

**ACTIVIDAD DE LA FLOTA ATUNERA MEXICANA DE CERCO
Y EL COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO
DEL ATUN ALETA AMARILLA**

**ACTIVITY OF THE MEXICAN PURSE SEINE FLEET
AND THE FEEDING HABITS OF
YELLOWFIN TUNA**

Sofía Ortega-García^{1*}
Felipe Galván-Magaña^{1*}
Joaquín Arvizu-Martínez²

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
Apartado Postal 592
La Paz, Baja California Sur, México

² Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S. A.C.
Apartado Postal 128
La Paz, Baja California Sur, México

Recibido en septiembre de 1990; aceptado en mayo de 1991

RESUMEN

Se presentan los resultados del análisis de la información procedente de las bitácoras de la flota atunera mexicana de cerco, misma que se analizó independientemente del tamaño de las embarcaciones y áreas de operación. El trabajo incluye las horas en las que se inician los lances de pesca de la flota, la relación que existe entre el número de lances y la hora en la que se realizaron éstos, así como su variación mensual durante 1985. La información anterior se compara con el grado de repleción gástrica de los estómagos de los atunes. Se encontró que los lances de atún aleta amarilla se realizaron casi en su totalidad durante las horas diurnas y se observa la presencia de dos modas en la mayoría de los meses analizados; la primera ocurre en el transcurso de la mañana y la otra por la tarde. El mínimo de lances se presenta por lo general entre las 11:00 y las 13:00 horas, excepto en el mes de mayo donde el mínimo se presentó de las 13:00 a las 14:00 horas. A lo largo del día se observan diferentes grados de repleción gástrica; sin embargo, de las 12:00 a las 14:00 horas el grado de llenado de los estómagos es mínimo, lo que quizá obliga al atún a buscar su alimento en aguas más profundas, ya que en estas horas la penetración de luz es mayor, al igual que el descenso de las presas, lo que disminuye la vulnerabilidad del atún aleta amarilla para la flota cerquera. Este suceso podría explicar porqué es menor el número de lances a esta hora del día. Las presas más importantes fueron: la langostilla (*Pleuroncodes planipes*), los cefalópodos (*Argonauta* sp., *Dosidicus gigas*, *Symplectoteuthis ovalaniensis* y *Onychoteuthis banksii*), y la macarela (*Scomber japonicus*).

ABSTRACT

Results of the analysis of information taken from fishing logbooks and samples obtained from the Mexican purse seine fleet are presented. This information was analyzed independently of the size of the ships and areas of operation. The study includes the time of beginning of sets and the time they were made, the relationship between the number of sets and the time they were

*Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del I.P.N.

made and the monthly variation in 1985. A comparison is made between this information and food volume of yellowfin tuna. It was found that the sets of yellowfin were made almost entirely during daylight hours as observed from the two modal intervals in nearly all the months analyzed; the first one occurs during the morning and the second one during the afternoon. The minimum of sets was registered between 11:00-13:00 hours; only in one case out of the 12 analyzed did the minimum occur between 13:00-14:00 hours (May). Various degrees of gastric depletion were observed throughout the day. However, at 13:00 and 14:00 hours the stomachs were nearly empty, forcing the tuna to look for food in deeper waters, because at this time of day light penetration is maximal, thus leading to a descent of the prey and lowering the vulnerability of the tuna to the fishing fleet. This, in turn, could account for the lesser number of sets at this hour of the day. The most important preys were: red crab (*Pleuroncodes planipes*), cephalopods *Argonauta* sp., *Dosidicus gigas*, *Symplectoteuthis ovalaniensis* and *Onychoteuthis banksii*) and the Pacific mackerel (*Scomber japonicus*).

INTRODUCCION

En el Océano Pacífico oriental, el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares* Bonaterre, 1788) se distribuye desde Punta Concepción California, hasta el norte de Chile y cerca de las islas oceánicas en donde están incluidas las rocas Alijos, Archipiélago Revillagigedo, Isla Clipperton, Islas Galápagos e Isla Cocos. Los cardúmenes de esta especie generalmente se agrupan por tallas y frecuentemente se encuentran asociados con diversas especies de delfines (*Stenella attenuata*, *S. longirostris*, *S. coeruleoalba* y *Delphinus delphis*) o bien con barrilete (*Katsuwonus pelamis*) (Cole, 1980).

Las capturas de la flota atunera mexicana se realizan en promedio en un 93% sobre atún aleta amarilla y en un 6% sobre barrilete, incluyendo los lances efectuados sobre cardúmenes mixtos de aleta amarilla-barrilete (Ortega-García, 1989).

Los estudios conocidos sobre la alimentación del atún aleta amarilla están enfocados principalmente a conocer el volumen y las especies presa que le sirven de alimento (Walford, 1937; Juhl, 1955; Alverson, 1963; Galván-Magaña, 1989, entre otros). Los resultados coinciden en que esta especie se alimenta de cefalópodos, crustáceos y peces, variando en porcentaje de volumen con respecto al área de distribución del atún aleta amarilla.

No obstante, se desconocen las variaciones en la actividad alimenticia que presenta esta especie durante el día, las cuales podrían ser similares a las encontradas por Yuen (1959), Waldron y King (1963) y Nakamura (1965) para el barrilete, al considerar la asociación que existe entre estas dos especies.

INTRODUCTION

In the eastern Pacific Ocean, the yellowfin tuna (*Thunnus albacares* Bonaterre, 1788) is distributed from Point Conception, California, to northern Chile and near the oceanic islands which include the Alijos Rocks, Revillagigedo Archipelago, Clipperton Island, Galapagos Islands and Cocos Island. The schools of this species are generally grouped by sizes and are frequently found associated with various species of dolphins (*Stenella attenuata*, *S. longirostris*, *S. coeruleoalba* and *Delphinus delphis*) or with skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) (Cole, 1980).

On average, 93% of the catches of the Mexican tuna fleet are carried out on yellowfin and 6% on skipjack, including the sets made on mixed schools of yellowfin-skipjack tuna (Ortega-García, 1989).

Studies on the feeding habits of yellowfin tuna mainly deal with the volume and species that serve as food (Walford, 1937; Juhl, 1955; Alverson, 1963; Galván-Magaña, 1989, among others). The results coincide in that this species feeds on cephalopods, crustaceans and fish, varying in percentage of volume with respect to the area of distribution of the yellowfin tuna.

However, the diurnal variations in the feeding habits of this species are not known. These could be similar to those found by Yuen (1959), Waldron and King (1963) and Nakamura (1965) for skipjack tuna, considering the association that exists between these two species.

MATERIALS AND METHODS

The information analyzed was taken from fishing logbooks of the Mexican

MATERIALES Y METODOS

La información analizada proviene de las bitácoras de pesca de la flota atunera mexicana de cerco que operó durante 1985 en el Océano Pacífico oriental, con un total de 6,322 lances (Fig. 1). Los datos se procesaron independientemente del tamaño de los barcos y áreas de operación. Se determinó el número de lances efectuados a lo largo de las horas del día, así como su variación mensual durante este año.

Para el análisis del volumen y contenido estomacal se obtuvieron muestras de lances realizados dentro de la Zona Económica Exclusiva Mexicana (Fig. 2a), con un total de 402 estómagos de atún aleta amarilla con longitudes que varían de 545 a 1,320 mm. Los peces se colectaron en las plantas procesadoras de atún en los puertos de Ensenada, B.C., Adolfo López Mateos, San Carlos, La Paz, B.C.S., y Mazatlán, Sinaloa, mismos que fueron analizados en el laboratorio para la identificación de las especies presa.

La repleción gástrica fue medida y representada en valores porcentuales de llenado en intervalos de una hora (100%, 75%, 50%, 25%, 12.5% y 0%); asimismo, se aplicó el método volumétrico propuesto por Lagler (1952) para conocer el volumen de cada estómago.

RESULTADOS

Del total de lances analizados, el 78% fueron exitosos, es decir en los que se obtuvo captura, de los cuales el 94% fueron de atún aleta amarilla, el 2.4% de barrilete, el 2.8% de lances sobre cardúmenes mixtos y el porcentaje restante sobre otras especies de túnidos.

Al considerar el número de lances efectuados durante las 24 horas del día, se encontró que la mayoría de ellos (98%) fueron realizados durante las horas diurnas. En la Figura 3 se observa la presencia de dos modas durante los meses de mayo a diciembre. La primera moda ocurre en el transcurso de la mañana (de las 7:00 a las 10:00 horas) y la segunda durante la tarde (de las 13:00 a las 16:00 horas), con un mínimo entre las dos modas, generalmente de las 11:00 a las 13:00 horas excepto en el mes de mayo, en donde el mínimo se presentó de las 13:00 a las 14:00 horas.

purse seine fleet that operated in the eastern Pacific Ocean in 1985, for a total of 6,322 sets (Fig. 1). The data were processed independently of the size of the ships and areas of operation. The number of sets made throughout the day as well as the monthly variation during 1985 was determined.

For the analysis of the volume and stomach content, samples of sets made in the Zona Económica Exclusiva Mexicana (Fig. 2a) were obtained, with a total of 402 stomachs of yellowfin tuna with lengths between 545 and 1,320 mm. The fish were collected from tuna processing plants in the ports of Ensenada, B.C., Adolfo López Mateos, San Carlos, La Paz, B.C.S., and Mazatlán, Sinaloa. They were analyzed in the laboratory for the identification of the prey species.

Gastric repletion was measured and represented as percentage values at hourly intervals (100%, 75%, 50%, 25%, 12.5% and 0%). Likewise, the volumetric method proposed by Lagler (1952) was applied in order to determine the volume of each stomach.

RESULTS

Of the total of sets analyzed, 78% were successful (i.e. catch was obtained), of which 94% were of yellowfin, 2.4% skipjack, 2.8% mixed schools and the remaining percentage other tuna species.

Considering the number of sets made during the 24 hours of the day, it was found that most (98%) were carried out during daylight hours. The presence of two modes from May to December can be seen in Figure 3. The first mode occurs in the morning (from 7:00 to 10:00 hours) and the second in the afternoon (from 13:00 to 16:00 hours) with a minimum between both modes generally from 11:00 to 13:00 hours, except in May when the minimum occurred from 13:00 to 14:00 hours.

With respect to gastric repletion, different percentages are found throughout the day. However, it is minimum from 12:00 to 14:00 hours (Fig. 4) and maximum from 10:00 to 11:00, at 15:00 and at 17:00 hours.

On estimating the average volume of the stomachs (Fig. 2b), a similar behaviour was observed: a minimum volume at 12:00 and 14:00 hours and maxima at 7:00 and 15:00 hours.

Regarding the species identified (Table 1), 23 species were recorded in the mouth of

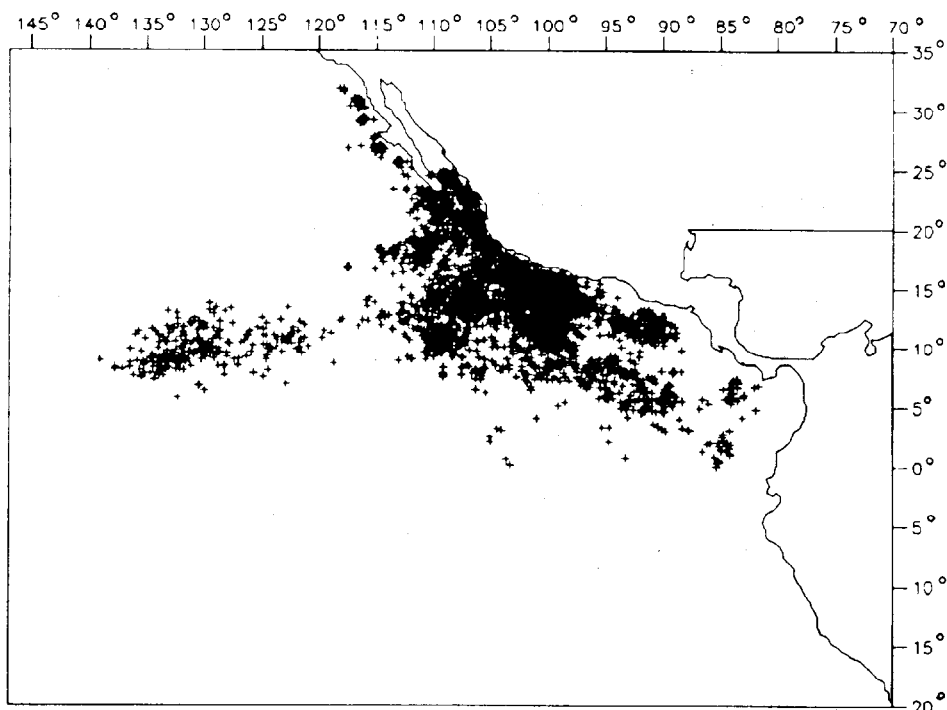


Figura 1. Distribución de lances de la flota atunera mexicana de cerco durante 1985.
Figure 1. Distribution of the sets made by the Mexican purse seine fleet in 1985.

Con respecto a la repleción gástrica, se observan diferentes porcentajes de llenado a lo largo del día; sin embargo, de las 12:00 a las 14:00 horas es mínimo (Fig. 4), mientras que las horas en las cuales la repleción es mayor, sucede de las 10:00 a las 11:00, a las 15:00 y a las 17:00 horas.

Al estimar el volumen promedio de los estómagos (Fig. 2b), se observó un comportamiento similar, un volumen mínimo a las 12:00 y 14:00 horas con máximos a las 7:00 y 15:00 horas.

Con respecto a las especies identificadas (Tabla 1), se encontró que en la boca del Golfo de California se registraron 23 especies, 19 en el Archipiélago Revillagigedo y en las aguas al sur de Guerrero, 15 especies. Sin embargo, las especies predominantes por área son diferentes, si se considera el porcentaje de frecuencia con que ocurren; así se tiene que en la boca del Golfo de California, las especies más importantes fueron: *Pleuroncodes planipes*, *Argonauta* sp., *Dosidicus gigas* y

the Gulf of California, 19 in the Revillagigedo Archipelago and 15 in the waters to the south of Guerrero. However, the predominant species per area are different if the percentage of frequency with which they occur is considered. In the mouth of the Gulf of California the most important species were *Pleuroncodes planipes*, *Argonauta* sp., *Dosidicus gigas* and *Scomber japonicus*. In the Revillagigedo Archipelago the dominant species were *Dosidicus gigas*, *Pleuroncodes planipes*, *Symplectoteuthis ovalaniensis* and flying fishes (Family Exocoetidae). To the south of Guerrero the dominant species were *Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii* and flying fishes.

DISCUSSION

According to the results obtained, the activity of the Mexican purse seine fleet seems to be related to the feeding habits of the resource, since a similarity was found between the hours in which the percentage of empty

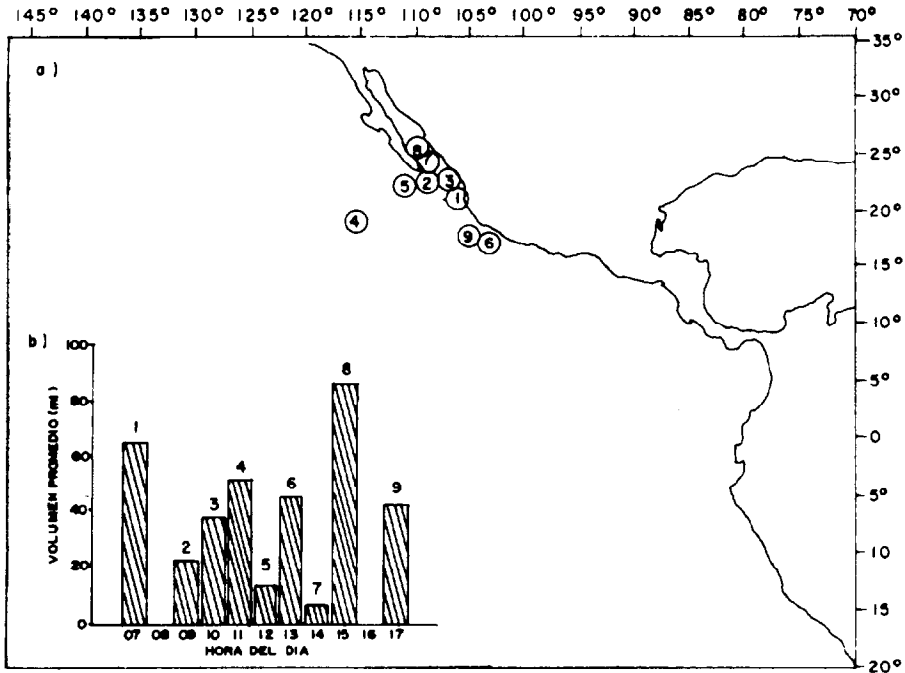


Figura 2. (a) Localización geográfica de los lances de atún aleta amarilla de los cuales se obtuvieron las muestras de estómagos. (b) Volumen promedio (ml) del contenido estomacal del atún aleta amarilla durante el día.

Figure 2. (a) Geographic location of the sets of yellowfin tuna from which the stomach samples were obtained. (b) Average volume (ml) of the stomach content of the yellowfin tuna during the day.

Scomber japonicus. En el Archipiélago Revillagigedo dominaron *Dosidicus gigas*, *Pleuroncodes planipes*, *Syngnathus ovalaniensis* y los peces voladores (Familia Exocoetidae); al sur de Guerrero se encontró un predominio de *Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii* y peces voladores.

DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, la actividad de la flota atunera mexicana de cerco parece estar relacionada con el comportamiento alimenticio del recurso, dado que se encontró una equivalencia entre las horas en las cuales el porcentaje de estómagos vacíos fue alto (de 12:00 a 14:00 horas) y el número de lances de pesca fue mínimo (de 11:00 a 14:00 horas). Esta similitud también se observa en el volumen promedio, aunque no es tan precisa como en los dos aspectos anteriores,

stomachs was high (from 12:00 to 14:00 hours) and the number of sets was minimum (from 11:00 to 14:00 hours). This similarity is also observed in the average volume, although it is not as accurate as in the two previous aspects, probably due to the fact that the specimens used in this study include tunas of different sizes whose gastric volume is different even if the percentage of repletion is the same.

Though it is generally thought that fishing by means of purse seine nets is not based on the feeding behaviour of the tunas, the results obtained indicate at least one relationship between the moment of minimum feeding activity of the yellowfin and the moment of minimum fishing activity. Therefore, considering that the effort decreases for lack of the resource, this behaviour could be similar to that presented by skipjack tuna (Yuen, 1959). Light penetration during these hours is greater, forcing the zooplankton to

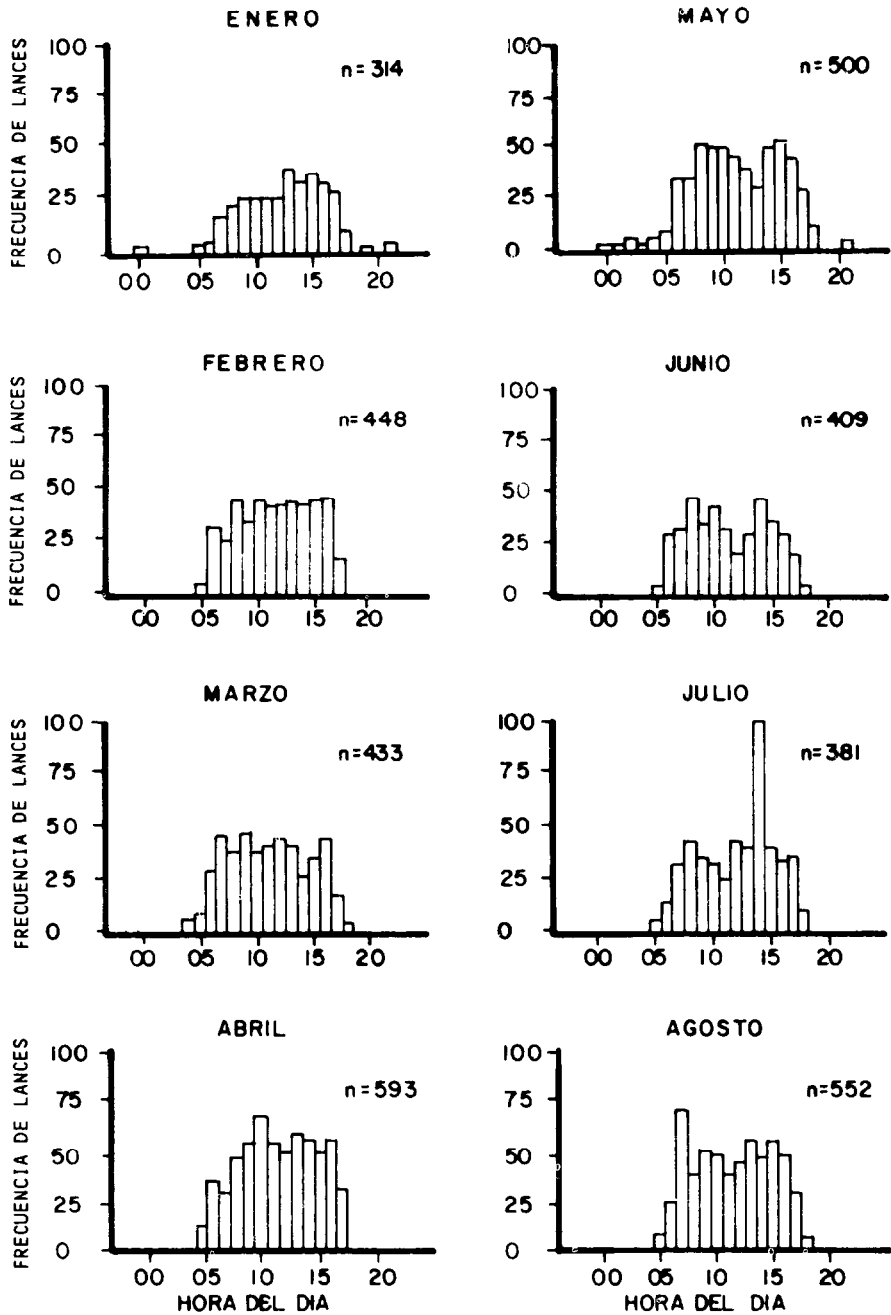


Figura 3. Variación mensual del número de lances en relación con la hora del día.
Figure 3. Monthly variation of the number of sets relative to the hour of the day.

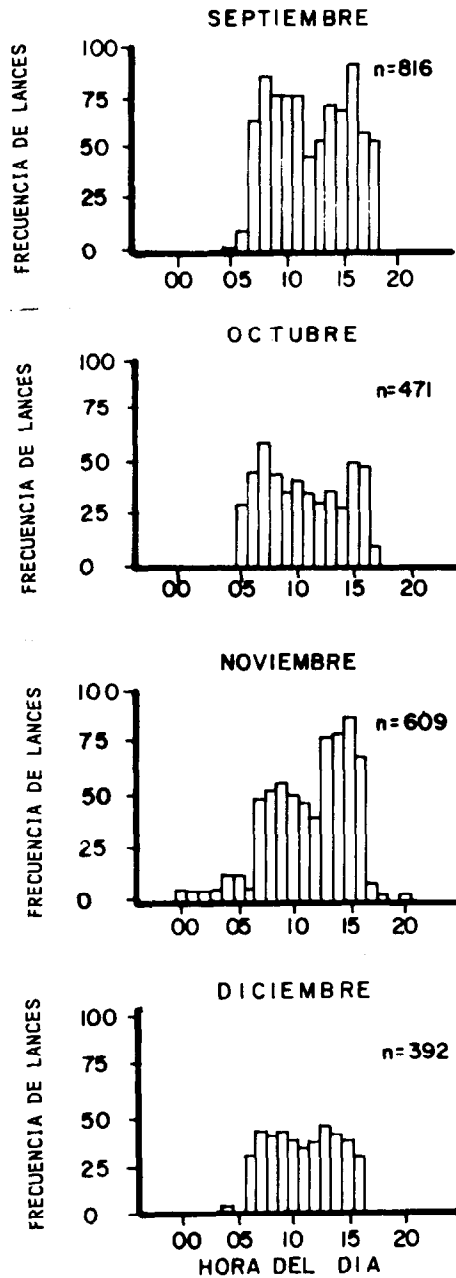


Fig. 3 (Cont.)

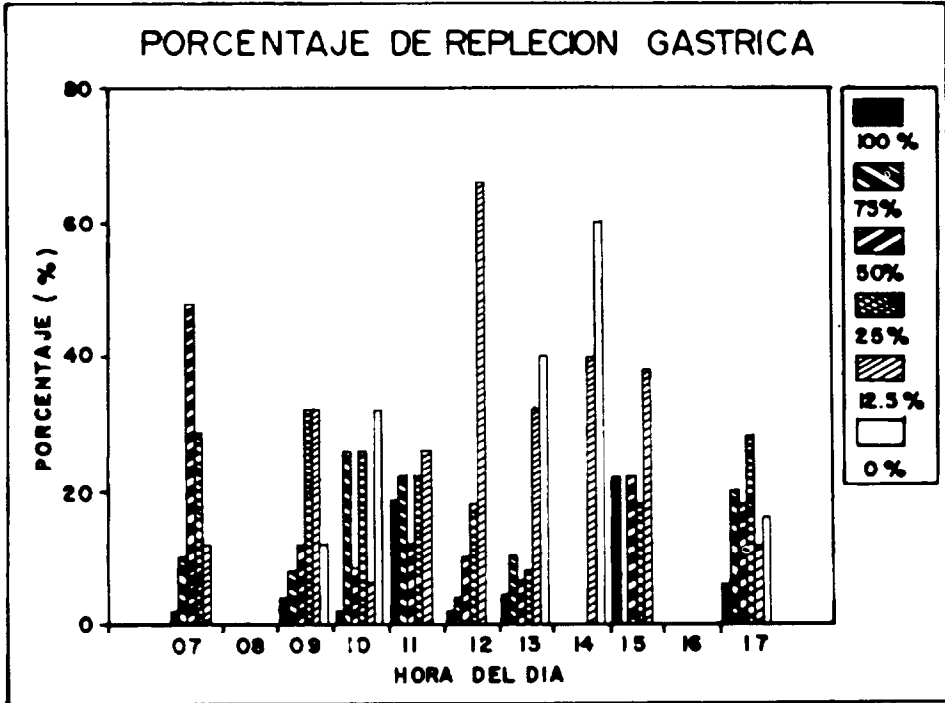


Figura 4. Porcentaje de repleción gástrica durante el día.
 Figure 4. Percentage of gastric repletion during the day.

debido probablemente a que los ejemplares utilizados en el estudio incluyen atunes de diversos tamaños cuyo volumen gástrico es diferente, no obstante que el porcentaje de repleción sea el mismo.

Aunque en lo general se piensa que la actividad pesquera mediante el uso de redes de cerco no se basa en el comportamiento alimenticio de los atunes, los resultados obtenidos indican al menos una relación entre el momento de mínima actividad alimenticia del atún aleta amarilla y el momento de mínima actividad pesquera. Por lo tanto, si se considera que el esfuerzo disminuye por falta del recurso, podríamos pensar que este comportamiento es semejante al presentado por el barrilete (Yuen, 1959), máxime si se toma en cuenta que a estas horas la penetración de la luz es mayor, lo que obliga al zooplancton a migrar en dirección al fondo con lo cual disminuye la abundancia de estos organismos cerca de la superficie. Esto ocasiona el

move downward and thus decreasing the abundance of these organisms close to the surface. This causes the movement of the zooplankters that serve as food for the tuna. Therefore, the search for food occurs in deeper waters and the tunas are less vulnerable to purse seine nets at this time of day.

On comparing Yuen's (1959) results of the average catch of the baitboat fleet that operated in Hawaii with the minimum values of gastric repletion obtained in this study, a coincidence in the hour of obtaining larger catches of the resource (from 12:00 to 14:00 hours) is found, indicating that tunas search for food at this time.

With respect to the prey, it can be generally observed that most are fishes, followed by cephalopods and finally by crustaceans. This coincides with the results found by Alverson (1963) in the eastern tropical Pacific and also with the fact that baitboats use fish to attract tunas.

Tabla 1. Número de estómagos y porcentaje de frecuencia de ocurrencia de las presas encontradas en 323 estómagos de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental.**Table 1.** Number of stomachs and percentage of frequency of occurrence of the prey found in 323 stomachs of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean.

Areas	Boca del Golfo de California		Islas Revillagigedo		Sur de Guerrero	
	(%)	No. de est.	(%)	No. de est.	(%)	No. de est.
Especies/ No. de estómagos	226		27		70	
	(%)	No. de est.	(%)	No. de est.	(%)	No. de est.
Mollusca						
<i>Dosidicus gigas</i>	36	82	93	25	31	22
<i>Argonauta</i> sp. A	34	77	16	8	13	9
<i>Symplectoteuthis ovalaniensis</i>	11	24	56	15	4	3
<i>Onychoteuthis banksii</i>	-	-	-	-	23	16
<i>Mastigoteuthis</i> sp.	14	32	22	6	-	-
<i>Octopus</i> sp.	5	12	15	4	-	-
<i>Ocythoe tuberculata</i>	<1	1	-	-	16	11
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	-	-	7	2	-	-
<i>Argonauta</i> sp. B	-	-	11	3	-	-
Restos de cefalópodos	14	32	-	-	1	1
Pisces						
<i>Cypselurus furcatus</i>	<1	1	-	-	1	1
<i>Exocoetus monocirrhus</i>	<1	1	-	-	-	-
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	3	7	11	3	23	16
Restos de peces voladores	<1	2	26	7	21	15
<i>Ostracion diaphanum</i>	<1	1	22	6	-	-
<i>Spherooides lobatus</i>	5	11	-	-	-	-
<i>Spherooides</i> sp.	<1	1	-	-	-	-
<i>Lagocephalus lagocephalus</i>	1	3	22	6	-	-
<i>Coryphaena hippurus</i>	-	-	11	3	9	6
Familia Photichthyidae	<1	1	-	-	-	-
<i>Hippocampus</i> sp.	<1	1	-	-	-	-
<i>Axiis</i> sp.	3	7	4	1	31	22
<i>Sarda chiliensis</i>	-	-	4	1	-	-
<i>Scomber japonicus</i>	30	67	7	2	-	-
Familia Scombridae	-	-	7	2	-	-
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	-	-	4	1	1	1
Restos de peces	8	18	4	1	4	3

Tabla 1 (Cont.)

Areas	Boca del Golfo de California		Islas Revillagigedo		Sur de Guerrero	
	(%)	No. de est.	(%)	No. de est.	(%)	No. de est.
Especies/ No. de estómagos	226		27		70	
Crustacea						
Restos de crustáceos	22	50	-	-	-	-
<i>Isopoda</i>	<1	2	-	-	-	-
<i>Pleuuroncodes planipes</i>	48	109	7	2	-	-
<i>Portunus xantusii</i>	-	-	-	-	44	31
<i>Euphylax dovi</i>	-	-	-	-	11	8
No. de especies	23		19		15	

movimiento de las especies zooplanctófagas que sirven de alimento al atún, por lo que la búsqueda del alimento ocurre en aguas más profundas y permite al atún ser menos vulnerable a las redes de cerco durante este período de tiempo.

Al comparar los resultados de Yuen (1959) con respecto a la captura promedio de la flota varera que operó en Hawaii y los valores mínimos de repleción gástrica obtenidos durante el presente estudio, se observa una coincidencia en la hora de obtener las mayores capturas del recurso (de 12:00 a 14:00 horas), con lo que podría pensarse que es el tiempo en el cual los atunes se encuentran en la búsqueda del alimento.

En lo que respecta a las especies presa, en general se puede observar que el mayor número lo constituyen los peces, seguido por los cefalópodos y finalmente los crustáceos, lo cual es semejante con los resultados encontrados por Alverson (1963) para el Pacífico oriental tropical y también con el hecho de que la flota de carnada utilice peces para atraer al atún.

LITERATURA CITADA

Alverson, F. (1963). The food of yellowfin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean. (El alimento del atún

English translation by Christine Harris.

aleta amarilla y del barrilete en el Océano Pacífico oriental tropical.) Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull., 7(5): 295-396.

Cole, J.S. (1980). Synopsis of biological data on the yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Bonaterre, 1788), in the Pacific Ocean. In: W.H. Bayliff (ed.), Synopsis of Biological Data on Eight Species of Scombrids. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Spec. Rep., 2: 71-150.

Galván-Magaña, F. (1989). Composición y análisis de la dieta del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Océano Pacífico mexicano durante el período 1984-1985. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, 86 pp.

Juhl, R. (1955). Notes on the feeding habits of subsurface yellowfin and bigeye tunas of the eastern tropical Pacific Ocean. Calif. Fish and Game, 41(1): 99-101.

Lagler, K.F. (1952). Freshwater Fishery Biology. Wm.C. Brown Co., Dubuque, Iowa, 241 pp.

Nakamura, E.L. (1965). Food and feeding habits of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the Marquesas and Tua-

Ortega-García *et al.*: Actividad de la flota atunera mexicana de cerco

- motu Islands. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 94(3): 236-242.
- Ortega-García, S. (1989). Análisis y normalización de la flota atunera mexicana de cerco y vara que opera en el Océano Pacífico oriental. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, 94 pp.
- Waldron, K.D. and King, J.E. (1963). Food of skipjack in the central Pacific. *FAO (Food Agric. Organ. U.N.) Fish Rep.*, 6: 1431-1457.
- Walford, L.S. (1937). *Marine Game Fishes of the Pacific Coast from Alaska to the Equator*. Univ. Calif. Press, Berkely, Ca., 205 pp.
- Yuen, H.S.H. (1959). Variability of skipjack response to live bait. *U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull.*, 60: 147-160.