

DENSIDAD POBLACIONAL DE *Panulirus gracilis* Streets y *P. inflatus* (Bouvier)
(CRUSTACEA: *Palinuridae*) EN DOS AREAS CERCANAS
A ZIHUATANEJO, GRO., MEXICO*

Enrique Lozano**
Patricia Briones**
Leonardo Santarelli**
Adolfo Gracia**

RESUMEN

Se estiman la abundancia y densidad mensuales de las poblaciones de las langostas *Panulirus gracilis* Streets y *P. inflatus* (Bouvier) en dos pequeñas áreas cercanas a Zihuatanejo, Gro., denominadas El Realito y Barra de Barrio Viejo. La colecta de los ejemplares se efectuó con redes de fondo del tipo agallero, diseñadas especialmente para pesca de langostas, entre febrero de 1979 y abril de 1980. Se marcaron los ejemplares con marcas de nylon y vinilo tipo "Spaghetti" aplicadas hipodérmicamente, obteniéndose recapturas múltiples. En total, se marcaron 1768 langostas en ambas localidades. Los modelos utilizados para la estimación de la abundancia fueron los de Fisher-Ford (1947) y Jolly (1965). En general, las redes capturaron menos hembras que machos de las dos especies. Se demuestra que en *P. gracilis* existen diferencias conductuales marcadas entre las hembras ovígeras y las no ovígeras, lo que determina que las primeras sean menos capturables que las segundas, y que la capturabilidad entre los machos y las hembras no ovígeras no difiere significativamente. Además, se apoya la hipótesis de que la proporción entre los sexos es cercana a 1:1. Con base en esto y en el hecho de que no todas las hembras son igualmente capturables, se estima la abundancia solamente para machos y el resultado se multiplica por dos para obtener la de la población total.

Por otro lado, se detecta una inmigración importante de langostas de ambas especies a El Realito en septiembre, y posteriormente una migración de individuos de *P. gracilis* de esta localidad hacia la Barra de Barrio Viejo en los últimos meses del año. La densidad promedio estimada es de 18 individuos por hectárea para *P. gracilis* y 25 individuos por hectárea para *P. inflatus*, valores que se comparan con otros obtenidos en distintos lugares para otras especies de langostas.

ABSTRACT

An estimation has been made of the monthly abundance and density of populations of spiny lobsters *Panulirus gracilis* Streets and *P. inflatus* (Bouvier) in two small areas near Zihuatanejo, Gro., called El Realito and Barra de Barrio Viejo. The lobsters were caught with bottom set gill-type nets especially designed for spiny lobster fishing, between February 1979 and April 1980. The lobsters were tagged with "Spaghetti" nylon and vinyl tags, applied hypodermically, and multiple recaptures were obtained. 1768 lobsters were tagged in both localities. The abundance was estimated by using Fisher-Ford's (1947) and Jolly's (1965) models. The nets caught more males than females of both species. It is proven that in *P. gracilis*, there are remarkable behavioral differences between egg-bearing and non egg-bearing females, the latter being more catchable than the former ones, and that catchability between males and non egg-bearing females does not differ significantly. In addition, the hypothesis that the sex ratio is near to 1:1 is supported. Based on this and on the fact that not all the females are equally catchable, the abundance is estimated only for males, and the results multiplied by two in order to obtain the abundance of the total population.

- * Trabajo presentado en el VII Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica, Acapulco, Gro., Noviembre de 1981.
- ** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Also, an important immigration of lobsters of both species to El Realito in September has been detected, and a posterior migration of individuals of *P. Gracilis* from this locality to the Barra de Barrio Viejo has also been detected in the last months of the year. The mean density estimated for *P. gracilis* is 18 individuals per hectare, and for *P. inflatus* 25 ind/ha. These estimated density values are compared with others obtained for different spiny lobster species in the world.

INTRODUCCION

La langosta ocupa un lugar prominente entre las pesquerías de crustáceos del país (Explotación Pesquera Nacional, 1976), a pesar de lo cual no se cuenta con información básica suficiente sobre su biología y ecología que pueda servir de fundamento para llegar a administrarla adecuadamente. Esto es particularmente cierto en el caso de las especies *Panulirus inflatus* y *P. gracilis*, las cuales tienen en México una amplia distribución, que abarca desde el Golfo de California hasta el Golfo de Tehuantepec, habitando la primera en fondos de roca, y la segunda en fondos de cascajo-arena y ocasionalmente en zonas rocosas (Gracia y Kensler, 1980, Briones *et al.*, 1981). Por ello, el Programa para el Desarrollo de la Pesquería de Langosta en el Sur del Pacífico Mexicano, llevado a efecto por convenio entre el Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Nacional de la Pesca de la Secretaría de Pesca, se planteó como uno de sus principales objetivos el conocer algunos aspectos de la dinámica de poblaciones de langosta existentes en las cercanías de Zihuatanejo, Gro., pertenecientes a las dos especies anteriormente mencionadas. Entre dichos aspectos se consideró la determinación de la abundancia y densidad de langostas en áreas previamente seleccionadas.

La densidad y la abundancia de una población son parámetros de suma importancia en la aplicación de algunos modelos de producción. Además, esta información es indispensable para poder determinar la capturabilidad —es decir, la probabilidad de captura por unidad de esfuerzo— de dicho recurso.

El cálculo de la abundancia por métodos directos es complicado, y es por ello que en muchas ocasiones se utiliza solamente el índice de abundancia en la forma de captura por unidad de esfuerzo, según la ecuación:

$$\frac{C}{f} = qD$$

donde C = captura, f = esfuerzo de pesca, q = coeficiente de capturabilidad y D = densidad de

la población, entendida ésta como la abundancia de la misma por unidad de área. Se han hecho estimaciones de la abundancia de langostas por medio de esta ecuación, como en el caso de *Panulirus argus* (Buesa, 1965; Munro, 1974).

Sin embargo, la utilización de la captura por unidad de esfuerzo (también conocida como U) como índice de la densidad presupone que el coeficiente de capturabilidad es constante a lo largo del tiempo, lo cual rara vez ocurre. Muy a menudo, las variaciones en U se deben no tanto a fluctuaciones en la densidad, sino en la capturabilidad del recurso. Es por esto que para conocer las variaciones en la capturabilidad de un cierto recurso a un determinado arte de pesca, se debe contar de manera simultánea con estimaciones de su densidad y con información sobre su captura y esfuerzo (Morgan, 1974a, 1974b).

Se han hecho estimaciones de abundancia y densidad en langostas espinosas por métodos tales como el de "distancia al vecino más próximo" en *Panulirus argus* (Olsen *et al.*, 1975), censo directo en la misma especie (Cooper *et al.*, 1975), y métodos de captura —recaptura. Entre estos últimos se encuentran la aplicación del método de Petersen modificado por Bailey en *Jasus lalandii* (Beyers, 1979) y en *Panulirus argus* (Waugh, 1980), el método de Schnabel modificado en *P. argus* (Cooper *et al.*, 1975) y los modelos de Jolly y de Manly y Parr en *P. cygnus* (Morgan, 1974a).

En estos estudios, las langostas son marcadas de diferentes maneras, según si se requiere de un reconocimiento individual o solamente del periodo o lugar en el que se marcaron. En general, se han utilizado métodos tales como amputación de pleópodos, perforaciones en el telson, o bien, marcas de vinilo o metálicas aplicadas hipodérmicamente (Buesa, 1965; Little, 1972; Chittleborough, 1974; Morgan, 1974a; Cooper *et al.*, 1975; Olsen *et al.*, 1975; Waugh, 1980).

En este trabajo, se estiman la abundancia y densidad de *Panulirus inflatus* y *P. gracilis* en dos pequeñas áreas cercanas a Zihuatanejo, Gro., en el Pacífico Mexicano, utilizando el método de captura-recaptura múltiple, como parte de un proyecto más amplio tendiente a conocer la dinámica de las poblaciones de langosta en dicho lugar.

MATERIAL Y METODOS

Para realizar este estudio se seleccionaron dos áreas relativamente pequeñas en las cercanías de Isla Ixtapa, Gro. ($17^{\circ} 40.5' LN$ y $101^{\circ} 39.5' LW$) (Fig. 1). Por considerar que reunían algunas características favorables, tales como su cercanía a la costa, el tipo de fondo que presentan y el hecho de que en ambas localidades el agua es relativamente turbia, y sólo excepcionalmente se aclara lo bastante como para permitir una suficiente visibilidad para operaciones de buceo, método con el cual tradicionalmente se captura la langosta en esta región.

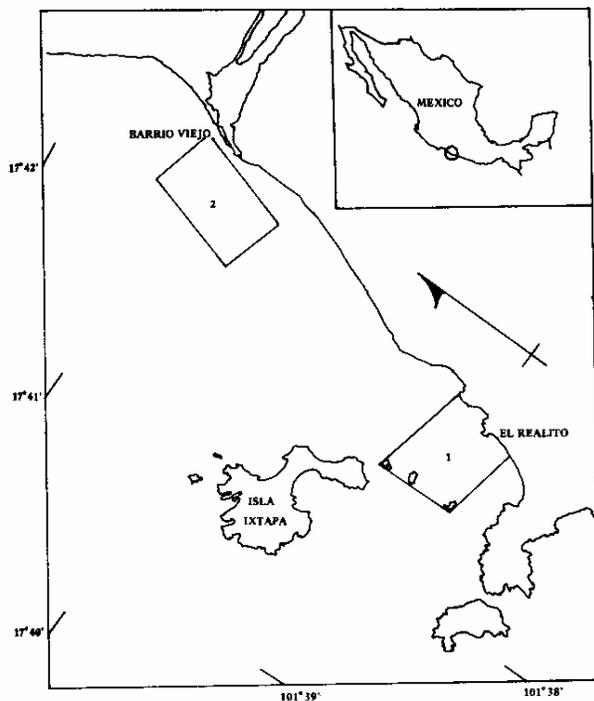


FIG. 1. AREA DE ESTUDIO— 1. EL REALITO. 2. BARRA DE BARRIO VIEJO.

Las áreas escogidas fueron denominadas El Realito y Barra de Barrio Viejo de acuerdo con la toponimia de la costa cercana.

El Realito se encuentra localizado entre Isla Ixtapa y la costa frente a la misma. Abarca un área en forma de trapecio de aproximadamente 36 hectáreas. El tipo de fondo en este lugar es de "cascajo" (grava gruesa con amontonamientos de rocas pequeñas y medianas), con algunas partes de arena-limo y grandes formaciones rocosas (Baqueiro y Stuardo, 1977), condiciones que permiten la existencia tanto de *P. inflatus* como de *P. gracilis*. La profundidad máxima es de 10 mts.

Barra de Barrio Viejo (en adelante B. Viejo) se localiza 2 km al norte de El Realito (Fig. 1), frente a la desembocadura del Río Rincón o Río Ixtapa, cuya boca permanece cerrada en la temporada de estiaje y se abre en la época de lluvias. Esta área de estudio comprende aproximadamente 35 hectáreas, con tipo de fondo de cascajo, arenoso y areno-limoso; se encuentra rodeada por fondos areno-limosos, por lo que puede ser considerada como un hábitat relativamente aislado, donde *P. gracilis* abunda mientras que *P. inflatus* no se presenta ahí. La profundidad máxima es de 8 mts.

La captura de langostas para este estudio se efectuó con cuatro redes del tipo agallero, especialmente diseñadas para captura de langosta, de entre 80 y 150 mts. de largo por 2 mts. de caída, con mallas de nylon que variaban entre 4 3/4 y 6 pulgadas de abertura.

Las redes se colocaban principalmente en fondos de cascajo. En El Realito se trataba de acercarlas lo más posible a las rocas para capturar ejemplares de las dos especies. No es conveniente fondear las redes sobre las rocas, pues al levantarlas pueden dañarse, en ocasiones irreparablemente.

Cabe esperar que con la utilización de redes el hecho de que un individuo sea capturado no afecte su probabilidad de captura posterior, misma que sí puede verse afectada por procesos de aprendizaje en los individuos cuando se utilizan otras artes, tales como trampas (Morgan, 1974a).

Las redes se revisaban temprano en la mañana y se recogía la captura para su inmediata marcación y toma de los siguientes datos: especie, talla, estado del caparazón, sexo y fase sexual. Con esta información se están preparando otros trabajos que serán publicados posteriormente.

Fueron utilizadas marcas tipo "spaguetti" (FD-68B) de Floy Tag & Mfg. Co., constituidas por un filamento con ancla de nylon y un tubo de vinilo de color amarillo en el cual iban impresos números individuales. Estas marcas se aplican con una pistola tipo Mark II del mismo fabricante. La aguja de la pistola se introduce en el paquete muscular latero-dorsal entre el cefalotórax y el abdomen.

Para hacer el cálculo del porcentaje de pérdida de marcas, los ejemplares capturados eran revisados cuidadosamente, de tal manera que la presencia del filamento sin el tubo de vinilo, o de una cicatriz en la región de aplicación indicaba que se trataba de la recaptura de un individuo que había perdido la marca.

Para estimar el porcentaje de pérdida mensual se utilizó la "edad promedio" de las marcas. La "edad promedio" de las marcas en un periodo (mes), es el número promedio de periodos transcurridos desde la liberación de los individuos recapturados en ese periodo. Así, si en el mes 3 se recapturan cinco individuos de los cuales dos fueron marcados en el periodo 1 y tres en el periodo 2, la "edad promedio" de las marcas en ese periodo es:

$$\frac{(2 \times 2) + (3 \times 1)}{5} = 1.4 \text{ periodos}$$

Si la "edad promedio" de las marcas era la misma para los individuos recapturados con marca y sin ella, se puede decir que el porcentaje de marcas perdidas por los individuos recapturados en un mes corresponde al que se pierde en un tiempo igual a la "edad promedio" de las marcas en ese mes. Este cálculo se hizo para cada uno de los meses en los que se tienen recapturas y se obtuvo un promedio de esos resultados.

Aún cuando se conoce que este tipo de marcas no afecta significativamente a las langostas (Little, 1972; Chittleborough, 1974), se decidió hacer una prueba en la cual se colocaron en jaulas sumergidas 15 ejemplares con marca y 15 sin ella durante tres semanas, para observar si alguno de los dos grupos mostraba una mayor mortalidad por efecto de la aplicación de la marca.

Las operaciones de marcación en El Realito se realizaron desde Marzo hasta Diciembre de 1979, y en B. Viejo de Marzo a Mayo de 1979 y de Octubre del mismo año a Abril de 1980.

Como apoyo a la información obtenida en el programa de captura-recaptura, se contó con información de capturas realizadas por los pescadores de la Soc. Coop. de Prod. Pesq. "Vicente Guerrero" S.C.L. de Zihuatanejo, Gro., en la que se incluyen las marcas recapturadas por ellos.

En este trabajo se siguió el criterio de Begon (1979) para distinguir entre "individuos marcados" y "marcas". La diferencia radica en si se considera o no como una nueva marcación el que un individuo sea recapturado y vuelto a liberar con la misma marca. En el primer caso, se asigna al número —es decir a la marca— la fecha más reciente de captura o recaptura y de esa manera se está considerando como un nuevo "individuo marcado". Si por el contrario, sólo se toma en cuenta la fecha de la primera captura, se está utilizando el concepto de "marca".

Los modelos utilizados en este trabajo para la estimación de la abundancia son los de Jolly

(1965) y Fisher-Ford (1947) y tomando además en consideración los conceptos propuestos por Begon (1979). Se seleccionaron estos modelos porque aprovechan en forma muy completa la información proporcionada por los estudios de marcaje, especialmente el de Jolly. Por otra parte, aún cuando ambos tienen ciertas restricciones, éstas no son tantas como las de otros métodos, y aún cuando dichas restricciones no sean totalmente respetadas, los modelos mantienen su validez (Begon, 1979). Tienen, además, la ventaja de aceptar pérdidas y ganancias en la población, es decir que no ponen como condición que se trate de poblaciones cerradas. También suponen que se está trabajando con una sola población en cuanto a su "comportamiento" (características de sobrevivencia, migraciones, reproducción, etc). El modelo de Fisher-Ford supone, además, que la sobrevivencia es constante.

Una premisa muy importante de estos dos modelos (y en general de todos los modelos de captura-recaptura) es que cualquier individuo dentro de la población debe tener la misma probabilidad de ser capturado.

Los dos modelos se basan en una estimación final de N_i por medio de la ecuación de Petersen modificada por Bailey (1951):

$$N_i = \frac{M_i (n_i + 1)}{(m_i + 1)}$$

donde N_i = número estimado de individuos en el periodo i ; M_i = estimación del número de "marcas en riesgo" en el periodo i ; n_i = número de individuos capturados en el periodo i ; m_i = número de individuos recapturados en periodo i .

La expresión "marcas en riesgo" se refiere al total de marcas que existen en ese periodo en la población. En este estudio, las estimaciones de abundancia se hicieron mensualmente, por lo que un periodo es un mes.

Para verificar si los resultados obtenidos diferían significativamente de los esperados en caso de que el comportamiento de la población correspondiera a las suposiciones del modelo de Fisher-Ford, se hizo una prueba de X^2 con los valores observados y los esperados con la sobrevivencia aceptada como verdadera del total de periodos sobrevividos cada mes.

Para la aplicación de estos modelos se utilizó una computadora Burroughs B6700 del Centro de Servicios de Cómputo de la Universidad Nacional Autónoma de México.

RESULTADOS Y DISCUSION

No hubo mortalidad en ninguno de los dos grupos de langostas mantenidos en jaulas sumergidos con y sin marcas durante tres semanas, por lo que se consideró que las estimaciones de abundancia no serían afectadas por el efecto de aplicar marcas a los individuos.

A lo largo del estudio se aplicaron un total de 1768 marcas en las dos localidades. En la tabla 1 se incluye el número de marcas y recapturas por localidad, especie y sexo. Cabe hacer notar que siempre se capturó un número mucho mayor de machos que de hembras de ambas especies. Es importante tomar en cuenta la diferencia entre estas "marcas" y los "individuos marcados" de acuerdo con el criterio de Begon (1979), ya que esto explica por qué no coinciden estas cifras con las que se presentan en la tabla 4, en la cual se consideran los "individuos marcados".

Especie	Localidad	Sexo	Marcas	Recapturas
<i>P. inflatus</i>	El Realito	♂	373	44
		♀	88	12
<i>P. gracilis</i>	El Realito	♂	427	173
		♀	119	18
	B.Viejo	♂	641	134
		♀	120	9
TOTAL			1768	390

En la tabla 2 se presentan los porcentajes de pérdida de marcas para cada mes. Puede observarse que, excepto en tres ocasiones, las pérdidas de marcas fueron escasas.

Estimación de la abundancia.

Los modelos de Fisher-Ford y Jolly fueron aplicados en forma independiente para cada localidad, especie y sexo. Inicialmente se consideró la posibilidad de no separar los sexos, es decir,

TABLA 2. PORCENTAJE DE PERDIDA DE MARCAS (°/o MES) POR ESPECIE LOCALIDAD Y SEXO

	<i>P. inflatus</i>		<i>P. gracilis</i>			
	Realito		Realito		B. Viejo	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1979						
FEB	—	—	—	—	—	—
MAR	—	—	0.0	—	—	—
ABR	—	—	0.0	0.0	0.0	—
MAY	0.0	0.0	5.7	25.0	0.0	—
JUN	0.0	0.0	3.6	0.0	—	—
JUL	33.3	0.0	1.6	0.0	—	—
AGO	0.0	0.0	5.0	0.0	—	—
SEP	0.0	0.0	0.0	0.0	—	—
OCT	9.4	0.0	5.8	0.0	5.5	—
NOV	4.0	12.5	0.0	0.0	7.3	0.0
DIC	0.0	0.0	7.0	0.0	4.8	25.0
1980						
ENE	—	—	—	—	5.8	0.0
FEB	—	—	—	—	11.7	—
MAR	—	—	—	—	5.7	11.0
ABR	—	—	—	—	0.0	—
\bar{X}	5.8	1.6	2.9	2.8	4.5	9.0

hacer el cálculo de la abundancia considerando a la población como una sola unidad, por lo que se realizó una prueba con el efecto de detectar posibles diferencias en la capturabilidad de machos y hembras. Dicha prueba consistió en la utilización de tablas de contingencia conteniendo el número de individuos recapturados y no recapturados tanto del grupo de machos marcados como del de hembras marcadas en cada periodo (Begon, 1979). Los resultados de esta prueba se exponen en la Tabla 3.

Como puede observarse, los valores totales de X^2 difieren mucho entre sí, pues en el caso de *P. gracilis* en El Realito se trata de un valor con alta significancia, mientras que para *P. inflatus* en la misma área y *P. gracilis* en B. Viejo no lo es. Sin embargo, si se analizan en la misma tabla cada uno de los valores mensuales de X^2 , puede apreciarse que solamente presentan valores significativos (P 0.05) los meses de Abril y Octubre para *P. gracilis* en El Realito. En consecuencia, se decidió que se consideraría que no hay diferencias importantes en la capturabilidad de machos y hembras, por lo menos para los fines de aplicar los modelos de estimación de abundancia. Es necesario tener en cuenta que una capturabilidad igual para machos y hembras significa solamente que la probabilidad de que un

TABLA 3. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE X^2 PARA DIFERENCIAS EN LA CAPTURABILIDAD ENTRE MACHOS Y HEMBRAS

	<i>P. inflatus</i> Realito X^2	<i>P. gracilis</i> Realito X^2	B. Viejo X^2
1979			
MAR	0.175	1.048	0.697
ABR	0.004	12.962**	0.520
MAY	0.0	0.490	—
JUN	0.330	0.014	—
JUL	0.168	0.008	—
AGO	0.188	0.705	—
SEP	1.099	0.795	—
OCT	1.471	4.804*	0.010
NOV	0.705	0.108	0.948
DIC	—	—	3.120
1980			
ENE	—	—	0.984
FEB	—	—	0.471
MAR	—	—	1.266
TOTAL	4.140	20.934	8.016
Probabilidad	$P < 0.90$	$0.01 < P < 0.025$	$0.25 < P < 0.50$

* $P < 0.05$

** $P < 0.001$

individuo extraído al azar corresponda a uno u otro sexo depende de la densidad relativa de cada uno de ellos.

Ahora bien, si la capturabilidad no es diferente, aún falta por explicar porqué eran capturados muchos más machos que hembras (Tabla 1).

En la tabla 4 se observa que en el caso de las hembras, el porciento de marcas recapturadas por cada individuo capturado (número de recaptura/número de marcas/ total de capturas) es mayor que el valor obtenido para los machos. Lo anterior puede deberse a que las redes solamente capturen una porción del total de la población de hembras, o a que la población total de hembras sea menor que la de los machos, es decir que la proporción sexual machos: hembras sea mayor que 1:1. Cada una de estas dos posibilidades se analizará por separado.

Captura selectiva.

La captura de langostas utilizando redes puede verse afectada por aspectos conductuales, tales como diferente movilidad entre machos y hembras, de igual manera que como ocurre en algunos casos con trampas (Kanciruk, 1980), ya que

TABLA 4.— PORCENTAJE DE RECAPTURAS DE INDIVIDUOS MARCADOS POR CADA INDIVIDUO CAPTURADO (NÚMERO DE RECAPTURAS/NÚMERO DE MARCAS/TOTAL DE CAPTURAS) (SOLAMENTE EN REDES)

	Individuos marcados (A)	Individuos recapturados (B)	Total capturado (C)	% Recapturado /individuo capturado (B/A/C)
<i>P. inflatus</i> ♂	404	44	492	0.022
Realito ♀	97	12	110	0.112
<i>P. gracilis</i> ♂	581	173	673	0.044
Realito ♀	125	18	154	0.094
<i>P. gracilis</i> ♂	737	134	825	0.022
B. Viejo ♀	123	9	157	0.047

el que una langosta se enmalle en una red depende en gran medida de que se encuentre con ella durante su período de actividad. En el caso de las hembras, además, es probable que el estado reproductivo afecte aún más su movilidad. Se sabe que las hembras ovígeras tienden a tener una menor actividad y a permanecer más tiempo en reposo y ocultas (Morgan, 1974a; Kanciruk y Herrnkind, 1976). Tanto *Panulirus inflatus* como *P. gracilis* en el área de estudio presentan reproducción continua durante todo el año (Briones *et al.* 1981). En poblaciones de otras especies de langostas que presentan esta misma situación reproductiva, las hembras representan un porcentaje pequeño de la captura por trampas, y de éstas, pocas están ovígeras (Pinto y Saraiva, 1970). En las capturas por buceo, este sesgo casi no se presenta (Kanciruk, 1980), pues el buzo pesca las langostas generalmente de día, cuando el grueso de la población está inactivo. Briones *et al.* (1981), reportan una proporción 1:1 entre hembras ovígeras y no ovígeras en capturas de *P. inflatus* y *P. gracilis* hechas por medio de buceo entre Marzo de 1976 y Febrero de 1977 en áreas cercanas a las del presente estudio (Tabla 5). Cabe esperar que la menor movilidad de las hembras ovígeras determinaría que se comportaran como un grupo con menor probabilidad de captura por medio de redes y, por tanto, se esperarían una proporción de hembras ovígeras en las redes menor a la existente en la población. Los resultados de las tablas 5 y 6 demuestran que esto es cierto en el caso de *P. gracilis*, con un total de 36% de hembras ovígeras y 64% de no ovígeras. En *P. inflatus*, aún cuando también es menor el porcentaje de hembras ovígeras en las capturas con redes (44%), el número total de ejemplares hembras capturados con este arte es muy pequeño, por lo que es difícil asegurar que el factor reproducción determine dos grupos con distinta capturabilidad por redes dentro de la población de hembras de esta especie.

TABLA 5. PRUEBA DE χ^2 PARA LAS HEMBRAS OVIGERAS Y NO OVIGERAS CAPTURADAS EN REDES DURANTE 1979-80 Y POR BUCEO EN 1977

<i>Panulirus inflatus</i>			<i>Panulirus gracilis</i>		
	Redes*	Buceo**		Redes*	Buceo**
Ovígeras	51	182	Ovígeras	115	146
No ovígeras	67	197	No ovígeras	207	138
$\chi^2 = 0.86$ $0.25 < P < 0.50$			$\chi^2 = 15.33$ $P < 0.0001$		

* Datos obtenidos en este trabajo, 1979-80
 ** Datos tomados de Briones *et al* (1981).

TABLA 6. NUMERO DE HEMBRAS OVIGERAS Y NO OVIGERAS CAPTURADAS POR REDES DESDE FEBRERO DE 1979 HASTA MARZO DE 1980

MES	<i>Panulirus gracilis</i>		<i>Panulirus inflatus</i>	
	Ovígeras	No ovígeras	Ovígeras	No ovígeras
Febrero	3	4	1	3
Marzo	3	5	2	3
Abril	9	17	1	4
Mayo	7	6	2	7
Junio	2	10	7	2
Julio	9	16	6	9
Agosto	10	12	5	7
Septiembre	11	20	12	18
Octubre	13	22	12	9
Noviembre	14	28	1	4
Diciembre	18	23	2	1
Enero	1	5	—	—
Febrero	6	14	—	—
Marzo	9	25	—	—
TOTAL	115	207	51	67

Proporción sexual.

Con respecto a la posibilidad de que la población total de hembras fuera menor que la de los machos, cabe señalar que se ha reportado una proporción entre machos y hembras de la población cercana a 1:1 para *P. gracilis* y *P. inflatus*

por Weinborn (1977) y de 1:1 para *P. gracilis* y 2:1 para *P. inflatus* por Briones *et al.* (1981) en la misma área del presente estudio con muestreos obtenidos por medio de buceo. En este último caso, la relación 2:1 en *P. inflatus* se podría explicar por el hecho de que esta especie habita en fondos rocosos, y las hembras tienden a ocultarse en las partes más profundas de las cuevas, quedando a menudo inaccesibles a los buzos (Lozano, observación personal).

La información obtenida sobre recapturas hechas por los pescadores por medio de buceo apoyan aún más esta posibilidad, ya que, como se observa en la tabla 7, estos pescadores recapturaron algunos ejemplares de ambas especies que se encontraban marcados, siendo la proporción sexual de estas recapturas de 1.03:1 para *P. gracilis* y 2.51:1 para *P. inflatus*, valores que se acercan mucho a los reportados por Briones *et al.* (1981), y que podrían ser explicados por la misma causa.

Además, en las capturas de la Cooperativa, también ocurre un sesgo en la proporción machos: hembras, que en el caso de *P. gracilis* es de 1.4:1 y en *P. inflatus* es de 3.3:1 (Tabla 7). Esto ocurre porque, además de lo ya explicado, una gran proporción de los individuos que se encuentran por debajo de la talla mínima legal actual (82 mm de longitud cefalotorácica para ambas especies) son hembras, como lo reportan Briones *et al.* (1981). Estos mismos autores mencionan que en Zihuatanejo se pesca también langosta por debajo de dicha talla, pero que generalmente los ejemplares sublegales no se entregan a la Cooperativa.

TABLA 7.— PORCENTAJE DE RECAPTURA Y RELACION DE SEXOS EN LAS CAPTURAS ENTREGADAS POR LOS PESCADORES A LA COOPERATIVA "VICENTE GUERRERO" S. C. L.

	Marcas	Recapturas en la Cooperativa			Capturas entregadas a la Cooperativa por los pescadores (d : ♀)
		Número	Porcentaje	Proporción (♂ : ♀)	
<i>P. inflatus</i>	467	21	4.00	2.51:1	3.3:1
	126	2	1.59		
<i>P. gracilis</i>	1065	44	4.13	1.03:1	1.4:1
	252	10	4.00		

Por otro lado, se han reportado proporciones sexuales de 1:1 en *Jasus lalandii* (Beyers, 1979) y *Panulirus argus* (Feliciano, 1958; Munro, 1974; Kanciruk y Herrnkind, 1976). Morgan (1980) señala que es poco posible que algunas proporciones sexuales extremas que han sido registradas (como la de 1:9 para machos y hem-

bras reportados por Morgan y Barker (1974) para *P. cygnus*) representen la proporción real de la población, y que ésta probablemente se acerca más a la unidad en la mayoría de las especies de palinúridos.

Aún cuando los hechos expuestos apoyan la posibilidad de una relación aproximada de 1:1 entre machos y hembras, se requiere de una información más completa en este sentido, especialmente en el caso de *P. inflatus*, especie en la cual no fué posible evaluar el efecto de una posible diferencia conductual entre la población de hembras "capturable" y la "no capturable" (probablemente en relación con la búsqueda de refugio) sobre el porcentaje de entrega de marcas por los pescadores.

En consecuencia, la proporción machos: hembras debe ser de alrededor de 1:1, y a falta de una estimación más confiable del valor exacto se aceptó el de 1.1 para ambas especies, rechazando así la posibilidad de que los machos fueran más abundantes.

Se retiene entonces la opción de que el muestreo de hembras sólo se hizo sobre una porción de la población de este sexo, es decir que en el caso de las hembras el muestreo no fué al azar, invalidando cualquier estimación de abundancia en la que se incluya información de capturas de hembras. Como consecuencia de lo anterior, la estimación de abundancia con ambos modelos (Fisher-Ford y Jolly) se hizo exclusivamente para machos, y para calcular el total de la población (ambos sexos) este resultado se multiplicó por dos.

Estimación de la densidad

Como se puede observar en la tabla 8, los resultados de las pruebas de X^2 señalan que no hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos y los esperados en caso de que el comportamiento de la población correspondiera con las suposiciones del modelo de Fisher-Ford, aplicando la sobrevivencia aceptada como verdadera (Begon, 1979).

En las tablas 9 y 10 se expone el número de machos para cada área, calculado por cada uno de los métodos utilizados; los valores estimados de densidad poblacional (machos y hembras) derivados de la combinación de ambos métodos aparecen en la tabla 11 y en las figuras 2 y 4. Estos valores se obtuvieron aplicando los siguientes criterios para cada mes:

a) En caso de que el resultado de alguno de los dos métodos fuera invalidado por resultados inadmisibles, tales como una sobrevivencia

TABLA 8.— PRUEBA DE X^2 PARA AJUSTE AL MODELO DE FISHER-FORD

	X^2	Grados de libertad	Probabilidad (P)
<i>P. inflatus</i> "Realito"	4.55	7	$0.5 < P < 0.75$
<i>P. gracilis</i> "Realito"	10.26	8	$P=0.25$
<i>P. gracilis</i> "B. Viejo"	12.21	8	$0.10 < P < 0.25$

TABLA 9. ABUNDANCIA EN LA "BARRA DE B. VIEJO" (Machos)

	<i>P. gracilis</i> Jolly				<i>P. gracilis</i> Fisher-Ford $\phi = 0.52$	
	Ni	ϕ_i	Bi	E.S.	Ni	Bi
1979						
ABR	62	—	—	39	59	15
MAY					47	
JUN						
JUL						
AGO						
SEP						
OCT	163	0.50	275	100		
NOV	357	0.49	205	114	349	191
DIC	380	0.54	156	79	375	79
1980						
ENE	360	0.64	379	131	276	309
FEB	609	0.37	117	238	454	145
MAR	341	—	—	210	384	365
ABR					567	—

Ni = Número de individuos
 ϕ_i = Sobrevivencia en el periodo i
 Bi = Número de adiciones a la población en el periodo i
 E.S. = Error Standard de Ni

TABLA 10.— ABUNDANCIA EN "EL REALITO" (MACHOS)

	Jolly <i>P. inflatus</i>				Jolly <i>P. gracilis</i>				Fisher-Ford <i>P. inflatus P. gracilis</i>			
	Ni	ϕ_i	Bi	E.S.	Ni	ϕ_i	Bi	E.S.	Ni	Bi	Ni	Bi
1979												
ABR					156	1.02	131	51			230	41
MAY					290	0.81	61	61	74	240	214	37
JUN					295	0.50	0	72	282	100	198	0
JUL	267	0.58	119	303	135	0.75	130	30	262	57	104	201
AGO	196	1.74	2132	88	230	1.09	683	72	207	703	279	566
SEP	2472	0.60	64	1565	934	0.17	0	376	822	482	776	-164
OCT	1551	—	—	1330	121	0.90	33	30	954	-282	420	-55
NOV					142	—	—	61	265	36	260	168
DIC									188	—	363	—

Ni = Número de individuos
 ϕ_i = Sobrevivencia en el periodo i
 Bi = Número de adiciones a la población en el periodo i
 E.S. = Error Standard de Ni

(\emptyset_i) mayor a 1 en el período anterior (en el modelo de Jolly) o un número de adiciones (B_i) negativo en el período en cuestión (Morgan, 1974a; Begon, 1979), ese resultado se eliminaba y se tomaba como una mejor estimación el del otro método.

b) Si ninguno de los resultados era invalidado, se tomaba el promedio de los dos métodos (Begon, 1979).

c) Si en los meses iniciales y finales se encontraba una discrepancia importante entre los dos métodos, sin que ninguno de ellos fuera invalidado, se aceptaba el obtenido por el método de Fisher-Ford, ya que el de Jolly, por sus características, requiere de un período de marcación y recaptura más o menos amplio antes y después de aquél en el que se hace la estimación.

d) Ambos métodos en el mes de Septiembre, para *P. gracilis* en El Realito, arrojan resultados que son inaceptables de acuerdo con el criterio señalado en el inciso a). Es probable que esto esté determinado por una entrada importante de individuos de "comportamiento" (en el sentido explicado anteriormente) diferente al del resto de la población, lo cual concuerda con la inmigración de un gran número de individuos a esta área en ese mes (ver siguiente apartado). El método de Fisher-Ford es menos sensible a esta situación, por lo que se acepta su resultado como el más cercano a la realidad. De acuerdo con lo sugerido por Morgan (1974a), se intentó aplicar para este mes el método de Manly y Parr (1968), ya que éste sólo hace uso de los datos obtenidos de la población "residente". Sin embargo, esto no fué posible, pues la información resultó insuficiente para poder aplicarlo.

e) En el mes de octubre para *P. gracilis* en El Realito, el método de Jolly no arroja resultados inaceptables, pero se decidió tomar el promedio de ambos métodos bajo la suposición de que la entrada de individuos en el mes de Septiembre podía continuar sesgando el resultado del método de Jolly.

Hay que destacar que a excepción de algunos meses (particularmente los que podrían ser incluidos en los incisos a) o c), se obtuvieron resultados muy similares por ambos métodos.

Variaciones en la densidad.

En la figura 2, en la que se representa la densidad poblacional mensual en la localidad El Realito, donde ambas especies coexisten, se observa que hay una alternancia de picos entre las dos especies en Mayo, Junio, Julio, Agosto y Diciembre. Esto podría indicar la existencia de algún

TABLA 11.— DENSIDAD POBLACIONAL EN EL REALITO Y EN LA BARRA DE BARRIO VIEJO (MACHOS Y HEMBRAS) (ind/ha).

	El Realito		B. de BARRIO Viejo
	<i>P. gracilis</i>	<i>P. inflatus</i>	<i>P. gracilis</i>
1979			
ABRIL	12.8 - F		3.5 - P
MAYO	14.0 - P	4.1 - F	2.7 - F
JUNIO	13.7 - P	15.3 - P	
JULIO	6.6 - P	14.9 - P	
AGOSTO	14.1 - P	11.2 - P	
SEPTIEMBRE	43.1 - F	45.7 - F	
OCTUBRE	15.0 - P	86.2 - J	9.3 - J
NOVIEMBRE	14.4 - F	14.7 - F	20.2 - P
DICIEMBRE	20.2 - F	10.4 - F	21.6 - P
1980			
ENERO			18.2 - P
FEBRERO			30.4 - P
MARZO			20.7 - P
ABRIL			32.4 - F

F — Resultado según el método de Fisher-Ford
 J — Resultado según el método de Jolly
 P — Promedio de los resultados de los métodos.

recurso o conjunto de recursos limitante en esta localidad, y que éstos se mantienen relativamente constantes en esos meses. Entre estos factores podrían encontrarse el refugio y el alimento. Sin embargo, si el factor limitante en esta localidad fuera el refugio, no podrían presentarse los picos de densidad tan marcados en Septiembre y Octubre (figura 2). Este aumento tan notorio en la densidad podría deberse a una inmigración a El Realito de langostas no residentes en busca de alimento. En efecto, en Septiembre se marcó una cantidad elevada de individuos (108 *P. gracilis* y 164 *P. inflatus*) en esta localidad, de los cuales sólo un porcentaje muy pequeño fue recapturado dentro del siguiente mes (Fig. 3).

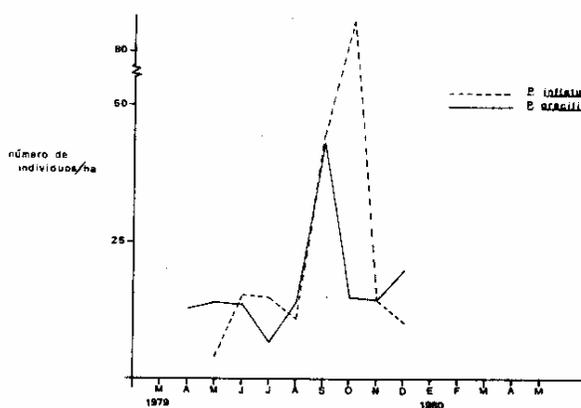


FIG. 2. DENSIDAD POBLACIONAL EN EL REALITO.

Aramoni (1982) menciona que ambas especies presentan patrones de alimentación muy similares, compuesta por los mismos grupos de organismos, entre los que destacan los moluscos. Esta misma autora compara los organismos encontra-

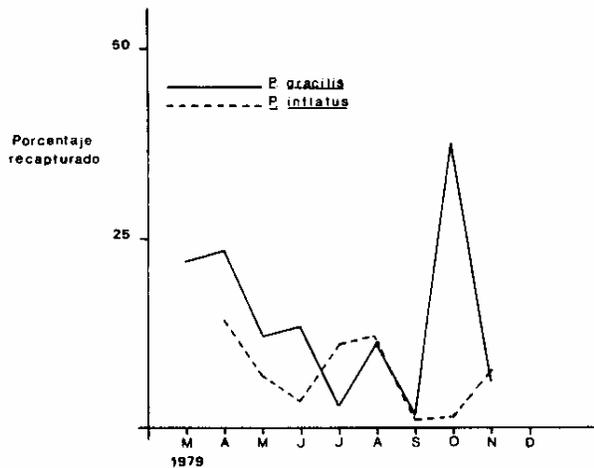


FIG. 3. PORCENTAJE DE RECAPTURA DENTRO DEL SIGUIENTE MES AL DE LA COLOCACION DE MARCAS (HEMBRAS Y MACHOS JUNTOS).

dos en contenidos estomacales de ambas especies con los obtenidos en muestras de sedimentos y con el porcentaje de materia orgánica de esos mismos sedimentos, y encuentra que los grupos faunísticos encontrados en los análisis estomacales de las dos especies siguen el mismo patrón de abundancia que los grupos encontrados en el estudio de fauna béntica.

Una de las estaciones de muestreo escogidas por Aramoni (1982) para su estudio de porcentaje de materia orgánica, denominada por ella "Varadero", se encuentra prácticamente dentro del área que en este estudio ha sido denominado El Realito. Es muy interesante señalar que Aramoni encontró que el porcentaje de materia orgánica en sedimentos presenta su valor más bajo durante el otoño, incrementándose hasta adquirir un máximo en el verano "...en todas las zonas de muestreo a excepción de 'Varadero', que presenta un máximo en otoño y un mínimo en invierno." Esto significa que cuando la materia orgánica disminuye en una amplia zona costera cercana a Zihuatanejo, aumenta considerablemente en la zona de El Realito. Aramoni (1982) también menciona que el peso húmedo de moluscos en "Varadero" aumenta en otoño, en contraste con el resto de la zona estudiada por ella.

Herrnkind (1980) menciona que existen movimientos de langostas hacia la costa que pueden no tener un objetivo claro, y que más bien "...lugares abundantes en alimento son explotados de manera oportunista". Herrnkind cita a varios autores, entre ellos a Buesa (1965), quienes sugieren que una función de las migraciones de langostas es el movimiento para facilitar la alimenta-

ción, y una de las formas de hacerlo es descubrir y explotar áreas ricas en alimento, por muy efímera que esta abundancia sea.

Por otro lado, el hecho de que *P. gracilis* exista tanto en localidades de fondos de cascajo-arena como en otras de fondos rocosos, parece indicar que esta especie no está restringida en sus requerimientos de hábitat; en cambio, *P. inflatus* es incapaz de habitar en fondos de cascajo-arena, y se encuentra limitada a zonas rocosas (Weinborn, 1977; Gracia y Kensler, 1980; Briones *et al.*, 1981). En este sentido, tal parece que *P. gracilis* se comporta como una especie más flexible respecto del hábitat, y que puede replegarse a otros lugares cuando la densidad de *P. inflatus* en fondos rocosos aumenta hasta donde soporta la capacidad de carga en estos fondos. Esto parece ocurrir en Octubre en El Realito (Fig. 2), ya que en este mes la densidad de *P. inflatus* se incrementa considerablemente en esta localidad, alcanzando cuatro veces el valor de su densidad promedio en los meses restantes. Además, en la figura 4 se observa que la densidad de *P. gracilis* en B. Viejo empieza a aumentar al mismo tiempo que la densidad de esta especie en El Realito descende bruscamente (Fig. 2). Es interesante notar que en B.Viejo se recapturaron en Octubre, Noviembre y Diciembre, 16 ejemplares de *P. gracilis* que habían sido capturados por primera vez y marcados en El Realito (Fig. 5).

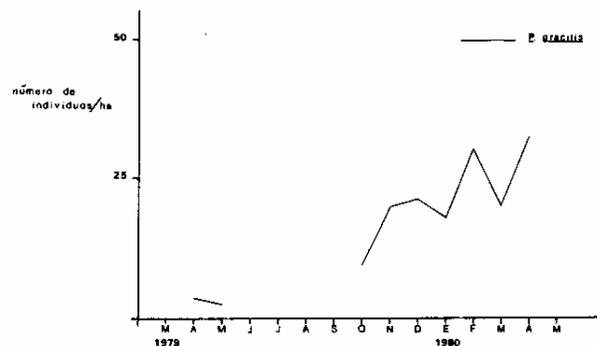


FIG. 4. DENSIDAD POBLACIONAL EN BARRA DE BARRIO VIEJO.

Implicaciones pesqueras.

A partir de la tabla 10, se puede obtener un valor promedio de la densidad para cada especie, siendo éste de 18 ind/ha para *P. gracilis* (con un rango de 3.5 - 43.1 ind/ha) y 25 ind/ha para *P. inflatus* (rango de 4.1- 86.2 ind/ha). Estos valo-

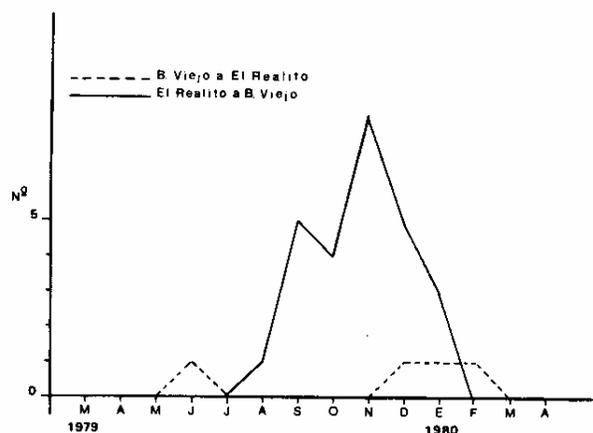


FIG. 5. NUMERO MENSUAL DE INDIVIDUOS (MACHOS Y HEMBRAS) DE *Panulirus gracilis* QUE CAMBIARON DE LOCALIDAD ENTRE LA MARCACION Y LA RECAPTURA.

res se asemejan a los reportados por Olsen *et al.* (1975) para *P. argus* en St. John, Islas Vírgenes, quienes estimaron una densidad de 7.1- 19.4 ind/ha y a los obtenidos por Peacock (1974) y Davies (1977) para esa misma especie, el primero en la Isla Barbuda y el segundo en Dry Tortugas, de 3.9-7.0 y de 24.8-67.4 ind/ha respectivamente.

Por otro lado, se tienen estimaciones de densidad muy elevadas en especies como *Jasus lalandii* en Africa Sudoccidental (Beyers, 1979) y *Panulirus cygnus* en Australia Occidental (Morgan, 1974a). En el primer caso, Beyers (1979) calculó una densidad de 28,000 ind/ha, lo cual muy posiblemente constituye una sobreestimación, ya que utilizó el método de Petersen modificado por Bailey con una alta probabilidad de haber sobrestimado las marcas en riesgo de la población. Morgan (1974a) por su parte, estimó una densidad de 329-2065 ind/ha para *P. cygnus*.

Es interesante hacer notar que las pesquerías de langosta más importantes en el mundo son precisamente las de Australia Occidental (*P. cygnus*) y Africa del Sur (*Jasus lalandii*), junto con la pesquería de *P. argus* a lo largo de una gran

parte del Atlántico y del Mar Caribe (desde Brasil hasta Carolina del Norte, EUA., y todas las Antillas). Sin embargo, en el caso de esta última especie, las densidades locales, por lo menos en las Antillas menores, son más bien bajas. Esto mismo ocurre con *P. gracilis* y *P. inflatus* en el área del presente estudio, lo cual queda inscrito dentro del hecho generalizado de que existe una mayor diversidad y una menor abundancia por especie en zonas tropicales y la situación contraria en zonas templadas (Morgan, 1977).

CONCLUSIONES

- Se puede considerar que, con base en el comportamiento reproductor, son menos capturables con redes las hembras ovígeras que las no ovígeras en el caso de *Panulirus gracilis*.
- No existen diferencias significativas en la capturabilidad entre los machos y el grupo de hembras capturables.
- Existe una fuerte inmigración de ambas especies a El Realito en el mes de Septiembre.
- Aparentemente, hay un movimiento de individuos de *P. gracilis* de El Realito a B. Viejo en los últimos meses del año.
- La densidad poblacional promedio anual de *P. gracilis* es de 18 ind/ha, con un rango de 3.5-43.1 ind/ha.
- La densidad poblacional promedio anual de *P. inflatus* es de 25 ind/ha, con un rango de 4.1-86.2 ind/ha.
- Las densidades encontradas en este estudio son comparables a las encontradas en otros lugares para especies de langostas que soportan pesquerías importantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean manifestar su agradecimiento a Jorge Carranza Fraser, Director del Instituto Nacional de la Pesca de la Secretaría de Pesca, por su decidido apoyo a la realización de este Programa; a Alfredo Laguarda Figueras, ex-Director del entonces Centro de Ciencias del Mar y Limnología (ahora Instituto) de la UNAM, por el apoyo institucional recibido; a Craig B. Kensler, experto de la UNESCO en Biología Marina por su colaboración en la planeación de este programa y su posterior asesoría durante el primer año de trabajo; a Carlos Manuel Illescas Monterroso por su colaboración en el trabajo de campo y laboratorio; a Benjamín Sotelo Testa, Alfredo Vargas López y Simbad Vargas López por su ayuda en las colectas y en el trabajo de campo en general, y a Eric Jordán Dablgren por la revisión crítica del manuscrito y sus valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- ARAMONI, G. P., 1982. Alimentación de las langostas *Panulirus inflatus* (Bouvier) y *P. gracilis* Streets en Zihuatanejo, Guerrero, y su relación con el bentos. Tesis profesional, Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México, 66 p.
- BAILEY, N.T.J., 1951. On estimating the size of mobile populations from capture-recapture data. *Biometrika*, 38: 293-306.
- BAQUEIRO, E. y J. STUARDO, 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sow., 1831), *M. squalida* (Sow., 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1831) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro., México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 4 (1): 161-208.
- BEGON, M., 1979. *Investigating animal abundance. Capture-recapture for biologists*. Edward Arnold Publ. Ltd., Londres, 97 p.
- BEYERS, C. J. de B., 1979. Stock assessment and some morphometric and biological characteristics of the rock lobster *Jasus lalandii* on Marshall Rocks, its main commercial fishing area off South West Africa, 1971-1974. *Investl. Rep. Sea Fish. Branch, S. Afr.*, 117: 1-26.
- BRIONES, P., E. LOZANO, A. MARTINEZ y S. CORTES, 1981. Aspectos generales de la biología y pesca de las langostas en Zihuatanejo, Gro., México. (Crustácea: Palinuridae). *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 8 (1): 79-102.
- BUESA, R. J., 1965. Biology and Fishing of spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille). In: Bogdanov, A. S. (ed.) *Soviet-Cuban Fishery Research*. Translated from Russian by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1969 (TT69-59016): 62-77.
- CHITTLEBOROUGH, R. G., 1974. Development of a tag for the Western Rock Lobster. *Div. Fish. Commonw. Scient. Industr. Res. Org., Rep.* 56: 1-19.
- COOPER, R. A., R. ELLIS y S. SERFLING, 1975. Population dynamics, ecology and behavior of spiny lobster *Panulirus argus* of St. John, U.S.V.I.: (III).- Population estimation and turnover. In: Earle, S.A. y R. J. Lavenberg (eds). Results of the Tektite Program: Coral Reef invertebrates and plants. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles County Science Bull.*, 20: 23-30.
- DAVIS, G. E., 1977. Effects of recreational harvest on a spiny lobster, *Panulirus argus*, population. *Bull. Mar. Sci.*, 27 (2): 223-236.
- EXPLOTACION Pesquera Nacional, 1971-1975. Dir. Gral. Planeación y Promoción Pesquera, Subsec. Pesca, Sec. Ind. Com., México: 63 p.
- FELICIANO, C., 1958. The lobster Fishery of Puerto Rico. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 10: 147-156.
- FISHER, R. A. y E. B. FORD, 1947. The spread of a gene in natural conditions in a colony of the moth *Panaxia dominula* (L.). *Heredity*, 1: 143-174.
- GRACIA, A. y C. B. KENSLER, 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 7 (2): 111-128.
- JOLLY, G. M., 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration. -Stochastic model. *Biometrika*, 52: 225-247.
- KANCIRUK, P., 1980. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (Spiny lobsters). In: Cobb, J. S. y B. F. Phillips (eds). *The Biology and Management of lobsters, Vol. II: Ecology and Management*. Academic Press, Nueva York: 59-96.
- KANCIRUK, P. y W. F. HERRNKIND, 1976. Autumnal reproduction in *Panulirus argus* at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 26 (4): 417-432.
- LITTLE, E. J., 1972. Tagging of spiny lobster (*Panulirus argus*) in the Florida Keys, 1967-1969. *Fla. Dept. Nat. Res. Special Sci. Rep.* 31: 1-28.

- MANLY, B. F. J. y M. J. PARR, 1968. A new method of estimating population size, survivorship and birth rate from capture-recapture data. *Trans. Soc. Brit. Ent.*, 18: 81-89.
- MORGAN, G. R., 1974a. Aspects of the population dynamics of the Western Rock Lobster, *Panulirus cygnus* George. I.- Estimation of population density. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 25 (2): 235-248.
- , 1974b. Aspects of the population dynamics of the Western Rock Lobster, *Panulirus cygnus* George II.- Seasonal changes in the catchability coefficient. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 25 (2): 249-259.
- , 1977. Review of population dynamics of the Palinuridae. In: Phillips B. F. y J. S. Cobb (eds). *Workshop on lobster and rock lobster ecology and physiology*. Dir. Fish. Oceanogr. Commonw. Scient. Industr. Res. Org., Melbourne: 245-248.
- , 1980. Population dynamics of spiny lobsters. In: Cobb, J. S. y B. F. Phillips (eds) *The biology and management of lobsters. Vol. II. Ecology and management*. Academic Press, Nueva York: 189-217.
- MUNRO, J. L., 1974. The biology, ecology, exploitation and management of Caribbean reef fishes. Scientific Report of the ODA/UNI Fisheries Ecology Research Project, 1962-1973. Part VI. The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes.- Crustaceans (Spiny lobsters and Crabs). *Univ. West Indies Zool. Dep. Res. Rep.* 3: 1-57.
- OLSEN, D. A., W. F. HERRNKIND y R. A. COOPER, 1975. Population dynamics, ecology and behavior of spiny lobsters *Panulirus argus* of St. John, U. S. V. I.: (I).- Introduction and general population characteristics. In: Earle, S. A. y R. J. Lavenberg (eds). *Results of the Tektite Program: Coral reef invertebrates and plants*. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles County Science Bull.*, 20: 11-16.
- PEACOCK, N. A., 1974. A study of the spiny lobster of Antigua and Barbuda. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 26: 117-130.
- PINTO, P. M. y R. SARAIVA DA C., 1970. Estudos de biología da pesca de lagosta do Ceará-Dados de 1969. *Arq. Ciénc. Mar.*, 10 (2): 134-142.
- SWEAT, D. E., 1968. Growth and tagging studies on *Panulirus argus* (Latreille) in the Florida Keys. *Fla. Bd. Cons. Tech. Ser.* 57: 1-30.
- WAUGH, G. T., 1980. Population dynamics of juvenile spiny lobster, *Panulirus argus*, near Grand Bahama Island. M. Sc. Thesis, Univ. Miami, Fla., 196 pp.
- WEINBORN, J. A., 1977. Estudio preliminar de la biología, ecología y semicultivo de los Palinúridos de Zihuatanejo, Gro., México *Panulirus gracilis* Streets y *Panulirus inflatus* (Bouvier). *An. Centro. Ciénc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 4 (1): 27-78.