

Estimación de Densidad Abundancia y Biomasa de la Langosta Espinosa *P. argus* en el Arrecife Alacranes en los Años 1997-1999 con Aplicación de Sistemas de Información Geográfica

GLORIA VERÓNICA RÍOS LARA¹, JAVIER BELLO PINEDA²,
CARLOS ZETINA MOGUEL³, KENNETH CERVERA CERVERA¹, y
PATRICIA ARCEO BRISEÑO¹

¹*Centro Regional de Investigación Pesquera Yucalpetén.*

INP. SEMARNAP

A. P. 73. Progreso

Yucatán. México. C. P.

²*Watershed Ecosystems Graduate Program, Trent University*

Peterborough, Ontario Canada.

³*Universidad Autónoma de Yucatán.*

Av. de Industrias no contaminantes y Periférico Norte s/n. A. P. 150.

Cordemex. Mérida. Yucatán. Mexico C. P. 97111

RESUMEN

Como parte de las investigaciones realizadas sobre la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus argus*) en el arrecife Alacranes, Yucatán, se hicieron 21 prospecciones entre abril de 1997 y diciembre de 1999, con el fin de obtener estimaciones de densidad que son utilizadas en los modelos de evaluación de la población o bien en la medición de la capacidad de repoblamiento natural del hábitat. En este trabajo se hacen estimaciones de densidad, abundancia y biomasa mensuales, se relaciona la presencia de langosta con los tipos de fondo y con base en estimaciones previas del área que tienen los tipos de fondo preferidos por la langosta se estima la abundancia y la biomasa, se observa el comportamiento de la densidad a través del tiempo. Los datos se obtuvieron mediante buceo libre durante prospecciones mensuales, en donde se llevaron a cabo transectos de 100 m x 10 m. Se registraron el número de langostas por transecto buceado, características del fondo, situación geográfica y el peso y longitud promedio de los organismos capturados. Para la estimación de densidades se usó un mapa de fondos obtenido del análisis de una imagen Landsat TM y sobre el cual se superpuso la información referida geográficamente utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG).

PALABRAS CLAVE: Arrecife Alacranes, langosta *Panulirus argus*, SIG

Spiny Lobster *P. argus* Biomass Abundance and Density Estimation on Alacran Reef During 1997 to 1999 Years with Geographical Information Systems Application

ABSTRACT

As part of the research efforts carried out on the spiny lobster fishery (*Panulirus argus*) in Alacranes Reef, Yucatan, 21 diving expeditions were made in order to obtain density estimations. Those estimations are important since they are used in stock assessment models and in measurement of natural stock restoring capacity in the habitat. In this study density and abundance estimations of spiny lobster are made during three fishing seasons (1997 - 1999), the results were related to lobster presence by bottom type, and based on previously estimates of the preferred areas by lobsters, the abundance is estimated. Density comparisons are made for different seasons. The data were obtained through monthly free diving expeditions using 100 m transects. Observations include number of lobsters, reef bottom characteristics, average abdominal length and weight of lobsters. The density estimators were calculated using a bottom map from a Landsat TM image analysis and overlapping the georeferenced information of the diving in a Geographical Information System (GIS).

KEY WORDS: Alacranes Reef, GIS, lobster *Panulirus argus*

INTRODUCCIÓN

El Arrecife Alacranes es un área natural protegida establecida oficialmente el 6 de junio de 1994 como Parque Marino Nacional Arrecife Alacranes. Debido a los cambios en la nomenclatura ecológica ahora es llamado simplemente Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA).

De este PNAA se extrae entre el 15 y 25% de la captura de langosta (*Panulirus argus*) del estado de Yucatán, además de otras especies de escama de gran importancia comercial (meros: *Epinephelus morio*, *E. adscencionis*, *E. gutatus*, *Micropogonias undulatus*, *M. bonaci*, *M. tigris*; pargos: *Lutjanus griseus*, *L. analis*, *L. synagris* y *L. jocu*; cojinuda *Caranx ruber*; Jurel *Trachinotus sp.*; sierra *Scomberomorus regalis* y, barracuda *Sphiraena barracuda*), tiburón-cazón y de manera furtiva caracol rosado (*Strombus gigas*).

El hecho de que en este Arrecife se desarrolle una gran actividad pesquera, hizo necesaria la elaboración de un Plan de Manejo. La primera versión de este Plan, que es la que se tiene en la actualidad, se sustenta en la información recabada de investigaciones aisladas, realizadas con anterioridad, tal vez con poco conocimiento del sistema, sus recursos y la actividad pesquera que ahí se realiza. En consecuencia, las zonas núcleo demarcadas en el Plan de Manejo para este Parque, se encuentran sobre gran parte de las áreas tradicionalmente explotadas. Esto ha dificultado la

disposición de los pescadores para llevar a cabo el Plan propuesto. También la falta de vigilancia es otra limitante en el cumplimiento de las medidas de conservación propuestas. Así que, aunque el Plan de Manejo existe, en la actualidad no se aplica.

Con el establecimiento del PNAA y las dificultades encontradas al elaborar el Plan de Manejo, algunos grupos de investigadores de varias instituciones mexicanas se han dado a la tarea de incrementar esfuerzos de investigación con diferentes objetivos que convergen en su interés por tener un mejor conocimiento del complejo arrecifal, sus recursos y la actividad humana desarrollada en el área. Por su parte, los pescadores hacen esfuerzos relacionados con la búsqueda de áreas y artes de pesca alternativas.

Una parte de los trabajos que se llevan a cabo en el PNAA es la investigación sobre la población de langosta y tiene como objetivo brindar conocimientos científicos que permitan aprovechar el recurso de una manera sustentable y disminuir la existencia de conflictos entre los actores sociales que participan en la pesquería, para esto es importante contar, entre otras cosas, con evaluaciones del tamaño de la población y de su capacidad de renovación. Con este fin se han explorado formas de muestreo y diferentes tipos de estimadores, para obtener los mejores indicadores de densidad, abundancia, biomasa, distribución y capacidad de repoblamiento del hábitat de langosta en el arrecife Alacranes (Ríos et al. 1998, Ríos 2000).

El cálculo de la densidad y abundancia pueden realizarse mediante el conteo de organismos en un área conocida, sin embargo en la mayoría de las poblaciones animales y en particular en poblaciones marinas esto es imposible y se tiene que recurrir al conteo de áreas pequeñas (muestras) y utilizando técnicas de estimación, inferir sobre áreas de interés (Seber 1982, Krebs 1989, Thompson 1992).

Recientemente las imágenes de satélite y los sistemas de información geográfica (SIG), han sido incorporadas exitosamente a la evaluación y elaboración de mapas de hábitats costeros y marinos para calcular la extensión del hábitat en que se distribuyen especies de importancia pesquera (Green et al. 1996). Esto ha permitido hacer estimaciones de la biomasa de especies que presentan una fuerte relación con un hábitat particular, como el caracol rosado (Jones and Endean 1977) y la tortuga verde (Menges et al. 1997).

Liceaga et al. (1998) prueban construir áreas de distribución de langosta en el arrecife Alacranes, relacionando imágenes de satélite clasificadas no supervisadas y datos de densidad del recurso, obteniendo mayores densidades para las clases espectrales localizadas hacia el centro del arrecife, sin embargo no fue posible relacionar esta información con hábitats particulares. En el trabajo de Bello (1998), los diferentes tipos de fondo del arrecife Alacranes fueron identificados mediante el análisis de imágenes de satélite Landsat TM, obteniéndose un mapa temático a un nivel general y en Bello et al. 2000 utilizan este mapa de fondos y se estima, densidad, abundancia y biomasa de langosta para los meses de julio de 1998 y febrero de 1999.

En este documento se hacen estimaciones mensuales de densidad, abundancia y biomasa de langosta durante el período abril de 1997 a diciembre de 1999 (1997 - 1999) en el PNAA que se basan en el conteo de organismos observados en

transectos, la estimación de hábitat preferencial para langosta y el mapa de tipos de fondo analizado por Bello, 1998 mediante imágenes de satélite Lansat TM y utilizado en Bello et al. 2000.

MÉTODO

Área de estudio

El Arrecife Alacranes constituye el complejo coralino más importante del Golfo de México. Se encuentra localizado a 66.4 millas náuticas al Norte de Progreso, Yucatán, entre los 22° 21' 45'' y 22° 34' 55'' LN y 89° 36' 47'' y 89° 47' 53'' LO (Figura 1).



Figura 1. Mapa de tipos de fondo del Arrecife Alacranes

Colecta de Datos

Los datos utilizados en este trabajo se obtuvieron de 21 campañas de muestreo en donde se llevaron a cabo transectos de 100 m de largo por 10 m de ancho, a través de buceo libre y con compresor según la profundidad a la que se encontraba la estación de muestreo. El número de transectos por campaña realizada dependió de las condiciones del tiempo y fue variable, en cada transecto se registró la posición geográfica por medio de un geoposicionador (GPS), se contó el número de langostas observadas y se capturaron algunos organismos los cuales fueron medidos

y pesados con el fin de hacer una estimación del peso medio de las langostas observadas.

Mapa de Tipos de Fondo

Se usó un mapa de tipos de fondo obtenido del análisis de una imagen multispectral Landsat TM por Bello (1998), quien describe el método. El análisis de la imagen incluyó la corrección geométrica de la imagen, el uso de contrastes y falsos colores para su análisis visual, la aplicación de un filtro de medianas a las diferentes bandas para reducir el "ruido", varias clasificaciones no supervisadas, que llevaron a una clasificación supervisada en 25 clases espectrales usando el algoritmo de máxima probabilidad y las bandas TM1, TM2 y TM3. Las semillas utilizadas en la clasificación supervisada, se generaron a partir del análisis de datos de campo provenientes de 168 estaciones realizadas en el arrecife usando estadística multivariada. Los datos incluían el porcentaje aparente de cobertura de los elementos visualmente dominantes, tipo de agregación y la profundidad puntual. Considerando la confusión entre clases, su similitud espectral y prestando atención al resultado temático, las 25 clases espectrales fueron reclasificadas para obtener un mapa de tipos de fondo con 10 clases temáticas (Figura 1). Para este mapa se reportó una exactitud general del 60% (Bello 1998, Bello et al. 2000).

Estimaciones de Densidad por Tipo de Fondo

Se elaboraron archivos vector de puntos, con las coordenadas de los transectos del muestreo de langosta de los meses en que se llevó a cabo, los archivos fueron desplegados sobre el mapa de tipos de fondo (Figura 1) y se obtuvo un archivo con la clase sobre la cual caían dichos transectos.

Se estimó la densidad promedio y el total poblacional de langosta para cada tipo de fondo y para cada mes muestreado. Se utilizaron estimadores basados en muestreo por cuadrantes (Seber 1987, Cochran 1987, Krebs 1989, Thompson 1992).

Estimadores

$$D_i = \frac{n_i}{a_i} \quad D = \sum \frac{D_i}{nt}$$

$$S^2(\bar{D}) = \frac{\sum (D_i - \bar{D})^2}{nt - 1}$$

Donde,

D_i = Densidad en la estación i

n_i = Número de organismos observados en la i ésima área muestreada

a_i = Área recorrida por el buzo

nt = Número de estaciones

Para estimar el total poblacional por mes y por tipo de fondo, se utilizó la tabla de áreas totales de tipos de fondo y áreas de hábitat preferencial para langosta en cada tipo de fondo del Arrecife Alacranes, construida por Bello et al. 2000 (Tabla 1).

La abundancia se estimó con:

$$N = D * A$$

$$Var(N) = \left(\frac{s^2}{am} \right) * A^2$$

Donde,

N= abundancia o número de organismos en cada tipo de fondo cada mes

A= Suma total de las áreas de hábitat preferencial en cada tipo de fondo que es = 7 460 hectáreas

am = área revisada en el muestreo cada mes

La biomasa estimada por tipo de fondo se obtuvo de:

$$B = N * W$$

Donde,

B = Biomasa de langosta (kg de cola)

W = Peso medio de las langosta observadas = 250 g

El peso medio que se usó para estimar biomasa se calculó utilizando los pesos medios obtenidos para cada transecto.

Tabla 1. Área total y área de hábitat preferencial para langosta calculadas por Bello *et al.* 2000 y utilizadas en este trabajo para estimar totales poblacionales mensuales.

Clases o Tipos de Fondo	Área total mapeada (Ha)	Área de hábitat preferencial (Ha)
1	3 655	1 037.3
2	346	0.0
3	5 928	37.4
4	6 067	1 803.1
5	969	0.00
6	4 171	1 122.8
7	1 478	0.0
8	5 430	1 489.5
9	1 803	953.1
10	8 714	1 016.9
Total	38 561	7 460

RESULTADOS

En la Tabla 2 se puede observar el número de transectos realizados en cada prospección. Durante 1997 solo se realizaron dos prospecciones, mientras que en 1998 el muestreo fue más regular y se llevaron a cabo siete campañas de buceo y finalmente en 1999 se hicieron 11 prospecciones. El número de transectos realizados dependió en gran medida de las condiciones climatológicas y los mejores meses para hacer el muestreo fueron de abril a agosto.

Tabla 2. Número de transectos buceados por mes en el Arrecife Alacranes de Abril de 1997 a Diciembre de 1999

No. de Transectos	1997	1998	1999
Enero			8
Febrero			11
Marzo		18	8
Abril	32	27	8
Mayo		20	9
Junio		32	53
Julio		8	
Agosto			42
Septiembre		21	17
Octubre	21	19	8
Noviembre			13
Diciembre			8
Total	53	145	185

En la Tabla 3 se presentan las estimaciones de densidad en cada tipo de fondo. De las 10 clases que tiene el mapa temático solo apareció langosta en 8 de ellas. La clases que presentan mayores densidades son: clase 1 (Paredes y cabezas de coral duro y blando a profundidades menores de 2 m), clase 6 (Cabezas de coral duro y blando a profundidades entre 2 y 10 m) y clase 8 (Parches de coral duro y cubierto de algas a profundidades menores a los 2 m).

En las estimaciones de abundancia y biomasa que se presentan en la Tabla 4 y Figuras 2 y 3, los valores del mes de junio del 1997 son muy altos si los comparamos con junio de 1998 y junio de 1999. Para esta estimación se usaron datos de una prospección haciendo transectos de diferente tamaño.

En la Tabla 5 se presentan las capturas mensuales provenientes del PNAA que son desembarcadas en el puerto de Progreso Yucatán, y se grafican junto con la biomasa mensual estimada a partir de la abundancia para el tiempo en que se llevaron a cabo las prospecciones (Figura 4). En las capturas se da un comportamiento cíclico debido a la pesca y a la recuperación de la población durante la veda, no siendo tan evidente para las estimaciones de biomasa. Sin embargo se refleja un movimiento dinámico de la langosta aún dentro de los meses de veda y fuertes incrementos de la biomasa antes del inicio de la veda (junio).

Tabla 3. Estimaciones de densidad (número de organismos por Ha) para cada clase (tipo de fondo) de Abril de 1997 a Diciembre de 1999.

Fecha	Clases								
	1	3	4	6	7	8	9	10	
Abril-97	0	0	12	2	0	0	0	0	
Oct-97	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mar-98	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abr-98	0	0	3	7	4	0	5		
May-98		0	0	12	0	10			
Jun-98	20	7	10	35	18	40	0	0	
Jul-98	0		0	0				0	
Sep-98	5	4	15		0	0	10	0	
Oct-98	45		2	0	15	0		3	
Ene-99		0	10	0	0	35		0	
Feb-99	3	5	0	0		0		0	
Mar-99	10	0						0	
Abr-99		0						10	
May-99	10	5	30		0	20		20	
Jun-99	24	7	13	41	0	45	19	10	
Ago-99	0	0	26	0	0	0	0	3	
Sep-99	13	3	0			0	0	0	
Oct-99	0	30			0		10		
Nov-99	0	20	5		10	0		0	
Dic-99	0	0	0		0	0		0	

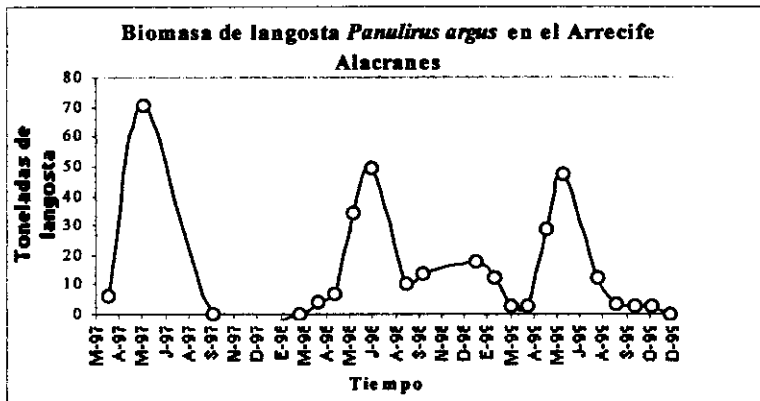


Figura 2. Fluctuaciones de la biomasa de langosta en el Arrecife Alacranes

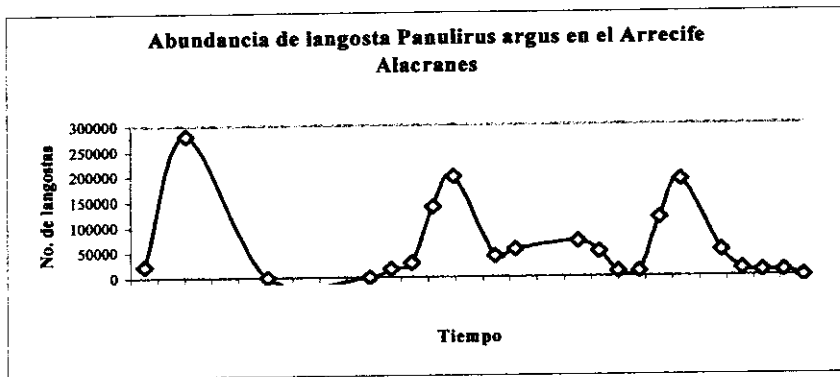


Figura 3. Abundancia de langosta en el área arrecifal somera del Arrecife Alacranes

Tabla 4. Estimaciones de abundancia, límites para el error de estimación para la abundancia y biomasa de langosta *Panulirus argus* para cada uno de los meses en los que se realizaron las campañas de muestreo.

Fecha	Abundancia en No. de organismos	Límite inferior para el error de estimación	Límite superior para el error de estimación	Biomasa (kg)
Abr-97	23883	19970	27796	5970.75
Jun-97	280,663	274,135	287,191	70,165.75
Oct-97	0			0.00
Mar-98	0			0.00
Abr-98	16759	12,847	20,670	4,189.66
May-98	27994	24,588	31,400	6,998.55
Jun-98	137903	131,257	144,549	34,475.74
Jul-98	197343	192,375	202,311	49,335.79
Sep-98	41904	38,376	45,432	10,475.97
Oct-98	53674	43,941	63,407	13,418.50
Ene-99	70162	40834	99489	17,540.46
Feb-99	49265	45947	52583	12,316.20
Mar-99	10373	7,084	13,662	2,593.23
Abr-99	10169	7,577	12,761	2,542.30
May-99	114780	110830	118730	28,695.09
Jun-99	189936	186215	193656	47 483.9
Ago-99	49932	44446	55417	12,482.91
Sep-99	13597	9491	17703	3,399.21
Oct-99	10651	6,839	14,463	2662,8
Nov-99	9763	6,741	12,785	2440,64

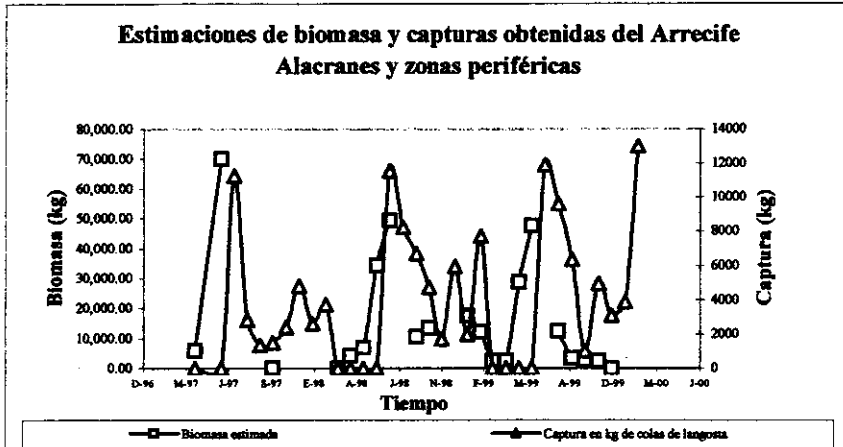


Figura 4. Captura de langosta (kg de cola de langosta) y biomasa estimada a partir de densidades y áreas de hábitat preferencial.

DISCUSIÓN

La temporada de pesca de langosta en Yucatán inicia el mes de julio y termina el mes de febrero. El esfuerzo de pesca en el arrecife tiene un comportamiento muy parecido cada temporada; al principio las embarcaciones se dirigen hacia la parte central del arrecife que presenta formaciones coralinas someras y con mayor probabilidad de brindar refugio a las langostas (Clases 1, 6, 8 y 9). Una vez agotado el recurso en el área central, esto es hacia mediados y final de la temporada de pesca, hay un desplazamiento de las embarcaciones hacia las zonas situadas al Noroeste y Sureste del arrecife, donde los refugios probables se encuentran más dispersos o bien a mayor profundidad (Ríos et al. 1998, Bello et al. 2000).

Esta dinámica espacial de aplicación del esfuerzo produce las mayores capturas al inicio de la temporada, una disminución paulatina de las capturas hacia mediados de la época de pesca y casi siempre un incremento al final de la temporada. Es decir, se aplica el esfuerzo en la zona más accesible, de mayores densidades y al agotarse el recurso en esta zona se recurre a los sitios menos accesibles pero que brindan esperanzas de captura. Este comportamiento cíclico de las capturas sugiere un proceso de disminución de la biomasa por la pesca y una recuperación durante la veda debida a dos procesos: crecimiento de las langostas pequeñas y repoblamiento de los hábitats debido a movimientos de organismos adultos desde zonas periféricas al Arrecife hacia la zona central.

Tabla 5. Serie de captura reportada para el puerto de Progreso, lugar en donde una gran proporción de la langosta desembarcada se trae de Arrecife Alacranes y zonas aledañas que conforman el Parque Nacional.

Temporalidad en la pesquería de langosta de Yucatán: V (veda) y P(Pesca).	Mes	Captura en kg de colas de langosta	Biomasa estimada
V	Abr-97	0	5,970.75
V	Jun-97	0	70,165.75
P	Jul-97	11,256	
P	Ago-97	2,840	
P	Sep-97	1,383	
P	Oct-97	1,527	0
P	Nov-97	2,385	
P	Dic-97	4,802	
P	Ene-98	2,630	
P	Feb-98	3,742	
V	Mar-98	0	0
V	Abr-98	0	4,189.66
V	May-98	0	6,998.55
V	Jun-98	0	34,475.74
P	Jul-98	11,565	49,335.79
P	Ago-98	8,239	
P	Sep-98	6,735	10,475.97
P	Oct-98	4,742	13,418.50
P	Nov-98	1,739	
P	Dic-98	5,949	
P	Ene-99	1,983	17,540.46
P	Feb-99	7,723	12,316.20
V	Mar-99	0	2,593.23
V	Abr-99	0	2,542.30
V	May-99	0	28,695.09
V	Jun-99	0	47,483.91
P	Jul-99	11,900	
P	Ago-99	9,616	12,482.91
P	Sep-99	6,346	3,399.21
P	Oct-99	1,043	2,662.80
P	Nov-99	4,946	2,440.64
P	Dic-99	3,098	0.00
P	Ene-00	3,891	
P	Feb-00	12,998	

Las estimaciones de densidad no muestran una regularidad tan clara, sin embargo, es notable un fuerte incremento de la densidad entre el lapso del final de una temporada de pesca y el inicio de la siguiente, al parecer las biomásas al inicio de la temporada de pesca es del orden de 50 toneladas en el área de estudio y se reduce durante ocho meses a alrededor de 2 toneladas. Entre septiembre y octubre de 1998 se puede observar un comportamiento anómalo con relación a la dinámica general ya que en plena temporada de pesca se incrementa la biomasa de un mes a otro y esto solo es explicable por un importante movimiento de organismos adultos hacia el interior del arrecife.

En realidad este comportamiento de repoblamiento de áreas que durante la temporada ya han sido explotadas es conocido por los pescadores quienes después de los nortes o frentes fríos (septiembre-octubre) regresan a los sitios donde al inicio o durante la temporada obtuvieron buenas capturas. La abundancia de langosta en una zona está ligada a la cantidad de refugio y alimento disponible, pero no es posible determinar el tiempo que tarda en ser ocupado un sitio que ha sido desocupado por efecto de la pesca; según los pescadores ocurre que en una temporada de pesca se puede visitar el mismo lugar varias veces en la temporada de pesca y encontrar nuevamente langosta poco tiempo después de haber sido cosechada o bien no encontrar nada en toda la temporada.

En términos del muestreo y estimadores se puede decir que en otras prospecciones realizadas en el Arrecife Alacranes y en la costa de Yucatán para evaluar a la langosta *Pamulirus argus* se han utilizado transectos de diferente tamaño (más largos y de diferente longitud y amplitud entre ellos) (Ríos et al. 1998, Ríos 2000, Bello et al. 2000), a diferencia de los transectos que se hicieron para obtener la información que se usa en este trabajo que son todos iguales (1000 m²); como puede apreciarse en las estimaciones, los transectos de igual tamaño y de 1000 m², algunas veces arrojan resultados que son evidentes subestimaciones de la biomasa como ocurrió en octubre de 1997 en que las estimaciones de densidad dieron cero y la pesca ese mismo mes fue de más de una tonelada de colas. Esto sugiere la conveniencia de usar transectos de diferente tamaño que aunque presentan una mayor complicación en los métodos de estimación aparentemente producen resultados más confiables que los transectos como los usados en este trabajo (Seber 1982, Krebs 1989).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Nacional de la Pesca por el apoyo brindado para que el trabajo de campo pudiera ser realizado. A los pescadores de la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera Centro-Poniente del estado de Yucatán por sus valiosos comentarios.

LITERATURA CITADA

- Bello P. J. 1998. Sistema de clasificación para los tipos de fondo del Arrecife Alacranes compatible con una imagen Landsat TM. Tesis de maestría. CINVESTAV-INP, Mérida. 107 pp.
- Bello P. J.; G.V. Ríos L., P.B. Arceo, M.A. Liceaga C., C. E. Zetina M., H. K. Hernández, y C. Cervera. 2000. Estimación de Densidades y Distribución de la Langosta Espinosa *Panulirus argus* en el Arrecife Alacranes con Aplicación de Sistemas de Información Geográfica. Contribuciones de Investigación Pesquera. CRIPY. INP. SEMARNAP. Documento Técnico (8). Agosto 2000. 1-15 p.
- Cochran W. G. 1987. *Técnicas de muestreo*. CECSA. México. 513 pp.
- Green E.P., P. J. Mumby., A. J. Edwards., C. D. Clark. 1996. A review of remote sensing for assessment and management of tropical coastal resources. *Coastal Management* 24:1-40.
- Jones O. and R. Endean. 1977. *Biology and Geology of coral reefs*. New York, New York USA. 1997.
- Krebs C. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers. USA.
- Liceaga Correa M. A., G.V. Ríos Lara., C. Zetina Moguel y H. Hernandez Nuñez. 1998. Clasificación rápida del sustrato arrecifal para la evaluación de los recursos pesqueros. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50:185-189.
- Menges C. H., G. J. Hilland and W. Ahmad. 1997. Landsat TM data, potential feeding grounds for threatened marine turtle species in Northern Australia. Available on Internet. <http://www.gis.ntu.edu.au/papers/turtle/reefpa2.html>.
- Ríos Lara G. V. , K. Cervera Cervera., J.C. Espinoza Mendez., M. Perez Perez., C. Zetina Moguel y F. Chable Ek. 1998. Estimación de las densidades de langosta espinosa (*Panulirus argus*) y caracol rosado (*Strombus gigas*) en el área central del arrecife Alacranes, Yucatán México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50:104-127.
- Ríos Lara G. V. 2000. Evaluación de la población de langosta espinosa (*Panulirus argus*) y otros recursos bentónicos de la costa del estado de Yucatán y el Arrecife Alacranes utilizando el conteo de organismos. Tesis. Universidad Simón Bolívar. México, D.F. 87 pp.
- Seber G. A. F. 1982. *The Estimation of Animal Abundance*. Edward Arnold. United Kingdom.
- Thompson S. K. 1992. *Sampling*. John Wiley & Sons. Inc. New York, New York USA.