



## Análisis del manejo de la crisis de sardina *Sardinella aurita* en Venezuela y comentario sobre artes de pesca y estadísticas

### Analysis of the management of the sardine crisis *Sardinella aurita* in Venezuela and commentary on fishing gears and statistics

Alfredo Gómez Gaspar

Museo Marino de Margarita y Universidad de Oriente Núcleo Nueva Esparta, Isla de Margarita, Venezuela - agomezgaspar@yahoo.com

#### RESUMEN

La sardina *Sardinella aurita*, el recurso pesquero más importante de Venezuela, se captura desde 1927. En 2004 la captura nacional fue récord (200 000 toneladas), en 2005 disminuyó 50% y hasta 90% en isla Margarita, comenzando una crisis sardinera. En 2013, por indicio de sobreexplotación, la autoridad pesquera aumentó la talla mínima de captura y estableció veda de tres meses; estas medidas son analizadas. La disminución de talla puede indicar explotación intensiva, por lo cual en el sureste de Margarita entre 2002 y 2016 se midieron 28217 sardineras. Antes de la crisis, en 2003 y 2004 la talla promedio fue 195.48 y 196.95 mm LT respectivamente; al iniciar la crisis (2005) la talla fue 201.95 mm, superando las obtenidas en los otros años del período estudiado (181.27-191.89 mm). Se concluye que no se determinó cambio acentuado en el promedio anual de la talla, quedando, en consecuencia, sin fundamento la supuesta sobreexplotación. Por su relación con la medida de aumentar a 19 cm la talla mínima de captura, se analiza la talla media de madurez (Lm50%) de 20 cm LT según estudios, la cual es errónea por muestreos sesgados. Además, la sardina estuviera agotada porque durante décadas la talla media de captura ha sido < 20 cm. La verdadera Lm50% de *S. aurita* es  $\leq 17$  cm, como en el Atlántico oriental (África y mar Mediterráneo). La veda establecida (enero-marzo) no se justifica en estos meses porque es menor la abundancia de huevos de sardina en el plancton. Se comenta sobre artes de pesca y estadísticas. Se recomienda reconsiderar medidas de manejo e investigar la realidad de la pesca con el arte llamado "maquina".

PALABRAS CLAVE: *Sardinella*, Sobrepesca, Madurez, Manejo, Venezuela

#### ABSTRACT

The sardine *Sardinella aurita*, fished since 1927, is Venezuela's most significant fishery resource. The national catch reached a record high of 200,000 tons in 2004 but diminished nationally by 50% in 2005 and by 90% on Margarita Island, marking the beginning of a crisis in sardine fishing. Based on indicators of overexploitation, the fishing authority increased the minimum size required for capture and prohibited fishing for three months in 2013. The validity of these measures is studied here. A reduction in size may indicate intensive exploitation, and thus, the records of 28,217 sardines measured between 2002 and 2016 in the southeast region of Margarita Island were examined. Prior to the crisis, in 2003 and 2004, the average size was 195.48 and 196.95 mm in total length (TL), respectively. With the onset of the crisis (2005), the size was 201.95 mm, surpassing the measurements obtained in the other years of the period studied (181.27 to 191.89 mm). The conclusion was drawn that no great change was identifiable in the annual average size, providing no support for the supposed overexploitation. The 20 cm TL value reported by certain studies for the average length at maturity (Lm50%) is discussed in relation to the increase in the minimum size of capture to 19 cm and considered to be flawed by biased sampling. Moreover, the sardine stock would already have been exhausted were the Lm50% value of 20 cm accurate because for decades, the average size of capture had been < 20 cm. The true Lm50% of *S. aurita* is  $\leq 17$  cm, as in the eastern Atlantic Ocean (African waters and the Mediterranean Sea). Furthermore, the prohibition of fishing from January-March is not warranted because the ban occurs during months when sardine eggs show relatively low abundance in the plankton. Fishing gear and statistics are also discussed. This study leads to the recommendations that management measures be reconsidered and that the consequences of fishing with equipment known as the "machine" be investigated.

KEYWORDS: *Sardinella*, Overfishing, Maturity, Management, Venezuela

## INTRODUCCIÓN

La sardina *Sardinella aurita* es el recurso pesquero más importante de Venezuela, se captura en los estados Sucre y Nueva Esparta. La pesquería comenzó en 1927 al sureste de isla Margarita y se instaló (1934) primera fábrica enlatadora (Gómez *et al.*, 2008); en Sucre la pesca comenzó en 1939 (Freón y Mendoza, 2003) y otra fábrica. Luego de 30 años (1956) con asesoría internacional (FAO) se recolectan los primeros datos biológicos de sardina (Heald y Griffiths, 1967). A los 46 años de explotación aparece primera regulación pesquera que establece que la sardina capturada debe tener talla mínima de 15 cm de longitud total (LT) (Gaceta Oficial 30283 de 18/12/1973) estuvo vigente 33 años. En 2006 se aumenta a 17 cm la talla de captura, suspenden la exportación, regulan artes y captura de 200 000 toneladas (Gaceta Oficial 38377 de 10/1/2006), inaplicable porque en 2005 comenzó crisis sardinera (Gómez *et al.*, 2008) disminuyendo las capturas nacionales que entre 2008-2014 no superaron 50.000 toneladas; en Nueva Esparta decrecieron 90% (Fig. 1).

Sin estudios concretos se menciona que la crisis fue causada por sobreexplotación (González *et al.*, 2007; Rueda, 2012; Mendoza, 2015), pero estudios previos citaban que la pesquería estaba subexplotada (Guzmán y Gómez, 2000; Freón y Mendoza, 2003; Freón *et al.*, 2003) y prospecciones hidroacústicas coincidían en la disponibilidad de 850000 toneladas (Gerlotto y Ginés, 1988; Stromme y Saetersdal, 1989; Cárdenas y Achury, 2002) y biomasa total de 1'300000 t (Cárdenas, 2003). A pesar de deficiencias en estadísticas oficiales, en 2004 ocurrió captura récord del recurso (200000 t) que fueron cuatro veces menores al estimado disponible. Por otro lado, otras investigaciones consideran que la crisis sardinera tiene causas ecológicas (Gómez, 2006a, 2007; Gómez *et al.*, 2008) por disminución de la fertilidad acuática (Gómez, 2006b; Gómez *et al.*, 2012, 2014) que propicia fluctuación de la población (Gómez, 2015) como es frecuente en especies de pequeños pelágicos y documentadas desde finales del siglo XIX con el arenque europeo (Hjort, 1914).

Pasados ocho años de crisis sardinera, en 2013 las autoridades pesqueras por reducción del recurso e indicios de sobreexplotación, aumentan a 19 cm la talla mínima de captura y establecen tres meses de veda (Gaceta Oficial 40308 de 4/12/2013) que evitarían el colapso total, en 2018 las medidas se mantienen. A pesar de las disposiciones de

## INTRODUCTION

The sardine *Sardinella aurita*, caught in the states of Sucre and Nueva Esparta, is Venezuela's most important fishery resource. Fishing began in 1927 off the southeast of Margarita Island, and the first canning factory was constructed in 1934 (Gómez *et al.*, 2008); fishing began during 1939 in Sucre (Freón and Mendoza, 2003), and another factory was established. Thirty years later (1956), the first biological data on sardines were collected, with international technical assistance from FAO (Heald and Griffiths, 1967). In 1973, after 46 years of exploitation, the first fishing regulation mandated that caught sardines must have a minimum size of 15 cm in total length (TL) (Gaceta Oficial 30283 of 12/18/1973). This limit remained in place for 33 years. In 2006, the minimum size for capture was increased to 17 cm, exports were banned, equipment was regulated, and a limit of 200,000 tons was established (Gaceta Oficial 38377 of 1/10/2006). This last limitation was not applicable because in 2005, the sardine crisis began (Gómez *et al.*, 2008) and reduced the national catch, which did not surpass 50,000 tons between 2008 and 2014. The catch in Nueva Esparta fell by 90% (Figure 1).

Without specific studies, the crisis was attributed to overexploitation (González *et al.*, 2007) and overfishing (Rueda, 2012; Mendoza, 2015); however, earlier studies had concluded that fishing was underexploited (Guzmán and Gómez, 2000; Freón and Mendoza, 2003; Freón *et al.*, 2003), and hydroacoustic surveys agreed on the availability of 850,000 tons (Gerlotto and Ginés, 1988; Stromme and Saetersdal, 1989; Cárdenas and Achury, 2002) and a total biomass of 1,300,000 tons (Cárdenas, 2003). Despite gaps in official statistics, a record catch (200,000 tons), which was four-fold smaller than the estimated mass available, was obtained in 2004. In contrast, other studies support the belief that the sardine crisis has ecological causes (Gómez, 2006a, 2007; Gómez *et al.*, 2008) tied to a reduction in aquatic fertility (Gómez, 2006b; Gomez *et al.*, 2012, 2014), which results in population fluctuations (Gómez, 2015); this phenomenon is common in small pelagic species and has been documented since the late 19th century in European herring (Hjort, 1914).

In 2013, eight years after the sardine crisis, acting on signs of overexploitation and a reduction in the resource, fishing authorities raised the minimum permitted size for capture to 19 cm and prohibited sardine fishing for three months (Gaceta Oficial 40308 of 4/12/2013), thereby preventing total collapse; these measures are still in place in 2018. Despite these conservation measures, the catches have not recovered,

manejo las capturas no se recuperan, lo cual debería ocurrir al cabo de primeros años de vigencia porque la talla de reclutamiento de sardina (100 mm) ocurre a los seis meses de edad y al año la madurez sexual (Freón *et al.*, 2003; Mendoza *et al.*, 2003). Se acepta oficialmente que 20 cm es la talla media de madurez poblacional, pero este valor no es realista (Freón y Mendoza, 2003), pues si fuese cierto el recurso se hubiese agotado el siglo pasado, como hace años se planteó (FAO, 1979) pero después de 90 años de pesquería, aún se explota.

Esta contribución tiene por objeto analizar medidas de manejo impuestas por autoridades pesqueras venezolanas; con respecto a la sobrepesca se estudia si han ocurrido cambios marcados en la talla promedio anual de sardina capturada entre 2002 y 2016 en isla Margarita, porque una señal de explotación intensa es el cambio en longitud de los peces (Gulland y Rosemberg, 1992) y comprobado en sardina (Kawasaki, 1992; Hiyama *et al.*, 1995; Shin y Rochet, 1998; Voulgaridou y Stergiou, 2003) y localmente utilizada en la década de los años 60 del siglo pasado (Simpson *et al.*, 1965; Simpson y Griffiths, 1967). También se analiza la decisión de aumentar a 19 cm la talla mínima de captura y el periodo de veda porque se cuestionan estudios que fundamentan su aplicación y afectan a pescadores, procesadores y consumidores. Finalmente, se comenta sobre artes de pesca utilizados y estadísticas.

which should have occurred during the early years of their implementation because the sardine reaches recruitment size (100 mm) at six months and sexual maturity at one year of age (Freón *et al.*, 2003; Mendoza *et al.*, 2003). The officially recognized average size of the mature population is 20 cm, but that value is not realistic (Freón and Mendoza, 2003). If this value was correct, the resource would have been exhausted during the last century, as was suggested years ago (FAO, 1979); however, the resource continues to be exploited after 90 years of fishing.

The present article analyzes the management measures implemented by Venezuelan fishery authorities and examines, with regard to overfishing, whether a noticeable change has occurred in the average size of the sardines caught between 2002 and 2016 off Margarita Island. Such change in fish length is a sign of intensive exploitation (Gulland and Rosenberg, 1992), as has been demonstrated for sardines (Kawasaki, 1992; Hiyama *et al.*, 1995; Shin and Rochet, 1998; Voulgaridou y Stergiou, 2003) and employed locally in the 1960s (Simpson *et al.*, 1965; Simpson and Griffiths, 1967). The decision to increase the minimum size for capture to 19 cm and impose a seasonal prohibition on sardine fishing is also examined because the studies on which these actions are based have been questioned, and these actions affect fishermen, processors and consumers. Finally, comments regarding the use of fishing gear and statistics are offered.

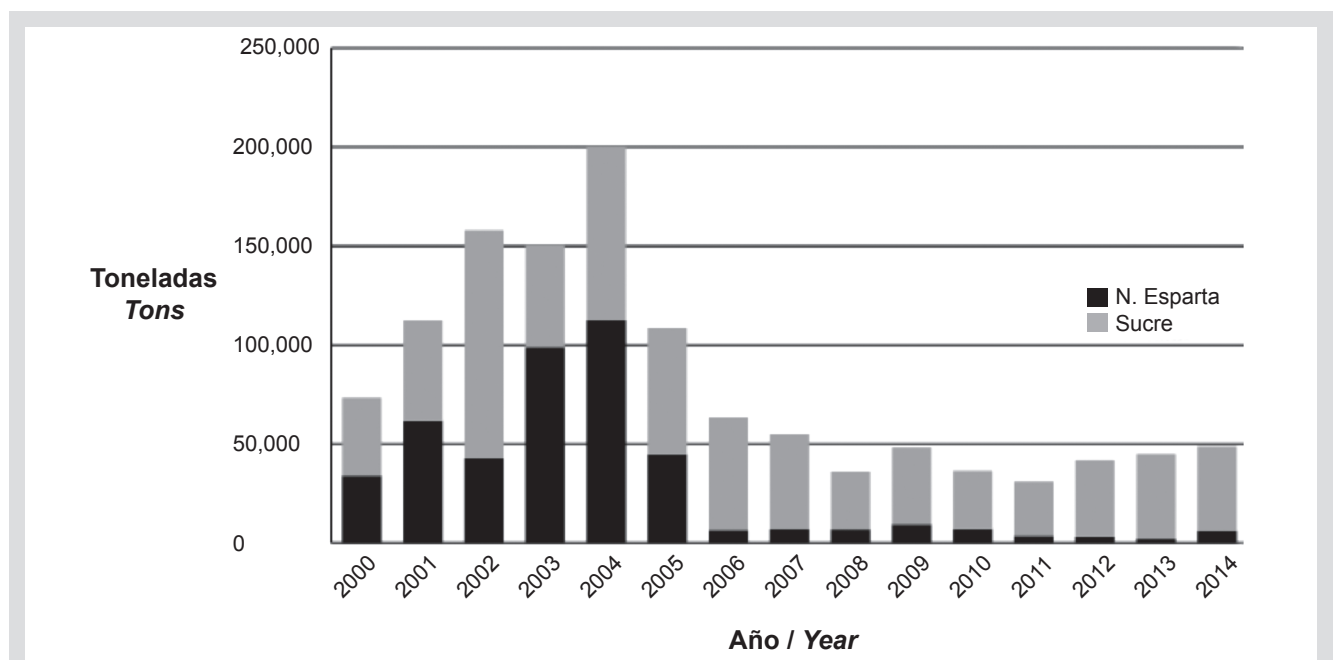


Figura 1. Captura de *Sardinella aurita* en Venezuela, muestra crisis desde 2005 (Fuente Insopesca).

Figure 1. Catch of *S. aurita* in Venezuela, showing the crisis since 2005 (source: Insopesca).

## ÁREA DE ESTUDIO

El nororiente de Venezuela incluye a Sucre y Nueva Esparta, este último Estado constituido por las islas Margarita, Coche y Cubagua; esa región marina tiene una moderada producción primaria que origina riqueza pesquera considerable (Margalef, 1965) siendo la más importante del mar Caribe (Gómez, 1996; Freón y Mendoza, 2003; Mendoza, 2015). La fertilidad acuática es causada por varios factores, especialmente la surgencia de aguas subtropicales como consecuencia de los vientos Alisios. El afloramiento tiene variaciones interanuales verificadas por la hidrografía, los nutrientes y clorofilas (Gómez *et al.*, 2014) y objeto de numerosas investigaciones oceanográficas (Gómez y Barceló, 2014). La productividad de las aguas se manifiesta en recursos pesqueros, como la sardina *Sardinella aurita* que se captura en la región y donde se encuentra 90% de los pequeños pelágicos del Caribe (Rueda, 2012). En Nueva Esparta las mayores capturas ocurren al sureste de Margarita (Fig. 2) donde faenan alrededor de 20 artes sardineras (chinchorros), cada uno hasta con ~20 pescadores. Hasta 2005 la mayoría de capturas se vendía a fábricas de enlatados, actualmente gran parte se utiliza como alimento directo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

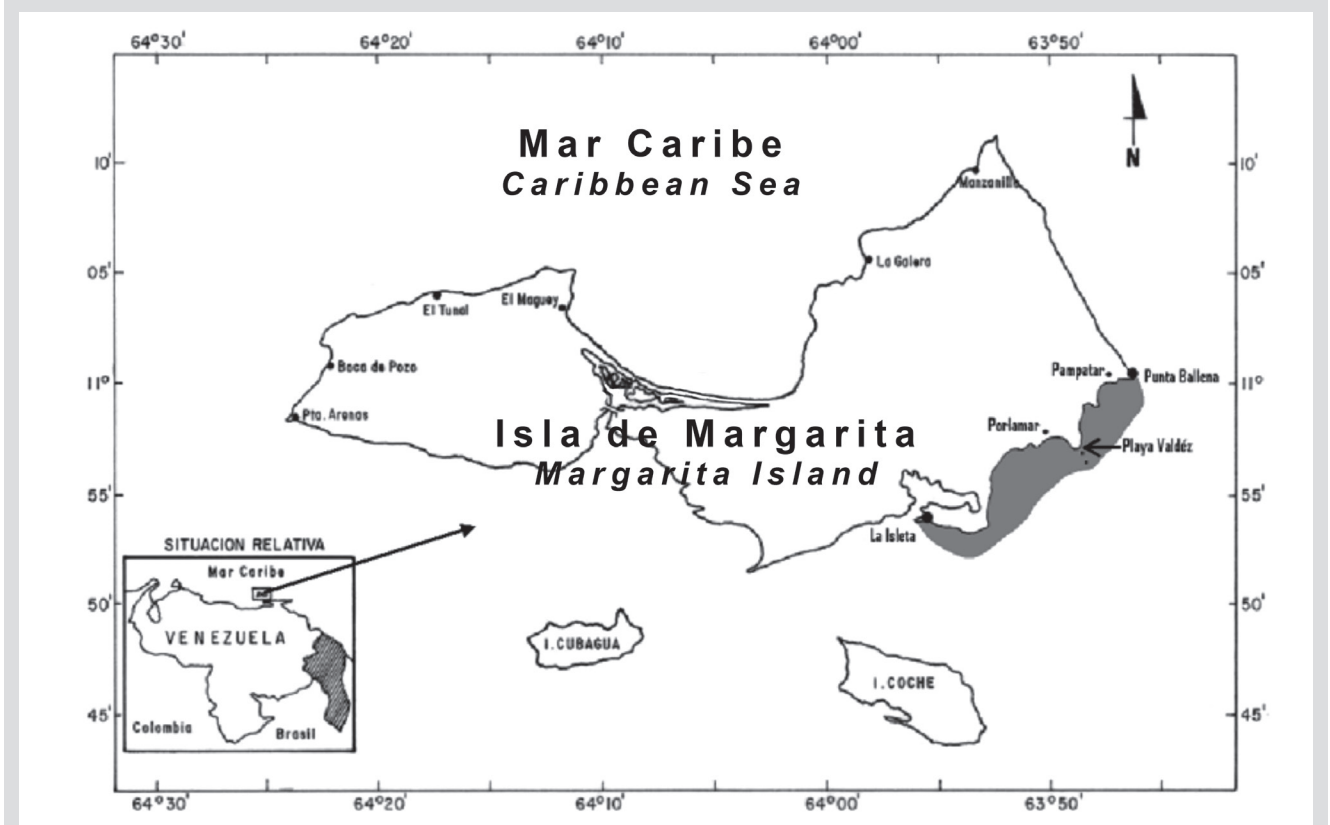
Al sureste de Margarita durante el lapso 2002 y 2013 se obtuvieron muestras de capturas sardineras comerciales realizadas con chinchorro playero, de cada lance (calada) se midieron 130-150 sardineras para determinar su longitud total (LT) utilizando ictiómetro milimetrado. En el periodo 2014-2016 se utilizaron mediciones realizadas por el Instituto Socialista de Pesca y Acuicultura (Insopesca). Para determinar diferencias en tallas promedio de sardina capturada en localidades del eje pesquero Pampatar-La Isleta y en el Estado, se realizó análisis de varianza multifactorial y para establecer cambios de talla media con los años se efectuó análisis de regresión, según criterio de Voulgaridou y Stergiou (2003). En los análisis se empleó el programa Statgraphics™. Se estudiaron 209 lances sardineros, en la Tabla 1 se muestra el número por localidad.

## STUDY AREA

Northeastern Venezuela includes the states of Sucre and Nueva Esparta, the latter composed of Margarita Island, Coche and Cubagua. This region has a moderate marine primary production that yields considerable wealth from fishing (Margalef, 1965), most importantly from the Caribbean Sea (Gómez, 1996; Freón and Mendoza, 2003; Mendoza, 2015). Aquatic fertility depends on several factors, especially the upwelling of subtropical waters as a result of the trade winds. The upwelling varies from year to year with regard to hydrography, nutrients and chlorophyll (Gómez *et al.*, 2014) and is the object of numerous oceanographic studies (Gómez and Barceló, 2014). The productivity of the water affects fishing resources, such as the sardine *S. aurita* caught in the region, where 90% of the small pelagic species in the Caribbean are also found (Rueda, 2012). For Nueva Esparta, the largest catches are to the southeast of Margarita Island (Figure 2), where approximately 20 artisanal fishing gears named “chinchorros” are active, each with a crew of approximately 20 fishermen. Until 2005, most of the catch was sold to canning factories; actually, much of the catch goes directly to food consumption.

## MATERIALS AND METHODS

The commercial sardine harvest caught with beach seines to the southeast of Margarita Island was sampled between 2002 and 2013, and a measuring device was used to determine the TL of between 130 and 150 sardines from each catch in millimeters. Measurements taken by the Socialist Institute for Fishing and Aquaculture (Insopesca) from 2014-2016 were used. To determine differences in the average sizes of sardines caught in locations along the Pampatar-La Islet axis and in the state as a whole, multifactorial variance analysis was performed, and to detect changes in the average size over the course of years, regression analysis was performed according to the criteria proposed by Voulgaridou and Stergiou (2003). The Statgraphics program™ was used in this analysis. In all, 209 hauls from sardine fishing boats were analyzed; Table 1 shows the number from each location.



**Figura 2.** Caladero de pesca Pampatar - La Isleta en Isla Margarita, Venezuela.

**Figure 2.** The Pampatar-La Isleta fishing area in Margarita Island, Venezuela.

**Tabla 1.** Lances (caladas) de sardina estudiados en localidades de Isla Margarita, Venezuela (2002-2016). \* Insopesca Nueva Esparta.

Año Year	Pampatar	Moreno	El Morro	Los Cuartos	La Isleta	Total
2002	2		4			6
2003	6	2	28		2	38
2004	14	2	26		5	47
2005	15	0	17		3	35
2006	2	0	1	5	0	8
2007	8	0	2	3	2	15
2008	10	0	2	0	1	13
2009	2	1	1	2	0	6
2010	3	0	1	1		5
2011	4	0	1	1	0	6
2012	1	0	1	1	0	3
2013				1		
2014*	6		4			10
2015*	9	2	1			12
2016*	1	1	2			4
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>8</b>	<b>91</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>209</b>

**Table 1.** Sardine sets studied in locations on Margarita Island, Venezuela (2002-2016). \*From Insopesca Nueva Esparta.

## RESULTADOS

En el período 2002 a 2013 se obtuvieron muestras de 183 lances sardineros, el mayor número del Morro de Porlamar y Pampatar, ambas localidades constituyeron 72% de las caladas estudiadas y se midieron 25086 sardinas; en 2014-2016 se usaron 3131 mediciones provenientes de 26 lances inspeccionados por funcionarios oficiales. En total fueron muestreados 209 lances y medidas 28217 sardinas (Tabla 2), que muestran la talla anual de la sardina capturada entre 2002 y 2016.

**Talla media de la sardina en sureste de Margarita:** la sardina con menor longitud tuvo 97 mm y 268 mm la mayor; el ámbito de talla promedio anual varió entre 181.27 y 205.53 mm (Fig.3).

Cuando ocurrieron las capturas máximas de sardina, en 2003 y 2004, la talla promedio fue 195.48 y 196.95 mm LT valores que superan la talla promedio obtenida en 2002, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012 y 2013 (ámbito 181.27-191.89 mm). Cuando se inicia la crisis en 2005 la talla promedio fue 201.95 mm; en 2007 fue 205.53 mm y 204.78 mm en 2010 (Tabla 2). En 2014, 2015 y 2016 la talla promedio fue 203.72 mm, 197.67 y 198.66 mm LT respectivamente, valores posiblemente

## RESULTS

Samples were obtained between 2002 and 2013 from 183 sardine hauls, most of them from Morro de Porlamar and Pampatar, with these two locations accounting for 72% of the fishing grounds studied; 25,086 sardines were measured. Between 2014 and 2016, a total of 3,131 measurements from 26 hauls inspected by government officials were used. In all, 209 hauls were sampled, and 28,217 sardines were measured. Table 2 shows the annual size of the sardines caught between 2002 and 2016.

**Average size of sardines from the southeast of Margarita:** The smallest sardine measured 97 mm in length, and the largest measured 268 mm; the average annual size ranged from 181.27 to 205.53 mm (Figure 3).

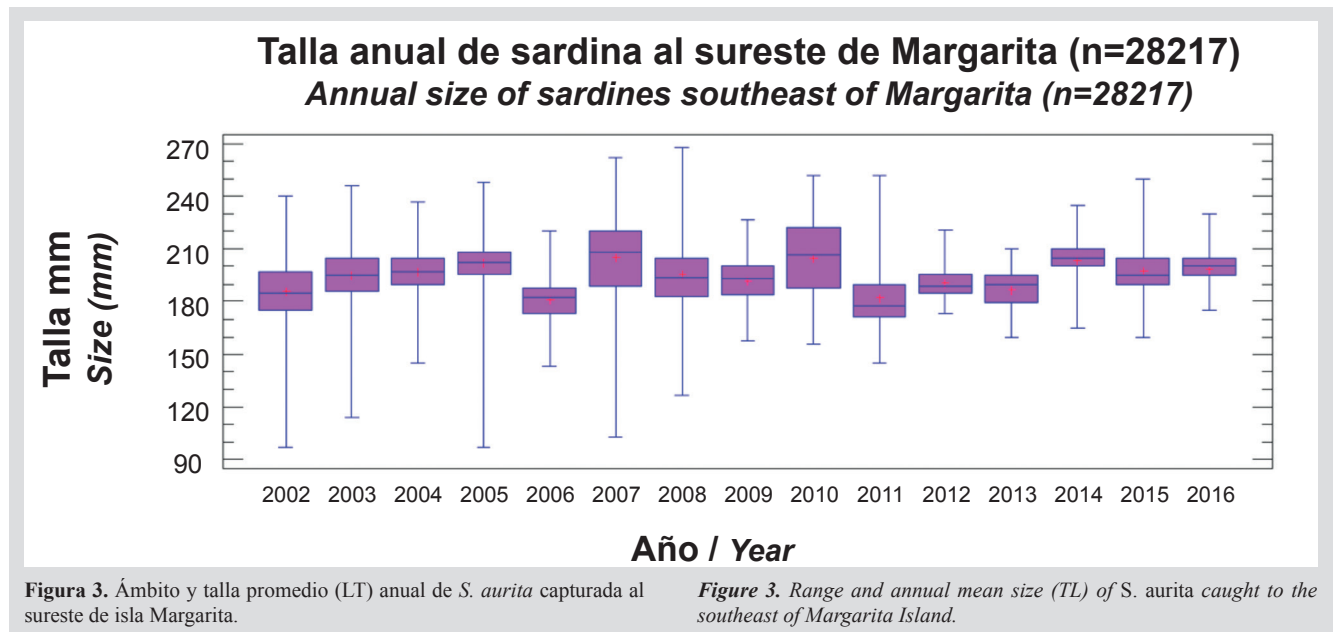
When the largest sardine catches occurred in 2003 and 2004, the average sizes (TLs) were 195.48 and 196.95 mm, respectively; these sizes exceeded the average sizes obtained in 2002, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012 and 2013 (which ranged from 181.27 to 191.89 mm); the average size was 201.95 mm when the crisis began in 2005, 205.53 mm in 2007 and 204.78 mm in 2010 (Table 2). In 2014, 2015 and 2016, the average sizes were 203.72, 197.67 and 198.66 mm for TL, respectively; these values may be affected by



**Tabla 2.** Resumen estadístico para la talla (mm LT) de sardina en sureste de Margarita durante 2002 a 2016. \* Mediciones de Insopesca Nueva Esparta

Año Year	Promedio Mean	D. estándar Standard deviation	Mínimo Minimum	Máximo Maximum	Ámbito Range	Número Number
2002	185.97	18.65	97	240	143	1284
2003	195.48	14.07	114	246	132	5862
2004	196.95	12.21	145	237	92	6167
2005	201.95	10.37	97	248	151	4632
2006	181.27	11.63	143	220	77	788
2007	205.53	21.47	103	262	159	2122
2008	195.66	20.76	127	268	141	1953
2009	191.89	11.66	158	227	69	688
2010	204.78	20.30	156	252	96	522
2011	182.22	15.61	97	268	171	757
2012	190.79	8.09	173	221	48	311
2013	186.53	11.54	160	210	50	125
2014*	203.72	9.91	165	235	70	1003
2015*	197.67	11.16	160	250	90	1500
2016*	198.66	7.82	175	230	55	503
<b>Total</b>	<b>196.91</b>	<b>15.42</b>	<b>97</b>	<b>268</b>	<b>171</b>	<b>28217</b>

**Table 2.** Statistical summary for the size of sardines (TL in mm) from the southeast region of Margarita between 2002 and 2016. \*Measurements taken by Insopesca Nueva Esparta.

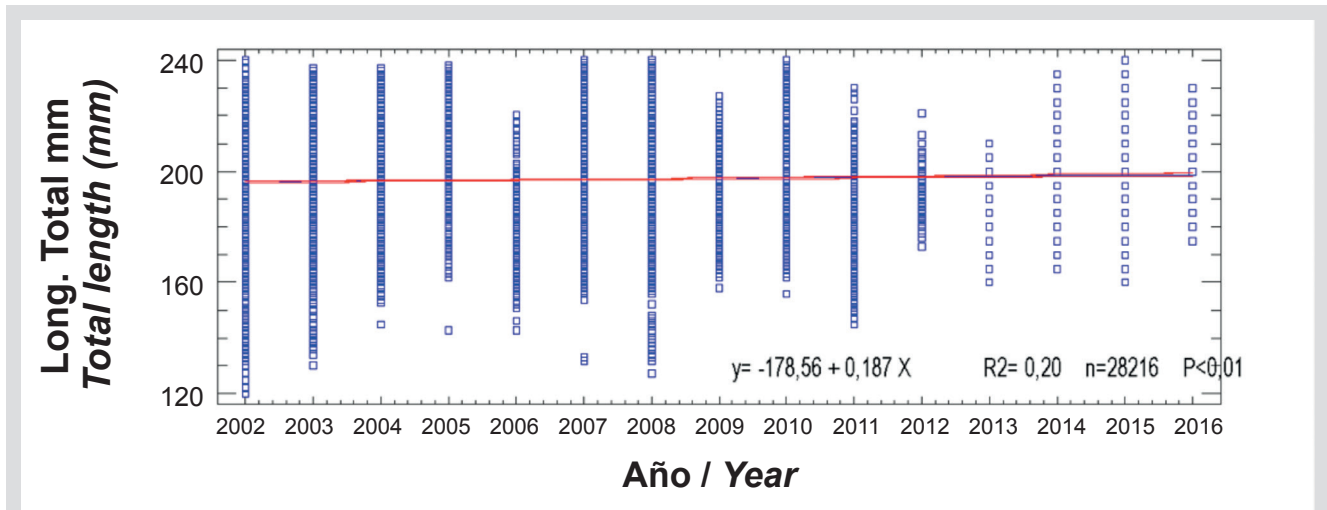


**Figura 3.** Ámbito y talla promedio (LT) anual de *S. aurita* capturada al sureste de isla Margarita.

**Figure 3.** Range and annual mean size (TL) of *S. aurita* caught to the southeast of Margarita Island.

relacionados con la aproximación (0.5 cm) de mediciones oficiales. El análisis de regresión indica que el promedio anual de la talla de sardina capturada tuvo cambios significativos ( $r=0.045$   $n=28216$   $p < 0.001$ ) con los años hacia una talla mayor pero de poca magnitud ( $R^2=0.20\%$ ) y no hacia una menor (Fig.4).

the approximation (0.5 cm) of official measurements. The regression analysis results indicate that the annual average size of captured sardine had significant changes ( $r = 0.045$   $n = 28216$   $p < 0.001$ ) with the years towards a larger size but of little magnitude ( $R^2 = 0.20\%$ ) and not towards a smaller one (Fig.4).



**Figura 4.** Promedio anual de talla mm (LT) de sardina *S. aurita* capturada al sureste de Margarita entre 2002 y 2016.

**Figure 4.** Mean annual size (TL) in mm of *S. aurita* sardines caught southeast of Margarita between 2002 and 2016.

En relación con la sardina capturada en localidades pesqueras, la talla promedio varió entre 184.73 mm (Los Cuartos) y 199.27 mm (La Isleta) y promedio total 196.91 mm en el conjunto (Tabla 3). Se encontró diferencia estadística en talla de sardina capturada en localidades ( $p < 0.001$ ).

With regard to the sardines caught in various fishing grounds, the average size ranged from 184.73 mm (Los Cuartos) to 199.27 mm (La Isleta), with an overall average of 196.91 mm for the set (Table 3). Significant differences were observed in the size of the sardines caught in the different locations ( $p < 0.001$ ).

**Tabla 3.** Resumen estadístico para talla promedio (mm LT) de sardina capturada en localidades de Margarita (2002 - 2016).

**Table 3.** Statistical summary of the mean size (TL in mm) of sardines captured in locations of Margarita Island (2002-2016).

Localidad Location	Promedio Mean	D. estándar Standard deviation	Mínimo Minimum	Máximo Maximum	Rango Range	Número Number
Pampatar	199.40	16.46	103	268	165	11204
Moreno	198.54	10.04	173	235	62	1102
El Morro	195.96	14.68	97	261	164	12784
Los Cuartos	184.73	11.18	137	253	116	1721
La Isleta	199.27	13.24	158	258	100	1406
<b>Total</b>	<b>196.91</b>	<b>15.42</b>	<b>97</b>	<b>268</b>	<b>171</b>	<b>28217</b>

**Talla de sardina capturada en Nueva Esparta (2013 a 2016):** con las mediciones oficiales de sardinas la talla promedio en 2013 fue 20.3 cm; en 2014 fue 20.26 cm; de 19.46 cm en 2015 y 19.95 cm en 2016 y el promedio total 19.86 cm (Tabla 4 y Fig. 5). No se comprobó diferencia estadística en la talla promedio con los años ( $p > 0.05$ ).

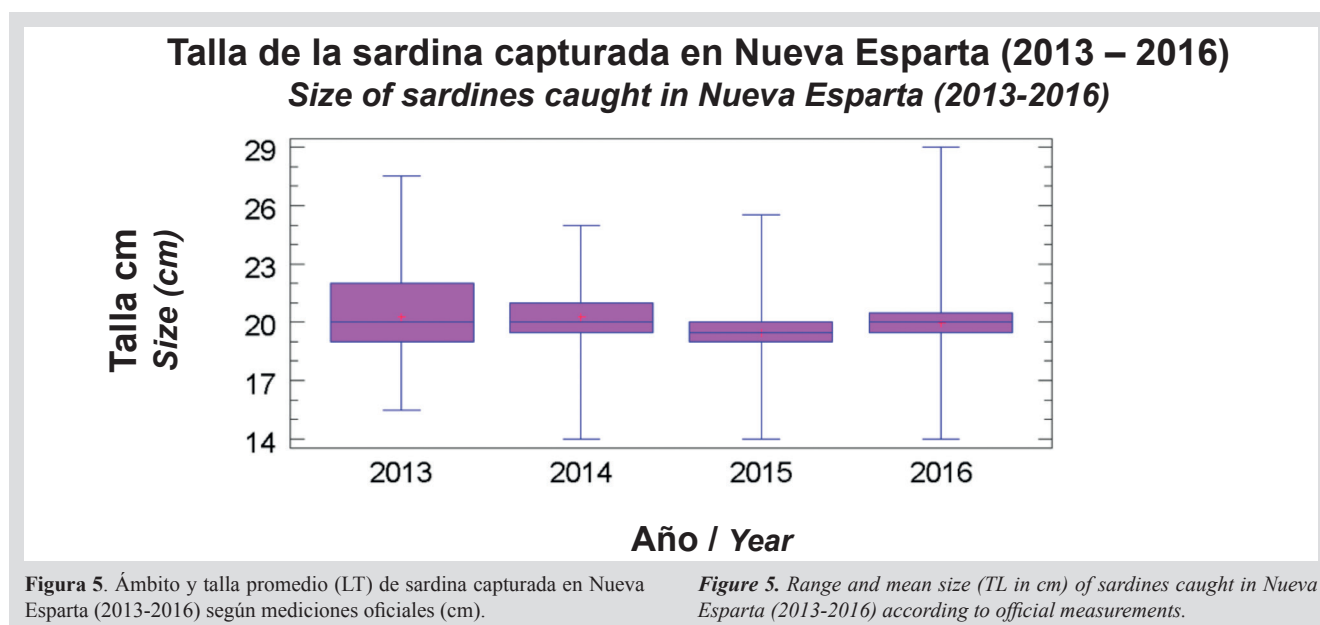
**Size of sardines caught in Nueva Esparta (2013-2016):** According to official sardine measurements, the average size was 20.3, 20.26, 19.46 and 19.95 cm in 2013, 2014, 2015 and 2016, respectively, yielding an overall average of 19.86 cm (Table 4 and Figure 5). No significant difference was found in the average size over these years ( $p > 0.05$ ).



**Tabla 4.** Resumen estadístico para talla (cm LT) de sardina comercializada en Nueva Esparta (años 2013-2016 según mediciones de Insopesca).

Año Year	Promedio Mean	D. estándar Standard deviation	Mínimo Minimum	Máximo Maximum	Rango Range	Número Number
2013	20.30	1.91	15.5	27.5	12.0	375
2014	20.26	1.46	15.5	25.0	9.5	2609
2015	19.46	1.47	14.0	25.5	11.5	4125
2016	19.95	0.89	16.5	29.0	12.5	4337
<b>Total</b>	<b>19.86</b>	<b>1.36</b>	<b>14.0</b>	<b>29.0</b>	<b>15.0</b>	<b>11071</b>

**Table 4.** Summary statistics for size (TL in cm) of sardines sold in Nueva Esparta (2013-2016 taken from Insopesca measurements).



## DISCUSIÓN

Al sureste de Margarita en 2003 y 2004 cuando ocurrieron las capturas máximas de sardina la talla promedio fue 195.48 y 196.95 mm LT, valores que superan las tallas medias obtenidas en año previo (2002) y posteriores: 2006, 2008, 2009, 2011, 2012 y 2013 (Tabla 2); en 2005, cuando inicia la crisis sardinera la talla fue 201.95 mm. Asimismo, las tallas en 2003 y 2004 son ligeramente menores al promedio de 2014 (203.72 mm) y comparables a mediciones oficiales en 2015 y 2016 (197.68 y 198.66 mm) (Tabla 2). En 2003 y 2004 las capturas nacionales alcanzaron récord máximo (Rueda, 2012; Mendoza, 2015), pero en Margarita la talla promedio superó 19 cm lo que comprueba la no ocurrencia de sobrepesca de sardina, considerando que el tamaño medio de los individuos no ha disminuido. Así, al sureste de Margarita no ocurrió sobreaprovechamiento del recurso, porque cuando inicia la crisis (2005) la talla fue 201.95 mm, es decir mayor que en años 2003-2004 cuando ocurrieron las capturas máximas.

## DISCUSSION

In 2003 and 2004, when the largest sardine catches occurred southeast of Margarita Island, the average sizes were 195.48 and 196.95 mm, values which surpassed the average sizes for the previous year (2002) and some subsequent years (2006, 2008, 2009, 2011, 2012 and 2013), as shown in Table 2; in 2005, the first year of the sardine crisis, the average size was 201.95 mm. Similarly, the sizes in 2003 and 2004 were slightly smaller than the 2014 average (203.72 mm) and comparable to the official measurements in 2015 and 2016 (197.68 and 198.66 mm) (Table 2). The national catch reached a record high in 2003 and 2004, (Rueda, 2012; Mendoza, 2015), but the average size on Margarita exceeded 19 cm, which proves that no overfishing of sardines occurred, considering that the average size of individual specimens has not diminished. Thus, overexploitation did not occur southeast of Margarita because the size was 201.95 mm at the beginning of the crisis (2005), that is, larger than in 2003 and 2004, when the largest catches occurred.

Es reconocido que la pesca afecta la estructura de edades y longitudes de los recursos (Jennings *et al.*, 2001; Jennings y Reynolds, 2007) y señal de explotación intensa es el cambio en longitud de los peces, por lo cual la talla media sirve para vigilar poblaciones, porque su disminución constante sugiere mayor intensidad pesquera (Gulland y Rosenberg, 1992). En la sardina *Sardina pilchardus* después del aumento acentuado en capturas se presenta declinación del promedio en longitud (Voulgaridou y Stergiou, 2003); también la pesca intensiva induce disminución en longitud de sardina japonesa (Kawasaki, 1992; Hiyama *et al.*, 1995). Al sureste de Margarita en plena crisis sardinera, entre 2006 y 2012 la talla promedio ha fluctuado entre 181.27 y 205.53 mm LT (Tabla 2) por lo cual no se determinó variación acentuada de la talla media (Fig. 4) y considerando hasta 2016 la talla promedio total fue 196.91 mm (Tablas 2 y 3). Por lo cual, no tiene fundamento la mencionada sobrepesca del recurso por pescadores en Margarita, quienes utilizan el chinchorro tradicional.

En relación con la talla de sardina capturada en Nueva Esparta, en 2002-2003 tuvieron ámbito entre 97 y 246 mm y promedio de 192.77 mm LT (Debrot y Posada, 2006); en 2004-2005 al norte de Margarita la talla promedio fue 201.39 mm, al sureste entre 195.67 y 202.80 mm y al sur de Margarita, Cubagua y Coche entre 184.55 y 191.87 mm (Gómez *et al.*, 2008). En consecuencia, entre 2002 y 2005 la talla promedio superó 195 mm sin apreciarse disminución esos años (Tabla 5). Entre 2013 y 2016 las mediciones oficiales tuvieron ámbito entre 140 y 290 mm con promedio variable entre 194.6 y 203.0 mm (total 198.6 cm).

**Tabla 5.** Talla promedio (mm LT) de sardina capturada en Nueva Esparta (2002 a 2005).

Años Years	Promedio mm Mean (mm)	Localidad de pesca Fishing location	Autor Author
2002-2003	192.77	Sureste y sur Margarita	Debrot y Posada (2006)
2004-2005	201.39	Norte Margarita	Gómez <i>et al.</i> (2008)
	195.67 a 202.80	Sureste Margarita	Gómez <i>et al.</i> (2008)
	184.55 a 191.87	Sur Margarita	Gómez <i>et al.</i> (2008)
<b>Total</b>	<b>195.40</b>		

Durante el periodo 1956-1989 en Araya, Margarita y Carúpano la talla promedio varió entre 17.5 y 20.1 cm (Freón *et al.*, 2003); con los valores anuales se calculó un promedio de 19.3 cm para ese período (33 años), el cual es similar al obtenido (19.6 cm) en Margarita durante 2002 a 2016 (Tabla 2). Entonces, puede considerarse que desde 1956 la talla promedio anual de sardina capturada en

Fishing is known to affect the age structure and length of resources (Jennings *et al.*, 2001; Jennings and Reynolds, 2007), and a change in fish length is a sign of intense exploitation; therefore, the average size serves to monitor populations, as a steady decline suggests a heightened intensity of fishing (Gulland and Rosenberg, 1992). After a marked increase in the capture of *Sardina pilchardus* sardines, a decline in the average size was noted (Voulgaridou and Stergiou, 2003); intensive fishing also leads to a reduced length of Japanese sardines (Kawasaki, 1992; Hiyama *et al.*, 1995). To the southeast of Margarita, in the midst of the sardine crisis between 2006 and 2012, the average size (TL) fluctuated between 181.27 and 205.53 mm (Table 2); thus, no marked variation in the average size was observed (Figure 4), and the total average size observed until 2016 was 196.91 mm (Tables 2 and 3). Therefore, there is no basis for the alleged overfishing of this resource by Margarita fishermen, who use the traditional seine nets.

In 2002-2003, the sardines caught in Nueva Esparta ranged in size from 97 to 246 mm (TL) (Debrot and Posada, 2006). In 2004-2005, the average size of the sardines caught to the north of Margarita Island was 201.39 mm; those caught to the southeast ranged in size from 195.67 to 202.80 mm; and those caught to the south of Margarita, Cubagua and Coche ranged in size from 184.55 to 191.87 mm (Gómez *et al.*, 2008). Accordingly, between 2002 and 2005, the average size exceeded 195 mm, with no notable decrease during those years (Table 5). Between 2013 and 2016, the official measurements ranged from 140 to 290 mm, averaging between 194.6 and 203.0 mm (198.6 mm overall).

**Table 5.** Mean size of sardines caught in Nueva Esparta (2002-2005) (TL in mm).

For the period from 1956-1989, the average size ranged from 17.5 to 20.1 cm in Araya, Margarita and Carúpano (Freón *et al.*, 2003); according to our calculations, the annual values for that 33-year period averaged 19.3 cm, which is similar to the value of 19.6 cm obtained in Margarita between 2002 and 2016 (Table 2). Thus, one can conclude that since 1956, the average annual size of sardines caught

estas áreas se mantiene sin cambios marcados, superando los 19 cm y sin sobrepesca, según criterio de Gulland y Rosenberg (1992). La mencionada sobrepesca (González *et al.*, 2007; Rueda, 2012; Mendoza, 2015) quizás ocurra en Sucre, porque la intensidad de pesca afecta el tamaño y la estructura de tallas de cardúmenes en el eje pesquero La Esmeralda-Puerto Santo, área muy perturbada por artes de argolla (Barrios *et al.*, 2010) también denominados "máquinas o cercos" que operan lejos de la costa.

La sardina venezolana se explota desde 1927 pero la información biológica referida a talla de captura comienza en la década de los años 50 del siglo pasado. Con datos 1956-1973 se concluye que porcentaje notable lo constituyen sardinas con menos de 170 mm, límite inferior del intervalo calculado para primera madurez (Etchevers, 1974). En periodo 1964-1968 al sur de Margarita y Araya se determinó que la talla 190-200 mm tiene una frecuencia inferior a 5% (Haugen, 1969); en 1997 las mayores frecuencias corresponden a las tallas 173, 178 y 183 mm (Guzmán *et al.*, 1999) y en 1998 sardinas de Santa Fe, Península de Paria y Margarita, tuvieron talla >190 mm (Guzmán y Gómez, 2000). Durante período 1956 a 1989 las mayores frecuencias corresponden a tallas de 15-16 cm (suman 50% del total) y superan las de 19 y 20 cm (Freón y Mendoza, 2003), lo cual indica que por más de 30 años la mayoría de sardinas capturadas tenían entre 15 y 18 cm. En el golfo de Cariaco en la década de los años 90 del siglo pasado se observaron tres grupos de talla: < 150 mm (20%), hasta 188 mm (60%) y > 198 mm (22%) las más frecuentes son las tallas 163, 168, 173 y 178 mm, por lo cual tallas inferiores a 180 mm constituyeron 80% en las capturas (Guzmán *et al.*, 1998). Debe recordarse que desde 1957 los datos no mostraron cambio hacia promedio más pequeño en la talla de sardina, sugiriendo que no había sobrepesca (Simpson *et al.*, 1965; Simpson y Griffiths, 1967).

Entonces, desde antes de 1960 en las capturas comerciales predominaron sardinas de 17-18 cm, es decir que durante décadas la talla media ha sido inferior a 19 cm. Esta realidad hizo concluir que el recurso se agotaría en pocos años, concretamente en 1993, cuando no habría sardina para fábricas (FAO, 1979). Seguramente el agotamiento teórico fue consecuencia de estudios que determinaron una talla media de madurez de 195 mm (FAO, 1963; Huq, 2003); en consecuencia, las sardinas capturadas no se habían reproducido y las preadultas predominaban en la pesquería. Por lo tanto desde 1960's se considera que la talla de madurez (Lm 50%) es 20 cm y si las sardinas que

in this region has shown no notable change, remaining larger than 19 cm, without signs of overfishing according to the criteria used by Gulland and Rosenberg (1992).

However, overfishing (González *et al.*, 2007; Rueda, 2012; Mendoza, 2015) may have occurred in Sucre because fishing intensity affects the size and length structure of schools along the La Esmeralda-Puerto Santo fishing axis, an area very disturbed by sardine fishing gears (Barrios *et al.* 2010); also known as "machines" operating far from the coast.

Sardines have been fished in Venezuela since 1927, but biological data on the catch size have only been recorded since the 1950s. Data from 1956 to 1973 show that a significant percentage of the catch consisted of sardines measuring less than 170 mm, smaller than the minimum size calculated for earliest maturity (Etchevers, 1974). Between 1964 and 1968, fewer than 5% of the sardines caught to the south of Margarita and Araya measured 190-200 mm (Haugen, 1969); the most common sizes caught in 1997 were 173 mm, 178 mm and 183 mm (Guzmán *et al.*, 1999); and in 1998, the sardines caught in Santa Fe, the Paria Peninsula and Margarita were larger than 190 mm (Guzmán and Gómez, 2000). During 1956-1989, the most common measurement among the sardines caught was 15-16 cm (representing 50% of the total), surpassing the number of sardines measuring 19 and 20 cm (Freón and Mendoza, 2003). This pattern indicates that for more than 30 years, the majority of sardines caught were between 15 and 18 cm in length. In the Gulf of Cariaco during the 1990s, three size groups were observed: < 150 mm (20%), 150-188 mm (60%) and > 198 mm (22%). The most frequently recorded sizes were 163, 168, 173 and 178 mm, with sardines smaller than 180 mm composing 80% of the catches (Guzmán *et al.*, 1998). Note that the data show no decline in the average size of sardines caught since 1957, suggesting that no overfishing occurred (Simpson *et al.*, 1965; Simpson and Griffiths, 1967).

Thus, the bulk of commercial catches since before 1960 has comprised sardines measuring 17-18 cm, indicating that their average size has been less than 19 cm for decades. This reality led to the conclusion that the resource would be exhausted in a few years, specifically in 1993, when no sardines would be available for the canning factories (FAO, 1979). This depletion theory was surely the result of studies that identified 195 mm as the average size at maturity (FAO, 1963; Huq, 2003) and the belief that the sardine catch consisted largely of preadults that had not yet reproduced. Fishing sardines that had not yet reproduced would obviously lead to an imminent total collapse of the population; therefore, the average length

se pescaban no se habían reproducido, era obvio plantear el colapso total. Pasados 25 años del supuesto agotamiento, en 2004 se alcanza la captura récord del recurso (200.000 t) lo cual significa que después de 80 años del funcionamiento de fábricas enlatadoras, la sardina no se había agotado ni ocurrida sobrepesca, porque la talla promedio anual de la sardina no muestra disminución marcada, por lo menos en el sureste de Margarita y en Nueva Esparta. Asimismo, hasta 2013 los estudios verifican que en las capturas la talla promedio fue menor a 20 cm pero superior a 17 cm que establecía la regulación de 2006. Por lo cual, extrapolando a todas las áreas de pesca, si desde 1950 en las capturas sardineras predominaban las tallas inferiores a 20 cm era de esperar que el recurso sardinero se hubiera agotado hace décadas, si fuera verdadero que 20 cm es la talla media de reproducción de la sardina (Lm50%), como concluyen varios estudios y se comenta.

#### **Análisis de talla de madurez y veda de la sardina**

La talla mínima se verifica por observación directa de las gónadas, según sexo; mientras que la talla de madurez de 50% de la población (Lm50%) se determina desde la talla del individuo maduro más pequeño, a partir del cual se delimitan intervalos de talla (5-10 mm) contabilizando su frecuencia relativa y la acumulada de ejemplares maduros.

**Talla mínima de madurez:** el primer estudio encontró ejemplares de 134 mm ya maduros (Simpson y González, 1967) pero citan 115 mm (D'Souze, 1981); también mencionan tallas mínimas de 152 y 150 mm (Guzmán *et al.*, 1999; Freón y Mendoza, 2003). En isla Margarita, encuentran machos y hembras maduras de 136 y 141 mm (Kortnik, 2005) y también citan entre 14.4 y 16.7 cm (Mendialdúa, 2004; Gassman, 2005; Tagliafico, 2005).

**Talla media de madurez (Lm50%):** con material de Sucre se concluye que ocurre a 195 mm LT (FAO, 1963); posteriormente se estimó en 169 mm (Ramírez y Huq, 1986) y 198 mm (Guzmán *et al.*, 1998). Etchevers (1974) elaboró gráfico de hembras maduras según la talla, la cual se muestra (Fig. 6); él explicó la discontinuidad por muestreo deficiente o stock heterogéneo que tiene dos grupos de sardinas, el constituido por tallas con moda en 167 y 193 mm y otro grupo con moda en 177 y 210 mm y concluye que la Lm50% poblacional ocurre entre 170 y 200 mm; pero aclara que algunos años fluctúa alrededor de 170 mm, a esta talla las hembras maduras son 40% y 65% a 180 mm, por lo cual las sardinas maduras más frecuentes tienen 17-18 cm.

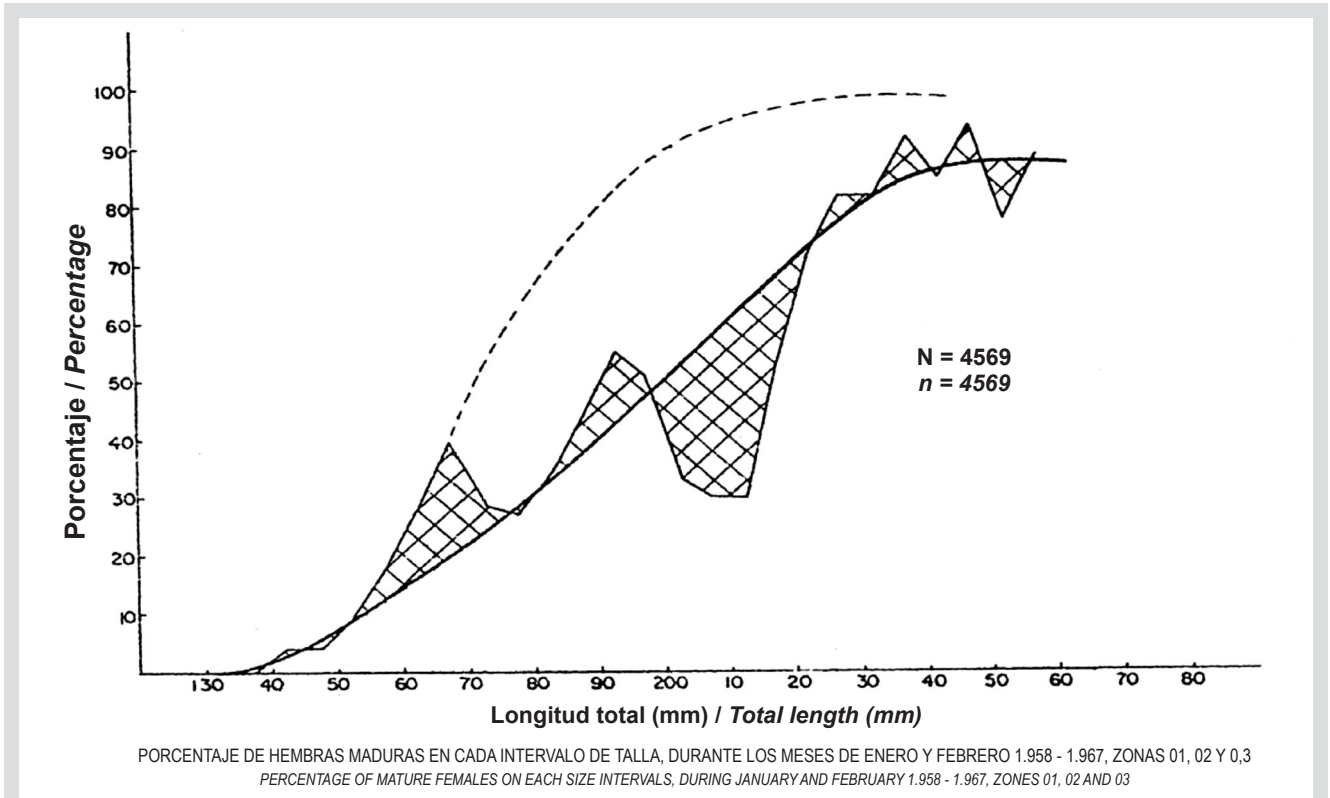
at maturity (Lm50%) has been considered to be 20 cm since the 1960s. Twenty-five years after the exhaustion prediction, a record catch of 200,000 tons was recorded in 2004. This record catch indicates that after 80 years of cannery operation, sardines had not been exhausted, nor did they show signs of overfishing, as no notable reduction occurred in the size of the sardines caught, at least to the southeast of Margarita Island and in Nueva Esparta. Similarly, until 2013, studies found that the average size of the sardines caught was less than 20 cm but larger than the 17 cm limit imposed by the 2006 regulation. One may therefore reason that if 20 cm is truly the average size at which sardines reproduce (Lm50%), as various studies have concluded and remarked, then the fact that the bulk of sardines caught since 1950 measured less than 20 cm indicates that the resource should have been exhausted some decades ago.

#### **Analysis of size at maturity and the seasonal prohibition on sardine fishing**

The minimum size is determined by sex via direct observation of the gonads, whereas the size at which 50% of the population is mature (Lm50%) is determined by the size of the smallest mature specimen, based on which size intervals (5-10 mm) are set, calculating its relative frequency and the total number of mature specimens.

**Minimum size at maturity:** The first available studies found mature specimens measuring 134 mm (Simpson and González, 1967), but 115 mm has been mentioned (D'Souze, 1981); other studies report a minimum size at maturity of 152 and 150 mm (Guzmán *et al.*, 1999; Freón and Mendoza, 2003). On Margarita Island, mature males and females measuring 136 and 141 mm have been found (Kortnik, 2005), with maturity at sizes between 14.4 and 16.7 mm also reported (Mendialdúa, 2004; Gassman, 2005; Tagliafico, 2005).

**Average length at maturity (Lm50%):** Based on samples taken at Sucre, the conclusion was reached that mean maturity occurs at a TL of 195 mm (FAO, 1963); maturity was estimated to occur at 169 mm in the 1980s (Ramírez and Huq, 1986) and at 198 mm in the 1990s (Guzmán *et al.*, 1998). Etchevers (1974) developed a graph of mature females according to size (Figure 6) and explained the discontinuity as the product of poor sampling or a heterogeneous makeup of two groups of sardines: one between 167 and 193 mm in size and the other between 177 and 210 mm. Etchevers concluded that the Lm50% of the population occurs between 170 and 200 mm but fluctuates in some years approximately 170 mm, when 40% of the females are mature at 170 mm, and 65% are mature at 180 mm; thus, most mature sardines measure 17-18 cm.



**Figura 6.** Talla media de madurez (L50%) de hembras maduras capturadas entre 1958 y 1967 (Fuente Etchevers, 1974).

**Figure 6.** Mean length at maturity ( $L_{m50\%}$ ) of mature females caught between 1958 and 1967 (Source Etchevers, 1974).

Asimismo, Haugen (1969) muestra la distribución de hembras desovadas siendo abundantes las de tallas inferiores a 18 cm. Otros estudios determinan que la  $L_{m50\%}$  anual varió entre 166 y 247 mm (Huq y Rodríguez, 1988) y 195 mm LT (Guzmán *et al.*, 1999; Guzmán y Gómez, 2000). Con muestreos entre 1956 y 1989 se estimó una  $L_{m50\%}$  de 19.7 cm (20 cm) (Freón y Mendoza, 2003; Freón *et al.*, 2003).

Al sureste de isla Margarita, algunos estudios concluyen que la talla media de madurez varía entre 19.83 y 20 cm (Mendialdúa, 2004; Gassman, 2005; Tagliafico, 2005) pero más de 75% de la muestra correspondió a individuos que ya habían alcanzado la madurez (Tagliafico *et al.*, 2008). Pero otro estudio contemporáneo con los previos concluye que la  $L_{m50\%}$  ocurre entre 158 y 162 mm de longitud estándar, por lo cual la talla de 17 cm LT (=166 mm LE) garantiza reproducción de la sardina antes de su captura (Kortnik, 2005; Kortnik y Posada, 2006) y acorde con la disposición oficial de 2006 que establecía talla de captura en 17 cm. La notable diferencia en la  $L_{m50\%}$  del último estudio tiene explicación en la forma de abordarlo, porque la mayoría de trabajos muestrean ejemplares de las tallas

Similarly, Haugen (1969) found spawned females under 18 cm in size to be abundant. Other studies found annual  $L_{m50\%}$  values varying between a TL of 166 and 247 mm (Huq and Rodríguez, 1988) and measuring 195 mm TL (Guzmán *et al.*, 1999; Guzmán and Gómez, 2000). Based on samples taken between 1956 and 1989, the  $L_{m50\%}$  value was estimated at 19.7 cm (20 cm) (Freón and Mendoza, 2003; Freón *et al.*, 2003).

Some studies have found that to the southeast of Margarita Island, the average size at maturity ranges between 19.83 and 20 cm (Mendialdúa, 2004; Gassman, 2005; Tagliafico, 2005), but more than 75% of the samples consisted of individuals who had already reached maturity (Tagliafico *et al.*, 2008). However, another study conducted at the same time as those mentioned found that  $L_{m50\%}$  occurs at a standard length (SL) between 158 and 162 mm, so a TL of 17 cm (equivalent to a SL of 166 mm) ensures that sardines are able to reproduce before their capture (Kortnik, 2005; Kortnik and Posada, 2006), in line with the official provision of 2006 determining a minimum catch size of 17 cm. The notable difference in the  $L_{m50\%}$  of the latter study can be explained by the approach taken, as most



mayores más comunes y excluyen sardinas de menores tallas. Por lo cual, si las sardinas analizadas corresponden a las que ya habían alcanzado la madurez sexual, es de esperar que la Lm50% de madurez tenga un sesgo al estudiar principalmente sardinas de las mayores tallas, que no tenían su primer desove.

La Lm50% verdadera se obtiene cuando sardinas de otras tallas tienen igual oportunidad en el estudio, lo cual se logra observando similar número de ejemplares por ámbito de talla. Así, en investigación que determina una menor talla media de madurez se analizaron igual número de sardinas de tres grupos de talla: pequeñas con talla < 14 cm; medianas con talla entre 14 y 17 cm y sardinas con > 17 cm (Museo Marino de Margarita, 2003); el resultado fue obtener una Lm50% menor de 17 cm LT (Kortnik, 2005; Kortnik y Posada, 2006) e inferior a la de estudios en la misma área que concluyen que es 20 cm LT. Por lo cual sugieren incrementar hasta esta longitud la talla de captura (Tagliafico *et al.*, 2008) y establecer periodo de veda durante el primer trimestre del año para la recuperación poblacional (Gassman *et al.*, 2012).

Por otro lado, en África occidental (Ghana) la Lm50% de sardina *S. aurita* se alcanza a longitud de 16.7 cm LT en machos y 17.1 cm las hembras (Quatey y Maravelius, 1999); en el mar Mediterráneo (Túnez) fue 14.3 cm (Gaamour *et al.*, 2004); en mar Egeo fue 15.5 cm en machos y 16.8 cm en hembras (Tsikliras y Antonopoulou, 2006) y en el Adriático varió entre 15.8 y 16.6 cm (Mustac y Sinovic, 2012). Estos resultados son similares a los encontrados en Margarita (Kortnik, 2005); a pesar de la diferencia geográfica una Lm50% < 17 cm LT en *S. aurita* del Atlántico oriental y en Venezuela (Tabla 6) se explica por la mayor relación genética entre poblaciones (De Donato *et al.*, 2005).

En Venezuela, los estudios que concluyen que la talla media de madurez de sardina son 20 cm tienen igual falencia, al trabajar ejemplares que habían alcanzado la madurez (Tagliafico *et al.*, 2008) y estudian pocas sardinas de tallas medias y pequeñas, en consecuencia ocurre marcado sesgo en muestreos. Esta situación fue planteada por Freón *et al.*, (2003): "la mayor limitación de nuestro análisis yace en la naturaleza desequilibrada del diseño muestral y la sardina proviene del uso de artes de pesca comerciales, que submuestrearon clases de talla pequeñas". También debe mencionarse "resultados contradictorios reflejan la heterogeneidad en definición de madurez sexual según autores" (Huq, 2003) y agregarse inexperiencia práctica en varios estudios.

Other studies sampled specimens of the relatively common larger sizes and ignored the smaller sizes. Therefore, if the sardines analyzed were those that had already reached sexual maturity, the Lm50% would be biased by studying mostly larger sardines that had not experienced their first spawning.

The true Lm50% is obtained when sardines of other sizes are equally represented in the study, which is accomplished by observing a similar number of specimens from each size category. Thus, in a study that found a smaller size of maturity, an equal number of sardines from three size groups were analyzed: small specimens < 14 cm, medium specimens between 14 and 17 cm and large specimens > 17 cm (Museo Marino de Margarita, 2003); the resulting Lm50% was less than 17 cm TL (Kortnik, 2005; Kortnik and Posada, 2016), a lower value than the 20 cm TL size found by other studies in the same area. Therefore, suggestions were made to raise the minimum size of capture to this length (Tagliafico *et al.*, 2008) and prohibit fishing during the first quarter of the year to aid population recovery (Gassman *et al.*, 2012).

Additionally, the Lm50% of *S. aurita* sardines is reached in West Africa (Ghana) at a TL of 16.7 cm for males and 17.1 cm for females (Quatey and Maravelius, 1999); the TL value was 14.3 cm in the Mediterranean Sea (Tunisia) (Gaamour *et al.*, 2004), 15.5 cm for males and 16.8 cm for females in the Aegean Sea (Tsikliras and Antonopoulou, 2006) and ranged from 15.8 to 16.6 cm in the Adriatic Sea (Mustac and Sinovic, 2012). These results are similar to those found for Margarita (Kortnik, 2005); an Lm50% value < 17 cm TL for *S. aurita* sardines of the eastern Atlantic Ocean and Venezuelan waters (Table 6) is explained by a relatively strong genetic relationship among the populations (De Donato *et al.*, 2005), despite their geographical differences.

In Venezuela, the studies reporting an average sardine length at maturity of 20 cm are equally flawed, in that these studies used specimens that had reached maturity (Tagliafico *et al.*, 2008) and examined few medium and small-sized sardines, causing a marked bias in sampling. This situation was noted by Freón *et al.*, (2003): "the greatest limitation of our analysis lies in the unbalanced nature of the sample design and the use of commercially caught sardines, which underrepresents specimens of smaller sizes". Note also that "conflicting results reflect differences in how authors define sexual maturity" (Huq, 2003) and that a lack of practical experience occurs in several studies.



**Tabla 6.** Talla media de madurez (Lm50%) de *S. aurita* en Venezuela, África occidental (Ghana) y el mar Mediterráneo. (LE, LT, LH = longitud estándar, total y horquilla).

**Table 6.** Average length at maturity (Lm50%) of *S. aurita* for Venezuela, West Africa (Ghana) and the Mediterranean Sea. (TL, SL and FL = total length, standard length and fork length).

Talla media madurez (Lm50%) Average length at maturity (Lm50%)	Región geográfica Geographical region	Autor Author
19.5 cm	Golfo Cariaco	Schmidt (en FAO, 1963)
17 a 20 cm	Nororiente Venezuela / Northeast of Venezuela	Etchevers (1974)
16 a 16.5 cm	Golfo Cariaco	Reyes (1981)
16.9 cm	Golfo Cariaco	Ramírez y Huq (1986)
16.6-24.7 cm (prom. 18.4)	Nororiente Venezuela / Northeast of Venezuela	Huq y Rodríguez (1988)
19.8 cm	Golfo Cariaco	Guzmán <i>et al.</i> (1998)
19.7 cm	Nororiente Venezuela/ Northeast of Venezuela	Freón <i>et al.</i> (1997)
19.5 cm	Nororiente Venezuela/ Northeast of Venezuela	Guzmán <i>et al.</i> (1999)
19.5 cm	Nororiente Venezuela/ Northeast of Venezuela	Guzmán <i>et al.</i> (2000)
20 cm	Nororiente Venezuela/ Northeast of Venezuela	Freón y Mendoza (2003)
20.3 cm	Sureste isla Margarita / Southeast Margarita Island	Mendialdúa (2004)
20 cm	Sureste isla Margarita / Southeast Margarita Island	Gassman <i>et al.</i> (2008)
19.8 cm	Sureste isla Margarita / Southeast Margarita Island	Tagliafico <i>et al.</i> (2008)
15.8 cm ♂, 16 cm LE ♀ (= <17 cm LT)	Sureste isla Margarita / Southeast Margarita Island	
Sureste isla Margarita / Southeast Margarita Island	Kortnik (2005)	
Kortnik y Posada (2006)		
16.7 cm ♂, 17.1 cm LH ♀	África (Ghana)	Quaatey y Maravelius (1999)
14.3 cm LT	Mediterráneo (Túnez) / Mediterranean	Gaamour <i>et al.</i> (2004)
15.5 cm ♂ y 16.8 cm LT ♀	Mediterráneo (Egeo) / Mediterranean	Tsikliras y Antonopoulou (2006)
15.8 cm ♂ y 16.6 cm LT ♀	Mediterráneo (Adriático) / Mediterranean	Mustac y Sinovcic (2012)

Se acepta que 20 cm LT es la Lm50 % de la sardina, pero se menciona que no es real porque equivale a prohibir la pesca en varias áreas y reducir capturas en el norte de su distribución (Freón y Mendoza, 2003). Además, su aplicación prácticamente prohibiría la captura del recurso en Venezuela, porque las tallas medias anuales de capturas durante 2002 a 2013 en sureste de Margarita y las tallas promedios obtenidas (2013-2016) en Nueva Esparta (Tablas 2 y 3) son menores a 20 cm. Además, si la Lm50% de la sardina fuera en realidad 20 cm, este recurso pesquero se hubiera agotado el pasado siglo, como se planteó (FAO, 1979). Pero después de 90 años de pesca la sardina aún se explota porque la verdadera talla media de reproducción es  $\leq 17$  cm según estudios (Tabla 6). La crisis sardinera es consecuencia de fluctuación natural de la población causada por cambios ecológicos que llevan a disminución de la fertilidad marina y afecta la abundancia de sardina como recurso pesquero (Gómez, 2015).

**Talla mínima de captura (19 cm LT) y veda:** con la reglamentación oficial vigente desde 2013 surge una pregunta obvia ¿por qué las autoridades pesqueras establecen

A TL of 20 cm is accepted as the Lm50% of sardines but is not considered real because its use would prohibit fishing in several areas and reduce catches to the north of these areas (Freón and Mendoza, 2003). Furthermore, its implementation would practically prohibit exploiting this resource in Venezuela because the annual average length of the catch to the southeast of Margarita during 2002-2013 and the average sizes caught during 2013-2016 in Nueva Esparta (Tables 2 and 3) are less than 20 cm. Moreover, were the sardine Lm50% value actually near 20 cm, this fishery resource would have been exhausted in the previous century, as was previously suggested (FAO, 1979). However, sardines are still exploited after 90 years of fishing because the true size at reproduction is  $\leq 17$  cm according to certain studies (Table 6). The sardine crisis is a result of natural population fluctuation caused by ecological changes that reduce fertility, affecting the abundance of marine and fishing resources such as sardines (Gómez, 2015).

**Minimum catch size (19 cm TL) and fishing prohibition:** The official regulation in force since 2013 prompts the obvious question of why the fishery authorities set

talla de captura de sardina en 19 cm LT en lugar de 20 cm que es la (L50%) poblacional, según varios autores? (Tabla 6). El imponer talla de captura inferior no tiene coherencia, porque permite pescar sardinas que no han desovado. Pero también puede indicar que los administradores pesqueros no tienen confianza en las investigaciones. El objetivo de la ciencia es la búsqueda de la verdad, por lo cual los estudios que concluyen que la talla media de madurez de la sardina son 20 cm no revelan la realidad por muestreos inadecuados. A pesar del escaso ámbito entre 17 y 20 cm su aplicación tiene gran importancia porque las sardinas con talla menor de 20 cm son predominantes en la pesca y prohibir su captura afecta a pescadores, la industria conservera y amplios sectores de población venezolana que consume grandes volúmenes de sardina fresca, por su bajo precio. Una regulación inapropiada afecta el consumo de proteína animal por personas de sectores más necesitados y menor poder adquisitivo.

**Veda:** la disposición oficial vigente establece veda de pesca sardinera durante los tres primeros meses del año, se supone para proteger la especie durante su periodo reproductivo intensivo. Sin embargo estudio de 11 años sobre la abundancia de huevos de sardina en el plancton demuestra que el trimestre enero-marzo incluye meses con la menor abundancia de huevos, en consecuencia la reproducción de la sardina es menos intensiva, lo cual tiene explicación ecológica (Gómez, 2015). La actual medida de prohibición afecta a los productores, procesadores y consumidores cuando las capturas son cuantiosas. La regulación debería aplicarse en los meses con la mayor abundancia de huevos en el plancton en último trimestre anual (Gómez, 2015).

### Comentario sobre artes de pesca y estadísticas

**Artes:** en Margarita desde 1850 (Level, 1942) se han utilizado chinchorros de una longitud de 1500 m que desde 1927 se vienen utilizando para pescar sardina. En 1960 se planteó que el arte es primitivo, pero eficiente (Griffiths y Simpson, 1967); en esa década ocurrieron cambios en el número operando (18 a 194), longitud (160-270 a 900 m), la tracción (manual a motorizada) y distancia de la costa donde se utiliza (hasta 2.5 km de la playa) se cita que la pesquería dependía del azar por aproximación de cardúmenes a la costa y para aumentar capturas era necesario cambiar método (Etchevers, 1974). Lo cual se intentó utilizando cercos artesanales (*purse seines*) con resultados modestos (Griffiths y Simpson, 1967). En Sucre, muchos productores utilizan arte denominado “máquina o cerco” en áreas distantes de la costa, al parecer desde los años 80 del siglo pasado. Es empleado intensivamente, así entre La Esmeralda y Puerto Santo operaban 52 en 1996 (Barrios *et al.* 2010) y 100 en

the sardine catch size at 19 instead of 20 cm TL, which is the Lm50% value for that population, according to several authors? (Table 6). Imposing the smaller capture size of 19 cm makes no sense with an Lm50% of 20 cm because this action would allow sardines that have not spawned to be caught. However, this action may also indicate the fishery authorities lack confidence in the research. The goal of science is to search for the truth; by this standard, the studies concluding that the average size of sardines at maturity is 20 cm fall short due to sampling flaws. The difference between 17 and 20 cm is slight but has significant implications because sardines smaller than 20 cm compose the bulk of the catch, and prohibiting their capture affects fishermen, the canning industry and broad sectors of the Venezuelan population that consume large volumes of fresh sardines due to their low cost. Inappropriate regulation disproportionately affects the consumption of animal protein by the neediest sectors of the population with the least purchasing power.

**Prohibition:** The current official provision prohibits sardine fishing during the first three months of the year, supposedly to protect the species during its breeding period. However, an 11-year study on the abundance of sardine eggs in plankton finds the lowest egg abundance during the months of January-March, with the ecological explanation that sardine reproduction is less intensive during this period (Gómez, 2015). The current prohibition affects producers, processors and consumers when the catches are abundant. The regulation should be applied during the months showing the greatest abundance of eggs in the plankton, which occurs during the last quarter of the year (Gómez, 2015).

### Commentary on fishing gear and statistics

**Fishing gear:** Seine nets (chinchorro) 1500 m in length have been used in Margarita since 1850 (Level, 1942) and have been employed to fish for sardines since 1927. In 1960, this method was described as primitive but efficient (Griffiths and Simpson, 1967); changes subsequently occurred during the 1960s in the number of operating nets (from 18 to 194), their length (160-270 to 900 m), the method of hauling them (manual to motorized) and the distance off the coast of the sites where the nets were used (up to 2.5 km from the beach). Fishing was said to depend on random luck to bring sardine schools toward the coast, requiring a change in methods to increase catches (Etchevers, 1974). Attempts to effect this increase used enclosures (artisanal purse seines), with modest results (Griffiths and Simpson, 1967). In Sucre, many producers have used gear called “machine” (artisanal purse seine) in areas far from the coast since the 1980s. This fishing gear is intensively used; between La Esmeralda and Puerto Santo, the number is known to have grown from 52

2014 (Gaceta Oficial 40573 enero 2015) pero el número real es mayor.

En isla Margarita, los pescadores utilizan únicamente el chinchorro a menos de 1.8 km de la playa, sus características y operatividad están descritas (Gómez y González, 2008). Es arte poco agresivo en el sentido que las redes se lanzan al agua cuando los cardúmenes se acercan a la costa, después de encerrar la sardina, el chinchorro se traslada próximo a la playa donde se fondea y la captura permanece viva confinada por las redes. Lo cual permite que la autoridad pesquera determine la talla de la sardina cautiva y si es el caso autoriza su venta, de lo contrario debe liberarse. Estas acciones son imposibles de realizar con las “máquinas” porque la sardina muere de inmediato y se dificulta la fiscalización aguas afuera, que puede hacerse cuando traen la sardina a la playa, pero es posible selección previa.

La actividad de las “máquinas” puede tener efectos negativos en la sardina porque los pescadores buscan los cardúmenes aguas afuera y los cercan con arte que alcanza 400 m de longitud y altura de 40 m (Gaceta Oficial 40308 diciembre 2013). Es decir, llega al fondo en toda la plataforma nororiental de Venezuela, concretamente en el banco de Los Testigos que tiene 95 km de largo, 40 km de ancho y hasta 37 m de profundidad (Maloney, 1971) esta amplia plataforma constituye la mayor terraza continental del Caribe Sur. La sardina capturada muere a los pocos minutos, siendo posible que predominen sardinas juveniles o reclutas que recién se incorporan al ambiente pelágico que comienzan a explotar activamente (Gómez, 2015). La utilización intensiva de “maquinas” debe ser reconsiderada por las autoridades pesqueras, siendo prioritarias investigaciones “in situ” junto con pescadores para determinar la realidad de esta pesquería.

**Estadísticas:** las cifras de pesca de sardina venezolana, no son fiables. Entre 1966 y 1975 con base en la producción de harina y sardina en lata, se calculó subestimación de 31% y registraban menos sardina que la desembarcada, el error varió entre 2 y 85% con lo declarado anualmente por la industria (Trujillo, 1977) siendo causa de variaciones interanuales (Nascimento y Rojas, 1971). Esta situación no cambió entre 1973 y 1989 (Guzmán *et al.*, 2003) y la subestimación quizás alcanzó mayores valores en los años 90. Se cita que la captura anual ha aumentado de forma cíclica desde 1957 con 27000 toneladas y con altibajos disminuyó a 23400 t en 1961; incrementa a 43800 t en 1965 y 46700 t en 1973. Entre 1979 y 1989 oscilaron entre 16000 y 80000 toneladas (promedio 40000 t) con grandes variaciones (Guzmán *et al.*, 2003). En 1990-1991 las capturas fueron 150000 t pero descendieron a 65.000 t en 1996 y alcanzaron 186000 t en 1998 disminuyendo a 73000 t en 2000. Desde

in 1996 (Barrios *et al.* 2010) to 100 in 2014, (Gaceta Oficial 40573 of January 2015), but the actual number is higher.

On Margarita Island, the fishermen only use the “chinchorros” less than a mile from the beach, and its features and operation have been described (Gómez and González, 2008). The use of this fishing gear is a fairly nonaggressive method, in that the nets are cast into the water when schools approach the coast and brought in close to the beach and anchored after the sardines are caught, so the catch remains alive but confined in the nets. This method allows the fishing authorities to determine the size of the sardines caught and either authorize their sale or order their release. This process is impossible with the use of “machines” (artisanal purse seines) because the sardines die immediately, increasing the difficulty of monitoring in deep waters; monitoring can be performed once the catch is moved to the beach, but prior selection is not possible.

The “machine” activity can have negative effects on the sardines because fishermen seek out the schools in deep waters and surround them with nets that reach 400 m in length and a depth of 40 m (Gaceta Oficial 40308 of December 2013). In other words, these nets reach the bottom along the whole northeastern offshore shelf of Venezuela, specifically on the Los Testigos shelf, which is 95 km long, 40 km wide, reaches depths of 37 m (Maloney, 1971) and constitutes the largest continental terrace of the South Caribbean. Once caught, sardines die within a few minutes, and the majority are possibly juveniles or recruits recently incorporated into the pelagic environment that has started to be actively exploited (Gómez, 2015). The intensive use of “machines” (artisanal purse seines) should be reviewed by the fishing authorities, prioritizing “on-site” investigations along with fishermen to determine the true circumstances of this fishing method.

**Statistics:** The figures for Venezuelan sardine fishing are unreliable. Between 1966 and 1975, based on the production of meal and canned sardines, these figures were calculated to be underestimated by 31%, recording fewer sardines than were landed, and show a discrepancy between 2% and 85% with the figures declared annually by the industry (Trujillo, 1977), causing variations from year to year (Nascimento and Rojas, 1971). This situation remained unchanged between 1973 and 1989 (Guzmán *et al.*, 2003), and the size of the underestimation may have grown during the 1990s. The annual catch has been reported to have grown cyclically by 27,000 tons since 1957 and to have shown ups and downs, declining to 23,400 tons in 1961 and rising to 43,800 tons in 1965 and to 46,700 tons in 1973. Between 1979 and 1989, these catches fluctuated between 16,000 and 80,000 tons (averaging 40,000 tons), with large variations (Guzmán *et al.*, 2003). The catches were 150,000 tons in 1990-1991 but declined to 65,000 tons in 1996, reached

2001 incrementan hasta alcanzar récord de 200000 toneladas en 2004; en 2005 comienza la crisis y las capturas disminuyen a 36000 t en 2008 y hasta 2014 no superan 50000 toneladas.

Sin embargo muchas de estas cifras fueron irreales porque se demostró que oficialmente se registra menos sardina que la desembarcada en fábricas (Trujillo, 1977). Lo anterior significa que la industria sardinera suministraba cifras de captura con base en sardina que compraban a pescadores y las enviaban al gobierno. Pero las industrias también producían harina de pescado con los desechos del procesamiento (cabeza, branquias, colas, vísceras y escamas) y por incineración (quema) de los engráulidos *Cetengraulis edentulus* y *Anchoa* spp. que fueron prácticamente agotados; del clupeido *Opisthonema oglinum* también producían harina (Simpson y Griffiths, 1967). Por la crisis sardinera e importancia actual del consumo en fresco es prioritario mantener y vigilar la correcta aplicación de la normativa oficial establecida en 1998 donde se establece que la harina de pescado debe provenir de la molienda de desperdicios de sardina, no aptos para el consumo.

Las capturas de sardina están subestimadas (Mendoza, 2003) por deficiencias en colecta de cifras generando estadísticas no confiables (Guzmán *et al.*, 2003) que se aplica a la pesca artesanal de Venezuela, porque se registra fracción de desembarques (Novoa *et al.*, 1998). Por ejemplo, en Nueva Esparta cifras oficiales mencionan captura de 21000 y 16000 t en 2006 y 2007; pero obteniendo cifras directamente de productores determinaron que las capturas reales fueron 42342 y 36142 t (Marval y Cervigón, 2008) y mencionan “no se utilizaron datos oficiales por tener alto grado de error y no hacer distinción de especies”. En el periodo 1950-2010 las capturas de pesca artesanal venezolana fueron estimadas en 13'212000 t pero 29.3% no fueron registradas (Mendoza, 2015).

En Nueva Esparta, se captura parte importante de la sardina nacional, pero hasta 2002 se desconocía la realidad de su pesca porque los estimados eran suministrados por las fábricas, en su mayoría establecidas en Sucre y los desembarques se le asignaban erróneamente. Así, según cifras oficiales en Nueva Esparta las capturas fueron 49809 t en 2000; de 1155 t en 2001 y 31112 t en 2002, pero los productores afirmaban que eran muy diferentes. Por lo cual se ejecutó proyecto para determinar las capturas reales y los pescadores tenían razón, porque únicamente en el sureste de Margarita entre agosto 2002 y septiembre 2003 se capturaron 63732 t de sardina, en 2004 y 2005 se pescaron 72141 y 24459 t (Gómez, 2006b) estimando promedio anual de 56058 t. Estas cifras superaban ampliamente la sardina utilizada por las enlatadoras tradicionales (45000 t/año), según Gastón

186,000 tons in 1998 and shrunk to 73,000 tons in 2000. After 2001, the catches grew to reach a record of 200,000 tons in 2004. The crisis started in 2005, and the catch fell to 36,000 tons in 2008 and did not surpass 50,000 tons until 2014.

However, many of these figures are inaccurate, as research has shown that fewer sardines are recorded than are landed at the factories (Trujillo, 1977). This means that the sardine industry supplied the government with catch figures based on sardines bought from fishermen. However, industries also produce fish meal with the byproducts of processing (head, gills, scales, tails and viscera) and with *Cetengraulis edentulus* and *Anchoa* spp. anchovies, which have been virtually exhausted; the clupeid *Opisthonema oglinum* has also been used to produce fish meal (Simpson and Griffiths, 1967). Due to the sardine crisis and the current importance of fresh sardine consumption, the proper implementation of the official regulations established in 1998, which state that fish meal should come from the milling of sardine byproducts that are unfit for consumption, is crucial to maintain and monitor.

Sardine catches are underestimated (Mendoza, 2003) due to shortcomings in data collection, producing unreliable statistics (Guzmán *et al.*, 2003) that are applied to the artisanal fisheries of Venezuela and report a fraction of landings (Novoa *et al.*, 1998). For example, in Nueva Esparta, official figures mention a catch of 21,000 and 16,000 tons in 2006 and 2007; however, records obtained directly from producers show that the catches were really 42,342 and 36,142 tons (Marval and Cervigón, 2008) and mention that "official data are not used because they are highly inaccurate and make no distinction among species". Between 1950 and 2010, the catches of Venezuelan artisanal fisheries were estimated at 13,212,000 tons, but 29.3% were not reported (Mendoza, 2015).

A significant portion of the national sardine catch comes from Nueva Esparta, but the real catch figures are unknown before 2002 because the estimates were submitted by factories, mostly located in Sucre, and the landings were incorrectly assigned. Thus, according to official figures, the catches in Nueva Esparta were 49,809, 1155 and 31,112 tons in 2000, 2001 and 2002, respectively, but the producers claimed very different figures. Therefore, a project was implemented to determine the actual catches, and the fishermen were correct: southeast of Margarita alone, the sardine catch totaled 63,732 tons from August 2002 to September 2003 and 72,141 and 24,459 tons (Gómez, 2006 b) in 2004 and 2005, respectively, with an estimated annual average of 56,058 tons. These figures far surpass the quantity of sardines used by the traditional canneries (45,000 tons per year), according to Gastón (2003). The catches in this state totaled 98,951, 112,483 and 44,772 tons in 2003, 2004 and 2005 (Gómez *et al.*, 2008), respectively,



(2003). En este Estado las capturas totales en 2003 fueron 98951 t, de 112483 t en 2004 y 44772 t en 2005 (Gómez *et al.*, 2008) y es ejemplo de disparidad en cifras oficiales y realidad de pesca sardinera, lo cual fue fácil de hacer con colaboración de los pescadores. En Sucre, es esencial conocer las capturas con las “máquinas” porque cualquier decisión sobre el manejo del principal recurso venezolano, no tendrá base sólida mientras se desconozcan las cifras reales. Recién iniciada la crisis sardinera aparecieron opiniones afirmando que la disminución del recurso era causada por la sobrepesca, se considera que en lugar de responsabilizar a los pescadores, se dejan de lado posibles causas intrínsecas de la población y especialmente ecológicas relacionadas con la productividad marina regional y disminución de huevos y larvas de sardina como verifican estudios y/o también causas de orden global.

## CONCLUSIONES

1. Al sureste de Margarita, en el periodo 2002-2013 en ningún año se evidenció disminución marcada en la talla promedio de sardina capturada. En 2003 y 2004 la talla fue 195.48 y 196.95 mm LT superando tallas de 2002, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012 y 2013; en 2005 comenzó la crisis sardinera y la talla fue 201.95 mm. Luego de capturas máximas de sardina ocurridas en 2003 y 2004 no se determinó disminución de la talla promedio, lo cual sugiere que no ocurrió sobrepesca.

2. Los estudios que concluyen que la talla media de madurez de la sardina son 20 cm LT tienen falencia por muestreos con pronunciado sesgo. La verdadera Lm50% de *S. aurita* son  $\leq 17$  cm como concluyen estudios en el Atlántico oriental y Venezuela.

3. La veda establecida (enero a marzo) no se justifica, porque en esos meses es menor la abundancia de huevos de sardina en el plancton, según estudio de 11 años en isla Margarita.

4. La utilización intensiva del arte de pesca denominado “máquina” puede tener efectos negativos en la población sardinera.

## RECOMENDACIONES

Las autoridades pesqueras venezolanas deben reconsiderar medidas de manejo de la sardina con relación a la talla mínima de captura y periodo de veda. Además complementarlas con estudios ambientales permanentes y evaluaciones frecuentes, como en pequeños pelágicos de otras latitudes. Es prioritario investigar la realidad de la pesquería de sardina con el arte llamado “máquina”.

serving as an example of the disparity between official figures and the reality of sardine fishing, which could easily be reduced through collaboration with the fishermen. In Sucre, correct figures for the catches brought by “machines” are vital because no decision on the management of Venezuela's main resource will be made on a firm foundation without accurate knowledge of the true numbers.

Soon after the onset of the sardine crisis, opinions were floated attributing the resource reductions to overfishing. Rather than blaming the fishermen, attention should be given to possible causes intrinsic to the population and to a numerical reduction in sardine eggs and larvae, as studies have found, as well as to possible global-scale causes.

## CONCLUSIONS

1. To the southeast of Margarita Island, in no year between 2002 and 2013 was a notable reduction recorded in the average size of the sardines caught. In 2003 and 2004, the sizes averaged 195.48 and 196.95 mm TL, respectively, surpassing the sizes for 2002, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012 and 2013. When the crisis began in 2005, the sardine size was 201.95 mm. Following maximal catches of sardines in 2003 and 2004, no reduction in their average size was observed, which suggests that overfishing did not occur.

2. The studies concluding that the mean size of maturity for sardines is 20 cm TL are flawed, due to their reliance on sampling with a pronounced bias. The true Lm50% of *S. aurita* is  $\leq 17$  cm, as studies in the eastern Atlantic Ocean and Venezuela have concluded.

3. The ban on sardine fishing from January to March is unwarranted because sardine eggs show relatively low abundance in the plankton during that time, according to an 11-year study on Margarita Island.

4. The intensive use of a fishing gear known as the “machine” (artisanal purse seine) may have negative effects on the sardine population.

## RECOMMENDATIONS

The Venezuelan fishing authorities should reconsider not only the sardine fishery management measures related to the minimum permissible size but also the seasonal ban on sardine fishing. These regulatory changes should additionally be complemented with ongoing environmental studies and frequent reassessments, as performed with small pelagic species in other latitudes. Investigating the reality of sardine fishing with the fishing gear known as the “machine” (artisanal purse seine fishing) should be a priority.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo homenaje al Dr. Fernando Cervigón (R.I.P) profesor y amigo durante 47 años. Gracias a pescadores de Nueva Esparta (APROSARDINE) por facilitar sardinas (2002-2013) y ayuda del Sr. Fidel Lárez por mediciones. El Insopesca (Nueva Esparta) facilitó inspecciones de sardinas entre 2014-2016. Gracias a evaluadores por importantes sugerencias.

## ACKNOWLEDGMENTS

This article is dedicated to the memory of Dr. Fernando Cervigón (R.I.P), teacher and friend for 47 years. The author wishes to thank the fishermen of Nueva Esparta (APROSARDINE) for providing sardines (2002-2013) and Sr. Fidel Lárez for his assistance with measurements. Insopesca (Nueva Esparta) also facilitated sardine inspection from 2014 to 2016. The author additionally thanks the reviewers for their valuable comments.

## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Barrios, A., R. Guzmán, J. Mendoza, G. Gómez y G. Vizcaíno. 2010. Parámetros de crecimiento y mortalidad total de la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes 1847 en el nororiente venezolano durante el periodo 1990 a 2008. *Zootec. Trop.*, 28(4): 457-466.
- Cárdenas, J. 2003. Distribución y cuantificación de la biomasa íctica del mar nororiental Venezolano, con énfasis especial en la sardina, determinadas por medios hidroacústicos. 401-423 p. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela*. IRD Editions, París, 549 p.
- Cárdenas, J. y A. Achury. 2002. Acústica pesquera de los recursos marinos del nororiente de Venezuela: evaluación y seguimiento espacio-temporal del stock de sardina (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 154: 39-54.
- Debrot, D. y J. Posada. 2006. Estimación de los parámetros de crecimiento y mortalidad de la sardina *Sardinella aurita*, en la zona oriental del Estado Nueva Esparta, Venezuela. 612-624 p. En: Gómez, A. 2006b. Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar-La Isleta, Isla Margarita). Museo Marino de Margarita Informe Final al FONACIT (Proy. 2000001372). Ministerio Ciencia y Tecnología, Caracas. 648 p.
- De Donato, M., I. Limbella, I. Ramírez and B. Marín. 2005. Low genetic differentiation among sardine populations *Sardinella aurita* from eastern Venezuela. *Ciencias Mar.*, 31(3): 529-535.
- D'Souze, G. 1981. Aspectos de la energética reproductiva del pez migratorio *Sardinella aurita*, Clupeidae. Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela. 99 p.
- Etchevers, S. 1974. Variaciones morfométrico-merísticas, biología y tamaño mínimo del stock de sardina en el nororiente de Venezuela. *Bol. Cient. Tec., Serie Rec. Mar. Centro Invest. Cient., Univ. Oriente, Nueva Esparta*, 1 (3):82 p.
- FAO. 1963. Development of the marine fisheries research program. Report to the Government of Venezuela. Program of Technical Assistance 1606, Rome. 61 p.
- FAO. 1979. Políticas de desarrollo pesquero. FAO Ven/78/006. Informe Técnico: 54-56 p. Ministerio Agricultura y Cría, Caracas. 78 p. + anexos.
- Freón, P. y J. Mendoza. 2003. La sardina, su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. Síntesis. 25-165 p. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). *La sardina (Sardinella aurita): su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela*. IRD Editions, París, 549 p.
- Freón, P., M. El Khattabi, J. Mendoza y R. Guzmán. 2003. Una estrategia reproductiva inesperada: el caso de *Sardinella aurita* de las costas de Venezuela y sus relaciones con la surgencia costera. 357-387. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela*. IRD Editions, París, 549 p.
- Gaamour, A., L. Ben Abdallah, S. Khemiri y S. Mili. 2004. Etudes de la biologie et de l'exploitation des petites pelagiques en Tunisie. *MedSudMed Techn. Doc.*, 5: 48-66.
- Gassman, J. 2005. Ovocénesis, madurez sexual, época de desove y fecundidad parcial de la sardina (*Sardinella aurita* Valenciennes 1847 (Teleostei: Clupeidae) en el eje Pampatar-La Isleta, Isla de Margarita. Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Boca del Rio, Venezuela. 47 p.
- Gassman, J., N. Eslava, W. González y N. Aguado. 2012. Indicadores reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* (Clupeiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol., Univ. Zulia, Venezuela.*, 46(2): 121-136.
- Gastón, F. 2003. Propuestas para el desarrollo integral del sector sardinero venezolano. Informe Técnico CAVENPESCA presentado al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) en mayo de 2003. Caracas. 28 p.
- Gerlotto, F. y H. Ginés. 1988. Diez años de eointegración en EDIMAR referida a la sardina del oriente venezolano (*Sardinella aurita*). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.*, 47 (Suppl. 3): 311-324.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21 (3): 140-146.
- Gómez, A. 2006a. Margalef, el sabio de Cataluña. *Bol. Inst. Oceanogr. Ven.*, 45(2): 161-174.
- Gómez, A. 2006b. Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar-La Isleta, Isla de Margarita). *Mus. Mar. Margarita Inf. Final Fondo Nal Invest. Cient. Técn. Ven. (FONACIT) Proy. 2000001372. Min. Cienc. Tecn., Caracas*. 648 p.





- Gómez, A. 2007. Producción primaria en el sureste de la Isla de Margarita (Venezuela). Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 46(2): 97-105.
- Gómez, A. 2015. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: abundancia de huevos de sardina *Sardinella aurita* en el este de isla Margarita. Once años de estudio (2002-2013) y comentarios sobre muestreo, reproducción y desarrollo. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 54 (2): 95-108.
- Gómez, A. y A. Barceló. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: hidrografía y nutrientes al este de la isla de Margarita, una década de estudio (2003-2012). Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 53(2): 185-203.
- Gómez, A. y W. González. 2008. Captura record de sardina *Sardinella aurita* en la Isla de Margarita, Venezuela. Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat., 169: 135-142.
- Gómez, A., E. Izaguirre y O. Gómez. 2008. Ecología de caladeros, aspectos biológicos y pesca (2003-2006) de sardina *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae) en Nueva Esparta, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 47(2): 113-128.
- Gómez, A., A. Barceló y E. Mata. 2012. Condiciones hidrográficas (2007-2009) al sur de isla Margarita y península de Araya como indicio de disminución de la fertilidad regional y posible afectación del recurso sardinero venezolano. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 51 (2): 173-186.
- Gómez, A., E. Mata y O. Gómez. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: variación de la biomasa del fitoplancton en el este de Margarita, una década de estudio (2003-2012). Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 53 (1): 25-36.
- González, L., W., N. Eslava y E. Gómez. 2007. Parámetros poblacionales de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. Bol. Centro Invest. Biol., Univ. Zulia, Ven., 41(4): 457-470.
- Griffiths, R. and J. Simpson. 1967. The present status of the Sardine and Tuna fisheries of Venezuela. Proc. Gulf & Carib. Fish. Inst., 32: 159-177.
- Gulland, J.A. and A. Rosenberg. 1992. A review of length-based approaches to assessing fishes stocks. FAO Fish. Techn. Pap., 323. Rome. 112 p.
- Guzmán, R. y G. Gómez. 2000. Crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. Zootec. Trop., 18(2): 129-144.
- Guzmán, R., G. Gómez y M. Penott. 1998. Aspectos biológicos y pesquería de la sardina (*Sardinella aurita*) en golfo de Cariaco, Venezuela. Zootec. Trop., 16(2):149-162.
- Guzmán, R., G. Gómez, M. Penott y G. Vizcaíno. 1999. Estructura de tallas y reproducción de la sardina *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. Zootec. Trop., 17(2): 155-174.
- Guzmán, R., P. Freón y J. Mendoza. 2003. La pesquería de sardina en el oriente de Venezuela, su variabilidad espacio-temporal: periodo 1973-1989. 426-449 p. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, París, 549 p.
- Haugen, C. 1969. Crecimiento y edad de la sardina (*Sardinella* sp.) de las costas nororientales de Venezuela. Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat., 29: 72-83.
- Heald, E. y R. Griffiths. 1967. La determinación por medio de la lectura de escamas de la edad de la sardina, *Sardinella anchovia*, del golfo de Cariaco, Venezuela Oriental. Min. Agric. Cría. Ser. Rec. Explot. Pesq., 1 (10): 373 - 446.
- Hiyama, Y., H. Nishida and T. Goto. 1995. Interannual fluctuations in recruitment and growth of the sardine *Sardinops melanostictus*, in the Sea of Japan and adjacent waters. Res. Popul. Ecol., 37: 177-183.
- Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. Rapp.P. -V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 20: 1-228.
- Huq, M. 2003. Estado del conocimiento biológico pesquero de la sardina (*Sardinella aurita*, Valenciennes 1847) en el oriente de Venezuela. 331- 356 p. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). La sardina (*Sardinella aurita*): su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela. IRD Editions, París, 549 p.
- Huq, M. y J. Rodríguez. 1988. Algunos aspectos biométricos y reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae) de la zona Nororiental de Venezuela en el periodo 1958-1966. Acta Cient. Ven., 39 (supl. 1): 228.
- Jennings, S. and J. Reynolds. 2007. Body size, exploitation and conservation of marine organisms. 266-285 p. In: Hildrew, A., D. Raffaelli and R. Edmonds (Eds.) Body size: the structure and function of aquatic ecosystems. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 356 p.
- Jennings, S., M. Kaiser and J. Reynolds. 2001. Marine fisheries ecology. Blackwell Science, London. 432 p.
- Kawasaki, T. 1992. Mechanisms governing fluctuations in pelagic fish populations. S. Afr. J. Mar. Sci., 12: 873-879.
- Kortnik, J. 2005. Biología reproductiva de la sardina *Sardinella aurita*, en la zona oriental del Edo. Nueva Esparta. Trabajo de Grado, Universidad Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela. 88 p.
- Kortnik, J. y J. Posada. 2006. Biología reproductiva de la sardina *Sardinella aurita*. 530-611 p. En: Gómez, A. 2006b. Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar-La Isleta, isla de Margarita). Mus. Mar. Margarita Inf. Final Fondo Nal Invest. Cient. Técn. Ven. (FONACIT) Proy. 2000001372. Min. Cienc. Tecn. Caracas. 648 p.
- Level, A. 1942. Esbozos de Venezuela *La Margarita*. Edición Fondo Editorial del Estado Nueva Esparta, Instituto Municipal Publicaciones Alcaldía de Caracas. 108 p.
- Maloney, N. 1971. Continental margin off Central Venezuela. Colloquium on resources of the Caribbean Sea and adjacent areas. UNESCO, París: 262-266.
- Margalef, R. 1965. Composición y distribución del fitoplancton. En: Estudios sobre el ecosistema pelágico del N.E. de Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, 25 (70-71-72): 139-206.

- Marval, J., y F. Cervigón. 2008. Actividad Pesquera en el Estado Nueva Esparta. Fundación Museo del Mar, FUDECI y Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Edit. Ex Libris, Caracas. 123 p.
- Mendialdúa, J. 2004. Aspectos reproductivos de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de Isla Margarita. Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela. 37 p.
- Mendoza, J. 2003. Relaciones tróficas y flujo de biomasa en la plataforma continental del oriente venezolano: importancia de la sardina *Sardinella aurita*. 295-328 p. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). La sardina *Sardinella aurita* su medio ambiente y explotación en el Oriente de Venezuela. IRD Editions, París, 549 p.
- Mendoza, J. 2015. Rise and fall of Venezuela industrial and artisanal marine fisheries: 1950-2010. Fisheries Centre. The University of British Columbia. Working Paper Series 2015-27. 15 p.
- Mendoza, J., P. Freón y R. Guzmán. 2003. Estimaciones de crecimiento, mortalidad y biomasa explotada de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente Venezolano por medio de frecuencias de longitudes. 473-492 p. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). La sardina (*Sardinella aurita*), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. IRD Editions, París, 549 p.
- Museo Marino de Margarita. 2003. Aspectos de Biología Pesquera de la sardina *Sardinella aurita*. En: Mus. Mar Margarita (Coord.). Proyecto "Caracterización ecológica del caladero de pesca más importante de Venezuela (Pampatar - La Isleta, Isla de Margarita)". Avance Primer Año Fondo Nal Invest. Cient. Técn. Venezuela (FONACIT) Proy. 2000001372. Min. Cienc. Tecnol., Caracas. 397 p.
- Mustac, B. and G. Sinovcic. 2012. Reproductive cycle of gilt sardine, *Sardinella aurita*, Valenciennes 1847, in the eastern middle Adriatic Sea. J. Applied Ichthyol., 28: 46-50.
- Nascimento, U. y B. Rojas. 1971. Aspectos económicos de la industria conservera, harinera y camaronera de Venezuela. Proy. Inv. Des. Pesq., MAC-PNUD-FAO. Min. Agric. Cría, Ven. Inf. Tec., 20: 1-52.
- Novoa, D., J. Mendoza, L. Marcano y J. Cárdenas. 1998. Atlas pesquero marítimo de Venezuela. MAC-SARPA y VECEP. Caracas. 197 p.
- Quatey, S. and C. Maravelius. 1999. Maturity and spawning pattern of *Sardinella aurita* in relation to water temperature and zooplankton abundance off Ghana, West Africa. J. Applied Ichthyol., 15(2): 63-69.
- Ramírez, I. y M. Huq. 1986. Aspectos reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae) del Golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 25(1-2): 3-21.
- Reyes, D. 1981. Aspectos reproductivos de *Sardinella aurita* (Pisces: Clupeidae). Trabajo de Grado, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 56 p.
- Rueda, D. 2012. On the spatial and temporal variability of upwelling in the southern Caribbean Sea and its influence on the ecology of phytoplankton and of Spanish sardine (*Sardinella aurita*). Ph.D. Thesis Univ. South Florida, USA. 168 p.
- Shin, Y. and M. Rochet. 1998. A model for the phenotypic plasticity of North Sea herring growth in relation to trophic conditions. Aq. Liv. Res., 11: 315-324.
- Simpson, J. y R. Griffiths. 1967. Los recursos pesqueros de Venezuela y su explotación. Ministerio de Agricultura y Cría. Ser. Rec. Explot. Pesq., 1 (5): 171-206.
- Simpson, J. and G. González. 1967. Some aspects of the early life history and environment of the sardine, *Sardinella anchovia*, in eastern Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Ser. Rec. Explot. Pesq., 1 (2): 37-84.
- Simpson, J., R. Griffiths and C. Atilano. 1965. A review of the investigation and increasing exploitation of the fishery resources of Venezuela. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst., 17: 66- 82.
- Stromme, T. y G. Saetersdal. 1989. Prospecciones de los recursos pesqueros de las áreas de la plataforma entre Surinam y Colombia, 1988. Informe Final. Report Surveys R/V Dr. F. Nansen. NORAD/UNDP/FAO. Inst. Mar. Res., Bergen, Noruega. 145 p.
- Tagliafico, A. 2005. Parámetros de crecimiento y reproductivos de la sardina (*Sardinella aurita*) en el eje Pampatar - La Isleta, Isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de Grado, Univ. Oriente, Boca del Río, Venezuela. 35 p.
- Tagliafico, A., W. González y N. Eslava. 2008. Estimación de los parámetros de crecimiento y reproducción de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de la isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inv. Mar. Cost., 37 (2): 45-54.
- Trujillo, H. 1977. Factores que limitan el empleo de la estadística pesquera oficial en la evaluación del stock de la sardina *Sardinella anchovia*. Min. Agric. Cría. Inf. Técn., 73: 1-43.
- Tsikliras, A. and E. Antenopoulou. 2006. Reproductive biology of round sardinella *Sardinella aurita* in the northeastern Mediterranean. Scientia Marina, 70: 281-290.
- Voulgaridou, P. and K. Stergiou. 2003. Trends in various biological parameters of the European sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in the Eastern Mediterranean Sea. Scientia Marina, 67 (Suppl.1): 269-280.