

DINÁMICA DEL FACTOR DE CONDICIÓN Y CONTENIDO DE GRASA Y SU RELACIÓN CON LOS ÍNDICES REPRODUCTIVOS EN LA ANCHOVETA PERUANA *Engraulis ringens*, 1961 - 2015

DYNAMICS OF THE CONDITION FACTOR AND FAT CONTENT OF *Engraulis ringens* AND ITS RELATIONSHIP WITH REPRODUCTIVE INDICES (1961 – 2015)

Ángel Perea^{1,*} Betsy Buitrón¹ Julio Mori¹
Cecilia Roque¹ Javier Sánchez¹

¹ Instituto del Mar del Perú, Callao, Perú. Laboratorio Costero de Chimbote, Perú.

* Correspondencia: aperea@imarpe.gob.pe

RESUMEN

Se recopiló y analizó información del contenido de grasa (CG) de anchoveta peruana *Engraulis ringens* perteneciente al stock norte-centro; igualmente, obtuvo valores de factor de condición (K) de los años 1961 a 2015. Se analizó la estacionalidad de los modos de variabilidad de las series de tiempo. El uso de filtros estadísticos determinó cambios o periodos para cada serie. Se observó variabilidad estacional de CG e impactos provenientes de eventos El Niño fuertes como los de 1982-83 y 1997-98. El CG y K no muestran tendencia creciente o decreciente. Las fluctuaciones observadas son propias del comportamiento estacional de esta variable. La variación de CG y K a escala estacional y anual se relaciona inversamente con la variación del índice gonadosomático (IGS) durante los periodos de mayor actividad reproductiva.

PALABRAS CLAVE: *Engraulis ringens*, factor de condición, índice reproductivo

ABSTRACT

Information on the fat content (FC) and condition factor (K) of *Engraulis ringens* from the north-central stock was compiled and evaluated for the period spanning 1961 to 2015. The analysis focused on the seasonal patterns of variability within the time series data. Statistical filtering techniques were employed to detect shifts or distinct periods in each series. Seasonal fluctuations in FC were evident, with significant influences from major El Niño events, notably in 1982/83 and 1997/98. No consistent upward or downward trends were observed in either FC or K, with variations primarily reflecting the seasonal dynamics of these parameters. Additionally, both seasonal and annual changes in FC and K showed an inverse relationship with the gonadosomatic index (GSI) during periods of heightened reproductive activity.

KEYWORDS: *Engraulis ringens*, condition factor, reproductive index

1. INTRODUCCIÓN

La anchoveta peruana es el recurso de mayor importancia comercial en la pesquería peruana, representando más del 92% de desembarques durante el período estudiado (1961- 2015). A pesar de la caída de las abundancias por eventos climáticos recurrentes como El Niño (EN), gracias a su elasticidad reproductiva, la anchoveta peruana siempre ha logrado recuperar su población. Durante el último evento El Niño extraordinario 1997-98 esta recuperación fue más rápida en comparación a eventos similares ocurridos en los años 1971-72 y 1982-83. La alta flexibilidad reproductiva que posee este recurso, ha permitido por un lado aportar la materia prima para la producción de harina y aceite de pescado de múltiples usos industriales por más de 50 años.

1. INTRODUCTION

Engraulis ringens dominates Peru's commercial fishery, constituting over 92% of total landings from 1961 to 2015. Despite periodic population declines driven by climatic events like El Niño, the species' exceptional reproductive capacity has consistently enabled recovery. Notably, the recovery following the extreme 1997/98 El Niño event was markedly faster than those after comparable events in 1971/72 and 1982/83. This reproductive resilience has supported the sustained production of fishmeal and fish oil for diverse industrial applications for over five decades.

COMO REFERENCIAR ESTE ARTÍCULO (APA 7ed): Perea, Á., Buitrón, B., Mori, J., Roque, C. & Sánchez, J. (2026). Dinámica del factor de condición y contenido de grasa y su relación con los índices reproductivos en la anchoveta peruana *Engraulis ringens*, 1961 - 2015. En J. Csirke & R. Guevara-Carrasco (Eds.), *La Anchoveta peruana (Engraulis ringens). Stock Norte-Centro (1950-2009): Construyendo las Bases Científicas para un Enfoque Ecosistémico* (Tomo I, pp. 216-229). Instituto del Mar del Perú.

Por otro lado, constituye el soporte trófico del ecosistema marino de Humboldt (LAM, 1968). Dado el valor nutricional que posee su carne, se está consumiendo en forma directa. Durante el 2010, el Perú registró una acentuada disminución de las capturas de anchoveta debido sobre todo a la aplicación de medidas de ordenamiento como vedas para proteger la alta incidencia de juveniles en la pesca. Estas medidas generaron beneficios en el 2011 (FAO, 2012).

Biológicamente, la anchoveta es capaz de almacenar reservas de energía en forma de grasa que acumula mayormente de manera intermuscular y en la cavidad visceral, constituyendo una excelente fuente de ácidos grasos esenciales (AGE) pertenecientes a las familias de ácidos grasos omega 3 y omega 6 destinados para el consumo humano directo (LEHNINGER, 1979; CHRISTIE, 1993; ELVEVOLL & JAMES, 2000).

Los cambios de los valores de grasa en la anchoveta peruana, se consideran buenos indicadores del grado de bienestar del pez, dado que la grasa y humedad son fluctuantes debido a factores intrínsecos (estado madurez gonadal y tamaño del individuo) y extrínsecos determinados por el ambiente (PLÁCIDO CÁRDENAS, 2006). El contenido graso (CG) suele guardar una relación inversa con los índices reproductivos por lo que su medición y monitoreo sirve como ayuda para predecir los periodos principales de desove (BECKLEY & VAN DER LINGEN, 1999; AYALA GALDOS *et al.*, 2002).

El factor de condición (K) es un indicador del bienestar general de los peces (BULOW *et al.*, 1981) y también puede ser considerado como un indicador de las condiciones encontradas en peces durante un determinado periodo (KREINER *et al.*, 2001). El K está influenciado por la edad, sexo, estación, estado de maduración, llenura del estómago, tipo de alimento consumido, cantidad de reserva de grasa y grado de desarrollo muscular (ZUGARRAMURDI *et al.*, 2003). También depende de la disponibilidad de alimento, la que es dependiente sobre todo de las condiciones ambientales y la densidad poblacional (PARRISH & MALLICOATE, 1995). Con esta perspectiva, se analiza en este trabajo la relación entre K y el contenido graso de anchoveta del stock norte-centro en una amplia serie de datos, desde 1961 hasta 2015 relacionándolos con el índice gonadosomático para el stock norte-centro.

Furthermore, *E. ringens* underpins the trophic structure of the Humboldt Current marine ecosystem (LAM, 1968). Its high nutritional quality has also spurred growing direct human consumption. In 2010, *E. ringens* harvests in Peru declined sharply due to fishery management measures, including seasonal closures aimed at protecting juvenile-rich stocks. These conservation efforts proved effective, leading to a rebound in catches by 2011 (FAO, 2012).

From a biological perspective, *E. ringens* accumulates energy reserves as intermuscular and visceral fat, serving as a rich source of essential fatty acids (EFAs) from the omega-3 and omega-6 families, ideal for human nutrition (LEHNINGER, 1979; CHRISTIE, 1993; ELVEVOLL & JAMES, 2000).

Fluctuations in fat content reflect the fish's physiological condition, influenced by intrinsic factors such as gonadal development and body size, as well as extrinsic environmental variables (PLÁCIDO CÁRDENAS, 2006). Fat content (FC) typically shows an inverse correlation with reproductive indices, making it a valuable predictor of peak spawning periods (BECKLEY & VAN DER LINGEN, 1999; AYALA GALDOS *et al.*, 2002).

The condition factor (K) provides a robust measure of overall fish health (BULOW *et al.*, 1981), capturing the cumulative effects of environmental and physiological conditions over weeks or months (KREINER *et al.*, 2001). Factors influencing K include age, sex, season, reproductive stage, gut fullness, diet quality, fat reserves, and muscle development (ZUGARRAMURDI *et al.*, 2003). Food availability, shaped by environmental conditions and population density, is a key determinant (PARRISH & MALLICOATE, 1995). This study analyzes the interplay between K, fat content, and the gonadosomatic index in the north-central stock of *E. ringens*, drawing on a comprehensive dataset from 1961 to 2015.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El factor de condición (K) se estimó desde enero del 1961 hasta diciembre 2015, en hembras a partir de 12 cm de longitud total (LT), usando la siguiente expresión de HEINCKE (1908) y modificada posteriormente:

$$K = \left(\frac{Pt - Pg}{L^3} \right) * 100$$

Donde: Pt=Peso total, Pg=Peso de la gónada y, L= longitud total

Los valores del factor de condición para los años 1961-2015 se muestran en la Tabla 1 (Anexo).

La determinación del contenido graso durante el periodo 1961 al 2005, se obtuvo mediante el método de extracción de grasa, utilizando benceno como solvente extractor (LAM, 1968; SPARRE, 1976). A partir del año 2006 se utilizó el método Soxhlet, cuyo procedimiento consiste en extraer lípidos y grasa por lavado repetido (percolación), utilizando como solvente extractor el hexano, Método Soxhlet (AOAC, 1990; FIDALGO-USED *et al.*, 2007).

Las muestras utilizadas para determinar el contenido graso fueron individuos enteros de anchoqueta provenientes de los desembarques comerciales, efectuados en la zona norte-centro del Perú, durante los periodos que comprenden los años 1964 al 1986 (TSUKAYAMA, 1989), 1961-1967, 1975, 1988-2002 (información dada por las industrias pesqueras) y 1999 al 2015 (información trabajada por el Laboratorio de Biología Reproductiva – IMARPE).

El contenido graso (CG) obtenido con el método de extracción con benceno se calcula con el uso de la siguiente expresión:

$$CG = Pg * 26$$

Donde: CG = Contenido graso, Pg= peso de grasa de la muestra (g)

Mientras que, para determinar el CG por el Método Soxhlet, el porcentaje de grasa fue calculado gravimétricamente según la siguiente expresión:

$$CG = \left(\frac{Pg}{Pt} \right) * 100$$

2. MATERIALS AND METHODS

The condition factor (K) was estimated from January 1961 through December 2015 in female *E. ringens* at least 12 cm in total length (TL). K was calculated using the following modified expression originally proposed by HEINCKE (1908):

$$K = \left(\frac{Tw - Gw}{L^3} \right) * 100$$

Where: Tw=Total weight, Gw= Gonad weight, and L= Total length

Values for the condition factor over the 1961–2015 period appear in Table 1 (Annex).

Fat content was assessed from 1961 to 2005 via the traditional extraction method, employing benzene as the solvent (LAM, 1968; SPARRE, 1976). Starting in 2006, the Soxhlet method was adopted, which extracts lipids and fats through repeated percolation using hexane as the solvent (AOAC, 1990; FIDALGO-USED *et al.*, 2007).

Samples for fat content analysis comprised whole *E. ringens* specimens from commercial landings in Peru's north-central region. These were gathered during the spans of 1964–1986 (TSUKAYAMA, 1989), 1961-1967, 1975, 1988-2002 (data from fishing industries), as well as 1999–2015 (data from IMARPE's Reproductive Biology Unit).

Fat content (FC) from benzene extraction was computed as follows:

$$FC = Fw * 26$$

Where: FC = Fat content, Fw= Extracted fat weight from the sample (g)

For the Soxhlet method, fat percentage was determined gravimetrically using:

$$FC = \left(\frac{Fw}{Tw} \right) * 100$$

Donde: Pg = peso de la grasa (g), Pt = peso total de la muestra (g)

Como la serie de tiempo contiene datos de grasa provenientes de diferentes métodos de extracción (benceno y soxhlet con hexano) fue necesario realizar una prueba que permita demostrar si existen diferencias significativas entre ambos métodos. Para esto, se procesaron muestras de anchoveta colectadas durante los meses de mayo, junio, julio, octubre y noviembre del 2005, calculándose valores de grasa por ambos métodos.

Las muestras utilizadas en la serie fueron obtenidas de los muestreos biológicos realizados en los Laboratorios Costeros del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) situados en los principales puertos de desembarque: Paita (5°S), Chimbote (9°S), Huacho (11°S), Callao (12°S) y Pisco (14°S), de donde también se obtuvieron los índices reproductivos: Índice gonadosomático (IGS) (BUITRÓN *et al.*, 2026, este volumen). Los muestreos biológicos respectivos provienen del Programa de Seguimiento de la Pesquería Pelágica usando la metodología propuesta por BOUCHON *et al.* (2001).

El Índice Gonadosomático (IGS) se obtuvo según la metodología propuesta por VAZZOLER (1982). La muestra fueron ovarios de 173.893 hembras adultas (>12 cm LT), en los cuales se identificaron los diferentes estadios de madurez gonadal. La metodología utilizada es la misma a la que hace referencia BUITRÓN *et al.* (2026, este volumen). Los valores del IGS así obtenidos se muestran en la Tabla 2 (Anexo).

Para conocer los cambios de régimen de la serie CG y K se construyó una matriz donde se agrupó los índices a escala de tiempo mensual solo de hembras adultas (mayores de 12 cm). Estas series fueron analizadas con el programa Matlab que permitió calcular las anomalías mensuales estandarizadas de la serie de CG y de K, respectivamente.

Con la finalidad de conocer los cambios de la serie de CG basados en sus modos de variabilidad, fueron filtradas las anomalías estandarizadas para CG y K. En el caso de la grasa se utilizó una amplitud de 55 meses mientras que, para K con el mismo tratamiento, los filtros fueron de 95 meses.

Where: Fw = Fat weight (g), Tw = Total sample weight (g)

Given that the time series incorporates data from two extraction methods (benzene and Soxhlet with hexane), a comparative test was performed to check for significant differences. *E. ringens* samples from May, June, July, October, and November 2005 were analyzed using both approaches.

Time series samples came from biological surveys at IMARPE's coastal labs in key landing ports: Paita (5°S), Chimbote (9°S), Huacho (11°S), Callao (12°S), and Pisco (14°S). These sites also yielded reproductive metrics, such as the Gonadosomatic Index (GSI) (BUITRÓN *et al.*, 2026, this volume). Surveys followed the Pelagic Fishery Monitoring Program methodology outlined by BOUCHON *et al.* (2001).

The Gonadosomatic Index (GSI) was derived using VAZZOLER (1982) approach. Ovaries from 173,893 adult females (>12 cm TL) were examined to identify gonadal maturity stages, consistent with methods in BUITRÓN *et al.* (2026, this volume). Resulting GSI values are listed in Table 2 (Annex).

To detect regime shifts in FC and K series, a monthly matrix was assembled for adult females (>12 cm TL). Matlab analysis generated standardized monthly anomalies for FC and K.

To explore FC variability modes, standardized anomalies for both FC and K were filtered: a 55-month window for fat content and a 95-month window for K, using identical processing.

3. RESULTS

Correction Factor: Benzene and Soxhlet Methods

Fat content analysis using the benzene method yielded higher percentages compared to the Soxhlet method (Fig. 1), with statistically significant differences between the two.

To harmonize fat content data collected from 1961 to 2015, a linear correction equation was applied to adjust benzene extraction results

3. RESULTADOS

Estandarización-Métodos: benceno y Soxhlet

Las muestras procesadas por el método del benceno presentaron porcentajes de contenido graso más altos que las procesadas por el método Soxhlet (siendo 1% mayor en la primera parte del año promedio) (Fig. 1), también encontrándose diferencias estadísticas significativas entre ambos métodos.

En este sentido, para uniformizar los datos obtenidos por los procesamientos de extracción de grasa durante los años 1961 al 2015; se halló una ecuación lineal que permitió estandarizar los datos resultantes del método de extracción de grasa con benceno (datos obtenidos de los años 1964 al 2003) obteniéndose una única serie de tiempo a escala mensual. El método Soxhlet es actualmente utilizado en los diferentes laboratorios costeros de IMARPE y brinda resultados más precisos que el método de extracción con benceno. La regresión que se obtuvo fue: $Y=0,8621*GBenc+0,0211$ (Fig. 2). Los valores de contenido graso estandarizados al método Soxhlet para toda la serie se muestran en la Tabla 3 (Anexo).

Relación entre el contenido graso, factor de condición e índice gonadosomático

Los datos de contenido graso (CG) y de factor de condición (K) (datos mensuales, 1986-2009) tuvieron una distribución normal. Ambas variables fueron relacionadas mediante una regresión lineal, comprobándose su significancia a través del análisis de correlación de Pearson con $p=0,009$, con un R^2 de la regresión lineal significativo solo al 50% debido a que son promedios mensuales de una serie larga de años. Este análisis corroboró que el aumento de K es directamente proporcional al del CG (Fig. 3). Por otra parte, los datos de CG e IGS, en ambos casos datos mensuales entre 1964 y 2009, se compararon, observándose correlación inversa entre ambas variables ($r=-0,7428$) y dos periodos de gran amplitud de diferencia: mayo y setiembre, evidenciando que el pez emplea energía acumulada en la grasa (CG) para desarrollar sus gónadas (IGS) (Fig. 4).

Serie de tiempo de contenido graso (CG) y factor de condición (K)

Con la recuperación de los valores de grasa se pudo contar con una serie de tiempo desde 1961 al 2015

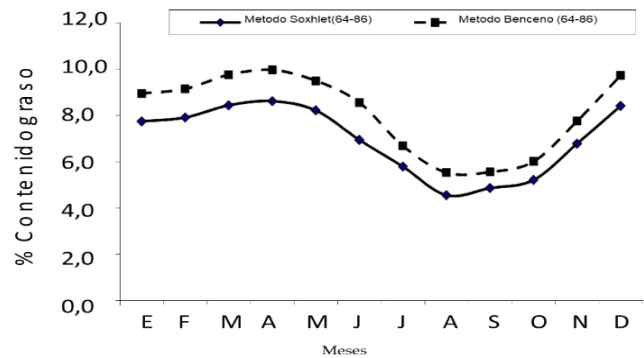


Figura 1.- Diferencias mensuales promedio de contenido graso (CG) de *Engraulis ringens*. Métodos de extracción: benceno y Soxhlet

Figure 1. Average monthly differences in fat content (GC) of *Engraulis ringens*. Extraction methods: benzene and Soxhlet

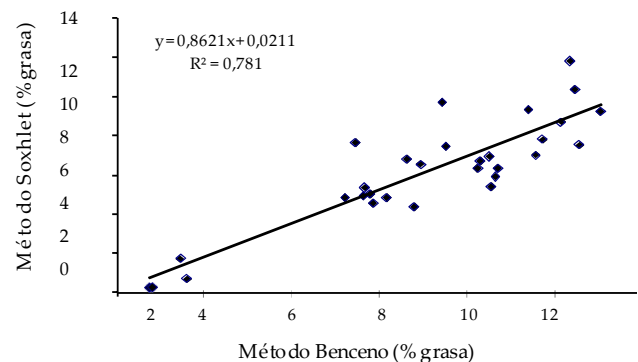


Figura 2.- Relación entre valores de grasa (CG) de *Engraulis ringens* procesados por el método del benceno y con el método Soxhlet

Figure 2. Relationship between fat values (CG) of *Engraulis ringens* processed by the benzene method and the Soxhlet method

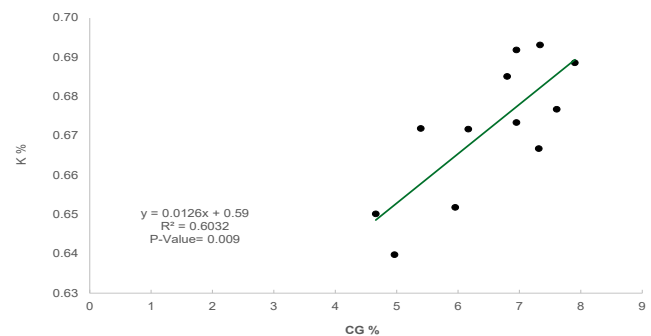


Figura 3.- Regresión Lineal entre el contenido graso (CG) y el factor de condición (K) de *Engraulis ringens*, stock norte-centro

Figure 3. Linear regression between fat content (FC) and condition factor (K) of *Engraulis ringens*, north-central stock

(from 1964 to 2003), producing a consistent monthly time series. The Soxhlet method, now standard in IMARPE's coastal labs, delivers greater precision than benzene extraction. The correction regression is: $Y=0.8621*GBenc+0.0211$ (Fig. 2). Adjusted fat content values, aligned with the Soxhlet method, are listed in Table 3 (Annex).

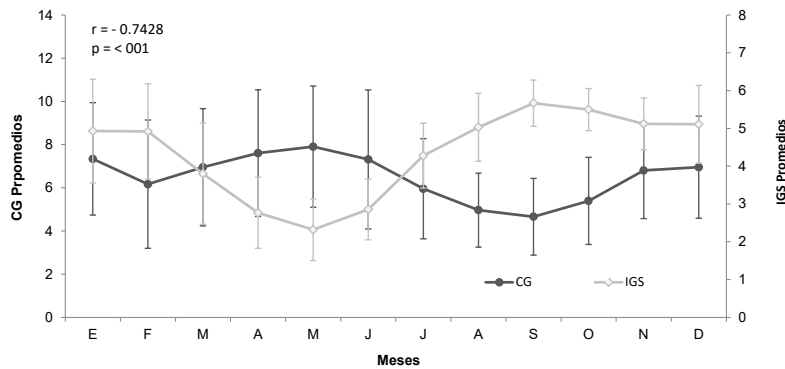


Figura 4.- Correlación entre el contenido graso (CG) e índice gonadosomático (IGS) de *Engraulis ringens*, stock norte-centro con datos de 1961 al 2009

Figure 4. Correlation between fat content (FC) and gonadosomatic index (GSI) of *Engraulis ringens*, north-central stock, with data from 1961 to 2009

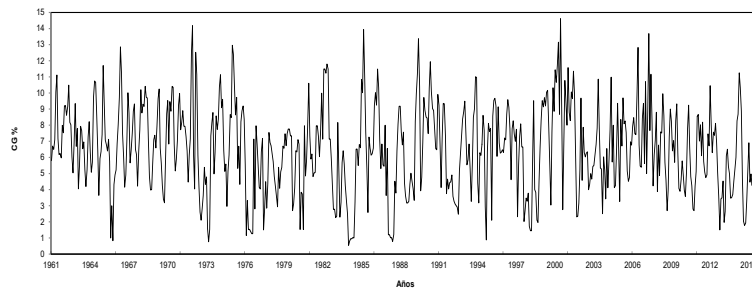


Figura 5.- Valores mensuales de contenido graso (CG) de *Engraulis ringens*, stock norte- centro, 1961- 2015 (hembras >12cm)

Figure 5. Monthly fat content (FC) values for *Engraulis ringens*, north-central stock, 1961-2015 (females >12 cm)

donde se verificó que en los meses de otoño (abril, mayo, junio) se registraron los mayores valores de grasa. El factor de condición muestra una estacionalidad similar a los valores de grasa siendo los meses de otoño cuando se registraron los mayores valores para ambas series. Se correlacionó CG con K, cuyo valor fue $r = 0,7766$. La tabla t-student de la correlación de Pearson fue $t(584) = 11,687$ con $(p = 0,000 < 0,05)$, con lo que se rechazó la hipótesis nula, concluyéndose que la correlación hallada es significativa.

La serie completa de CG de anchoveta es presentada en la Tabla 3 (Anexo) y en la Figura 5. A lo largo del tiempo, el CG ha sido afectado por eventos El Niño extraordinarios como los de 1982-83 y 1997-98; sin embargo, no se registra una tendencia creciente o decreciente de este. Las enormes fluctuaciones visualizadas a paso mensual son propios del comportamiento estacional de esta variable.

Se pudo reconstruir una serie de tiempo del factor de condición (K) desde 1961 al 2015 para el stock norte-centro (Tabla 1, Anexo; Fig. 6). Sus mayores

RELATIONSHIPS AMONG FAT CONTENT, CONDITION FACTOR, AND GONADOSOMATIC INDEX

Monthly fat content (FC) and condition factor (K) data from 1986 to 2009 showed a normal distribution. A linear regression model linked these variables, with Pearson's correlation confirming significance ($p = 0.009$). The regression's significant R^2 value indicates that K rises proportionally with FC (Fig. 3). Similarly, monthly FC and Gonadosomatic Index (GSI) data from 1964 to 2009 were analyzed, revealing both positive and negative correlations ($r = -0.7428$) (Fig. 4).

Time Series of Fat Content (FC) and Condition Factor (K)

A 1961–2015 time series for fat content in the north-central *E. ringens* stock revealed peak values in autumn (April–June). The condition factor displayed parallel seasonality, with the highest values also in autumn. Correlation analysis between FC and K produced $r = 0.7766$, with a t-test result of $t(584) = 11.687$ ($p < 0.05$), rejecting the null hypothesis and confirming a strong relationship.

promedios se muestran en mayo, noviembre y diciembre. Al igual que los valores de grasa, el factor de condición no registra tendencia en el tiempo y solo muestra fluctuaciones estacionales observadas con las anomalías estandarizadas e impactos negativos por los eventos El Niño (Fig. 7).

Table 3 (Annex) and Figure 5 present the full FC time series. Extraordinary El Niño events in 1982/83 and 1997/98 impacted FC, but no long-term upward or downward trend was evident. Monthly fluctuations reflect seasonal patterns.

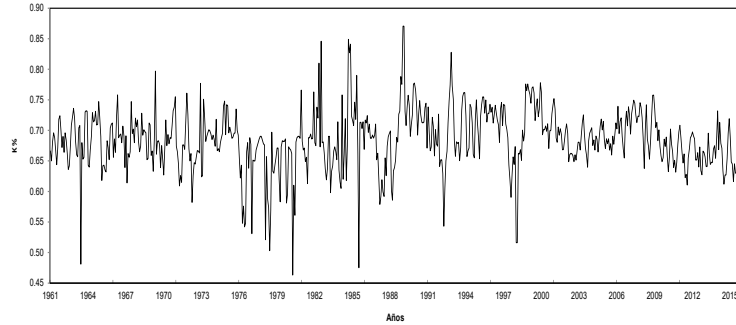


Figura 6.-Valores mensuales del factor de condición (K) de *Engraulis ringens*, stock norte centro, 1961-2015 (hembras >12cm)

Figure 6. Monthly condition factor (K) values for *Engraulis ringens*, north-central stock, 1961-2015 (females >12 cm)

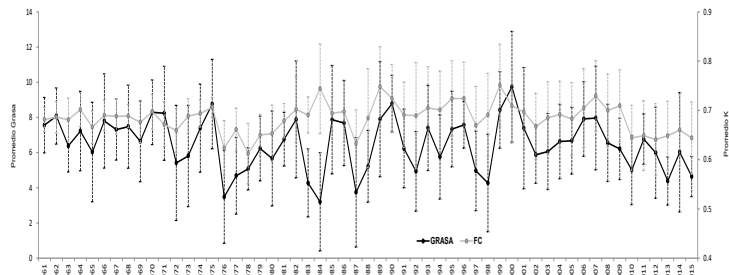


Figura 7.- Variación anual del contenido graso (CG) y factor de condición (K) de *Engraulis ringens*, stock norte-centro con datos de 1961 al 2015

Figure 7. Annual variation in fat (CG) and condition factor (K) of *Engraulis ringens*, north-central stock data from 1961 to 2015

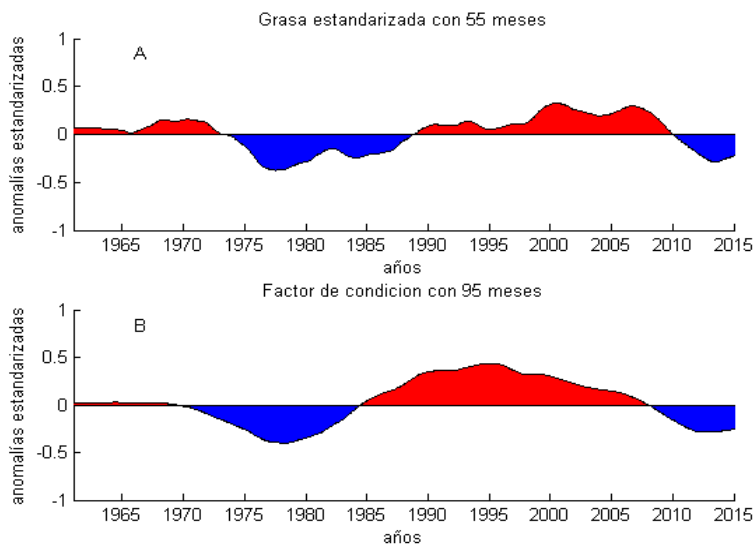


Figura 8.- Filtro decadal de las anomalías de series de tiempo de (A) contenido graso CG comparado con las anomalías filtradas del (B) factor de condición (K) de *Engraulis ringens*, stock norte-centro con datos de 1961 al 2015

Figure 8. Filter decadal anomalies time series (A) CG fat compared with the filtered anomalies (B) condition factor (K) of *Engraulis ringens*, north-central stock data from 1961 to 2015

Utilizando el filtro decadal de las anomalías estandarizadas de la serie de tiempo, se extrajo la señal multidecadal, encontrándose cuatro periodos distintos en la serie de CG de 1961 a 2015 (Fig. 8-A); para K se encontraron igualmente 3 periodos cuyos inicios fueron en años distintos al de CG, siendo el más corto de estos, el periodo iniciado en el año 2001 (Fig. 8-B).

4. DISCUSIÓN

La condición de los peces a usualmente equivale a la magnitud de las reservas de grasa, que puede ser representado por medidas de características bioenergéticas, bioquímicas, o morfométricas (McPHERSON *et al.*, 2011). El factor de condición (K) se usa para describir relaciones bidimensionales entre la longitud y el peso, siendo un indicador de las reservas energéticas de un pez (ÁRNASON *et al.*, 2009) y de su grado de bienestar (DANZMANN *et al.*, 1988; DADZIE *et al.*, 2008; JONES *et al.*, 1999) así mismo, el contenido graso (CG) es un claro indicador de la buena condición del pez (STEVENSON & WOODS, 2006), aunque se debe recordar que CG es más preciso que K (DAVIDSON & MARSHALL, 2010) en la medición de la condición de un pez pelágico. En este trabajo, se comprueba que K es indicador de las reservas de grasa, ya que se encontró una buena correlación entre CG y K en la anchoveta peruana, lo que también sucede con otras especies como el salmón (HERBINGER & FRIARS, 1991; PETERSON & HARMON, 2005). En los peces, una parte importante del crecimiento en peso puede deberse a la acumulación y re acumulación de reservas energéticas, mientras que el crecimiento en longitud se refiere a la síntesis de moléculas estructurales (COUTURE *et al.*, 1998; CLARK, 1928; DAVIDSON & MARSHALL, 2010). Sin embargo, se ha encontrado casos en los que la relación entre K y CG es débil, como por ejemplo en el arenque del Atlántico (DAVIDSON & MARSHALL, 2010; MCPHERSON *et al.*, 2011). Sin embargo, los índices morfométricos como K y bioenergético como CG, deberían ser validados con métodos bioquímicos para comprobar su uso como índice de condición (McPHERSON *et al.*, 2011). En nuestro caso, al explorar y correlacionar series de tiempo muy largas (660 meses) se encontró una correlación entre el CG y K con valores significativos, lo que quiere decir que para el caso de la anchoveta peruana estas variables registran un grado de asociación que debe tomarse en cuenta para diferentes aplicaciones.

A condition factor (K) time series for the same period and stock (Table 1, Annex; Fig. 6) showed peak averages in May, November, and December. Like FC, K exhibited no long-term trend, only seasonal variations and declines during El Niño events, as observed in standardized anomalies (Fig. 7).

Applying a decadal filter to the standardized anomalies revealed a multidecadal signal, identifying three distinct periods in the FC series from 1961 to 2009 (Fig. 8-A). For K, three periods were also identified, starting in different years, with the shortest period beginning in 2001 (Fig. 8-B).

4. DISCUSSION

A fish's physiological health is often gauged by its fat reserves, which can be quantified through bioenergetic, biochemical, or morphometric indicators (McPHERSON *et al.*, 2011). The condition factor (K) serves as a key metric, expressing the relationship between a fish's length and weight as a single statistic that reflects its energy stores (ÁRNASON *et al.*, 2009) and overall vitality (DANZMANN *et al.*, 1988; DADZIE *et al.*, 2008; JONES *et al.*, 1999). Similarly, fat content (FC) is a reliable measure of a fish's condition (STEVENSON & WOODS, 2006), offering greater precision than K for pelagic species (DAVIDSON & MARSHALL, 2010). This study demonstrates a strong correlation between FC and K in *Engraulis ringens*, confirming K as a valid indicator of fat reserves. Comparable correlations have been observed in species like salmon (HERBINGER & FRIARS, 1991; PETERSON & HARMON, 2005). In fish, weight gain often stems from the accumulation or replenishment of energy reserves, while length growth reflects the synthesis of structural molecules (COUTURE *et al.*, 1998; CLARK, 1928; DAVIDSON & MARSHALL, 2010). However, the relationship between K and FC is not universally robust, as seen in Atlantic herring (DAVIDSON & MARSHALL, 2010; MCPHERSON *et al.*, 2011). Therefore, morphometric indices like K and bioenergetic measures like FC should be cross-validated with biochemical methods to ensure their accuracy as condition indicators (McPHERSON *et al.*, 2011). Analysis of extensive time series data (660 months) in this study

Por otro lado, la relación inversa encontrada entre CG e IGS se ha reportado anteriormente para la anchoveta peruana (AYALA GALDOS *et al.*, 2002) y de otras latitudes (GÖKOGLU *et al.*, 1999). Estos autores además manifiestan que el incremento en los valores de grasa estaría asociado a masas de aguas frías y disponibilidad de nutrientes. La relación inversa entre el CG, la maduración y desove también ha sido reportada para otras especies (WADA, 1955; HERRERA & MUÑOZ, 1957; BECKLEY & VAN DER LINGEN, 1999; GARRIDO *et al.*, 2008). Se sabe que la grasa mesentérica es la primera reserva energética para la maduración gonadal (McPHERSON *et al.*, 2011). Igualmente, K ha sido relacionada cercanamente al ciclo reproductivo para diferentes especies (SALZEN, 1958; FAGADE & OLANIYAN, 1973; MELLO & ROSE, 2005; HOSSAIN *et al.*, 2006; AYOADE & IKULALA, 2007). Cabe mencionar que los altos niveles de grasa están relacionados sobre todo con el proceso de maduración más no necesariamente con el desove, para lo cual debe haber en el ambiente un desencadenador que lo ponga en acción (ESPINOZA *et al.*, 2009; BANDARRA *et al.*, 1997). Es la disponibilidad de alimento de buena calidad que posibilitaría un éxito reproductivo en la anchoveta peruana. Algo similar se encontró en sardinas, donde la disponibilidad de alimento durante la etapa de reposo gonadal tiene una fuerte influencia sobre la cantidad de grasa acumulada por ellas antes de la estación de desove y, por lo tanto, sobre la reproducción (HAYASHI & TAKAGI, 1977; GARRIDO *et al.*, 2008).

Agradecimientos

Expresamos nuestro especial agradecimiento al Dr. Julio Valdivia (+), uno de los investigadores fundadores más destacados del Imarpe, por sus aportes en la revisión de este documento.

revealed a significant correlation between FC and K in *E. ringens*, underscoring a meaningful association relevant to various ecological and fisheries applications.

An inverse relationship between FC and the Gonadosomatic Index (GSI) has been previously reported for *E. ringens* (AYALA GALDOS *et al.*, 2002) and other species worldwide (GÖKOGLU *et al.*, 1999). These studies link elevated fat levels to cold water masses and abundant nutrients. This inverse relationship between FC, gonadal maturation, and spawning is also documented in other species (WADA, 1955; HERRERA & MUÑOZ, 1957; BECKLEY & VAN DER LINGEN, 1999; GARRIDO *et al.*, 2008). Mesenteric fat is typically the primary energy source for gonadal development (McPHERSON *et al.*, 2011). Similarly, K is closely tied to reproductive cycles in various species (SALZEN, 1958; FAGADE & OLANIYAN, 1973; MELLO & ROSE, 2005; HOSSAIN *et al.*, 2006; AYOADE & IKULALA, 2007). High fat levels are primarily associated with gonadal maturation rather than spawning, which requires an environmental cue to initiate (ESPINOZA *et al.*, 2009; BANDARRA *et al.*, 1997). Access to high-quality food is critical for reproductive success in *E. ringens*. In sardines, food availability during the gonadal resting phase significantly influences fat accumulation prior to spawning, directly affecting reproductive outcomes (HAYASHI & TAKAGI, 1977; GARRIDO *et al.*, 2008).

Acknowledgments

We would like to express our special thanks to Dr. Julio Valdivia (+), one of IMARPE's most prominent founding researchers, for his contributions to the review of this document.

5. REFERENCIAS

- ÁRNASON, T., BJÖRNSSON, B. & STEINARSSON, A. (2009). Allometric growth and condition factor of Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed to satiation: effects of temperature and body weight. *J. Appl. Ichthyol.*, 25, 401-406. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01259.x>
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS [AOAC]. (1990). *Official Methods of Analysis* (15^a ed.). <https://acortar.link/u8RDGC>
- AYALA GALDOS, M. E., ALBRECHT-RUIZ, M., SALAS MALDONADO, A. & PAREDES MINGA, J. (2002). Fat content of Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) after "El Niño" Phenomenon (1998-1999). *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 627-631. <https://doi.org/10.1006/jfca.2002.1059>
- AYOADE, A. A. & IKULALA, A. O. O. (2007). Length weight relationship, condition factor and stomach contents of *Hemichromis bimaculatus*, *Sarotherodon melanotheron* and *Chromidotilapia guentheri* (Perciformes: Cichlidae) in Eleiyele Lake, Southwestern Nigeria. *Rev. Biol. Trop.*, 55(3-4), 969-977. <https://doi.org/10.15517/rbt.v55i3-4.33117>
- BANDARRA, N. M., BATISTA, I., NUNES, M. L., EMPIS, J. M. & CHRISTIE, W. W. (1997). Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*).

- Journal of Food Science*, 62(1), 40-42. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04364.x>
- BECKLEY, L. E. & VAN DER LINGEN, C. D. (1999). Biology, fishery and management of sardines (*Sardinops sagax*) in southern African waters. *Mar. Freshwater Res.*, 50, 955-978. <https://doi.org/10.1071/MF99068>
- BOUCHON, M., NIQUEN, M., MORI, J., ECHEVERRÍA, A. & CAHUÍN, S. (2001). Manual de muestreo de la pesquería pelágica. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú*, (157), 3-14. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/907>
- BUITRÓN, B., MORI, J., PEREA, Á., SÁNCHEZ, J. & QUISPE, C. (2026). Madurez gonadal e índice gonadosomático de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*, 1961 - 2015. En J. Csirke & R. Guevara-Carrasco (Eds.), *La Anchoveta peruana (Engraulis ringens)*, Stock Norte-Centro (1950-2009): *Construyendo las Bases Científicas para un Enfoque Ecosistémico* (Tomo I, pp. 230-248). Instituto del Mar del Perú.
- BULOW, F. J., ZEMAN, M. E., WINNINGHAM, J. R. & HUDSON, W. F. (1981). Seasonal variations in RNA-DNA ratios and in indicators of feeding, reproduction, energy storage, and condition in a population of bluegill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque. *J. Fish Biol.*, 18, 237-244. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1981.tb03766.x>
- CHRISTIE, J. S. (1993). *Los aceites omega en la alimentación*. Urano.
- CLARK, F. N. (1928). The weight-length relationship of the California sardine (*Sardina caerulea*) at San Pedro. *Fish Bulletin*, (12), 5-59. <https://escholarship.org/uc/item/5r71r464>
- COUTURE, P., DUTIL, J-D. & GUDERLEY, H. (1998). Biochemical correlates of growth and condition in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) from Newfoundland. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55, 1591-1598. <https://doi.org/10.1139/f98-045>
- DADZIE, S., ABOU-SEEDO, F. & MANYALA, J. O. (2008). Length-length relationship, length-weight relationship, gonadosomatic index, condition factor, size at maturity and fecundity of *Parastromateus niger* (Carangidae) in Kuwaiti waters. *J. Appl. Ichthyol.*, 24, 334-336. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01061.x>
- DANZMANN, R. G., FERGUSON, M. M. & ALLENDORF, F. W. (1988). Heterozygosity and components of fitness in a strain of rainbow trout. *Biological Journal of the Linnean Society*, 33, 285-304. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1988.tb00813.x>
- DAVIDSON, D. & MARSHALL, C. T. (2010). Are morphometric indices accurate indicators of stored energy in herring *Clupea harengus*? *Journal of Fish Biology*, 76, 913-929. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02546.x>
- DUTIL, J-D. & LAMBERT, Y. (2000). Natural mortality from poor condition in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 57, 826-836. <https://doi.org/10.1139/f00-023>
- ELVEVOLL, E. O. & JAMES, D. G. (2000). Potential benefits of fish for maternal, foetal and neonatal nutrition: a review of the literature. *Food, Nutrition and Agriculture*, (27), 28-39. <https://www.fao.org/4/X8576M/x8576m05.htm>
- ESPINOZA, C., VERA, V., PEREA, Á., BUITRÓN, B., ROJAS, P. & KJESBU, O. S. (2009). Efecto de la ración alimenticia sobre la maduración gonadal y la acumulación de grasa de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842) en cautiverio. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 37(2), 181-190. <https://doi.org/10.3856/vol37-issue2-fulltext-5>
- FAGADE, S. O. & OLANIYAN, C. I. O. (1973). The food and feeding interrelationship of the fishes in the Lagos Lagoon. *J. Fish Biol.*, 5, 205-225. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1973.tb04449.x>
- FIDALGO-USED, N., BLANCO-GONZÁLES, E. & SANS-MEDEL, A. (2007). Sample handling strategies for the determination of persistent trace organic contaminants from biota samples. *Analytica Chimica Acta*, 590, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.03.004>
- GARRIDO, S., ROSA, R., BEN-HAMADOU, R., CUNHA, M. E., CHÍCHARO, M. A. & VAN DER LINGEN, C. D. (2008). Spatio-temporal variability in fatty acid trophic biomarkers in stomach contents and muscle of Iberian sardine (*Sardina pilchardus*) and its relationship with spawning. *Mar. Biol.*, 154, 1053-1065. <https://doi.org/10.1007/s00227-008-0999-7>
- GÖKOGLU, N., ÖZDAN, Ö., ERKAN, N., BAYGAR, T. & METIN, S. (1999). Seasonal variation in fat content of anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *International Journal of Food Science and Technology*, 34, 401-402. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1999.00285.x>
- HAYASHI, K. & TAKAGI, T. (1977). Seasonal variation in lipids and fatty acids of sardine, *Sardinops melanosticta*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 28(2), 83-94. <https://acortar.link/pzegBU>
- HEINCKE, F. (1908). Bericht über die Untersuchungen der Biologischen Anstalt auf Helgoland zur Naturgeschichte der Nutzfische. En W. Herwig (Ed.), *Die Beteiligung Deutschlands an der Internationalen Meeresforschung* (pp. 67-150). Verlag von Otto Salle. <https://acortar.link/xUR6ER>
- HERBINGER, C. M. & FRIARS, G. W. (1991). Correlation between condition factor and total lipid content in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. *Aquaculture and Fisheries Management*, 22, 527-529. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1991.tb00766.x>
- HERRERA, J. & MUÑOZ, F. (1957). Consideraciones biológicas sobre la composición química de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) de Castellón. *Inv. Pesq.*, 4, 33-48. <http://hdl.handle.net/10261/188799>
- HOSSAIN, M. Y., AHMED, Z. F., LEUNDA, P. M., JASMINE, S., OSOZ, J., MIRANDA, R. & OHTOMI, J. (2006). Condition, length-weight and length-length relationships of the Asian striped catfish *Mystus vittatus* (Bloch, 1794) (Siluriformes: Bagridae) in the Mathabhanga River, southwestern Bangladesh. *J. Appl. Ichthyol.*, 22, 304-307. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00803.x>
- JONES, R. E., PETRELL, R. J. & PAULY, D. (1999). Using modified length-weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural Engineering*, 20, 261-276. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(99\)00020-5](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(99)00020-5)
- KREINER, A., VAN DER LINGEN, C. D. & FRÉON, P. (2001). A comparison of condition factor and gonadosomatic index of sardine *Sardinops sagax* stocks in the northern and southern Benguela upwelling ecosystems, 1984-1999. *A Decade of Namibian Fisheries Science*, 23, 123-134. <https://www.ajol.info/index.php/ajms/article/view/33346>
- LAM, R. (1968). Estudio sobre la variación del contenido de grasa en la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*).

- J.). *Inf Inst Mar Perú* (24), 2-29. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/252>
- LEHNINGER, A. L. (1979). *Bioquímica: las bases moleculares de la estructura y función celular*. (2ª ed). Ediciones Omega.
- MCPHERSON, L. R., SLOTTE, A., KVAMME, C., MEIER, S. & MARSHALL, C. T. (2011). Inconsistencies in measurement of fish condition: a comparison of four indices of fat reserves for Atlantic herring (*Clupea harengus*). *ICES Journal of Marine Science*, 68(1), 52-60. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq148>
- MELLO, L. G. & ROSE, G. A. (2005). Seasonal cycles in weight and condition in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 1006-1015. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.03.008>
- PARRISH, R. H. & MALLICOATE, D. L. (1995). Variation in the condition factors of California pelagic fishes and associated environmental factors. *Fisheries Oceanography*, 4(2), 171-190. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.1995.tb00070.x>
- PETERSON, R. H. & HARMON, P. R. (2005). Changes in condition factor and gonadosomatic index in maturing and non-maturing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Bay of Fundy sea cages, and the effectiveness of photoperiod manipulation in reducing early maturation. *Aquaculture Research*, 36, 882-889. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01297.x>
- PLÁCIDO CÁRDENAS, M. (2006). Estimación del contenido proteico de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) utilizando los valores de humedad y grasa. *Bol. invest. Inst. tecnol. Pesq. Perú.*, 7, 27-30. <https://hdl.handle.net/20.500.14523/634>
- SALZEN, E. A. (1958). Observations on biology of *Ethmalosa fimbriata*. *Bull. Inst. fr. Afr. noire. Ser. A.*, 18, 335-371.
- SPARRE, P. (1976). A Markovian decision process applied to optimization of production planning in fish farming. *Meddeklser fra Danmarks Fiskeri-Og Havundersogelser N. S.*, 7, 111-197.
- STEVENSON, R. D. & WOODS, W. A. (2006). Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, 46(6), 1169-1190. <https://doi.org/10.1093/icb/icl052>
- TSUKAYAMA, I. (1989). Dynamics of the fat content of Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*). En D. Pauly, P. Muck, J. Mendo & I. Tsukayama (Eds.), *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and Interactions* (pp. 125-131). Instituto del Mar del Perú (Imarpe), Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit GmbH (GTZ), International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM). <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1432>
- VAZZOLER, A. E. (1982). *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento*. CNP/PN2.
- WADA, M. (1955). Biochemical studies on the fat of sardine body. Part 3. On the seasonal variation in the fat content in different tissues of male and female sardine fish. *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 29, 339-342.
- ZUGARRAMURDI, A., PARIN, M. A., GADALETA, L., CARRIZO, G. A., MONTECCHIA, C., BOERI, R. L. & GIANNINI, D. H. (2003). Seasonal variation in condition factor gonadosomatic index and processing yield of carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 12(2), 33-45. https://doi.org/10.1300/J030v12n02_04

Tabla 1.- Valores mensuales de factor de condición de anchoveta peruana *Engraulis ringens* (%) de la Región Norte Centro, 1961-2015; ejemplares adultos ≥ 12 cmTable 1. Monthly condition factor values (%) of *Engraulis ringens* from the North-Central Region, 1961-2015; adult specimens ≥ 12 cm

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1961	0.67	0.65	0.68	0.70	0.69	0.67	0.64	0.67	0.72	0.72	0.70	0.67
1962	0.69	0.66	0.70	0.68	0.66	0.64	0.64	0.67	0.71	0.72	0.74	0.72
1963	0.68	0.66	0.66	0.70	0.71	0.48	0.68	0.65	0.66	0.73	0.73	0.73
1964	0.64	0.64	0.67	0.69	0.73	0.71	0.72	0.73	0.71	0.71	0.75	0.72
1965	0.69	0.62	0.64	0.64	0.64	0.63	0.68	0.67	0.65	0.70	0.71	0.71
1966	0.66	0.69	0.66	0.72	0.76	0.69	0.69	0.69	0.68	0.71	0.69	0.64
1967	0.69	0.61	0.66	0.66	0.67	0.75	0.70	0.70	0.68	0.72	0.71	0.72
1968	0.68	0.67	0.67	0.73	0.69	0.70	0.70	0.70	0.65	0.65	0.71	0.71
1969	0.66	0.67	0.63	0.69	0.80	0.66	0.68	0.68	0.68	0.64	0.68	0.65
1970	0.63	0.67	0.72	0.68	0.69	0.68	0.69	0.69	0.71	0.73	0.74	0.76
1971	0.67	0.67	0.65	0.61	0.63	0.62	0.68	0.68	0.67	0.71	0.76	0.73
1972	0.67	0.65	0.66	0.58	0.63	0.65	0.65	0.66	0.67	0.67	0.66	0.78
1973	0.62	0.63	0.75	0.72	0.68	0.69	0.70	0.70	0.70	0.69	0.69	0.69
1974	0.69	0.67	0.72	0.67	0.67	0.67	0.68	0.69	0.70	0.74	0.75	0.69
1975	0.74	0.74	0.70	0.71	0.70	0.69	0.69	0.70	0.70	0.74	0.70	0.69
1976	0.66	0.62	0.64	0.55	0.58	0.54	0.55	0.67	0.68	0.64	0.69	0.68
1977	0.53	0.65	0.65	0.65	0.67	0.67	0.68	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68
1978	0.68	0.52	0.66	0.59	0.57	0.50	0.57	0.70	0.63	0.63	0.64	0.66
1979	0.67	0.67	0.62	0.58	0.67	0.68	0.68	0.68	0.69	0.58	0.60	0.67
1980	0.67	0.67	0.66	0.46	0.61	0.56	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69	0.77
1981	0.68	0.67	0.67	0.65	0.66	0.61	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.76
1982	0.68	0.68	0.74	0.72	0.81	0.67	0.85	0.68	0.68	0.66	0.64	0.62
1983	0.64	0.69	0.69	0.60	0.63	0.64	0.67	0.67	0.67	0.65	0.71	0.64
1984	0.62	0.61	0.76	0.62	0.66	0.72	0.62	0.67	0.85	0.83	0.84	0.72
1985	0.72	0.71	0.75	0.72	0.79	0.66	0.48	0.71	0.71	0.70	0.71	0.67
1986	0.72	0.71	0.72	0.70	0.71	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.71	0.65
1987	0.66	0.62	0.58	0.59	0.62	0.60	0.59	0.65	0.63	0.67	0.69	0.69
1988	0.70	0.60	0.59	0.63	0.64	0.65	0.69	0.68	0.73	0.73	0.79	0.78
1989	0.87	0.87	0.73	0.71	0.74	0.76	0.74	0.69	0.71	0.72	0.78	0.78
1990	0.77	0.74	0.69	0.73	0.75	0.73	0.71	0.71	0.71	0.74	0.74	0.67
1991	0.74	0.70	0.67	0.67	0.72	0.71	0.66	0.70	0.68	0.67	0.73	0.64
1992	0.65	0.65	0.63	0.54	0.61	0.65	0.67	0.71	0.75	0.77	0.83	0.77
1993	0.75	0.68	0.66	0.68	0.68	0.68	0.65	0.67	0.73	0.76	0.76	0.76
1994	0.72	0.66	0.67	0.67	0.74	0.74	0.71	0.66	0.66	0.72	0.75	0.71
1995	0.69	0.65	0.72	0.74	0.75	0.75	0.73	0.75	0.71	0.73	0.73	0.74
1996	0.73	0.74	0.71	0.73	0.74	0.73	0.72	0.71	0.68	0.74	0.75	0.71
1997	0.74	0.74	0.71	0.70	0.69	0.64	0.62	0.59	0.63	0.66	0.64	0.67
1998	0.52	0.52	0.66	0.66	0.67	0.65	0.70	0.68	0.70	0.78	0.77	0.78
1999	0.77	0.76	0.74	0.77	0.77	0.76	0.72	0.74	0.75	0.72	0.73	0.78
2000	0.76	0.69	0.70	0.70	0.71	0.70	0.71	0.67	0.70	0.70	0.73	0.74
2001	0.75	0.73	0.69	0.68	0.71	0.69	0.70	0.69	0.67	0.67	0.68	0.70
2002	0.71	0.70	0.65	0.66	0.66	0.66	0.66	0.65	0.66	0.65	0.67	0.68
2003	0.68	0.67	0.69	0.71	0.73	0.69	0.67	0.66	0.64	0.68	0.70	0.70
2004	0.70	0.68	0.68	0.67	0.69	0.69	0.66	0.69	0.71	0.72	0.70	0.71
2005	0.68	0.67	0.69	0.68	0.69	0.67	0.68	0.66	0.69	0.68	0.69	0.71
2006	0.70	0.74	0.69	0.71	0.72	0.69	0.67	0.65	0.71	0.73	0.71	0.74
2007	0.73	0.69	0.73	0.74	0.75	0.74	0.73	0.71	0.72	0.72	0.75	0.74
2008	0.72	0.69	0.64	0.70	0.74	0.69	0.67	0.65	0.68	0.72	0.76	0.76
2009	0.74	0.70	0.71	0.68	0.70	0.67	0.66	0.65	0.66	0.69	0.67	0.69
2010	0.66	0.63	0.66	0.70	0.68	0.67	0.64	0.65	0.63	0.65	0.68	0.70
2011	0.71	0.69	0.66	0.65	0.66	0.62	0.63	0.61	0.65	0.67	0.69	0.69
2012	0.70	0.69	0.69	0.65	0.65	0.66	0.64	0.67	0.63	0.63	0.67	0.66
2013	0.66	0.64	0.64	0.70	0.66	0.64	0.65	0.65	0.67	0.67	0.65	0.69
2014	0.73	0.67	0.71	0.68	0.67	0.63	0.61	0.63	0.63	0.65	0.69	0.72
2015	0.69	0.65	0.64	0.62	0.65	0.63	0.63	0.60	0.64	0.66	0.66	0.67
Promedio	0.69	0.67	0.68	0.67	0.69	0.67	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.71

Tabla 2.- Valores mensuales de Índice gonadosomático de anchoveta peruana *Engraulis ringens* (%) de la Región Norte Centro, 1986-2009; ejemplares adultos ≥ 12 cm

Table 2. Monthly gonadosomatic index (%) values of *Engraulis ringens* from the North-Central Region, 1986–2009; adult specimens ≥ 12 cm

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1986	0.81	0.72	0.76	0.73	0.86	1.74	4.29	3.81	5.62	4.47	3.67	2.66
1987	3.13	2.11	1.01	1.24	1.59	2.90	4.46	4.63	5.40	5.31	5.55	5.54
1988	5.19	2.71	1.38	1.54	1.22	2.58	4.04	4.21	5.39	5.08	4.20	3.35
1989	2.65	2.32	2.03	1.17	1.47	1.35	2.63	6.10	5.92	5.21	5.42	6.39
1990	5.27	5.32	3.16	2.55	2.46	3.32	4.54	5.95	5.60	5.73	5.31	6.19
1991	4.84	4.84	2.75	1.41	1.72	2.63	4.35	5.29	5.55	4.54	5.00	3.74
1992	3.08	5.37	2.17	1.20	1.74	2.61	4.22	5.06	5.89	5.19	4.08	3.03
1993	2.95	2.72	2.34	1.56	0.85	1.75	3.94	5.28	5.13	5.14	4.96	4.76
1994	4.00	4.43	1.76	1.89	2.06	2.61	3.67	4.82	6.21	5.20	4.64	4.22
1995	3.21	4.38	4.61	3.29	3.28	4.26	5.55	5.80	6.67	5.17	4.85	5.39
1996	4.69	6.12	4.72	2.95	2.51	3.60	5.62	5.91	5.99	5.24	5.02	4.90
1997	5.54	5.70	3.84	2.04	1.62	1.62	2.46	2.57	3.55	4.44	4.19	4.86
1998	1.28	2.36	2.74	3.98	3.95	4.06	5.31	6.54	6.75	6.04	4.34	5.25
1999	5.52	5.89	4.98	3.17	2.53	2.73	5.25	5.63	5.49	4.67	3.47	3.05
2000	4.96	3.68	2.64	3.01	2.73	3.46	4.77	5.38	5.23	4.59	4.76	4.97
2001	5.66	5.42	3.62	2.54	2.98	3.69	5.44	6.28	5.72	5.16	5.58	6.17
2002	5.21	4.86	2.76	1.82	1.38	1.97	3.59	6.15	5.63	5.32	4.94	5.17
2003	4.71	4.60	4.67	3.57	3.03	4.04	4.51	5.00	5.15	5.74	5.72	6.11
2004	5.72	5.19	4.57	2.46	2.57	3.54	4.53	5.58	5.78	5.56	5.47	5.59
2005	5.76	5.41	4.41	2.26	1.50	2.40	4.04	5.06	5.76	5.91	5.96	5.83
2006	5.58	5.18	3.99	4.12	2.84	2.60	3.79	4.24	5.51	5.78	4.85	5.72
2007	5.28	5.02	5.08	3.65	3.55	3.97	5.43	5.57	6.04	5.98	5.72	5.98
2008	5.42	4.62	3.01	2.95	2.45	2.00	3.52	3.81	5.39	6.06	5.66	5.24
2009	6.21	5.88	5.07	3.83	3.36	2.82	4.27	5.18	5.88	5.70	5.37	5.40
2010	4.67	3.83	3.48	2.65	2.96	3.51	5.11	5.92	6.11	5.96	5.71	6.15
2011	5.86	4.66	4.17	2.75	1.83	1.86	2.97	4.09	6.22	6.32	5.21	4.86
2012	5.33	4.80	3.95	2.80	1.53	2.67	3.43	5.41	6.18	6.06	6.07	6.06
2013	5.16	4.12	5.12	3.69	2.44	2.59	5.32	6.23	6.79	6.32	5.61	5.57
2014	5.62	5.63	5.59	3.49	1.45	2.22	4.21	5.18	6.31	6.14	6.03	5.98
2015	5.62	5.26	4.14	2.80	1.81	2.34	3.48	4.34	5.37	5.36	5.35	5.02
Promedio	4.63	4.44	3.48	2.57	2.21	2.78	4.29	5.17	5.74	5.45	5.09	5.10

Tabla 3. Valores mensuales de contenido graso de anchoveta peruana *Engraulis ringens* (%) de la Región Norte Centro, 1961-2009; ejemplares adultos ≥ 12 cmTable 3. Monthly fat content (%) of *Engraulis ringens* from the North-Central Region, 1961-2009; adult specimens ≥ 12 cm

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1961	5.80	6.70	6.50	7.10	10.07	11.12	7.17	6.18	6.24	5.97	7.99	7.53
1962	9.20	9.22	8.62	9.16	10.49	8.18	8.02	6.04	5.04	6.96	9.34	6.69
1963	7.79	4.05	5.47	7.93	7.67	6.54	6.96	5.25	4.20	5.23	7.28	8.22
1964	6.35	5.08	5.69	9.75	10.74	10.66	8.62	6.42	3.64	5.92	6.37	7.42
1965	11.70	9.39	7.07	6.78	6.40	7.12	5.75	1.00	3.00	0.83	4.31	4.92
1966	5.22	6.86	8.04	9.71	12.86	11.25	7.48	6.04	4.15	4.91	7.06	10.01
1967	8.76	5.66	6.41	7.50	8.87	9.32	6.50	6.17	4.22	6.40	7.69	10.20
1968	8.76	9.30	9.16	10.41	9.73	9.69	7.09	4.81	3.98	4.00	5.66	7.10
1969	7.37	6.59	7.92	9.66	10.25	6.57	5.64	4.26	3.41	3.19	6.10	8.72
1970	9.53	6.83	9.46	8.87	10.40	10.35	6.81	5.16	5.87	7.03	9.25	9.96
1971	7.72	8.18	8.90	7.94	7.92	7.28	6.40	4.47	6.15	7.16	12.51	14.18
1972	6.10	4.04	12.52	11.14	6.14	4.16	2.61	2.10	2.81	3.63	5.38	4.33
1973	4.79	1.57	0.76	1.53	7.34	8.16	8.78	4.98	6.32	8.58	7.74	8.37
1974	10.37	11.13	9.08	9.60	6.42	5.14	5.58	2.96	5.12	6.15	8.66	8.47
1975	12.96	12.41	10.43	8.64	9.72	5.32	6.69	4.33	8.20	8.88	9.20	8.37
1976	5.55	1.15	3.32	1.53	1.53	1.40	1.27	1.27	7.13	2.80	7.96	6.82
1977	5.48	4.14	4.04	6.34	7.18	1.50	2.81	4.49	2.86	4.37	7.55	6.93
1978	6.72	6.23	5.74	4.82	4.25	3.57	2.94	5.38	4.08	5.11	5.38	6.69
1979	6.57	7.47	6.73	7.48	7.76	7.76	7.34	7.34	2.69	3.13	4.10	6.41
1980	6.35	7.10	6.81	1.53	3.83	3.73	1.53	7.96	4.85	5.82	7.86	10.60
1981	7.34	5.90	6.21	4.81	5.03	5.07	7.96	7.96	7.33	6.04	7.52	9.98
1982	7.13	11.49	11.49	11.23	11.80	11.48	7.13	7.13	5.89	4.31	2.77	2.78
1983	2.26	2.35	8.16	5.22	2.29	3.22	5.69	6.41	5.59	4.25	3.37	2.49
1984	0.54	0.80	0.95	0.95	1.02	1.00	3.23	6.52	6.52	5.50	6.80	6.60
1985	10.85	10.02	13.94	11.05	7.55	5.28	2.58	7.26	6.57	6.14	6.23	6.57
1986	9.25	10.02	9.25	11.49	10.35	7.07	5.31	6.83	5.54	5.45	7.99	3.64
1987	6.56	1.20	1.20	1.02	1.02	0.78	1.22	4.52	3.78	6.41	8.06	9.17
1988	9.17	7.57	6.78	7.57	4.42	3.61	3.17	3.18	3.27	4.33	5.02	4.53
1989	4.04	3.33	8.23	9.97	11.17	13.37	10.41	3.93	4.77	6.93	9.72	8.93
1990	8.51	8.44	7.48	10.30	11.94	10.08	9.04	8.91	7.73	6.55	6.48	9.91
1991	9.24	6.84	4.13	7.19	9.35	9.33	7.35	3.75	4.65	4.04	4.43	4.48
1992	4.91	3.58	3.28	3.11	3.01	2.91	2.47	5.16	6.24	7.31	8.39	8.82
1993	9.49	7.52	5.54	5.84	6.83	5.31	3.27	5.57	8.51	9.00	11.01	10.96
1994	4.41	3.18	6.29	6.13	6.82	8.61	7.68	2.93	0.88	6.36	8.11	7.61
1995	7.80	2.10	8.56	9.54	9.66	9.20	6.07	9.14	6.90	6.27	6.32	6.47
1996	6.31	7.21	7.09	8.69	9.59	9.11	7.78	4.62	7.78	8.27	7.45	7.00
1997	7.74	2.32	5.53	7.32	8.08	6.66	6.64	2.02	2.68	3.48	3.28	3.78
1998	1.72	1.45	1.45	5.75	9.52	4.00	3.83	2.11	1.96	4.51	6.62	8.34
1999	9.53	9.14	9.71	9.19	10.04	10.16	8.05	5.45	3.04	7.60	10.32	8.86
2000	11.44	10.66	11.72	13.15	8.68	14.61	9.59	2.76	6.80	10.78	9.46	8.00
2001	11.58	8.79	8.29	10.07	9.65	11.35	9.93	5.92	2.31	2.35	3.17	5.24
2002	9.68	4.58	7.87	6.31	6.03	6.27	6.34	3.99	4.32	4.99	4.65	5.43
2003	5.50	6.14	6.81	7.82	10.86	7.79	5.34	5.28	2.51	6.03	5.22	3.43
2004	6.55	4.12	5.85	7.73	10.98	5.71	8.00	4.12	4.25	6.45	9.36	6.50
2005	3.26	8.35	6.71	9.69	8.09	8.26	7.54	5.15	4.51	4.76	6.97	6.77
2006	7.93	8.47	7.47	7.42	9.82	12.83	6.79	5.47	5.39	8.43	9.34	5.63
2007	10.70	5.00	8.88	13.69	7.67	11.16	8.32	4.24	6.17	7.07	8.80	3.88
2008	6.76	4.88	7.58	7.52	9.95	8.60	5.70	4.60	2.70	4.00	7.30	9.00
2009	8.25	6.41	7.04	5.70	8.28	9.32	6.25	4.08	3.90	4.61	5.78	4.93
2010	3.97	3.57	5.10	7.80	9.24	6.60	4.81	4.24	2.80	2.70	4.22	5.13
2011	8.54	8.66	7.02	8.02	6.11	8.18	5.76	5.09	4.75	4.92	7.46	6.72
2012	10.45	8.08	6.29	7.57	7.37	8.11	6.93	5.03	3.60	1.50	3.42	3.50
2013	4.53	1.97	2.64	6.09	6.51	5.42	4.98	3.48	3.50	3.71	4.53	5.26
2014	6.01	8.27	8.68	11.25	10.32	8.88	4.64	2.04	1.78	1.93	3.33	5.18
2015	6.90	4.46	4.97	4.25	5.80	5.90	4.29	3.57	3.43	3.41	3.50	5.21
Promedio	7.31	6.18	6.92	7.60	7.90	7.35	6.00	4.89	4.66	5.39	6.80	6.96