asume una correspondencia entre el crecimiento de la escama y la longitud del pez con un intercepto diferente a cero, de acuerdo a la ecuación (Araya y Cubillos, 2002; Espino-Barr *et al.* 2008):

$$LT_i = c + \frac{LT - c}{RE} * R_i$$

Donde:

$LT$  = Longitud total al momento de la captura

$LT_i$  = Longitud total del pez a la edad  $i$

$RE$  = Radio de la escama al momento de la captura

$R_i$  = Radio de la escama a la edad  $i$

$c$  = intercepto de la regresión  $RE-Lt$

Con los valores medios de la longitud-edad resultantes del retrocálculo se estimaron los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, Gompertz y Logístico (Salgado-Ugarte *et al.* 2005).

Una vez determinó la edad, se pasó a relacionarla con la talla y se construyó clave talla-edad. Estas claves dan la proporción de individuos de cada edad que componen una determinada clase de talla. Así se obtiene un conocimiento de la demografía del stock.

### 6.3.6. Estimación de los parámetros de crecimiento mediante los modelos de von Bertalanffy, Gompertz y Logística

Se puede definir un modelo como una representación matemática conceptual a escala de un fenómeno con el fin de analizar su naturaleza, desarrollar o comprobar hipótesis y permitir una mejor comprensión del fenómeno real al cual el modelo representa (Sparre y Venema, 1997).

Un modelo de crecimiento apropiado debe suministrar información sobre parámetros que puedan ser interpretados biológicamente (López *et al.* 2000). Por lo que en la determinación del crecimiento individual de *Lutjanus peru* se hicieron uso de tres modelos que a continuación se presentan:

A). El modelo de crecimiento de von Bertalanffy en longitud (Bertalanffy, 1938; Guerra-Sierra y Sánchez-Lizaso, 1998):

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(L_{\infty} - L_t)}]$$

Donde:

$L_{\infty}$  = La longitud infinita o asintótica interpretada como la longitud promedio máxima que el pez podría alcanzar en caso de crecer hasta una edad muy avanzada

$k$  = parámetro de la curvatura, que determina la rapidez con la que el pez alcanza la  $L_{\infty}$ .

$t_0$  = "edad" hipotética que el pez debiera haber tenido para que su longitud fuese cero, dicho de otra manera determina el punto teórico o edad relativa en que el pez tienen longitud 0, o el origen de la función.

$L_t$  = longitud a la edad " $t$ ".

B). El modelo de Gompertz (1825 citado en Moreau, 1987):

$$L_t = L_{\infty} e^{-e^{-k(L_{\infty} - L_t)}}$$

Donde:

$L_t$  = Longitud total a la edad  $t$   
 $L_\infty$  = Longitud máxima promedio de la especie  
 $k$  = Constante de crecimiento  
 $t_0$  = Punto de inflexión de la curva  
 $t$  = Edad

C). El modelo de Logístico (Verhulst, 1938, citado en Guerra-Sierra y Sánchez-Lizaso, 1998; Moreau, 1987):

$$L_t = \frac{L_\infty}{1 + e^{-k(t-t_0)}}$$

Donde:

$L_t$  = Longitud total a la edad  $t$   
 $L_\infty$  = Longitud máxima promedio de la especie.  
 $k$  = Tasa instantánea de crecimiento  
 $t_0$  = Punto de inflexión de la curva donde  $L_t = L_\infty/2$   
 $t$  = Edad

### **6.3.7. Métodos para la estimación de las constantes de crecimiento de la función de von Bertalanffy**

Los siguientes métodos presentados a continuación explican la forma de obtener los parámetros  $k$ ,  $t_0$  y  $L_\infty$  (Gómez-Márquez, 1994; Sparre-Venema, 1997 y Salgado-Ugarte *et al.* 2005).

**a). Gráfico de Ford-Walford**

Una de las formas más simples para la estimación de parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy para la representación de datos a intervalos iguales de tiempo es mediante el Método de Ford-Walford.

Analíticamente la curva de crecimiento se puede obtener mediante la diferencia de medias que corresponda a los tiempos  $t + 1$  y  $t$ . De esta manera se tiene que:

$$\begin{aligned}
 L_{t+1} - L_t &= L_{\infty} (1 - e^{-k(t+1)}) - L_{\infty} (1 - e^{-kt}) - L_{\infty} (1 - e^{-k(t+1)}) + L_{\infty} (1 - e^{-kt}) \\
 &= -L_{\infty} e^{-k(t+1)} + L_{\infty} e^{-kt} \\
 L_{t+1} &= -L_{\infty} e^{-k(t+1)} + L_{\infty} e^{-kt} + L_t
 \end{aligned}$$

Ec 2.1

de la ecuación original de von Bertalanffy se tiene:

$$L_t - L_{\infty} = -L_{\infty} e^{-kt} \tag{Ec 2.2}$$

Sustituyendo 2.2 en 2.1:

$$\begin{aligned}
 L_{t+1} + L_{\infty} &= L_{\infty} - L_{\infty} (1 - e^{-k(t+1)}) - L_{\infty} (1 - e^{-kt}) + L_t \\
 L_{t+1} - L_{\infty} &= L_{\infty} (1 - e^{-k(t+1)}) - L_{\infty} (1 - e^{-kt}) - L_{\infty} + L_t
 \end{aligned}$$

Ec 2.3

Suprimiendo el término  $L_{\infty}$ , se tiene:

$$L_{t+1} - L_{\infty} = L_{\infty} (1 - e^{-k(t+1)}) - L_{\infty} (1 - e^{-kt}) + L_t - L_{\infty}$$

Esto es una ecuación lineal y sugiere que la talla a edad  $t+1$  puede ser graficada contra la talla a un año después  $L_{t+1} - L_{\infty}$ . Esto genera una línea recta, donde esta bisectriz corta la línea de 45°

(pendiente igual a 1) define el valor de  $L_0$ , puesto que en este punto  $N_t = L_0 - N_0$ , y esto ocurre cuando la curva ha alcanzado la asíntota en el infinito. La línea recta que se ajusta a estos datos tendrá una pendiente de  $k = \frac{N_0}{L_0}$  y un intercepto de  $L_0 = L_0 - N_0$ . De esta forma es posible estimar  $k$  y  $L_0$ : (Gómez-Márquez, 1994):

$$k = - \ln \left( \frac{N_t}{L_0} \right)$$

$$L_0 = \frac{N_0}{1 - e^{-k}}$$

### b). Gráfico de Gulland

Este método es una variación del gráfico de Ford-Walford y fue propuesto por Chapman (1961) y después por Gulland (1969). Se basa en el uso de un intervalo de tiempo constante  $\Delta t$ . Puede demostrarse que la FCVB implica que:

$$N_{t+\Delta t} - N_t = k \left( L_0 - N_t \right) - k \left( L_0 - N_{t-\Delta t} \right)$$

Por tanto, puesto que  $k$  y  $L_0$  son constantes,  $L_0 - N_t - k \Delta t$  permanecerá constante y la ecuación vuelve una función lineal  $y=a + bx$ , donde:

$$N_t = L_0 - \frac{1}{k} \ln \left( \frac{N_t}{L_0} \right) = - \frac{1}{k} \ln \left( \frac{N_t}{L_0} \right)$$

Los parámetros de crecimiento son entonces derivados de (Sparre y Venema, 1997):

$$k = - \frac{1}{\Delta t} \ln \left( \frac{N_{t+\Delta t}}{N_t} \right) + \frac{1}{L_0} \ln \left( \frac{N_{t+\Delta t}}{N_t} \right) = \frac{-k}{L_0} \ln \left( \frac{N_{t+\Delta t}}{N_t} \right) \quad \text{ó} \quad \frac{1}{L_0 - N_t}$$

**c). Método de Beverton-Holt**

Este método (Beverton y Holt, 1957) es usado para estimar  $k$  y  $t_0$  para una  $L_\infty$  dada, la cual puede provenir de cualquiera de los métodos presentados anteriormente. De la FCVB podemos obtener (Salgado-Ugarte *et al.* 2005):

$$W_t - W_b = W_b \left( \frac{W_t}{W_b} \right)^{\frac{1}{k}} \left( \frac{W_t}{W_b} \right)^{\frac{1}{k}} \left( \frac{W_t}{W_b} \right)^{\frac{1}{k}}$$

$$\ln \left( \frac{W_t}{W_b} \right) - \ln \left( \frac{W_t}{W_b} \right)^{\frac{1}{k}} = \ln W_b - \ln W_b + \ln W_b$$

Arreglando algebraicamente finalmente se tiene:

$$\ln \left( \frac{W_t}{W_b} \right) - \ln \left( \frac{W_t}{W_b} \right)^{\frac{1}{k}} = \ln W_b - \ln W_b - \ln W_b$$

De nuevo, esta es una función lineal ( $y = a - bx$ ) de  $t$  contra  $\ln \left( \frac{W_t}{W_b} \right) - \ln \left( \frac{W_t}{W_b} \right)^{\frac{1}{k}}$  que permite la recuperación de los parámetros mediante:

$$t = - \frac{1}{k} \ln W_b = \ln W_b + \ln W_b$$

Despejando  $t_0$ , se obtiene:

$$t_0 = \frac{\ln W_b - \ln W_b}{k} \quad (\text{Gómez-Márquez, 1994})$$

**d). Método de CAST (Stamatopoulos y Caddy, 1989)**

Se utilizó también este método para estimar  $k$ ,  $L_\infty$  y  $t_0$ , usando la regresión lineal simple.

Dado la información de talla y edad:

$$W_1, W_2, W_3, W_4, \dots, W_n, W_{n+1}$$

Se puede mostrar, que dado el valor de  $k$ , el tamaño puede ser expresado linealmente de manera general:

$$L_t = L_0 + k L_t t \quad \text{Ec 2.1}$$

Donde:

$L_0$  y  $k$  = parámetros de la regresión lineal simple

$t$  = es la variable independiente (una función de  $t$ )

La ecuación (Ec 2.1) de tamaño-edad no depende del conocimiento de los parámetros secundarios  $L_0$  y  $k$ . La constante  $L_0$  representa el tamaño de cualquier edad  $t_0$  y el coeficiente  $k$  se refiere el incremento de tamaño sobre el periodo  $t_0$  y cualquier otro edad  $t_0$ .

La expresión general (Ec 2.1) puede tomar dos formas:

$$L_t = L_0; \quad L_t = -L_0 e^{-k t} \quad \text{y} \quad L_t = L_0 e^{k t} \quad \text{Ec 2.1.1}$$

$$L_t = L_0; \quad L_t = L_0 - L_0 e^{-k t} \quad \text{y} \quad L_t = L_0 (e^{k t} - 1) \quad \text{Ec 2.1.2}$$

La expresión (Ec 2.1.1) es familiar de la función de crecimiento de von Bertalanffy, acomodado de Beverton (1954) y Beverton-Holt (1957). Donde  $L_0$  representa la edad cuando la longitud es cero y  $L_t$  es la longitud asintótica que el pez podría alcanzar en caso de crecer hasta una edad avanzada.

La expresión (Ec 2.1.2) es la ecuación original de von Bertalanffy (1938), usando los mismos parámetros  $L_0$  (asintótica) y  $L_0$  (constante expresado teóricamente la longitud a edad cero).

El parámetro de curvatura ( $k$ ) es un valor por el cual  $R^2$  es cercano a 1. La  $k$  óptima puede ser estabilizada por los parámetros secundarios:  $L_0$ ,  $L_0$  y  $L_0$ , pueden calcularse directamente, usando

las expresiones (Ec 2.1.1) y (Ec 2.1.2), el valor de la  $k$  óptima y cualquiera de los dos tamaños estimados  $\bar{L}_2$  y  $\bar{W}_2$  (Stamatopoulos y Caddy, 1989; Cadima, 2003)

Para la obtención de los parámetros de crecimiento, mencionados anteriormente, se utilizó el paquete VONBIT (FAO, 2005).

### **e). Regresión no lineal**

De acuerdo con Sparre y Venema (1997), la regresión no lineal por mínimos cuadrados es un método superior a cualquiera de los procedimientos lineales para estimar los parámetros de la FCVB. El método estima los parámetros de crecimiento en una forma tal que la suma de los cuadrados de las desviaciones de las observaciones respecto del modelo es minimizada.

### **6.3.8. Estimación de los parámetros de crecimiento ponderal de von Bertalanffy**

Para la determinación del crecimiento ponderal se utilizó la ecuación que deriva del modelo de von Bertalanffy (Csirke, 1980):

$$P_t = P_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

Donde:

$L_\infty$  = Longitud asintótica a la longitud máxima que el pez puede alcanzar cuando  $t \rightarrow \infty$

$P_t$  = Peso a la edad (peso promedio máximo para la especie)

$k$  = Parámetro de curvatura o constante de crecimiento (determina que tan rápido se alcanza el valor de la  $L_\infty$ )

$t$  = Edad

$t_0$  = Tiempo teórico de inicio de crecimiento cuando  $L_t=0$  y  $W_t=0$

$b$  = Exponente de la relación potencial de peso-longitud

$L_t$  = Longitud del pez a la edad  $t$

$P_\infty$  = Peso máximo teórico

Para la obtención de  $P_\infty$  se aplicó la relación  $P_\infty = aL_\infty^b$

Con los valores medios retrocalculados para cada edad se estimaron los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy. Primero se obtuvieron mediante procedimientos lineales, es decir, por el gráfico Ford-Walford, gráfico de Gulland para la estima de la longitud infinita y la constante de crecimiento; posteriormente y considerando que la periodicidad es anual, por medio del método de Beverton-Holt se estimó el valor de  $t_0$  (Gómez-Márquez, 1994; Sparre y Venema, 1997). Así también se aplicó el método de la ecuación no lineal simple y un esquema de regresión ponderada por mínimos cuadrados y un procedimiento iterativo de Gauss-Newton (Royston, 1992, citado en Salgado-Ugarte *et al.* 2005). Todos los cálculos se llevaron a cabo con las rutinas de Salgado-Ugarte *et al.* (1992, 1997 y 2005) insertadas en Stata (Stata Corporation, 2001). Este paquete computarizado representa una herramienta muy útil para el estudio del crecimiento de stocks explotados o no (Rodríguez-Rojas, 2009).

Como criterio para comparar los diferentes parámetros del MCVB por lineal simple y por el método de CAST (Stamatopoulos-Caddy, 1989), se utilizó el índice de crecimiento estándar  $\hat{\phi}$  (Pauly y Munru, 1984):

$$\hat{\phi} = 2 \log_{10} \left[ \frac{L_{\infty}}{L_0} \right] + \log_{10} k$$

Este parámetro proporciona un parámetro unificado de crecimiento, y aunque deriva de los valores de  $k$  y  $L_{\infty}$  no muestra grandes variaciones como aquellos (Sparre y Venema, 1997).

## VII. RESULTADOS

### 7.1. Análisis biométrico

Se procesaron los datos biométricos de 742 organismos, obtenidos de los muestreos de las capturas comerciales, lo cual permitió conocer la estadística básica de la especie *Lutjanus peru*, como son promedios de tallas y pesos (Tabla 1). El intervalo de talla se encontró entre 14.2 a 84.0 cm de longitud total y el peso total de 43.0 a 7391.5 g. Asimismo, se contó con datos de peces que fueron desembarcados eviscerados, de los cuales se obtuvieron registros de organismos de hasta 86.5 cm LT y un peso de 7223 g.

**Tabla 1:** Valores mínimos, máximos y promedios considerados en la biometría de *Lutjanus peru*

Número de individuos	Peso total	
	742	
Medida	L. Total (cm)	P. Total (g)
Mínimo	14.2	43.00
Máximo	84.0	7391.50
Promedio	27.7	374.40
Des. Stad.	8.15	556.78

### 7.2. Relación peso total–longitud total

A partir de los datos de peso y longitudes totales se realizó el análisis de regresión para obtener los valores de las constantes “a” y “b” de la relación peso-longitud para la población total, en donde a partir de “b” se determinó el tipo de crecimiento.

La gráfica para la base de datos de *L. peru* muestra que la relación peso-talla presenta un comportamiento potencial, por lo que la relación talla-peso de *L. peru* quedó descrita por la función  $P_t = 0.0145L^{2.974}$  (Figura 12).

Los valores estimados del análisis de regresión potencial indican que el valor del exponente es igual a 2.974, encontrándose un alto valor para el coeficiente de determinación,  $r^2 = 0.9799$  (Figura 12) y con base en los resultados de la prueba t de estudent ( $P < 0.05$ ) sobre la pendiente de la relación entre longitud total y el peso se concluyó que los organismos presentan crecimiento alométrico negativo, es decir, los organismos crecen más en longitud que en peso.

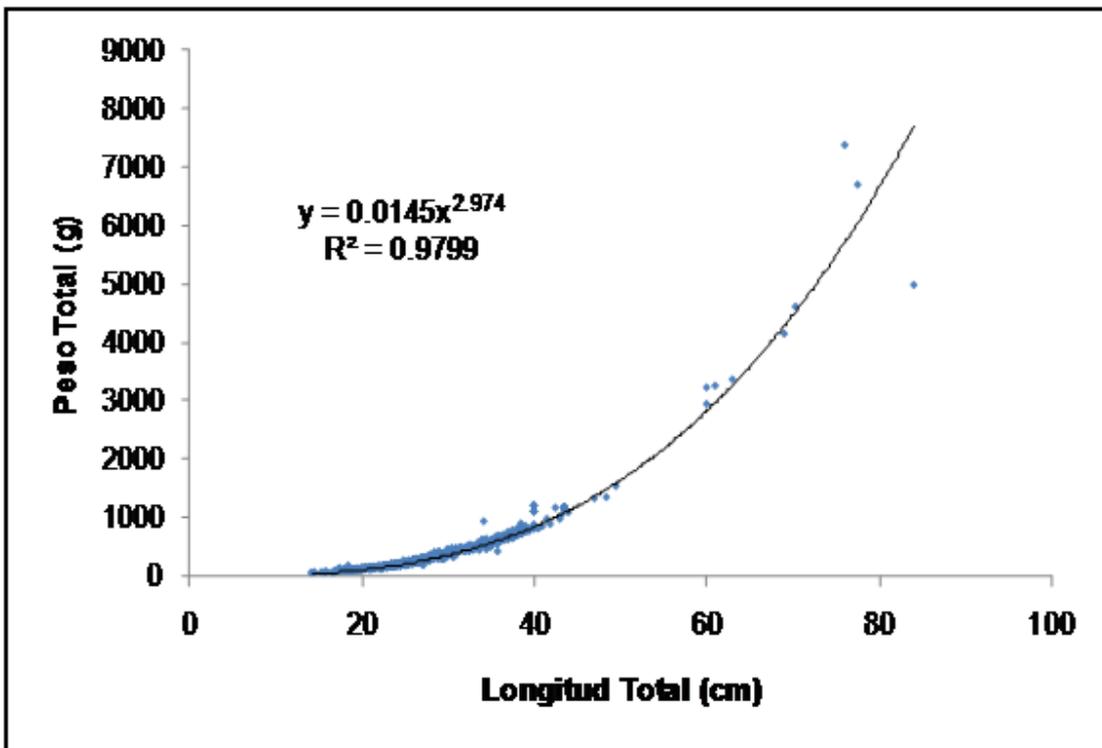


Figura 12: Relación entre la longitud total con respecto al peso total del pez

Tabla 2: Prueba t student aplicada a la pendiente obtenida de la relación peso-longitud en *L. peru*

b (constante)	N (Tamaño de la muestra)	Tc (t calculada)	tn-2, 0.025 (t de tablas)	Ho:b=3 (Hipótesis nula)	Tipo de crecimiento
2.97	742	-2.65	-1.96	Se rechaza	Alométrico negativo

### **7.3. Lectura de escamas**

A partir de los muestreos biológicos de las capturas comerciales se tomaron muestras de escamas de 87 especímenes, de los cuales fueron incluidos organismos tanto de tallas comerciales como aquellos que se utilizan para engorda en jaulas flotantes y organismos de talla mayor a la comercial o platillera, por lo que se contó con la representación de la mayoría de las tallas.

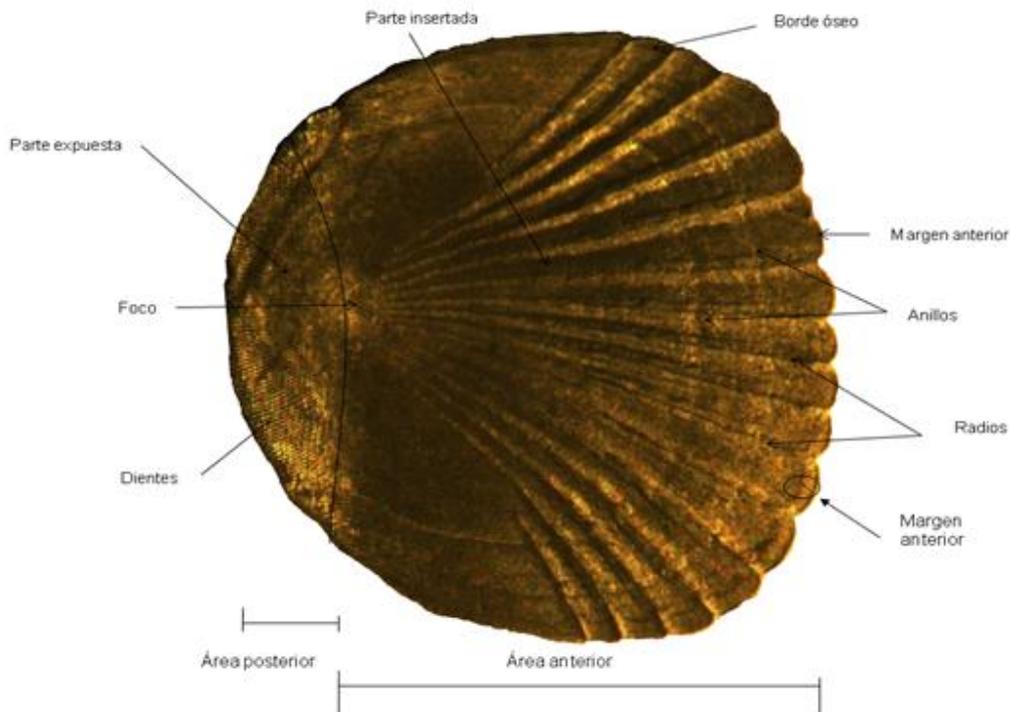
De un total de 87 organismos, aproximadamente a 69 de ellos se les apreciaron las marcas de crecimiento con bastante claridad, mientras que 18, fueron descartadas sus escamas por varias razones, sobre todo las escamas grandes, debido al apilamiento de los anillos, lo que dificultó la identificación de todos los anillos de crecimiento. Otra razón de descarte fue la relacionada con deformidades debido a regeneraciones, roturas y focos poco definidos o ausentes.

Con las lecturas fue posible diferenciar las zonas claras de las oscuras, las cuales se presentaron a distancias asimétricas con relación al foco. En las zonas laterales posteriores, donde nace cada anillo, se observó un engrosamiento de las líneas, mientras que en la parte anterior de la escama, el anillo se formó por la agregación de varias líneas de una densidad tal, que no permiten el paso de la luz, por lo que se observó como una franja oscura con luz transmitida.

### **7.4. Morfología de la escama**

Las escamas del huachinango (*L. peru*) fueron de tipo ctenoide, por su forma redondeada y su borde superior dentado. El foco se encuentra donde termina la parte insertada de la escama y la parte superior posee ctenii (denticulos pronunciados que determinan el carácter pectinado en las escamas ctenoides (Laevastu, 1980; Gómez-Márquez, 1994). Presentaron radios que convergen a partir del foco de la escama y se prolongan hacia la parte anterior formado pequeños lóbulos. El número de radios varió de 12 a 16. El anillo de crecimiento se observó como una banda oscura en los márgenes laterales, que se prolonga al margen anterior en forma de anillo hialino, arqueado entre

los radios, con concavidad dirigida hacia el foco. Se determinaron de uno a diez anillos. Las estructuras generales señaladas con nombre se muestran en la figura 13.



**Figura 13.** Escama del huachinango, *Lutjanus peru*

## 7.5. Determinación de edad

### 7.5.1. Longitud total - el incremento del radio de la escama

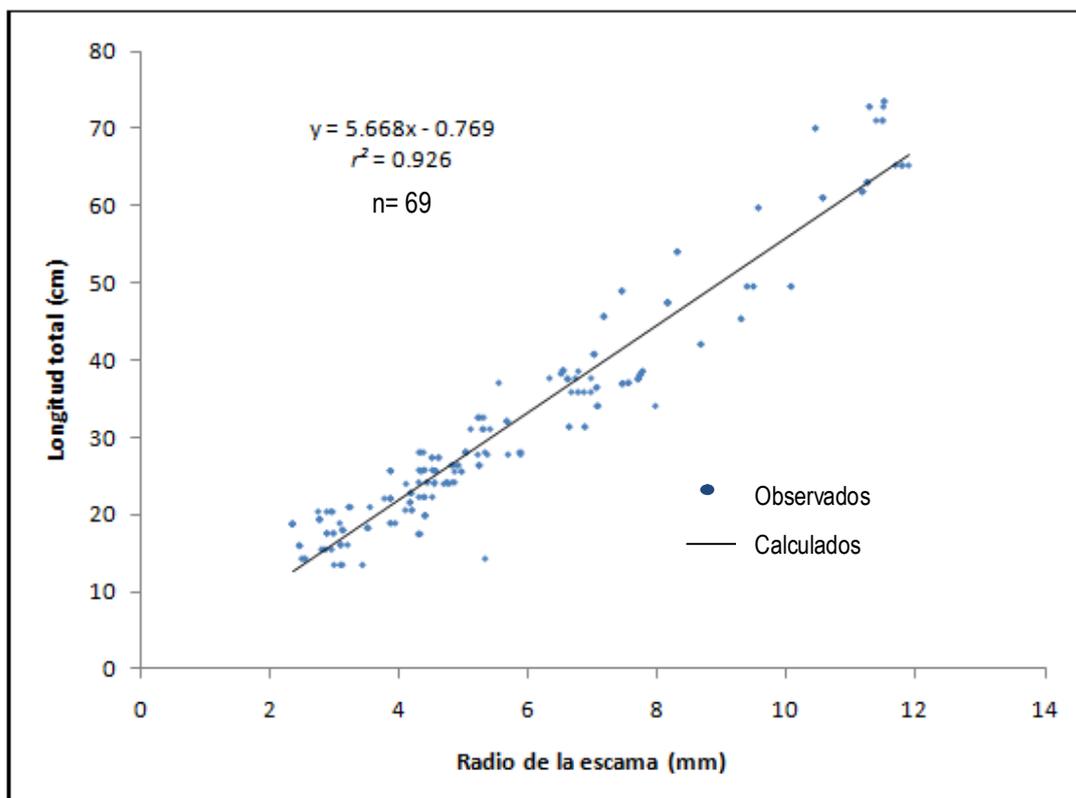
El análisis de regresión entre la relación del radio de la escama y la longitud total del pez para la población total de *L. peru*, presentó una tendencia lineal con un alto coeficiente de determinación, que explica el 99% de la correlación entre ambas variables. La regresión se realizó mediante el método de los mínimos cuadrados. Se consideró la talla como variable dependiente, porque es a partir del radio de la escama que se desea encontrar la longitud del pez (Bagenal y Tech, 1978).

Se identificaron diez anillos en las lecturas de escamas, sin embargo, la distancia entre un anillo y otro disminuyó a partir del foco y la lectura de las escamas que presentaron grupos edades avanzados se tornó más difícil, esto es, los primeros anillos de crecimiento fueron muy notorios, de tal manera que no existió dificultad en la lectura; sin embargo, conforme se avanzaba con los grupos de edad mayores, las marcas de crecimiento se presentaron muy cercanas, haciendo confusa y difícil la lectura.

Los resultados indican que existe una relación lineal entre estas dos variables con un alto índice de correlación ( $r^2 = 0.93$ ). Ello mostró que el crecimiento del individuo es directamente proporcional al de sus escamas (tabla 3, Figura 14), lo cual valida el uso de esta estructura para determinar la edad en *Lutjanus peru*.

**Tabla 3:** Relación entre el radio de la escama y la longitud total del pez

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Número de observación =255 F (1, 253) = 3194.52 Probabilidad >F = 0.00 R-cuadrada= 0.9926 R- cuadrada ajustada= 0.926 Error de estimación = 4.121		
Modelo	54270.48	1	54270.48			
Residuos	4298.12	254	16.98			
Total	58568.60	255	230.58			
Longitud pez	Coeficiente	Error estándar	t	P>  t	[Intervalo de confianza 95 %]	
Radio escama	5.668	0.100	56.52	0.000	5.470	5.865
Constantes	-0.769	0.651	-1.18	0.239	-2.051	0.513



**Figura 14:** Análisis de regresión lineal entre el radio de la escama (distancia entre el foco y el borde) y la longitud total de *L. peru* en el estado de Guerrero

El análisis estadístico de las mediciones de los radios de las escamas se integró en la tabla 5, donde se observó que los intervalos de los promedios de los anillos mostró consistencia entre la distancia de éstos y su número, esto es, a mayor escama, mayor número de anillos, lo cual significa que se presentó un patrón de crecimiento en estas estructuras duras.

**Tabla 4:** Resumen estadístico (media y desviación estándar) anillos para *Lutjanus peru*

Edad	n	Anillo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	12	3.021 0.564									
1	14	3.277 0.792									
2	13	3.045 0.622	4.617 0.748								
3	12	3.716 0.500	4.982 0.443	6.192 0.445							
4	8	3.732 0.388	5.055 0.447	6.516 0.441	7.555 0.745						
5	1	3.875 0.007	5.255 0.007	6.245 0.007	7.325 0.007	8.275 0.007					
6	3	4.365 0.182	5.850 0.270	7.038 0.269	8.275 0.224	9.550 0.059	10.318 0.231				
8	2	4.194 0.117	5.510 0.112	6.835 0.360	8.281 0.578	9.375 0.550	9.991 0.648	10.368 0.544	10.720 0.557		
9	3	4.062 0.912	5.396 0.134	6.450 0.116	8.030 0.164	10.100 0.112	10.430 0.098	10.557 0.134	11.160 0.110	11.347 0.074	
10	1	3.455 0.007	5.715 0.007	7.535 0.007	9.525 0.007	10.505 0.007	11.775 0.007	12.365 0.007	13.295 0.007	13.955 0.007	14.795 0.007
Total	69	3.747 0.337	5.297 0.259	6.687 0.192	8.165 0.306	9.561 0.229	10.62 0.283	11.096 0.280	11.725 0.292	12.651 0.047	14.795
		69	43	30	18	10	9	6	6	4	1

A partir de los resultados de la tabla anterior, se construyó el diagrama de caja para las medidas correspondientes de los anillos uno a diez (figura 15), el cual mostró los diez grupos de edad bien definidos e indicó que no hubo diferencias significativas entre las clases al no haber existido traslape entre las cajas.

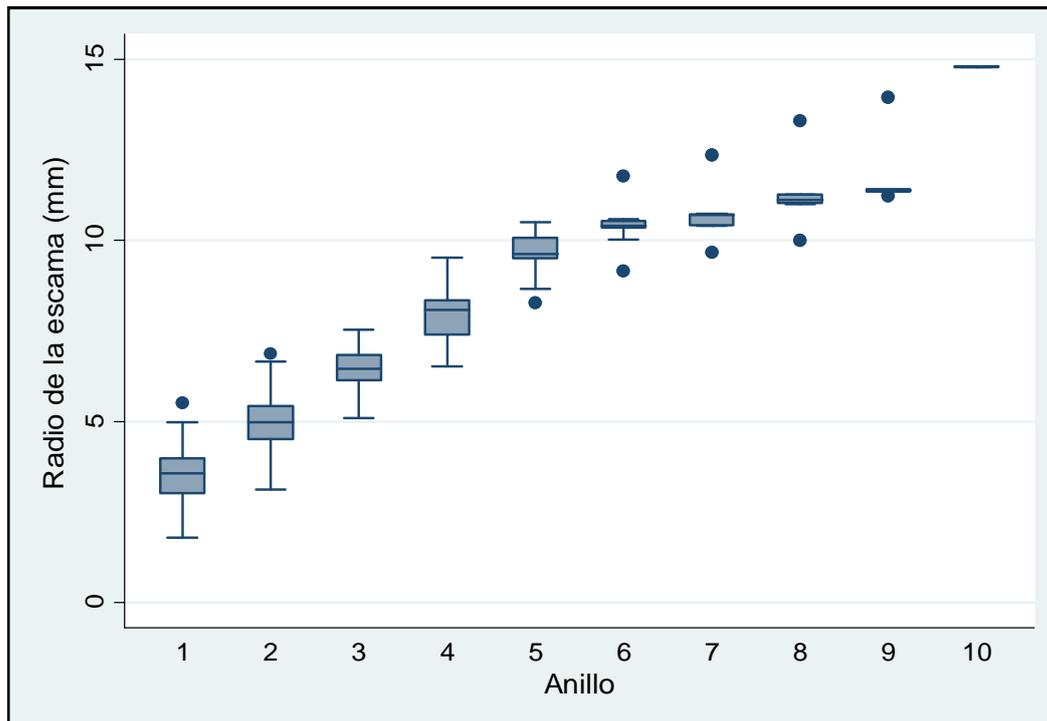


Figura 15: Análisis exploratorio de los grupos de edad observados en anillos de las escamas de *Lutjanus peru*

Cabe mencionar que el grupo siete que aparece en el diagrama, se obtuvo a partir de las escamas que tuvieron anillos ocho, nueve y diez, es decir, que es la derivación de estos últimos tres grupos de peces, ya que no se encontraron organismos de este grupo en los muestreos comerciales de la especie en valoración.

La tabla 5 muestra la clave edad-talla construida a partir de las escamas recolectadas durante el periodo de estudio, analizadas para estimar la composición por edades de *L. peru*.

La dispersión de las edades es grande, y los individuos de III años son los más abundantes, seguidos de los grupos II y IV, lo cual equivale a organismos que se encuentran en el intervalo de la talla comercial o “platillera” y esto probablemente valdrá para cualquier composición por edades de la población.

**Tabla 5:** Clave edad-talla para *Lutjanus peru*

Longitud total (cm)	Frecuencia (n)	Edad											
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
13-14	2	2											
15-16	4	3	1										
17-18	8	1	3	4									
19-20	5	1	2	2									
21-22	2		2										
23-24													
25-26	6	2	1	3									
27-28	4	1	2	1									
29-30													
31-32	4	1	1	1	1								
33-34	1		1										
35-36	4		1	1	2								
37-38	10	1		1	8								
39-40	1				1								
41-42	1					1							
43-44													
45-46	2					2							
47-48	2					2							
49-50	2					2							
51-52													
53-54	1					1							
55-56													
57-58													
59-60	1						1						
61-62	2							2					
63-64	1							1					
65-66	1									1			
67-68													
69-70	1									1			
71-72	2										2		
73-74	1										1		
75-76													
77-78	1												1
TOTAL	69	12	14	13	12	8	1	3	0	2	3		1

## **7.6. Periodicidad de formación de los anillos de crecimiento**

### **7.6.1. Índice de incremento marginal**

La validación de la edad es llevada a cabo tradicionalmente por estudios de marcado-recaptura, identificación y seguimiento de clases anuales, frecuencia de tallas y análisis del borde de escamas a través de un ciclo anual. La finalidad de estos estudios es demostrar la periodicidad de formación de los anillos o marcas de crecimiento.

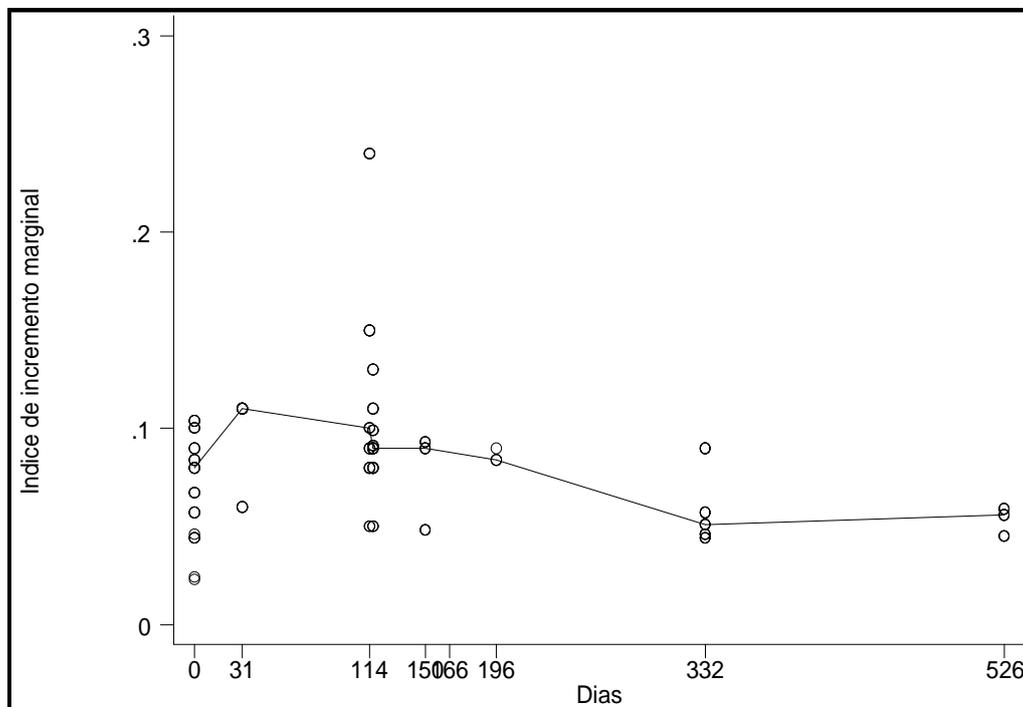
La validación de los anillos de crecimiento a partir del análisis del incremento marginal (IM) de escamas de 57 individuos se puede apreciar en la figura 16 la cual muestra el comportamiento de este incremento a partir de los valores de las medianas (Tabla 6); para el análisis los valores de los organismos de edad 0 quedaron excluidos.

La validación muestra que el valor más bajo se da en el mes de abril, tal marcación permitió sugerir la formación de un anillo anual en abril, lo cual coincide con el periodo de actividad reproductiva reportado por Ochoa *et al.* 1991; Cruz-Romero *et al.* 1991; Madrid, 1990; Ruíz *et al.* 1982; Aguilar-Salazar, 1986; Rojas-Herrera, 2001, Sarabia-Méndez, 2007 y Gallardo-Cabello *et al.* 2010, que además es precedido por un fenómeno ambiental relacionado con la disminución de la temperatura superficial a partir del mes de diciembre.

El análisis anterior se basa en que el incremento debe ir aumentando de un mes al siguiente, hasta que empieza a aparecer un engrosamiento en el borde, significando un nuevo anillo (Espino-Barr *et al.* 2008), por lo que, de acuerdo al gráfico de la figura 16, el valor más bajo del cálculo del IM correspondió al mes de abril.

**Tabla 6:** Fechas de muestreo con sus respectivas medianas de los incrementos marginales

Fecha de muestreo	Días	Mediana	Std. Dev.	Frecuencia
31-mayo-2009	0	0.073	0.023	35
01-julio-2009	31	0.170	0.138	16
22-septiembre-2009	114	0.158	0.123	23
24-septiembre-2009	116	0.091	0.019	33
28-octubre-2009	150	0.077	0.021	12
13-diciembre-2009	196	0.085	0.003	4
28-abril-2010	332	0.057	0.017	20
08-noviembre-2010.	526	0.053	0.006	12



**Figura 16:** Mediana donde muestra los incrementos marginales mensuales observados en *Lutjanus peru*

0= 31/mayo/2009; 31= 01/julio/09; 114=22/septiembre/09; 116= 24/septiembre/2009; 150=28/octubre/2009; 196= 13/diciembre/2009; 332= 28/abril/2010 y 526= 08/noviembre/2010.

## 7.7. Método directo

### 7.7.1. Estimación de edad mediante el modelo del retrocálculo

El crecimiento puede ser estimado no sólo a partir de la talla del organismo sino también a través de alguna estructura que se relacione con la talla. Esta técnica permite estimar las longitudes teóricas en edades anteriores a la de captura en base a la relación que existe entre el tamaño de la estructura considerada y la talla del pez. La condición para utilizar el retrocálculo es que exista una correlación entre la talla del pez y el tamaño de la estructura de crecimiento.

Los parámetros “a” y “b” estimados de la relación longitud total de pez y radio de la escama se sustituyeron en la expresión de proporcionalidad corporal (Bagenal y Tech, 1978; Francis, 1990), a fin de obtener la longitud total promedio para cada anillo (retrocálculo). El valor medio de talla por edad dentro de cada grupo y su desviación estándar se muestran en la tabla 7. Lo anterior con la finalidad de reconstruir la historia temprana y determinar el momento de formación del primer anillo de crecimiento en escamas.

**Tabla 7:** Resumen estadístico de longitudes pretéritas calculadas por la ecuación de la proporcionalidad corporal

<b>Anillo</b>	<b>Edad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>LT observada (cm)</b>	<b>Desv. Std.</b>
1	1	14	18.90	4.01
2	2	13	27.40	4.03
3	3	12	35.94	3.73
4	4	8	45.24	3.91
5	5	1	56.67	4.78
6	6	3	60.57	3.75
7	7	0	64.21	3.46
8	8	2	67.31	4.25
9	9	3	71.68	1.17
10	10	1	74.54	0.001

Así también, se desglosan los resultados calculados para cada uno de los 10 grupos de edad estimados. Los grupos de edad 1, 2, 3 y 4, fueron los que presentaron mayores frecuencias, con una talla de 18.9 a 45.24 cm de LT, dentro de este intervalo se incluyen las tallas de mayor demanda comercial (“de orden” o “platilleras”) que son a las cuales el pescador dirige sus artes de pesca para su captura.

Asumiendo que la periodicidad de los anillos de crecimiento en esta es cada año, los valores medios de longitud-edad resultantes del retrocálculo fueron utilizados para determinar las constantes y se realizaron con el programa computacional denominado Stata, en primera instancia, por medio de procedimientos lineales (Ford-Walford, Gulland, Beverton-Holt y Stamatopoulos-Caddy) para el caso de von Bertalanffy así como no lineales (para la logística, Gompertz y v. Bertalanffy).

#### **7.8. Estimación de parámetros mediante procedimientos lineales para el caso de von Bertalanffy**

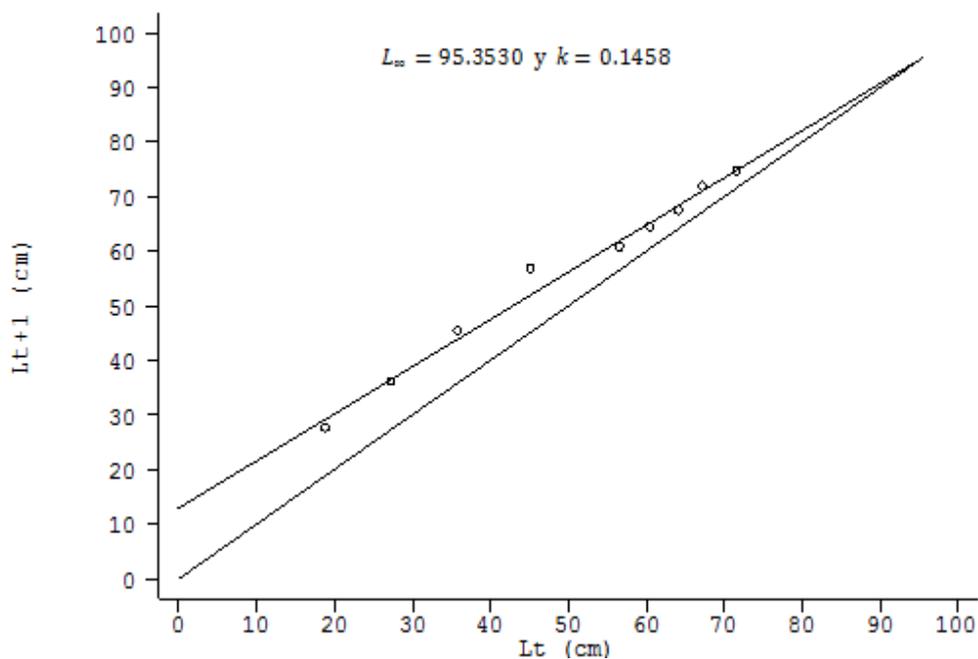
Los métodos lineales (donde todos los componentes tienen el mismo peso), son fáciles de utilizar y aloja valores aproximados bastante buenos, además los datos que se requieren se pueden obtener de diversas fuentes lo que facilita su uso, pero por diversas causas es posible que no se cuente con una completa determinación de los grupos de edad, por lo que dichos métodos pierden su utilidad, pues es necesario que las edades que se incluyan en el análisis sean consecutivas y el intervalo de tiempo en que se tomaron sea el mismo.

### 7.8.1. Gráfico de Ford-Walford

En la tabla 8 se muestran los parámetros crecimiento ( $L_{\infty}$  y  $k$ ) y en la figura 17 se graficaron las medias correspondientes a la edad  $t$  en el eje de las  $x$ , y las mismas medias, pero de la edad  $t+1$ , en el eje de las  $y$ . De esta manera se generó una línea recta y donde esta línea cortó a la recta de  $45^{\circ}$  se determinó el valor de  $L_{\infty}$ . En este caso la bisectriz interceptó en 95.3530, el cual equivale a la  $L_{\infty}$ .

**Tabla 8:** Estimación de los valores  $L_{\infty}$  y  $k$  mediante el gráfico de Ford-Walford

Intercepto = 12.933	Pendiente = 0.864
R- cuadrada = 0.985	R- cuadrada ajustada = 0.983
$L_{\infty}$ =93.353 años	$k = 0.145 \text{ años}^{-1}$



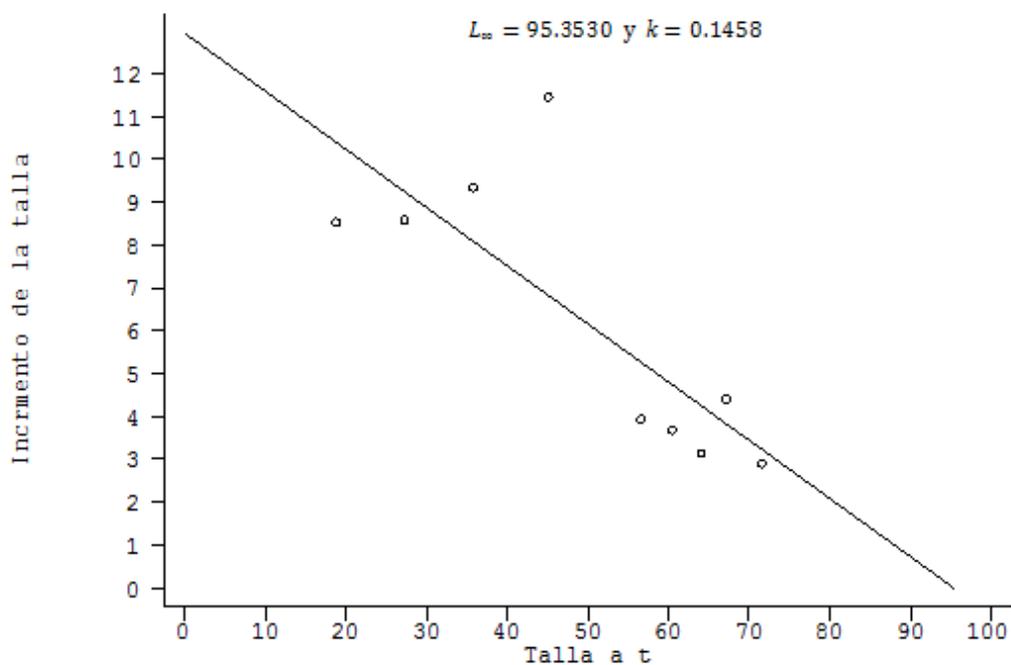
**Figura 17:** Gráfico de Ford-Walford para las medias retrocalculadas de *Lutjanus peru*

### 7.8.2. Gráfico de Gulland

Este gráfico es muy similar al método anterior, para lo cual se aplicó una regresión lineal y se definió el incremento en tamaño ocurrido durante el periodo  $(t+1) - t$ , y después obtuvo otra relación lineal entre  $\Delta L$  y  $L$ . Finalmente las constantes "a" y "b" se estimaron por medio de mínimos cuadrados. En la tabla 9 se muestra la obtención de los parámetros de crecimiento ( $L_\infty$  y  $k$ ).

**Tabla 9:** Estimación de los valores de  $L_\infty$  y  $k$  mediante el gráfico de Gulland (1969)

Intercepto = 12.933	Pendiente = -0.135
R- cuadrada = 0.621	R- cuadrada ajustada = 0.567
$L_\infty = 93.353$ años	$k = 0.145$ años <sup>-1</sup>



**Figura 18:** Gráfico de Gulland para las medias retrocalculadas de *Lutjanus peru*

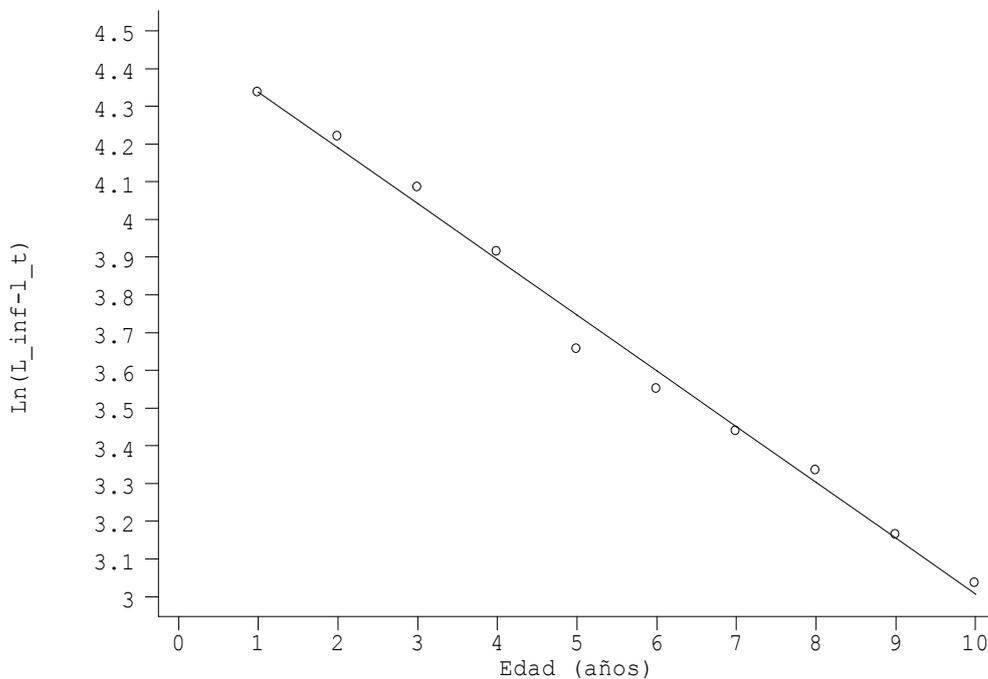
### 7.8.3. Método de Beverton-Holt

Un tercer método, el de Beverton-Holt (1957) se utilizó para la estima de  $k$  y  $t_0$ . Sin embargo, este método requirió de una estimación de  $L_\infty$  como dato de entrada (King, 1995; Sparre y Venema, 1997; Salgado-Ugarte *et al.* 2005) y así se tomó la  $L_\infty$  (95.3530) del gráfico de Ford-Walford.

**Tabla 10:** Estimación de los valores de  $k$  y  $t_0$  mediante el gráfico de Beverton-Holt

Intercepto = 4.485	Pendiente = -0.147
R- cuadrada = 0.993	R- cuadrada ajustada = 0.990
$k = 0.147$	$t_0 = -0.486$
Función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVF)	
$L_t = 95.353 * (1 - \exp(-0.147 * (t + 0.486)))$	

La tabla anterior (10) muestra los parámetros de crecimiento mediante el método citado, así también se observan los diez grupos de edades encontrados en *L. peru*.



**Figura 19:** Gráfico de Beverton y Holt para medias retrocalculadas de *Lutjanus peru* utilizando el valor estimado de  $L_\infty$  por Ford-Walford y Gulland

El gráfico de la figura 20 muestra la tendencia de la curva de crecimiento de von Bertalanffy, cuyos parámetros fueron calculados mediante el gráfico de Ford-Walford y método de Beverton-Holt, donde se observó un buen ajuste de la curva, con una correlación alta ( $r^2=0.99$ ). Los valores obtenidos se utilizaron para estimar la función de crecimiento de von Bertalanffy, lo que produjo la siguiente expresión:

$$L_t = 95.35 \left[ 1 - e^{-0.22222 (t - 0.22222)} \right]$$

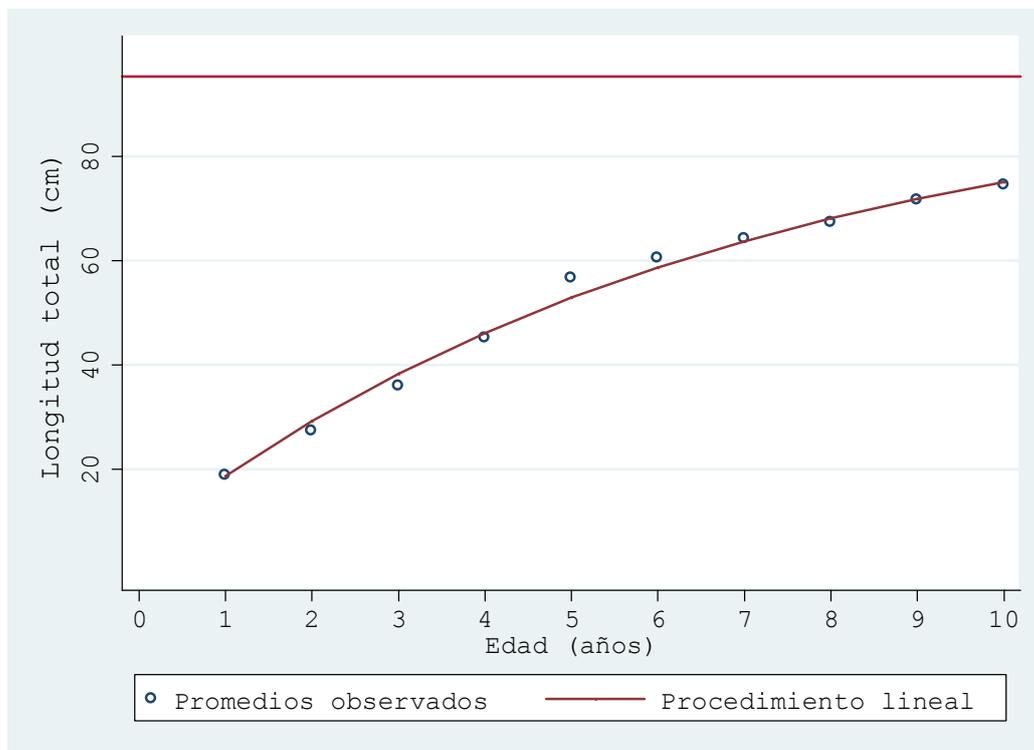


Figura 20: Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por procedimientos lineales a partir de las medias retrocalculadas para *Lutjanus peru*

#### 7.8.4. Método de CAST (Stamatopoulos-Caddy, 1989)

Con este método se calcularon los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ ) haciendo uso de la regresión lineal simple. Para ello la ecuación de von Bertalanffy se expresó como una relación lineal de  $L_t$  contra  $e^{-kt}$  (fig. 21).

Este método aporta la longitud estimada, en la figura 22 se aprecian las dos curvas (la longitud observada y la estimada) y puede observarse que ambas tienen un comportamiento similar. La función de crecimiento de von Bertalanffy para este método quedó expresada de la siguiente forma:

$$L_t = 90.69 [1 - e^{-0.170(t + 0.234)}]$$

A partir de los datos estimados para cada grupo de edad y con ayuda del paquete Von Bit, se obtuvieron la curva de crecimiento y las constantes para la ecuación de von Bertalanffy (Fig. 21). Como se observa en la figura, la  $L_{\infty}$  estimada fue de 90.689 cm de  $L_T$ ,  $k = 0.1 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0 = -0.234$ . Además se estimó la longevidad de la especie que fue de 24.68 años.

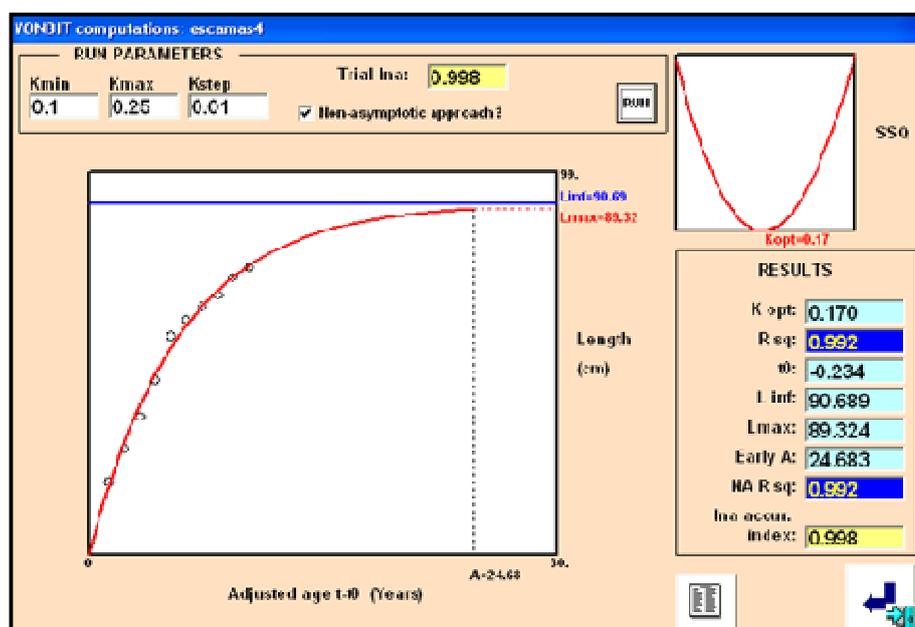
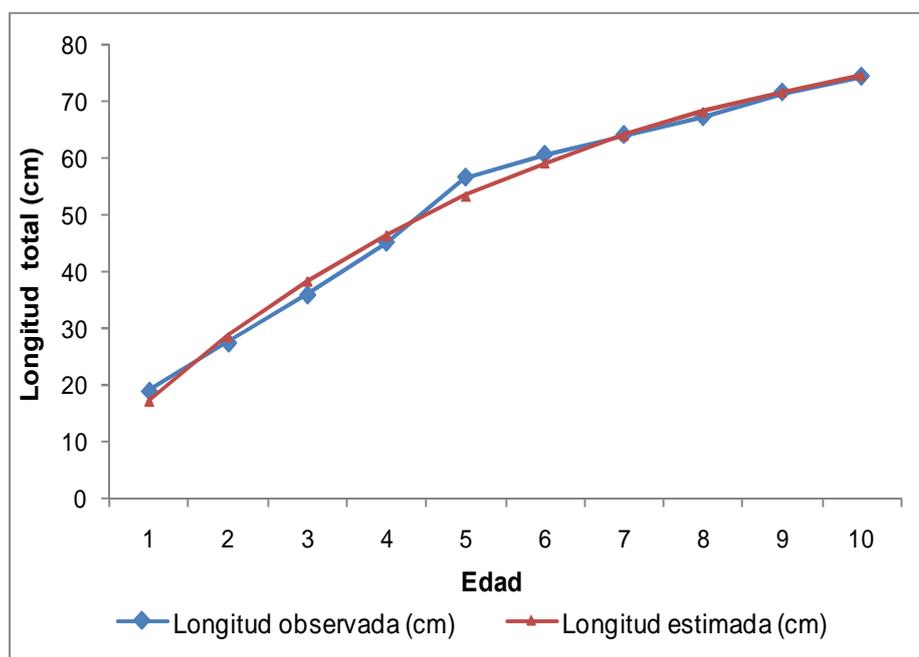


Figura 21: Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por el método de CAST (Stamatopoulos y Caddy, 1989) a partir de las medias retrocalculadas para *Lutjanus peru*

A partir de estas estimaciones, se puede observar que el punto de inflexión o cambio de la tasa de crecimiento en longitud se produce a las edades IV y V, lo cual indica que conforme el pez crece, la tasa de crecimiento va en disminución. La figura 22 muestra ambas curvas, la estimada y la observada, donde se aprecia que entre las edades antes mencionadas que la tasa de crecimiento comienza a disminuir, lo cual traza la curva de crecimiento.



**Figura 22:** Curvas comparativas entre la longitud observada y la longitud estimada obtenidos mediante el método von Bertalanffy estimada regresión lineal simple

Tabla 11: Resumen estadístico de longitudes pretéritas calculadas por la ecuación de la proporcionalidad corporal

Anillo	Edad	L. observada (cm)	L. estimada (cm)	Desv. Std.	Frecuencia
1	1	18.90	17.2	4.011	57
2	2	27.40	28.6	4.0318	43
3	3	35.94	38.4	3.735	30
4	4	45.24	46.5	3.916	18
5	5	56.67	53.4	4.780	10
6	6	60.57	59.3	3.753	9
7	7	64.21	64.2	3.463	6
8	8	67.31	68.3	4.250	6
9	9	71.68	71.8	1.170	4
10	10	74.54	74.7	0.001	1

Con las longitudes estimadas con el paquete Von Bit se puede observar como la tasa anual de crecimiento va en disminución conforme se avanza la edad (Tabla 12).

Tabla 12: Longitudes totales observada y estimada para *Lutjanus peru* y el incremento en talla para cada grupo de edad (método de Von Bit)

Edad	L. observada (cm)	L. estimada (cm)	Tasa anual (cm)
1	18.90	17.2	
2	27.40	28.6	11.4
3	35.94	38.4	9.8
4	45.24	46.5	8.1
5	56.67	53.4	6.9
6	60.57	59.3	5.9
7	64.21	64.2	4.9
8	67.31	68.3	4.1
9	71.68	71.8	3.5
10	74.54	74.7	2.9

En la tabla 16 se presenta el resumen de los parámetros que fueron estimados a partir de las longitudes totales calculadas a partir de los datos de lectura de escamas y mediante los métodos tradicionales de Ford-Walford (1949), Gulland (1969) y Beverton-Holt (1957), así como también por medio de la regresión no lineal simple y ponderada, con la cual se pudo obtener la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938).

**Tabla 13:** Parámetros obtenidos por diferentes métodos para *Lutjanus peru*

Análisis de regresión	Métodos	Parámetros					
		a	b	r <sup>2</sup>	L <sub>∞</sub>	k	t <sub>0</sub>
Lineal	Ford-Walford	0.864	12.93	0.983	95.35	0.145	-----
	Gulland	-0.13	12.93	0.567	95.35	0.145	-----
	Beverton-Holt	-0.14	4.485	0.990	95.35	0.147	-0.48
	Stamatopoulos y Caddy	-----	-----	0.992	90.689	0.170	-0.170
No lineal	Simple	-----	-----	0.9998	91.365	0.1668	-0.2567
	Ponderada	-----	-----	0.9991	105.63	0.1206	-0.5678

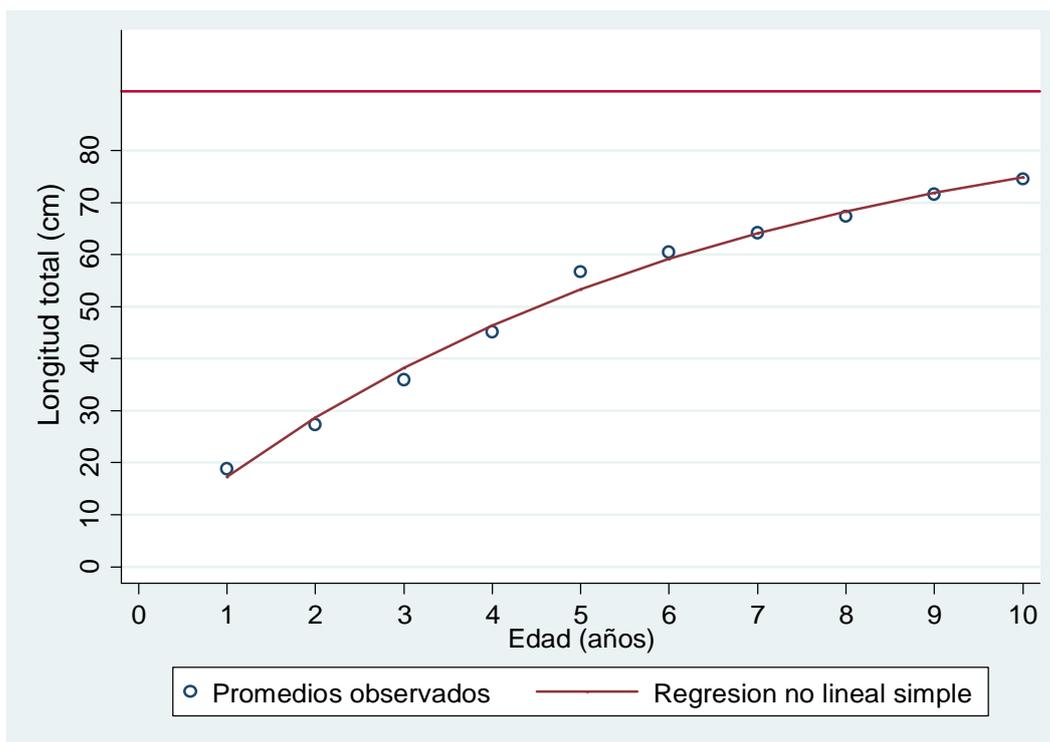
## 7.9. Obtención de los parámetros de crecimiento por los tres modelos (v. Bertalanffy, Logístico y Gompertz)

### 7.9.1. Parámetros de v. Bertalanffy mediante método de regresión no lineal simple

La diferencia entre la regresión lineal y no lineal con ponderación ajusta mejor los datos que la no ponderada, debido a que se usa el número de individuos o frecuencia de cada componente como factor de peso, por lo que se considera la representación de cada grupo, así también permite la estimación de los tres parámetros de manera simultánea, además de que se obtiene la matriz de varianza-covarianza y la suma de cuadrados residuales, que se toman como base para los siguientes análisis estadísticos multivariadas (Salgado-Ugarte, 2010). A partir de los valores de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos por el método de regresión no lineal simple, utilizando un método numérico de Gauss-Newton (Salgado-Ugarte *et al.* 2005) (tabla 17) se generó la curva de crecimiento correspondiente (Figura 23).

**Tabla 14:** Resumen de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy obtenidos por regresión no lineal simple para datos de longitudes de *Lutjanus peru*

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Número de observación = 10 F (3, 7) = 2827.61 Probabilidad >F = 0.00 R-cuadrada= 0.999 R- cuadrad ajustada= 0.998 Error de estimación = 1.900 Desviación residual = 37.65		
Modelo	30653.28	3	10217.76			
Residuos	25.29	7	3.61			
Total	30678.58	10	3067.85			
Función de crecimiento de von Bertalanffy, longitud promedio a edad $t = L_{\infty} * (1 - \exp(-k * (edad - t_0)))$						
Radio	Coficiente	Error estándar	t	P>   t	[Intervalos de Confianza 95 %]	
$L_{\infty}$	91.365	6.368	14.35	0.000	76.305	106.424
k	0.166	0.027	6.01	0.001	0.101	0.232
$t_0$	-0.256	0.228	-1.13	0.297	-0.796	0.282
(Errores estándares de P, Intervalos de Confianza y correlaciones son aproximaciones asintóticas.)						



**Figura 23:** Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por regresión no lineal simple a partir de las medias retrocalculadas para *L. peru*

7.9.2. Parámetros de v. Bertalanffy mediante método de regresión no lineal ponderada

Tabla 15: Parámetros de la FCVB estimados por regresión no lineal ponderada y sus valores estadísticos

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadros medios	Número de observación = 57 F (3, 54) = 20234.57 Probabilidad >F = 0.000 R-cuadrada= 0.999 R- cuadrad ajustada= 0.999 Error de estimación = 1.223 Desviación residual = 206.681		
Modelo	90820.846	3	30273.615			
Residuos	80.791	54	1.496			
Total	90901.637	57	1594.765			
Función de crecimiento de von Bertalanffy, longitud promedio a edad $t = L_{\infty} * (1 - \exp(-k * (edad - t_0)))$						
Radio	Coefficiente	Error estándar	t	P> t	[Intervalos de Confianza 95 %]	
$L_{\infty}$	105.633	3.861	27.36	0.000	97.891	113.375
k	0.120	0.007	15.20	0.000	0.104	0.136
$t_0$	-0.567	0.065	-8.73	0.000	-0.698	-0.437
(Errores estándares de P, Intervalos de Confianza y correlaciones son aproximaciones asintóticas.)						

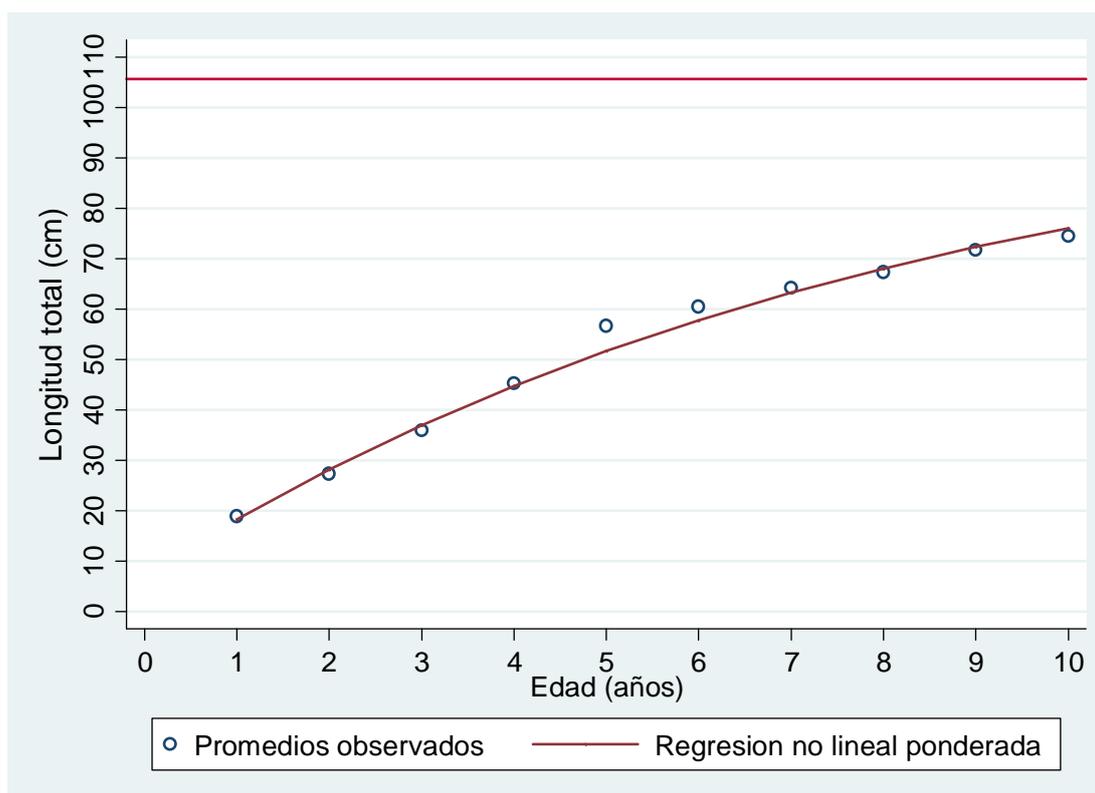


Figura 24: Función de crecimiento de von Bertalanffy estimada por regresión no lineal ponderada a partir de las medias retrocalculadas para *L. peru*

Con la obtención de los parámetros de crecimiento por el método de la regresión no lineal ponderada, se obtuvo la curva de crecimiento (Figura 24), donde se aprecia que los promedios observados se ajustan a la curva.

### 7.9.3. Parámetros de la logística mediante método de regresión no lineal simple

Con los valores medios de longitud total por grupo de edades en años se estimó mediante regresión no lineal simple, mediante el modelo logístico correspondiente para toda la población capturada en el muestreo. Además se estimó el valor de la longitud asintótico, con lo cual se pudo transcribir el modelo de crecimiento en longitud (Figura 25).

**Tabla 16:** Parámetros del modelo logístico estimados por regresión no lineal simple y sus valores estadísticos

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Número de observación = 10 F (3, 7) = 4413.96 Probabilidad >F = 0.000 R-cuadrada= 0.999 R- cuadrat ajustada= 0.999 Error de estimación = 1.521 Desviación residual = 33.20853		
Modelo	30662.371	3	10220.790			
Residuos	16.208	7	2.315			
Total	30678.580	10	3067.858			
Función de crecimiento de Logístico de 3 parámetros, longitud promedio a edad $t = L_{\infty} / (1 + \exp(-k * (edad - t_0)))$						
Radio	Coficiente	Error estándar	t	P>	t	[Intervalos de Confianza 95 %]
$L_{\infty}$	75.161	1.537	48.88	0.000		71.524      78.797
k	0.501	0.033	14.92	0.000		0.422      0.581
$t_0$	3.125	0.126	24.77	0.000		2.826      3.423545
(Errores estándares de P, Intervalos de Confianza y correlaciones son aproximaciones asintóticas.)						

Se observa que mediante este método el valor de  $L_{\infty}$  se subestima, sin embargo, cuando el valor de  $L_{\infty}$  es bajo, el otro parámetro que es  $t_0$  es alto, sin embargo, el índice de correlación es muy significativo ( $r^2=0.999$ ).

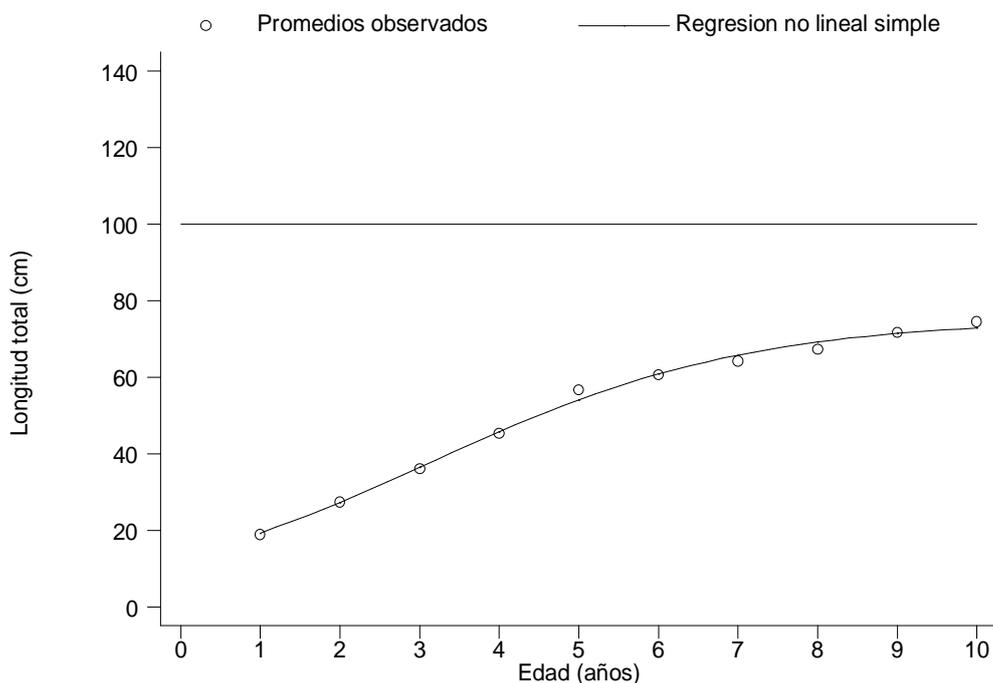


Figura 25: Función de crecimiento de Logística y estimada por regresión no lineal simple a partir de las medias retrocalculadas para *L. peru*

#### 7.9.4. Parámetros de Logístico mediante método de regresión no lineal ponderada

Tabla 17: Parámetros del modelo logístico estimados por regresión no lineal ponderada y sus valores estadísticos

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Número de observación = 57 F (3, 54) = 79174.23 Probabilidad >F = 0.000 R-cuadrada= 0.999 R- cuadrad ajustada= 0.999 Error de estimación = 0.618 Desviación residual = 128.956		
Modelo	90880.975	3	30293.658			
Residuos	20.661	54	0.382			
Total	90901.637	57	1594.765			
Función de crecimiento de Logístico de 3 parámetros, longitud promedio a edad t = $L^{\infty} / (1 + \exp(-k * (edad - t_0)))$						
Radio	Coficiente	Error estándar	t	P>  t	[Intervalos de Confianza 95 %]	
$L^{\infty}$	75.280	0.391	192.19	0.000	74.495	76.066
k	0.499	0.005	85.13	0.000	0.487	0.511
$t_0$	3.159	0.027	113.73	0.000	3.103	3.215
(Errores estándares de P, Intervalos de Confianza y correlaciones son aproximaciones asintóticas.)						

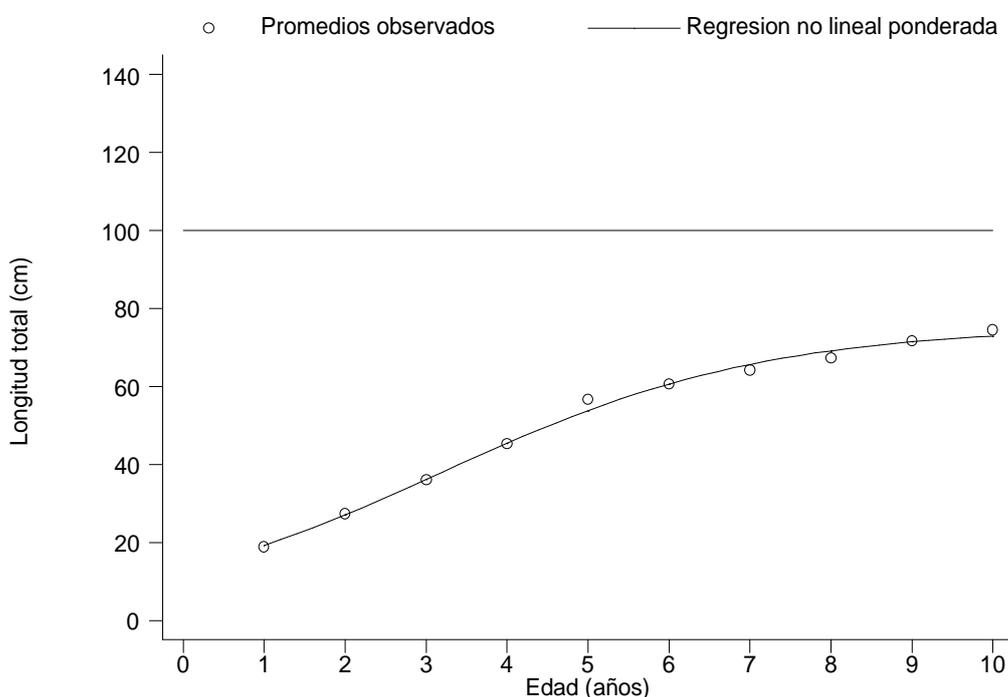


Figura 26: Función de crecimiento de Logística y estimada por regresión no lineal ponderada partir de las medias retrocalculadas para *L. peru*

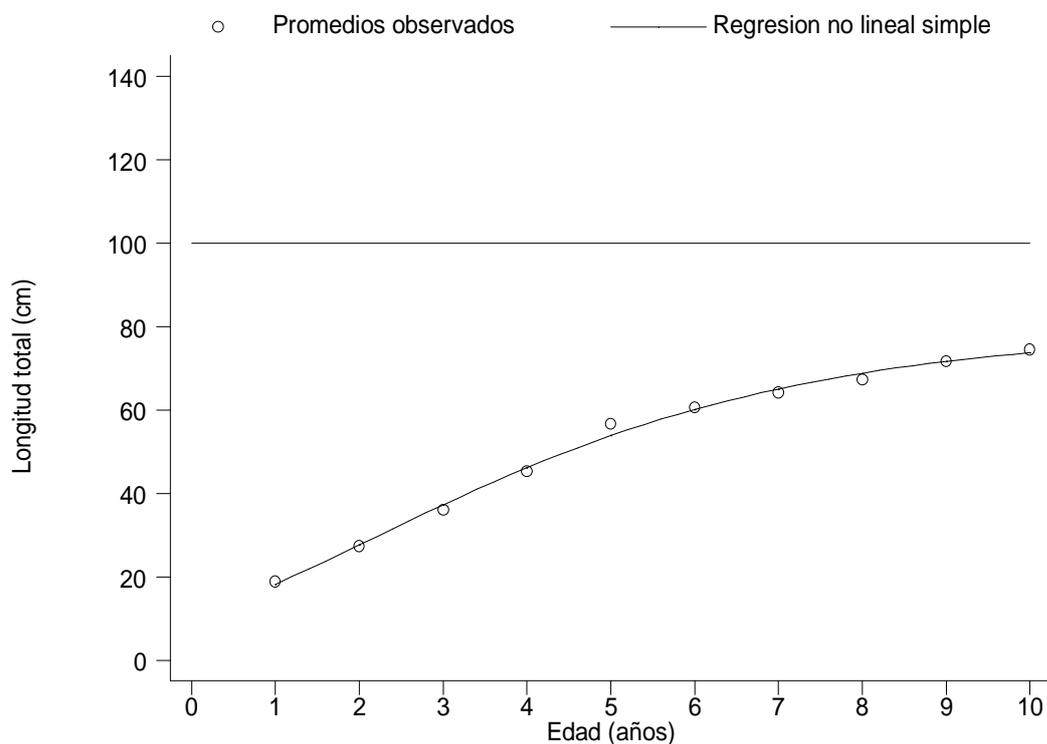
En la figura 26 se observa que los valores de la longitud del pez sobre el número de anillos (o edad en este caso) presentan el mismo comportamiento que la obtenida a partir de los demás métodos.

#### 7.9.5. Parámetros de Gompertz mediante método de regresión no lineal simple

A partir de la aplicación del modelo de Gompertz para obtener los parámetros de crecimiento, se observa que con este modelo el valor de  $L^\infty$  es menor (79.37), comparada con el método de von Bertalanffy. En la figura 27 es posible observar que el crecimiento sigue una tendencia semejante a las otras curvas obtenidas con los modelos anteriores, en la que a mayor edad se tiene una mayor talla de los individuos.

**Tabla 18:** Parámetros del modelo de Gompertz estimados por regresión no lineal simple y sus valores estadísticos

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Número de observación = 10 F (3, 7) = 4788.87 Probabilidad >F = 0.000 R-cuadrada= 0.999 R- cuadrad ajustada= 0.999 Error de estimación = 1.460 Desviación residual = 32.393		
Modelo	30663.639	3	10221.213			
Residuos	14.940	7	2.134			
Total	30678.580	10	3067.858			
Función de crecimiento de Gompertz, longitud promedio a edad $t = L_{\infty} * \exp(-\exp(-k * (edad - t_0)))$						
Radio	Coefficiente	Error estándar	t	P>  t	[Intervalos de Confianza 95 %]	
$L_{\infty}$	79.373	2.193	36.19	0.000	74.187	84.559
k	0.333	0.026	12.77	0.000	0.271	0.395
$t_0$	2.163	0.111	19.44	0.000	1.900	2.426
(Errores estándares de P, Intervalos de Confianza y correlaciones son aproximaciones asintóticas.)						

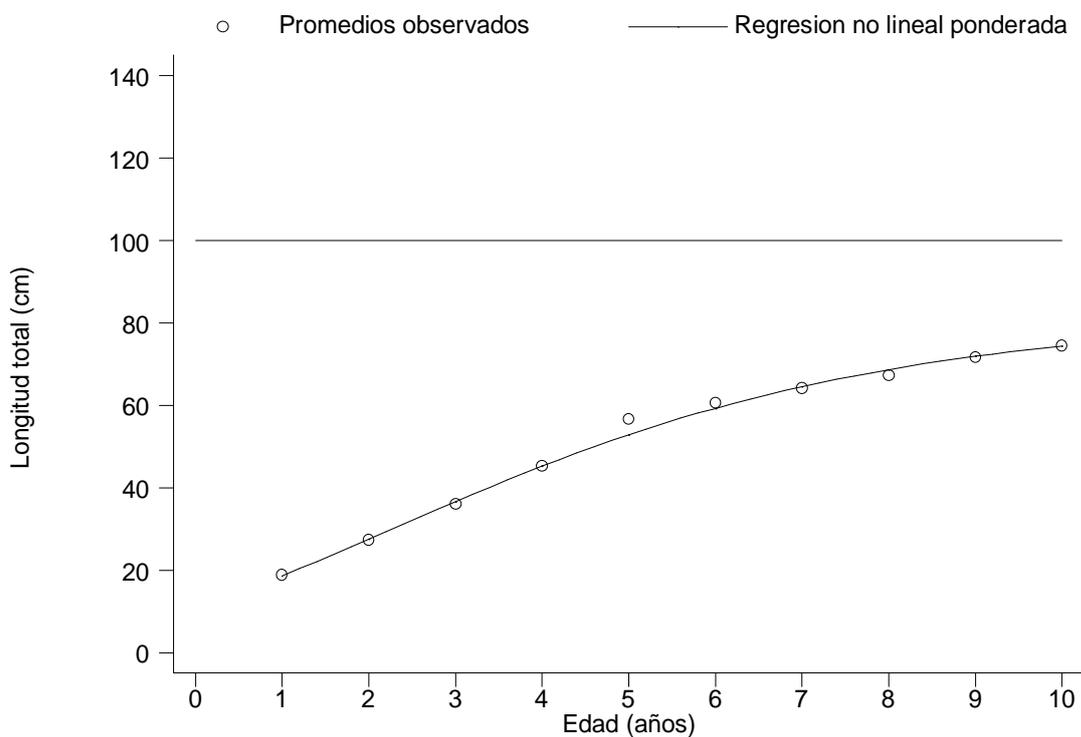


**Figura 27:** Función de crecimiento de Gompertz y estimada por regresión no lineal simple a partir de las medias retrocalculadas para *L. peru*

### 7.9.6. Parámetros de Gompertz mediante método de regresión no lineal ponderada

**Tabla 19:** Parámetros del modelo de Gompertz estimados por regresión no lineal ponderada y sus valores estadísticos

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Número de observación = 57 F (3, 54) = 54634.55 Probabilidad >F = 0.000 R-cuadrada= 0.999 R- cuadrada ajustada= 0.999 Error de estimación = 0.744 Desviación residual = 150.097		
Modelo	90871.698	3	30290.566			
Residuos	29.938	54	0.554			
Total	90901.637	57	1594.765			
Función de crecimiento de Gompertz, longitud promedio a edad $t = L_{\infty} * \exp(-\exp(-k * (edad - t_0)))$						
Radio	Coficiente	Error estándar	t	P>   t	[Intervalos de Confianza 95 %]	
$L_{\infty}$	81.780	0.754	108.38	0.000	80.267	83.293
k	0.305	0.005	53.48	0.000	0.293	0.316
$t_0$	2.286	0.034	65.41	0.000	2.216	2.356
(Errores estándares de P, Intervalos de Confianza y correlaciones son aproximaciones asintóticas.)						



**Figura 28:** Función de crecimiento de Gompertz y estimada por regresión no lineal ponderada partir de las medias retrocalculadas para *L. peru*

Los grupos de edad estimados por medio de la lectura de escamas (Figura 28) reflejan que el incremento en longitud del organismo a través del tiempo (edad) va en disminución, es decir, que el pez en los primeros cuatro años crece rápidamente y a partir de la edad cinco la tasa de crecimiento va en disminución.

Como se mencionó anteriormente se obtuvieron los diez grupos de edad (1 a 10). De tal forma que los valores de la longitud total asintótica fueron, para el caso del método de von Bertalanffy, 91.4 cm; por el método de CAST, 90.7 cm y 91.4 para la regresión no lineal simple; mientras que el índice catabólico (k) fue semejante para ambos métodos (0.17). Lo anterior, pone de manifiesto que el método de la lectura de escamas en peces es preciso y confiable para el huachinango *L. peru* en valoración.

En lo que respecta a la lectura de escamas, los parámetros de crecimiento estimados por los tres modelos (von Bertalanffy, Logístico y Gompertz) son semejantes, aunque para fines de evaluación de la especie, desde el punto de vista pesquero, el modelo de von Bertalanffy es el que más se utiliza para obtención de las constantes de crecimiento. En el presente estudio se tomaron en cuenta los valores de las constantes de crecimiento estimadas por el método de CAST ( $L_{\infty}=90.689$  cm de LT,  $k= 0.1 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0= -0.234$ ) y las obtenidas a partir de la ecuación no lineal simple de von Bertalanffy ( $L_{\infty}= 91.36$  cm de LT;  $k= 0.33 \text{ años}^{-1}$  y;  $t_0=-0.12$ ), pues ambas proporcionaron la mejor correlación y una  $L_{\infty}$  que se ajusta en mayor proporción a los datos observados para *Lutjanus peru*.

**Tabla 20:** Valores correspondientes a los parámetros de los modelos de crecimiento de von Bertalanffy, logístico y Gompertz, estimados mediante regresión no lineal, para los 69 organismos capturados comercialmente

Modelo de crecimiento	$L_{\infty}$	k	$t_0$	$r^2$
von Bertalanffy (RnoLS)*	91.37	0.17	-0.26	0.999
von Bertalanffy (RnoLP)**	105.63	0.12	-0.57	0.999
v. Bertalanffy (CAST)	90.69	0.17	0.23	0.992
Logístico (RnoLS)	75.16	0.50	3.13	0.999
Logístico (RnoLP)	75.28	0.50	3.16	0.999
Gompertz (RnoLS)	79.37	0.33	2.16	0.999
Gompertz (RnoLP)	81.78	0.31	2.29	0.999

\* RnoLS: Regresión no lineal simple

\*\* RnoLP: Regresión no lineal ponderada

Las estimaciones de edad y crecimiento para *Lutjanus peru* se han obtenido tanto por métodos directos (escamas y otolitos) e indirectos (distribución de frecuencias). En la tabla 24 se resumen los resultados de los parámetros de crecimiento ( $L_{\infty}$ , k y  $t_0$ ) obtenidos mediante el modelo de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB), calculados por diferentes autores para diferentes lugares, principalmente en el Pacífico mexicano, incluyendo los del presente trabajo.

Tabla 21: Parámetros de crecimiento de *Lutjanus peru* obtenidos por varios autores en diferentes áreas

Zona de estudio	Autor (es)	Método	Parámetros			Longevidad (años)	Ø
			L <sub>∞</sub> (cm)	k (año <sup>-1</sup> )	t <sub>0</sub> (años)		
B. C. S	Castro (1981)	Escamas	66.71	0.23	0.54	13	3.01
La Paz, B. C. S.	Rocha y Muñoz (1993)	Otolitos	90.80	0.13	-0.03	21	2.95
Sureste B. C.	Rocha-Olivares (1998)	Otolitos*	97.32	0.11	-0.31	23	3.03
Jalisco	González-Ochoa (1997)	Otolitos	70.50	0.009	0.50	34	2.65
Jalisco	Espino-Barr <i>et al.</i> , (2006)	Frec. tallas	121.79	0.14	-0.04	21	3.33
Colima	Cruz-Romero <i>et al.</i> , (1996)	Frec. tallas	81.73	0.15	0.02	19	2.81
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> , (1998)	Frec. tallas	69.72	0.13	-0.02	23	2.83
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> , (1998)	Escamas	79.43	0.10	-0.03	30	2.80
Michoacán	Ruíz-Luna <i>et al.</i> , (1985)	Esc. y Frec.	80.50	0.19	0.75	17	3.09
Michoacán	Madrid (1990)	Escamas	81.50	0.19	0.78	17	3.10
Michoacán	Hdez.-Montaño <i>et al.</i> , (2006)	Frec. tallas*	76.50	0.18	-0.75	16	3.21
Michoacán	Gallardo-Cabello <i>et al.</i> , (2010)	Escamas	81.12	0.24	-0.39	12	3.20
Mich., Gro y Oax.	Aguilar-Salazar (1986)	Escamas	85.02	0.11	-1.57	26	2.90
Guerrero	Rojas-Herrera (2001)	Otolitos	92.51	0.09	-1.66	31	2.90
Guerrero	Rojas-Herrera (2001)	Frec. tallas	80.00	0.13	-0.66	21	2.90
Guerrero	Cabrera-Mancilla <i>et al.</i> , (2006)	Frec. tallas	82.5	0.08	-2.53	33	2.70
Guerrero	Santamaría y Chávez (1999)	Frec. tallas	80.80	0.14	0.23	22	2.96
<b>Guerrero</b>	<b>Este trabajo (RnoLS)**</b>	<b>Escamas</b>	<b>91.36</b>	<b>0.17</b>	<b>-0.25</b>	----	3.15
<b>Guerrero</b>	<b>Este trabajo (CAST)**</b>	<b>Escamas</b>	<b>90.69</b>	<b>0.17</b>	<b>0.23</b>	25	3.14
Oaxaca	Ramos-Cruz (1996)	Frec. tallas	61.80	0.15	-0.30	19	3.31

\* Longitud estándar

\*\* De acuerdo a los métodos aplicados, los modelos de RnoLS y CAST fueron los que tuvieron un mejor ajuste a los datos observados para *L. peru*

Finalmente, las ecuaciones que representan el crecimiento de *L. peru* en longitud total, de acuerdo a los métodos de Regresión no lineal simple (v. Bertalanffy) y CAST (Stamatopoulos-Caddy, 1989), sustituyendo los valores de  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$ , fueron:

$$L_t = 91.37[1 - e^{-0.0022(91.37 - L_t)}] \quad \text{Regresión no lineal simple de von Bertalanffy}$$

$$L_t = 90.69[1 - e^{-0.0022(90.69 - L_t)}] \quad \text{Método CAST (Stamatopoulos-Caddy, 1989)}$$

### 7.10. Crecimiento en peso

De relación entre talla-peso ( $b=2.974$ ), y del valor de la longitud asintótica o infinita obtenida por la regresión no lineal simple (91.361) se muestra la ecuación que representa el crecimiento de *L. peru* en términos del peso total ( $P_t$ ):

$$P_t = 9833.9[1 - e^{-0.0000222(9833.9 - P_t)^{2.974}}$$

## **VIII. DISCUSIÓN**

### **8.1. Muestreo**

La pesquería de los lutjánidos o pargos, entre ellos el huachinango, se lleva a cabo durante todo el año, sin embargo existen varios factores que dificultan su captura, entre ellos fenómenos hidrodinámicos: mareas, corrientes, oleaje; la temporada de lluvias y los procesos de mezcla horizontal y vertical debido al acercamiento de agua fría proveniente del Golfo de California (masa de agua fácilmente identificada por su baja salinidad, bajas temperaturas y alto contenido de oxígeno disuelto), lo que propicia el desplazamiento del stock hacia caladeros muy cercanos a la costa, mientras que con la entrada de aguas más cálidas, provenientes de la Corriente de Costa Rica, se observa que la especie se aleja de la costa y hacia las zonas más profundas, que es donde permanecen los especímenes de tallas más grandes (Morales-Nin, 1994; Cabrera-Mancilla *et al.* 2006). Otro aspecto que influye en la captura del recurso es que, durante el estrés por las gónadas en reproducción, el organismo no toma la “carnada” del anzuelo, lo cual se traduce una disminución de los volúmenes de captura, lo anterior sugiere que esto posiblemente se deba a que la gónada ocupa toda la cavidad abdominal e impide la ingestión de alimento y optan por utilizar las reservas, principalmente los fosfolípidos (vitelogenina que es acumulado dentro del oocito bajo la forma de glóbulos de vitelo) producidos en el hígado o bien, reabsorber los ovocitos que no llegaron madurar a tiempo. Lucano-Ramírez (1998) y Sparre y Venema (1997) plantean que las embarcaciones comerciales son siempre hasta cierto punto sesgadas de la población, ya que los pescadores nunca intentan tomar muestras al azar del stock, lo cual se debe a que ya cuentan con caladeros donde los peces suelen ser más abundantes y de tamaño comercial, por lo que el arte de pesca está dirigido a la especie objetivo. Además, a diferencia de las comunidades en zonas templadas, en las regiones tropicales existe un considerable número de especies con complejas interacciones, particularmente

las comunidades de peces, como lo han citado varios autores (Espino-Barr, 1998; Santamaría y Chávez, 1999; Rojas-Herrera *et al.* 2004; Chiappa-Carrara *et al.* 2004; Cabrera-Mancilla *et al.* 2006), resultado que conlleva en algunos casos, a que las capturas no reflejen un rendimiento o beneficio al pescador, debido a que la captura de cada una de estas especies resulte poco abundante, a pesar de su considerable esfuerzo.

## **8.2. Relación peso total – longitud**

La longitud está a menudo íntimamente relacionada con otras características tales como: peso, edad, madurez, etc. La relación talla-peso también es usada para conocer la forma del cuerpo como reflejo de los cambios fisiológicos que sufre a través de su vida (Jiménez-Badillo, 1996).

A partir de los datos de los muestreos efectuados a lo largo del litoral de Guerrero, el huachinango presentó una tendencia potencial con valores muy altos del coeficiente de determinación. Los valores obtenidos del coeficiente “b” por medio del método de regresión lineal evidenció un crecimiento alométrico negativo o minorante ( $b= 2.974$ ), lo que significa que *Lutjanus peru* es menos pesado para la longitud que tiene en las primeras etapas de su crecimiento y, posteriormente disminuye en la etapa adulta (Ricker, 1975). Los valores obtenidos se ven apoyados por un índice de correlación 0.97 y este mismo tipo de crecimiento ha sido reportado por Lucano-Ramírez *et al.* (2001) en el estado de Jalisco, quienes indicaron que la especie tiene un comportamiento alométrico con una pendiente ( $b=2.95$ ); por su parte, Hernández-Montaña *et al.* (2006) reportó una relación de tipo alométrico negativo con un valor de pendiente de  $b=2.787$  para el estado de Michoacán; los resultados generados por Santamaría y Chávez (1999) mencionan un crecimiento alométrico ( $b=2.27$ ); Cabrera-Mancilla *et al.* (2006) reportaron una pendiente  $b=2.94$  para individuos del estado de Guerrero y consideraron que el crecimiento tiende a una isometría, por su parte Rojas-Herrera

(2001) graficó la longitud estándar contra peso total obteniendo una pendiente ( $b=2.84$ ) alométrico negativo, para la misma área.

Sin embargo, existen otros trabajos relacionados con el tipo de crecimiento para *L. peru* en los cuales se señala que es de tipo isométrico, con valores de la pendiente de 2.905 (Rocha-Olivares, 1998), 3.04 en Jalisco y Colima (Saucedo-Lozano *et al.* 1998), 2.82 en Michoacán (Gallardo-Cabello *et al.* 2010) y 2.88 en el estado de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Aguilar-Salazar, 1986).

El crecimiento isométrico indica un aumento proporcional en longitud y peso o que el pez conserva la misma forma a medida que crece, por otro lado, el crecimiento alométrico negativo sugiere que el pez llega a crecer más en longitud que en peso. La forma del cuerpo de *L. peru* puede justificar el tipo de crecimiento alométrico. Bagenal y Tesch (1978) señalan que pueden existir diferencias en la relación longitud-peso a nivel de sexo, madurez, estación e incluso la hora del día como consecuencia del llenado estomacal, por consiguiente los cambios en el valor de “b” ocurren entre fases de desarrollo, en la primera madurez sexual y con cambios ambientales importantes. A este respecto también otros autores relacionan los factores externos propios del área al que pertenecen (Tresierra y Culquichicon 1993; Rojas-Herrera, 2001; Gómez *et al.* 2002 y Sarabia-Méndez, 2007). Por otro lado, Margalef (1989) y Cushing (1975) indican que las diferencias de las relaciones se deben a la época del año, desove, sexo, a factores genéticos de las especies, hábitat, etc.

### **8.3. Longitud total - el incremento del radio de la escama**

La relación entre el crecimiento de la escama con respecto al tamaño del pez mostró una tasa directamente proporcional, esto es, conforme el organismo crece en tamaño, sus escamas tienden a crecer en la misma proporción, lo que valida la confiabilidad de utilizar las escamas para determinar la edad y puede ser utilizado para retrocalcular la longitud a edades pretéritas, con lo cual los datos

se validaron para obtención de las longitudes retrocalculadas para cada grupo de edad. Esta relación coincide con lo que reportó Espino-Barr et al. (1996) donde discutió que el crecimiento de la escama se considera proporcional al tamaño del pez, por lo que se puede utilizar con métodos de retrocálculo en la determinación de edades anteriores. Por su parte Rocha-Olivares y Gómez-Muñoz (1993) determinaron que la relación entre el tamaño del otolito y la talla del pez es de tipo alométrico, al obtener una  $r^2= 0.97$ .

Rojas-Herrera (2001) utilizó el retrocálculo de las longitudes pretéritas del huachinango, con lo que obtuvo las ecuaciones de regresión entre el radio de los otolitos y la longitud del pez; con el nomograma construido se reflejó una relación y la proporcionalidad directa entre ambas variables.

De acuerdo a Pauly (1967, citado en Aguilar-Salazar, 1986) la aplicación de la fórmula de Lea con la corrección de Lee, puede ser usada con resultados satisfactorios en los estudios de crecimiento de los Lutjánidos. En este trabajo, al utilizar esta fórmula se observó el mismo proceso, esto es, la relación directa entre el crecimiento de *L. peru*, reflejado en el de la escama.

#### **8.4. Análisis de escamas**

Las escamas y los otolitos son dos de las estructuras que más se utilizan para la determinación de edad (Holden y Raitt, 1975). La relación entre el crecimiento de la escama con respecto a la longitud del organismo mostró un crecimiento directamente proporcional, lo cual indicó que conforme el organismo incrementa de tamaño, sus escamas crecen a un tamaño de crecimiento igual, lo que comprueba la confiabilidad de esta estructura en la interpretación de la edad (Campana y Neilson, 1985).

Castro (1981); Aguilar-Salazar (1986); Espino-Barr (1998), Sarabia-Méndez (2007) y Gallardo-Cabello et al. (2010) remarcaron que las escamas ctenoides circulares de la especie *Lutjanus peru*

son adecuadas para la determinación de la edad y crecimiento, aparte de que presenta una proporcionalidad entre la magnitud de la escama respecto a la longitud del pez.

Por lo anterior, en este trabajo se utilizó un método directo por ser el que mejor refleja de una manera más asertiva a la edad y crecimiento (Gómez-Márquez, 1994). Utilizar las escamas para la determinación de edad se considera muy práctico, por su facilidad en la remoción y almacenaje; otra ventaja de esta técnica se basa en que los peces no necesitan ser sacrificados (Salgado-Ugarte *et al.* 2005), además de la factibilidad de que se puede trabajar con un muestreo menor y proyecta alta representatividad a diferencia del método indirecto (frecuencia de tallas) que obliga a trabajar con muchos datos (Espino-Barr *et al.* 2008b), aunque la observación de los anillos en *L. peru* es difícil en individuos de tallas mayores, lo cual se deba, probablemente, a una calcificación deficiente o a que la variación de los factores que influyen en la diferente incorporación de minerales durante el crecimiento a lo largo del año no es tan marcada (Torres-Aguilar, 2002).

De los organismos de *L. peru*, representados en el intervalo de tallas de 18.9 a 84 cm de LT, fue posible identificar los anillos de crecimiento y por consecuencia, su edad. En el recuento de los anillos de crecimiento en escamas, se lograron reconocer 10 anillos con una distancia media para cada organismo de: 18.90, 27.40, 35.94, 45.24, 56.67, 60.57, 64.21, 67.31, 71.68 y 74.54 cm de LT. Cabe destacar que la edad cero correspondió al intervalo 14.2 - 18 cm LT, por lo que este trabajo a la vez de contar con una muestra biológica que corrobore la ecuación obtenida de  $L_{\infty}$  von Bertalanffy (1938), aporta la talla mínima (cm  $L_s$  y  $L_t$ ) encontrada en Jalisco y Colima (Tabla 22). Además, se observó que la mayor parte de los datos provienen de tallas comprendidas entre los 18 y 36 cm LT, lo que equivale a que la pesca está dirigida a éstas y corresponden al producto de "orden" o "platillero".

**Tabla 22:** Tallas mínimas y máximas registradas para *Lutjanus peru* capturados con diferentes artes de pesca

Zona	Autor	Talla	
		Mínima (cm Ls)	Máxima (cm)
Colima	Cruz-Romero <i>et al.</i> , (1991)	10 (Ls)	71.5 (Ls)
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> , (1998)	9 (Lt)	71.5 (Lt)
Jalisco	Lucano-Ramírez <i>et al.</i> , (2001)	15 (Lt)	
Jalisco	Espino-Barr <i>et al.</i> , (2003, 2004)	22 (Ls)	74 (Ls)
<b>Guerrero</b>	<b>Presente trabajo</b>	<b>14.2 (Lt)</b>	<b>84 (Lt)</b>

El recuento de los anillos de crecimiento en escamas, permitió establecer diez grupos de edad (1+, 2+, 3+, 4+, 5+, 6+, 7+, 8+, 9+ y 10+.). Estos resultados son similares a los obtenidos por Castro (1981) quién encontró nueve grupos de edad, Ruíz-Luna *et al.* (1985) y Aguilar-Salazar (1986) que en sus estudios definieron siete grupos de edad para *L. peru*, mediante el recuento de anillos en escamas; asimismo, Santamaría-Miranda y Chávez (1999) reportaron nueve grupos de edades con lecturas en otolitos; por su parte Gallardo-Cabello *et al.* (2010) registraron cuatro marcas de crecimiento en escamas en *L. peru* en las costas de Michoacán.

Respecto al uso de la distribución de frecuencias de tallas por el método de Bhattacharya, Cabrera-Mancilla *et al.* (2006) determinaron ocho grupos de edad para *L. peru* en Guerrero, lo cual se atribuye a que los datos disponibles estuvieron en función de organismos con tallas comerciales de mayor demanda en el mercado. Para la realización del presente trabajo fue posible contar con información de organismos con tallas de 14.3 a 86 cm de LT, espectro más amplio que permitió identificar más grupos de edad por ambos métodos, directo (lectura de escamas) e indirecto (frecuencia de tallas).

Esta información se pudo comparar con los diez grupos de edad obtenidos a partir del método directo por medio de la lectura de anillos de crecimiento en escamas. Al cotejar los grupos de edad obtenidos por ambos métodos se estableció que las longitudes medias estimadas de los primeros

siete grupos coinciden para ambos, mientras que en los casos de los grupos ocho a diez que corresponden a tallas mayores no hay coincidencia. Lo anterior se debe a que la lectura de anillos en organismos de tallas superiores a los 80 cm, se hace cada vez más complicada debido a que los anillos se sobreponen y la mayor parte de las escamas están regeneradas. Por otro lado, en el análisis de frecuencia de longitudes se tiende a agrupar las clases de edad mayores al estar cercanas entre sí. En tales casos es impreciso distinguir las edades más grandes y el mejor enfoque pudiera suponer que todos los peces más allá de cierta edad forman un solo grupo (Salgado-Ugarte *et al.* 2005).

El hecho de que se haya podido contar con información de organismos de tallas menores se debe a que los individuos pequeños que se acercan a la costa se pueden utilizar en proyectos de engorda de huachinango en jaulas flotantes, por lo que se aprovechó la ocasión para medir y tomar muestras de escamas de ellos. Mientras que los de tallas mayores a 50 cm de LT, corresponden a organismos que se aproximan en grandes cardúmenes en temporada de agua fría y por la presencia de jaiba o calamar, fenómeno al que los pescadores le llaman “corrida”, lo cual corresponde a la migración del huachinango para aprovechar estas especies en su alimentación (observación en campo y comunicación personal).

**Tabla 23:** Tallas medias correspondientes obtenidos por método directo e indirecto

<b>Grupo</b>	<b>Método directo (LT cm)*</b>	<b>Método indirecto (LT cm)**</b>
1	18.90	18.70
2	27.40	23.36
3	35.94	36.55
4	45.24	45.85
5	56.67	55.89
6	60.57	62.83
7	64.21	-----
8	67.31	-----
9	71.68	71.12
10	74.54	-----
11	-----	78.31
12	-----	84.67

\* Este trabajo (método lectura)

\*\* Trabajo de Cabrera-Mancilla *et al.* (2006) (Método indirecto)

### **8.5. Índice de Incremento Marginal**

En investigaciones sobre edad que incluyen la lectura de cualquier estructura dura de los peces como los otolitos y escamas principalmente, es de suma importancia la validación de la aparición de las marcas de crecimiento (Beamish y McFarlane 1987).

El análisis del incremento marginal permitió establecer la formación de un anillo de crecimiento anual. Las medianas de los incrementos marginales (IM) mensuales mostraron el valor mínimo en el mes de abril, lo cual permitió establecer la formación del anillo de crecimiento. Las causas de esta periodicidad son imprecisas; algunos autores los relacionan con los periodos de freza (Manooch III, 1987); sin embargo, Barger (1985) y Beckman *et al.* (1991) mencionan que en algunas especies de peces tropicales la formación del anillo no es necesariamente consecuencia directa de la actividad reproductiva, si no a los cambios de la temperatura del agua (Espino-Barr *et al.* 1998 y Gallardo-Cabello *et al.* 2010). Dado que los anillos de crecimiento están presentes en peces inmaduros, es probable que la formación siga un ritmo interno de crecimiento sincronizado con las oscilaciones estacionales del medio. Lo anterior se sustenta con los datos de temperatura superficial del mar (Figura 5), ya que los meses de febrero y marzo se presentan generalmente temperaturas bajas debido a la entrada del agua fría del norte hacia el sur y en el mes de mayo, esta porción de agua comienza a retirarse por efecto de la entrada de agua cálida proveniente del sur. Esto sugiere que la formación del anillo en la escama se puede dar alrededor del mes de abril, cuando las temperaturas superficiales del mar son menos cálidas.

A este respecto, Morales-Nin (1989) ha demostrado la existencia de marcas periódicas en las estructuras duras, que reflejan la dinámica anual del ritmo de crecimiento de los peces tropicales. A su vez, los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con otros estudios realizados en *Lutjanus peru*, donde se menciona que la formación de anillos es anual y esto ocurre en los meses

menos cálidos, donde el descenso de la temperatura es un factor que influye en la formación de la marca (Espino-Barr, 1998; Rojas-Herrera, 2001 y Gallardo-Cabello *et al.* 2010).

Existen otros estudios indicando que la formación del anillo se relaciona con las épocas de desove, tales como el de Ruíz *et al.* (1982) y Madrid (1990), durante el seguimiento de formación de anillos a través del año, definieron dos periodos principales de deposición, uno en mayo y otro en diciembre.

De acuerdo con Aguilar-Salazar (1986) en Guerrero, Oaxaca y Chiapas los periodos de reproducción del huachinango se presentan entre abril-mayo (pico de desove masivo) y a los meses de septiembre-diciembre (desove menor), por lo que determinó que la formación de anillos de crecimiento en *Lutjanus peru* es coincidente con eventos reproductivos principalmente. Rocha-Olivares y Gómez-Muñoz (1993) mencionan que en B. C. S. en el mes de julio ocurre la época en que se marca una línea con los otolitos que coincide con la reproducción. B. C. S.

Así mismo, Cruz-Romero *et al.* (1991); Madrid (1990); Ruíz *et al.* (1982) mencionan que la formación de los anillos de crecimiento en *Lutjanus peru*, posiblemente esté relacionada con las variaciones del metabolismo causadas por el desarrollo gonadal y los gastos de energía producto del desove, debido a que el menor valor de incremento marginal coincide con la época de reproducción. A este respecto, y de acuerdo con los datos procesados en el presente trabajo se contó con individuos inmaduros de *L. peru* que se agrupan en las edades uno a tres, los cuales corresponden a individuos que no han madurado sexualmente (Rojas-Herrera, 2004), por lo que es más probable que los anillos anuales se relacionan con cambios de temperatura (Espino-Barr, 1998; Rojas-Herrera, 2001; Gallardo-Cabello *et al.* 2010).

## **8.6. Estimación de los parámetros por medio de los modelos von Bertalanffy, Gompertz y Logístico**

El estudio del análisis de escamas permitió la identificación de 10 años de edad en *Lutjanus peru*. Los primeros anillos de crecimiento fueron muy notorios, sin embargo la amplitud de los anillos de crecimiento fue en disminución conforme aumentaba la edad, haciendo cada vez más delicada su lectura.

La edad y crecimiento del huachinango ha sido estimado a partir del análisis de frecuencias en longitud (Ruíz-Luna *et al.* 1985; Cruz-Romero *et al.* 1996; Espino-Barr *et al.* 1998; Santamaría y Chávez, 1999; Rojas-Herrera, 2001; Hernández-Montaña *et al.* 2006; Cabrera-Mancilla *et al.* 2006; Espino-Barr *et al.* 2006), de otolitos (Rocha-Olivares y Gómez-Muñoz, 1991; González-Ochoa, 1997; Rocha-Olivares, 1998; Rojas-Herrera, 2001) y escamas (Castro, 1981; Ruíz-Luna *et al.* 1985; Aguilar-Salazar, 1986; Madrid, 1990; Espino-Barr *et al.* 1998; Sarabia-Méndez, 2007 y Gallardo-Cabello *et al.* 2010).

Al calcular los parámetros de crecimiento del huachinango, utilizando los grupos de edad obtenidos por procedimientos lineales (Ford-Walford, 1947, Gulland, 1969 y Beverton-Holt, 1957) se obtuvo un valor de  $L_{\infty} = 95.35$  cm LT, mientras que al aplicar el método de Stamatopoulos y Caddy se contó con una  $L_{\infty} = 90.69$  cm LT. Mediante el método de regresión no lineal simple se generó una  $L_{\infty} = 91.32$  cm LT y a partir del método de regresión no lineal ponderada proporcionó una  $L_{\infty} = 105.63$  cm LT. Por lo anterior, las variables que mejor ajustaron a la biología de la especie y a lo reportado por otros autores, aquellas obtenidas por el método de Stamatopoulos y Caddy (1989) y de regresión no lineal simple fueron las que mejor explican el comportamiento de la especie.

De acuerdo a Defeo y Leonce-Valencia (1992) el método de CAST (Stamatopoulus y Caddy, 1989) para el modelo de von Bertalanffy, permite obtener parámetros con un buen ajuste y las estimaciones poseen menor variabilidad y más semejantes a aquellas reportadas en la literatura.

Por su parte, Sarabia-Méndez (2007) y Gallardo-Cabello *et al.* (2010) estimaron la edad y crecimiento del huachinango del Pacífico utilizando para ello un esquema de regresión no lineal simple (RnoLS). Sus resultados sugieren que el método de RnoLS para el modelo de von Bertalanffy describe satisfactoriamente el crecimiento de *L. peru*.

Lo anterior se observó la comparación de los valores de la ecuación de von Bertalanffy de crecimiento con los reportados en otros estudios para la misma especie, observando que si bien no son exactamente iguales si presentaron ciertas aproximaciones, en particular en relación al valor del coeficiente catabólico  $k$ .

Cabe mencionar que a pesar de que se obtuvo una longitud infinita ( $L_{\infty}=91.365$  cm de LT) a partir del método de lectura de escamas, durante los muestreos de las capturas comerciales se han capturado individuos de hasta 86.5 cm LT; aunque, por comunicación personal con los pescadores, ocasionalmente se han capturado organismos con una talla máxima de 90 cm de longitud total, talla que coincide con lo reportado por Ficher *et al.* (1995) para el Pacífico Central y Espino-Barr (2000) quien reporta una longitud máxima de 91 cm LT en la costa de Colima, el cual se ajusta a la curva de crecimiento aquí propuesta para esta especie.

Los parámetros del crecimiento obtenidos por otros autores (Tabla 21), usando estructuras diferentes para la determinación de la edad, son similares a los de este estudio. Sin embargo, estos difieren de los resultados de Espino-Barr *et al.* (2006) quien ha estimado una  $L_{\infty}$  mayor en Jalisco y por Castro (1981), Ramos-Cruz (1996) y González-Ochoa (1997) con un valor menor de la  $L_{\infty}$  en Baja California Sur, Oaxaca y Jalisco, respectivamente.

A este respecto, Sparre y Venema (1997) mencionan que los parámetros de crecimiento de una especie en particular pueden variar de una población a otra e incluso, pueden crecer de forma diferente, según las condiciones ambientales.

A partir de la curva de crecimiento para el huachinango (*L. peru*), estimada en el presente trabajo, se deduce que se trata de una especie longeva debido a que la tasa de crecimiento es baja ( $k=0.1668$ ), pues los valores altos en la  $L_{\infty}$  son determinados por una constante  $k$  baja (Sparre y Venema, 1997). Lo anterior se corrobora con la longevidad estimada por el método de Stamatopoulos-Caddy (1989) que fue de 24.68 años.

Con respecto al valor de  $k$ , la revisión bibliográfica revela que hay diferencias en las tasas de crecimiento obtenidas para *L. peru* en diferentes localidades. Lo anterior se debe, muy probablemente, a la variación de la temperatura, la latitud a la cual se encuentran los organismos y a aspectos reproductivos propios de la especie. Estas diferencias en el índice catabólico, a su vez se verán reflejadas en la longevidad, la talla de primera captura y el índice de mortalidad natural de dos o más poblaciones en un área determinada (Sarabia-Méndez, 2007).

A este respecto, Taylor (1958, 1959, 1960, citado en Wiff y Quiñones, 2004) ajustó a la ecuación de v. Bertalanffy a datos de crecimiento para el bacalao (*Gadus callarias*) y dos bivalvos (*Siliqua patula* y *Cardium corbis*) en diferentes latitudes, encontrando una alta correlación entre la constante de crecimiento  $k$  y el promedio anual de la temperatura.

Es importante destacar que éste es el primer reporte que existe sobre la edad y crecimiento del huachinango (*L. peru*) en el estado de Guerrero basado en lectura de escamas, lo cual sienta un precedente para la especie, ya que estas estimaciones presentan un soporte sólido.

De los tres métodos (v. Bertalanffy, Gompertz y Logística), aplicados a los datos obtenidos por las lecturas de escamas, con el modelo de von Bertalanffy, se obtuvo un mejor ajuste de la  $L_{\infty}$ , además

de un alto índice de correlación ( $r^2=0.999$ ). Este modelo de von Bertalanffy, es el más utilizado para la determinación del crecimiento en poblaciones pesqueras, debido a que satisface los tres más importantes criterios: a) significado acorde con el proceso biológico del crecimiento, b) exhibe un mejor ajuste a la mayoría de las poblaciones de peces y c) permite incorporar fácilmente sus constantes a modelos de rendimiento y evaluación pesquera (Csirke, 1989; Sparre y Venema, 1997; King, 1995) y además, sus parámetros se pueden incorporar en la ecuación de rendimiento pesquero por Beverton y Holt (1957).

Por otro lado, el modelo de Gompertz se ajusta mejor al crecimiento en moluscos de acuerdo a Weymouth y Millan (1931), y siempre es una curva de forma sigmoidea (S), presentando un punto de inflexión ( $\pi$ ) dado por Ricker (1975). Esta función de crecimiento se ha más eficazmente en la descripción del crecimiento durante las etapas de larva y juvenil de los peces (Lomes-Olmo, 2002) Finalmente, la función logística proporciona una representación matemática de la ley autocatalítica fisiológica y química. Esta función plantea que la talla evoluciona con el tiempo y que ha sido ocasionalmente usada para describir el crecimiento individual de un pez (Moreau, 1987).

El valor de  $\hat{O}$  para *L. peru* en diferentes regiones del Pacífico mexicano oscila entre 2.65 y 3.33 (Tabla 21). En el presente trabajo se obtuvo un valor de 3.15 para  $\hat{O}$ . A este respecto Pauly (1979, citado en Sparre y Venema, 1997) indica que las variaciones entre años y localizaciones, podrían ser atribuidas a diferencias de temperatura y disponibilidad de alimento en el lugar donde vive el recurso.

### **8.7. Relación entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y la Temperatura Superficial del Mar (TSM)**

Los factores ambientales abióticos (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, profundidad, turbidez, tipo de substrato, etc.), los procesos biológicos (competencia y depredación) y las características

inherentes a las poblaciones (patrones de reclutamiento y respuestas tróficas) juegan un papel importante en la determinación de la abundancia de peces (Castillo-Rivera, 1995; Castillo-Rivera y Zárate Hernández, 2001); sin embargo, entre las diferentes variables que afectan la distribución de los recursos acuáticos, la temperatura superficial del mar es considerada una de las más relevantes (White y Walker 1974; Espino-Barr *et al.* 2008b).

Las costas de Guerrero donde se desarrolla la pesquería artesanal del huachinango, se ubica dentro de la región oceanográfica denominada como Pacífico Tropical Mexicano (Lavín *et al.* 2001), donde existe la influencia de las corrientes y de cambios asociados a la Temperatura Superficial del Mar (TSM). De acuerdo a Madrid *et al.* (1997) estos factores son considerados como los eventos más importantes que tienen influencia sobre la estructura de las comunidades de peces en el Pacífico Central Mexicano. De igual manera, Morales-Nin (1994) afirma que estas dos corrientes aumentan el afloramiento, la productividad, la disponibilidad de alimentos y el contenido de oxígeno, lo cual podría explicar el crecimiento más rápido en los peces.

Por otro lado, en la región Centro del Pacífico mexicano, Madrid (1999, citado en Espino-Barr *et al.* 2008b) menciona que existen cambios en las abundancias con respecto a las variaciones interanuales: durante el verano aumenta la riqueza específica y durante el invierno se incrementa la abundancia. Cabe señalar que la abundancia de algunas especies tiene una relación positiva directa con la TSM; tal es el caso del dorado (*Coryphaena hippurus*) en donde las tasas de captura más altas se presentaron durante los meses más cálidos (julio a octubre) para el estado de Sinaloa (Zúñiga-Flores, 2002).

Entre 1992 y 1993 González-Becerril (1997 *In* Espino-Barr *et al.* 2008b) determinó que en la bahía de Manzanillo existe una relación funcional entre la abundancia de la captura artesanal de peces y el hidroclima.

En relación a los cambios biológicos con respecto a la TSM en el estado de Guerrero, Castro (1991) indica que el primer periodo de reproducción ocurre por la disminución de la temperatura, y el segundo por el efecto de la época de lluvias. Por el contrario, Santamaría-Miranda *et al.* (2003) observaron que el desove del huachinango se lleva a cabo entre los 27.5 y los 30.5 °C, lo cual correspondió a la época en la que las temperaturas fueron más altas durante un ciclo anual en la zona por la influencia de la corriente de la Contracorriente Norecuatorial. Así también, Sarabia-Méndez (2007) indicó que el máximo desove de *L. peru* en Michoacán, fue en los meses de octubre (lluvias) y abril (secas), cuando la temperatura superficial del mar se encontraba entre los 27 y 28 °C. Por su parte, Rojas-Herrera *et al.* (2000; 2001) reportaron que el principal pico de desove para *L. peru* en el litoral de Guerrero ocurre dos veces al año: junio (época de lluvias), cuando la temperatura del agua alcanza un máximo y la producción primaria neta es muy alta ya que se asocia con una surgencia costera y el otro periodo reproductivo ocurre en diciembre (periodo seco).

De acuerdo a Holden y Raitt (1975) los valores de la temperatura influyen mucho en la distribución geográfica de una especie, ya que los peces se agrupan porque el alimento se acumula en la zona de afloramiento o divergencia.

Por otra parte, la precipitación pluvial pudiera inferir de manera directa, debido a que arrastra una gran cantidad de nutrientes, vía fluvial, que se incorporan en la cadena biológica, por lo que se espera una gran cantidad de alimento favoreciendo el crecimiento de alevines Santamaría-Miranda *et al.* (2003).

Con lo anterior en el área de estudio se ve influenciada de enero a abril cuando hay una disminución de las temperaturas superficiales y la circulación oceanográfica, hecho que se relaciona con la presencia de *Lutjanus peru* cerca de las costas, por lo que hay un incremento en las capturas. Mientras que en los meses de mayo a diciembre las condiciones cambian debido a la influencia de

agua cálida proveniente de la Corriente Costera de Costa Rica, que tiene como consecuencia una disminución en la disponibilidad del recurso, debido a que éste se dirige a zonas más profundas, por lo hay una reducción del esfuerzo de pesca. Lo anterior se agudiza con la temporada de lluvias y ciclones, temporada en la cual casi no existe esfuerzo dirigido al huachinango.

## IX. CONCLUSIONES

- La utilización de dos diferentes artes de pesca permitió tener una visualización más completa de la dinámica de la población.
- El análisis de regresión potencial entre longitud total y peso total presentó un coeficiente de determinación de 0.97 respectivamente. La ecuación que representa esta relación es:  $y=0.0145x^{2.974}$ , lo cual indicó un crecimiento alométrico negativo.
- Las escamas observadas del huachinango (*L. peru*) fueron de tipo ctenoide, por su forma redondeada y su borde superior dentado. El número de radios varió de 12 a 16.
- La relación longitud total – radio de la escama indicó una relación lineal entre estas dos variables con un alto índice de correlación ( $r^2 = 0.9266$ ), lo cual validó el uso de esta estructura para determinar la edad en *Lutjanus peru*.
- El índice de incremento marginal que se determinó en abril, coincide con el término del periodo de agua “fría” y el proceso de reproducción con lo que se dedujo que la formación de los anillos de crecimiento anuales pudieran corresponder a un periodo de disminución de metabolismo por el periodo de desgaste energético provocado por el desove y por tanto la formación del anillo en este mes, lo cual significaría que la población de *L. peru* tiene un periodo de vida de 24.7 años.
- A partir de la lectura de anillos de crecimiento en escamas se identificaron diez grupos de edad que van de 0 a 10 años con intervalos de 1.0 años: 18.90, 27.40, 35.94, 45.24, 56.6717, 60.57, 64.21, 67.31, 71.68 y 74.54 cm de LT.
- Las ecuaciones del modelo de von Bertalanffy en longitud, además de Gompertz y Logístico generados por la lectura de anillos de crecimiento en escamas son:

$$L_t = 91.3651 - e^{-0.0417(t-24.7)} \quad \text{von Bertalanffy}$$



## XI. LITERATURA CITADA

- Aguilar Salazar, F. A. 1986. Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico mexicano *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), por el método de lectura de escamas. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 74p.
- Allen, G. R. 1985. FAO. Species catalogue. Snappers of the World. An Annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species know to date. FAO Fish. Synop. 6 (125): 208p.
- Allen, G. R. 1987. Synopsis of the circumtropical fish genus *Lutjanus* (Lutjanidae). 139 p. En Polovina, J. J. and Ralston S. (Eds.), Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management, Westview Press Inc. Boulder, 659p.
- Allen, G. R. 1995. Lutjanidae. 1231-1244p. En Fisher W.; F. Krupp; W. Schmeider; C. Sommer; K. E. Carpenter y V. H. Niem. (Eds.) Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. III.
- Allen, G. R. y Robertson R. D. 1994. Fishes of the Tropical Eastern Pacific, University of Hawaii Press U. S. A. 332p.
- Allen R., Gerald y Robertson, R. D. 1998. Peces del Pacífico Oriental Tropical. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y Cemex, Ciudad de México. 325p.
- Amezcua-Linares, F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camarónicas en la costa del Pacífico de México. In Yañez, A.A. (ed.). La pesca acompañante del camarón. Programa Universitario de Alimentos-Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-Instituto Nacional de la Pesca- Universidad Nacional Autónoma de México. México, 748p.
- Anderson, Jr. W. D. 1987. Systematic of the fishes of the family Lutjanidae (Perciformes: Percoidei), the Snappers. En Polovina, J. J. and Ralston S. (Eds). Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management, Westview Press Inc. Boulder, 659p.
- Araya, M. y L. Cubillos. 2002. El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. Guayana (Concept.) 66 (2): 161-179.
- Ayala Torres O. M. y Pacheco Sandoval. 1991. Oceanografía física del Pacífico Tropical Mexicano. Capítulo II 117-207 p. En: De la Lanza-Espino, G., 1991. Oceanografía de Mares Mexicanos. AGT Editor S. A.
- Badan, A. 1997. La corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano, p. 99-113. En F. M. Lavín (ed.). Contribuciones a la Oceanografía Física en México. CONACYT, México, D. F.

- Bagenal, T. B. y F. W. Tesch. 1978. Age and Growth. En Ricker, E. E. (Ed.). Methods for Assessment of fish production in fresh waters. 3rd Edition. IBP Handbook no. 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 101-136 pp.
- Barger, L. E. 1985. Age and growth of Atlantic croaners in the northern Gulf of Mexico, based on otolith sections. Tms. Amer. Fish. Soc., 114: 847-850.
- Beamish, R. J. y McFarlane, G. A. 1987. Current trends in age determinations methodology. 15-42 p. En: Summerfelt, R. C. y Hall, G. E. The age and growth of fish. Iowa State University.
- Beckman, D. W., Stanley, A. L., Render, J. H. and Wilson, C. A. 1991. Age and growt rate estimation of sheepshead Archosergus probatocephalus in Louisiana waters using otoliths. Fish. Bull., 89:1-8.
- Bertalanffy, L. von. 1938. A cuantitative theory of organic growth. Human Biology. 10: 181-236.
- Beverton, R. J. H. y S. J. Holt. 1957. On the dynamics of the exploited Fish populations. Fisheries Investigation of Ministry of Agriculture and Fisheries and Food Great Britain. Vol. 19. 133p.
- Cabrera Mancilla E., R.M. Gutiérrez Zavala, E. Márquez García, A. Monreal Prado, E. A. Bermúdez Rodríguez. 2006. Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa del estado de Guerrero. Informe Final de Investigación. Documento interno INAPESCA. 45 p.
- Cadima, E.L. 2003. Manual de evaluación de recursos pesqueros. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 393. Roma, FAO. 2003. 162p.
- Caicedo-A., J; Rubio-A, E.; Zapata-A., L. y Giraldo, Alan. 2006. Estimación del crecimiento de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) basado en capturas artesanales experimentales realizadas en el Parque Nacional Natural Gorgona y su área de influencia, Océano Pacífico Colombiano. *Investigación Marina, Valparaíso*, 34(2): 163-168.
- Campana, S. E. y D. Neilson, 1985. Microestructure of Fish otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 42:1014-1032.
- Carranza-Edwards, A., A. Z., Márquez-García y E. A. Morales de la garza. 1985. Estudio de sedimentos de la Plataforma Continental del Estado de Guerrero y su importancia dentro de los recursos minerales del mar. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Contribución 465 del ICML, UNAM, 41p.
- Castillo-Rivera, M. 1995. Aspectos ecológicos de la ictiofauna de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM. México 96 p.

- Castillo-Rivera, M. y R. Zárate-Hernández, 2001. Patrones espacio-temporales de la abundancia de peces en la laguna del Pueblo Viejo, Veracruz. *Hidrobiológica*: 11(1): 75-84.
- Castro, C. F. 1981. El huachinango en la Bahía de San José, B. C. S., determinación de edad y crecimiento (*Lutjanus peru*), Universidad Autónoma de Sinaloa. *Revista de Ciencias del Mar*. 1:4-8.
- Chiappa-Carrara, X.; Rojas-Herrera, A. A. y Mascaró Maite. 2004. Coexistencia de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. *Revista Biológica Tropical*, 52(1): 177-185.
- Cruz-Romero, M.; E. Espino-Barr; J. Mimbela L., A. García-Boa, L. F. Obregón A. y E. Girón., 1991. Biología Reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en al costa de Colima, México. Informe Final. Clave CONACyT: P220CCOR892739, México, 118 p.
- Cruz-Romero, M. E. A. Chávez, E. Espino y A. García. 1996. Assessment of a snapper complex (*Lutjanus spp.*) of the eastern tropical Pacific [Evaluación del recurso de un complejo de pargos (*Lutjanus spp.*) del Pacífico occidental tropical], p 324-330. En F. Arreguín-Sánchez, J. L. Munro, M. C. Balgos and D. Pauly (eds.) *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers*. ICLARM Conf. Proc. 48, 449 p.
- Csirke, J., 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Documento Técnico de Pesca, (192):82 p.
- Cushing, D. H. 1975. *Ecología Marina y Pesquerías*. Edit. Acribia, Zaragoza, España, 436 p.
- 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 Huanacastle, Nayarit, México. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera* No. 15:159-164.
- Del Monte-Luna, P.; R. Moncayo-Estrada y S. Sánchez-González. 2001. Determinación de la especie objetivo en la captura comercial en La Cruz de Huanacastle, Nayarit, México, durante el periodo 1987-1997. INP. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera* No. 15:321-345
- Díaz-Uribe, J. G.; Chávez A., E. y Elorduy-Garay, J. F. 2004. Evaluación de la pesquería del huachinango (*Lutjanus peru*) en el suroeste del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, Vol. 30(4): 561-574.
- Dumas S., M. O. Rosales-Velázquez, M. Contreras-Olguín, D. Hernández-Ceballos y N. Silverberg. 2004. Gonadal maturation in captivity and hormone-induced spawning of the Pacific red snapper *Lutjanus peru*. *Aquaculture* 234 (2004) 615-623.

- Ehrhardt, N.M. 1981. Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. 1a Parte: Estimación de Parámetros Poblacionales. SIC/INP, México, 132p.
- Espino-Barr, E., Cruz-Romero M. y García-Boa, A. 1998. Edad y crecimiento del Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces Lutjanidae) en las costas del Estado de Colima, México. Avances en Investigación Agropecuaria Vol. 7, Núm. 1:40-51p.
- Espino-Barr, E.; M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 2001. Tendencia de la talla del huachinango *Lutjanus peru* en Colima, México, de noviembre de 1982 a diciembre de 1997. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. México. Ciencia Pesquera No. 15. pp. 147-157.
- Espino-Barr, E., D. Hernández-Montaño, E. Cabrera-Mancilla, R. Ma. Gutiérrez-Zavala, H. A. Gil-López, E. G. Cabral-Solís, A. García-Boa, C. Meléndez, M. Puente-Gómez, C. Romero-Acosta, 2006. Huachinango del Pacífico Sur. Cap. 5, 101-129p. In: Arreguín-Sánchez, F., L. Meléndez-Moreno, I. Méndez-Gómez-H., R. Solana-Sandores y C. Rangel-Dávalos, Sustentabilidad y Pesca en México. Evaluación y manejo. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA, 543p.
- Espino-Barr, E., González Vega A., Santana Hernández H., González Vega Humberto. 2008. Curso de Biología Pesquera. Universidad autónoma de Nayarit e Instituto Nacional de la Pesca, Manzanillo, Colima. 117p.
- Espino-Barr, E.; A., García-Boa; Cabral-Solís, E. G. y Puente-Gómez, M. 2008b. Pesca artesanal multiespecífica en al costa de Colima, criterios biológicos para su administración. Interdisciplinario de Investigaciones en medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional. 102p.
- Everhart, W. H. y Youngs, W. D. 1975. Principles of fisheries science. Segunda edición. Comstock Publishing Associates, Nueva York, E. U. A. 349p.
- FAO, 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. Circular de Pesca. No. 736. Roma. Italia. 101 p.
- Figueroa de Contín, E. 1980. Atlas geográfico e histórico del estado de Guerrero. FONAPAS. Gobierno del estado de Guerrero. 171p.
- Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, V. H. Niem. 1995. Guías FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. PACÍFICO CENTRO-ORIENTAL. Vol. II. Vertebrados. Roma, FAO. 1813p.
- Francis, R. I. C. C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. Journal of Fish Biology. No. 36:883-904.
- Froese R. y D. Pauly (eds.) (1997). FishBase 97: concepts, design and data resources. ICLARM. Manila. Philippines.

- Gallardo-Cabello, M. y Gual, F. A. 1983. Consideraciones bioecológicas durante el crecimiento de *Phycis blennoides* (Brunnich, 1978), en el crecimiento mediterráneo occidental (Pisces: Gadidae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- Gallardo-Cabello, M; Sarabia-Méndez, M.; Espino-Barr, E. y Anislado-Tolentino, V. 2010. Biological aspects of *Lutjanus peru* in Bufadero Bay, Michoacán, México: growth, reproduction and condition factors. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 45, N° 2: 205-215.
- Gallucci, V. F.; S. B. Saila, D. J. Gustafson y B. J. Rothschild. 1996. Stock assessment, quantitative methods and applications for small scale fisheries. CRC. Lewis Publishers. EU. 527p.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, UNAM, México, 246 pp.
- Gómez-Larrañeta, M. 1967. Crecimiento de *Pagellus erithrinus* de las costas de Castellón. Inv. Pesq. 31: 185-258.
- Gómez-Márquez J. L., 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. FES Zaragoza, UNAM, México, 99p.
- Gómez, G., R. Guzmán y R. Chacón. 2002. Algunos aspectos de la biología reproductiva y poblacional del toroto, *Genyatremus luteus*, (Bloch 1797) (Pisces: Haemulidae) en el Golfo de Paria, Venezuela. Zoot. Trop. 20: 223-234.
- González-Ochoa, O. A. 1997. Edad y crecimiento de *Lutjanus peru* en la costa de Sur de Jalisco. Universidad de Guadalajara, Tesis Profesional. 80p.
- Guerra-Sierra, A. y Sánchez-Lizaso, J. L. 1998. Fundamentos de explotación de recursos vivos marinos. Editorial ACRIBIA, S. A., ZARAGOZA (España). 243p.
- Gulland, J. A., A. A. Rosenberg. 1992. Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces. FAO Documento técnico de pesca N° 323. Roma, FAO, 112p.
- Hernández-Montaña, D., Meléndez-Galicia, G. y Arellano-Torres, A. Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán. (2006) En: Jiménez-Quiroz y Espino-Barr, 2006. Los recursos pesqueros acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. Primera edición. SAGARPA, INP. 331-362p.
- Holden, M. J y D. F. S. Raitt. 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Organización para la Alimentación y la Agricultura. 115 Rev. 121p.
- INEGI. 2001. Anuario estadístico del Estado de Guerrero edición 2000. 514p.

- Integrated Taxonomic Information System (ITIS) <http://www.itis.usda.gov>.23/04/2011
- King, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books. Blackwell Science, Ltd., 341p.
- Laevastu, T. 1980. Manual de métodos de biología pesquera. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 243p.
- Lavín, M. F., J. Gómez Valdés, V., Godínez, J. García y C. Cabrera. 2001. Hidrografía y corrientes frente a las costas de Michoacán en mayo del 2001. In: Taller de avances y perspectivas de un proyecto multidisciplinaria en la región costera del occidente de México. Depto. De Oceanografía Física CICESE, 8p.
- Leonce-Valencia, C. y O Defeo. 1994. Edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus campechanus* del Golfo de México mediante el uso de otolitos. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida. 1-13 p.
- Lomes-Olmes, J. R. 2002. Edad, crecimiento y fechas de nacimiento de juveniles de lisa *Mugil curema* en el estero El Conchalito, La Paz B. C. S. , México. Tesis de Maestría, CICIMAR, IPN, 62p.
- López, S.; France, J; Gerrits; W. J., Dhanoa; M. S., Humphries y D. J., Dijkstra. 2000. A generalized michaelis-menten equation for the analysis of Growth. J. Anim. Sci. 78: 1816-1829
- Lucano-Ramírez, G. 1998. Ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae) en las costas sur de Jalisco. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, 114p.
- Lucano-Ramírez, G.; Villagrán-Santa Cruz, M.; Ruíz-Ramírez, S. y López-Murillo, T. 2001. Histología de los ovocitos de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces. Lutjanidae). *Ciencias Marinas*, vol. 7(3): 335-249.
- Madrid V., J., 1990. Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM, México, D. F. 179p.
- Madrid J., P. Sánchez, A. A. Ruíz. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific shelf of Michoacán, México. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 45: 485-496.
- Manooch III, C. S., 1987. Age and growth of snappers and groupers. En F. Polovina y S. Ralston (Eds), *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press Boulder, London: 329-373.

- Manriquez-Ledezma, Y. 2008. Edad y crecimiento de *Caulolatilus princeps*, (JENYNS, 1840) en la Bahía de la Paz y Bahía Magdalena, B: C. S., México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 70 p
- Margalef, R. 1989. Ecología. Omega. S. A. Edit. Barcelona, 951p.
- Meza, L. y López. 1997. Vegetación y Mesoclimas de Guerrero. 1-53 p. In: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca. Estudios Florísticos de Guerrero, No. Especial 1.
- Morales-Nin, B. 1989. Growth determination of tropical marine fishes by means of otolith interpretation and Length frequency analysis. Aquatic Living Resources, 2, 241-253.
- Morales-Nin, B. 1991. Determination of growth in bony fish from otolith microstructure. FAO Fisheries Technical Paper (322) 51p.
- Morales-Nin, B. 1994. Growth of demersal fish species of the Mexican Pacific Ocean. Marine Biology (1994) 121: 211-217.
- Moreau, J. 1987. Mathematical and biological expression of growth in fishes: Recent trends and further developments. pp 81-112. En: R. C. Summerfelt and G. E. Hall (Eds.). The Age and Growth of Fish. The Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010.
- Nadal, E. J. A. 1996. Esfuerzo y captura. Tecnología y sobreexplotación de recursos marinos vivos, México. El Colegio de México, Programa sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo. 476p.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the World. 3 rd edición. Canadá. 600 pp.
- Parrish, D. J. 1987. The trophic biology of Snappers and Groupers. 405-465p. En: Polovina and Ralston (Eds.), Tropical Snappers and Groupers. Westview Press/Boulder and London.
- Pauly Daniel. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 234, 49p.
- Pauly, D. y J. L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte 2(1):21.
- Pelcastre-Campos, V. T. 2006. Inducción a la ovulación y espermiogénesis en el huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y almacenamiento de su semen. Tesis de Maestría. IPN, CICIMAR. 98p.
- Ponce-Palafox, J.T., Pérez-González, R y Melo-García, M. 2005. Programa maestro para el comité estatal del sistema-producto huachinango (*Lutjanus peru*). SAGARPA-CONAPESCA. UAEM-UAG. Acapulco, Gro. México. 350p.

- Ramos-Cruz, Sebastián. 2001. Evaluación de la pesquería de Huachinango *Lutjanus peru* en la zona costera de Salina Cruz, Oaxaca, México, durante 1995. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera* No. 15: 151-156.
- Ramírez, H.E y J.B, Páez. 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Guerrero. Lista de peces marinos de Guerrero recolectados en el período 1961-1965. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas-Pesquerías 1: 325-358.
- Ramírez R., M. y C. Rodríguez. 1990. Composición específica de la captura artesanal de peces en la Isla Cerralvo, BCS., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 5(8):137-141.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of Fisheries and Marine Service, Ottawa. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada, 191. 382p.
- Rocha-Olivares, A. y Gómez-Muñoz, V. M. 1993. Validación del uso de otolitos para determinar la edad del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae), en la Bahía de la Paz y aguas adyacentes, B. C. S, México. *Ciencias Marinas*, 19 (3): 321-331.
- Rocha-Olivares, A. 1998. Age, growth, mortality and population characteristics of the Pacific red snapper, *Lutjanus peru*, off the southeast coast of Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento de Biología Marina. 96:562-574(1998).
- Rocha-Olivares, A. y Sandoval-Castillo, J. R. 2003. Diversidad mitocondrial y estructura genética en poblaciones alopatricas del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru*. *Ciencias Marinas* 29(2): 197-209.
- Rojas-Herrera, A. A., A. Santamaría, A., J y F. Elorday, G. 2000. Desarrollo gonádico y época de desove del huachinango (*Lutjanus peru*) (Nichols y Murphy, 1922) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Guerrero, México. Programa y resúmenes del XII Congreso de Oceanografía, Huatulco, México. 34-46 p.
- Rojas-Herrera, A. A. 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tecomán, Colima, México. Capítulo I: 28-40p.
- Rojas-Herrera, A. A., Mascaró Maite y Chiappa-Carrara, X. 2004. Hábitos alimentarios de los peces *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 52 (4): 959-971.
- Rojo, A. L. Diccionario enciclopédico de anatomía de peces. Monografías. Instituto Español de Oceanografía, No. 3, Madrid, España, Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 219 p.

- Ruíz-Durá, M. F. A, Orijel y G. Rodríguez. 1970. Líneas de Crecimiento en Escamas de algunos Peces de México. Instituto Nacional de Investigación Biológica Pesquera. Serie Investigación Pesquera, Estudio 2, 100p.
- Ruíz, S. H., A. Osegueda, M. Guzmán y S. Coronel. 1982. Ciclo reproductor del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922)(Pisces: Lutjanidae) del Pacífico Sur de México. Inédito. UNAM; ICMYL, 16p.
- Ruíz-Luna, A. E. Girón B., J. Madrid V. y González B., 1985. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922). Memorias del VIII Congreso de Zoología, Morelia, Michoacán, México, 188-201.
- SAGARPA. 2007. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Comisión Nacional de la Pesca. 317p
- Salgado, Ugarte, I. H. 1992. El análisis exploratorio de datos biológicos. Fundamentos y aplicaciones. ENEP-Zaragoza, UNAM and Marc Ediciones. México. 243p.
- Salgado-Ugarte, I.H., 1997. Nonparametric assessment of multimodality for univariate data. F.E.S. Zaragoza, U.N.A.M. Biología, México. 27p.
- Salgado- Ugarte, I. H. 2002. Suavización no paramétrica para el análisis de datos. ENEP-Zaragoza, UNAM. México. 139p.
- Salgado, Ugarte, I. H; Gómez, Márquez, J. L. y Peña Mendoza, B. 2005. Métodos actualizados para análisis de datos biológico-pesqueros. FES-ZARAGOZA, UNAM, México. 240p.
- Santamaría, A, y Chávez, E. A. 1999. Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) de Guerrero, México. *Revista Biológica Tropical*. 47(3): 571-580.
- Santamaría-Miranda, A., Elorduy-Garay, J. F., Villalejo-Fuerte M. y Rojas-Herrera, A. A. 2003. Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Revista Biológica Tropical*. 51(2):489-502.
- Sarabia-Méndez, M. 2007. Análisis de la edad y el crecimiento de *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) y *L. peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae) con especial referencia en la alimentación y el desove en Bahía Bufadero, Michoacán, México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 80p.
- Saucedo-Lozano, M.; Godínez-Domínguez, E.; García de Quevedo-Machain, R. y González-Sansón, G. 1998. Distribución y densidad de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy,

1922) (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 24 (4): 409-432.

- Sparre, P. y Venema C. Siebren. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Documento Técnico de Pesca. 306/1. Rev.2. Roma. 420p.
- Stamatopoulus, C. y Caddy. 1989. Estimation of von Bertalanffy growth parameters: a versatile linear regression approach. *J. Cons. Inter. Explor. Mer.* 45:200-208
- Stata Corporation, 2001. *Stata Statistical Software: Release 7.0*. Stata Corporation. College Station.
- Tamayo, L. J., Geografía Moderna de México I. Trillas, S. A. (6ª. Ed.) 1970. 390 p.
- Taylor. C.C. 1958. Cod growth and temperature. 25 p. *In: Wiff, R. y R. A. Quiñones. 2004. Parametrización ambiental en modelos biológico-pesqueros. Volumen 6. Número 1. 25p.*
- Taylor. C.C. 1959. Temperature and growth-the Pacific razor clam. 25 p. *In: Wiff, R. y R. A. Quiñones. 2004. Parametrización ambiental en modelos biológico-pesqueros. Volumen 6. Número 1. 25p.*
- Taylor. C.C. 1960. Temperature, growth, and mortality-the pacific cockle. *Journal du Conseil.* 26, 117-124. Volumen 6. Número 1. 25p.
- Thompson, D., L. Findley y A. Kerstitch. 2000. Reef fishes of the Sea of Cortez: The Rocky-Shore Fishes of the Gulf of California. The University of Arizona Press, Arizona. 302 p.
- Torres-Aguilar, M. 2002. Estudio preliminar de edad y crecimiento de jurel, *Caranx caninus* (Gunther, 1867), en base a vértebras y espinas, en las costas de Guerrero y Michoacán. Tesis de Maestría. UNAM, ICML, 55 p.
- Trasviña Castro A., C. A. Andrade. 2002. La circulación costera del Pacífico tropical oriental, con énfasis en la alberca cálida mexicana (ACM). En: *Circulación oceánica y climatología tropical en México y Colombia. Diálogo entre Pares 1*, Consejo Nacional de Acreditación- Ministerio de Educación, Corcas Editores, 9-37. Bogotá, Colombia, 2002.
- Tresierra, A., W. Carvajal, J. Oliva, J. Culquichicon. 1986. *Apuntes de Biología Pesquera. Parte I*. FCB-UNT. Perú. 186p.
- Tresierra, A. y Z. Culquichicon. 1993. *Biología Pesquera*. Libertad, Trujillo, Perú. 245 p.
- Villerías-Salinas, S. y Sánchez-Crespín. 2010. Perspectiva territorial de la pesca en la Costa Chica de Guerrero. Núm. 71, pp. 43-56

- Yañez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, Ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Publ. Esp. 2: 1-306.
- Weatherley, A. H. y H. S. Gill, 1987. The biology of fish growth. Academic Press:1-21; 255-245.
- Weymouth, M. C. y Millan, R., 1931. *Silique pátula* (pelecípodo) J. Exploration Biology (8): 31p.
- White, W. y E. Walker. 1974. Time and depth scales of anomalous subsurface temperatures of Ocean Weather Stations P, N and V in the North Pacific. Geoph. Res. 79: 4517-4522.
- Winter, S. B. y Everret, B. 2002. Age and growth estimates for the zambesi shark, *Carcharhinus leucas*, from the east coast of South Africa. Mar. Freshwat. Res. 53:557-566.
- Zavala-Leal, O. I. 2007. Efecto de la temperatura, intensidad de luz, tipo y densidad de presa en la eficiencia alimenticia durante la ontogenia inicial del huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*). Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B. C. S. 66 p.
- Zúñiga-Flores, M. S. 2002. Análisis de la estructura de tallas y relación peso-longitud del dorado (*Coryphaena hippurus*, Linnaeus 1758) capturado en Mazatlán, Sinaloa durante 2000-2001. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. 45 p.

## **ANEXO I**

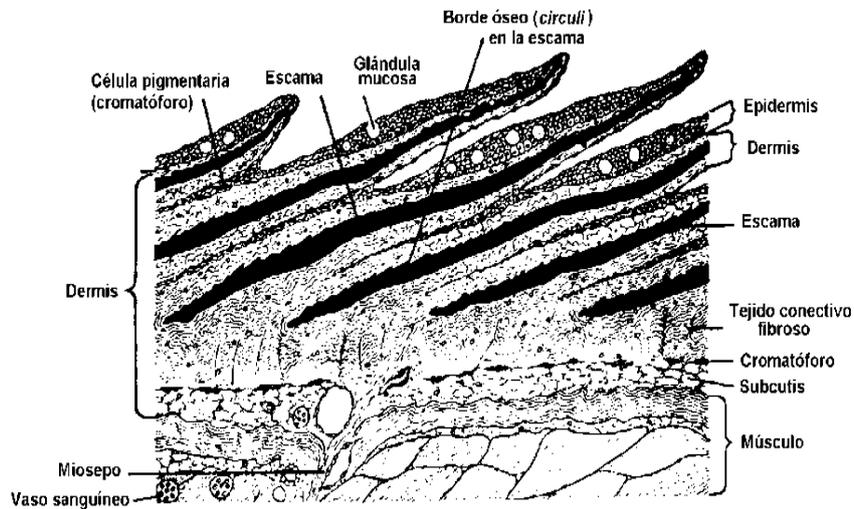
### **Escamas**

La escama de pescado es un biopolímero natural el cual se encuentra dentro de la clasificación de termofijo. Todas las escamas de peces están constituidas de una sustancia amorfa de polisacáridos de proteínas (Salgado-Ugarte *et al.* 2005). Cada molécula de proteína contiene varios grupos de aminoácidos, las cuales se encuentran enlazadas constituyendo largas cadenas en forma de hilos; éstos a su vez son flexibles y pueden unirse el uno al otro a lo largo de su estructura. En química orgánica se le conoce con el nombre de “ligamentos–cruzados” y son los que atan los hilos-moléculas. Estos ligamentos cruzados son tan firmes que no pueden ser eliminados con el simple hecho de mojarlos o por digestión, por la misma razón que las escamas son tan fuertes como lo es el hule vulcanizado.

Las escamas consisten de largas moléculas flexibles, también por moléculas que se encuentran unidas unas con otras por medio de puentes de azufre, por lo que tienen la particularidad de crecer, debido a la deposición de capas minerales efectuada por los tejidos que los cubren, efectuándose la dicha deposición en un sentido similar al de la fuerza centrífuga.

Las escamas son huesos tegumentarios laminares de origen dérmico incluidos en una bolsa epidérmica de tejido conjuntivo fibrilar, derivadas del exoesqueleto de los primitivos Ostracodermos y los peces Placodermos (Rojo, 1988). Tanto la cara interna como la externa están cubiertas por una lámina de osteoblastos, activos en los márgenes de la escama (Beamish y McFarlane, 1987) que provocan su crecimiento continuo.

La escama es la parte dura del pez más sencilla de estudiar, poseen prácticamente todas las especies de teleósteos, son de tamaño fácil de manipular. La escama es la parte externa o protectora de la piel del pez (Fig. 29).



**Figura 29:** Corte transversal de la piel de un pez, mostrando la posición de inserción de las escamas (tomado de Lagler *et al.* 1977)

### **Clasificación de las escamas**

Las escamas funcionan como apéndices especiales para la protección de la piel. Pueden ser clasificadas a las escamas de pescados en dos tipos, primero en base a su forma y segundo a su estructura.

La clasificación en cuanto a la morfología es la siguiente:

- a). Placoideas
- b). Rómbicas
- c). Cicloideas
- d). Ctenoideas

Estructuralmente hay dos tipos de escamas:

- I). Placoideas y,
- II). No Placoideas, las cuales son básicamente de tres clases
  - a). Cosmoideas
  - b). Ganoideos
  - c). Borde óseo (Lagler *et al.* 1977).

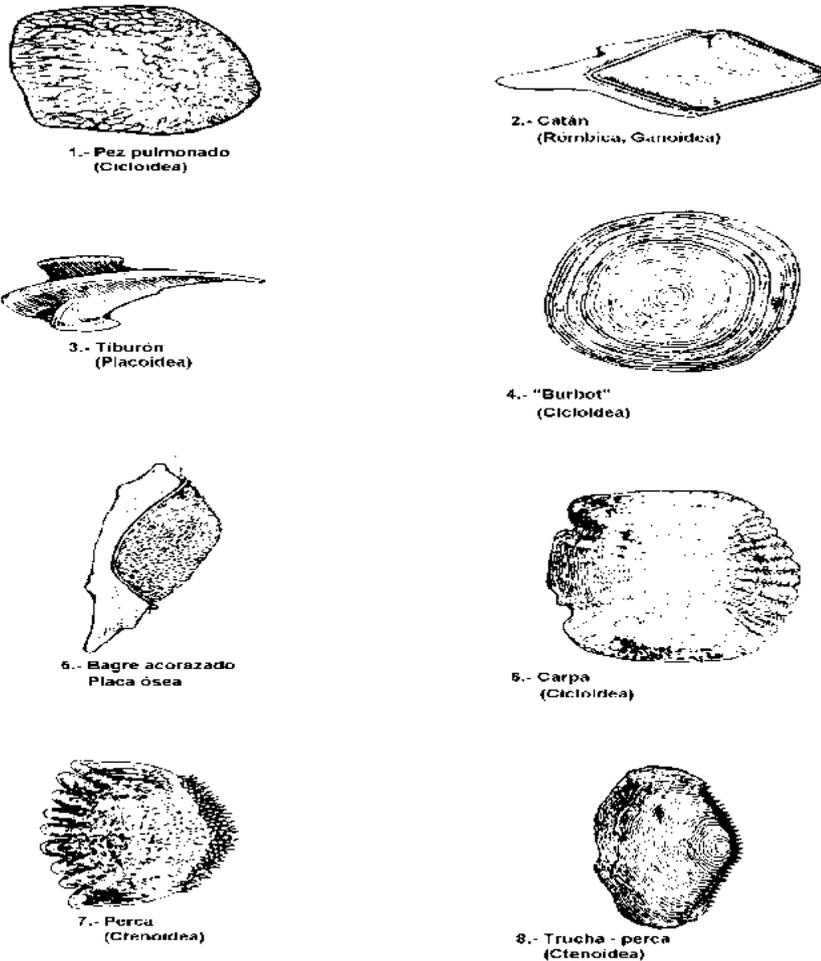


Figura 30: Tipos de escamas (tomado de Lagler *et al.*, 1977)

### **Estructura de escama**

En el siguiente apartado se dan las definiciones de cada una de las estructuras de la escama presentado en *Lutjanus peru*, y la imagen observada en estas estructuras se encuentra en la figura 13.

**a). Foco:** Es la zona inicial o nuclear por ser la primera parte que se origina en la escama, a partir de la cual se iniciará el crecimiento concéntrico óseo; generalmente se localiza en posición central.

**b). Círculos o circulli:** Pequeñas estructuras semejantes a crestas, aristas, o ejes circulares bien definidos que avanzan desde el borde anterior, por secuencias progresivas de crecimiento y se manifiestan hacia la superficie expuesta de la escama, en forma de líneas concéntricas. Los círculos son el resultado del proceso de la calcificación de la escama, moldeados por la presión que produce el margen generatriz o borde anterior. Se originan a partir de una sustancia matriz escleroproteína impregnada de las sales inorgánicas. La formación y proyección regular de los círculos determinan que la escama aumente de tamaño. Cualquier factor que altere el comportamiento fisiológico normal del espécimen, provocará la traslación, distorsión o ausencia de los círculos; este proceso se denomina detención de crecimiento.

**c). Zona de crecimiento:** Es un espacio o banda semicircular, concéntrica al foco. Está representado por la disposición regular de los círculos y limitado entre dos líneas de interrupción de crecimiento. Se forma como resultado del metabolismo del calcio durante un período anual, limitado generalmente entre dos estaciones invernales.

**d). Área anterior:** Zona comprendida desde el foco hasta el margen anterior embebido de la escama. Se caracteriza por la presencia de surcos, determinando sus correspondientes sectores, y

por la disposición de los círculos típicamente concéntricos y paralelos a los márgenes anterolaterales.

**e). Margen anterior:** Porción generadora o de síntesis de la escama. Corresponde al borde introducido o embebido en el cuerpo del espécimen y por lo tanto, está sometido a la presión de los tejidos dérmicos y musculares. La periferia de la escama es de carácter proteínico, a partir de la cual se sintetiza una escleroproteína denominada en los peces óseos hialodentina que por adición de las sales inorgánicas de calcio, hace que la escama aumente de tamaño.

**f). Radios:** Fisuras, canalículos o valles calcificados, que se originan en el margen proteínico anterior y generalmente convergen a nivel del foco. Se producen como resultado de la presión que ejerce la escama sobre el borde anterior. Los radios crecen gradualmente y se generan en la relación directa al incremento del espécimen. La disposición, número y amplitud, son caracteres típicos de referencia para cada especie.

**g). Sector:** Área delimitada por dos radios inmediatos; se extiende desde el centro hasta la zona del margen anterior. Los sectores se determinan por la alternancia y longitud de los radios, pudiendo ser parciales u originados en el foco. Estas áreas son la manifestación de la interrupción que sufren los círculos a nivel de los radios, y se encuentran limitadas en dirección anteroposterior por su abertura y vértice.

**h). Líneas de interrupción de crecimiento o anillos de crecimiento:** Son anillos o bandas uniformemente espaciadas, que se proyectan periódicamente desde el margen anterior hasta la superficie de la escama. Los anillos de crecimiento se forman por un fenómeno de reabsorción producido en el margen de la escama que se manifiesta como resultado del receso en el incremento de la talla del pez.

i). **Área posterior:** Es la región libre o expuesta de la escama. Limitada en su porción anterior por el foco o zona de crecimiento, marginada lateralmente por los bordes laterales y a nivel distal representada por el borde posterior de la escama. En las escamas ctenoideas, el área posterior es totalmente pectinada (Espino-Barr *et al.* 2006; Gómez-Márquez, 1994; Lagler *et al.* 1977 y Ruíz-Dura *et al.* 1970).

**Tipos de artes utilizados para la captura del huachinango *Lutjanus peru* en el estado de Gro.**

A partir de las observaciones efectuadas en la zona de estudio durante el muestreo de prospección, fue posible apreciar que las artes de pesca empleadas para la captura del huachinango de las costas de Guerrero, son:

a). Línea de mano: Los anzuelos utilizados son del 4 a 12. De los anzuelos tipo garra de águila se utilizan los números 13 al 15 y japonés reforzado del 10 al 14. Los organismos de tallas comerciales (tipo platillero) se capturan con anzuelos 7 y 8 noruego. Suelen utilizar 10 líneas de mano por embarcación o de 4 a 7 líneas por pescador, encarnados con calamar, barrilete, ojetón o anchoveta. La forma del anzuelo se relaciona con el tamaño de la captura y el cebo utilizado, ya que éste no debe de ser demasiado grande y cubrir la mayor parte del anzuelo; el material debe ser resistente e inoxidable (Cabrera-Mancilla *et al.* 2006).

b). Red agallera o de enmalle: Es otro de los principales artes de pesca empleados en esta región. Ello se debe esencialmente a que los pescadores consideran que este tipo de arte es de fácil manejo, requiere un mínimo de mantenimiento, posee una alta productividad, es operable a la vista de la costa, presenta una alta selectividad y una de las más importantes es que el producto capturado, en la mayoría de los casos puede ser recogido aún vivo, lo cual aumenta su valor

comercial en el mercado, sin embargo, se emplea en menor escala, debido a las marcas en el producto, lo que puede disminuir su valor comercial.

### **Operación de pesca en el estado de Guerrero**

Este término significa todas las operaciones desde el traslado a la zona de pesca hasta la partida de esa misma zona, la busca de los peces y el proceso efectivo de pesca. A continuación se describe la operación de pesca llevada en el litoral guerrerense:

El lugar de pesca es localizado por los pescadores de la siguiente manera: se observan las condiciones ambientales como vientos, nubosidad, corrientes, y con la experiencia que tienen los pescadores sobre la época del año y los lugares de localización del pescado. La actividad inicia desde la primera hora del día con la extracción de la carnada (calamar, ojetón, barrilete, anchoveta, sardina, cocinero, cuatete, etc.). Posteriormente se dirigen a los diferentes pedregueras o caladeros tirando sus anzuelos “encarnados” para probar el lugar, hasta que encuentran un sitio donde las capturas son satisfactorias y ahí permanecen hasta que la pesca disminuye, para posterior dirigirse a otro lugar.

### **Recolección de información sobre operaciones pesqueras**

Los pescadores son fuente de informaciones circunstanciales que resultan de gran valor en algunas etapas de los programas de investigación. Esta información se relaciona principalmente con la ubicación y la magnitud de los recursos.

### **Infraestructura y comercialización**

En Zihuatanejo, Guerrero donde se está por terminar un Centro integrador para productos de la pesca y acuicultura. Puerto Vicente, cuenta con muelle y centro de acopio con congelador y

contenedores para el enhielado del producto, al sur del estado, Bahía de Tecoaapa dispone de un centro de acopio para el enhielado. La venta es directa a pie de playa o bien se transporta al mercado, como en el caso de Acapulco. Cabe aclarar que en Punta Maldonado, el producto llega eviscerado y enhielado, en el resto del estado, solo es enhielado para su venta directa al consumidor o intermediarios.

### **Problemas que enfrenta la pesca de ribera**

Se caracteriza por bajos ingresos y organización gremial deficiente; carece de mecanismos de previsión, seguridad social y salud.

Las embarcaciones de los pescadores artesanales son relativamente pequeñas y de poca autonomía; carecen de dispositivos de comunicación, navegación, seguridad y de conservación del producto. Las artes de pesca son muy diversas, poco tecnificadas y de bajo costo, ya que los pescadores no se arriesgan a utilizar materiales más finos.

ANEXO II



Instituto Nacional de Pesca  
Dirección General de Investigación Pesquera en el Pacífico Sur

Programa Pesca Ribereña

Formato de Muestreo Biológico de Escama Marina

Lugar de Muestreo: \_\_\_\_\_  
Arte de Pesca: \_\_\_\_\_  
Nombre de embarcación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_  
Muestrearon: \_\_\_\_\_  
Sociedad: \_\_\_\_\_

No.	L.T. (cm)	L.P. (cm)	L.H. (cm)	ALT. (cm)	Peso Ent. (g)	Peso Evisc (g)	Especie
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							

No.	L.T. (cm)	L.P. (cm)	L.H. (cm)	ALT. (cm)	Peso Ent. (g)	Peso Evisc (g)	Especie
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
0							
1							
2							
3							
4							
5							



**ANEXO III**



Figura 31: Escama de *Lutjanus peru* sin anillo de crecimiento



Figura 32: Escama de *Lutjanus peru* con un anillo en el borde anterior



Figura 33: Escama de *Lutjanus peru* con dos anillos de crecimiento.

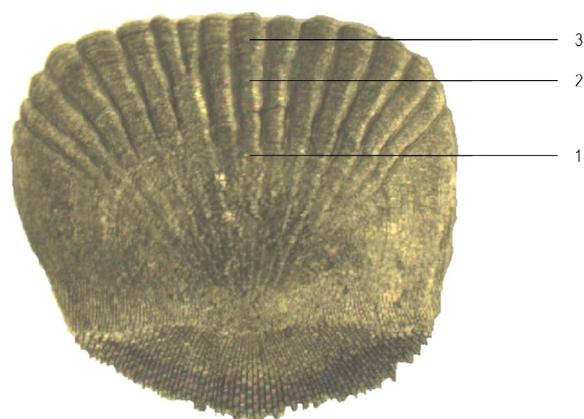


Figura 34: Escama de *Lutjanus peru* con tres anillos de crecimiento

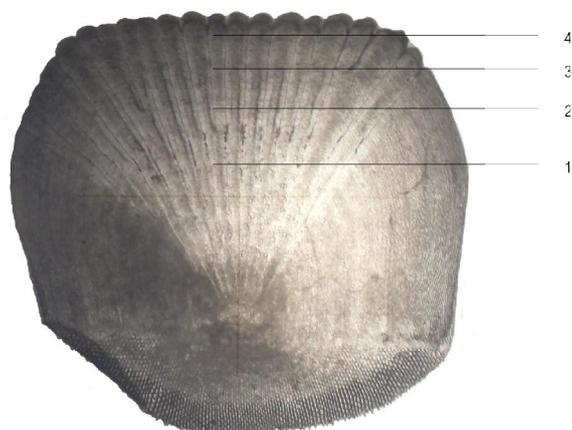


Figura 35: Escama de *Lutjanus peru* con cuatro anillos de crecimiento



Figura 36: Escama de *Lutjanus peru* con el foco regenerado o no definido