

**CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LAS LANGOSTAS (*Panulirus* spp.)
PROVENIENTES DE LAS CAPTURAS EN PUERTO MORELOS,
QUINTANA ROO, MÉXICO**

**BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SPINY LOBSTERS
(*Panulirus* spp.) FROM THE COMMERCIAL CATCH IN
PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO, MEXICO**

Silvia Padilla-Ramos
Patricia Briones-Fourzán[†]

Estación Puerto Morelos
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado postal 1152
Cancún, Quintana Roo, CP 77500, México

Recibido en junio de 1995; aceptado en diciembre de 1996

RESUMEN

Se analiza la estructura por especie, sexo y tallas, y el estado reproductivo de las hembras de langostas capturadas durante la temporada de pesca de julio 1992 a febrero 1993 en Puerto Morelos, Quintana Roo, en el Caribe mexicano. De un total de 3,549 colas de langosta muestreadas, el 93.9% correspondió a *Panulirus argus*, el 5.96% a *P. guttatus* y el 0.14% a *P. laeviscauda*. Se midió la longitud abdominal (LA) de todos los ejemplares. Los datos de *P. argus* y *P. guttatus* se transformaron a longitud cefalotorácica (LC) a partir de ecuaciones de regresión obtenidas con ejemplares completos. La proporción de sexos de *P. argus* fue cercana a la unidad. En ambos sexos, la muestra total presentó una moda en 140-150 mm LA. La talla media mensual fue inferior en los cuatro primeros meses de la temporada de pesca que en los cuatro restantes. Estas diferencias parecen deberse a cambios en las localidades de pesca, en un gradiente de sur a norte, a lo largo de la temporada, aunque no se descarta una posible influencia de la migración masiva invernal de langostas en zonas más al norte de Puerto Morelos. Se registraron hembras ovígeras durante todos los meses, con el mayor porcentaje en febrero (22.6) y un pico menor en agosto y septiembre. La hembra ovígera más pequeña midió 130 mm LA (67.8 mm LC), pero la mayoría de las hembras en este estado se encontraron a partir de los 160-170 mm LA (90-95 mm LC). La proporción de sexos de *P. guttatus* presentó un sesgo hacia los machos, de 1.7:1. La talla media se ubicó en 128 mm LA (71.3 mm LC). También se encontraron hembras ovígeras de esta especie todos los meses. Se comparan los resultados con los registrados por diversos autores en otras localidades.

Palabras clave: langostas, *Panulirus* spp., Caribe mexicano, distribución por tallas, reproducción.

ABSTRACT

The spiny lobster catch from Puerto Morelos, Quintana Roo, on the Mexican Caribbean coast, was analyzed in terms of species and sex composition, size distribution and reproductive condition of females, during the July 1992 to February 1993 fishing season. A total of 3,549 lobster tails were sampled; 93.9% belonged to *Panulirus argus*, 5.96% to *P. guttatus*, and 0.14% to *P. laeviscauda*. The

[†] Autora para la correspondencia (*corresponding author*).

abdominal length (AL) of all the specimens was measured. The AL data of *P. argus* and *P. guttatus* was transformed to carapace length (CL) by means of regression equations obtained from whole animals. The sex ratio of *P. argus* was close to the unity. In both sexes, the total sample showed a mode in 140-150 mm AL. The monthly mean size was smaller during the first four months of the fishing season than during the rest of the months. These differences seem related to changes in the fishing localities, on a south to north gradient, throughout the fishing season. However, a possible influence of the lobster winter mass migration in areas north of Puerto Morelos is not excluded. Ovigerous females were recorded every month, with the highest percentage (22.6) in February, and a lesser peak in August and September. The smallest ovigerous female measured 130 mm AL (67.8 mm CL), but most of the ovigerous females were found from 160-170 mm AL (90-95 mm CL). The sex ratio of *P. guttatus* was biased towards males (1.7:1). The mean size was 128 mm AL (71.3 mm CL). Ovigerous females of this species also occurred every month. Results from this study are compared to those recorded by several authors in other localities.

Key words: spiny lobsters, *Panulirus* spp., Mexican Caribbean, size distribution, reproduction.

INTRODUCCIÓN

En el Caribe mexicano (costa del estado de Quintana Roo), las langostas de la familia Palinuridae representan un recurso pesquero de gran importancia. En esta región, se encuentran tres especies: *Panulirus argus* (Latreille, 1804), *P. guttatus* (Latreille, 1804) y, muy esporádicamente, *P. laevicauda* (Latreille, 1817) (Briones y Lozano, 1994); la primera constituye la mayor parte de la captura.

Panulirus argus se distribuye desde Carolina del Norte, en EUA, hasta Brasil, y en las islas Antillas, Bahamas y Bermuda (Williams, 1986). En México, las capturas de *P. argus* representan aproximadamente la tercera parte de la producción total de langosta y, en el estado de Quintana Roo, se obtiene alrededor de las dos terceras partes de la captura de esta especie (Briones y Lozano, 1994).

La época de reproducción de *P. argus* varía en diferentes localidades, aunque en la franja tropical de su distribución abarca todo el año (Morgan, 1980). Las langostas reproductoras se concentran en áreas relativamente profundas, cercanas al talud continental.

La pesquería de langosta en Quintana Roo es muy compleja, debido a diferencias fisiográficas, en el grado de desarrollo de la pesquería y en los métodos de pesca utilizados a lo largo de la costa. La regulación pesquera de *P. argus* incluye una veda del 1 de marzo al 30 de junio, una talla mínima legal de 14.5 cm de longitud abdominal (equivalente a ≈ 80.5 mm de longitud cefalotorácica en promedio; Briones y Lozano,

INTRODUCTION

The spiny lobsters (family Palinuridae) are an important fishing resource in the Mexican Caribbean (coast of the state of Quintana Roo). In this region, three species occur: *Panulirus argus* (Latreille, 1804), *P. guttatus* (Latreille, 1804) and, only sporadically, *P. laevicauda* (Latreille, 1817) (Briones and Lozano, 1994); the first comprises the largest part of the catch.

Panulirus argus occurs from North Carolina, USA, to Brazil, and throughout the West Indies, the Bahamas and Bermuda (Williams, 1986). In Mexico, the catch of *P. argus* represents approximately one-third of the total production of spiny lobsters, and the state of Quintana Roo produces two-thirds of the catch of this species (Briones and Lozano, 1994).

The reproductive season of *P. argus* varies in different localities and extends throughout the year in the tropical part of its distribution (Morgan, 1980). Reproductive lobsters dwell in deeper areas, close to the continental slope.

The spiny lobster fishery in Quintana Roo is very complex, due to differences in physiography, fishery development and in the fishing methods employed along the coast. Fishing regulations for *P. argus* include a closed season from 1 March to 30 June, a minimum size of 14.5 cm abdominal length (≈ 80.5 mm carapace length on average; Briones and Lozano, 1994), and a ban on the catching of ovigerous females. The minimum size was established in abdominal length because in Quintana Roo only the tails are commercialized.

1994); y la prohibición de capturar hembras ovígeras. La talla mínima se estableció en longitud abdominal, debido a que en Quintana Roo solamente se comercializa el abdomen ("cola") de la langosta.

En Puerto Morelos, los principales métodos de pesca de langosta son buceo a pulmón y buceo autónomo, hasta ≈ 30 m de profundidad. Los pescadores utilizan un gancho para extraer a las langostas de sus refugios. Sólo ocasionalmente se utilizan nasas, hasta un máximo de 40 m de profundidad, sobre la estrecha plataforma continental.

En el presente trabajo se analizan la composición por especie, sexo y tallas, y la proporción de hembras ovígeras, con base en muestreos mensuales de la captura de langostas de la cooperativa pesquera Pescadores de Puerto Morelos, durante la temporada de pesca del 1 de julio de 1992 al 28 de febrero de 1993.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La zona de pesca de la cooperativa Pescadores de Puerto Morelos comprende desde Punta Nizuc hasta Punta Brava, en la parte noreste de Quintana Roo, en el Caribe mexicano (fig. 1). El clima de esta zona es tropical. Los vientos dominantes provienen del este y sureste (alisios), pero de octubre a febrero se presenta la temporada de nortes (masas de aire polar). La temperatura promedio anual del agua es de 27°C (Merino y Otero, 1991).

A una distancia de entre 350 y 1,600 m de la costa, se extiende una barrera de arrecifes coralinos (fig. 1), con una laguna arrecifal somera (<5 m) entre el arrecife y la costa. La zona frontal del arrecife abarca desde la zona de rompiente hasta aproximadamente 20-30 m de profundidad, mar adentro, donde empieza una plataforma arenosa que se extiende entre 3 y 9 km de la costa, hasta alcanzar un cantil brusco a ≈ 60 m de profundidad, dando paso al talud continental (Jordán-Dahlgren, 1979). La mayor parte de la captura de langosta proviene de la zona frontal del arrecife y, en menor grado, de la estrecha plataforma continental.

The main fishing methods employed in Puerto Morelos are skin and SCUBA diving, down to ≈ 30 m in depth. Fishermen use a gaff to extract lobsters from their dens. Some traps are used only occasionally, down to a maximum of 40 m in depth, on the narrow continental shelf.

In the present study, we analyze the species and sex composition, size distribution and proportion of ovigerous females in monthly samples of the lobster catch from the fishing cooperative Pescadores de Puerto Morelos, throughout the fishing season from 1 July 1992 to 28 February 1993.

MATERIAL AND METHODS

Study area

The fishing zone of the cooperative Pescadores de Puerto Morelos extends from Punta Nizuc to Punta Brava, in the northeastern part of Quintana Roo, on the Caribbean coast of Mexico (fig. 1). The climate in this area is tropical. Easterly and southeasterly winds (trade winds) prevail but, from October to February, cold fronts arriving from the north (*nortes*) reach the area. The mean water temperature is 27°C (Merino and Otero, 1991).

A coral barrier reef occurs at a distance of 350 to 1,600 m from the coast (fig. 1), leaving a shallow (<5 m) reef lagoon between the coast and the reef. The fore-reef extends seaward from the breaker zone to a depth of approximately 20-30 m, where a sandy shelf begins, spanning for an additional 3 to 9 km. At a depth of ≈ 60 m, a steep slope marks the beginning of the continental slope (Jordán-Dahlgren, 1979). Most of the spiny lobster catch is obtained from the fore-reef zone and, to a lesser extent, from the narrow continental shelf.

Biological characteristics of the species in the catch

Monthly samples were obtained from the commercial lobster catch during the fishing season of July 1992 to February 1993. Based on the July sample, a monthly sample size of ≈ 400 lobster tails was estimated, to allow for

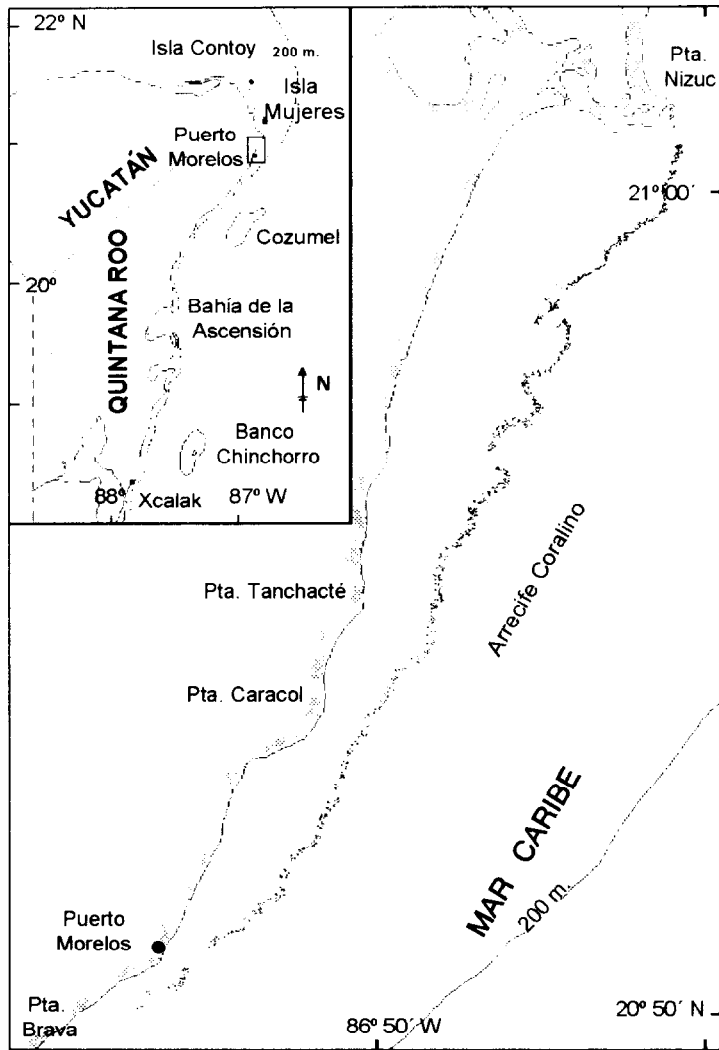


Figura 1. Ubicación del área de estudio, correspondiente a la zona de pesca de la cooperativa Pescadores de Puerto Morelos. Se indican las principales localidades de pesca.

Figure 1. Location of the study site, corresponding to the fishing zone of the cooperative Pescadores de Puerto Morelos. The main fishing sites are indicated.

Características biológicas de las especies capturadas

Se obtuvieron muestras mensuales de las capturas de langosta de la cooperativa durante la temporada de julio 1992 a febrero 1993. Con base en el muestreo del mes de julio, se estimó

the comparison of the mean monthly size of the catch, with $\alpha = 0.05$ and $\beta = 0.10$ (Zar, 1984). A χ^2 test was used to determine whether the sex ratio of the sample was close to the unity (1:1).

Because fishermen land only the tails, the size distribution analysis was performed only

que, con objeto de comparar las medias mensuales de la captura con una $\alpha = 0.05$ y $\beta = 0.10$, se requería de un tamaño de muestra mensual de ≈ 400 individuos (Zar, 1984). Para determinar si la proporción de sexos se aproximaba a la unidad (1:1), se efectuó una prueba de χ^2 .

Debido a que los pescadores solamente desembarcan las colas, el análisis de la distribución por tallas se hizo con base en la longitud abdominal (LA), medida desde el extremo anterior del abdomen hasta el extremo posterior del telson con un ictiómetro modificado (± 5 mm).

Sin embargo, los estudios de distribución de tallas de langosta suelen basarse en la longitud cefalotorácica (LC) (Briones-Fourzán *et al.*, 1997). Las langostas presentan dimorfismo sexual, de tal manera que a una misma LC las hembras presentan una LA y, por tanto, una longitud total (LT) mayor que los machos (Kanciruk, 1980). Así, con el objeto de conocer la relación entre estas medidas, se obtuvieron las ecuaciones de regresión LA vs LC, LT vs LC y LT vs LA, a partir de una muestra de hembras y machos completos de *P. argus* capturados en el área de estudio. Se midió la LC desde la escotadura interorbital hasta el extremo posterior del cefalotórax, con un vernier (± 0.1 mm). La LT fue medida desde la base de las antenas hasta el extremo posterior del telson, con un ictiómetro modificado (± 5 mm).

Posteriormente, todos los datos de LA se transformaron a LC con el objeto de presentar los resultados en ambas medidas y hacerlos comparables con otros estudios. Los datos de LA se agruparon en intervalos de 10 mm y los datos transformados a LC, en intervalos de 5 mm. Puesto que los datos originales se tomaron en LA, éstos representan la información más real.

Los datos mensuales de LA de machos y hembras de *P. argus* se compararon por medio de un ANOVA simple para determinar si había diferencias significativas entre las medias de cada mes. Posteriormente, se aplicó una prueba de comparación múltiple de pares de medias (prueba de Tukey; Zar, 1984) para conocer los meses en los que se presentaron diferencias significativas. Para determinar si las diferencias en las tallas mensuales se debían a cambios reales

with the abdominal length (AL), measured from the anterior end of the abdomen to the posterior end of the telson, with a modified ichthyometer (± 5 mm).

However, the size distribution of lobsters is usually based on carapace length (CL) (Briones-Fourzán *et al.*, 1997). Spiny lobsters have sexual dimorphism, so at an equal CL, females have a longer AL and, consequently, a longer total length (TL) than males (Kanciruk, 1980). Thus, to determine the relationships among these three body lengths, regression equations for AL vs CL, TL vs CL and TL vs AL were obtained from a sample of whole male and female *P. argus* caught in the same study area. The CL was measured from between the rostral horns to the posterior end of the cephalothorax, with a caliper (± 0.1 mm), and TL was measured from the base of the antennae to the posterior end of the telson, with a modified ichthyometer (± 5 mm).

Afterwards, all the AL data were transformed to CL to present the results in both lengths and allow for their comparison with other studies. The AL data were grouped into 10-mm intervals and data transformed to CL into 5-mm intervals. Since the original data were taken in AL, these represent the more accurate information.

The mean monthly sizes, in AL, of male and female *P. argus* were compared with a one-way ANOVA to determine whether there were significant differences with time. A multiple comparison of pairs of means (Tukey test; Zar, 1984) was then applied to determine in which months significant differences occurred. The monthly proportion of the catch taken at five fishing sites from north to south (Punta Nizuc, Punta Tanchacté, Punta Caracol, Puerto Morelos and Punta Brava; see fig. 1), based on fishermen's reports through direct interviews, was analyzed to determine whether the differences in the mean size of the catch were due to real changes in the size distribution of the population or to the effect of changes in the fishing localities with time.

Although the law prohibits the capture of ovigerous females, it is difficult for the divers to determine the presence of eggs on the abdomen of females underwater. The pleopods

de tallas en la población o al efecto de cambios temporales en las localidades de pesca, con base en la información proporcionada por los pescadores, a través de entrevistas directas al momento de muestrear sus capturas diarias, se analizó la proporción mensual de la captura en cinco localidades de pesca, distribuidas de norte a sur: Punta Nizuc, Punta Tanchacté, Punta Caracol, Puerto Morelos y Punta Brava (fig. 1).

Aunque la ley prohíbe la captura de hembras ovígeras, a los buzos se les dificulta determinar bajo el agua la presencia de huevos en el abdomen de las hembras. Así, a las hembras ovígeras capturadas se les suelen cortar los pleópodos que sostienen la masa de huevos, por lo que las hembras con pleópodos cortados se consideraron como ovígeras y se analizó su proporción mensual.

Ocasionalmente, en la captura aparecieron ejemplares de *P. guttatus*. Su escaso número impidió hacer un análisis mensual; por tanto, los datos se agruparon para hacer un análisis de toda la temporada de pesca. Los datos de LA fueron transformados a LC por medio de las ecuaciones de regresión $LA = 38.13 + 1.32$ (LC) para hembras y $LA = 32.24 + 1.30$ (LC) para machos, obtenidas por Negrete (1988) para esta especie en el área de Puerto Morelos.

RESULTADOS

Se obtuvo una muestra total de 3,549 colas de langostas, de las cuales 3,332 (93.9%) correspondieron a la especie *P. argus*, 212 (5.96%) a *P. guttatus* y solamente 5 (0.14%) a *P. laeviscauda*.

Panulirus argus

Relaciones morfométricas

Para determinar las relaciones LA vs LC, LT vs LC y LT vs LA, se utilizaron datos de 207 ejemplares completos: 98 hembras (intervalo de tallas 66.3-136.4 mm LC) y 109 machos (62.0-163.0 mm LC). Las tres relaciones fueron lineales y sus ecuaciones se presentan en la tabla 1.

that hold the egg mass are cut from ovigerous females after they are caught. Thus, females lacking pleopods were considered ovigerous and their monthly proportion was analyzed.

Occasionally, specimens of *P. guttatus* appeared in the catch; their small number precluded a monthly analysis, so the data were grouped to conduct an analysis for the whole fishing season. The AL data were transformed to CL with the equations $AL = 38.13 + 1.32$ (CL) for females and $AL = 32.34 + 1.30$ (CL) for males, obtained by Negrete (1988) for *P. guttatus* from the area of Puerto Morelos.

RESULTS

A total sample of 3,549 spiny lobster tails was obtained, of which 3,332 (93.9%) belonged to the species *P. argus*, 212 (5.96%) to *P. guttatus* and only 5 (0.14%) to *P. laeviscauda*.

Panulirus argus

Morphometric relationships

Data from 207 whole specimens, 98 females (size range 66.3-136.4 mm CL) and 109 males (62.0-163.0 mm CL), were used to determine the relationships AL vs CL, TL vs CL, and TL vs AL. The three relationships were linear and their equations appear in table 1.

Population structure

Of the 3,332 specimens of this species, 1,715 (51.5%) were males and 1,617 (48.5%) females. The sex ratio (males:females) was 1.06:1, not significantly different from the unity ($\chi^2 = 1.44$, $P > 0.10$).

The monthly mean size, standard deviation and size range of the sample, as a whole and by sex, appear in table 2a (in AL) and 2b (in CL). In the total sample, there was a mode at the class of 140 to 150 mm AL for both females and males (fig. 2a); this size class includes the minimum size limit of the catch. Twenty-five percent of the sample was below 140 mm AL. With the data transformed to CL, the females

Tabla 1. Ecuaciones de regresión para las relaciones longitud abdominal (LA) vs longitud cefalotórácica (LC), longitud total (LT) vs LC, y LT vs LA, estimadas para hembras y machos de *Panulirus argus* en Puerto Morelos, Quintana Roo, durante la temporada de pesca 1992/93. Todas las medidas en milímetros.

Table 1. Regression equations for the relationships abdominal length vs carapace length, total length vs carapace length and total length vs abdominal length, estimated for female and male *Panulirus argus* in Puerto Morelos, Quintana Roo, during the 1992/93 fishing season. All measurements are in millimeters.

Sexo	Relación	N	Ecuación	r ²
Hembras	LA vs LC	98	LA = 1.571 LC + 23.477	0.83 *
Hembras	LT vs LC	98	LT = 2.783 LC + 28.317	0.73 *
Hembras	LT vs LA	98	LT = 1.477 LA + 37.314	0.61 *
Machos	LA vs LC	109	LA = 1.398 LC + 29.288	0.93 *
Machos	LT vs LC	109	LT = 2.642 LC + 27.560	0.90 *
Machos	LT vs LA	109	LT = 1.793 LA - 10.582	0.87 *

* $P < 0.0005$

Estructura de la población

Del total de ejemplares de esta especie, 1,715 (51.5%) fueron machos y 1,617 (48.5%) hembras. La proporción machos:hembras fue de 1.06:1, no siendo significativamente diferente de la unidad ($\chi^2 = 1.44, P > 0.10$).

La talla media, desviación estándar e intervalo de tallas para cada muestra mensual total y por sexo se presentan en la tabla 2a (en LA) y 2b (en LC). En la muestra total, ambos sexos presentaron una moda en el intervalo de 140 a 150 mm LA (fig. 2a), que incluye la talla mínima legal de captura. El 25% de la muestra estuvo por debajo de los 140 mm LA. En los datos transformados a LC, las hembras presentaron dos modas, en los 70-75 y 80-85 mm, y los machos una moda, en 75-80 mm LC (fig. 2b).

En las muestras mensuales, ambos sexos mostraron una menor proporción de organismos mayores a 190 mm LA, y modas en tallas inferiores, en los primeros cuatro meses de la temporada de pesca (julio a octubre), que en los cuatro meses restantes (noviembre a febrero) (fig. 3).

Los resultados del ANOVA, aplicado sólo a los datos de LA (tabla 2a), indicaron diferencias significativas entre los ocho meses de muestreo ($F = 42.3; g.l. = 7, \infty; P < 0.001$). La prueba

showed two modes, at 70-75 and 80-85 mm, and males only one, at 75-80 mm CL (fig. 2b).

In general, both sexes showed a smaller proportion of specimens over 190 mm AL, and modes at lower sizes, during the first four months of the fishing season (July to October) than during the remaining four months (November to February) (fig. 3).

Results from the ANOVA, applied only to the AL data, showed significant differences among the eight sampling months ($F = 42.3, d.f. = 7, \infty; P < 0.001$). The Tukey test grouped the monthly mean sizes into two different sets: July to October, with lower mean sizes, and November to February, with larger mean sizes. Mean AL of August and January were intermediate between both groups.

At the beginning of the fishing season, the majority of lobsters were captured in the southernmost localities, particularly at Punta Brava, and towards the end of the season, the number of lobsters captured in the northernmost localities increased, especially around Punta Nizuc (fig. 4).

Reproductive aspects

Eleven percent of the total sample of females were ovigerous. However, this value fluctuated monthly, with the highest percentage

Tabla 2. Número total, de hembras y de machos de *Panulirus argus* analizados por mes; intervalos de talla y valores mensuales de la media y desviación estándar (DE) de: (a) la longitud abdominal (LA, en milímetros) y (b) la longitud cefalotorácica (LC, en milímetros). Puerto Morelos, temporada de pesca 1992/93. Las letras entre paréntesis denotan los grupos homogéneos en la comparación múltiple de medias.

Table 2. Monthly total number and number of female and male *Panulirus argus*, size ranges and mean and standard deviation values of: (a) abdominal length (in millimeters) and (b) carapace length (in millimeters). Puerto Morelos, 1992/93 fishing season. Letters in parentheses after the months denote homogeneous groups of means.

a)	Total		Hembras			Machos					
	Mes	N	LA	N	Intervalo	LA	N	Intervalo	LA		
			$\bar{X} \pm DE$		LA (mm)	$\bar{X} \pm DE$		LA (mm)	$\bar{X} \pm DE$		
Jul (a)	453	152.3	± 25.0	207	105-255	153.1	± 26.7	246	110-210	151.7	± 23.5
Ago (ab)	382	158.1	± 27.5	184	115-250	159.7	± 27.0	198	110-265	156.5	± 27.9
Sep (a)	431	155.6	± 24.4	211	105-245	155.7	± 25.1	220	114-225	155.4	± 23.8
Oct (a)	502	151.3	± 29.0	247	104-270	151.6	± 30.2	255	100-245	150.9	± 27.8
Nov (b)	511	165.0	± 29.8	243	110-270	166.0	± 30.9	268	114-255	165.3	± 28.7
Dic (b)	351	175.0	± 29.6	163	115-270	175.2	± 29.6	188	112-247	175.0	± 29.7
Ene (ab)	474	164.7	± 28.0	247	115-260	166.1	± 28.4	227	105-245	163.2	± 27.5
Feb (b)	228	170.0	± 28.6	115	120-260	168.9	± 29.9	113	123-250	171.0	± 27.5
Total	3332	161.5	± 27.3	1617	104-270	162.1	± 28.5	1715	100-265	161.1	± 27.3

b)	Total		Hembras			Machos					
	Mes	N	LC	N	Intervalo	LC	N	Intervalo	LC		
			$\bar{X} \pm DE$		LC (mm)	$\bar{X} \pm DE$		LC (mm)	$\bar{X} \pm DE$		
Jul	453	85.2	± 17.1	207	51.8-147.3	82.5	± 17.0	246	57.7-129.2	87.5	± 16.8
Ago	382	88.9	± 18.8	184	58.2-144.1	86.7	± 17.2	198	57.7-168.6	91.0	± 19.9
Sep	431	87.2	± 16.8	211	51.8-140.9	84.1	± 16.0	220	60.6-140.0	90.2	± 17.0
Oct	502	84.2	± 19.7	247	51.2-156.9	81.5	± 19.2	255	50.6-154.3	87.0	± 19.9
Nov	511	94.0	± 20.4	243	55.0-156.9	90.4	± 19.6	268	60.6-161.4	97.2	± 20.5
Dic	351	100.6	± 20.5	163	58.2-156.9	96.5	± 18.8	188	59.1-155.7	104.1	± 21.2
Ene	474	93.2	± 19.0	247	58.2-150.5	90.8	± 18.1	227	54.1-154.3	95.8	± 19.6
Feb	228	98.5	± 19.9	115	61.4-150.2	92.5	± 19.0	113	67.0-157.8	101.4	± 19.6
Total	3332	91.4	± 19.0	1617	51.2-156.9	88.1	± 18.1	1715	50.6-168.6	94.2	± 19.5

de Tukey agrupó las medias mensuales en dos conjuntos: de julio a octubre las menores y de noviembre a febrero las mayores, con las LA medias de agosto y enero intermedias entre ambos grupos.

Hacia el inicio de la temporada de pesca, la mayoría de las muestras provinieron de las localidades ubicadas en la parte sur,

(22.6) in February (fig. 5). In this same figure, the percentage of ovigerous females in two similar studies conducted in the area of Isla Mujeres (Aguilar and González, 1987; Fuentes, 1988) are also depicted for comparative purposes. In the three cases, there was a lesser peak in August and September, and a more important one in February (March at Isla Mujeres). The

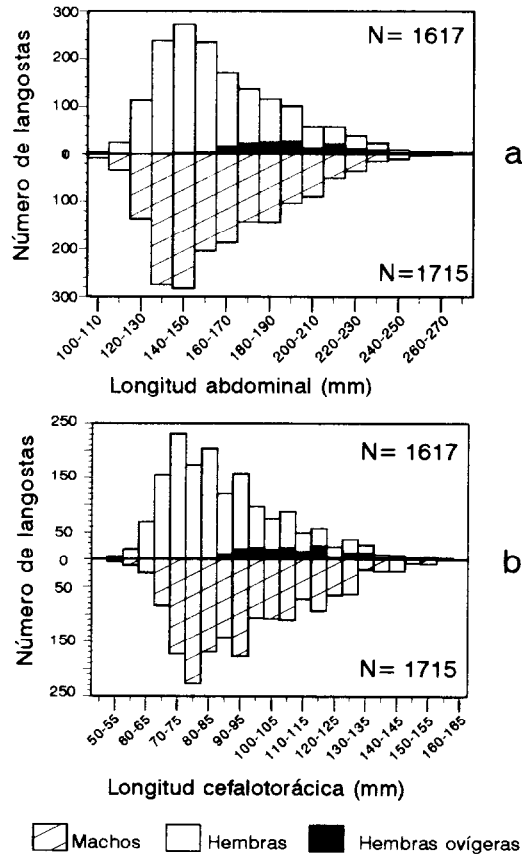


Figura 2. Distribución por tallas de la muestra total de hembras y machos de la langosta *Panulirus argus* en Puerto Morelos, julio 1992 a febrero 1993: (a) en longitud abdominal; (b) en longitud cefalotorácica.

Figure 2. Size distribution of the total female and male sample of the spiny lobster *Panulirus argus* from Puerto Morelos, July 1992 to February 1993: (a) in abdominal length; (b) in carapace length.

principalmente Punta Brava, y hacia el final de la temporada aumentó la cantidad de muestras de langostas capturadas en la parte norte de la zona de pesca, principalmente alrededor de Punta Nizuc (fig. 4).

Aspectos reproductivos

El 11% del total de las hembras se encontraron ovígeras. Sin embargo, este valor fluctuó mensualmente, con el mayor porcentaje (22.6) en febrero (fig. 5). En esta misma figura se

isolated point corresponding to April was obtained by Lozano-Álvarez *et al.* (1991a) in Puerto Morelos.

In the total sample, ovigerous females started being common from the size class of 160 to 170 mm AL (90-95 mm CL; fig. 2a, b). The smallest ovigerous female measured 130 mm AL (67.8 mm CL) and the largest, 270 mm AL (156.9 mm CL). Both were recorded in October (see fig. 3). The mean size of ovigerous females was 196.7 mm AL (110.2 mm CL), much larger than the mean size

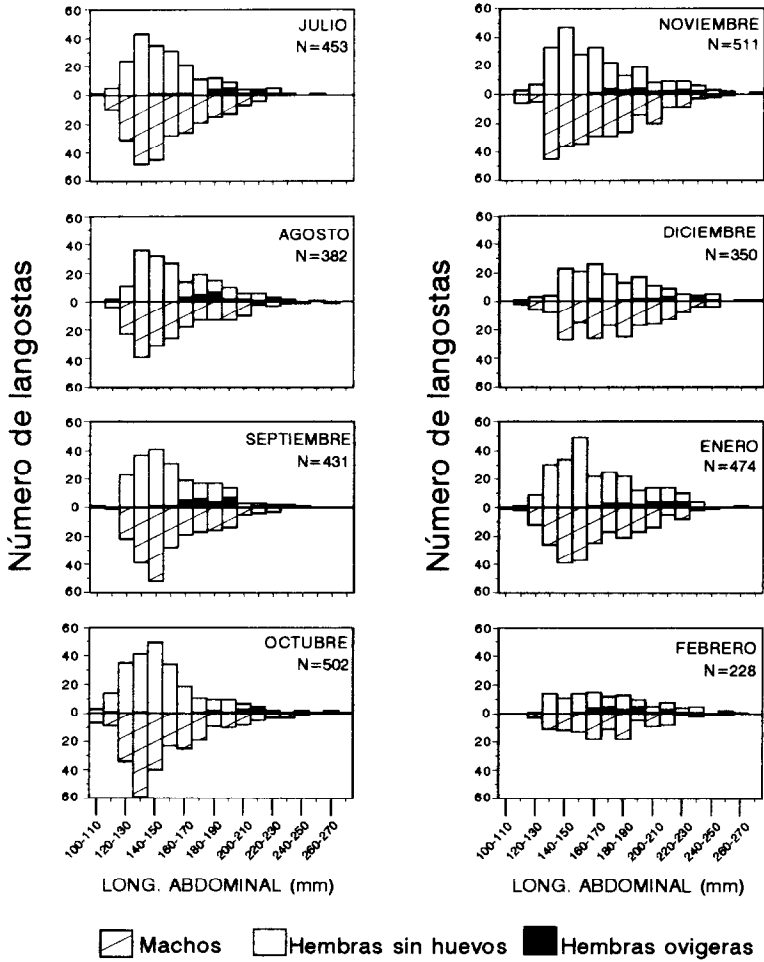


Figura 3. Distribución por tallas en longitud abdominal de las muestras mensuales de hembras y machos de *Panulirus argus* en Puerto Morelos, julio 1992 a febrero 1993.

Figure 3. Size distribution in abdominal length of the monthly samples of female and male *Panulirus argus* from Puerto Morelos, July 1992 to February 1993.

ofrecen, con fines comparativos, los porcentajes mensuales obtenidos en dos estudios similares realizados en Isla Mujeres (Aguilar y González, 1987; Fuentes, 1988). En los tres casos, hubo un pico menor en agosto y septiembre, y uno más importante en febrero (en marzo en Isla Mujeres). El punto aislado correspondiente al mes de abril proviene del trabajo de Lozano-Álvarez *et al.* (1991a) en Puerto Morelos.

of non-ovigerous females, of 158.4 mm AL (85.8 mm CL).

Panulirus guttatus

This species is caught incidentally with *P. argus*; therefore, the number of specimens was small. Of the 212 sampled during the whole study period, 133 (63%) were males and 79

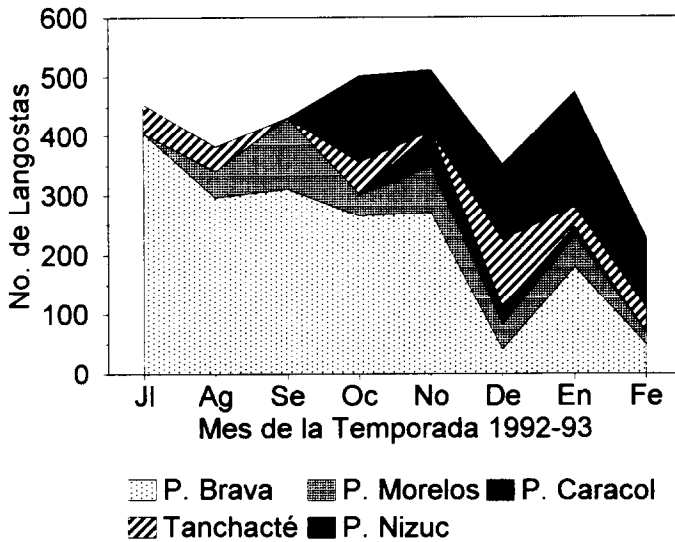


Figura 4. Número mensual de langostas *Panulirus argus* capturadas en cada una de las cinco localidades de pesca del área de Puerto Morelos, julio 1992 a febrero 1993.

Figure 4. Monthly number of spiny lobsters *Panulirus argus* caught at each of the five fishing sites within the Puerto Morelos fishing zone, July 1992 to February 1993.

En la muestra total, las hembras ovigeras empezaron a ser abundantes a partir de 160-170 mm LA (90-95 mm LC; fig. 2a, b). La hembra ovígera más pequeña midió 130 mm LA (67.8 mm LC) y la mayor, 270 mm LA (156.9 mm LC). Ambas se registraron en octubre (ver fig. 3). La talla promedio de las hembras ovigeras fue de 196.7 mm LA (110.2 mm LC), mucho mayor que la de hembras sin huevos, de 158.4 mm LA (85.8 mm LC).

Panulirus guttatus

Esta especie se captura incidentalmente junto con *P. argus*, por lo cual su número de ejemplares fue muy reducido. De los 212 obtenidos durante todo el periodo de muestreo, 133 (63%) fueron machos y 79 (37%) hembras. La proporción sexual machos:hembras fue de 1.7:1, significativamente diferente de la unidad ($\chi^2 = 6.88, P < 0.01$).

Panulirus guttatus es una especie de talla mucho menor que *P. argus*. Las colas de *P. guttatus* abarcaron un intervalo de 82 a 152 mm

(37%) females; the sex ratio (1.7 males:1 female) was significantly different from the unity ($\chi^2 = 6.88, P < 0.01$).

Panulirus guttatus has a smaller size than *P. argus*. The tails of *P. guttatus*, both females and males, ranged from 82 to 150 mm AL, with a mode at 130-140 mm AL (fig. 6a). The data transformed to CL ranged from 38.3 to 90.6 mm, with a mode at 65-70 mm for females and at 75-80 mm for males (fig. 6b). The total sample had a mean size of 127.8 mm AL (71.3 mm CL). The mean size of females was 128.3 mm AL (68.2 mm CL) and of males, 127.4 mm AL (73.2 mm CL).

Of the 79 females, 23 (29%) were ovigerous and these occurred throughout the fishing season. The smallest ovigerous females measured 100 mm AL (46.9 mm CL).

Panulirus laevicauda

Only five specimens of *P. laevicauda* were obtained in the whole sample: one male (155 mm AL) and four females (150, 175, 180

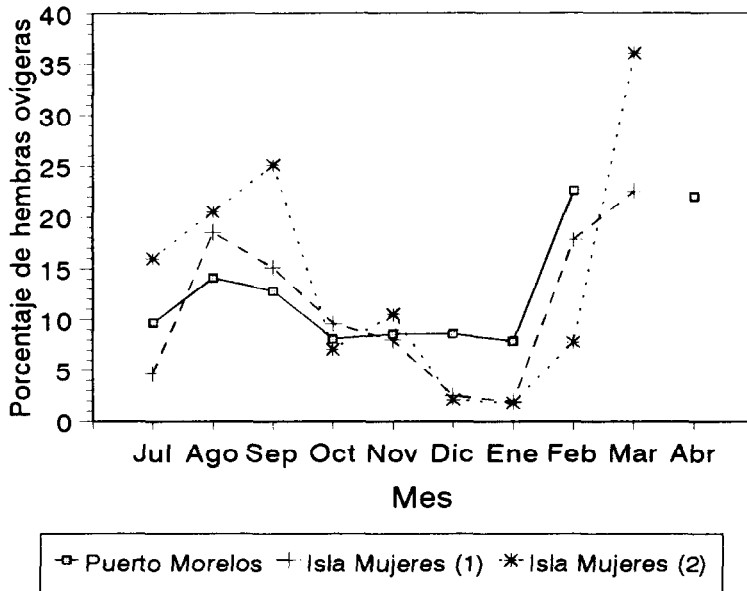


Figura 5. Porcentaje de hembras ovígeras de *Panulirus argus* en muestras mensuales de la captura. Puerto Morelos: este estudio (julio 1992 a febrero 1993). Isla Mujeres (1): promedio de las temporadas de pesca de 1982 a 1985 (tomado de Fuentes, 1988). Isla Mujeres (2): temporada de pesca 1986/87 (tomado de Aguilar y González, 1987). El punto aislado corresponde a una muestra tomada en Puerto Morelos en abril de 1987 (Lozano-Álvarez *et al.*, 1991a).

Figure 5. Percentage of ovigerous female *Panulirus argus* in monthly samples from the catch. Puerto Morelos: this study (July 1992 to February 1993). Isla Mujeres (1): average values from the 1982 to 1985 fishing seasons (from Fuentes, 1988). Isla Mujeres (2): 1986/87 fishing season (from Aguilar and González, 1987). The isolated point corresponds to a sample taken in Puerto Morelos in April 1987 (from Lozano-Álvarez *et al.*, 1991a).

LA, con una moda ubicada en el intervalo de 130 a 140 mm LA (fig. 6a) para ambos sexos. Los datos transformados a LC presentaron un intervalo de 38.3 a 90.6 mm, con una moda en 65-70 mm para hembras y en 75-80 mm para machos (fig. 6b). En la muestra total se obtuvo una media de 127.8 mm LA (71.3 mm LC). Las hembras presentaron una talla media de 128.3 mm LA (68.2 mm LC) y los machos de 127.4 mm LA (73.2 mm LC).

De las 79 hembras, 23 (29%) se encontraron ovígeras. Estas últimas se presentaron durante toda la temporada de pesca, a partir de los 100 mm LA (46.9 mm LC).

and 195 mm AL). One of the females was ovigerous. All the lobsters belonging to this species were caught in the area around Punta Brava (see fig. 1).

DISCUSSION

Panulirus argus

The sex ratio of this species, close to the unity, is similar to that recorded in other parts of the Caribbean and Florida (see review in Morgan, 1980)

Panulirus laevicauda

Solamente se obtuvieron cinco ejemplares de *P. laevicauda* en la muestra total: un macho (155 mm LA) y cuatro hembras (150, 175, 180 y 195 mm LA). De éstas, una se encontró ovígera. Todas las langostas de esta especie fueron capturadas en el área de Punta Brava (ver fig. 1).

DISCUSIÓN

Panulirus argus

La proporción sexual obtenida en este trabajo, cercana a la unidad, concuerda con los registros para *P. argus* en otras localidades del Caribe y Florida (ver revisión en Morgan, 1980).

En un análisis de la captura de Puerto Morelos en la temporada 1989/90, Briones-Fourzán (1993) registró un intervalo de tallas de 69 a 170 mm LC (130 a 290 mm LA), con una moda entre 69 y 85 mm LC (de 130 a 160 mm LA) y una distribución por tallas muy similar a la del presente estudio. Los resultados de ambos estudios contrastan con el de Aguilar y González (1987) en Isla Mujeres, en donde la moda fue de 180 a 190 mm LA en hembras y de 170 a 180 mm LA en machos. Es decir que en Isla Mujeres se capturan langostas más grandes que en Puerto Morelos. En Isla Mujeres se utiliza una mayor diversidad de artes de pesca y la plataforma continental es más amplia y más profunda que en Puerto Morelos. Esto permite capturar una mayor proporción de adultos reproductores de tallas más grandes (Herrnkind y Lipcius, 1989; Lozano-Álvarez, 1992; Lozano-Álvarez *et al.*, 1993). En contraste, el uso casi exclusivo del buceo en Puerto Morelos limita la pesca a profundidades no mayores de 30 m.

En pescas exploratorias a profundidades de 30 a 47 m en la plataforma continental del área de Puerto Morelos, Lozano-Álvarez *et al.* (1991a) encontraron las langostas de tallas más grandes y una mayor incidencia de adultos reproductores en las profundidades mayores, lo que enfatiza la influencia de la profundidad en la distribución por tallas de la captura.

In an analysis of the catch from Puerto Morelos during the 1989/90 fishing season, Briones-Fourzán (1993) recorded a size range of 69 to 170 mm CL (130-290 mm AL), with a mode between 69 and 85 mm CL (130-160 mm AL) and a size distribution very similar to the one found in this study. Results from these two studies contrast with those from Aguilar and González (1987) from Isla Mujeres, where the mode appeared at 180-190 mm AL in females and at 170-180 mm AL in males. This indicates that, at Isla Mujeres, most of the lobsters caught are larger than at Puerto Morelos. At Isla Mujeres, the variety of fishing gear is greater and the continental shelf is wider and deeper than at Puerto Morelos. This allows for a higher proportion of large reproductive adults to be caught (Herrnkind and Lipcius, 1989; Lozano-Álvarez, 1992, Lozano-Álvarez *et al.*, 1993). In contrast, the almost exclusive use of diving in Puerto Morelos limits the fishing for lobsters to a maximum depth of around 30 m.

In exploratory fishing with traps conducted from 10 to 47 m depth on the continental shelf of the Puerto Morelos area, Lozano-Álvarez *et al.* (1991a) found the largest lobsters and the highest incidence of reproductive adults in the deeper zones. This emphasizes the influence of depth on the size distribution of the lobster catch.

The monthly variations in the mean size of the catch (table 2a) were similar to those recorded at Isla Mujeres (Fuentes, 1988; González, 1991; Lozano-Álvarez, 1992), except for the following: (a) at Isla Mujeres, the mean monthly sizes were always larger than at Puerto Morelos; (b) the smallest mean sizes appeared in November and December at Isla Mujeres, but in October at Puerto Morelos. Causes for these variations may be complex, because *P. argus* shows ample movements, nomadic as well as migratory, throughout its benthic life (Herrnkind, 1980). In the area of Isla Mujeres and Isla Contoy (see fig. 1), lobsters have a winter mass migration, known as *corrida*, that is related to the arrival of cold fronts, and whose effect on the catch increase is well documented. González (1991) mentioned that, at Isla Mujeres, both the magnitude and the size

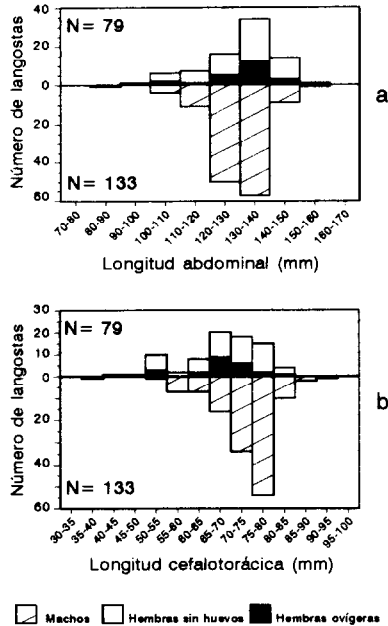


Figura 6. Distribución por tallas de la muestra total de hembras y machos de la langosta *Panulirus guttatus* en Puerto Morelos, julio 1992 a febrero 1993: (a) en longitud abdominal; (b) en longitud cefalotorácica.

Figure 6. Size distribution of the total sample of female and male *Panulirus guttatus* from Puerto Morelos, July 1992 to February 1993: (a) in abdominal length; (b) in carapace length.

Las variaciones mensuales en la talla media de captura (tabla 2a) resultaron similares a las registradas en Isla Mujeres (Fuentes, 1988; González-Cano, 1991; Lozano-Álvarez, 1992), con las siguientes salvedades: (a) en Isla Mujeres, las tallas medias mensuales fueron siempre mayores que en Puerto Morelos; (b) las tallas medias menores se presentaron en noviembre y diciembre en Isla Mujeres y en octubre en Puerto Morelos. Las causas de estas diferencias pueden ser complejas, ya que *P. argus* presenta amplios movimientos, tanto nómadas como migratorios, durante toda su fase béntica (Herrnkind, 1980). En la zona de Isla Mujeres e Isla Contoy, se presenta una migración masiva invernal de langostas, conocida como "corrida", que está relacionada con los nortes y cuyo efecto en el aumento de las capturas está bien documentado. González-Cano (1991) menciona que, en Isla Mujeres, tanto la magnitud como la composición por tallas de las

composición de la captura entre Octubre and December, throughout six fishing seasons, were influenced by lobsters from the *corrida*. These are often small-sized and show no reproductive activity. The virtual absence of ovigerous females during November and December in the catch from Isla Mujeres (fig. 5) supports this hypothesis.

However, this idea does not seem to explain the monthly changes in the mean sizes at Puerto Morelos. The decrease in the mean size between August and October could be due to the recruitment of young adults to the fishery, but the notorious increase in the mean size from November onwards coincides with a shift of fishermen from the southernmost to the northernmost locations within the fishing area of the Puerto Morelos cooperative (fig. 4). Thus, the fishing locality is another factor that influences the size composition of the catch, and should be taken into account when analyzing the

capturas entre octubre y diciembre, durante seis temporadas de pesca, estuvieron influenciadas por las langostas de "corrida", que suelen ser de tallas menores y sin actividad reproductora. La virtual ausencia de hembras ovígeras durante noviembre y diciembre en las capturas de Isla Mujeres (fig. 5) refuerza esta hipótesis.

Sin embargo, esta idea no parece explicar los cambios mensuales en las tallas medias en Puerto Morelos. La disminución de la talla media entre agosto y octubre podría deberse a un reclutamiento de adultos jóvenes a la pesquería, pero el notable aumento en la talla media a partir de noviembre coincide con un desplazamiento de los pescadores de las localidades más al sur hacia las localidades más al norte dentro del área de pesca de esta cooperativa (fig. 4). De esta manera, la localidad de pesca es otro factor que influencia la talla de la captura y que debería tomarse en consideración al analizar las tallas medias mensuales. Se desconoce si la migración invernal se presenta en otras partes de la costa del estado, más al sur del área de Isla Contoy e Isla Mujeres (Lozano-Álvarez *et al.* 1991b), pero el hecho de que en Puerto Morelos el porcentaje de hembras ovígeras permaneció estable entre octubre y enero (fig. 5), parece indicar que no hubo una gran influencia de las langostas de "corrida" en las capturas de Puerto Morelos durante la temporada de pesca 1992/93.

No fue posible determinar el porcentaje de hembras ovígeras en los meses de marzo a junio, debido a la veda. Sin embargo, Lozano-Álvarez *et al.* (1991a) registraron un 21.5% de hembras ovígeras en la plataforma continental del área de Puerto Morelos durante el mes de abril, en la temporada de veda (fig. 5). Este porcentaje aumentó a 52 al incluir también a las hembras con espermatóforo nuevo (próximas a desovar). Por otro lado, la proporción de hembras ovígeras en Isla Mujeres es superior en marzo (fig. 5). Esto indica que en primavera se presenta el pico importante en la reproducción de esta especie, con otro menor hacia finales de verano y principios de otoño, situación que también se presenta en Florida (Lyons *et al.* 1981) y las Bahamas (Kanciruk y Herrnkind, 1976).

mean monthly size of the catch. It is not known whether the winter migration occurs elsewhere along the coast of Quintana Roo, south of Isla Mujeres and Isla Contoy (Lozano-Álvarez *et al.*, 1991b), but the fact that in Puerto Morelos the percentage of ovigerous females remained stable from October to January (fig. 5) suggests that there was not a great influence of lobsters from the *corrida* in the Puerto Morelos catch during the 1992/93 fishing season.

Because lobsters are not captured during the spring, it was not possible to determine the percentage of ovigerous females from March to June. However, Lozano-Álvarez *et al.* (1991a) recorded 21.5% of ovigerous females on the continental shelf of Puerto Morelos during April 1987, i.e., in the closed season (fig. 5). When also considering those females with a new spermatophore attached to the sternum, i.e., about to spawn, the percentage of reproductive females increased to 52%. In addition, the proportion of ovigerous females at Isla Mujeres was higher in March (fig. 5) than in previous months. This indicates that the main reproductive peak of *P. argus* is during the spring, with a secondary peak in late summer and early autumn. A similar situation occurs in Florida and the Bahamas (Lyons *et al.*, 1981; Kanciruk and Herrnkind, 1976).

The size of the smallest ovigerous females of *P. argus* is very variable along its geographic range, due to local variations in environmental conditions, food availability, population density and fishing pressure (Kanciruk, 1980; Lyons *et al.*, 1981). These factors may influence the growth rate and the size at sexual maturity. In this study, the smallest ovigerous female measured 130 mm AL (67.8 mm CL). Fonseca-Larios and Briones-Fourzán (in press) recorded ovigerous females from 76 mm CL in Puerto Morelos, and Aguilar and González (1987) from 130 mm AL (67.8 mm CL) at Isla Mujeres.

However, the size of the smallest ovigerous female should not be considered as an indicator of the size at first maturity, because the latter is an attribute of the population, not of individuals. In Puerto Morelos, the size

La talla de las hembras ovígeras más pequeñas de *P. argus* es muy variable en su área de distribución, lo cual ha sido adjudicado a variaciones locales en las condiciones ambientales, la alimentación, la densidad poblacional y la presión de pesca (Kancirik, 1980; Lyons *et al.*, 1981), factores que pueden influir en la tasa de crecimiento y en la talla a la cual se presenta la madurez sexual. En el presente estudio, la hembra ovígera más pequeña midió 130 mm LA (67.8 mm LC). Fonseca-Larios y Briones-Fourzán (en prensa) registraron hembras ovígeras de 76 mm LC en Puerto Morelos, y Aguilar y González (1987) de 130 mm LA (67.8 mm LC) en Isla Mujeres.

Sin embargo, la talla de la hembra ovígera más pequeña no debe ser considerada como un indicador de la talla de primera madurez, ya que ésta es un atributo de la población y no de individuos aislados. En Puerto Morelos, la talla de primera madurez de *P. argus*, a partir de la cual es más común encontrar hembras ovígeras, se encuentra entre 160 y 170 mm LA (90-95 mm LC) (fig. 2; Lozano-Álvarez *et al.*, 1991a). En este estudio, la talla en la que se registró el 50% de hembras ovígeras es de 188 mm LA (105 mm LC).

En Isla Mujeres, tanto las hembras ovígeras como las hembras sin huevos presentaron una moda entre 180 y 190 mm LA (Aguilar y González, 1987). En el presente trabajo, la moda de las hembras sin huevos (130-140 mm LA) fue inferior a las de las ovígeras (170-180 y 200-210 mm LA).

Panulirus guttatus* y *P. laeviscauda

Negrete (1988) realizó un estudio sobre *P. guttatus* en el área de Puerto Morelos a lo largo de un ciclo anual. La talla media registrada por este autor, de 62.5 mm LC ($N = 633$), fue inferior a la obtenida en el presente estudio, de 71.3 mm LC. Este sesgo hacia tallas superiores refleja el esfuerzo de los pescadores por desembarcar ejemplares por encima de la talla mínima legal para *P. guttatus*, que es de 135 mm LA (76.2 mm LC en promedio). Si esta regulación fuera observada cabalmente, sólo podría ser capturado un porcentaje muy reducido de la

at first maturity of *P. argus*, which is when ovigerous females begin to occur more frequently, is around 160-170 mm AL (90-95 mm CL) (fig. 2; Lozano-Álvarez *et al.*, 1991a). In this study, the size of 50% maturity in ovigerous females was 188 mm AL (105 mm CL).

At Isla Mujeres, both ovigerous and non-ovigerous females showed a mode at 180-190 mm AL (Aguilar and González, 1987). In our study, the mode of non-ovigerous females (130-140 mm AL) was smaller than that of ovigerous females (170-180 mm AL).

Panulirus guttatus* and *P. laeviscauda

Negrete (1988) conducted a study on *P. guttatus* from Puerto Morelos throughout a whole year. The mean size of his sample, 62.5 mm CL ($N = 633$), was smaller than the one obtained in this study (71.3 mm CL). The bias towards larger sizes in our study reflects the fishermen's efforts to land specimens larger than the minimum size limit for *P. guttatus*, of 135 mm AL (76.2 mm CL on average). If this regulation were strictly observed, a very small percentage of the population could be captured. Briones-Fourzán (1991) and Briones-Fourzán *et al.* (1997) reviewed the existing literature on *P. guttatus* and suggested a reduction in the minimum size limit for this species. However, because it is considerably less abundant than *P. argus* and because it is a non-migratory species, residing in the coral reef throughout its benthic life (Carrasco-Zanini, 1985), it requires more specific studies.

Although the monthly samples of *P. guttatus* were very scarce, ovigerous females appeared every month. This also happens in Florida (Chitty, 1973) and Martinique (Farrugio, 1976), and had been previously recorded in Puerto Morelos (Negrete, 1988; Briones-Fourzán, 1991; Contreras, 1992).

Panulirus laeviscauda is larger in size than *P. guttatus*, but it is not a common spiny lobster in this region. Although its geographic range is similar to that of *P. argus* and *P. guttatus* (Williams, 1986), it seems to abound only in Brazil, where it is heavily exploited (Fonteles-Filho, 1994). The fact that the five specimens

población. Briones-Fourzán (1991) y Briones-Fourzán *et al.* (1997) revisaron la literatura existente sobre *P. guttatus* y sugirieron una reducción en la talla mínima de esta especie. Sin embargo, por su menor abundancia respecto de *P. argus* y por tratarse de una especie no migratoria, residente en el arrecife coralino durante toda su fase béntica (Carrasco-Zanini, 1985), requiere de estudios más específicos.

Aunque las muestras mensuales de *P. guttatus* en este estudio fueron muy pequeñas, en todos los meses se encontraron hembras ovigeras. Esto también ocurre en Florida (Chitty, 1973) y Martinica (Farrugio, 1976), y ya había sido registrado en estudios anteriores en Puerto Morelos (Negrete, 1988; Briones-Fourzán, 1991; Contreras, 1992).

Panulirus laeviscauda alcanza tallas mayores que *P. guttatus*, pero no es una langosta característica de esta región. Aunque tiene una distribución geográfica similar a la de *P. argus* y *P. guttatus* (Williams, 1986), tal parece que solamente es abundante en Brasil, donde es fuertemente explotada (Fonteles-Filho, 1994). El hecho de que los cinco ejemplares de *P. laeviscauda* fueran capturados en la localidad de Punta Brava y de que una de las hembras estuviera ovigera, plantea algunas interrogantes sobre la abundancia real de esta especie en ciertas partes del Caribe mexicano, que valdría la pena abordar en futuros estudios.

CONCLUSIONES

A pesar de su amplia distribución latitudinal, *P. argus* muestra diferencias espaciales y temporales en algunas de sus características biológicas, incluso en localidades tan cercanas como Isla Mujeres y Puerto Morelos (aproximadamente 40 km). Las diferencias espaciales en la composición por tallas de las capturas y la proporción de hembras ovigeras tienen relación con las artes de pesca empleadas para su captura, la profundidad de pesca y los diversos movimientos que presenta esta especie. Las variaciones temporales están más relacionadas con los cambios en localidades específicas de pesca a lo largo de la temporada y con los factores climáticos e hidrológicos a lo largo de un ciclo anual.

of *P. laeviscauda* found in this study were captured in the locality of Punta Brava and that one of the females was ovigerous, raises some questions on the real abundance of this species in certain parts of the Mexican Caribbean that warrant future investigation.

CONCLUSIONS

Despite its ample latitudinal distribution, *P. argus* shows spatial and temporal differences in some of its biological characteristics, even in localities as close as Isla Mujeres and Puerto Morelos (approximately 40 km apart). Spatial differences in the size composition of the catch and the proportion of ovigerous females are related to the fishing gear employed, the fishing depths and the various movements performed by this species. Temporal variations seem more related to changes in specific fishing localities throughout the fishing season, and to climatic and hydrological factors throughout an annual cycle.

Panulirus guttatus is not a target species for the fishermen and its catch is incidental to that of *P. argus*. The small size of *P. guttatus*, the fact that it is a resident, non-migratory species in the coral reefs, and its lower abundance compared to *P. argus*, require specific studies to assess its importance as a fishing resource, which seems very limited. *Panulirus laeviscauda* is a rare species in this region, but some small population nuclei in very specific localities seem to exist, representing an interesting issue that warrants future study.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the collaboration of Gerardo García-Beltrán and Fernando Negrete-Soto in the field work and data processing. The fishing cooperative Pescadores de Puerto Morelos helped with the data gathering; we especially thank José Castillo, Sixto Zacarías and Elías Herrera for allowing us to measure and analyze great parts of their catches. Francisco Escobar collaborated in the production of the figures.

English translation by the authors.

Panulirus guttatus no es una especie objetivo para los pescadores; más bien se captura incidentalmente con *P. argus*. La reducida talla de *P. guttatus*, su naturaleza residente en el arrecife y no migratoria, y su menor abundancia respecto de *P. argus* requieren de análisis cuidadosos para evaluar su importancia como recurso pesquero, la cual parece limitada. *Panulirus laevicauda* es una especie rara en esta región, pero parecen existir algunos núcleos poblacionales en localidades muy específicas, lo que representa un aspecto interesante que debería abordarse en estudios futuros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración en el trabajo de campo y procesamiento de datos de Gerardo García-Beltrán y Fernando Negrete-Soto. La cooperativa Pescadores de Puerto Morelos brindó apoyo en la obtención de datos; especial reconocimiento merecen José Castillo, Sixto Zacarias y Elías Herrera, por permitir la medición y el análisis de gran parte de su captura. Francisco Escobar colaboró en la elaboración del material gráfico.

REFERENCIAS

- Aguilar, C.C. y González, J. (1987). Explotación de langosta espinosa en el norte del estado de Quintana Roo, durante la temporada 1986-87. Análisis de la composición por tallas y de producción de la captura comercial. Informe interno, EIP Isla Mujeres. Inst. Nal. Pesca, Secretaría de Pesca, México, 36 pp.
- Briones-Fourzán, P. (1991). Consideraciones sobre el manejo de *Panulirus guttatus* en Quintana Roo, México. En: P. Briones-Fourzán (ed.), Taller regional sobre manejo de la pesquería de la langosta. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, Publ. Téc., 1: 81-89.
- Briones-Fourzán, P. (1993). Reclutamiento de postlarvas de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Caribe mexicano: Patrones, posibles mecanismos e implicaciones pesqueras. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 140 pp.
- Briones, P. and Lozano, E. (1994). The spiny lobster fisheries in Mexico. In: B.F. Phillips, J.S. Cobb and J. Kittaka (eds.), Spiny Lobster Management. Fishing News Books, Oxford, pp. 140-151.
- Briones, P., Lozano, E., Cabrera, M.A. y Arcco, P. (1997). Biología y ecología de las langostas (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) del Golfo de México y Caribe. En: D. Flores, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín (eds.), Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. EPOMEX, Univ. Autón. Campeche, Serie Científica, 7.
- Carrasco-Zanini, G. (1985). Algunos aspectos del patrón de movimientos (regreso al refugio, ámbito hogareño y orientación) de la langosta del Caribe *Panulirus argus* (Latreille). Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 66 pp.
- Chitty, N. (1973). Aspects of the reproductive ecology of the spiny lobster *Panulirus guttatus* (Latreille). M.Sc. thesis, University of Miami, Florida, 60 pp.
- Contreras, G. (1992). Fecundidad de la langosta *Panulirus guttatus* en Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis profesional, Universidad Simón Bolívar, México, 63 pp.
- Farrugio, H. (1976). Contribution à la connaissance de la sexualité des langoustes *Panulirus guttatus* et *Panulirus argus* dans les eaux Martiniquais. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit., 254: 1-17.
- Fonseca-Larios, M. and Briones-Fourzán, P. Fecundity of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) in the Caribbean coast of Mexico. Bull. Mar. Sci. (in press).
- Fonteles-Filho, A.A. (1994). State of the lobster fishery in north-east Brazil. In: B.F. Phillips, J.S. Cobb and J. Kittaka (eds.), Spiny Lobster Management. Fishing News Books, Oxford, pp. 108-118.
- Fuentes, D. (1988). Investigaciones pesqueras de la langosta del Caribe mexicano. En: Los Recursos Pesqueros del País. Secretaría de Pesca, México, DF, pp. 441-462.

- González-Cano, J. (1991). Migration and refuge in assessment and management of the spiny lobster *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. Ph.D. thesis, Imperial College, University of London, 448 pp.
- Herrnkind, W.F. (1980). Spiny lobsters: Patterns of movement. In: J.S. Cobb and B.F. Phillips (eds.), *The Biology and Management of Lobsters*, Vol. 1. Academic Press, New York, pp. 349-407.
- Herrnkind, W.F. and Lipcius, R.N. (1989). Habitat use and population biology of Bahamian spiny lobster. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 39: 265-278.
- Jordán-Dahlgren, E. (1979). Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la península de Yucatán. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, UNAM, 6(1): 105-118.
- Kanciruk, P. (1980). Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobsters). In: J.S. Cobb and B.F. Phillips (eds.), *The Biology and Management of Lobsters*, Vol. 2. Academic Press, New York, pp. 59-96.
- Kanciruk, P. and Herrnkind, W.F. (1976). Autumnal reproduction in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 26(4): 417-432.
- Lozano-Álvarez, E. (1992). Pesquería, dinámica poblacional y manejo de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la Bahía de la Ascensión, QR, México. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 149 pp.
- Lozano-Álvarez, E., Briones-Fourzán, P. y González-Cano, J. (1991a). Pesca exploratoria de langostas con nasas en la plataforma continental del área de Puerto Morelos, QR, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, UNAM, 18(1): 49-58.
- Lozano-Álvarez, E., Briones-Fourzán, P. and Phillips, B.F. (1991b). Fishery characteristics, growth, and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahía de la Ascensión, Mexico. *Fish. Bull. US*, 89: 78-89.
- Lozano-Álvarez, E., Briones-Fourzán, P. and Negrete-Soto, F. (1993). Occurrence and seasonal variations of spiny lobsters, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), on the shelf outside Bahía de la Ascensión, Mexico. *Fish. Bull. US*, 91: 808-815.
- Lyons, W.G., Barber, D.G., Foster, S.M., Kennedy, F.S. Jr. and Milano, G.R. (1981). The spiny lobster *Panulirus argus* in the middle and upper Florida Keys: Population structure, seasonal dynamics, and reproduction. *Florida Dept. Nat. Resour. Mar. Res. Lab.*, 38: 1-37.
- Merino, M. y Otero, L. (1991). Atlas ambiental costero de Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal (México), 80 pp.
- Morgan, G. (1980). Population dynamics of spiny lobsters. In: J.S. Cobb and B.F. Phillips (eds.) *The Biology and Management of Lobsters*, Vol. 2. Academic Press, New York, pp. 189-217.
- Negrete, F. (1988). Aspectos poblacionales de la langosta *Panulirus guttatus* en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 61 pp.
- Williams, A.B. (1986). Lobsters: Identification, world distribution, and US trade. *Mar. Fish. Rev.*, 48(2): 1-36.
- Zar, J.H. (1984). *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 978 pp.