



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



INAPESCA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
Y ACUACULTURA

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN PESQUERA EN EL PACIFICO NORTE

ANEXO A
ASPECTOS BIOLÓGICOS DE PECES PELÁGIOS MENORES

**PLAN DE MANEJO PESQUERO PARA LA PESQUERÍA DE PELÁGICOS MENORES
(SARDINAS, ANCHOVETAS, MACARELA Y AFINES) DEL NOROESTE DE MEXICO**

Guaymas, Sonora, diciembre 2022

1. Aspectos biológicos.

1.1 *Sardina monterrey*

Nombre científico: *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) (Fig.1).

Otros nombres científicos utilizados: *Sardinops caeruleus* (Girard, 1856), *Sardinops sagax caeruleus*, *Sardinops caerulea*.

Otros nombres comunes utilizados: sardina del Pacífico, sardina de California.

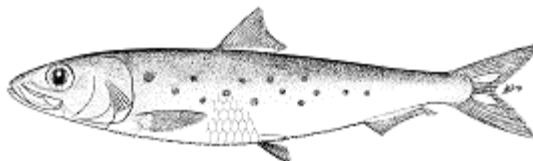


Figura 1. *Sardina monterrey* (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Características generales

Cuerpo algo cilíndrico, no muy comprimido. Color: dorso verde-azulado, flancos plateados, una serie de manchas oscuras a lo largo de la línea medio-lateral del cuerpo, y a veces, una segunda serie (o aún una tercera) más corta y más abajo (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Distribución geográfica

Esta especie habita desde Alaska hasta el Golfo de California y en años fríos se distribuye hasta Mazatlán, Sinaloa (Murphy, 1966; Miller y Lea, 1972; Radovich, 1982; Whitehead, 1985); es una especie pelágica predominantemente costera, que forma cardúmenes, pero puede encontrarse hasta 160 km de la costa, al menos durante el periodo de desove, frente a California, E.E.U.U. (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Se ha propuesto que existen dos centros de distribución: 1) En el Golfo de California, alrededor de las grandes islas, y 2) Al oeste de la península de Baja California, frente a Punta Eugenia, por lo que a partir de esos centros de distribución la sardina monterrey se expande y se contrae obedeciendo señales ambientales (Lluch-Belda *et al.*, 1995, 2003). Por otro lado, se reconoce la existencia de dos a tres stocks que responden de manera independiente (Félix-Uraga *et al.*, 2005; Smith, 2005).

Alimentación

La sardina monterrey es omnívora facultativa, aunque muestra preferencia por el fitoplancton, ya que componen su dieta principalmente de diatomeas (Cadet y Berner, 1959; Kawasaki, 1983; Manrique y Molina, 2000). López-Martínez *et al.*, (1999) reportan predominio de las diatomeas del género *Navicula*, *Dinophysis* y *Planktoniella* y copépodos, en particular *Calanus* sp.

Reproducción

En el área de Ensenada, la época reproductiva es en invierno-primavera, con el máximo entre enero y marzo, aunque se presentan pulsos importantes en el segundo semestre del año, en temperaturas superficiales del mar (TSM) entre 14.4 y 19.8°C (Cotero-Altamirano *et al.*, 2011^a, 2017) (Tabla 1). La longitud media de madurez (L50) está relacionada con la variabilidad ambiental y el comportamiento de la flota, por lo que las estimaciones anuales son muy variables, ya que va de 166 mm, en 2006, hasta 177 mm, en 2007 (Cotero-Altamirano y Valles-Ríos, 2007, 2008). La longitud media de madurez (L50) más reciente fue de 173 mm (Cotero-Altamirano *et al.*, 2011b). Asimismo, la fecundidad promedio ha variado entre 13,285 y 20,367 ovocitos por desove (Tabla 1) (Cotero-Altamirano *et al.*, 2009, 2011a).

En Bahía Magdalena, el desove se realiza principalmente en invierno, a temperaturas entre 19.8 y 21.0°C (Funes-Rodríguez *et al.*, 2001); Melo-Barrera *et al.*, (2010) reportan el máximo reproductivo entre diciembre y marzo, con un segundo pulso de menor intensidad en junio-julio (Tabla 1); Torres-Villegas *et al.*, (2007) mencionan que este segundo máximo se presenta en ocasiones, por lo que la temporada de desove varía entre 4 y 8 meses. La longitud media de madurez (L50) fue de 135-165 mm en el periodo de 1982-1992 (Torres Villegas *et al.*, 1995); Alvarez-Trasviña (2008) reporta para hembras 165.9 mm LP y para machos 146.4 mm LP, y de 153.4 mm LP para los dos sexos.

Tabla 1. Características biológicas de la sardina monterrey de Ensenada, Golfo de California y Bahía Magdalena.

Area de estudio	Longitud patrón promedio (mm)	Longevidad (años)	Fecundidad promedio (ovocitos/desove)	Reproducción (máximo)
Ensenada	190 150 a 218	7	24,282 13,285 a 20,367	ene-mar
Golfo de California	167	7	19,913	nov-feb
Bahía Magdalena	161	7	- - -	dic-mar

En el Golfo de California, el periodo reproductivo se realiza a fines del otoño-invierno-primavera, con un máximo que se sitúa entre noviembre y febrero, en ocasiones con un breve desove en verano (Nevárez-Martínez, 1990; Cisneros-Mata *et al.*, 1991, 1997; Martínez-Zavala *et al.*, 2006) (Tabla 1); ya que la duración e intensidad de este proceso se relaciona con la temperatura del agua (Nevárez-Martínez, 1990). El desove se realiza con mayor frecuencia en la costa de Sonora, aunque se pueden encontrar huevecillos en el centro del Golfo, la mayor proporción del desove ocurre a temperaturas de $19.9 \pm 1.9^\circ\text{C}$. (Hammann *et al.*, 1998). La talla de primera reproducción de la sardina monterrey puede variar. Las tallas mínimas registradas en la década de los ochentas eran de 130-135 mm (Torres-Villegas *et al.*, 1986; Cisneros-Mata *et al.*, 1987). En contraste, en 1994, la talla mínima de reproducción fue de 120 mm (Cotero-Altamirano, CRIP Ensenada, com. pers), en 1996/1997 de 107 mm y en 1998/1999 de 130 mm. La longitud media de madurez (L50) en la década pasada fue de 146-150 mm (Torres-Villegas *et al.*, 1986); mientras que en 1994 fue de 152 y 150 mm para hembras y machos respectivamente (Cotero-Altamirano, 1999), en 1998/1999 a 2002/2003 varió entre 147 a 166 mm (Martínez-Zavala *et al.*, 2006), indicando una gran variabilidad en la longitud de reproducción. Por la maduración asincrónica de los ovocitos, esta sardina realiza desoves múltiples, por lo que en la época de reproducción puede desovar cada 15 días (Macewicz *et al.*, 1996).

Crecimiento

El crecimiento corporal es un aspecto biológico que se ve afectado por los cambios en el sistema pelágico, esta variable está en función de factores abióticos (viento, temperatura, surgencias, entre otros), como de las relaciones que se establecen entre las especies de la comunidad. Junto con el proceso reproductor, el crecimiento es una de las variables que determinan la productividad de las poblaciones, al guardar relación directa con otros parámetros biológicos como la mortalidad natural (al ser ésta denso-dependiente), con la fecundidad y con la calidad de los ovocitos. En los pelágicos menores, el crecimiento determina en buena medida la fuerza de las clases anuales y, por tanto, los niveles de reclutamiento a la pesquería.

Los parámetros de crecimiento de sardina monterrey se han calculado con la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy y mediante diferentes métodos. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Son evidentes las diferencias entre autores, que podrían deberse tanto al método empleado en la estimación como a crecimientos diferentes en función de la distribución geográfica (Holt, 1960; Félix-Uraga, 1990); reflejando, por lo tanto, respuestas particulares ante las condiciones ambientales de las diferentes regiones. Las variaciones del crecimiento en esta especie han sido notables entre áreas y tiempos, particularmente cuando las poblaciones se han distribuido prácticamente a todo lo largo de la costa del Pacífico de norteamérica, y en escalas de tiempo de décadas. De manera similar, durante las fases de alta y baja abundancia de las sardinas en las diferentes regiones del mundo, los organismos presentan características morfológicas particulares, no sólo en términos de tallas mayores para las mismas edades sino también en caracteres como el número de vértebras. Ello contrasta fuertemente con la gran homogeneidad genética que se ha determinado para las poblaciones de sardina de la Corriente de California. Para algunos autores, la variación del crecimiento, entre otras características fenotípicas, está relacionada con las estrategias de vida de las especies (Lluch-Belda *et al.*, 1989).

Variabilidad interanual del crecimiento

En términos generales, son inexistentes los estudios que exploren la variabilidad del crecimiento en escalas de tiempo interanuales; por otra parte, no es posible comparar los parámetros estimados de los estudios disponibles debido a los diferentes métodos aplicados.

Se considera que existen diferencias claras en el crecimiento de algunas especies en función de su distribución, como una probable respuesta a condiciones ambientales locales, particularmente en el caso de la sardina monterrey. Las variaciones en los factores abióticos también se presentan en una misma zona a través del tiempo, y pueden llegar a ser tan pronunciadas como las que se registran entre áreas. El crecimiento es una variable sumamente interrelacionada con todos los componentes del sistema que, al interior de las poblaciones puede gobernar otros

procesos biológicos relevantes como mortalidad, reclutamiento, movimientos poblacionales y maduración sexual, los cuales se han correlacionado con variaciones ambientales.

Tabla 2. Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Sardinops sagax*.

Autor(es)	L_{∞} (mm)	K (años ⁻¹)	t_0 (años)	Area de estudio
Holt (1960)*	260.0	0.5	-	California
Beverton (1963)*	290.3	0.4-0.5	-	California
García-Franco <i>et al.</i> , (1995a)***	285.55	0.69	-0.150	Baja California
Félix-Uraga (1990)*	170.0 a 183.0	0.82 a 1.73	-0.0086 a -0.0179	Bahía Magdalena
Molina y Pedrín (1976)**	198.6	0.32	-1.95	Golfo de California
Méndez-Dasilveria (1987)*	160.0	2.065	-0.0082	Golfo de California
Jiménez-Rodríguez (1991)*	202.9 a 245.6	0.28 a 0.59	-.021 a -1.66	Golfo de California
Estrada <i>et al.</i> , (1986)***	227.5	0.39	-0.235	Golfo de California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1989)***	224.5	0.60	-0.16	Golfo de California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1991)***	250.0	0.43	-0.4014	Golfo de California
Gallardo-Cabello <i>et al.</i> , (1991)**	197.95	0.3612	-1.6324	Sur del Golfo de California
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (1993)***	242.0	0.43	-0.405	Golfo de California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1997a)***	246.0 a 247.0	0.54	-0.30	Golfo de California
De Anda-Montañez <i>et al.</i> , (1999)****1	257 (LT)	0.38	-0.30	Golfo de California
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2000)***	227.0 a 224.0	0.55 a 0.53	-0.299 a -0.312	Golfo de California
Nevárez-Martínez y Santos-Molina (2001) *	198.7	0.463	-1.74	Golfo de California
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2006)***	216.5 a 222.5	0.55 a 0.53	-0.306 a -0.316	Golfo de California
Nevárez-Martínez y Santos-Molina (2008)*	210.2 a 212.2	0.50 a 0.46	-0.971 a -1.145	Golfo de California
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (2013)***	214.0	0.66	-0.251	Golfo de California
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (2017)***	203.0	0.64	-0.263	Golfo de California
Enciso-Enciso y Coterio- Altamirano <i>et al.</i> , (2015)***	215.6 a 213.1	0.579 a 0.486	- 2.4 a -2.9	Baja California
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (2017)***	203.0	0.64	-0.263	Golfo de California
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (2019)*	201.28	0.581	-0.839	Golfo de California

*Estudios basados en la lectura de edad en otolitos

** Estudios basados en la lectura de edad en escamas

*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas

1 se utilizó la longitud total (LT)

Patrones de reclutamiento

Se han analizado los patrones de reclutamiento pesquero de la sardina monterrey del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1989, 1991), es decir, las épocas del año en que las especies se reclutan a la parte pescable, definida como la de menor vulnerabilidad, pero capturable (Sparre *et al.*, 1989). En general, los resultados muestran que existen dos periodos de reclutamiento, siendo uno de mayor magnitud que el otro. En la figura 2 se muestra de manera esquemática el patrón de reclutamiento de esta especie.

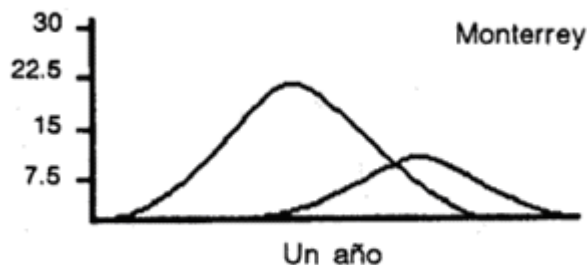


Figura 2. Patrón de reclutamiento anual de sardina monterrey, en el Golfo de California.

1.2 Sardina crinuda

El género *Opisthonema* está integrado por tres especies (*O. libertate*, *O. medirastre* y *O. bulleri*). Se distingue de los otros clupeidos del Pacífico oriental por poseer una prolongación filamentosa del último radio de la aleta dorsal, una hilera de escudetes a lo largo de la línea media ventral, hileras de escamas que cruzan el dorso entre la cabeza y la aleta dorsal y por tener una molleja elíptica de paredes delgadas (Berry y Barret, 1963). Las diferencias entre las especies son mínimas, presentándose traslape en algunas de las principales características merísticas y morfométricas, la identificación de las especies se hace por el conteo de branquiespinas del primer arco branquial (Berry y Barret, 1963).

Nombre científico: *Opisthonema libertate* (Günther, 1867) (Fig. 3).

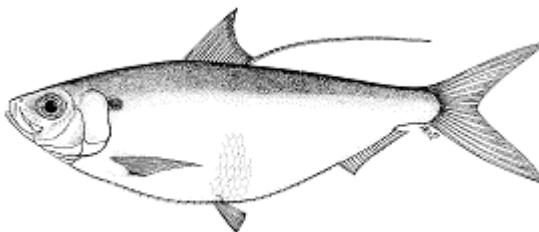


Figura 3. Sardina crinuda (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Características generales

Cuerpo moderadamente alto y comprimido. Color: dorso gris-verdoso, flancos blanco-plateados (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Distribución geográfica

Especie pelágico-costera que forma cardúmenes densos. Se distribuye desde Santa Rosalilita (BC), dentro del Golfo de California hasta Punta Sal y Punta Picos en Perú (Lluch-Belda *et al.*, 1995);

Alimentación

La sardina crinuda (*O. libertate*) es omnívora facultativa, con una dieta con mayor proporción de diatomeas, utiliza los dos procesos para la captura de su alimento: filtración e ingesta de presas (Gallardo-Cabello *et al.*, 1991; Jacob-Cervantes *et al.*, 1992); aunque preferentemente utilizan la alimentación por filtración (Molina y Manrique, 1997). López-Martínez *et al.*, (1999) reportan un espectro amplio en su dieta, con un fuerte predominio numérico de diatomeas, siendo los géneros más frecuentes *Rhizosolenia*, *Navicula* y *Bacteriastrum*; estos mismos autores reportan un traslape significativo en la dieta de sardina crinuda y anchoveta, pero como no hay un traslapan espacial en el Golfo de estas dos especies, la posibilidad de competencia se considera poco probable.

Reproducción

En la región de Mazatlán, el desove para la especie *O. libertate* se realiza en los meses de verano-otoño (Páez-Barrera, 1976 y Lyle-Fritch *et al.*, 1997); Cisneros-Mata *et al.*, (1988) registraron la reproducción de abril a junio, con un máximo en mayo. La talla de primera maduración sexual está reportada para la clase 131-140 mm de longitud patrón (Páez-Barrera, 1976) y la longitud media de madurez (L50) se estimó de 148 mm (Cisneros-Mata *et al.*, 1988).

En el Golfo de California, esta sardina desova en primavera-verano, con los máximos reproductivos en meses de la primavera, en ocasiones con un segundo pulso reproductivo en otoño-invierno (Cisneros-Mata *et al.*, 1997a; Nevárez-Martínez *et al.*, 1992, 1993; Martínez-Zavala *et al.*, 2000, 2006). Whitehead y Rodríguez-Sánchez (1995a) señalan que el desove en el Golfo se realiza desde marzo hasta septiembre, y predominantemente de marzo a mayo; Saldierna *et al.*, (1997) reportan la ocurrencia del desove en los meses de junio a septiembre, en temperaturas superficiales del mar entre 24 y 32°C. La longitud media de madurez (L50) para esta especie fue de 163 mm (Cisneros-Mata *et al.*, 1988); y de 160 a 173 mm (Martínez-Zavala *et al.*, 2006).

En la costa del Pacífico de Baja California, el desove se realiza de junio a agosto (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

En Bahía Magdalena, el desove se presenta durante el verano, de junio a octubre; con temperaturas (TSM) asociadas a productos del desove entre 17.4 y 31.5°C (media 28.2°C y moda 26°C) (Lachica-Bonilla *et al.*, 1994).

Crecimiento

Al igual que otras especies, los parámetros de crecimiento de la sardina crinuda se han obtenido tanto a partir de métodos directos (lectura de edad de escamas) como indirectos (análisis de frecuencia de tallas). Los valores obtenidos se presentan en la tabla 3. Si bien los valores de L_{∞} y K tienen poca variación, el parámetro t_0 varía notablemente, desde un máximo de -0.02 a un mínimo de -1.84, posiblemente porque en el último caso se empleó un valor ajustado, de acuerdo con la longitud (edad) de eclosión de las larvas de crinuda.

Tabla 3. Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación von Bertalanffy para *Opisthonema libertate* en el Golfo de California y Sinaloa¹.

Autor(es)	L_{∞} (mm)	K (años ⁻¹)	t_0 (años)
Estrada-García <i>et al.</i> , (1986) ^{***}	231.6	0.508	-0.1845
García-Gómez y Molina-Valdez (1986) ^{**}	193.19 a 220.0	0.45 a 1.04	-0.02 a -1.84
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1989) ^{***}	216.3	0.50	-0.38
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (1992) ^{***}	230.0	0.54	-0.172
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (1993) ^{***}	243.0	0.51	-0.339
Gallardo-Cabello <i>et al.</i> , (1993) ^{**}	208.17	0.39	-1.38
Lizárraga y García-Franco (1994) ^{*** 1}	257.8	0.678	-0.031
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1997a) ^{***}	240.0 a 245.5	0.35 a 0.65	-0.139 a -0.267
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2000) ^{***}	250.0	0.65	-0.247
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2006) ^{***}	219.8 y 221.0	0.59 y 0.56	-0.283 y -0.299
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (2013) ^{***}	209.0	0.65	-0.257
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (2017) ^{***}	208.0	0.68	-0.245
Ruiz-Domínguez y Quiñonez-Velázquez (2018)*	186.3	1.41	-0.02

** Estudios basados en la lectura de edad en escamas

*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas

Patrones de reclutamiento

Se han analizado los patrones de reclutamiento de sardina crinuda del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1989, 1991). En general, los resultados muestran que existen dos periodos de reclutamiento, siendo uno de mayor magnitud que el otro. En la figura 4 se muestra de manera esquemática el patrón de reclutamiento de esta especie.

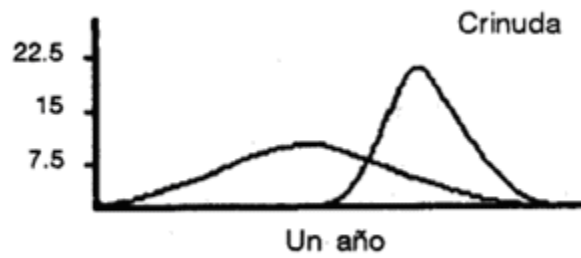


Figura 4. Patrón de reclutamiento anual de sardina crinuda, en el Golfo de California.

1.3 Sardina crinuda azul

Nombre científico: *Opisthonema bulleri* (Regan, 1904) (Fig. 5).

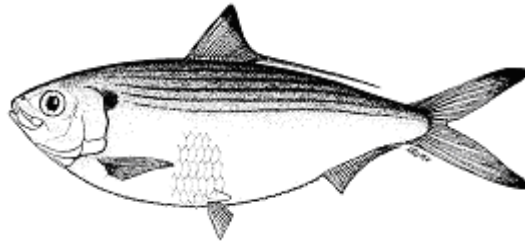


Figura 5. Sardina crinuda azul (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Características generales

Talla máxima: 196 mm LP; común hasta 180 mm (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Distribución geográfica

Especie pelágico-costera que forma cardúmenes. Se distribuye desde Bahía Magdalena (BCS), dentro del Golfo de California hasta Punta Sal y Punta Picos en Perú (Lluch-Belda *et al.*, 1995).

Alimentación

Se alimenta de crustáceos y pterópodos (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Reproducción

Esta sardina inicia su desove en los meses de primavera y verano (Lyle-Fritch *et al.*, 1997). Para esta especie Castro González *et al.*, (1996-1997) reportan una fecundidad de 39,893 ovocitos para una longitud patrón media de 178.6 mm, para mayo. Cisneros-Mata *et al.*, (1988) estimaron una longitud media de madurez (L50) de 168 mm; Jacob-Cervantes *et al.*, (2016) de 167 mm LP; Ruiz Domínguez *et al.*, (2019) de 159.1 mm LE.

1.4 Sardina crinuda machete

Nombre científico: *Opisthonema medirastre* (Girard, 1856) (Fig. 6).

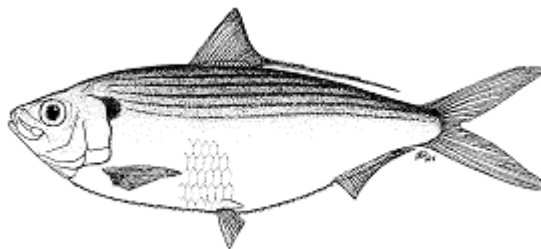


Figura 6. Sardina crinuda machete (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Características generales

Talla máxima: 220 mm LP; común hasta 200 mm (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Distribución geográfica

Especie pelágico-costera que forma cardúmenes. Se distribuye desde Bahía de los Angeles (Ca, EUA), dentro del Golfo de California hasta la Bahía de Sachura, Perú (Lluch-Belda *et al.*, 1995).

Alimentación

Se alimenta de crustáceos y pterópodos (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Reproducción

La época reproductora de la especie *O. medirastre* no se ha detectado en el noroeste mexicano; sin embargo, Rodríguez-Domínguez (1987) y Lyle-Fritch y colaboradores (1997) sugieren que probablemente sea en invierno. Jacob-Cervantes *et al.*, (2016) estimó la longitud media de madurez (L50) de 145 mm; Ruiz Domínguez *et al.*, (2019) obtuvo una (L50) de 159.1 mm LP.

1.5 Macarela

Nombre científico: *Scomber japonicus* Houttuyn, 1982 (Fig. 7).

Otros nombres científicos utilizados: *Pneumatophorus peruanus* Jordan y Hubbs, 1925; *Scomber diego* Ayres, 1857.



Figura 7. Macarela (Collete, 1995).

Características generales

Cuerpo alargado y redondeado, dorso con líneas oblicuas ondulantes y en zigzag; vientre sin marcas (Collete, 1995).

Talla: Máxima: 50 cm de longitud de horquilla; común hasta 30 cm (Fischer *et al.*, 1995b)

Distribución geográfica

Una especie predominantemente pelágica costera, ocasionalmente epipelágica o mesopelágica sobre el talud continental, pudiendo encontrarse desde la superficie hasta unos 300 m de profundidad. Puede efectuar migraciones estacionales bastante extensas, desplazándose en dirección norte durante el verano y hacia el sur en invierno (para el desove) (Fischer *et al.*, 1995b). Forma cardúmenes segregados por tallas, también puede formar cardúmenes mixtos con otras especies (Collete, 1995). En el Pacífico nororiental, se encuentra desde Alaska hasta Bahía Banderas y en el interior del Golfo de California (Berry y Barrett, 1963; Schaefer, 1980; Lluch-Belda *et al.*, 1995). Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez (1996) distinguen, con base en rasgos fenotípicos y características poblacionales como el periodo de reproducción, al menos dos unidades poblacionales, una en el Golfo de California y otra en la costa noroccidental de la península de Baja California, con una zona de superposición en Bahía Magdalena.

Alimentación

La alimentación particulada predomina sobre la filtración, se caracteriza como carnívora facultativa que prefiere presas zooplantónicas y micronectónicas, en particular larvas de peces (Manrique y Molina, 2000; Molina-Ocampo *et al.*, 1996). Es un depredador oportunista, no selectivo y la dieta de los adultos incluye todo tipo de crustáceos, peces y cefalópodos (Collete, 1995; Fischer *et al.*, 1995b).

Reproducción

Desde el sur de California hasta Bahía Vizcaíno, se reproduce de abril a octubre, con un máximo alrededor de junio (Tabla 4) (Gluyas-Millán y Félix-Uraga, 1990; Gluyas-Millán, 1994; Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez, 1996); el desove se realiza generalmente a temperaturas entre 15 y 20°C (Collete, 1995).

En Bahía Magdalena, el periodo de reproducción se reporta de enero a mayo, con un máximo en febrero-marzo (Tabla 4) (Gluyas-Millán, 1989; Arcos-Huitrón y Torres-Villegas, 1990).

Para el Golfo de California se reporta el periodo reproductivo desde finales del otoño hasta invierno-primavera, generalmente de noviembre a abril, con un máximo entre enero y marzo, las principales áreas de desove son Guaymas y Yavaros, así como las cercanías de Isla San Marcos (Moser *et al.*, 1974; Martínez-Aguilar y de Anda-Montañez, 1990; Green-Ruiz y Aguirre-Medina, 1992; Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez, 1996, 1997; Cisneros-Mata *et al.*, 1997a). La longitud media de madurez (L_{50}) para diferentes áreas de estudio se muestra en la tabla 4.

Crecimiento

Para la macarela del Golfo de California y de Bahía Magdalena se han obtenido los parámetros de crecimiento mediante diferentes métodos, observándose comparativamente poca variación (Tabla 5).

Tabla 4. Características biológicas de la macarela de Ensenada, Bahía Vizcaíno, Bahía Magdalena y Golfo de California.

Area de estudio	Longitud media de madurez (L_{50})	Longevidad (años)	Reproducción (máximo)
Ensenada	311.3	---	Jun
Bahía Vizcaíno	300.6	8	Jun
Bahía Magdalena	213.7	---	feb-mar
Golfo de California	228.0	9	ene-mar

Tabla 5. Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Scomber japonicus*.

Autor(es) / Método	L_{∞} (mm)	K (años ⁻¹)	t_0 (años)	Area de estudio
Gluyas-Millán (1990) * / Gulland-Holt	273.99	1.2128	-0.019	Bahía Magdalena
Gluyas-Millán (1990) * / López-Veiga	280.84	0.570	-0.019	Bahía Magdalena
Gluyas-Millán (1990) * / Marquardt	299.00	0.550	-0.233	Bahía Magdalena
García-Franco <i>et al.</i> , (1995a) ***	494.8	0.281	-1.165	Baja California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1989) ***	293.00	0.500	-0.360	Golfo de California
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (1993) ***	298.0	0.61	-0.270	Golfo de California
Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez (1997) *	281.6	0.220	-3.50	Golfo de California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1997a) ***	316.0	0.58 a 0.54	-0.261 a -0.281	Golfo de California
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2000) ***	287.0	0.73	-0.210	Golfo de California
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2006) ***	298.5 a 300.5	0.69 0.67	-0.221 a -0.228	Golfo de California

*Estudios basados en la lectura de edad en otolitos

*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas

Patrones de reclutamiento

Se han analizado los patrones de reclutamiento de macarela del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1989, 1991). En general, los resultados muestran que existen dos periodos de reclutamiento, siendo uno de mayor magnitud que el otro. En la figura 8 se muestra de manera esquemática el patrón de reclutamiento de esta especie.

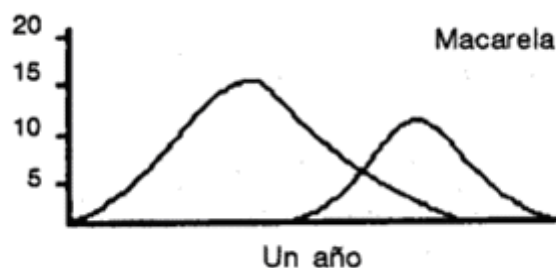


Figura 8. Patrón de reclutamiento anual de macarela, en el Golfo de California.

1.6 Anchoveta

Nombre científico: *Engraulis mordax* Girard, 1856. (Fig. 9)

Otros nombres comunes: anchoveta norteña.



Figura 9. Anchoveta (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995b).

Características generales

Cuerpo delgado, bastante redondeado en sección transversal. Cabeza larga, comprendida de 3,25 a 3,75 veces en la longitud estándar; hocico bastante largo y puntiagudo. Color: dorso azul o verde metálico, flancos plateados, con una franja brillante evidente en los juveniles (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995b).

Distribución geográfica

Especie pelágica marina, generalmente en aguas costeras y hasta unos 30 km mar adentro, pero ha sido observada hasta 480 km de distancia de la costa y a más de 200 m de profundidad. Forma grandes y densos cardúmenes; también penetra en bahías y caletas (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995b). Se distribuye desde Vancouver hasta el Golfo de California (Green-Ruiz y Aguirre-Medina, 1989; Hammann y Cisneros-Mata, 1989; Lluch-Belda *et al.*, 1995; Coto-Altamirano y Green Ruiz, 1997).

Alimentación

Se alimenta de fitoplancton, y en menor cantidad de zooplancton, su dieta está constituida principalmente por diatomeas, huevecillos, dinoflagelados y protozoarios (Chiappa-Carrara y Gallardo-Cabello, 1993). López-Martínez *et al.*, (1999) reportan un espectro amplio en su dieta, con las diatomeas como el grupo alimenticio principal, con los géneros más importantes *Thalassionema*, *Rhizosolenia* y *Coscinodiscus*.

Reproducción

En el Pacífico, la anchoveta desova en primavera y otoño, con máximos entre abril y mayo; Coto (1987) reporta una preferencia de TSM de 16-18 °C para el desove, mientras que otros autores refieren que desova entre temperaturas de 11.5 y 16.5 °C (Castro-González y Tapia-Vázquez, 1995; Lluch-Belda *et al.*, 1995). Esta especie realiza desoves múltiples, por la maduración asincrónica de los ovocitos, por lo que en la época de reproducción puede desovar cada ocho días (Coto y Castro, 1990; Castro-González y Tapia-Vázquez, 1995). Los desoves en el Pacífico se realizan en áreas protegidas con poca turbulencia, como ensenadas y bahías, estrategia para incrementar la sobrevivencia de las larvas (Bakun y Parrish, 1982). El desove se presenta antes del máximo de surgencia (Coto, 1987), para evitar el transporte excesivo que provocaría la pérdida de los productos del desove (Parrish *et al.*, 1983).

En el golfo el desove se presenta en invierno-primavera, con el máximo reproductivo entre noviembre y abril (Tabla 6) (Cisneros-Mata *et al.*, 1991, 1997a; Martínez-Zavala *et al.*, 2006). Green-Ruiz y Hinojosa-Corona (1997) reportan el desove en temperaturas entre los 15.0 y 17.0 °C; mientras que (Coto, 2000) señala temperaturas entre 16.5 y 19.5 °C.

La talla de primera madurez $L_{50\%}$ en hembras de 105 mm y en machos a 100 mm; y 106 mm para hembras y 104 mm para machos. (Cotero-Altamirano. 1995,2000)

Tabla 6. Características biológicas de anchoveta de Ensenada y del Golfo de California.

Area de estudio	Longitud patrón LP Promedio (mm)	Longevidad (años)	Fecundidad promedio (ovocitos/desove)	Reproducción (máximo)
Golfo de California	85	4	9,854	nov-abr
	104	3	6,847 a 9,997	
Ensenada	121	7	12,000	abr-may

Crecimiento

El crecimiento de la anchoveta se ha estudiado en las poblaciones norteñas, central y sureña de la costa occidental de la Península, así como en la del Golfo de California, a partir de los métodos directos e indirectos. Los resultados muestran variaciones de tamaño para la misma edad, tanto regional como estacionalmente. En lo referente a la costa occidental, los estudios por región muestran que el crecimiento se realiza como un proceso heterogéneo, clinal, en toda el área de distribución de la especie; y que individuos de una misma edad presentan tamaños mayores en dirección norte y menor hacia el sur, lo cual está circunscrito en las áreas de distribución de cada población (Mallicoate y Parrish, 1981; Parrish *et al.*, 1981; Clark y Phillips, 1952). Un fenómeno similar se da también en función de la lejanía a la costa de las diferentes subpoblaciones (Parrish *et al.*, 1981). Las diferencias latitudinales en las tallas se han interpretado como características poblacionales.

Los resultados sobre el crecimiento de la anchoveta (Tabla 7) muestran que se desarrolla como un proceso variable, geográfica y temporalmente, tanto entre las poblaciones como dentro de ellas, debido a diferencias ambientales, a su densidad poblacional y probablemente también en respuesta a los efectos de sobreexplotación de la pesquería.

Tabla 7. Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Engraulis mordax*.

Autor(es)	L_{∞} (mm)	K (años ⁻¹)	t_0 (años)	Area de estudio
Gallardo-Cabello (1985)**	123.32 a	0.5167	-1.793	Baja California
	119.96	0.5227	-1.858	
Gallardo-Cabello y Chiappa-Carrara (1990)**	147.99 a	0.250 a	-2.750 a	Norte de Baja California
	158.67	0.293	-3.443	
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1989)***	153.0	0.700	-0.30	Golfo de California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1991)***	122.0	0.830	-0.25	Golfo de California
Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , (1993)***	150.6	0.78	-0.249	Golfo de California
Cotero-Altamirano (2000)* ¹ Green-Ruiz (2000)* ¹	133.2	0.44	-0.024	Golfo de California

*Estudios basados en la lectura de edad en otolitos

** Estudios basados en la lectura de edad en escamas

*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas

¹ Los datos corresponden a juveniles y adultos.

Patrones de reclutamiento

Se han analizado los patrones de reclutamiento de anchoveta del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1989, 1991). En general, los resultados muestran que existen dos periodos de reclutamiento, siendo uno de mayor magnitud que el otro. En la figura 10 se muestra de manera esquemática el patrón de reclutamiento de esta especie.

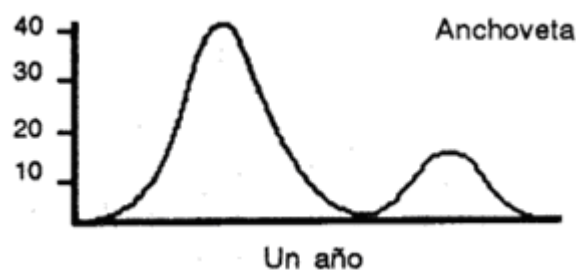


Figura 10. Patrón de reclutamiento anual de anchoveta, en el Golfo de California.

1.7 Sardina japonesa

Nombre científico: *Etremeus teres* (De Kay, 1842) (Fig. 11).

Otros nombres científicos utilizados: *Etremeus acuminatus* Gilbert, 1891.



Figura 11. Sardina japonesa (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Características generales

Cuerpo alargado y cilíndrico. Color: dorso verde aceitunado, flancos y vientre plateados (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Distribución geográfica

Especie marina, pelágica, predominantemente costera, aunque ha sido capturada ocasionalmente a 120 km de la costa (Ecuador), habita desde Bahía Monterey (Ca, EUA) hasta Cabo San Lucas (BCS) y dentro del Golfo de California. Nuevamente ocurre en el Ecuador hasta el norte del Perú (Lluch-Belda *et al.*, 1995).

Alimentación

Se alimenta principalmente de eufáusidos y copépodos. (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a).

Reproducción

En la costa de Baja California se reproduce entre mayo y julio (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995a). En el Golfo de California se reporta un periodo reproductivo amplio, de otoño a primavera, algunas veces con un pulso reproductivo en verano (Nevárez-Martínez *et al.*, 1993; Cisneros-Mata *et al.*, 1997a; Martínez-Zavala *et al.*, 2006); otros reportes señalan el proceso reproductivo durante el invierno-primavera en el área central del Golfo (Lluch-Belda *et al.*, 1995).

Flores-Anaya J. *et al.*, (2018) en la costa Occidental Baja California Sur, obtuvo una longitud media de madurez (L_{50}) estimada fue 194.5 mm LE

Crecimiento

Para el Golfo de California, los parámetros de crecimiento estimados en base al análisis de frecuencia de tallas son los siguientes:

Tabla 8. Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Etremeus teres*.

Autor(es)	L_{∞} (mm)	K (años ⁻¹)	t_0 (años)	Area de estudio
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1989)***	230.5	0.86	-0.11	Golfo de California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1997a)***	246.0	0.80	-0.112	Golfo de California
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2000)***	249.5	0.55	-0.29	Golfo de California
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2006)***	232.5	0.57	-0.289	Golfo de California

*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas

Patrones de reclutamiento

Se han analizado los patrones de reclutamiento de sardina japonesa del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1989, 1991). En general, los resultados muestran que existen dos periodos de reclutamiento, siendo uno de mayor magnitud que el otro. En la figura 12 se muestra de manera esquemática el patrón de reclutamiento de esta especie.

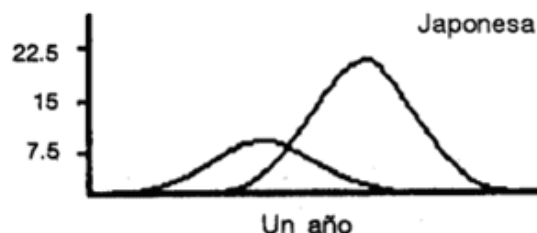


Figura 12. Patrón de reclutamiento anual de sardina japonesa, en el Golfo de California.

1.8 Sardina bocona

Nombre científico: *Cetengraulis mysticetus* (Günther, 1867) (Fig. 13).



Figura 13. Sardina bocona (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995b).

Características generales

Cuerpo muy alto y comprimido. Cabeza grande (comprendida menos de 3 veces en la longitud estándar); hocico puntiagudo. Color: dorso grisáceo, flancos con escamas de márgenes dorados; aletas dorsal, anal y especialmente la caudal con borde dorado-anaranjado, la caudal con el margen oscuro o negro (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995b).

Talla: Máxima: 17.5 cm de longitud estándar.

Distribución geográfica

Especie pelágico-costera que normalmente se encuentra hasta 8 km mar afuera, alcanzando profundidades de unos 25 m; forma cardúmenes bastante grandes que al parecer se desbandan y reagrupan con gran rapidez, generalmente sobre fondos fangosos o fangoso-arenosos, cerca de las bocas de ríos (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995b). Se distribuye desde la parte central de Baja California hasta Perú, incluyendo el Golfo de California (Alverson y Shimada, 1957; Lluch-Belda *et al.*, 1995).

Alimentación

Se alimenta de diatomeas planctónicas en la fase juvenil y de organismos bentónicos como adulto (también ingiere un poco de fango) (Whitehead y Rodríguez-Sánchez, 1995b). Los juveniles son filtradores con una dieta principal de fitoplancton; mientras que los adultos se alimentan básicamente de detritos y sedimentos (iliófagos), pero también el plancton forma parte importante de su dieta, con una preferencia por el zooplancton (Bayliff, 1963).

Reproducción

En el Golfo de California hay registros de mayor actividad reproductiva durante el verano y otoño (Martínez-Zavala *et al.*, 2000, 2006).

En el área de Sinaloa, los máximos de reproducción se han observado principalmente en otoño e invierno (Jacob-Cervantes *et al.*, 2003 y 2008); Cisneros-Mata *et al.*, (1988) reportaron desoven en diciembre y enero en esta zona, y realizaron una estimación preliminar de la longitud media de madurez (L_{50}) de 148 mm.

Crecimiento

Para la sardina bocona se estimaron los parámetros de crecimiento dentro del Golfo de California (Tabla 9). Gallardo-Cabello *et al.*, (1990) determinaron una longevidad para esta especie de 10.7 años.

Tabla 9. Estimados de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy para *Cetengarus mysticetus*.

Autor(es) / Método	L_{∞} (mm)	K (años ⁻¹)	t_0 (años)	Area de estudio
Gallardo-Cabello <i>et al.</i> , (1990)** / Tomlinson-Abramson	181.18	0.3491	-1.2160	Golfo de California
Cisneros-Mata <i>et al.</i> , (1997a) ***	180.0	0.450	-0.222	Golfo de California
Martínez-Zavala <i>et al.</i> , (2006)**	179.0	0.600	-0.295	Golfo de California

** Estudios basados en la lectura de edad en escamas

*** Estudios basados en el análisis de frecuencia de tallas

1.9 Charrito

Nombre científico: *Trachurus symmetricus* (Ayres, 1855) (Fig. 14).

Otros nombres científicos utilizados: *Trachurus symmetricus symmetricus* (Ayres, 1855), *Decapterus polyaspis* Walford y Myers, 1944.

Otros nombres comunes: charro



Figura 14. Charrito (Smith-Vaniz, 1995).

Características generales

Cuerpo alargado y levemente comprimido. Color: dorso de cabeza y cuerpo azul metálico a verde aceitunado; los dos tercios inferiores generalmente más claros, blanquecinos a plateados (Smith-Vaniz, 1995).

Talla máxima: 80 cm de longitud total

Distribución geográfica

Una especie pelágica que forma cardúmenes en aguas costeras y oceánicas, alcanzando distancias de hasta 500 millas de la costa y profundidades de hasta 150 m. Habita desde el Golfo de Alaska hasta Cabo San Lucas, B.C.S. (Blunt, 1969; Lluch-Belda *et al.*, 1995). Se tienen reportes de juveniles en Acapulco, Islas Revillagigedo y Golfo de Tehuantepec, al sur de México (Blunt, 1969).

Alimentación

Se alimenta principalmente de pequeños crustáceos, larvas de peces, peces pequeños y moluscos pelágicos (Smith-Vaniz, 1995; Demer *et al.*, 2012).

Reproducción:

Esta especie prefiere desovar normalmente en aguas oceánicas (más estables) alejadas de la costa a temperaturas de 15-17.4 °C (Aguiar-Abaroa A. *et al.*, 2015; Bautista-Romero J. *et al.*, 1997; Valencia-Gasti, J. A. *et al.*, 2015). Es un desovador parcial, el desove ocurre febrero a noviembre, con dos picos de desove, uno máximo en junio y uno menor en septiembre (Valencia-Gasti, J. A. *et al.*, 2015).

1.10 Sardina piña

El género *Oligoplites* está integrado por tres especies (*O. altus*, *O. reflugens* y *O. saurus*). Las diferencias entre las especies son mínimas, presentándose traslape en algunas de las principales características merísticas y morfométricas, la identificación de las especies se hace principalmente por el conteo de branquiespinas del primer arco branquial (Smith-Vaniz, 1995).

Nombre científico: *Oligoplites altus* (Günther, 1868) (Fig. 15).

Otros nombres científicos utilizados: *Oligoplites mundus* Jordan y Stakks, 1898.



Figura 15. Sardina piña *O. altus* (Smith-Vaniz, 1995).

Características generales

Cuerpo alargado, moderadamente alto y fuertemente comprimido. Color: dorso gris a marrón, flancos y vientre plateados (Smith-Vaniz, 1995).

Talla máxima: 40 cm de longitud horquilla.

Distribución geográfica

Especie pelágica y demersal de aguas costeras, que también penetra en estuarios. Su distribución en el Pacífico Central Oriental se reporta desde Mazatlán hasta el norte del Perú (Yáñez-Arancibia, 1978).

Alimentación

Para *Oligoplites* spp., predomina la alimentación particulada sobre la filtración, por lo que es considerada una especie depredadora preferentemente (Manrique, 2000; Manrique y Molina, 2000). *O. altus* es de hábitos carnívoros, alimentándose de peces y macroinvertebrados (Yáñez-Arancibia, 1978).

Reproducción

En Bahía Magdalena, se reporta el desove de *Oligoplites* spp., predominantemente a finales de primavera, cuando la TSM se incrementa ($>21.0^{\circ}\text{C}$) (Funes-Rodríguez *et al.*, 2001).

1.11 Sardina piña

Nombre científico: *Oligoplites reflugens* Gilbert y Starls, 1904 (Fig. 16).



Figura 16. Sardina piña *O. reflugens* (Smith-Vaniz, 1995).

Características generales

Cuerpo alargado, esbelto y fuertemente comprimido. Color: dorso gris oscuro, pasando ventralmente a tonos gris-azulados o plateados con reflejos amarillentos en la región posterior. Aletas pectorales y la caudal amarillas (Smith-Vaniz, 1995).

Distribución geográfica

Especie demersal de aguas litorales que tolera salinidades bajas y penetra temporalmente en aguas estuarinas. Su distribución en el Pacífico Central Oriental se reporta desde Nayarit hasta el norte del Perú (Yáñez-Arancibia, 1978).

Alimentación

Para *Oligoplites* spp., predomina la alimentación particulada sobre la filtración, por lo que es considerada una especie predadora preferentemente (Manrique, 2000; Manrique y Molina, 2000).

Reproducción

En Bahía Magdalena, se reporta el desove de *Oligoplites* spp., predominantemente a finales de primavera, cuando la TSM se incrementa ($>21.0^{\circ}\text{C}$) (Funes-Rodríguez *et al.*, 2001).

1.12. Sardina piña

Nombre científico: *Oligoplites saurus* (Bloch y Schneider, 1801) (Fig. 17).

Otros nombres científicos utilizados: *Oligoplites saurus inornatus* Gill, 1863, *Oligoplites inornatus* Gill, 1863.



Figura 17. Sardina piña *O. saurus* (Smith-Vaniz, 1995).

Características generales

Cuerpo alargado, discretamente alto y fuertemente comprimido. Color: dorso verde azulado y flancos y vientre de tonos plateados a blancos (Smith-Vaniz, 1995).

Talla máxima: 30 cm de longitud horquilla.

Distribución geográfica

Una especie demersal que vive en aguas muy cercanas a la costa, generalmente a lo largo de playas arenosas, bahías y caletas; es más frecuente en ambientes turbios que en aguas claras, tolera salinidades bajas y puede penetrar temporalmente en aguas dulces; se presenta en cardúmenes generalmente grandes y veloces, y suele saltar fuera del agua (Smith-Vaniz, 1995). Su distribución en el Pacífico Central Oriental se reporta desde California, EUA, hasta Perú, incluyendo el Golfo de California y las Islas Galápagos (Yáñez-Arancibia, 1978).

Alimentación

Se alimenta de peces y crustáceos y puede ser capturado por medio de anzuelos cebados con carnada viva o de señuelos en movimiento; en el estómago se han encontrado también restos de plantas. Los juveniles aparentemente se alimentan de ectoparásitos y también consumen escamas de otros peces (Smith-Vaniz, 1995). Para *Oligoplites* spp., se reporta predominio de la alimentación particulada sobre la filtración, por lo que es considerada una especie predadora preferentemente (Manrique, 2000; Manrique y Molina, 2000).

Reproducción

En Bahía Magdalena, se reporta el desove de *Oligoplites* spp., predominantemente a finales de primavera, cuando la TSM se incrementa ($>21.0^{\circ}\text{C}$) (Funes-Rodríguez *et al.*, 2001).