



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Nueve décadas de explotación de sardina *Sardinella aurita* en Venezuela, revisión crítica

Nine decades of Spanish sardine *Sardinella aurita* exploitation in Venezuela, a critical revision

Alfredo Gómez Gaspar

0000-0002-2430-2738

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

RESUMEN

La sardina *Sardinella aurita* es el recurso pesquero más importante de Venezuela, iniciándose su pesca y enlatado en la isla de Margarita. La revisión crítica realizada ha estimado la pesca en 90 años de 4 386 758 ton y las causas de su continuidad pesquera. Durante dicho lapso, se han promulgado tres ordenanzas de manejo, la primera, después de 40 años de funcionamiento de las fábricas enlatadoras. Se identificaron cuatro periodos de actividad sardinera, el primero entre 1927 y 1973 sin regulación pesquera y otros tres (1974-2005, 2006-2013 y 2014-2017) cuando se aplicaron las ordenanzas. En cada uno se estimó captura, promedio anual, artes operativas, captura por unidad de esfuerzo e investigaciones relevantes. La regulación vigente se fundamentó en la notable disminución de las capturas desde 2005, por lo que, en 2013, se impone una veda y se establece en 19 cm la talla mínima de captura. La regulación ha sido inefectiva porque luego de siete años, las capturas no recuperaron niveles previos, aunado al incomprensible aumento de las artes de pesca (357 faenan en 2017). Finalmente, la pesca artesanal con chinchorro playero y la talla media de madurez de la especie explica la permanencia de la pesquería, la cual peligra por uso intensivo de cercos de argolla (*purse seine*), que deben restringirse.

PALABRAS CLAVE: sardina, *Sardinella aurita*, manejo pesquero, Venezuela.

ABSTRACT

The Spanish sardine *Sardinella aurita*, is the most important fishing resource in Venezuela, on Margarita Island it began its fishing and canning. This review estimates catch over nine decades and causes of fishing continuity. In 90 years, 4,386,758 tons were caught, a modest volume due to poor statistics. Three management ordinances have been enacted the first appeared after 40 years of activity in canning plants. The sardine industry has four periods, the first between 1927 and 1973 without fishing regulation and another three (1974-2005; 2006-2013 and 2014-2017) when the ordinances are applied. In each one the catch, annual average, operating gears, the capture per unit of effort and relevant investigations are considerate. The current regulation was based on the noticeable decrease in catches since 2005, which is why, in 2013, a ban was imposed and the minimum catch size was established at 19 cm. The regulation is ineffective because after seven years, the catches do not recover previous levels, in addition, it is incomprehensible to increase fishing gear (357 fishing in 2017). The artisanal fishing with beach seine (chinchorro) and the average maturity size of the species explain the permanence of the fishery, which endangered by the intensive use of purse seines that must be restricted.

KEYWORDS: Spanish sardine, *Sardinella aurita*, fishing management, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 es la especie íctica más cuantiosa del Caribe (Stromme y Saetersdal, 1989). Es el principal recurso pesquero venezolano, se captura en los estados Sucre y Nueva Esparta, donde comenzó su pesca en 1927 (Guzmán *et al.*, 2003) y enlatado en 1934 (Gómez *et al.*, 2008). Su abundancia se relaciona con la fertilidad marina por afloramiento de aguas, el río Orinoco y otros factores (Gómez y Acero, 2020). Las evaluaciones indican disponibilidad de 850 000 ton (Gerlotto y Ginés, 1988; Stromme y Saetersdal, 1989; Cárdenas y Achury, 2002) y biomasa de 1 300 000 ton (Cárdenas, 2003). En 2017 se cumplieron nueve décadas de pesquería, y sorprende que aún se explote sardina porque estuvo sin regulación durante casi 50 años estimándose su agotamiento en 1993 (FAO, 1963).

Desde 1996, las pesquerías mundiales han disminuido en 1,2 millones ton/año y se estimó su colapso en 2048 (Pauly y Zeller, 2017). Los “pequeños pelágicos” como la sardina, están casi agotados por la pesca industrial (Lluch-Belda *et al.*, 1989) por sobredemanda de harina de pescado. Además, tienen fuerte presión trófica porque son el “forraje” que alimenta a depredadores (Checkley *et al.*, 2017). En 2018, la captura mundial por pesca fue de 96 433 763 ton, los pequeños pelágicos alcanzaron 19 820 354 ton (FAO, 2020) constituyendo 20,6 % del total, siendo menor 33 % del 2000 (Pauly, 2009). En este siglo, siete especies de *Sardinella* (Froese y Pauly, 2020) tienen captura promedio de 1 017 400 ton/año (FAO, 2020). Hasta años recientes hubo consenso en subexplotación de sardina venezolana (Guzmán y Gómez, 2000; Mendoza y Guzmán, 2000; Freón y Mendoza, 2003) aunque la mayoría de los stocks estaban totalmente explotados (FAO, 1994). Las sardinillas se consumen directamente (Christensen *et al.*, 2014), localmente es una situación real, siendo un importante alimento nacional. Es interesante contrastar la actividad sardinera durante 90 años y el colapso de la sardina en California, que desapareció (1968) ochenta años después de comenzar la pesca (Ueber y MacCall, 1992), que se reinició en 1990 y recolapsó en 2014 (Hill *et al.*, 2015).

La revisión tiene por objetivos estimar la captura del recurso en nueve décadas, se consideran cuatro períodos, el inicial sin regulación (1927-1973) y otros tres cuando se aplicaron ordenanzas de manejo. En cada uno se calcula la captura, su promedio, artes operativos, la captura por unidad de esfuerzo y citados estudios resaltantes. Se comentan causas de permanencia de la pesca y medidas para su continuidad.

INTRODUCTION

The sardine *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 is the most abundant fish species in the Caribbean (Stromme and Saetersdal, 1989). It is the main Venezuelan fishery resource, and it is captured in the states of Sucre and Nueva Esparta, where its fishing began in 1927 (Guzmán *et al.*, 2003) and its canning in 1934 (Gómez *et al.*, 2008). Its abundance is related to the marine fertility caused by water upwelling, the Orinoco River, and other factors (Gómez and Acero, 2020). Evaluations indicate the availability of 850 000 ton (Gerlotto and Ginés, 1988; Stromme and Saetersdal, 1989; Cárdenas and Achury, 2002) and a biomass of 1 300 000 ton (Cárdenas, 2003). As of 2017, fishery had been practiced for nine decades, which is surprising because it was unregulated for almost 50 years and depletion was estimated in 1993 (FAO, 1963).

Since 1996, fisheries around the world have decreased their yields to 1.2 million ton/year, and their collapse has been estimated for 2048 (Pauly and Zeller, 2017). ‘Small pelagics’ such as sardine have been almost depleted by industrial fishing (Lluch-Belda *et al.*, 1989) given the excess demand of fish flour. Furthermore, they undergo a strong trophic pressure since they are the forage that feeds predators (Checkley *et al.*, 2017). In 2018, the worldwide captures by fishing were 96 433 763 ton, and small pelagics reached 19 820 354 ton (FAO, 2020), which constitutes 20.6 % of the total, albeit lower than the 33 % reported in 2000 (Pauly, 2009). In this century, seven *Sardinella* species (Froese and Pauly, 2020) have reported average captures of 1 017 400 ton/year (FAO, 2020). Until recent years, there was a consensus on the underexploitation of Venezuelan sardine (Guzmán and Gómez, 2000; Mendoza and Guzmán, 2000; Freón and Mendoza, 2003), even though most stocks had been completely exploited (FAO, 1994). Sardine is directly consumed (Christensen *et al.*, 2014), which is locally valid, as it is an important national food. It is interesting to compare the sardine activity for 90 years and its collapse in California, where it disappeared (1968) 80 years after fishing began (Ueber and MacCall, 1992). Fishing was then resumed in 1990, and sardine recollapsed in 2014 (Hill *et al.*, 2015).

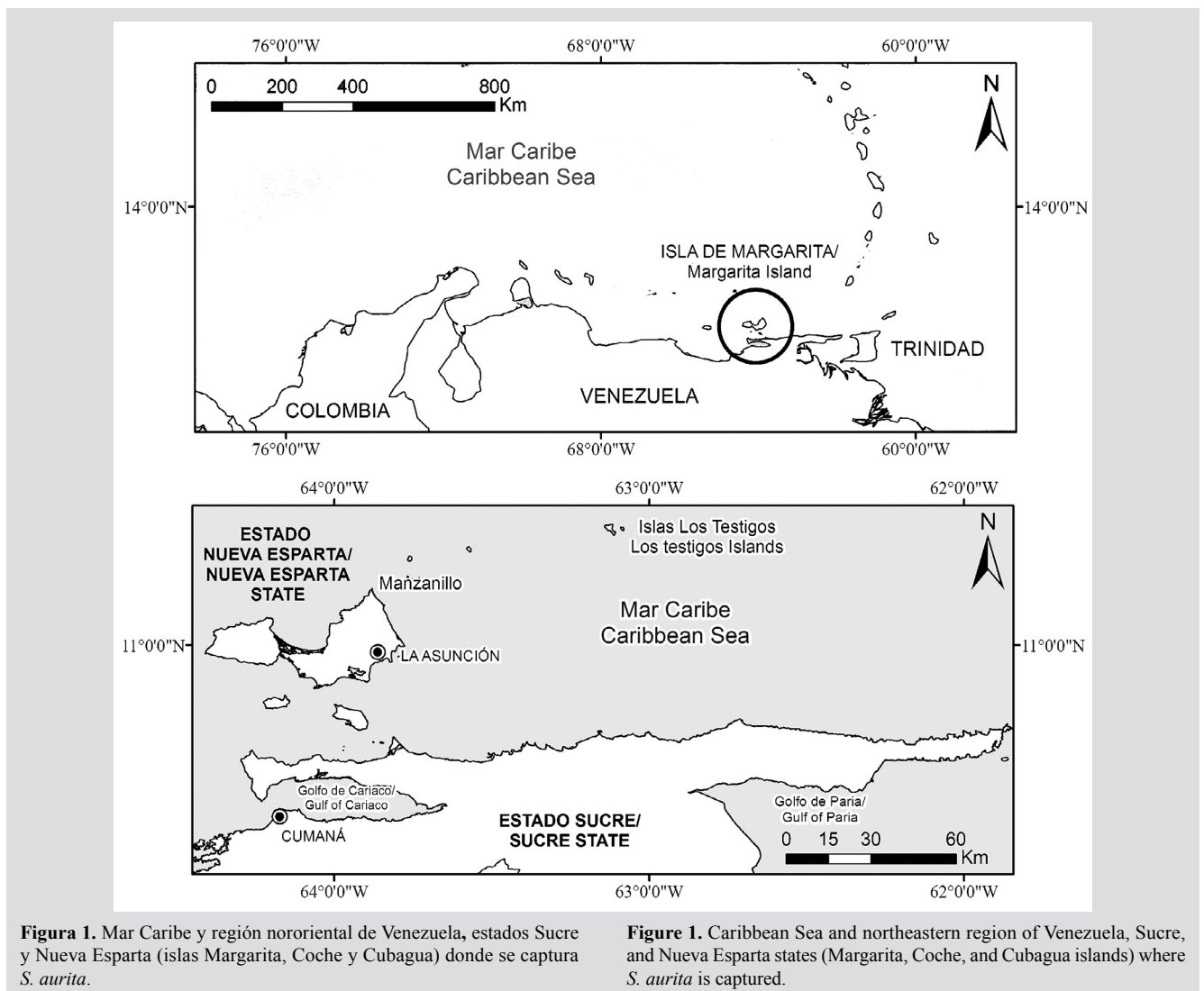
The objective of this review is to estimate the captures of this resource throughout nine decades. Four periods are considered: an initial, unregulated one (1927-1973) and other three in which handling regulations were applied. For each of them, the captures are calculated along with their average, their operating gears, and the captures by effort unit. Relevant studies are cited. The causes for the permanence of fishery and measures for its continuity are discussed.

ÁREA DE ESTUDIO

En Venezuela, la región nororiental la constituyen los estados Sucre y Nueva Esparta (Figura 1) siendo éstos los principales productores pesqueros que capturan 70 % del total nacional. Los caracteriza el afloramiento de aguas subsuperficiales que aumenta la fertilidad marina, propiciando riqueza pesquera y abundancia de especies filtradoras, como *S. aurita* que tiene crecimiento rápido (Gómez, 2001). La surgencia tiene numerosos estudios (Gómez y Barceló, 2014), abarca desde la península de Paria hasta isla La Tortuga (61° 50' a 65° 25' W) y el borde de la plataforma (11° 30' N) con área de 52 000–55 000 km² (Gómez, 1996; Castellanos *et al.*, 2002) que es donde vive la sardina. En zonas periféricas, se capturan peces depredadores de sardina como escómbridos, carángidos, trichiúridos, corifénidos, lutjánidos, istiofóridos, elasmobranquios, entre otros.

STUDY AREA

The northwestern region of Venezuela comprises the States of Sucre and Nueva Esparta (Figure 1), which are the main fisheries, as they capture > 70 % of the national total. They are characterized by the upwelling of subsurface waters, which increases marine fertility, promoting fishing richness and abundance of filtering species and the abundance of filtering species such as *S. aurita*, which has a rapid growth (Gómez, 2001). Numerous studies have been conducted on this upwelling (Gómez and Barceló, 2014). It spans from the Paria Peninsula to La Tortuga Island (61° 50' to 65° 25' W) and the edge of the continental shelf (11° 30' N), with an area of 52 000–55 000 km² (Gómez, 1996; Castellanos *et al.*, 2002), which is where the sardine lives. In peripheral areas, sardine-predating fish are captured, such as scombrids, carangids, trichiurids, coryphenids, lutjanids, istiophorids, elasmobranchs, among others.



MÉTODOS

La captura de sardina se estimó utilizando cifras oficiales que desde 1950 hasta 2012 cita FAO, con información remitida por autoridades pesqueras y también mencionadas en FishBase (Froese y Pauly, 2020); las capturas de 2012 a 2017 fueron facilitadas por Insopesca (Instituto Socialista de Pesca y Acuicultura de Venezuela). Para estimar la pesca entre 1927-1949 (sin registros), se consultó al propietario de la enlatadora que funciona desde 1944 en Margarita, asignando cifra igual para esos años. La aproximación a la captura por unidad de esfuerzo (cpue) anual de períodos, se estimó por el cociente entre captura promedio y número de artes, al final del lapso. Se menciona información publicada en revistas y libros, tesis y trabajos (ascenso) universitarios, informes científicos y de industria conservera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PERÍODO 1927-1973: durante 47 años no hubo regulación para pescar sardina. Entre 1927-1949 no hubo cifras; por consulta con dueño de enlatadora se estimó captura de 10 000 toneladas por año (ton/año), valor moderado porque en esa década operaban cinco conserveras en Sucre (Gaviota, Margarita, Productos Mar y CAIP) y El Faro en Margarita (Teobaldo Castañeda, Museo Marino, isla Margarita, Venezuela, 2017, Com. Pers.). En la década de 1950 el promedio fue 19 170 ton/año. Entre 1950-1973 la captura varió entre 8 400 (1954) y 47 500 ton (1973) y se pescaron 739 500 ton (promedio 34 662 ton/año), cifra mayor que desembarcos hasta 1966 (Simpson y Griffiths, 1967). Entre 1950-1957 y 1964-1973 los promedios fueron 30 000 y 40 000 ton/año (Freón *et al.*, 2003). En la década de 1960 la sardina enlatada fluctuó entre 22 300 y 25 300 ton/año, ocupando el cuarto lugar mundial (Griffiths y Simpson, 1967). En el periodo 1927-1973 la captura total fue 969 500 ton, siendo 230 000 ton en años sin registro y 739 500 ton entre 1950-1973, en estos últimos el promedio fue 30 812 ton/año, con esta cifra y 194 chinchorros faenando en 1970 (Etchevers, 1974) se estimó cpue de 159 ton/arte/a (Figura 2).

Desde la costa visualmente se localizaban los cardúmenes, el chinchorro tenía 200-300 m de longitud (altura 4-6 m) y se tendía usando botes con remos, encerrando la sardina. Faenaban hasta 20 pescadores que manualmente acercaban el arte con la sardina viva, lo fondeaban hasta 15 días. En embarcaciones (capacidad hasta 8 ton) se

METHODS

Sardine captures were estimated using official data from 1952 to 2012 as cited by FAO, with information submitted by fishing authorities and mentioned in FishBase (Froese and Pauly, 2020). Captures from 2012 to 2017 were provided by Insopesca (*Instituto Socialista de Pesca y Acuicultura de Venezuela*, Venezuelan Socialist Institute for Fishing and Aquaculture). To estimate fishing between 1927 and 1949 (no records), we consulted the owner of the cannery that has been in operation since 1944 in Margarita, thus assigning equal figures for those years. The approximation to the yearly catch per unit effort (cpue) for each period was estimated by means of the quotient of the average captures and the number of gears at the end of the interval. The information published in journals and books, theses and university works (promotion), and scientific and canning industry reports is mentioned.

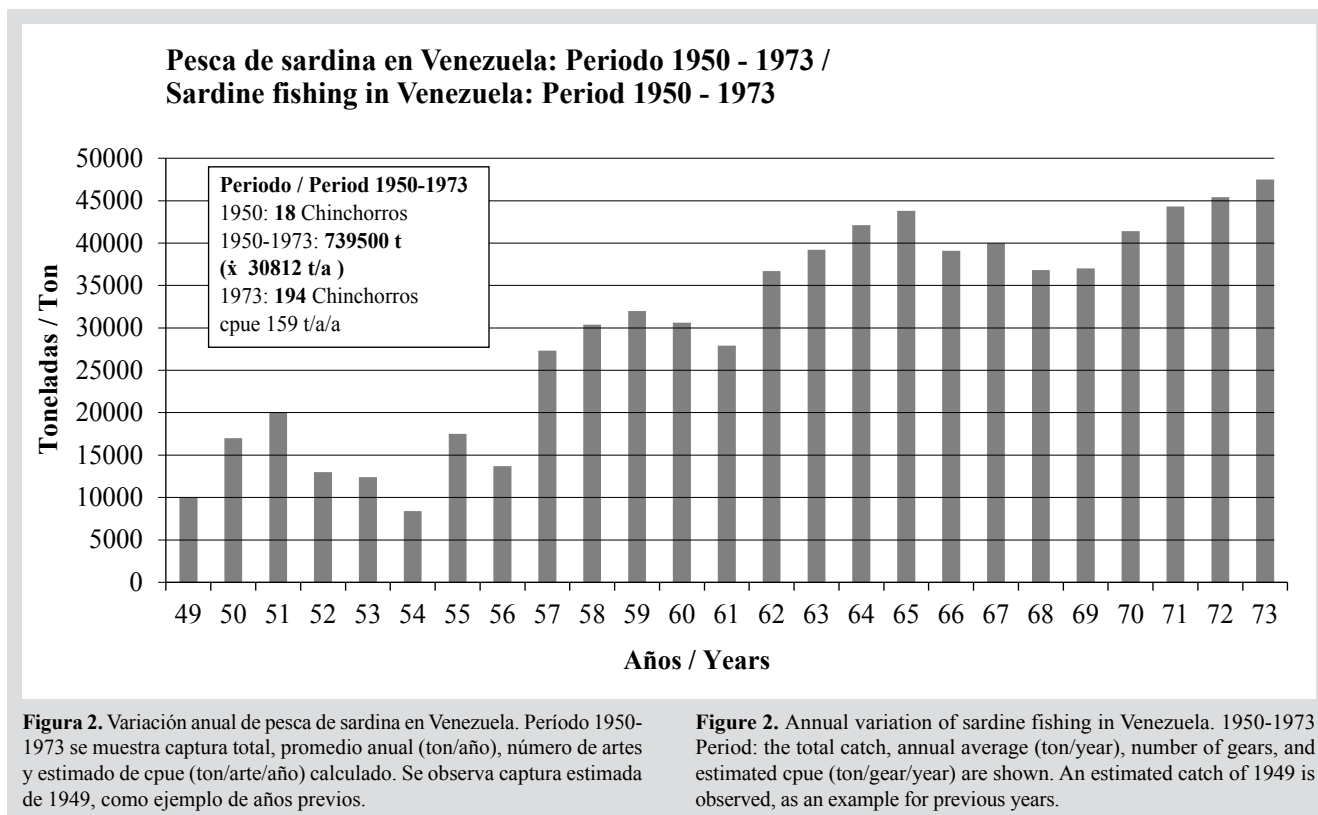
RESULTS AND DISCUSSION

1927-1973 PERIOD: For 47 years, there was no regulation for sardine fishing. There are no data for the period between 1927 in 1949. By consulting the owner of the cannery, captures amounting to 10 000 tons per year (ton/year) were estimated, a moderate value, since five canneries were operating in Sucre (Gaviota, Margarita, Productos Mar, and CAIP) during that decade, as well as El Faro in Margarita (Teobaldo Castañeda, Marine Museum, Margarita Island, Venezuela, 2017, Com. Pers.). In the 1950s, the average was 19 170 ton/year. Between 1950 and 1973, the catch ranged from 8 400 (1954) to 47 500 ton (1973). A total of 739 500 ton were fished (34 662 ton/year on average), a figure higher than the fish landings until 1966 (Simpson and Griffiths, 1967). Between 1950 and 1957, as well as between 1964 and 1973, the averages were 30 000 and 40 000 ton/year (Freón *et al.*, 2003). In the decade of 1960, canned sardine fluctuated between 22 300 and 25 300 ton/year, ranking fourth worldwide (Griffiths and Simpson, 1967). In the period between 1927 and 1973, the total captures were 969 500 ton, namely 230 000 ton for years with no record and 739 500 between 1950 and 1973. The average for the latter was 30 812 ton/year; with this figure, and with 194 *chinchorros* operating in 1970 (Etchevers, 1974), a cpue of 159 ton/gear/y was estimated (Figure 2).

The shoals could be located from the coast. The *chinchorros* was 200-300 m long (4-6 m high), and it would be extended using boats with oars, thus surrounding the sardines. Up to 20 fishermen operated in the area, who manually brought over with the live sardines, which was anchored for up to

transportaba a fábricas. Hasta 1966 la captura por calada varió entre 78 y 133 ton, el chinchorro se consideró primitivo pero eficiente (Griffiths y Simpson, 1967).

15 days. It was then transported to the factories in vessels (with a capacity of up to 8 ton). Up until 1966, the catch per haul varied between 78 and 133 ton. *Chinchorros* were regarded as primitive but efficient (Griffiths and Simpson, 1967).



En la década de 1950 comienzan los estudios por expertos internacionales, quienes identificaron la especie como *S. anchovia* y se capturaba con *S. brasiliensis* (Simpson y Griffiths, 1967); también clasificada (Martin y González, 1960) como *Clupanodon pseudohispanicus*; luego se aclaró que era *S. aurita* (Whitehead, 1973). Tiene variabilidad en altura del cuerpo y algunas características las determina la temperatura, porque larvas nacidas durante la surgencia tienen mayor talla (Etchevers, 1974). En el Atlántico oriental, la temperatura y vértebras tienen correlación negativa (Gheno y Poinsard, 1968). Desde 1950, la flota atunera utilizaba sardina como carnada (Griffiths y Simpson, 1967) también la artesanal de media altura (> 400 barcos). Algunas fábricas tuvieron artes para pescar, pero fue complejo y facilitaron que pescadores compraran botes y redes para intensificar la actividad. Realizaron cambios en chinchorros (longitud hasta 900 m; altura 16-20 m), en distancia de la costa (2-3 km) de faenas, la tracción motorizada para calar y remolcar artes, que aumentaron de 18 a 194 (Etchevers, 1974).

In the 1950s, international experts started to study this matter. They identified the species as *S. anchovia*, and it was captured along with *S. brasiliensis* (Simpson and Griffiths, 1967). It was also classified as *Clupanodon pseudohispanicus* (Martin and González, 1960), but it was later made clear that it was *S. aurita* (Whitehead, 1973). Its body height shows a great variability, and some of its features are determined by the temperature, given that larvae born during the upwelling are greater in size (Etchevers, 1974). In the Eastern Atlantic, temperature and vertebrae are negatively correlated (Gheno and Poinsard, 1968). Since 1950, the tuna fleet uses sardine as bait (Griffiths and Simpson, 1967), as well as the artisanal medium-height fleet (> 400 ships). Some factories had fishing gear, but this became a complex issue, so they made it easy for fishermen to buy boats and nets in order to intensify the activity. They made changes to the *chinchorros* (length of up to 900 m; 16-20 m height), to the distance from the coast for fishing (2-3 km), and to the motorized traction for setting and hauling gear, which increased from 18 to 194 (Etchevers, 1974).

Hacia 1950 se pusieron en funcionamiento fábricas conserveras que compraron maquinaria usada en California, por el colapso sardinero. Adquirieron equipos en Alemania, Suecia, Portugal y sistemas automatizados en España. Personal con experiencia en California, buscaron materia prima en otras latitudes (Popovici, 1964) e instalaron plantas en Perú, Chile y Suráfrica, también trasladaron barcos de pesca (Ueber y MacCall, 1992).

En la década de 1960 aparecen resultados de los primeros estudios: la sardina capturada desde 1957 no tuvo tendencia hacia menor talla, indicando no afectación por pesca (Simpson y Griffiths, 1967); el desove ocurría entre diciembre-abril (Simpson, 1963), encontrándose sardinas de 13,4 cm maduras (Simpson y González, 1967) y se estimó en 19,5 cm de longitud total (LT) la talla media (Lm 50 %) de madurez (FAO, 1963; Simpson, 1963). A pesar de conocer esta talla para manejar el recurso, no hubo regulación. También plantearon colapso de sardina en 1993 (FAO, 1963) porque la talla de captura era menor que la de madurez. El agotamiento preocupó a propietarios de fábricas y para expandir la explotación, fue prioritario conocer posibles capturas. En 1966, el gobierno decide evaluar el recurso (programa MAC-FAO-PNUD) estimando abundancia de cardúmenes y como capturarlos (Trujillo, 1975a). Con técnicas acústicas concluyeron que en enero-abril, los cardúmenes están costeros, citan áreas reproductivas (López, 1972) y sugieren variar la técnica de pesca (Odegaard, 1971a, 1971b). Mediante prospecciones aéreas cuantifican los cardúmenes, proponen cambiar arte y ampliar desembarques hasta 150 000 ton (Trujillo, 1975a, 1975b). Las evaluaciones reafirman áreas con mayores concentraciones (Martin y González, 1960), aconsejando pescar 200 000 ton (Ginés, 1972).

Las fábricas compraban sardina en lugar de pesca, la extraen con salabardos, depositándola en lanchas (capacidad 20-60 ton) para llevarla a las factorías. Desde 1950, las empresas remitían a autoridades las cifras de pesca, con base a la compra a pescadores (Trujillo, 1977; Freón y Mendoza, 2003). Hasta comenzar el siglo XXI, la Cámara Venezolana de Industria Enlatadora de Pesca (Cavenpesca) suministró la cantidad anual comprada (Freón y Mendoza, 2003a).

PERÍODO 1974-2005: finalizando 1973 aparece la primera ordenanza (Gaceta Oficial 30283 de 18/XII/1973) que estableció en 15 cm (LT) la talla de captura y permitió extraer 30 % de ejemplares con longitud inferior y 10 % de sardinas con menos de 12 cm (Novoa *et al.*, 1998; Freón

Around 1950, canning factories came into operation, which bought machinery used in California, given the sardine collapse. They acquired equipment from Germany, Sweden, and Portugal, as well as automated systems from Spain. The personnel, with experience in California, searched for raw materials in other latitudes (Popovici, 1964). They set up plants in Perú, Chile, and South Africa, and they also moved fishing boats (Ueber and MacCall, 1992).

In the 1960s, the results of the first studies emerged: the sardine captured since 1957 did not show a tendency towards a lower size, thus indicating that it was not affected by fishing (Simpson and Griffiths, 1967). Spawning occurred between December and April (Simpson, 1963), and mature, 13.4 cm sardines were found (Simpson and González, 1967). The mean total length (LT) maturity size (Lm 50 %) was estimated to be 19.5 cm (FAO, 1963; Simpson, 1963). Despite the fact that this size was known, which could have aided in managing this resource, there was no regulation. A sardine collapse was also proposed in 1993 (FAO, 1963) because the capture size was lower than the maturity size. Factory owners were worried about depletion, and, in order to expand exploitation, knowing about possible captures was prioritized. In 1966, the government decided to evaluate the resource (MAC-FAO-PNUD program) by estimating the abundance of shoals and determining how to capture them (Trujillo, 1975a). By means of acoustic techniques, it was concluded that the shoals are near-shore in January-April. Reproductive areas were cited (López, 1972), and changing the fishing technique was suggested (Oodegard, 1971a, 1971b). The shoals were quantified through aerial prospection. A gear change and a landing expansion of up to 150 000 ton were proposed (Trujillo, 1975a, 1975b). The evaluations reconfirmed the areas with greater concentrations (Martin and González, 1960), and fishing 200 000 ton was advised (Ginés, 1972).

The factories bought sardine; instead of fishing, the sardine was extracted with brailers and deposited on motorboats (20-60 ton capacity) to be taken to the factories. Since 1950, companies submitted their fishing data to the authorities based on purchases from fishermen (Trujillo, 1977; Freón and Mendoza, 2003). Until the beginning of the 21st century, the Venezuelan Chamber of the Canning Industry for Fishing (Cavenpesca) provided the annual purchased amount (Freón and Mendoza, 2003a).

1974-2005 PERIOD: at the end of 1973, the first ordinance appears (Gaceta Oficial 30283, 18 December 1973), which set the capture size at 15 cm (LT) and allowed extracting 30 % of the individuals with inferior length, as well as 10 % of sardines of less than 12 cm (Novoa *et al.*, 1998; Freón *et al.*, 2003b; Huq,

et al., 2003b; Huq, 2003). Sorprende que el primer manejo después de 47 años de pesquería permitiera pescar juveniles y su vigencia durante 32 años.

Las capturas tienen gran variación por estadísticas incompletas, como en todos los países (Pauly y Zeller, 2017). Entre 1973-1979 varió desde 22 835 ton (1974) hasta 47 608 ton (1975); en la década de los ochenta fluctuó entre 27 974 ton (1981) y 82 759 ton (1987), en la década de 1990 entre 56 949 ton (1990) y 186 060 ton (1998). En el lapso 2000-2005 varió desde 73 534 ton (2000) hasta 200 232 ton en 2004 (año de máxima captura). En 2005 comienza la crisis sardinera, la pesca disminuyó 50 % comparada con 2003-2004 y durante > 10 años fue inferior a 50 000 ton/año. La captura del período fueron 2 738 010 ton (promedio 85 563 ton/año), faenaban 246 artes (Figura 3). La cpue estimada en 348 ton/arte/a. Resulta incomprensible permitir la captura de juveniles (15 cm) e incluso de menor longitud, porque en 1973 se conocía el informe FAO de 1963, con talla media de madurez (19,5 cm) superior a la de pesca (< 15 cm). Pareciera que la ordenanza tenía por objeto agotar la sardina, quizás la industria influyó en imposición de talla por maquinas utilizadas para enlatar. La extensa vigencia del manejo puede relacionarse con la producción de harina de pescado, siempre con elevado precio internacional. En dicho período funcionaban 12 plantas procesadoras (Simpson y Griffiths, 1967).

2003). It is surprising that the first regulation after 47 years of fishing would allow juveniles to be fished and have a validity of 32 years.

Captures show great variation due to incomplete statistics, as in all countries (Pauly and Zeller, 2017). Between 1973-1979, they varied from 22 835 ton (1974) to 47 608 ton (1975). In the 1980s, they fluctuated between 27 974 ton (1981) and 82 759 ton (1987); and, in the 1990s, between 56 949 ton (1990) and 186 060 ton (1998). Between 2000 and 2005, they varied from 73 534 ton (2000) to 200 232 ton in 2004 (the year with the highest captures). The sardine crisis began in 2005. Fishing decreased by 50 % in comparison with 2003-2004, and it was lower than 50 000 ton/year for > 10 years. The captures for this period were 2 738 010 ton (85 563 ton/year on average), with 246 gears in operation (Figure 3). The estimated cpue was 348 ton/gear/y. It is beyond belief that the capture of juveniles (15 cm) and even of individuals shorter in length was allowed, given that, in 1973, the FAO report of 1963 was already known, which recognized a mean maturity size (19.5 cm) larger than that of fishing (< 15 cm). It would seem as though the ordinance intended to deplete the sardine. Perhaps the industry influenced the imposition regarding size due to the machines that were used for canning. The prolonged validity of the handling may be related to the production of fish flour, which has always had a high international price. During this period, 12 processing factories were in operation (Simpson and Griffiths, 1967).

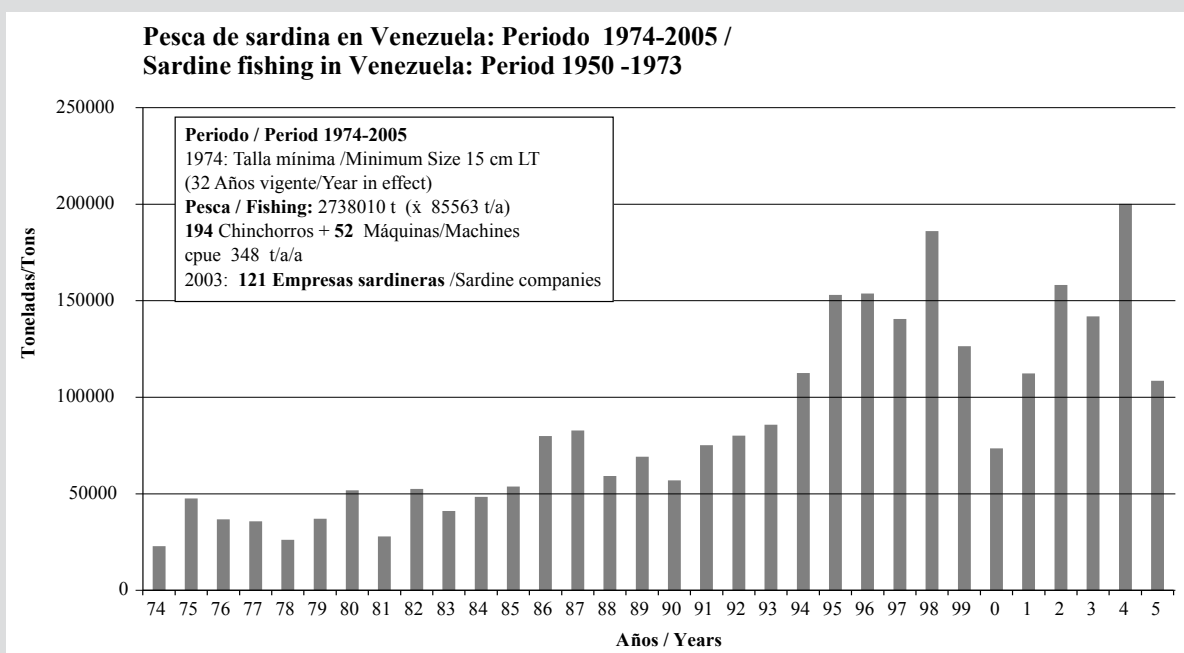


Figura 3. Variación anual de pesca de sardina en Venezuela, período 1974-2005. Se muestra captura total, promedio anual (t/a), número de artes, empresas y cpue ton/arte/año (t/a/a) calculado.

Figure 3. Annual variation of sardine fishing in Venezuela, 1974-2005 period. Total catch, annual average (t/a), number of gears, companies, and calculated cpue ton/gear/year (t/a/a) are shown.

Para aumentar las capturas era necesario cambiar el método de pesca (Etchevers, 1974), utilizaron *purse seines* con resultados escasos (Griffiths y Simpson, 1967). En Venezuela este arte se denomina “máquina de argolla, cerco de argolla, cerco sardinero o bolso” porque la relinga inferior tiene argollas por donde pasa un cabo (jareta) para cerrar la red. Localizada la sardina, se lanza al agua un extremo del arte, los cabos quedan en un bote auxiliar que rodea el cardumen y cierra la red inferior (Marval y Cervigón, 2009). Es similar al *purse seine* atunero, pero con longitud de hasta 400 m y altura 40 m (Gaceta Oficial 40308/2013); en Sucre faenaban 52 en 1996 (Barrios *et al.*, 2010).

Entre 1976 y 1989 las cifras de reclutamiento fueron desde 40–1000 millones de juveniles/año (Mendoza, 1996; Freón y Mendoza, 2003) hasta superiores a 3300 millones (González *et al.*, 2016). Con el número de sardinas por tonelada pescadas en calada record (Gómez y González, 2008) se calculó que en 2004 (pesca de 200 232 ton) fueron capturadas entre 2023 y 2344 millones de sardinas, debiéndose agregar mortalidad natural y consumo por depredadores. En 1978 reinician las cuantificaciones (Cárdenas, 2003) estimándose biomasa de 1,4 millones ton y sugieren explotación intensiva con otro arte (Gerlotto y Elguezábal, 1986; Gerlotto y Ginés, 1988). En 1988, el barco Fridjotf Nansen (NORAD/UNDP/FAO) hace prospecciones de biomasa entre Colombia y Surinam. En Venezuela estimaron 800 000 ton y 100 000 ton en Colombia (Stromme y Saetersdal, 1989). Entre 1995–1998 el barco Hermano Ginés ejecuta Proyecto VECEP (Comunidad Económica Europea) estimando biomasa de 1,3 millones ton y disponibles 855 000 ton (Cárdenas y Achury, 2002). Hasta 1998 se hicieron ~ 30 evaluaciones, coincidentes en estimados (Gerlotto y Ginés, 1988; Stromme y Saetersdal, 1989; Cárdenas y Achury, 2002).

Comenzando el siglo XXI se citan condición moderada y subexplotación del stock (Guzmán, 2000; Freón y Mendoza, 2003) y capturas sostenibles entre 160 000 y 470 000 ton/año (Mendoza y Guzmán, 2000). Se desbordan las actividades con sardina, ya que funcionaban siete empresas enlatadoras grandes, 25 medianas y pequeñas, 12 congeladoras, 32 picadoras (corte de cabeza, cola y vísceras para troncos de sardina) y 45 de salado-ahumado. En total 121 empresas que utilizaban 140 000 ton/año, incluyendo para carnada (5000 ton) y 18 000 ton para consumo directo (Gastón, 2003). Sardina congelada se exportó a Brasil, Costa Rica, Argentina y Asia. La industria consideraba que la sardina tenía importancia mundial, por disponer de 800 000 ton/año, pero se explotaba 17 % (Gastón, 2000). En

To increase the captures, it was necessary to change the fishing methods (Etchevers, 1974). Purse seines were used with scarce results (Griffiths and Simpson, 1967). In Venezuela, this gear is called ‘ring machine, ring fence, sardine fence, or bag’ because the inferior headrope has rings through which a rope is inserted in order to close the net. Once the sardines are located, and end of the gear is thrown into the water, and the lines remain in the auxiliary boat surrounding the shoal and closing the inferior net (Marval and Cervigón, 2009). It is similar to the tuna purse seine, albeit with a length of up to 400 m and a height of 40 m (Gaceta Oficial 40308/2013). 52 of these were fishing in Sucre in 1996 (Barrios *et al.*, 2010).

Between 1976 and 1989, the recruitment figures went from 40–1000 million juveniles/y (Mendoza, 1996; Freón and Mendoza, 2003) to over 3300 million (González *et al.*, 2016). With a record number of sardines per ton that were fished in a catch (Gómez and González, 2008), it was calculated that, in 2004 (200 232 ton fished), between 2023 and 2344 million sardines were captured, to which natural mortality and predator consumption had to be added. In 1978, quantifications were resumed (Cárdenas, 2003). A biomass of 1.4 million ton was estimated, and intensive exploitation with other gears was suggested (Gerlotto and Elguezábal, 1986; Gerlotto and Ginés, 1988). In 1988 the Fridjotf Nansen (NORAD/UNDP/FAO) ship conducted biomass prospection activities between Colombia and Surinam. 800 000 ton in Venezuela and 100 000 ton in Colombia were estimated (Stromme and Saetersdal, 1989). Between 1995 and 1998, the Hermano Ginés ship executed the VECEP Project (European Economic Community), estimating a biomass of 1.3 million ton, with 855 000 ton available (Cárdenas and Achury, 2002). Until 1998, ~ 30 evaluations were carried out, which agreed on their estimates (Gerlotto and Ginés, 1988; Stromme and Saetersdal, 1989; Cárdenas and Achury, 2002).

At the beginning of the 21st century, an underexploited stock that was also under moderate conditions was cited (Guzmán, 2000; Freón and Mendoza, 2003). Sustainable captures were between 160 000 and 470 000 ton/year (Mendoza and Guzmán, 2000). Sardine-related activities surged, given that seven major canneries, along with 25 medium- and small-sized ones, 12 freezing companies, 32 cutting enterprises (cutting the head, tail, and guts off to obtain sardine torsos), and 45 salting-smoking ventures were in operation. A total of 121 companies utilized 140 000 ton/year, which includes 5000 ton for bait and 18 000 ton for direct consumption (Gastón, 2003). Frozen sardine was exported to Brazil, Costa Rica, Argentina, and Asia. The industry considered sardine to be of worldwide

2004 se pescaron 200 232 ton, pero se utilizaban 140 000 ton/año (Gastón, 2003), siendo posible el no registro de 60 232 ton (Rueda-Roa *et al.*, 2017) tal vez en Sucre, porque en Nueva Esparta se hicieron registros minuciosos (Gómez, 2006; Gómez *et al.*, 2008). En 2006 se agudiza la crisis sardinera (Figs. 4 y 5), en una decada las capturas anuales no superan 50 000 ton.

PERÍODO 2006-2013: la segunda ordenanza (Gaceta Oficial 38377 de 10/I/2006) aumenta a 17 cm talla de captura, con límite de 200 000 toneladas. Quizás las autoridades aceptan que la captura podría alcanzar 25 % del stock (Cárdenas, 2000). A pesar de la crisis (Figura 4 y 5) las capturas variaron entre 36 157 ton (2008) y 63 426 ton (2006), se totalizaron 373 645 ton (promedio 46 706 ton/año) y se faenaban 294 artes. La cpue estimada en 159 ton/arte/a.

importance, as 800 000 ton/year were available, but only 17 % were exploited (Gastón, 2000). In 2004, 200 032 ton were fished, but only 140 000 ton/year were used (Gastón, 2003), which might have enabled the fact that 60 232 ton were not registered (Rueda-Roa *et al.*, 2017) –perhaps in Sucre, because thorough records were kept in Nueva Esparta (Gómez, 2006; Gómez *et al.*, 2008). In 2006, the sardine crisis intensified (Figs. 4 and 5). For a decade, the annual captures did not exceed 50 000 ton.

2006-2013 PERIOD: the second ordinance (Gaceta Oficial 38377, 10 January 2006) increased the capture size to 17 cm, with a limit of 200 000 tons. Perhaps the authorities acknowledged that the captures could reach 25 % of the stock (Cárdenas, 2000). In spite of the crisis (Figures 4 and 5), the captures varied between 36 157 ton (2008) and 63 426 ton (2006), for a total of 373 645 ton (46 706 ton/year) with 294 gears in operation. The cpue was estimated to be 159 ton/gear/y.

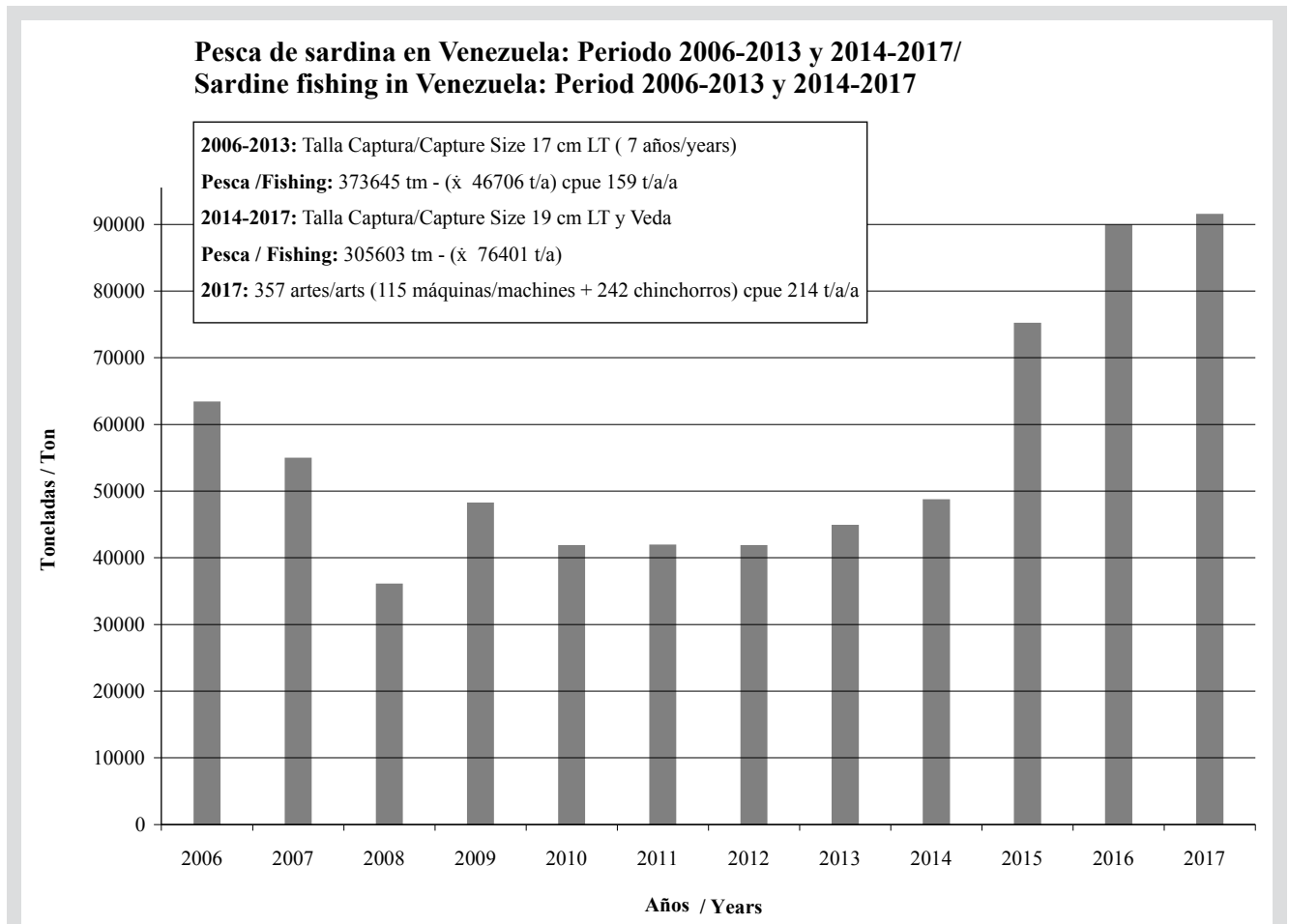


Figura 4. Variación anual de pesca de sardina en Venezuela. Periodo 2006-2013 vigencia de segunda ordenanza (talla de captura 17 cm LT) y tercera ordenanza desde 2014 (talla de captura 19 cm y veda). Se muestra captura total, promedio anual (ton/año), artes operativas y cpue (ton/arte/a) calculado.

Figure 4. Annual variation of sardine fishing in Venezuela. Period 2006-2013, during the validity of second ordinance (catch size 17 cm LT) and the third one since 2014 (catch size 19 cm and ban). Total catch, annual average (ton/year), operating gears, and calculated cpue (ton/gear/y) are shown.

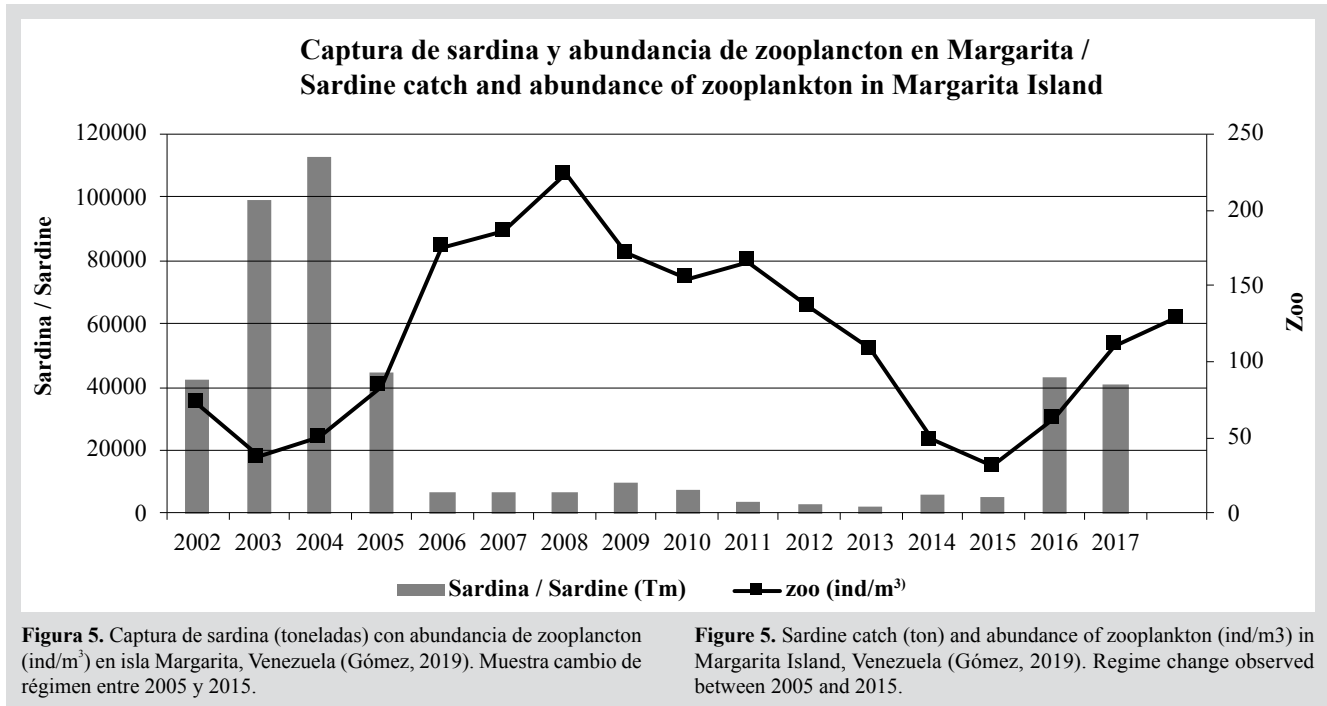


Figura 5. Captura de sardina (toneladas) con abundancia de zooplancton (ind/m³) en isla Margarita, Venezuela (Gómez, 2019). Muestra cambio de régimen entre 2005 y 2015.

Figure 5. Sardine catch (ton) and abundance of zooplankton (ind/m³) in Margarita Island, Venezuela (Gómez, 2019). Regime change observed between 2005 and 2015.

La talla de captura se aumentó a 17 cm con reservas, por considerar realidad que ~20 cm es la talla media de madurez (FAO, 1963; Freón y Mendoza, 2003). Pero varias investigaciones concluyen que es < 17 cm, porque en el intervalo 162-166,9 mm, la frecuencia acumulada de individuos maduros fue 62,15 % en hembras y 65,29 % en machos (Kortnik, 2005; Kortnik y Posada, 2006), igual talla de madurez se ha determinado en Atlántico oriental (Quaatey y Maravelius, 1999; Gaamour *et al.*, 2004; Tsikliras y Antonopoulou, 2006; Mustac y Sinovcic, 2012). Si la talla media de reproducción no fuera < 17 cm, la sardina venezolana se hubiera agotado, como plantearon (FAO, 1963, 1979). En 2009 la última evaluación indicó decrecimiento en la abundancia de sardina (Mendoza, 2015) variando entre 81 040 y 289 940 ton, por tanto, recomendaron disminuir esfuerzo y captura (Gassman *et al.*, 2012b).

PERÍODO 2014-2017: la tercera ordenanza (Gaceta Oficial 40308 de 4/XII/2013) establece veda (tres meses) y aumenta a 19 cm la talla de captura. La pesca varió entre 48 777 ton (2014) y 91 565 ton (2017) capturándose 305 603 ton (promedio 76 401 ton/año) (Figura 4). La cpue fue 214 ton/arte/a. En Sucre operaban 100 cercos (*purse seines*) en 2015 (Gaceta Oficial 40573/2015) aumentaron a 115 en 2017 y autorizados 242 chinchorros (Gaceta Oficial 41295/2017) en total 357 artes.

La *Sardinella aurita* se reproduce todo el año; en pocas horas el índice gonadosomático aumenta de 5 % a

The capture size was increased to 17 cm with some restraints, as it was considered as a fact that ~20 cm is the mean maturity size (FAO, 1963; Freón and Mendoza, 2003). However, several studies have concluded that it is < 17 cm because, within the 162-166,9 mm interval, the cumulative frequency of mature individuals was 62.15 % in females and 65.29 % in males (Kortnik, 2005; Kortnik and Posada, 2006). The same maturity size has been determined in the Eastern Atlantic (Quaatey and Maravelius, 1999; Gaamour *et al.*, 2004; Tsikliras and Antonopoulou, 2006; Mustac and Sinovcic, 2012). If the mean reproduction size were not < 17 cm, Venezuelan sardines would have already been depleted, as argued by FAO (1963, 1979). In 2009, the last assessment indicated a decrease in the abundance of sardine (Mendoza, 2015), varying between 81 040 and 289 940 ton. Therefore, reducing the efforts and captures was recommended (Gassman *et al.*, 2012b).

2014-2017 PERIOD: the third ordinance (Gaceta Oficial 40308, 4 December 2013) established a ban (three months) and increased the capture size to 19 cm. The catch varied between 48 777 ton (2014) and 91 565 ton (2017), with 305 603 ton being captured (76 401 ton/year on average) (Figure 4). The cpue was 214 ton/gear/y. In Sucre, 100 fences (*purse seines*) were in operation in 2015 (Gaceta Oficial 40573/2015), which increased to 115 in 2017, along with 242 *chinchorros* being authorized (Gaceta Oficial 41295/2017), for a total of 357 gears.

Sardinella aurita breeds all year; in a few hours, the gonadosomatic index increases from 5 to 20 % (Somarakis

20 % (Somarakis *et al.*, 2004). Por ello, son cuestionables los índices gonadales mensuales o quincenales y equivocados los manejos planteados. Además, tiene desoves parcelados; cada día expulsa ovocitos maduros (Alheit, 1993), alrededor del 10 % de los presentes en gónadas (Bernal *et al.*, 2011). Las autoridades pesqueras aceptan que la reproducción es entre diciembre-abril, como concluyeron hace 60 años (Simpson, 1963).

La talla de captura establecida en la tercera ordenanza (19 cm) es menor a la de madurez aceptada (20 cm); la ordenanza fue incoherente, equivocada y alejada de la realidad biológica. Su aplicación afectó a pescadores, fábricas y consumidores que adquirirían grandes cantidades de sardina, por precio asequible. Se cuestiona la veda establecida comenzando el año, porque estudio de 11 años realizado sobre la abundancia de huevos de sardina en el plancton, indica mayor reproducción entre octubre y diciembre (Gómez, 2015) y conforme con otro estudio, se concluye que las sardinas (talla > 17 cm) tienen más lípidos en meses después de la surgencia (Tornes *et al.*, 1971) siendo esta la estrategia reproductiva particular (Freón *et al.*, 1997, 2003a).

El manejo vigente no es ecosistémico, quizás consideran la sardina como variable independiente en modelos uniespecíficos fracasados, pero es otra especie afectada por el ambiente. Son instructivas las fluctuaciones sardineras en California, desde 2000 años antes de iniciar la pesca (Baumgartner *et al.*, 1992), en regiones con surgencia los pequeños pelágicos tienen variaciones de biomasa por cambios ambientales (Rykaczewsky y Checkley, 2008). La crisis venezolana comenzó en 2005, pero entre 2006 y 2013 (Figura 4) las capturas fueron 373 645 ton (promedio 46 706 ton/año). Siendo innecesario aumentar la talla de captura porque quizás ocurría una fluctuación natural (Gómez, 2016, 2018a) y el manejo sin aproximar la pesca al ecosistema (García, 2000; Essington *et al.*, 2015). Se cita colapso de la sardina por sobrepesca en la costa (Rueda-Roa *et al.*, 2017), las capturas descendieron notablemente comparadas con 2003-2004, pero sin ocurrir colapso (*sensu stricto*). La disminución de capturas fundamentó el manejo actual, siendo incomprensible autorizar aumento de artes, en 2017 faenaban 357. La ordenanza debió tener buenos resultados luego de dos o tres años, porque el reclutamiento ocurre a seis meses de edad y madurez sexual al año (Freón *et al.*, 2003a; Mendoza *et al.*, 2003). Los clupeídos explotados se recuperaron rápido (Hutchings, 2000).

Entre 2015 y 2017 ocurrió recuperación moderada de la pesca (promedio 85 609 ton) y cálculos preliminares

et al., 2004), which is why the monthly or biweekly gonad indices are questionable and the proposed handling is wrong. Moreover, this species has parceled spawning; it releases mature oocytes every day (Alheit, 1993), around 10 % of those present in the gonads (Bernal *et al.*, 2011). The fishing authorities acknowledge that reproduction takes place between December and April, as concluded 60 years ago (Simpson, 1963).

The established capture size of the third ordinance (19 cm) is lower than that accepted for maturity (20 cm). This ordinance was incoherent and wrong, and it strayed from biological reality. Its implementation affected fishermen, factories, and consumers who acquired large amounts of sardine at an affordable price. The ban issued at the beginning of the year is questioned because an 11-year study conducted on the abundance of sardine eggs in plankton indicates a higher reproduction between October and December (Gómez, 2015). Moreover, according to another study, it is concluded that sardines > 17 cm in size have more lipids in the months after the upwelling (Tornes *et al.*, 1971) which constitutes a particular breeding strategy (Freón *et al.*, 1997, 2003a).

The current handling is not ecosystemic. Perhaps sardine is considered to be an independent variable in failed monospecific models, but it is another species that is affected by the environment. The sardine fluctuations in California are a lesson. Since 2000 years before fishing began (Baumgartner *et al.*, 1992), small pelagics showed biomass variations due to environmental changes in regions with upwelling (Rykaczewsky and Checkley, 2008). The Venezuelan crisis began in 2005, but, between 2006 and 2013 (Figure 4), the captures were 373 645 ton (46 706 ton/year on average). It became unnecessary to increase the capture size because a natural fluctuation was perhaps taking place (Gómez, 2016, 2018a), as well as to handle fishing without approaching the ecosystem (García, 2000; Essington *et al.*, 2015). A sardine collapse due to overfishing was cited at the coast (Rueda-Roa *et al.*, 2017). The captures noticeably decreased in comparison with 2003-2004, albeit without a collapse (*sensu stricto*). The decrease in captures laid the foundations for the current handling. It is beyond understanding that an increase in gears was authorized in 2017 (with 357 in operation). The ordinance must have had good results after two or three years, given that recruitment takes place at six months of age and sexual maturity upon the year (Freón *et al.*, 2003a; Mendoza *et al.*, 2003). The exploited clupeids recovered quickly (Hutchings, 2000).

Between 2015 and 2017, fishing moderately recovered (85 609 ton), and the preliminary cpue calculations seem to prove it, given the increase from 159 to 214 ton/gear/yr

de cpue parece demostrarlo, por incremento de 159 a 214 ton/arte/a (Figura 4). Desde 2014, la mayor fertilidad favoreció aumento del recurso (Gómez *et al.*, 2016) a diferencia de años previos (Gómez *et al.*, 2012; Gómez y Barceló, 2014). Se sugiere no cambiar las medidas (González *et al.*, 2016), siendo delicado por el amplio consumo de sardina. El manejo ha sido inefectivo, por no recuperarse capturas obtenidas entre 2000-2004 (promedio 137 237 t) (Figura 3) quizás pudieron obtenerse disminuyendo los cercos de argolla y el esfuerzo.

Los periodos de pesca considerados indican incremento de cpue, fue 159 (ton/arte/a) entre 1950-1973, aumenta a 348 en 1974-2005, disminuye a 159 en 2006-2013 (crisis) y asciende a 214 ton/arte/a entre 2014 y 2017 (Figuras 2, 3, 4). Aceptando el esfuerzo como captura por lance, en el lapso 1973-1989 varió entre 27,46 y 54,03 ton/lance (Freón *et al.*, 2003b); mientras que en Margarita entre 2002-2005 se capturaron 168 204 ton en 1552 lances (Gómez, 2006) calculando cpue entre 88,94 y 130,10 ton/lance (promedio 108,38 ton). Se desconoce el esfuerzo en Sucre, en donde predomina uso de máquinas. La captura por lance puede ser índice de abundancia, a pesar de las incertidumbres (Guzmán *et al.*, 2003) porque la sardina se reagrupa al perturbar el cardumen (Freón *et al.*, 2003a).

La captura de sardina se ha relacionado con la surgencia, mediante regresión la relacionan con vientos y establecen que captura, esfuerzo y surgencia tienen alto coeficiente de determinación, sin considerarse prueba válida, porque el esfuerzo usado no permite observarlo sin capturas, contrario al convencional; la regresión confirma influencia de surgencia con capturas (Freón *et al.*, 2003b). Se menciona mayor disponibilidad de sardina durante la surgencia, por correlación positiva entre viento y captura (González *et al.*, 2007) aunque determinada negativa previamente (Trujillo, 1980). Otros estudios no verifican correlaciones entre biomasa sardinera con nutrientes y temperatura (Cárdenas y Achury, 2000; Rueda-Roa *et al.*, 2017). Los investigadores pesqueros consideran difícil relacionar factores ambientales con capturas, porque la surgencia e influencia del Orinoco alternan sus máximos, con productividad elevada todo el año (Freón *et al.*, 1997).

En nueve décadas de explotación de sardina se estima captura de 4 386 758 ton que aumentaría a 5 746 653 ton agregando la subestimación (31 %). Al comparar captura oficial con producción de sardina enlatada y harina (Trujillo, 1977). Durante 1950-2017 se pescaron 4 156 758 ton, cifra menor que captura de *S. brasiliensis* en Brasil (5 019 089

(Figure 4). Since 2014, the increased fertility has favored an increase in the resource (Gómez *et al.*, 2016), unlike previous years (Gómez *et al.*, 2012; Gómez and Barceló, 2014). Not changing the measures is suggested (González *et al.*, 2016), a delicate matter given the widespread consumption of sardine. The handling has been ineffective, as the captures obtained between 2000 and 2004 have not been recovered (137 237 ton on average) (Figure 3), which may have been achieved by reducing the ring seines and the effort.

The considered fishing periods indicate an increase in the cpue: it was 159 ton/year/y between 1950 and 1973; it increased to 348 in 1974-2005; it decreased to 159 in 2006-2013 (crisis); and it increased to 214 between 2014 and 2017 (Figures 2, 3, 4). Assuming the effort to be the catch per set, between 1973 and 1989, it varied between 27.46 and 54.03 ton/set (Freón *et al.*, 2003b), whereas, in Margarita, between 2003 and 2005, 168 204 ton were captured in 1552 sets (Gómez, 2006), that is, a cpue between 88.94 and 130.10 ton/ set (108.38 ton on average). The effort in Sucre (where the use of purse seines prevails) is unknown. The catch per set may be an indicator of abundance despite the uncertainties (Guzmán *et al.*, 2003) because sardine regroup once the shoal is upset (Freón *et al.*, 2003a).

Sardine captures have been associated with upwelling. By means of regression, it has been related to the winds, and it has been established that captures, effort, and upwelling have a high determination coefficient, even though this is not considered to be a valid proof because the effort employed is not observable without considering the captures, unlike the conventional one. The regression confirms the influence of upwelling with the captures (Freón *et al.*, 2003b). A higher availability of sardine during upwelling has been mentioned, considering the positive correlation between wind and captures (González *et al.*, 2007), although it was previously found to be negative (Trujillo, 1980). Other studies do not verify the correlations between sardine biomass and nutrients and temperature (Cárdenas and Achury, 2000; Rueda-Roa *et al.*, 2017). Fishing researchers find it difficult to relate environmental factors to captures because the upwelling and the influence of the Orinoco alternate their maximums, with a high productivity throughout the year (Freón *et al.*, 1997).

In nine decades of sardine exploitation, a capture of 4 386 758 ton is estimated, which may increase to 5 746 653 ton by adding the underestimation (31 %). This, by comparing the official captures with the production of canned sardine and flour (Trujillo, 1977). Between 1950 and 2017, 4 156 758 ton were fished, a figure lower than the captures of *S. brasiliensis* in Brazil (5 019 089 ton) and very low in comparison with the

ton) y muy baja comparada con pesca (33 millones ton) de *Brevoortia patronus* (Golfo de México) (Tabla 1), ambas se explotan en Área 31 FAO. No significa que la sardina venezolana esté subexplotada, sino que plantea deficiencias en cifras de pesca y subestimación mayor. La variación es por estadísticas no confiables (Nascimento y Rojas, 1971; Guzmán *et al.*, 2003). El manejo del recurso tendrá falencias mientras se desconozcan capturas reales.

Tabla 1. Captura (ton) de *Sardinella aurita* en Venezuela en lapsos 1950-2017 y 2000-2017, comparada con captura global de la especie, con *S. brasiliensis* del Brasil y sardina *Brevortia patronus* (Golfo de México) en Área 31 (Fuente FAO, 2020; Froese y Pauly, 2020). En paréntesis el promedio ton/año.

Especie y lugar / Specie and location	Captura / Capture 1950-2017	Captura / Capture 2000-2017
<i>Sardinella aurita</i> (Venezuela)	4 156 758 ton-(61 129 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)	1 374 900 ton-(76 383 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)
<i>Sardinella aurita</i> (global)	17 825 077 ton-(262 133 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)	6 909 653 ton-(383 870 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Brasil)	5 019 089 ton-(73 810 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)	990 724 ton-(55 040 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)
<i>Brevortia patronus</i> (Golfo de México / Gulf of Mexico)	32 985 516 ton-(485 081 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)	8 883 462 ton-(493 526 ton año ⁻¹ / ton year ⁻¹)

En el periodo 1950-2017 la captura mundial de *S. aurita* fueron 17 825 077 ton, en Venezuela capturaron 4 156 758 ton (Tabla 1) siendo 23,3 %. Las capturas del presente siglo (2000-2017) fueron 6 909 653 ton y 19,9 % (1 374 900 ton) en Venezuela, a pesar de crisis. La captura venezolana es baja comparada con sardinias importantes como alimento, ejemplo entre 2000-2017 las capturas de *Sardina pilchardus* y *Clupea harengus* fueron 19 126 441 y 34 039 392 ton (FAO 2020) y la de *S. aurita* local equivalente a 7,2 % y 4,0 % de esas especies. Por lo tanto, debe reconsiderarse disponer de un recurso sardinero mundialmente importante (Gastón, 2000), pero suministra alimento directo al país y abastecidas enlatadoras por casi 90 años. Se tiene riqueza pesquera única en el Caribe, que es un mar pobre en recursos extraíbles (Gómez, 1996, 2001). Se cita que en Venezuela (2017) se capturaron 126 400 F de sardina (FAO, 2020) la F significa estima por no recibir cifra oficial, en realidad fueron 91 565 ton (Figura 4).

La crisis sardinera venezolana fue causada por un cambio de régimen ecológico que afectó la producción pelágica, verificado en el plancton, localmente ocurrió disminución en biomasa del fitoplancton (Gómez *et al.*, 2014) y variación en abundancia y composición del zooplancton (Gómez 2018a, 2019) (Figura 5). Las larvas y juveniles de sardina tienen alimentación selectiva de zooplancton pequeño, luego son filtradores de células grandes del fitoplancton, pero durante la crisis predominaron las formas de menor tamaño

fishing (33 million ton) of *Brevoortia patronus* (Gulf of Mexico) (Table 1). Both of these are exploited in Area 31 FAO. This does not mean that the Venezuelan sardine is underexploited; it evidences deficiencies in fishing figures, as well as a higher underestimation. The variation is due to non-reliable statistics (Nascimento and Rojas, 1971; Guzmán *et al.*, 2003). The handling of the resource will be faulted as long as the real captures remain unknown.

Table 1. Capture (ton) of sardine *Sardinella aurita* in Venezuela between 1950-2017 and 2000-2017, compared to the global catch of the species, with *S. brasiliensis* from Brazil and the Gulf menhaden *Brevortia patronus* (Gulf of Mexico) in Area 31 (Source FAO, 2020; Froese and Pauly, 2020). Average ton/year in parentheses.

Between 1950 and 2017, the global captures of *S. aurita* were 17 825 077 ton. In Venezuela, 4 156 758 ton were captured (Table 1), which amounts to 23.3 %. The captures for this century (2000-2017) were 6 909 653 ton and 19.9 % (1 374 900 ton) in Venezuela, despite the crisis. The Venezuelan captures are low considering that sardine is an important food. For example, between 2000 and 2017 *Sardina pilchardus* and *Clupea harengus* captures were 19 126 441 and 34 039 392 ton, respectively (FAO, 2020), and those of *S. aurita* were equivalent to 7.2 and 4.0 percent of the species. Therefore, utilizing a globally relevant sardine resource must be reconsidered (Gastón, 2000), even though it has directly provided the country with food and supplied canneries for almost 90 years. There is a unique fishing wealth in the Caribbean, which is a sea poor in extractable resources (Gómez, 1996, 2001). It is cited that, in Venezuela (2017), 126 400 F of sardine were captured (FAO, 2020). The F represents an estimation, given that no official record was received; in reality, it was 91 565 ton (Figure 4).

The Venezuelan sardine crisis was caused by a change in the ecological regime which affected pelagic production, as verified through plankton. At a local level, a decrease in the phytoplankton biomass took place (Gómez *et al.*, 2014), as well as a variation in the abundance and composition of zooplankton (Gómez 2018a, 2019) (Figure 5). Sardine larvae and juveniles selectively feed on small zooplankton. They filter large phytoplankton cells, but, during the crisis, smaller sizes

(Pinckney *et al.*, 2015), inapropiadas para los reclutas. Las surgencias fuertes favorecen al fitoplancton de mayor tamaño, el adecuado para la sardina (Gómez, 2015).

Se menciona que la sardina colapsó porque en meses más cálidos (septiembre-octubre) los cardúmenes se acercan a la costa (< 10 km) y son capturados fácilmente, ocurriendo sobrepesca (Mendoza, 2015; Rueda-Roa *et al.*, 2017). Lo anterior quizás ocurrió en Sucre, empleando cercos de argolla (*purse seine*); en Nueva Esparta se pesca con chinchorro hasta tres kilómetros de la costa, en 2003-2004 las mayores capturas fueron en junio-julio (Gómez, 2006, 2008) cuando abundó el fitoplancton (densidad > 100 000 cél/ml), en septiembre-octubre fue menor (Cellamare y Gómez, 2007). La sardina no ha colapsado, según indica la pesca entre 2006 y 2014 (Figura 4), pues ocurrió fluctuación poblacional por cambio de régimen que afecta a peces filtradores y comprobado por colapsos (Alheit *et al.*, 2009; Jiao, 2009; Deyle *et al.*, 2013; Kelly *et al.*, 2016).

FACTORES QUE PERMITEN PERMANENCIA DE LA PESCA DE SARDINA DURANTE 90 AÑOS Y PELIGRO DE SU CONTINUIDAD

Desde 1927 se captura sardina, por pesca artesanal con chinchorro y su talla media de reproducción. Se alerta uso desmedido de cercos de argolla para capturarla, arte considerado artesanal, pero es un *purse seine*, como en pesquerías industriales.

1. Pesca de sardina con chinchorro en proximidad de la costa

En Margarita, la pesca ocurre desde tiempos precolombinos, hacia 1495 para Santo Domingo se embarcan chinchorros (arte mediterráneo llamado jábega o barredera) comunes desde el siglo XVI (Marval y Cervigón, 2009); en 1873 faenaban 12 (Suárez y Bethencourt, 1994). Las islas de Nueva Esparta se localizan en centro de la surgencia, explicando abundancia de sardina, inicio de pesca y enlatado. Existen obras sobre pesquerías y embarcaciones (Méndez-Arocha, 1963; Cervigón, 1983; Iriarte, 1997). Por importancia de la pesca artesanal, sus comunidades, asentamientos y caladeros, tienen protección constitucional en Venezuela, que, con la crisis pesquera mundial, se valoriza apropiada para la sustentabilidad (Marval y Cervigón, 2009) y aconsejan propiciar pesquerías artesanales, para que la pesca sea sostenible (Pauly, 2019).

prevailed (Pinckney *et al.*, 2015), which were inadequate for the recruits. Strong upwellings favor larger phytoplankton, which is adequate for sardine (Gómez, 2015).

It is mentioned that sardine collapsed because, in the warmer months (September-October), the shoals come closer to the coast (< 10 km) and are easily captured, which results in overfishing (Mendoza, 2015; Rueda-Roa *et al.*, 2017). This may have occurred in Sucre, where ring fences (*purse seine*) were used. In Nueva Esparta, *chinchorros* are used for fishing up to 3 km off the coast. In 2003-2004, the highest captures were in June-July (Gómez, 2006, 2008), when there was an abundance of phytoplankton (density > 100 000 cells/ml), and the lowest in September-October (Cellamare and Gómez, 2007). Sardine has not collapsed, as indicated by fishing between 2006 and 2014 (Figure 4), given that a population fluctuation occurred due to the regime affecting filtering fish, which was verified by real collapses (Alheit *et al.*, 2009; Jiao, 2009; Deyle *et al.*, 2013; Kelly *et al.*, 2016).

FACTORS THAT ALLOWED THE PERMANENCE OF SARDINE FISHING FOR 90 YEARS AND THE DANGERS TO ITS CONTINUITY

Since 1927, sardines have been caught by means of artisanal fishing with *chinchorros* and at their mean reproduction size. There have been warnings about the excessive use of ring fences to capture it, a gear that is considered to be artisanal but is instead a *purse seine*, as is the case of industrial fisheries.

1. Sardine fishing with *chinchorros* near the coast

In Margarita, fishing has been carried out since pre-Columbian times. *Chinchorros*, a Mediterranean gear called seine or trawl [*jábega* or *barredera*], were shipped to Santo Domingo in 1495. These were common since the 16th century (Marval and Cervigón, 2009), and, as of 1873, 12 of them were in operation (Suárez and Bethencourt, 1994). The islands of Nueva Esparta are located at the center of the upwelling, which explains the abundance of sardine, a reason for the start of fishing and canning activities. There are works about fisheries and vessels (Méndez-Arocha, 1963; Cervigón, 1983; Iriarte, 1997). Given the importance of artisanal fishing, these communities, settlements, and fishing grounds are protected by the Constitution of Venezuela, which, in light of the global fishing crisis, gains value as they are appropriate for sustainability (Marval and Cervigón, 2009); encouraging artisanal fisheries is therefore advised for fishing to be sustainable (Pauly, 2019).

En Nueva Esparta, la sardina se captura únicamente con chinchorros (Méndez-Arocha, 1963; Iriarte, 1997; Gómez, 2006; Gómez *et al.*, 2008) la tracción fue manual, pero desde 1950 se utilizan motores. El arte tiene forma rectangular, consta de parte central (saco o copo) y dos laterales (mangas), su longitud supera 1000 m y altura 20-22 m. Desde 1990 faenan pescadores-buzos con equipo scuba para observar movimiento de cardúmenes e indicar operaciones para el lance y transporte del arte hacia la playa, para evitar obstáculos o reparar red. El record de captura en lance son 1655 ton a 300 m de la costa (Gómez y González, 2008).

Los pescadores ejercen pesca no agresiva, esperan que los cardúmenes se acerquen a la costa para encerrarlos con el chinchorro; si el cardumen transita por donde la profundidad supera 20 m, no pescan. El arte con la sardina viva se traslada hasta proximidad de la costa, donde se fondea (Figura 6); durante ~60 años el chinchorro fue el arte único. Se considera apropiado para la explotación porque realizada la captura, la sardina permanece viva para verificar talla por la autoridad, determinando si puede extraerse, en caso contrario se libera levando el chinchorro.

In Nueva Esparta, sardine is captured only with *chinchorros* (Méndez-Arocha, 1963; Iriarte, 1997; Gómez, 2006; Gómez *et al.*, 2008). Traction used to be manual, but motors have been used since 1950. The gear has a rectangular shape and consists of a central part (sack or codend) and two lateral ones (extension pieces). Its length is over 1000 m, and its height is 20-22 m. Since 1990, fishermen-divers are part of this operation, with scuba equipment to observe the movement of shoals and indicate operations for the setting and transport of the gear towards the beach in order to avoid obstacles or repair the net. The record capture in a set is 1655 ton at 300 m from the coast (Gómez and González, 2008).

The fishermen practice a non-aggressive type of fishing; they wait for the shoals to approach the coast in order to surround them with the *chinchorro*. If a shoal moves through an area that is over 20 m deep, they do not fish. The gears with the live sardines are transported to a place near the coast, where they are anchored (Figure 6). For around 60 years, *chinchorros* were the only gear in operation. They are considered to be appropriate for exploitation because, once the capture has taken place, sardines are kept alive in order for their size to be verified by the authorities, who determine if they can be extracted. Otherwise, the sardines are released by raising the *chinchorro*.



Figura 6. En isla Margarita cuando los cardúmenes de sardina se acercan a la costa, la capturan pescadores artesanales, permanece viva en el chinchorro, se verifica talla y se vende a fábricas enlatadoras, a embarcaciones pesqueras para carnada y en la playa a cavas refrigeradas.

Figure 6. In Margarita Island, when sardine shoals approach the coast, they are captured by artisanal fishers. They remain alive in the chinchorro, their size is verified, and they are sold to canning factories, to fishing boats for bait, and to refrigerated vehicles on the beach.

2. Talla media de reproducción de la sardina (< 17 cm LT)

Las autoridades pesqueras aceptan que la talla media de madurez son 20 cm (FAO, 1963; Guzmán *et al.*, 1998, 1999; Guzmán y Gómez, 2000; Freón y Mendoza, 2003; Mendialdúa, 2004; Gassman, 2005; Tagliafico, 2005). Por la crisis, aconsejaron veda y aumentar a 20 cm la talla de pesca (Tagliafico *et al.*, 2008; Gassman *et al.*, 2012a) que sería prohibir pescar la sardina, porque la talla de captura es menor de 20 cm (Gómez, 2018a). Varias investigaciones citaron menor talla de madurez (Haugen, 1969; Etchevers, 1974; Ramírez y Huq, 1986; Huq y Rodríguez, 1988) hasta estudio en Margarita, que la determina en < 17 cm (Kortnik, 2005; Kortnik y Posada, 2006) igual que en el Atlántico oriental (Quaatey y Maravelius, 1999; Gaamour *et al.*, 2004; Tsikliras y Antonopoulou, 2006; Mustac y Sinovcic, 2012), explicado por relación genética (De Donato *et al.*, 2005) y muestreo apropiado (Gómez, 2018a). En consecuencia, la talla mínima de captura debe ser 18 cm.

Si la talla media de reproducción de sardina no fuera < 17 cm hace años habría ocurrido la sobrepesca de reclutamiento, porque la talla de captura (19 cm) es inferior a la talla media de madurez aceptada ~20 cm. Luego de 90 años de explotación, todavía se pesca sardina porque se reproduce a menor longitud que la talla de captura (Gómez, 2018a). El insólito primer manejo (1973) permitió pescar sardinas juveniles (< 15 cm) durante 32 años, el recurso no se agotó por la captura con chinchorros. Si el arte de pesca hubiera sido el cerco de argolla, la sardina estuviera agotada, como se pronosticó (FAO, 1963).

3. La pesca intensiva con máquina de argolla (*purse seine*) causará el colapso de sardina

La sobrepesca industrial ocasionó agotamiento de sardinas en muchas partes, utilizando *purse seine* (Armstrong y Thomas, 1989; Armstrong *et al.*, 1989; Lluch-Belda *et al.*, 1989; Schwartzlosel *et al.*, 1999). Al finalizar la última guerra mundial, las capturas aumentaron hasta 1968, comenzando colapsos (Pauly, 2009) y poblaciones agotadas en 1980 (Schwartzlosel *et al.*, 1999). En Venezuela, la pesquería continuaba por no fomentarse la pesca industrial (Etchevers, 1974).

Hacia 1960, la industria conservera (12 fábricas) solicitó sugerencias para aumentar capturas, los expertos recomendaron usar *purse seine* con luces (Griffiths y Simpson, 1967) y pescar fuera de costa (Odegaard, 1971a, 1971b; Ginés, 1972; Etchevers, 1974; Trujillo, 1975a,

2. Mean reproduction size of sardine (< 17 cm LT)

Fishing authorities accepted that the mean maturity size is 20 cm (FAO, 1963; Guzmán *et al.*, 1998, 1999; Guzmán and Gómez, 2000; Freón and Mendoza, 2003; Mendialdúa, 2004; Gassman, 2005; Tagliafico, 2005). In light of the crisis, they suggested a ban and increasing the fishing size to 20 cm (Tagliafico *et al.*, 2008; Gassman *et al.*, 2012a), which would mean banning sardine fishing altogether, given that the capture size is lower than 20 cm (Gómez, 2018a). Several research works have cited a lower maturity size (Haugen, 1969; Etchevers, 1974; Ramírez and Huq, 1986; Huq and Rodríguez, 1988), including some studies in Margarita, which estimate it to be < 17 cm (Kortnik, 2005; Kortnik and Posada, 2006), as well as some in the Eastern Atlantic (Quaatey and Maravelius, 1999; Gaamour *et al.*, 2004; Tsikliras and Antonopoulou, 2006; Mustac and Sinovcic, 2012). This is explained by the genetic relationship (De Donato *et al.*, 2005), as well as by appropriate sampling (Gómez, 2018a). Consequently, the minimum capture size should be 18 cm.

If the mean reproduction size of sardine were not < 17 cm, an overfishing of the recruitment would have occurred years ago because the capture size (19 cm) is lower than the accepted mean maturity size (~20 cm). After 90 years of exploitation, sardine is still being fished because it breeds at a lower in length than the capture size (Gómez, 2018a). The unbelievable first handling (1973) allowed fishing juvenile sardines (< 15 cm) for 32 years. This resource was not depleted thanks to captures with *chinchorros*. If the fishing gear had been ring fences, sardine would have been depleted as predicted by the FAO (1963).

3. Intensive fishing with ring machines (*purse seine*) will cause a sardine collapse

Industrial overfishing caused the depletion of sardine in many places through the use of *purse seine* (Armstrong and Thomas, 1989; Armstrong *et al.*, 1989; Lluch-Belda *et al.*, 1989; Schwartzlosel *et al.*, 1999). By the end of the last world war, the captures increased until 1968, when the collapses began (Pauly, 2009), and populations were depleted in 1980 (Schwartzlosel *et al.*, 1999). In Venezuela, fishing continued, as industrial fishing was not encouraged (Etchevers, 1974).

Around 1960, the canning industry (12 factories) requested suggestions for increasing the captures. The experts recommended using *purse seine* with lights (Griffiths and Simpson, 1967) and fishing away from the coast (Odegaard, 1971a, 1971b; Ginés, 1972; Etchevers, 1974; Trujillo, 1975a, 1975b; Gerlotto and Elguezábal, 1986; Gerlotto and Ginés,

1975b; Gerlotto y Elguezábal, 1986; Gerlotto y Ginés, 1988). Se aseguraba existencia de biomasa subexplotada, reconocida por científicos, gobierno y empresarios, y recomiendan innovaciones (barcos cerqueros) ampliando explotación (Mendoza, 1996) hasta 250 000 ton/año (Mendoza y Guzmán, 2000).

En 1980, en Sucre comienza utilización de cercos (máquinas) con longitud hasta 1500 m (Novoa *et al.*, 1998). Arte altamente agresivo, considerado artesanal, pero son *purse seine* con longitud hasta 400 m y altura 40 m (Gaceta Oficial 40308/2013). Su actividad intensiva, cerca o lejos (> 60 km) de la costa, afecta negativamente al recurso porque llega al fondo en plataforma nororiental, como banco Los Testigos que tiene 37 m (Maloney, 1971). La sardina capturada muere en minutos, siendo posible que predominen juveniles que recién se incorporan al pélagos, que explotan activamente alimentándose por filtración (Gómez, 2015). Si en estas capturas prevalecen preadultos, su uso sería muy lesivo, porque evitar pescar juveniles es fundamental para la sostenibilidad del stock (Gómez y Pérez, 2021). Los cercos de argolla deben reglamentarse estrictamente, de ocurrir sobrepesca, la causara la pesca intensiva con este arte.

Hacia finales del siglo pasado, los medios informaron existencia de un millón de toneladas de sardina, habiendo excedentes. A su vez, en Brasil las capturas inferiores a 30 000 ton (Schwartzlosel *et al.*, 1999). Los industriales solicitaron tomar medidas en Sucre, donde autorizaron artes no tradicionales (máquinas o bolsos) utilizados intensivamente, con reducción de capturas y aumento del esfuerzo (Gastón, 2003). En 1996 eran 52 (Barrios *et al.*, 2010), en 2014 aumentaron a 100 (Gaceta Oficial 40573/2015) y 115 en 2017 (Gaceta Oficial 41295/2017), sin contabilizar 130 ilegales (González *et al.*, 2016); según pescadores faenan unos 400. De proseguir aumento y actividad intensiva de máquinas, está en riesgo la sustentabilidad del recurso y llegará el colapso real, que puede ser pronto, porque de España en 2021 arribó el primer barco industrial sardinero (Prensa MinPesca 19/05/2021).

En 2005 comenzó disminución de capturas sardineras, se presentó una fluctuación por cambio de régimen ecológico (Gómez, 2018b, 2019) como en otras especies filtradoras. Muchas veces se asocian con sobrepesca, no ocurrida en Margarita (Gómez, 2018a), además en lapso 2006-2013 se capturaron 373 645 ton (promedio 46 706 ton/año). Si las capturas no se recuperan, debe limitarse utilizar maquinas de argolla (*purse seines*).

1988). Thus, the existence of an underexploited biomass was ensured, which was recognized by scientists, the government, and businesspeople. Moreover, innovations (purse seiners) were recommended, thus expanding the exploitation (Mendoza, 1996) to 250 000 ton/year (Mendoza and Guzmán, 2000).

In 1980 in Sucre nets (machines) of up to 1500 m in length began to be utilized (Novoa *et al.*, 1998), a highly aggressive type of gear considered to be artisanal, albeit a purse seine of up to 400 and 40 m in length and height, respectively (Gaceta Oficial 40308/2013). Their intensive activity both away from and close to the coast (> 60 km) negatively affects the resource because they reach the bottom in the northwestern shelf, as is the case of Los Testigos bank, which is 37 m deep (Maloney, 1971). Captured sardines die in a matter of minutes, thus making it possible for juveniles to prevail, which have recently been incorporated to the pelagic area, which they actively exploit, feeding by filtration (Gómez, 2015). If pre-adults were predominant in these captures, their implementation would be of great harm, given that avoiding juvenile fishing is fundamental for stock sustainability (Gómez and Pérez, 2021). Ring fences must be strictly regulated; if there is any overfishing, it will be caused by intensive fishing with this gear.

Towards the end of the last century, the media informed of the existence of a million tons of sardine: a surplus. In turn, in Brazil, captures were lower than 30 000 ton (Schwartzlosel *et al.*, 1999). The industry requested that measures were taken in Sucre, where non-traditional gear (machines or sacks) were authorized and intensively utilized, with a reduction in the captures and an increase in the effort (Gastón, 2003). As of 1996, 52 gears were in operation (Barrios *et al.*, 2010). In 2014, they increased to 100 (Gaceta Oficial 40573/2015), as well as to 115 in 2017 (Gaceta Oficial 41295/2017), not accounting for 130 illegal gears (González *et al.*, 2016). According to the fishermen, around 400 gears are currently in operation. If this increase is sustained along with the intensive operation of machines, the sustainability of the resource will be compromised and the real collapse will come to be, which may be soon, as the first sardine industrial ship arrived from Spain in 2021 (Prensa MinPesca 19/05/2021).

In 2005, sardine captures started to decrease. There was a fluctuation due to changes in the ecological regime (Gómez, 2018b, 2019) as well as in other filtering species. These are many times associated with overfishing, which did not occur in Margarita (Gómez, 2018a). Moreover,

Hasta ahora, la pesca con chinchorros ha sido apropiada para la sostenibilidad de la sardina venezolana.

CONCLUSIONES

En 90 años de explotación de sardina se estima en 4 386 758 ton (promedio 48 742 ton/año) volumen modesto por estadísticas deficientes.

La pesca de sardina estuvo sin regulación durante 46 años. La primera ordenanza (1973) estableció en 15 cm (juveniles) la talla de captura, la cual estuvo vigente 32 años. La última ordenanza (2013) aumentó la talla de captura a 19 cm, pero pasados siete años no se recuperaron las capturas previas (2000-2004), siendo injustificado autorizar incremento de artes (faenaban 357 en 2017), pues, en crisis sardinera, es inexplicable el aumento de artes para pescar.

La continuidad de la pesca de *S. aurita* durante nueve décadas es explicada por la pesca artesanal con chinchorro y por su talla media de madurez (< 17 cm). La talla de captura debe ser 18 cm. La sardina fresca es la proteína animal más asequible a la población, con menores recursos. De no limitar uso intensivo de máquinas (*purse seines*) pelagra la sostenibilidad del recurso.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Teobaldo Castañeda M. (Museo Marino de Margarita) por informaciones de enlatadora C.A. Comercial Castañeda (luego El Faro) funcionando desde 1944 y otras fábricas. Artículo basado en conferencia VII Seminario Ciencias del Mar en Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, 2019). Gracias al editor encargado y evaluadores por valiosas sugerencias.

between 2006 and 2013, 373 645 ton (46 706 ton/year) were captured. If the captures are not recovered, the use of ring machines (purse seines) must be limited. So far, fishing with *chinchorros* has proven to be appropriate for the sustainability of Venezuelan sardine.

CONCLUSIONS

In 90 years of sardine exploitation, the total captures are estimated to be 4 386 758 ton (48 742 ton/year), a modest volume due to deficient statistics.

Sardine fishing was unregulated for 46 years. The first ordinance (1973) set the capture size at 15 cm (juveniles), which was valid for 32 years. The last ordinance (2013) increased the capture size to 19 cm. However, after seven years, the previous captures (2000-2004) were not recovered, thus rendering the authorization of an increase in gears unjustified (357 were in operation in 2017).

The nine-decade continuity of *S. aurita* fishing is explained by artisanal fishing with *chinchorros*, as well as by the mean maturity size (< 17 cm). The capture size should be 18 cm. Fresh sardine is the most affordable animal protein for the low-income population. If the intensive use of machines (purse seines) is not limited, the sustainability of the resource is in danger.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Eng. Teobaldo Castañeda M. (Museo Marino de Margarita) for the information on the C.A. Comercial Castañeda (later called El Faro) cannery, which has been in operation since 1944, as well as for that of other factories. This article was based on a conference presentation at the VII Seminar on Sea Sciences (*VII Seminario Ciencias del Mar*) at Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, 2019). Thanks to the acting editor and the reviewers for their valuable suggestions.



BIBLIOGRAFÍA/LITERATURE CITED

- Alheit, J. 1993. Use of the daily egg production method for estimating biomass of clupeoid fishes: a review and evaluation. *Bull. Mar. Sci.*, 53: 750-767.
- Alheit, J., C. Roy and S. Kifani. 2009. Decadal-scale variability in populations: 64-87. In: Checkley, D., J. Alheit, Y. Oozeki and C. Roy (Eds.). *Climate change and small pelagic fish*. Cambridge University Press, Cambridge. 392 p.
- Armstrong, M. and R. Thomas 1989. Clupeoids: 105-121. In: Payne, A. and R. Crawford (Eds.) *Oceans of life off southern Africa*. Vlacberg, Cape Town. 380 p.
- Armstrong, M., B. Roel and R. Prosch. 1989. Long-term trends in patterns of maturity in the southern Benguela pilchard populations. evidence for density-dependence. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 8: 91-101.
- 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: 457-466.
- Baumgartner, T., A. Soutar and V. Ferreira-Bartrina. 1992. Reconstruction of the history of Pacific sardine and northern anchovy populations over the past 2 millennia from sets of the Santa-Barbara Basin, California. *CalCOFI Rep.*, 33: 24-40.
- Bernal M., D. Borchers, L. Valdés, A. Lagoelanzos and S. Buckland. 2011. A new ageing method for eggs of fish species with daily spawning synchronicity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 2330-2340.
- Cárdenas, J. 2000. Porque es insoslayable acometer la evaluación cuantitativa continua de la *Sardinella aurita*, principal recurso pesquero pelágico de Venezuela: 151-156. Memoria-taller: Evaluación, tecnología e industrialización de pequeños pelágicos. Univ. Central Venezuela, Inst. Cienc. Tecn. Alimentos, Cumaná. 168 p.
- 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.
- Castellanos, P., R. Varela y F. Müller-Karger. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 164: 55-76.
- Cellamare, M. y A. Gómez. 2007. Alimentación de la sardina *Sardinella aurita* (Clupeidae) en el sureste de la isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Ven.*, 46: 23-36.
- Cervigón, F. 1983. *La carpintería de barcos en la isla de Margarita*. Ed. Arte, Caracas. 110 p.
- Checkley, D., R. Asch and R. Rykaczewski. 2017. Climate, anchovy, and sardine. *An. Rev. Mar. Sci.*, 9: 469-493.
- Christensen, V., M. Coll, C. Pirodi, J. Steebeck, J. Buszowski and D. Pauly. 2014. A century of fish biomass decline in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 512: 155-166.
- De Donato, M., I. Limbella, I. Ramírez and B. Marín. 2005. Low genetic differentiation among sardine populations *Sardinella aurita* from eastern Venezuela. *Cienc. Mar.*, 31: 529-535.
- Deyle, E., M. Fogarty, C. Hsieh, L. Kaufman, A. Maccall, S. Munch, C. Perreti, H. Ye and G. Sugihara. 2013. Predicting climate effects on Pacific sardine. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.*, 110: 6430-6435.
- Essington, T., P. Moriarty, H. Froehlich, E. Hodgson, L. Koehn, K. Oken, M. Siple and C. Stawitz. 2015. Fishing amplifies forage fish population collapses. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 112: 6648-6652.
- 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, 82 p.
- FAO. 1963. Development of the marine fisheries research program. *Rep. Govern. Ven. Progr. Techn. Assist.* 1606, 61 p.
- FAO. 1979. Políticas de desarrollo pesquero: 54-56. *FAO Ven/78/006. Inf. Técn. Min. Agric. Cría, Venezuela*. 78 p.
- FAO. 1994. Review of the state of world marine fishery resources. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 335, 136 p.
- FAO. 2020. *FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2018*. Rome. 110 p.
- Freón, P. y J. Mendoza. 2003. La sardina, su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela. Síntesis: 25-165. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.). *La sardina (Sardinella aurita): su medio ambiente y explotación en oriente de Venezuela*. IRD Editions, París. 549 p.
- Freón, P., M. El Khattabi, J. Mendoza and R. Guzmán. 1997. Unexpected reproductive strategy of *Sardinella aurita* off the coast of Venezuela. *Mar. Biol.*, 128: 363-372.
- Freón P., M. El Khattabi, J. Mendoza y R. Guzmán. 2003a. Una estrategia reproductiva inesperada: el caso de *Sardinella aurita* de las costas de Venezuela y sus relaciones con la surgencia costera: 357-399. 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., R. Guzmán y R. Aparicio. 2003b. Relaciones entre capturas, esfuerzo pesquero y surgencia costera en la pesquería de sardina del oriente de Venezuela: 451-471. 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.
- Froese, R. and D. Pauly. 2020. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (12/2020).
- Gaamour, A., L. Ben Abdallah, S. Khemiri and S. Mili. 2004. Etudes de la biologie et de l'exploitation des petites pelagiques en Tunisie. *MedSudMed Techn. Doc.*, 5: 48-66.

- García, S. 2000. The FAO definition of sustainable development and the Code of Conduct for Responsible Fisheries: an analysis of the related principles, criteria and indicators. *Mar. Fresh. Res.*, 51: 535-541.
- 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. Tesis Grado, Univ. Oriente, Boca del Río. 47 p.
- Gassman, J., N. Eslava, W. González y N. Aguado. 2012a. Indicadores reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* (Clupeiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Cent. Invest. Biol. Univ. Zulia*, 46: 121-136.
- Gassman J., A. López, A. Achury, J. Barrios, A. Cárdenas, H. Díaz, L. Hernández, L. González y J. Mendoza. 2012b. Seguimiento de la pesca de la sardina (*Sardinella aurita*) como recurso de interés estratégico: cuantificación de la biomasa mediante prospección acústica (Proyecto INPA 045): 148. En: III Congr. Ven. Divers. Biol., San Carlos, Venezuela.
- Gastón, F. 2000. Inconvenientes para la adecuada comercialización de la sardina en Venezuela: 83-93. Memoria-Taller: Evaluación, tecnología e industrialización de pequeños pelágicos. Univ. Centr. Ven., Inst. Cienc. Tecnol. Alimentos. Cumaná. 168 p.
- Gastón, F. 2003. Propuestas para el desarrollo integral del sector sardinero venezolano. *Inf. Técn. Cavenpesca*, Inst. Nal. Pesca Acuicult. (Inapesca). Caracas. 28 p.
- Gerlotto, F. and X. Elguézabal. 1986. Evaluation des ressources halieutiques du plateau continental Vénézuélien par eco-integration: resultats preliminaires. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 36: 67-76.
- Gerlotto, F. y H. Ginés. 1988. Diez años de ecointegración en EDIMAR referida a la sardina del oriente venezolano (*Sardinella aurita*). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, Suppl. 3(47): 311-324.
- Gheno, Y. and F. Poinard. 1968. Observations sur les jeunes sardinelles de la Baie de Pointe-Noire (Congo). *Cah. ORSTOM. Sér. Oceanogr.*, 6: 53-68.
- Ginés, H. 1972. La carta pesquera de Venezuela. *Fund. La Salle Cienc. Nat.*, Caracas. 328 p.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21(3): 140-146.
- Gómez, A. 2001. Recursos pesqueros: Caribe. *Invest. Cienc.*, 301: 36-38.
- Gómez, A. 2006. 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. Tecnol., Caracas. 648 p.
- Gómez, A. 2007. Producción primaria al sureste de la isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Ven.*, 46: 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. Ven.*, 54: 95-108.
- Gómez, A. 2016. Densidad de huevos de sardina *Sardinella aurita*, abundancia de zooplancton e hidrografía en la península de Araya y sur de isla Margarita, Venezuela. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 45: 57-72.
- Gómez, A. 2018a. Análisis del manejo de la crisis de sardina *Sardinella aurita* en Venezuela y comentario sobre artes de pesca y estadística. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 47: 85-106.
- Gómez, A. 2018b. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: posible causa un cambio de régimen. *Bol. Inst. Oceanogr. Ven.*, 57: 70-82.
- Gómez, A. 2019. Variación a largo término (2002-2016) en la densidad y composición del mesozooplancton indica cambio de régimen en isla Margarita (Venezuela). *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 48: 65-87.
- Gómez, A. y J. Pérez. 2021. La sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847. Ciclo de vida en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Ven.*, 60: 32-56.
- Gómez, A. y A. Acero P. 2020. Comparación de las surgencias de la Guajira colombiana y del oriente venezolano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 49: 131-172.
- 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: 185-203.
- Gómez, A. y W. González. 2008. Captura récord 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: 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: 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: 25-36.
- Gómez, A., E. Mata y A. Barceló. 2016. Ecología costera al sureste de isla Margarita, Venezuela (abril 2012–mayo 2014). *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 45: 269-288.
- González, L., J. Euán, N. Eslava y J. Suniaga. 2007. La pesca de sardina, *Sardinella aurita* (Teleostei: Clupeidae) asociada con la variabilidad ambiental del ecosistema de surgencia costera de Nueva Esparta, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 55: 279-286.
- González, W., N. Eslava, L. Troccoli y F. Guevara. 2016. Análisis de la pesquería artesanal de sardina (*Sardinella aurita*) en Venezuela. *Tecnocienc. Chihuahua*, 10: 81-89.
- Griffiths, R. and J. Simpson. 1967. The present status of the sardine and tuna fisheries of Venezuela. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 20:159-177.
- Guzmán, R. 2000. La pesquería de sardineras en el nororiente de Venezuela; seguimiento y evolución: 26-32. Memoria-Taller: Evaluación, tecnología e industrialización de pequeños pelágicos. Univ. Centr. Ven., Inst. Cienc. Tecnol. Alimentos. Cumaná. 168 p.
- Guzmán, R. y G. Gómez. 2000. Crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de *Sardinella aurita* en nororiente de Venezuela. *Zootecn. Trop.*, 18: 129-144.



- Guzmán, R., G. Gómez y M. Penott. 1998. Aspectos biológicos y pesquería de la sardina (*Sardinella aurita*) en golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecn. Trop.*, 16: 149-162.
- Guzmán, R., G. Gómez, M. Penott y G. Vizcaino. 1999. Estructura de tallas y reproducción de la sardina *Sardinella aurita* en el nororiente de Venezuela. *Zootecn. Trop.*, 17: 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. 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.
- Hill, K., P. Crone, N. Lo, E. Dorval and B. Macewicz. 2015. Assessment of the Pacific sardine resource in 2015 for U.S. management 2015-16. *Pac. Fish. Manag. Council., Briefing Book, Agenda Item G.1.a.* 168 p. <http://doi.org/10.7289/V5/TM-SWFSC-546>
- Huq, M. 2003. Estado del conocimiento biológico pesquero de la sardina (*Sardinella aurita*, Valenciennes 1847) en el oriente de Venezuela: 331-356. 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.
- Hutchings, J. 2000. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature* (406): 882-885.
- Iriarte, L. 1997. Embarcaciones, artes y métodos de pesca del estado Nueva Esparta. *Fund. La Salle Cienc. Nat. Monogr.*, 42. 349 p.
- Jiao, Y. 2009. Regime shift in marine ecosystems and implications for fisheries management, a review. *Rev. Fish Biol. Fish.* 19: 177-191.
- Kelly, P., L. Clementson, C. Davies, S. Corney and K. Swadling. 2016. Zooplankton responses to increasing sea surface temperatures in southeastern Australia global marine hotspot. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 180: 242-257.
- Kortnik, J. 2005. Biología reproductiva de la sardina *Sardinella aurita*, en la zona oriental del Edo. Nueva Esparta. Tesis Grado, Univ. Simón Bolívar, Sartenejas, Venezuela. 88 p.
- Kortnik, J. y J. Posada. 2006. Biología reproductiva de la sardina *Sardinella aurita*: 530-611. En: Gómez, A. (Ed.) *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. Tecnol., Caracas. 648 p.
- Lluch-Belda, D., R. Crawford, T. Kawasaki, A. McCall, R. Parrish, R. Schwartzlose and P. Smith. 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 8: 195-205.
- López, H. 1972. Distribución y abundancia estimada de huevos de la sardina (*Sardinella anchovia*) en la región oriental de Venezuela, 1968-1969. *Min. Agricultura Cría Proy. Invest- Desarr. Pesq. MAC-PNUD-FAO. Inf. Técn.*, 46: 1-28.
- Maloney, N. 1971. Continental margin off central Venezuela. *Colloquium on resources of the Caribbean Sea and adjacent areas*: 262-266. UNESCO, París.
- Martín, F. y G. González. 1960. Observaciones y notas sobre la explotación de la sardina *Clupanodon pseudohispanicus* (Poey) en Venezuela. *Proc. World Meet. Biol. Sardines Rel. Spec.*, Rome, 3: 855-876.
- Marval, J. y F. Cervigón. 2009. Actividad pesquera en el estado Nueva Esparta. *Fund. Mus. Mar. Fudeci Acad. Cienc. Fis., Mat. Nat. Edit. Ex Libris, Caracas*. 123 p.
- Méndez-Arocha, A. 1963. La pesca en Margarita. *Fund. La Salle Cienc. Nat. Monogr.*, 7, 268 p.
- Mendialdúa, J. 2004. Aspectos reproductivos de la sardina (*Sardinella aurita*) del sureste de isla Margarita. Tesis Grado, Univ. Oriente, Boca del Rio, Venezuela. 37 p.
- Mendoza, J. 1996. Interacciones tróficas, dinámica poblacional y socio-economía de la explotación de la sardina (*Sardinella aurita*) en el oriente de Venezuela. Trabajo Ascenso Profesor Asociado Univ. Oriente, Inst. Oceanogr. Ven., Cumaná. 126 p.
- Mendoza, J. 2015. Rise and fall of Venezuela industrial and artisanal marine fisheries: 1950-2010. *Fish. Centre. Univ. British Columbia. Working Paper Ser. #2015-27*, 15 p.
- Mendoza, J. y R. Guzmán 2000. Evaluación del recurso sardina en el nororiente de Venezuela: situación actual: 16-25. En: *Memorias Taller: Evaluación, tecnología e industrialización de pequeños pelágicos*. Univ. Central Ven., Inst. Cienc. Tecnol. Alimentos. Cumaná. 168 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. En: Freón, P. y J. Mendoza (Eds.) *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en oriente de Venezuela*. IRD Editions, París. 549 p.
- Mustac, B. and G. Sinovicic. 2012. Reproductive cycle of gilt sardine, *Sardinella aurita*, Valenciennes 1847, in the eastern middle Adriatic Sea. *J. Appl. Ichthyol.*, 28: 46-50.
- Nascimento, U. y B. Rojas. 1971. Aspectos económicos de la industria conservera, harinera y camaronesa de Venezuela. *Min. Agricult. Cría Proy. Invest. Desarr. Pesq. MAC-PNUD-FAO. Inf. Técn.*, 20: 1-52.
- Novoa, D., J. Mendoza, L. Marcano y J. Cárdenas. 1998. El atlas pesquero marítimo de Venezuela. MAC-SARPA VECEP, Caracas. 197 p.
- Odegaard, J. 1971a. Prospecciones hidroacústicas en el oriente de Venezuela desde enero hasta abril de 1971. *Min. Agricult. Cría Proy. Invest. Desarr. Pesq. MAC-PNUD-FAO. Inf. Técn.*, 32: 1-23.
- Odegaard, J. 1971b. Prospecciones hidroacústicas en el oriente de Venezuela desde mayo hasta agosto de 1971. *Min. Agricult. Cría Proy. Invest. Desarr. Pesq. MAC-PNUD-FAO. Inf. Técn.*, 33: 1-31.

- Pauly, D. 2009. Beyond duplicity and ignorance in global fisheries. *Scien. Mar.*, 73(2): 215-224.
- Pauly, D. 2019. Vanishing fish. Shifting baselines and the future of global fisheries. Greystone Books. Berkeley, USA. 304 p.
- Pauly, D. and D. Zeller. 2017. Comments on FAO's State of World Fisheries and Aquaculture. *Mar. Pol.*, 77: 176-181.
- Pinckney, J., C. Benítez, R. Thunell, F. Müller, L. Lorenzoni, L. Troccoli and R. Varela. 2015. Phytoplankton community structure and depth distribution changes in the Cariaco Basin between 1996 and 2010. *Deep-Sea Res. Part I*, 101: 27-37.
- Popovici, Z. 1964. Remarks on the Peruvian anchoveta fishery. Doc. 8, Mar. Res. Comm. Minutes of 6 March 1964. State CA Mar. Res. Comm., Sacramento.
- 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: 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: 3-21.
- Rueda-Roa, D., J. Mendoza, F. Müller-Karger, J. Cárdenas, A. Achury and Y. Astor. 2017. Spatial variability of Spanish sardine (*Sardinella aurita*) abundance as related to the upwelling cycle off the southeastern Caribbean Sea. *PLoS ONE* 12(6): e0179984.
- Rydzewski, R. and D. Checkley. 2008. Influence of ocean winds on the pelagic ecosystems in upwelling region. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.*, 105: 1960-1970.
- Schwartzlose, R., J. Alheit, A. Bakun, T. Baumgartner, R. Cloete, J. Crawford, W. Fletcher, Y. Green-Ruiz, E. Hagen, T. Kawasaki, D. Lluch-Belda, S. Hluch-Cota, A. McCall, Y. Matsuura, M. Nevárez-Martínez, R. Parrish, E. Roy, R. Serra, K. Shust, M. Ward and J. Zuzunaga. 1999. Worldwide large-scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 21: 289-347.
- Simpson, J. 1963. Report to the Venezuelan government on the development of the Marine Fisheries Research Program. FAO E.P.T.A. Report 1606, 61 p.
- Simpson, J. and G. González. 1967. Some aspects of the early life history and environment of the sardine, *Sardinella anchovia*, in eastern Venezuela. *Min. Agricult. Cría, Ser. Rec. Explot. Pesq.*, 1: 37-84.
- Simpson, J. y R. Griffiths. 1967. Los recursos pesqueros de Venezuela y su explotación. *Min. Agricult. Cría. Ser. Rec. Explot. Pesq.*, 1: 171-206.
- Somarakis S., K. Ganas, G. Tserpes and C. Koutsikopoulos. 2004. On gonadal allometry and the use of the gonosomatic index: a case study in the Mediterranean sardine, *Sardina pilchardus*. *Mar. Biol.*, 146:181-189.
- 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.
- Suárez, M. y C. Bethencourt. 1994. La pesca artesanal en la costa Caribe de Venezuela. *Fund. Bigott, Caracas*. 270 p.
- Tagliafico, A. 2005. Parámetros de crecimiento y reproductivos de la sardina (*Sardinella aurita*) en el eje Pampatar – La Isleta, isla de Margarita, Venezuela. Tesis Grado, Univ. Oriente, Boca del Rio, 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: 45-54.
- Tornes, E., P. George y D. Sánchez. 1971. Variación en el contenido de grasa y sólidos no grasos en cuatro especies de importancia industrial en Venezuela. *Min. Agricult. Proy. Invest. Desarr. Pesq. PNUD-FAO Venezuela. Inf. Téc.*, 35, 30 p.
- Trujillo, H. 1975a. Algunos resultados de las prospecciones aéreas en el oriente venezolano realizadas durante enero-noviembre, 1975. *Mem. II Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol. Univ. Oriente, Cumaná (24-28 nov. 1975)*, 1: 193-216.
- Trujillo, H. 1975b. Sistema de evaluación del recurso sardinero en el oriente venezolano. *Mem. II Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol. Univ. Oriente, Cumaná (24-28 nov. 1975)*, 2: 43-51.
- Trujillo, H. 1977. Factores que limitan el empleo de la estadística pesquera oficial en la evaluación del stock de sardina *Sardinella anchovia*. *Min. Agricult. Cría Proy. Invest. Desarr. Pesq. MAC-PNUD-FAO. Inf. Téc.*, 73: 1-43.
- Trujillo, H. 1980. Fluctuaciones de la velocidad y dirección de los vientos y su relación con las variaciones mensuales de la captura y producción potencial de sardina (*Sardinella anchovia*). *Min. Agricult. Cría Ven. Inf. Téc.*, 77: 1-26.
- Tsikliras, A. and E. Antenopoulou. 2006. Reproductive biology of round sardinella *Sardinella aurita* in the northeastern Mediterranean. *Scient. Mar.*, 70: 281-290.
- Ueber, E. and A. MacCall. 1992. The rise and fall of the California sardine empire. Link: <https://swfsc.noaa.gov/publications/CR/1992/92104.PDF>
- Whitehead, P. 1973. The clupeoid fishes of the Guianas. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool). Suppl.*, 5: 1-227.

RECIBIDO/RECEIVED: 25/09/2020

ACEPTADO/ACCEPTED: 09/09/2021