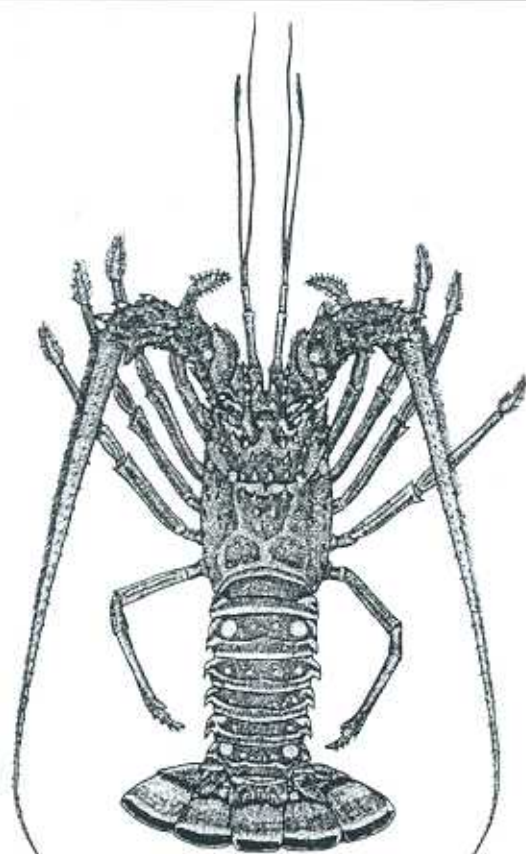


Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa



DANIDA

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa

por
Raúl Cruz
Centro de Investigaciones Marinas
Universidad de La Habana
Calle 16, 114, Miramar Playa
La Habana
Cuba

FAO
DOCUMENTO
TÉCNICO
DE PESCA

399

DANIDA

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Roma, 2002

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

ISBN 92-5-304766-6

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al Jefe del Servicio de Publicaciones y Multimedia de la Dirección de Información de la FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia, o por correo electrónico a copyright@fao.org

© FAO 2002

PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Este documento ha sido preparado como parte de las actividades del Proyecto FAO/DANIDA para la “Capacitación en evaluación de stocks de peces y planificación de la investigación pesquera” (GCP/INT/575/DEN) y se ha basado mayormente en las experiencias cubanas en el desarrollo de un sistema de muestreo del ciclo de vida de la langosta. El documento describe diversos métodos y técnicas de muestreo que seguramente serán de interés para quienes trabajan en la investigación de pesquerías y recursos pesqueros similares en otros países. En el texto se hace referencia a cuatro modelos elaborados en hojas de cálculo de Microsoft Excel que han servido para el procesamiento de algunos ejemplos y cuadros presentados en este manual. Estos son: Modelo-Puéruelos, Modelo-Juvenil, Modelo-Estratos, Modelo-Biológico y Modelo-Industria, que están incluidos en un disco compacto (CD-Rom) distribuido con este documento.

Distribución:

Selector FAO Recursos Marinos
Departamento de Pesca de la FAO
Oficiales de Pesca en las Oficinas
Regionales y Subregionales de la FAO

Cruz, R.

Manual de métodos de muestreo para la evaluación de las poblaciones de langosta espinosa.

FAO Documento Técnico de Pesca. No. 399. Roma, FAO. 2002. 43p.

(Incluye un disco compacto-ROM)

RESUMEN

En el presente Manual se describen diferentes métodos de muestreo, con especial énfasis en la utilización de técnicas que permiten estudiar el comportamiento de las fases del ciclo de vida de la langosta, para mejorar las evaluaciones de las poblaciones en toda su área de distribución. Después de una breve introducción, se analiza el diseño general de la colecta de datos, donde se proponen técnicas de muestreo, a partir del desarrollo de diferentes dispositivos artificiales para la captura de los puérulos, juveniles y adultos, con el fin de desarrollar metodologías estandarizadas que mejoren las estimaciones de la abundancia relativa de estos estadios, la evaluación del reclutamiento y otros índices independientes de la pesquería, así como la predicción de las futuras capturas. Además, se discute la utilización del muestreo aleatorio estratificado y los factores de amplificación, donde se desarrollan ejemplos de cálculo en una pesquería de langosta, con el propósito de mostrar el diseño que se debe emplear en las zonas de pesca para lograr muestras que sean representativas de los verdaderos valores de la población, minimizando los errores sistemáticos o sesgos. El manual brinda un modelo para convertir los datos de las categorías industriales de la langosta en peso (langosta entera precocinada y cola) a los largos biológicos correspondientes, a través de su procesamiento en una hoja de cálculo Microsoft Excel. El manual se complementa con la colecta y análisis de los datos de captura y esfuerzo, teniendo en cuenta el tipo de pesquería que se desarrolla en cada región de pesca de langosta.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	DISEÑO GENERAL DE LA COLECTA DE DATOS	1
3	MUESTREO DE LA POBLACIÓN EN LAS ZONAS DE PESCA	2
4	MUESTREO DEL CICLO DE VIDA	4
4.1	MUESTREO DE LA FASE PUÉRULOS	4
4.2	MUESTREO DE LOS JUVENILES	10
4.3	MUESTREO DE LOS ADULTOS	13
4.3.1	Estratificación	13
4.3.2	Colecta de los datos	17
4.3.3	Procesamiento de los datos	21
4.3.3.1	Factor de amplificación	21
4.3.3.2	Índices pesqueros	22
4.3.3.3	Índices independientes de la pesquería	22
5	CONVERSIÓN DE LAS TALLAS INDUSTRIALES A LARGOS BIOLÓGICOS	23
5.1	RELACIONES MORFOMÉTRICAS	24
5.1.1	Relación entre longitudes	24
5.1.2	Relaciones largo – peso	25
5.2	DATOS DE ENTRADA	25
5.3	GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIOS Y PROPORCIONES POR TALLAS	27
5.4	CÁLCULO DEL NÚMERO DE LANGOSTAS EN PESO POR TALLA	29
5.5	COMPOSICIONES POR TALLA	30
5.6	RESUMEN	32
5.7	RESUMEN DEL TOTAL	33
5.8	RESUMEN DE LAS HEMBRAS	35
5.9	RESUMEN DE LOS MACHOS	37
6	COLECTA DE LAS ESTADÍSTICAS DE CAPTURA Y ESFUERZO	37
7	REFERENCIAS	39

- b) Poseen buena capacidad para capturar los puérulos en las áreas de arrecifes adyacentes al talud, por ejemplo en Cuba se han colectado 15 150 ejemplares en doce meses.
- c) Su diseño y construcción permiten una mayor durabilidad en localidades donde penetran las aguas oceánicas comparada con la de otros colectores, por ejemplo en la plataforma cubana han resistido por más de 10 años los embates de los vientos y las olas en la barrera arrecifal e incluso la del huracán Gilbert (septiembre de 1988) lo cual justifica el costo de la inversión inicial (100 \$ USD).
- d) También han sido utilizados como proveedores de animales para su estudio en el laboratorio y para el futuro desarrollo del maricultivo.

Una variedad de refugios artificiales ha sido instalada de forma experimental en la Florida (Sweat, 1968; Davis, 1976, 1978, 1985), México (Miller, 1982; Eggleston, 1991; Aguilar, Sosa y Arce, 1995), Bermuda (Evans, Evans y Lockwood, 1995) y Cuba (Cruz *et al.*, 1986a y b) para estudiar la efectividad de los diferentes diseños en el mejoramiento del hábitat, investigar los procesos de reclutamiento en las áreas de cría de langosta (*P. argus*) y predecir las capturas (Cruz, León y Puga, 1995; Cruz, Puga y León, 1995).

En Cuba, los datos sobre la abundancia de juveniles de langosta (1982-1997), obtenidos a partir del monitoreo de estructuras de bloques de hormigón en un área de cría (Cruz, Brito, Díaz y Lalana, 1986a), han demostrado ser una herramienta útil en los análisis de dinámica de poblaciones, para evaluar el reclutamiento en las áreas de cría y para realizar el pronóstico de las capturas con un año de antelación (Cruz, León y Puga, 1995; Cruz, Puga y León, 1995); por lo que se recomienda este diseño para este tipo de estudio. En Australia, ésta información con el mismo propósito se obtiene a través del muestreo de las capturas comerciales en el mar (Caputi y Brown, 1986).

Se ha demostrado que los refugios artificiales (pesqueros o casitas cubanas), como los utilizados en Cuba, México y Bahamas, proveen un refugio adecuado para la fase pre-adulta y adulta de la langosta (Cruz *et al.*, 1986a; Cruz, León y Puga, 1993) garantizando su supervivencia y desarrollo, así como también es colonizado por hembras ovígeras, con masa espermatófora o individuos en fase de muda (Cruz y Phillips, 1994). El comportamiento gregario de los machos y las hembras en el refugio no se ve afectado por la presencia de animales en diferentes estados reproductivos o de crecimiento. En localidades con una alta actividad reproductiva, que por lo general se localizan en áreas cercanas al borde de la plataforma, las hembras ovígeras pueden llegar a constituir el 80% del total de las hembras colectadas en los refugios, variando su composición por talla entre los 70 y 139 mm Lc, en dependencia de la localidad. Además, en este tipo de refugio el número de langostas es muy variable y esto refleja la densidad poblacional en cada área y la estructura por edad (Cruz, León y Puga, 1992). Se ha podido precisar en los estudios realizados, los niveles de reclutamiento a la pesquería, los procesos reproductivos, el crecimiento, el comportamiento migratorio de la especie y se han realizados estimaciones de la CPUE para contrastar con las estadísticas pesqueras (Cruz y Phillips, 1994; Cruz, León y Puga, 1992 y 1993).

Se recomienda utilizar este tipo de refugio para realizar los muestreos, ya que por ejemplo cuando las colectas se hacen en trampas o nasas, el número de hembras o en cualquier otro estado reproductivo se puede subestimar, como lo demostraron Morgan (1974) en la especie *Panulirus cynus*, Kanciruk y Herrkind (1976) y Cruz y León (1991) en la langosta *Panulirus argus*. En pesquerías que no se utilice este tipo de refugio-arte, en ausencia de arrecifes, es recomendable realizar un diseño experimental por área de pesca con el fin de calar un número de pesqueros para apoyar la actividad de muestreo.

3 MUESTREO DE LA POBLACIÓN EN LAS ZONAS DE PESCA

Este tipo de muestreo tiene como objetivo conocer el área de distribución de la especie y describir la dinámica de la población que estamos explotando.

La composición por sexo y talla, los parámetros de crecimiento, los coeficientes de mortalidad y el reclutamiento, son estimaciones a tener en cuenta para lograr un adecuado ordenamiento pesquero, lo que nos permitirá definir la unidad de stock. Una característica esencial de un stock es que sus parámetros poblacionales permanecen constantes en toda su zona de distribución.

Calcular los diferentes índices correspondientes a las capturas por unidades de esfuerzo para contrastar con las estadísticas pesqueras, así como determinar el aporte que cada una de las áreas representa para el total capturado constituye otra de las finalidades de este tipo de muestreo.

Sin embargo, no es conveniente muestrear los mismos barcos cada mes, es mejor que este aspecto del muestreo, así como el correspondiente a las langostas que se clasificarán y medirán, quede al azar.

Con vistas a la selección al azar de los barcos pesqueros, se debe proceder de la siguiente forma :

- a) El observador debe efectuar un censo del número de barcos langosteros de cada empresa, cooperativa o región costera, donde se señale el nombre del barco, el nombre del capitán o dueño de la embarcación, artes de pesca que utiliza y los caladeros donde usualmente pesca.
- b) A finales de cada mes debe efectuarse una especie de sorteo (al azar) para determinar cuáles de esos barcos, en cada zona, va a muestrear en el transcurso del mes.
- c) Seleccionados los barcos, el observador se debe poner en contacto con el capitán o dueño, con vistas a conocer la fecha de zarpar y la duración de la campaña de pesca a fin de hacerle el muestreo y al mismo tiempo enterarse si ese barco pescará ese mes en esa zona o si estará en reparaciones. En caso contrario, deberá seleccionar otro, también sorteándolo, hasta que tenga completa su programación de trabajo para el mes.

Las pesquerías de langosta en México (González, 1991), Belice (CFRAMP, 1997), Brasil (Fonteles-Filho, 1994), Florida (Muller y Doug, 1997) y Cuba (Cruz, León y Puga, 1993) se caracterizan por tener una división territorial de las zonas de pesca que permite la colecta de la información biológica y pesquera, aunque el sistema empleado es muy variable entre estas regiones. Esta zonificación facilita la selección de las áreas de pesca que deben ser muestreadas así como de los artes de pesca y embarcaciones de los que necesitamos tener datos.

El éxito de este tipo de muestreo también dependerá en parte sí la pesquería es de acceso limitado o abierto. Bajo esta última condición la mayoría de las pesquerías en el mundo han presentado el síndrome de sobrepesca.

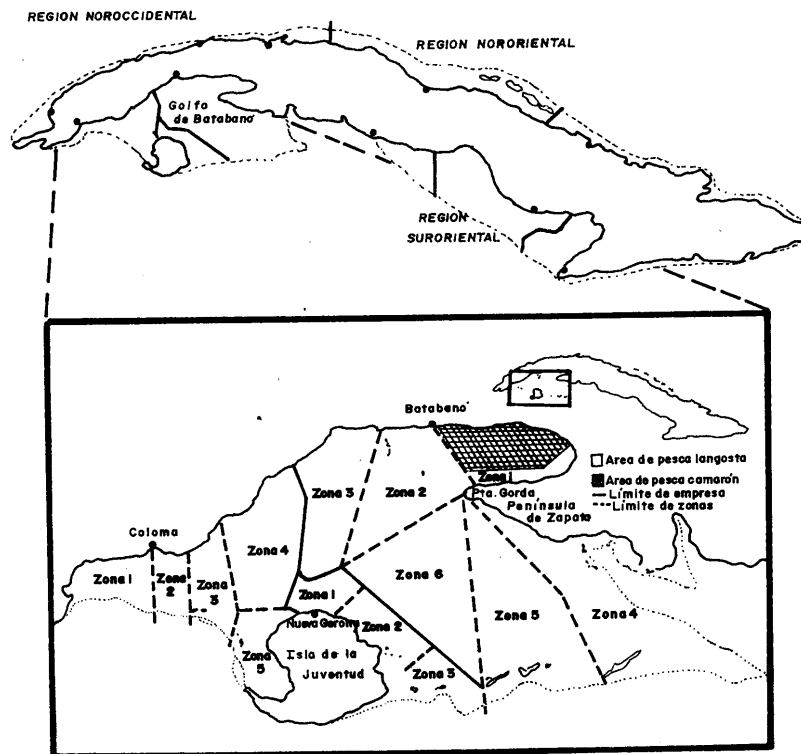


Fig. 1 Mapa del archipiélago cubano donde se muestra el acceso limitado a la pesquería de la langosta mediante la división del área de pesca en zonas, empresas y regiones (plataformas).

Una entrada limitada a la pesquería permite conocer el número de barcos y artes de pesca operando en cada una de ellas, la variación geográfica de las capturas, facilita el diseño de los estratos de acuerdo a las

densidades de langosta, el registro de la información pesquera y el muestreo que hemos señalado anteriormente con un elevado nivel de precisión.

En la Figura 1 se muestra la división territorial de la pesquería de langosta en el archipiélago cubano. Este tipo de organización ha propiciado un acceso limitado a la misma no solamente por el número de empresas pesqueras que participan por regiones o plataformas, sino que también existe una división de estas áreas de pesca por subzonas (pescador), zonas (barco), empresas (área empresarial) y regiones (plataformas) y evita que en una misma zona concurren barcos de otras zonas, empresas o regiones. La misma ha permitido la colecta de la información biológica, pesquera y económica, considerando el tamaño y dinámica de la estructura de la población, de la flota y la captura.

En el próximo epígrafe se describe la metodología que se debe utilizar para ejecutar el plan de muestreo de la población por estratos, teniendo en cuenta las características de las diferentes fases del ciclo de vida de esta especie. Esta información se puede adquirir a bordo de los barcos de investigaciones y comerciales que participan en la pesquería de la langosta.

4 MUESTREO DEL CICLO DE VIDA

Antes de discutir las diferentes metodologías para el muestreo, es necesario resumir los aspectos más relevantes del ciclo de vida de esta especie.

Después del apareamiento en aguas someras, las hembras de *P. argus* se desplazan varios kilómetros hacia el borde de los arrecifes o las plataformas costeras para incubar y/o liberar las larvas (Buesa, 1965). El desove principal es entre marzo-mayo (Cruz y León, 1991); después que las larvas eclosionan, pasan por 11 estadios larvales como filosoma en el océano durante 6-8 meses (Baisre, 1976; Alfonso *et al.*, 1991; Cruz *et al.*, 1991) y antes de la metamorfosis los últimos estadios migran hacia dentro. Los puérulos nadan activamente hacia la costa cada mes, pero con picos de asentamiento principalmente entre los meses de septiembre-diciembre (Cruz *et al.*, 1991; Cruz *et al.*, en prensa). El asentamiento en las aguas costeras ocurre en los clones de algas *Laurencia* spp. (Marx y Herrnkind, 1985; Herrnkind y Butler, 1986) y ocasionalmente en las raíces sumergidas del mangle (Witham, Ingle y Sims, 1964; Baisre, com. personal). Los puérulos se convierten en juveniles 10 meses después del asentamiento (17 meses de nacido) y estos permanecen en áreas someras (áreas de cría) entre 8 y 10 meses, se reclutan al área de pesca entre los meses de marzo-mayo con 25 meses de nacido y 76 mm Lc (Cruz, Brito, Díaz y Lalana, 1986b). En la plataforma cubana, los juveniles entran en la fase explotada de la población en el mes de junio (conclusión del período de veda) a los 2 años y 3 meses.

La madurez sexual se alcanza entre las tallas de 78-81 mm Lc (Cruz y León, 1991; Baisre y Cruz, 1994) y el apareamiento tiene lugar principalmente en febrero-marzo. En las hembras ovígeras la eclosión de los huevos ocurre en 3-4 semanas, principalmente entre abril-mayo. El número de huevos en los pleópodos presenta un rango entre 159000 y 1629000 y está relacionado con el largo del cefalotórax (mm) por la siguiente ecuación: $F = 59110 Lc^{2,9666}$ (Cruz y León, 1991).

La langosta presenta tres tipos de movimientos; los desplazamientos nocturnos o migraciones alimentarias, las migraciones propiamente dichas y los movimientos nómicos. Los recorridos nocturnos son diarios, se realizan por individuos aislados y cubren cortas distancias hasta el seibadal más cercano, efectuando un recorrido irregular y sinuoso en busca de alimento. Las migraciones son movimientos estacionales, orientados y cubren generalmente grandes distancias. Las migraciones masivas otoñales o "recalos" ejercen una gran influencia en las capturas anuales de esta especie (Herrnkind, 1985; García *et al.*, 1991). El nomadismo, es un movimiento al azar, individual, de carácter esporádico y sin un rumbo o dirección definida; este tipo de desplazamiento, en la fase adulta, se incrementa en las estaciones de primavera-verano (Cruz, Brito, Díaz y Lalana, 1986b).

4.1 MUESTREO DE LA FASE PUÉRULOS

Los caracteres morfológicos del estadio puérulos siguen el mismo patrón descrito por Lewis, Moore y Babis, (1952). Elevada transparencia, excepto los ojos que son pigmentados, desprovistos de espinas en el carapacho, manteniendo varios caracteres larvales como son: cuerpo deprimido, pleópodos muy desarrollados y carapacho poco calcificado y transparente (Fig. 3).

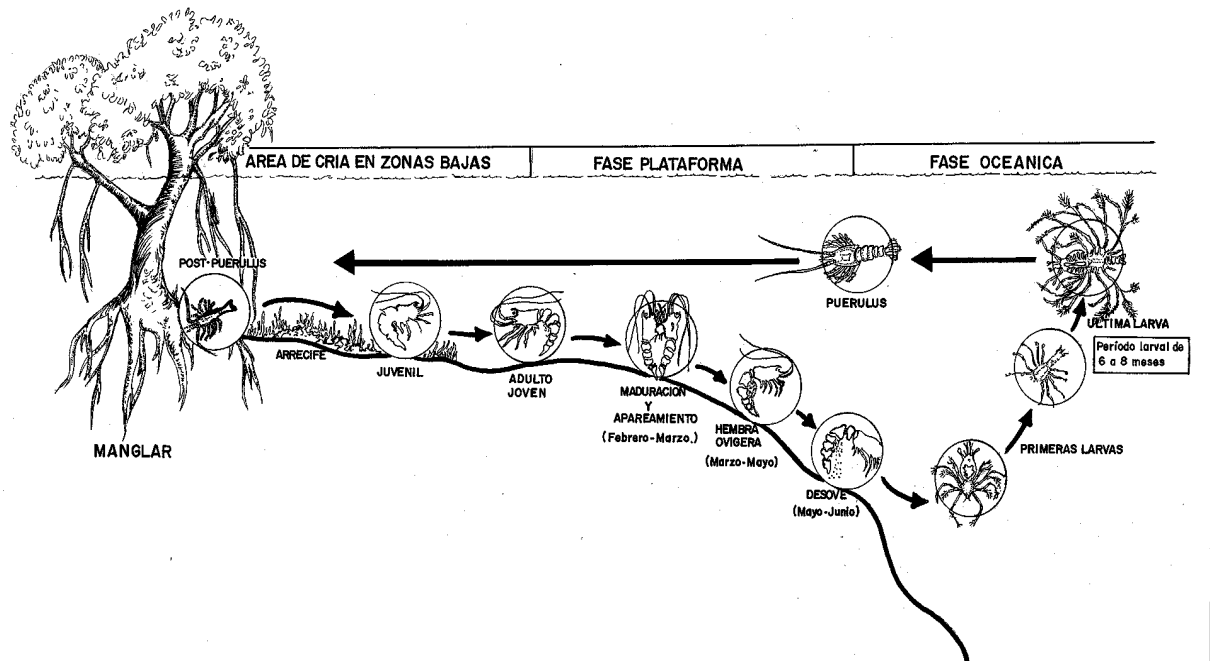


Fig. 2 Ciclo de vida de la langosta *Panulirus argus*, tomado de Cruz, León, Díaz, Brito, Puga, 1991



Fig. 3 Puérulos de langosta *Panulirus argus*

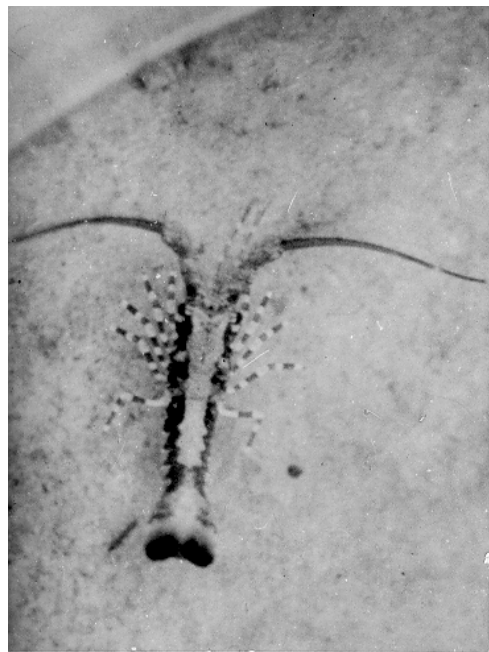


Fig. 4 Post-puérulos de langosta *Panulirus argus*. En la foto se observa la coloración típica de esta fase de vida

Los puérulos una vez que penetran a las áreas costeras se fijan a un sustrato, este es el estímulo que propicia los cambios morfológicos que culminarán en el primer estadio post-puérulos, que es fácil de distinguir por la configuración del área rostral (Phillips, 1972) y por las bandas oscuras que recorren ambos lados del cuerpo, en los pereiópodos son fragmentados. A partir de este momento adquiere un hábito de vida bentónico y no gregario, su talla media es de 7,27 mm Lc. En la Figura 4 se observa la coloración típica de esta fase de vida.

El colector flotante (Fig. 5) para capturar las langostas, consiste en una estructura triangular y acanalada de aluminio que soporta 3 láminas de PVC, de 59*30*1 cm de ancho. Las láminas se retienen al marco con una tira plástica (venoclísis).

El colector posee un eje vertical que presenta dos boyas G-8 de PVC (con una flotabilidad de 4,1 kg cada una) en el interior, que sustentan al dispositivo en la superficie del agua. En la parte superior del colector se coloca una boya numerada que permite su localización.

El colector es retenido por: un grillete, un quitavueeltas, un grillete unido a una cadena de hierro galvanizada (eslabón de 8 mm) y unido con un grillete a un peso muerto de hormigón (50 kg). El largo de la cadena es el doble de la profundidad.

Se colocan en cada lámina de PVC, 20 motas o borlas de fibra sintética no elaborada de Tanikalón (polypropylene fiber, Taniyama Chemical Industries Lts., Okayama, Japan) de 23 cm de largo. Cada borla está amarrada con alambre de acero inoxidable de 3,0 mm y a su vez cogida a la lámina de PVC con una tira plástica (venoclísis) con un doble nudo. Las láminas ya completas se hacen pasar por los canales de la estructura de aluminio y se aseguran con una venoclísis a la parte superior del colector. Los colectores después de sumergidos toman el aspecto de un conglomerado de algas a los pocos días.

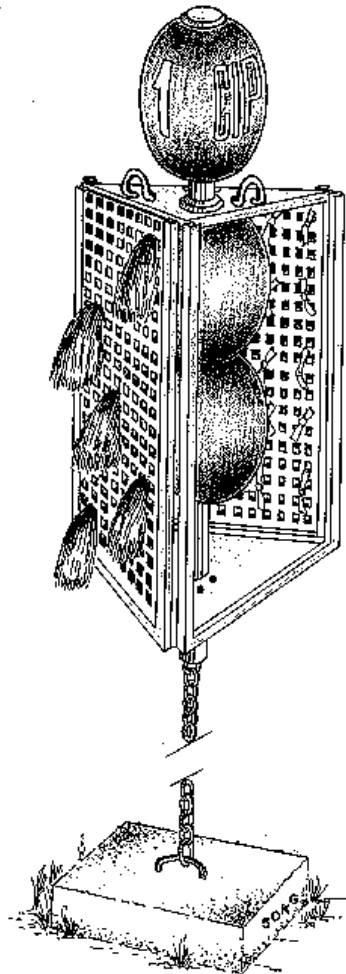


Fig. 5 Diagrama del colector de Phillips, modificado por Cruz *et al.*, 1991

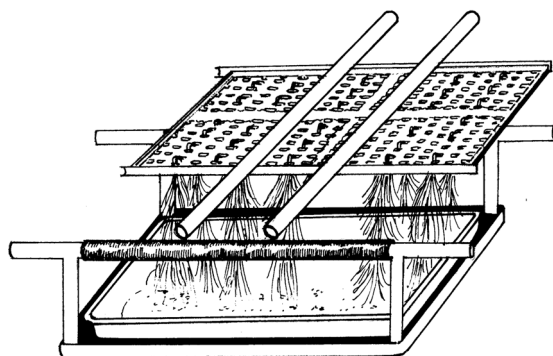


Fig. 6 Equipo empleado para sacudir las láminas de PVC que libera a las langostas de las motas o borlas de fibra sintética. Denominado "equipo sacudidor"

Los colectores se ubican en los parches de arena de la barrera coralina donde la profundidad varía entre 1-3 m. Por su construcción, quedan dispuestos verticalmente y en la superficie, ya que se ha demostrado que los puérulos cuando penetran en las aguas costeras se fijan a objetos flotantes y a la vegetación que crece sobre las raíces del mangle rojo (Lewis, Moore y Babis, 1952; Witham, Ingle y Sims, 1964 y Sweat, 1968), debido a su capacidad natatoria durante la noche se sumergen entre los 2 cm (*P. argus*; Calinski y Lyons, 1983) y los 5 cm (*P. cygnus*; Phillips y Olsen, 1975) de agua, aunque estos dos últimos autores reportan que en condiciones de turbidez el puérulos puede nadar por debajo de los 20 cm.

Los colectores son chequeados después de cada período de luna nueva (Phillips, 1972; Phillips y Hall, 1978; Little, 1977; Mc Donald, 1986). Cada lámina se saca del marco sobre un tamiz (que impide la pérdida de animales), y son fuertemente sacudidos a través de un "equipo sacudidor" que libera las langostas. El dispositivo "sacudidor" es un marco de aluminio de 74*63*32 cm (Fig. 6 y 7) que sostiene a la lámina de PVC y una bandeja plástica colectora en la parte inferior. Dos técnicos sacuden la lámina un total de 30 veces (en series de 10), si en el último intento no se observan langostas el proceso finaliza. Si por el contrario, se observan langostas en la última sacudida los técnicos continúan el procedimiento hasta que no se observen ejemplares (Fig. 8 y 9).

Las langostas caen desde las borlas dentro de una bandeja plástica por debajo del marco (Fig. 10). Los animales son encontrados a lo largo de las borlas y también entrelazados en las fibras sintéticas muy cerca de la lámina de PVC (Phillips y Booth, 1994). El contenido de la bandeja es filtrada con el auxilio de un tamiz; la fauna asociada en las borlas de cada lámina es muy rica y diversa, por lo que la separación de los puérulos y post-puérulos del resto de los organismos debe ser muy minuciosa. Cada tres o cuatro meses las láminas viejas son remplazadas por nuevas y limpias.

Una vez que las langostas se extraen de los colectores se pueden apreciar diferentes estadios de desarrollo, estos son:

- a) Puérulos (P). Completamente transparentes, sólo con los ojos pigmentados.
- b) Puérulos (P1). Ligeramente pigmentado lateralmente, cuerpo deprimido y transparente.
- c) Puérulos (P2). Pigmentación lateral bien definida de color carmelita pálido, cuerpo deprimido y aún transparente.
- d) Post-puérulos (PP). Han experimentado una muda, bandas oscuras que recorren ambos lados del cuerpo, en las patas son fragmentadas.
- e) Juvenil (PJ). Han experimentado dos o más mudas, poseen la coloración disruptiva de la especie, exoesqueleto duro, cilíndrico y con numerosas espinas.

Las fases predominantes en los colectores son entes puérulos y post-puérulos, aunque también se han observado juveniles de hasta de 18,7 mm Lc y desde los 16 mm Lc se pueden distinguir los sexos en esta especie. Esta clasificación permite discernir cualitativamente cuando una langosta, que no fue capturada y que mudó al menos dos veces en el colector, se fijó al dispositivo. Los juveniles capturados en los colectores, que han experimentado dos o más mudas, se consideran pertenecientes al mes anterior (Cruz *et al.*, 1991).

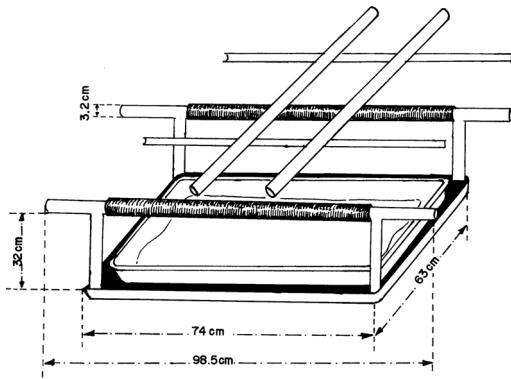


Fig. 7 Diagrama del "equipo sacudidor" donde se muestran sus dimensiones



Fig. 8 En la foto se ilustra la forma en que los técnicos deben sacar la lámina de PVC del colector



Fig. 9 En la foto se ilustra la manera en que se debe sacudir la lámina de PVC



Fig. 10 Se ilustra la bandeja plástica donde se colectan las langostas que se desprenden de las motas o borlas. El contenido de la bandeja es filtrada con el auxilio de un tamiz para lograr una separación minuciosa de los animales

También en estos tipos de colectores, principalmente en aguas cubanas, se han colectado otras especies de langosta: puérulos de *Justitia longimanus*, 1 Nisto y puérulos de *Panulirus guttatus*, por lo que se pueden utilizar para capturar otras especies de langostas.

Los ejemplares capturados en cada colector son contados, clasificados, y sí el estudio lo requiere se les mide el largo del cefalotórax con un pie de rey electrónico digital (Max-Cal) de 150 mm y con una precisión de 0,01 mm. El traslado de los ejemplares al laboratorio es muy fácil, vivos en un recipiente con suficiente aireación o se pueden preservar en una solución con formol al 5%. En la Tabla 1 se brindan valores de la talla media de ambos estadios como valores de referencia (Cruz *et al.*, 1991)

Tabla 1. Largo del cefalotórax de los ejemplares capturados en los colectores ubicados en el archipiélago cubano

ESTADIO	N	Largo medio (Lc - mm)	INTERVALO (mm)
Puérulos	376	5,63 ± 0,06	4,24 - 6,09
Post-puérulos	868	7,27 ± 0,09	6,09 - 16,50

La talla media de los puérulos no difiere significativamente ($P < 0,05$) entre meses, aunque si se observan diferencias significativas ($P < 0,05$) con la talla de los post-puérulos.

Durante el muestreo, para agilizar el trabajo con los ejemplares capturados, se recomienda clasificar las langostas en las siguientes categorías:

P =puérulos; PP=post-puérulos; Pj =juveniles

El modelo utilizado para el registro de la información primaria es el siguiente:

MUESTREO DE PUÉRULOS					
AÑO:					
DÍA / MES:				T (MAR):	O ₂ :
ZONA:			S:		T (AIRE):
COLECTOR	P	PP	PJ	TOTAL	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
etc					
TOTAL					

Instrucciones para llenar del modelo:

Año	anotar el año
Día / Mes	anotar el día y mes que se realiza el muestreo
Zona	anotar la zona de muestreo
T (mar)	anotar la temperatura del mar (° C)
S	anotar la salinidad
O ₂	anotar los valores de oxígeno
T (aire)	anotar la temperatura del aire
Colector	anotar en la columna el número asignado a cada colector en cada zona
P	anotar el número de puérulos
PP	anotar el número de post-puérulos
Pj	anotar los animales que han experimentado más de una muda, son del mes anterior
Total	se suman las tres columnas anteriores (P, PP, Pj)
Observaciones	anotar cualquier incidencia, por ejemplo si faltó una bandeja, si hay que sustituir la cadena, etc.

El índice de asentamiento (índice de puérulos, $I_p = \text{No Puérulos} / \text{No de colectores}$) es calculado como la captura media por colector, por mes y por estación (Cruz *et al.*, 1991; Cruz, León y Puga, 1995; Cruz, Puga y León, 1995).

Para posibilitar el procesamiento de la información primaria de los puérulos de una forma rápida y segura, se confeccionó una hoja de cálculo en Microsoft Excel denominado Modelo-Puérulo.

4.2 MUESTREO DE LOS JUVENILES

La fase post-puérulos (talla media de 7,27 mm Lc) se extiende desde el estadio inmediato de la metamorfosis del puérulos hasta que alcanza un largo del cefalotórax entre los 6 y 16,50 mm. Entre los 16 y 20 mm ya se pueden diferenciar los sexos y los animales adquieren los colores típicos de la especie. Desde esta talla (16,50 mm) y hasta que alcanzan la madurez sexual consideramos los ejemplares como juveniles.

El arrecife artificial de hormigón diseñado para el muestreo de los juveniles, consiste en ocho bloques dispuestos en un cuadrado en el nivel inferior con otros ocho bloques en una segunda ringla coronan la estructura, 118 * 30 cm, conformando una estructura de 16 bloques y cada bloque tiene un peso aproximado de 14 kg (Fig. 11). Tiene una altura de 30 cm que no estimula la concentración de peces adultos.

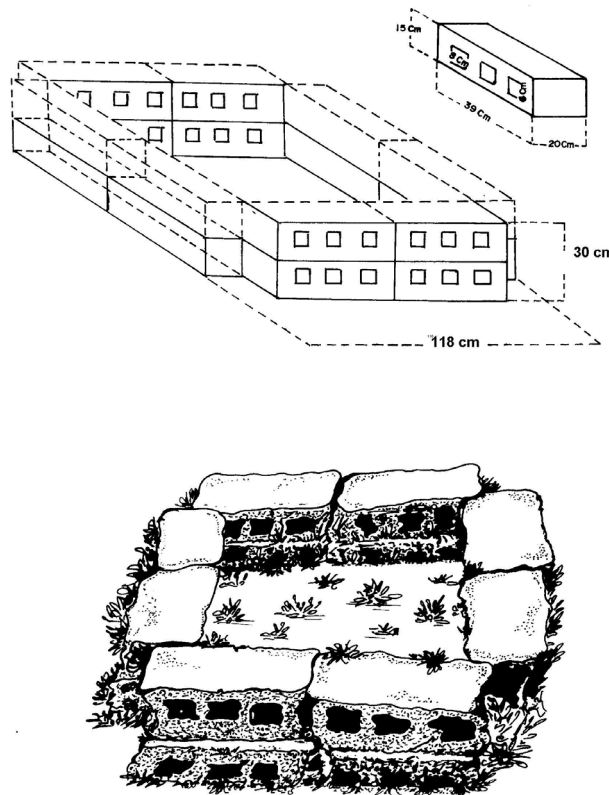


Fig. 11 Diagrama del arrecife artificial de bloques de hormigón

Este tipo de bloque puede ser adquirido en cualquier empresa que venda o fabrique materiales de construcción, su precio y/o costo de producción es bajo, es muy fácil de transportar a bordo de una embarcación, su manipulación y ubicación en el fondo marino se puede realizar manualmente por dos o tres buzos. Presenta una gran durabilidad, se ha utilizado por más de 15 años en un área de cría de langosta en Cuba, y es relativamente fácil su localización. No obstante, los orificios del bloque requieren de una limpieza periódica con el fin de eliminar determinados organismos, por ejemplo anémonas, cangrejos y determinados moluscos, que compiten por el alimento, el refugio y el espacio al desplazar a los juveniles.

El tiempo de permanencia del arrecife en el medio natural influye notablemente en el proceso de colonización, aunque el tipo de material, forma, tamaño, estabilidad y la productividad biológica en la estructura son los factores que pueden influir en una mayor o menor tasa de colonización. La superficie irregular y porosa de los

bloques facilita el crecimiento de organismos incrustantes y algas, que conjuntamente con la fauna asociada (gasterópodos, pelecípedos y otros invertebrados) constituyen sin lugar a dudas una fuente alimentaria para los juveniles. Además, las oquedades y orificios de los bloques son aprovechados al máximo, protegen a los juveniles de los depredadores y les permite concentrarse, lo cual es un hábito específico, defensivo y natural de las langostas en esta fase del ciclo de vida (Berril, 1975), (Fig. 12).



Fig. 12 Estructura de hormigón colonizado por juveniles de langosta. Nótese como las oquedades y orificios de los bloques son aprovechadas al máximo

Este tipo de refugio debe ubicarse en las áreas que por lo general se concentran los juveniles de langosta, conocidas comúnmente como áreas de cría. Estas son localidades que por lo general son de fondos someros, de una fauna muy rica y diversas donde predominan los anélidos, los moluscos, de una abundante vegetación marina (con cobertura variable de *Thalassia testudinum*, algas de los géneros *Penicilius* y *Halimeda*), por lo general aparecen bordeando los cayos y en ocasiones cercanas a la costa. El biotopo en ésta región se caracteriza por presentar bajos valores del diámetro medio de las partículas, seibadal de fango (microaleurítico), las menores densidades y biomásas de la macroinfauna, menores porcentajes de organismos con tallas superiores a los 5 mm y el menor número de taxones (Herrera *et al.*, 1991). Este tipo de hábitat garantiza una alta tasa de crecimiento en los estadios post-puéruos y juveniles.

Para localizar estas áreas se deben realizar encuestas a los pescadores en las áreas de pesca. La extensión del criadero se debe delimitar a través de una inspección submarina de buceo autónoma, los juveniles por lo general se refugian en la vegetación submarina, en agregaciones de erizo negro (*Diadema antillarum*), en agrupaciones de 5 ó 6 ejemplares ocultos en el seibadal (*Thalassia testudinum*), en esponjas o gorgonáceos.

Cuando las capturas de juveniles se quieren utilizar para los análisis de la dinámica de poblaciones y/o con fin de pronosticar las capturas (Cruz, León y Puga, 1995; Cruz, Puga y León, 1995), el número adecuado de arrecifes dependerá de los siguientes aspectos:

- El área disponible, se debe determinar el área que cubre la zona de cría y conocer las principales características de los factores bióticos y abióticos de los diferentes biotopos.
- La densidad de juveniles, se puede estimar a partir de datos de marcado y recaptura (Jones, 1966) y/o utilizando el método de rastreo circular (James, 1979) mediante buceo autónomo nocturno.
- El número de ejemplares por estructura de hormigón (índice de abundancia), sí es muy bajo es recomendable incrementar el número de arrecifes.
- El grado de precisión requerido, sí las variaciones del reclutamiento entre temporadas o años son muy bajas se debe valorar nuevamente el área seleccionada o incrementar el número de arrecifes. También es recomendable seleccionar más de un área de estudio, aunque esto dependerá de la fuerza de trabajo disponible y de los costos de operación.

El estudio se debe iniciar calando como mínimo 20 estructuras de hormigón. Después de un año de muestreo inicial piloto se puede calcular el tamaño de la muestra, realizando un análisis de varianza (ANOVA) entre la interacción de los meses y la posición del refugio. El error permisible que va a decidir el investigador debe estar

en función de la importancia del trabajo que se va acometer, así como en el costo del muestreo. En este caso es recomendable utilizar una precisión del $\pm 10\%$ (Yamane, 1970), que es muy aceptable para trabajos ecológicos en general, para estimar el número de estructuras que se deben ubicar en el área de cría.

A los conteos de juveniles se les realizó una transformación logarítmica (\log_{10}) antes del análisis para satisfacer las asunciones de normalidad (Sigarroat, 1985).

El número de estructuras (N) se calcula en:

$$N = (n_1 * (\sigma)^2) / d^2$$

Donde:

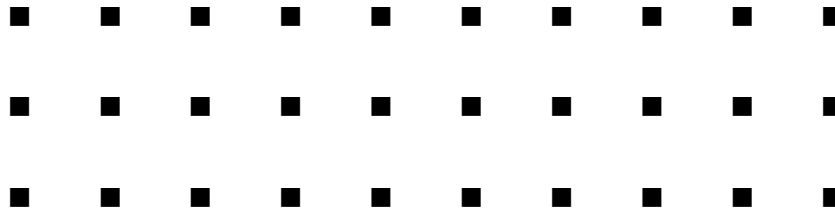
N= número de estructuras de bloques de hormigón

n_1 = número de estructuras utilizadas durante el muestreo piloto

$(\sigma)^2$ = valor residual del ANOVA

d = precisión ($\pm 10\%$ del valor medio)

Los arrecifes se ubican con una separación entre 25 a 30 metros y se distribuyen conformando un rectángulo, como se ilustra en el esquema. Para localizarlas, se les amarra una chapilla plástica numerada y se posicionan con el auxilio de un GPS.



Este tipo de diseño incrementa la disponibilidad de refugio, el comportamiento gregario y residencial de los juveniles, ya que cuando estos concluyen sus desplazamientos nocturnos (en busca de alimento) o nomádicos por lo general regresan al mismo refugio o seleccionan otro adyacente y no se desplazan fuera del área de cría. Los resultados de las marcaciones realizadas en el área de cría de Bocas de Alonso (Golfo de Batabanó) y los estudios de colonización efectuados en 60 estructuras de bloques, que cubren un área de $0,25 \text{ km}^2$ (León *et al.*, 1991), avalan este comportamiento, teniendo en cuenta que la velocidad media de los juveniles es de sólo 44 m/día y el 74% de los animales marcados permanecieron en el área de cría con una talla media igual a los 52 mm Lc, que fue significativamente diferente ($p=0,05$) a la de los emigrantes (76 mm Lc) cuando se reclutaron a la pesquería.

La captura se efectúa desde un bote o lancha con motor fuera de borda, en el cual van como mínimo 3 técnicos. Las langostas que se van a cuantificar y medir por estructura debe ser colectadas por dos buzos manualmente, con el auxilio de un pequeño chapingorro o el chinchorro langostero (Cruz y Phillips, 1994) en dependencia del número de ejemplares que se observen en el refugio. Los ejemplares capturados se colocan en un recipiente con agua de mar, se les mide el largo del cefalotórax con un pie de rey, se sexan y por último se liberan en el mismo refugio donde fueron capturados a fin de eliminar las migraciones inducidas. Cuando no se necesite medir y sexar más los ejemplares se puede realizar un censo submarino directo, cada buzo cuenta los ejemplares de un lado y se lo comunica al técnico que se encuentra en el bote, la operación se repite hasta completar los cuatro lados del refugio.

Una vez que el buzo le haya suministrado las langostas capturadas al técnico en el bote, este registrará la información general por estructura y anotará algunos datos oceanográficos de interés, en la planilla que se muestra a continuación.

MUESTREO DE JUVENILES

Nombre del técnico:-----

Nombre del barco:-----

Fecha:----- Zona de cría : -----

Tipo de fondo:----- Profundidad:-----

Temperatura : ----- Salinidad : ----- Oxígeno-----

NÚMERO ESTRUCTURA	MACHOS	HEMBRAS	TOTAL	NÚMERO ESTRUCTURA	MACHOS	HEMBRAS	TOTAL
1				11			
2				12			
3				13			
4				14			
5				15			
6				16			
7				17			
8				18			
9				19			
10				20			

El índice anual de abundancia se calcula como la media del número de juveniles capturados por refugio, por mes y estación, el cual proporciona una medida de la fortaleza relativa de la abundancia por unidad de área.

I_j = No juveniles / No de estructuras artificiales

donde:

I_j = índice de juveniles

Para posibilitar el procesamiento de la información primaria de los juveniles de una forma rápida y segura, se confeccionó una hoja de cálculo en Microsoft Excel denominado Modelo-Juvenil.

4.3 MUESTREO DE LOS ADULTOS

4.3.1 Estratificación

Para el muestreo de los pre-adultos y los adultos se recomienda el método aleatorio estratificado, de manera que nos permita obtener una muestra representativa de la población que se desea estudiar.

1 INTRODUCCIÓN

La Región del Gran Caribe es considerada como el mayor productor de langosta espinosa en todo el mundo (aproximadamente 33000 toneladas métricas, t) representando el 17% de la producción mundial. La especie más importante es la langosta común o del Caribe (*Panulirus argus*), le siguen en orden de importancia la langosta verde (*Panulirus laevicauda*), 29% del total desembarcado en Brasil, y la manchada (*Panulirus guttatus*). Los principales productores en la región son Cuba (10 853 t), Brasil (8 177 t), Bahamas (4 740 t), Honduras (3 432 t), Florida (2 762 t), Nicaragua (1 652 t) y México (1 156 t). Los cuales contribuyeron con el 86% de los desembarques totales en 1978-1994 (Cruz *et al.*, 1995).

Su extenso ciclo de vida planctónico en aguas oceánicas, desde 6-8 meses en el Caribe y hasta 12 meses en aguas de Bermudas, facilita la interconexión de poblaciones o segmentos poblacionales de diferentes países. Por otra parte los estudios más recientes realizados sobre el DNA mitocondrial han generado evidencias más concluyentes sobre la hipótesis del origen Pan Caribeño de la langosta *P. argus*. Es por lo anterior que se deben desarrollar metodologías estandarizadas de muestreo en la región para mejorar la evaluación de los stocks, las estimaciones del reclutamiento, así como la predicción de las futuras capturas.

La eficacia de todo plan de muestreo está en relación con la posibilidad de que ofrezca una generalización satisfactoria de la población a partir de la muestra o muestras. Algunas propiedades del ciclo de vida de la langosta, como son: el sexo, la talla, el estadio de maduración, hembras ovígeras, crecimiento, el reclutamiento larval y juvenil y la distribución de las larvas en el océano, no serán observados o medidas directamente para el conjunto de la población por lo que se examinará una parte o muestra de la población para deducir las características que la definen.

Existen en la literatura una gran variedad de valiosos manuales y libros sobre métodos de muestreos en los que se explica muy bien la teoría para la colecta de las muestras sobre la población que se investiga. El presente manual tiene la finalidad de aplicar esa teoría del conocimiento, incorporando diferentes técnicas novedosas para el muestreo del ciclo de vida de la langosta espinosa, permitiendo mejorar las estimaciones de sus abundancias relativas, la evaluación del reclutamiento y otros índices independientes de la pesquería, así como establecer la utilidad del mismo en la predicción. Sin embargo, para transferir esta tecnología a otros países de la región se necesita que los científicos conozcan la teoría que la sustenta, la aplicación y utilidad práctica de los diferentes métodos empleados e introducirlos en las investigaciones que se realizan sobre este valioso recurso.

2 DISEÑO GENERAL DE LA COLECTA DE DATOS

Este manual se diseñó principalmente teniendo en cuenta las experiencias de los biólogos cubanos en el desarrollo de un sistema de muestreo del ciclo de vida de la langosta, con diferentes dispositivos artificiales; programa que se inició en la fase adulta desde el año 1963 con la participación de "recolectores de datos" (Buesa, 1965) y que se fue perfeccionando a partir del año 1980 (Cruz, 1981a y b), posteriormente en las áreas de cría de los juveniles desde 1982 (Cruz *et al.*, 1986a) y finalmente en el estadio puérulos desde 1987 (Cruz *et al.*, 1991). En otros países de la región los programas de monitoreo de la población han tenido las siguientes características: en la Florida, el muestreo de los puérulos y los adultos se inició en 1987 y 1993 respectivamente (Muller y Doug, 1997); en México, sólo la fase postlarval y adulta desde el año 1987 (Briones, 1994), en otros países se han desarrollado de una forma esporádica y en Belice conjuntamente con algunos países del CARICOM se ha iniciado recientemente un programa de muestreo (CFRAMP, 1997).

Para estudiar la fase puérulos se han desarrollado diferentes tipos de colectores para especies y áreas diferentes (Phillips, 1995; Cruz y Marshalleck 1997). Aunque los utilizados para *Panulirus argus* han sido los tipos Witham-Florida (Witham, Ingle y Joyce, 1968), hogs-hair-Florida (Hunt, com. personal), GuSi-México (Gutierrez-Carbonell, Simonin-Díaz y Briones, 1992) y Phillips-Australia-Cuba modificado (Phillips, 1972; Cruz *et al.*, 1991). En los estudios de dinámica poblacional en la especie *P. argus* recomendamos este último diseño teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Han sido utilizados con buenos resultados para evaluar la variación espacio-temporal del reclutamiento larval (Cruz *et al.*, en prensa), los niveles de asentamiento de puérulos se relacionan con los índices de reclutamiento a la pesquería (Cruz, León y Puga, 1995; Phillips *et al.*, 1994; Caputi, Brown y Phillips, 1991) y han permitido pronosticar las capturas de la langosta australiana (Phillips, 1986).

Tabla 2. Estratificación de las zonas de pesca de langosta

ESTRATOS	ESTRATIFICACIÓN	C	lar	IPR	TALLA MEDIA Lc (mm)	
					MACHOS	HEMBRAS
1 (Sur)	Sur Juan García	P3	0,22	0,79	92,5	84,4
	Sur del Coco	P5	0,30			
	Sur Los Indios	P6	0,31			
	Sur Matías	I4	0,31			
	Sur de Cantiles	B6	0,25			
	Cayo Sigua	B5	0,21			
	Diego Pérez	B4	0,22			
2 (Norte)	Norte Juan García	P2	0,14	1,69	82,1	76,9
	Norte del Coco	P4	0,11			
	Norte Aguardiente	I3	0,13			
	La Gata	B1	0,11			
3 (Zonas someras)	Costa de la Coloma	P1	0,06	2,99		
	El Verde	P8	0,04			
	Cayo Dios	P7	0,07			
	Cayo Redondo	I1	0,06			
	La Manteca	I2	0,06			
	Rabihorcado	B2	0,09			
	La Traviesa	B7	0,05			

C = código utilizado para cada estrato

lar = índice de actividad reproductora (Cruz y León, 1991).

IPR = índice de reclutamiento a la pesquería (Cruz, Puga y León, 1995).

Talla media (mm Lc) = Sansón *et al.*, (1991)

La población total se divide o estratifica (estratificación) y las categorías o estratos (por ejemplo, región sur, norte y zonas someras) se seleccionan teniendo en cuenta las características del hábitat y/o de la información que se tenga sobre el comportamiento de diferentes índices independientes de la pesquería. En la Tabla 2 que se muestra a continuación se detallan los diferentes estratos seleccionados en la región del Golfo de Batabanó. La primera al sur de los cayos (cercana al talud de la plataforma), presenta los ejemplares de mayor talla y con valores muy altos de la actividad reproductora durante casi todo el año; una segunda región al norte con valores más bajos; por último una tercera de aguas someras y en ocasiones más cercana a la costa con una talla promedio más baja, un elevado número de pre-recluta e índices reproductivos casi nulos.

Sí se tiene un conocimiento previo de la zona y se han realizado muestreos durante varios meses en el mar, los datos se pueden organizar y proceder con los cálculos para obtener un tamaño de muestra dentro de cada estrato. Sí no se tiene un conocimiento de la zona a muestrear, habrá que esperar que la investigación esté bastante avanzadas como para conocer la variabilidad de la composición por tallas de las capturas en el mar y otros parámetros.

En la Tabla 3 se ilustra el número de langostas muestreadas por estratos durante el año 1987 en el Golfo de Batabanó. Como las observaciones dentro de los estratos es aproximadamente del mismo tamaño es muy probable que se obtengan ganancias en la precisión debido a la estratificación.

Tabla 3. Número de langostas muestreadas por estratos en 1987. Golfo de Batabanó

ESTRATOS	ESTRATIFICACIÓN	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1 (Sur)	Sur Juan García	142	175	124	243	225	227	197	214	154	170	115	188
	Sur del Coco	167	203	71	131	207	196	180	184	162	209	153	104
	Sur los Indios	173	163	209	224	230	214	182	138	212	183	188	148
	Sur Matías	170	192	200	194	210	232	178	214	211	207	95	215
	Sur Cantiles	203	202	208	201	201	206	209	204	193	214	200	201
	Cayo Sigua	200	200	155	70	203	200	200	200	200	194	200	205
	Diego Pérez	200	206	213	201	228	207	201	198	225	205	200	200
2 (Norte)	Norte Juan García	222	125	231	114	185	166	197	246	224	162	124	211
	Norte del Coco	209	144	231	228	232	202	229	203	173	212	167	168
	Norte Aguardiente	277	330	390	211	204	257	206	273	324	230	299	249
	La Gata	216	200	192	200	211	201	200	204	213	203	201	203
3 (Sur)	Costa la Coloma	150	204	213	239	223	234	218	278	176	198	203	268
	El Verde	181	177	133	181	138	196	207	143	200	177	137	249
	Cayo Dios	163	210	281	261	276	214	313	252	181	178	207	229
	Cayo Redondo	205	200	200	223	211	190	252	263	208	227	254	381
	Rabihorcado	214	200	201	202	201	198	202	200	200	200	200	200
	La Traviesa	200	124	178	131	161	204	129	202	143	178	188	200

Para calcular los tamaños de muestra por estrato se adoptó la metodología de Gulland (1966), ejemplificada por Sparre y Venema (1995). Las ecuaciones básicas son las siguientes:

$$n(j) = n * ((N(j) * S(j)) / (\sum N(j) * S(j)))$$

$$n = n1 + n2 + n3$$

$$S(j)^2 = [N(j)^2 / N(j) - 1] * \sum_{i=1}^{N(j)} [Y(j,i) - Y_{(media)}(j)]^2$$

$$Y_{(media)}(j) = (1 / N(j)) * \sum_{i=1}^{N(j)} Y(j,i)$$

donde:

N (j) = número de localidades muestreadas

n (j) = tamaño de la muestra

S (j) = desviación estándar

Y_(media) (j) = promedio del estrato

ESTRATO 1

$$n(1) = 15874$$

$$N(1) = 84$$

$$Y(1) = 185$$

$$S(1) = 34,05$$

$$n = 165 \quad n = 170 \text{ (aproximadamente)}$$

ESTRATO 2

$$n(2) = 10298$$

$$N(2) = 48$$

Y (2) = 209

S (2) = 50,98

n = 247 n = 250 (aproximadamente)

ESTRATO 3

n(3) = 14757

N (3) = 72

Y (3) = 268

S (3) = 43,77

n = 212 n = 200 (aproximadamente)

En la Figura 13 se ilustra a modo de ejemplo, la estratificación de las zonas de pesca de la langosta en el archipiélago cubano teniendo en cuenta los aspectos discutidos en este epígrafe¹.

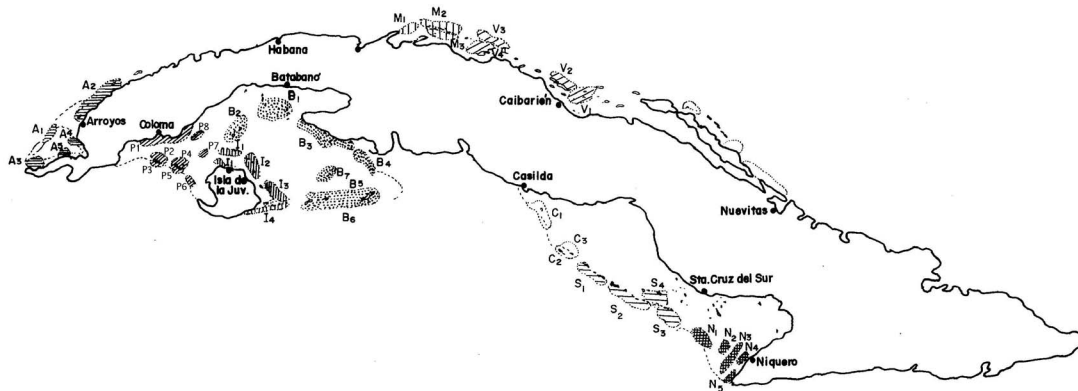


Fig. 13 Mapa de Cuba mostrando los diferentes estratos donde se realizan los muestreos de langosta

Gulland y Rosenberg (1992) señalan algunas orientaciones generales para la fase inicial de una investigación, que en nuestro caso lo hemos adaptado a las características de la población y al tipo de diseño estadístico:

- Como la especie es de ciclo largo y la pesquería es muy estacional el muestreo deberá abarcar todos los meses del año, incluyendo los períodos de veda, para examinar las diferencias entre un año y otro.
- El muestreo debe distribuirse por toda la pesquería, estableciendo todos los estratos necesarios. Las muestras deben ser moderadamente grandes (250 ejemplares) para establecer la composición por tallas de las capturas en un determinado momento y lugar.
- Deberá haber suficiente duplicación dentro de los estratos, es decir, muestras del mismo arte, en la misma zona y el mismo mes, para establecer el nivel de la varianza dentro de los estratos y, por tanto, el grado de precisión que probablemente se pueda alcanzar.

El tamaño de muestra para cada estrato se ha calculado entre 170 y 250 ejemplares que coincide con el calculado por Coyula y Cruz (no publicado) de 250 langostas. Este calculo coincide con la norma establecida Hoenig *et al.* (1987) y con las recomendaciones publicadas por la CIPAN (1974), que establecen al menos una muestra de 200 ejemplares por cada estrato.

¹ Para posibilitar el cálculo de los tamaños de muestra por estratos, se confeccionó una hoja de cálculo en Microsoft Excel denominado Modelo-Estrato. Para su utilización se adjunta el disquete.

Es importante destacar, que el tipo de arte y la técnica de pesca que se utilice pueden influir en los resultados que se pretendan alcanzar durante la selección de la muestra.

Los muestreos de langostas se deben realizar a bordo de los barcos comerciales que operan en diferentes zonas de pesca como se explico anteriormente. Este procedimiento aportará datos de alta calidad, con información exacta sobre el lugar de la captura y otros aspectos. Este tipo de muestra será eficiente en la medida que se establezca para toda la pesquería.

4.3.2 Colecta de los datos

Para la colecta de la información, el observador se pondrá de acuerdo con el pescador para que le entregue la captura sin efectuarle la selección de las langostas fuera de talla, con freza, con masa espermatófora y muda. Este procedimiento eliminará o disminuirá el sesgo en cada muestra. En cada uno de los muestreos se desarrollará el siguiente procedimiento:

Una vez que el pescador le vaya suministrando las langostas capturadas al observador, este procederá y registrará la información general, pesquera y biológica, en la planilla MUESTREO DE LANGOSTA que se muestra a continuación.

Sexo:

Esta especie presenta un conjunto de caracteres anatómicos externos que permiten diferenciar el macho de la hembra. Estos se pueden resumir en los siguientes:

Caracteres anatómicos	Machos	Hembras
Orificios genitales.	Por donde expulsa el semen. En la base del 5to par de patas. Se dilata mucho durante la época de copulación.	Por donde expulsa los óvulos. En la base del 3er par de patas.
Quinto pereiópodo.	El quinto par de patas termina en un dactilopodio sencillo, con una uña afilada y única, con setas.	El dactilopodio posee una pequeña chela o "uña" en su extremo distal, la cual le sirve para romper la masa espermatófora.
Pleópodos.	Sencillos	Dobles, esta pinza posee una serie de cerdas largas donde se fijarán los huevos fecundados.
Esternón.	Es alargado y casi romboidal.	Es más corto y cuadrado.
Cefalotórax y abdomen.	Más robusto, de cefalotórax ancho y abdomen estrecho.	Abdomen ancho, para poder soportar los huevos.
El 2do par de pereiópodos.	Es más largo y robusto y le sirve para sostener la hembra durante el apareamiento.	Normal, no desarrollado.

MUESTREO DE LANGOSTA

Nombre del observador:-----

Empresa o Cooperativa pesquera:-----

Nombre del barco:-----

Fecha:----- Zona:----- Sub-zona:-----

Arte de pesca:----- Técnica de pesca:-----

Artes trabajados:----- Artes vacíos:----- Días de calado:-----

Tipo de fondo:----- Profundidad:-----

MACHOS				HEMBRAS								
Talla / peso		Muda		Talla / peso		Muda		Estados reproductivos				
Lc	Wt	Pre	Post	Lc	Wt	Pre	Post	CHCM	CHSM	SHCM	SHSM	Ovario

Talla y peso:

Las langostas colectadas son sexadas, se les mide el largo del cefalotórax, con un pie de rey de 200 mm y una precisión de 0,01 mm. Sí el estudio lo requiere, a cada ejemplar se le determina el peso total (gramos) con una balanza monoplato o de resorte con una capacidad de 2 000 g y una precisión de 5 g .

Lc = largo del cefalotórax, medición que se realiza desde la escotadura que existe entre los grandes acúleos al borde posterior del carapacho.

Wt = peso total del ejemplar en gramos.

Muda:

El acto de la muda, cuya duración es de aproximadamente 20-30 minutos, es una breve interrupción en los procesos normales en la vida de la langosta y constituye el período más vulnerable hasta tanto el nuevo carapacho se endurece. Durante el muestreo se pueden determinar externamente, de una manera muy fácil, los estadios de Pre-muda y Post-muda. En la Pre-muda se presentan unas incisuras a ambos lados del

carapacho y en la Post-muda el exoesqueleto tiene la consistencia de una delgada membrana y al tacto es como si fuese de goma elástica.

Estados reproductivos:

Durante la colecta de los datos se pueden encontrar ejemplares hembras en diferentes estados reproductivos, por lo que en la planilla se debe consignar con una cruz (X) en la celda correspondiente.

CHCM : hembras con la fresa (hueva externa) y con la masa espermatófora (chapa), (Fig. 14).

CHSM : hembras con la fresa (hueva externa) y sin la masa espermatófora (chapa).

SHCM : hembras sin la fresa (hueva externa) y con la masa espermatófora (chapa), (Fig. 15).

SHSM : hembras sin la fresa (hueva externa) y sin la masa espermatófora (chapa).

El diámetro de los huevos, desde el desove hasta el momento de la eclosión de las larvas, varía entre los 509 mm y 618 mm. Estos aumentos de tamaño ocurren paralelamente con los cambios de color. En hembras recién desovadas los huevos tienen un color naranja brillante; posteriormente, en un estadio más avanzado toman una coloración naranja oscura, en los cuales se pueden delimitar los ojos de la futura larva y en masas ovígeras próximas a la eclosión la coloración es carmelita oscuro (Cruz, 1980).

El macho depositará el semen en forma de una masa espermatófora, que puede presentar un color gris claro (recién puesta) o negro (oxidada), que se endurecerá y aportará los espermatozoides para fecundar los huevos, una vez que la hembra, al ovular, los libere, rompiendo partes de la masa espermatófora. Después de haber madurado los machos y haberse apareado con las hembras, depositándole el semen en la forma descrita, el paso siguiente es el de la maduración de las hembras. Este paso puede ser previo, sincrónico o posterior al apareamiento y llegado a él la hembra ovula.

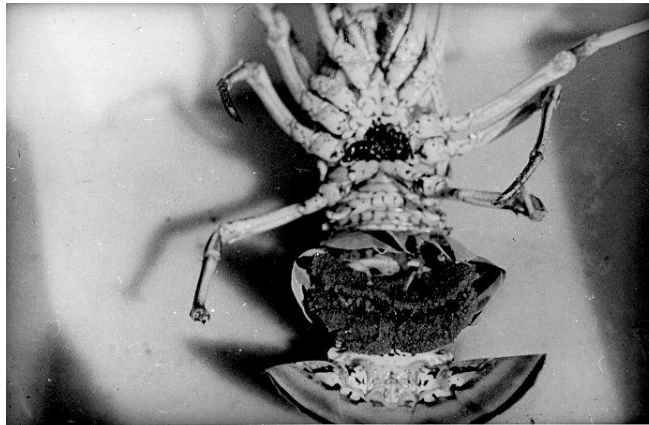


Fig. 14 Hembra ovígera y con masa espermatófora



Fig. 15 Hembra con la masa espermatófora, de color gris, recién puesta

Los ovarios de la langosta sufren una serie de transformaciones micro y macroscópicas. El tamaño y color de los ovarios van variando, desde una filamentosos e incolora, hasta una grande y rojiza. Estas manifestaciones macroscópicas no son más que la integración de toda una serie de cambios microscópicos, en el transcurso de los cuales las ovogonias maduran y crecen hasta convertirse en óvulos. Los ovarios pueden ser estudiados mediante una escala (Buesa y Mota Alves, 1970) donde aparecen las diferentes coloraciones que van adquiriendo estos desde la fase de reposo hasta la preovulatoria. Las fases del desarrollo están agrupadas según los datos de la Tabla 4

Tabla 4. Clasificación macroscópica de los ovarios de langosta, tomado de Buesa y Alves, 1970

Fase	Estadio de los ovarios	Colores	Código de colores (Villalobos-Domínguez y Villalobos, 1947)
I	Reposo (regresión)	8	YYO-19-6°
II	Inicio del desarrollo	0, 1	N 20 ; Y-19-9°
III	Desarrollo medio	2, 3, 4	YYO-19-9°; YYO-18-10°; O-15-12°
IV	Desarrollo final o pre-ovulatorio	5, 6, 7	SO-13-12°; SSO-10-12°; RS-7-10°

Para el análisis del estadio de los ovarios, del total de langostas sin hueva y sin chapa (SHSM) se procederá a descolar un número de ejemplares. Los cambios de coloración, en un sucesivo aumento de las talidades amarillo-anaranjado-rojiza, se corresponden con los cambios en tamaño y con el aumento del volumen de los ovarios, con su consecuente incremento en peso, llegando a alcanzar entre 25 y 30 gramos en los últimos estadios (6-7). El ovario maduro (fase IV) presenta una coloración rojiza intensa y ocupa casi la totalidad del cefalotórax, incluso en hembras de talla pequeña los extremos caudales del ovario llegan a introducirse entre los músculos del abdomen, llegando inclusive a conferirle un cierto tinte anaranjado a esas masas musculares. En la columna Ovario se debe consignar el estadio, poniendo el número arábigo o romano que le corresponda según la escala de colores (Tabla 5).

Tabla 5. Escala de colores para la clasificación de los ovarios de la langosta *Panulirus argus*

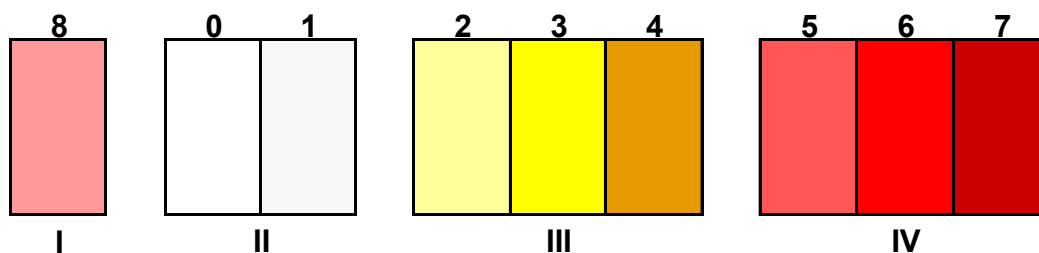


Fig. 16 Ovario maduro de langosta

4.3.3 Procesamiento de los datos

4.3.3.1 Factor de amplificación

En la elaboración de los datos obtenidos mediante un sistema de muestreo de este tipo, son importantes los factores de amplificación, que consisten en la relación entre el peso muestreado de las langostas en las zonas de pesca y el peso total desembarcado, tanto para la totalidad de los desembarques como para cada barco muestreado. Si la muestra es pequeña con relación al desembarque total, el factor de amplificación puede llegar a ser muy grande y si las muestras están sesgadas esto se verá reflejado en los totales a una mayor escala.

El procedimiento es el siguiente:

Sea b = número de barcos de los que se tomaron las muestras, y para un barco cualquiera de ellos, digamos el i -ésimo.

W_i = peso desembarcado

w_i = peso muestreado

n_i = número de peces del tamaño requerido en la muestra

$FA = W_i / w_i$ = factor de amplificación

$FA \cdot n_i = n_i \cdot (W_i / w_i)$ = número de langostas del tamaño requerido en la muestra

Para todos los barcos muestreados en los diferentes estratos:

b

$\sum n_i \cdot FA_i = n$ = número total de langostas que hay en todos los barcos muestreados

Supóngase el siguiente ejemplo hipotético, donde se han muestreado 220 langostas, en un barco cualquiera y durante un mes. Los resultados de los datos contenidos en la planilla Muestreo de Langosta fueron los siguientes (Tabla 6):

Tabla 6. Parámetros de la población muestreada

	TOTAL	MACHOS	HEMBRAS
N	220	118	102
Lc (media)	87,8	90,3	85,0
Desv.Estándar	12,0	11,3	12,3
Interv.Confianza	1,59	2,03	2,38
Wt (media)	0,562	0,607	0,512

El peso desembarcado del barco en el mes de abril de 1998 fue de 800 kg y el de la muestra fue de 124 kg, obtenida al multiplicar el peso medio (W_t 0,562 kg) por el número de langostas muestreadas ($N = 220$).

Donde el factor de multiplicación fue el siguiente:

$$W_i / w_i = FA = 800 / 124 = 6,47$$

El número de ejemplares para todo el barco vendrá dado multiplicando el número de langostas (N) de cada categoría por el FA . Este procedimiento se puede aplicar para el número de ejemplares por talla, edad, diferentes estados reproductivos y de muda, como se ilustra en la Tabla 7.

Tabla 7. Aplicación del factor de amplificación

		N	FA* N			N	FA* N
1-	TOTAL LANGOSTA	220	1424	3	TOTAL DE MACHOS	118	764
1.1	Sublegales	12	78	3.1	Sublegales	1	6
1.2	Mudas	8	52	3.2	Mudas	2	13
2	TOTAL DE HEMBRAS	102	660	4	TOTAL DESCOLE	50	324
2.1	Sublegales	11	71	4.1	Ovario maduro	19	123
2.2	CHCM	3	19				
2.3	CHSM	2	13				
2.4	SHCM	5	32				
2.5	SHSM	87	563				
2.6	Mudas	6	39				

4.3.3.2 Índices pesqueros

Sí la captura total desembarcada (Capt2) es de 800 kg, se puede realizar un estimado del esfuerzo total (f2) ejercido durante el mes por el barco langostero en la zona de pesca (Tabla 8).

Tabla 8. Datos de captura y esfuerzo del muestreo y el desembarque

	Muestreo		Desembarque	
Captura	(Capt1)	124	(Capt2)	800
Esfuerzo	(f1)	40	(f2)	259
CPUE		3,1		3,1

$$CPUE = \text{Capt1} / f1 = 124 / 40 = 3,10$$

Donde: Esfuerzo total (f2) = Capt2 / CPUE = 800 / 3,10 = 259.

f2 = 259 pesqueros levados o revisados durante el mes de abril.

4.3.3.3 Índices independientes de la pesquería

Con los datos registrados en el modelo " Muestreo de Langosta". El índice anual de pre-reclutas, basado en el número de langostas inferiores a la talla de reclutamiento (≤ 76 mm Lc), puede ser calculado mediante el cociente que relaciona el número de langostas capturadas entre 50 y 76 mm Lc con el número de pesqueros revisados, por mes y estación (Cruz, Puga y León, 1995). Este índice también puede ser calculado por sexo.

$$IPR = \text{No langostas (50-76mm)} / \text{No de pesqueros trabajados.}$$

donde: IPR = índice de pre-recluta

Los resultados del y la utilización del factor de amplificación se presenta en Tabla 9.

Tabla 9. Aplicación del factor de amplificación a los pre-reclutas (ejemplares ≤ 76 mm Lc)

	MUESTREO	FA
Número de langostas ≤ 76 mm	200	1294
Número de pesqueros revisados	40	259
IR	5,00	5,00

Otros índices (Tabla 10) que se relacionan con la reproducción y el crecimiento pueden ser calculados de la siguiente manera:

$$\text{Índice} = (FA * N) / f2$$

Donde f2 = 259 pesqueros revisados.

Tabla 10. Índices independientes de la pesquería

		FA* N	Índice			FA* N	Índice
1	TOTAL LANGOSTA	1424	6	3	TOTAL DE MACHOS	764	2,95
1.1	Sublegales	78	0,30	3.1	Índice Sublegales	6	0,03
1.2	Mudas	52	0,20	3.2	Índice Mudadas	13	0,05
2	TOTAL DE HEMBRAS	660	2,55	4	TOTAL DESCOLE	324	1,25
2.1	Sublegales	71	0,28	4,1	Índice Ovario maduro	123	0,48
2.2	CHCM	19	0,08				
2.3	CHSM	13	0,05				
2.4	SHCM	32	0,13				
2.5	SHSM	563	2,18				
2.6	Mudas	39	0,15				

Para caracterizar la reproducción por localidad o estratos se propone el índice de actividad reproductora utilizado por Cruz *et al.* (1990) en el archipiélago cubano, el cual se expresa como la relación del total de hembras muestreadas en cualquier estado reproductivo entre el total de hembras capturadas.²

$$IAR = H-ER / T-H = 29 / 102 = 0,28$$

IAR = índice de actividad reproductora.

H-ER = hembras en estado reproductivo (con freza, masa espermatófora y madura).

T-H = total de hembras capturadas.

5 CONVERSIÓN DE LAS TALLAS INDUSTRIALES A LARGOS BIOLÓGICOS

La industria pesquera de procesamiento está dirigida, en los países del área, a dos objetivos fundamentales: la transformación de la langosta y otros mariscos de alto valor comercial para el mercado exterior y a la producción de bienes de consumo dirigidos al ámbito doméstico. En la langosta, las estadísticas de la industria de procesamiento están compuestas por los volúmenes de las categorías comerciales, langosta entera precocinada y la cola congelada principalmente, en que se clasifican los desembarques en peso de las diferentes plantas de proceso.

Los datos de las categorías industriales en peso están disponibles todos los meses y su clasificación, aunque varía de un país a otro, puede convertirse fácilmente a los largos biológicos correspondientes a través de su procesamiento en una hoja de cálculo EXCEL u otra similar. Con esta información se puede calcular la captura en número y peso, el valor de la producción por talla, la talla (Lc o Lt), el peso medio y el porcentaje de langosta sublegal en los desembarques; puede convertirse en una herramienta muy útil para estimar índices de reclutamiento y su variación espacial y temporal. Los largos pueden ser convertidos a edad para ser utilizados en diferentes modelos de la dinámica de poblaciones.

La implementación y aplicación de este método permite perfeccionar el proceso de la investigación (Sotomayor y Cruz, 1991; Alfonso *et al.*, 1995), la información obtenida puede ser utilizada en los modelos de VPA (Puga.

² Para facilitar el procesamiento de los muestreos de langosta de una forma rápida y segura, se confeccionó una hoja de cálculo en Microsoft Excel denominado Modelo-Biológico.

León y Cruz, 1995 y 1996), el predictivo de Thompson y Bell, 1934 (Puga, 1996), el de Beverton y Holt, 1957 (Cruz *et al.*, 1991) y en los cálculos del potencial reproductor. Este método puede fácilmente sustituir el muestreo de las capturas comerciales, se ahorra tiempo y se obtiene todos los desembarques realizados en un determinado lugar.

El modelo utilizado consta de 5 partes para la transformación de los datos y el procesamiento de la información.

Parte 5.1: Se presentan las relaciones morfométricas utilizadas;

Parte 5.2: Está destinado a la captación de los datos de entrada y su transformación;

Parte 5.3: Está destinado a la generación de números aleatorios y en la estimación de las proporciones por tallas;

Parte 5.4: Se calcula el número de langostas en peso por talla y

Parte 5.5: Se presentan las composiciones por talla y sexo en los largos biológicos correspondientes y un resumen de los principales datos que se pueden obtener. El modelo puede ser adaptado, si la composición de los datos industriales (langosta entera precocinada y cola) de entrada es diferente al utilizado en el método empleado.

5.1 RELACIONES MORFOMÉTRICAS

Se presentan las relaciones morfométricas y las definiciones de la longitud corporal utilizadas en el texto. Los datos para establecer estas relaciones de la langosta provienen de los estudios realizados en el Golfo de Batabanó durante 1978 y 1985.

5.1.1 Relación entre longitudes

La forma de medir con más exactitud las langostas es utilizando la longitud del caparazón (largo del cefalotórax), medido desde el reborde de las espinas supraorbitales hasta el extremo posterior del caparazón. Sin embargo, en determinadas regiones se ha tenido que utilizar el largo total o la longitud de la cola. En tales casos se establecen las relaciones entre las diferentes medidas a fin de poder convertirlas.

En estas relaciones se utiliza el largo total antenular (Lta), medida sobre la parte inferior del animal y desde la base de las anténulas hasta el final del telson. La longitud de la cola se mide desde el borde anterior del primer anillo hasta el extremo posterior del último. Largo del cefalotórax (Lc en mm) vs largo total antenular (Lta en mm). (Cruz, Coyula y Ramírez, 1981)

	MACHOS	HEMBRAS	AMBOS SEXOS
Lc	$Lc = -11,7974 + 0,3925 * Lt a$	$Lc = - 2,3439 + 0,3374 * Lta$	$Lc = -11,6569 + 0,3838 *Lta$
N	N = 796 r = 0,9945	N = 741 r = 0,9941	N =1537 r = 0,9874
Lta	$Lta= 32,8431 + 2,5197 * Lc$	$Lta = 9,8740 + 2,9290 * Lc$	$Lta = 36,3535 + 2,5402 * Lc$
Lc	$40 \geq Lc \leq 160$ mm	$30 \geq Lc \leq 130$ mm	$30 \geq Lc \leq 160$ mm
Lta	$120 \leq Lta \leq 430$ mm	$110 \leq Lta \leq 400$ mm	$110 \leq Lta \leq 430$ mm

Largo del cefalotórax (mm) vs largo de la cola (mm). (Cetina, comu. personal)

MACHOS	$Lc = - 9,11 + 0,65 Lcola$
HEMBRAS	$Lc = - 1,23 + 0,56 Lcola$
AMBOS SEXOS	$Lc = - 5,44 + 0,611 Lcola$

5.1.2 Relaciones largo – peso

Largo del cefalotórax (mm) vs peso total (g)

TOTAL	$Wt = 0,002582 * Lc^{2,7461}$	N = 963 r = 0,9704
Hembras	$Wt = 0,002790 * Lc^{2,7360}$	N = 374 r = 0,9457
Machos	$Wt = 0,002065 * Lc^{2,7920}$	N = 589 r = 0,9806

Largo del cefalotórax (mm) vs peso de la cola (g)

TOTAL	$Wcola = 0,7098 * Lc^{2,5607}$	N = 375 r = 0,9571
Hembras	$Wcola = 0,5073 * Lc^{2,7583}$	N = 173 r = 0,9261
Machos	$Wcola = 0,7297 * Lc^{2,5260}$	N = 202 r = 0,9870

Largo total antenular (mm) vs peso total (g)

TOTAL	$Wt = 0,000076 * Lta^{2,7242}$	N = 1145 r = 0,9452
-------	--------------------------------	---------------------

Largo total antenular (mm) vs peso cola (g)

TOTAL	$Wcola = 0,0156 * Lta^{2,8940}$	N = 492 r = 0,9812
Hembras	$Wcola = 0,0139 * Lta^{2,9368}$	N = 224 r = 0,9823
Machos	$Wcola = 0,0156 * Lta^{2,8898}$	N = 268 r = 0,9808

Largo total antenular (mm) vs peso del cefalotórax (g)

Hembras	$Wcef = 0,0185 * Lta^{3,0378}$	N = 183	r = 0,9810
Machos	$Wcef = 0,0091 * Lta^{3,2783}$	N = 209	r = 0,9754

Peso total (g) vs peso de la cola (g)

TOTAL	$Wt = - 50,6578 + 3,3286 * Wcola$	N = 559	r = 0,9822
Hembras	$Wt = 4,4819 + 2,8463 * Wcola$	N = 269	r = 0,9886
Machos	$Wt = - 58,8939 + 3,5041 * Wcola$	N = 290	r = 0,9908

Peso total (g) vs peso del cefalotórax (g)

Hembras	$Wt = - 0,9355 + 1,5552 * Wcef$	N = 271	r = 0,9957
Machos	$Wt = 20,6339 + 1,4325 * Wcef$	N = 288	r = 0,9971

5.2 DATOS DE ENTRADA

El modelo matemático utilizado se presenta en el formato de hoja de cálculo Microsoft EXCEL, en las tablas que se presentan a lo largo del texto.

Las equivalencias entre la talla industrial de la LEPC (columnas B y C) y la biológica (columnas D y E), expresadas en el largo del cefalotórax, se obtuvieron a partir de la siguiente fórmula:

columna D ($\text{EXP}(\text{LN}(B\#) - \text{LN}(0,002582)) / 2,7461$) y

columna E ($\text{EXP}(\text{LN}(\text{C\#}) - \text{LN}(0,002582)) / 2,7461$)

Los resultados se presentan en las celdas D7: D20 y E7 : E20.

En la columna F se calcula la talla media ($\text{D\#} + \text{E\#} / 2$).

En la columna G se entran los datos de la LEPC (kg) y en la columna H se transforman los datos a langosta entera viva (LEV 1) utilizando la formula $\text{\$H\$2} * \text{G7}$: G20; en la celda H21 se obtiene la suma total (SUMA H7: H20) (Tabla 11).

Tabla 11. Datos de entrada del modelo (LEPC)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2							IDI	1,08
3	Datos de entrada						IDI * RD	3,3
4								
5		Talla industrial		Talla biológica			LEPC	LEV 1
6	CATEGORÍAS	LEPC (gr.)		Lc (mm)		MEDIA	(kg)	(kg)
7	CL1	180 / 250		58,04	65,41	61,72	4100	4428
8	CL2	250 / 300		65,41	69,90	67,66	10700	11556
9	CL3	300 / 350		69,90	73,94	71,92	15200	16416
10	CL4	350 / 400		73,94	77,62	75,78	13400	14472
11	CL5	400 / 460		77,62	81,68	79,65	16800	18144
12	CL6	460 / 520		81,68	85,41	83,54	18200	19656
13	CL7	520 / 575		85,41	88,59	87,00	14000	15120
14	CL8	575 / 630		88,59	91,59	90,09	16300	17604
15	CL9	630 / 690		91,59	94,67	93,13	15800	17064
16	CL10	690 / 860		94,67	102,58	98,62	27100	29268
17	CL11	860 / 1200		102,58	115,81	109,19	8000	8640
18	CL12	1200 / 1500		115,81	125,61	120,71	6000	6480
19	CL13	1500 / 2000		125,61	139,48	132,55	3000	3240
20	CL14	2000 / 3000		139,48	161,68	150,58	1000	1080
21	TOTAL							183168

Región sombreada = datos de entrada.

LEPC = langosta entera precocinada.

IDI = índice de insumo industrial.

RD = rendimiento del descole industrial.

LEV 1 = langosta entera viva = LEPC * IDI.

Para obtener las equivalencias entre la talla industrial de la **COLA** (columnas B y C) y la biológica (columnas D y E), expresadas en el largo del cefalotórax, se utilizó la siguiente fórmula:

columna D ($\text{EXP}(\text{LN}(\text{B\#}/0,03527) - \text{LN}(0,7098)) / 2,5607) * 10$) y

columna E ($\text{EXP}(\text{LN}(\text{C\#}/0,03527) - \text{LN}(0,7098)) / 2,5607) * 10$)

Los resultados se presentan en las celdas D31: D43 y E31 : E43.

En la columna F se calculó la talla media ($\text{D\#} + \text{E\#} / 2$).

En la columna G se entran los datos de la COLA (kg) y en la columna H se transforman los datos a langosta entera viva (LEV 2) utilizando la formula $\text{\$H\$3} * \text{G31}$: G43; en la celda H44 se obtiene la suma total (SUMA H31: H43), (Tabla 12).

Tabla 12. Datos de entrada del modelo (COLA)

	A	B	C	D	E	F	G	H
29		Talla industrial		Talla biológica			COLA	LEV 2
30	CATEGORIAS	COLA (onzas)		Lc (mm)		MEDIA	(kg)	(kg)
31	CL15	2 / 3		55,33	64,82	60,08	100	330
32	CL16	3 / 4		64,82	72,53	68,68	1400	4620
33	CL17	4 / 5		72,53	79,13	75,83	1600	5280
34	CL18	5 / 6		79,13	84,97	82,05	1400	4620
35	CL19	6 / 7		84,97	90,25	87,61	1400	4620
36	CL20	7 / 8		90,25	95,08	92,66	1400	4620
37	CL21	8 / 9		95,08	99,55	97,31	1700	5610
38	CL22	9 / 10		99,55	103,73	101,64	1700	5610
39	CL23	10 / 12		103,73	111,39	107,56	5200	17160
40	CL24	12 / 14		111,39	118,30	114,84	4400	14520
41	CL25	14 / 16		118,30	124,63	121,47	2000	6600
42	CL26	16 / 20		124,63	135,98	130,31	1900	6270
43	CL27	20 / 24		135,98	146,01	141,00	1300	4290
44	TOTAL							84150

COLA = langosta descolada.

LEV 2 = langosta entera viva = COLA * (IDI * RD).

RD = rendimiento del descole industrial.

IDI = índice de insumo industrial.

5.3 GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIOS Y PROPORCIONES POR TALLAS

Primero se deben calcular las proporciones por tallas, según los intervalos establecidos en la Parte 1, para poder distribuir las capturas en peso (LVE1 y LVE2) entre cada una de las longitudes de la LEPC y COLA.

En el menú HERRAMIENTAS (EXCEL) se selecciona la opción ANÁLISIS DE DATOS y entre las funciones para el análisis se elige GENERACIÓN DE NUMEROS ALEATORIOS, seguidamente se completa el siguiente cuadro de diálogo :

Número de variables: 1 (introduzca el número de columnas que desee incluir en la tabla de resultados)

Cantidad de números aleatorios : 100 (introduzca el número de datos que desee ver)

Distribución : Normal (se elige el método de distribución que desee utilizar para crear los valores aleatorios)

Media : valor medio (intervalo de cada categoría industrial (F7:F20 y F31:F43; Parte 1)

Desviación estándar: entre 1,0 y 5,5 (se selecciona hasta establecer el intervalo por cada categoría)

Iniciar: se introduce el valor inicial de cada intervalo (D7:D20 y D31: D43; Parte 1)

Por ejemplo (Tabla 13), en la columna A (A4:A103) se presentan los diferentes números aleatorios generados por el análisis de datos, con los siguientes datos de entrada: intervalo de tallas: 65,41 - 69,90mm; Lc (media) = 67,66 mm y S = 1,2 (se prueban varios valores) . Los números obtenidos se aproximan en la columna B con la siguiente fórmula: (REDONDEAR (A4:A103, 0)). En la columna C se introducen las tallas, según el intervalo utilizado, y en la D se establece una columna de frecuencias con la formula (CONTAR.SI (\$B\$4:\$B\$103, "64" y con 65,66,67,68,69,70,71,72, y 73). En la columna E (E4: E13) se calculan las proporciones por tallas a través de la siguiente operación: (D# / \$D\$14). Los cálculos se repiten para cada uno de los intervalos de longitud en la LEPC (CL1 hasta CL14) y COLA (CL15 hasta CL27).

Las salidas se presentan en la Tabla 13

Tabla 13. Ejemplo, generación de números aleatorios y proporciones por talla

	A	B	C	D	E
3	CL2 (S=1,2)	REDONDEAR	Lc	N	P
4	64,749	65	64	0	0
5	67,831	68	65	4	0,04
6	66,008	66	66	10	0,1
7	68,702	69	67	33	0,33
8	68,398	68	68	33	0,33
9	66,412	66	69	14	0,14
10	67,446	67	70	4	0,04
11	66,555	67	71	1	0,01
12	65,907	66	72	1	0,01
13	68,427	68	73	0	0
14	69,102	69		100	1
15	69,578	70			
16	69,640	70			
17	68,808	69			
18	68,116	68			
19	69,061	69			
20	67,571	68			
21	67,202	67			
22	68,370	68			
23	66,204	66			
24	66,976	67			
25	68,228	68			
26	67,494	67			
27	68,307	68			
28	67,751	68			
29	70,056	70			
30	66,416	66			
31	68,470	68			
32	66,246	66			
33	67,423	67			
34	65,356	65			
35	69,586	70			
36	68,154	68			
37	67,917	68			
38	68,242	68			
39	65,218	65			
40	68,663	69			
41	67,731	68			
42	67,549	68			
43	69,457	69			
44	66,874	67			
45	68,663	69			
46	64,878	65			
47	66,797	67			
48	67,181	67			
49	65,666	66			
50	66,579	67			
51	67,757	68			
52	66,820	67			

53	67,002	67			
54	68,572	69			
55	67,375	67			
56	68,704	69			
57	67,965	68			
58	66,210	66			
59	68,491	68			
60	66,752	67			
61	67,059	67			
62	65,739	66			
63	69,327	69			
64	66,802	67			
65	67,388	67			
66	67,427	67			
67	67,663	68			
68	66,969	67			
69	67,050	67			
70	67,354	67			
71	67,138	67			
72	66,959	67			
73	67,788	68			
74	69,266	69			
75	67,397	67			
76	67,273	67			
77	68,375	68			
78	67,775	68			
79	67,072	67			
80	67,361	67			
81	66,757	67			
82	71,270	71			
83	69,035	69			
84	67,270	67			
85	69,091	69			
86	68,256	68			
87	68,204	68			
88	68,421	68			
89	67,069	67			
90	67,278	67			
91	66,221	66			
92	68,392	68			
93	71,845	72			
94	67,679	68			
95	67,853	68			
96	67,844	68			
97	68,928	69			
98	66,796	67			
99	67,528	68			
100	68,486	68			
101	67,137	67			
102	68,079	68			
103	68,479	68			

5.4 CÁLCULO DEL NÚMERO DE LANGOSTAS EN PESO POR TALLA

En ésta sección se calcula la captura en peso (columna B) para cada una de las tallas (largo del cefalotórax) que se presentan en la columna A. El cálculo se realiza multiplicando la captura en peso para cada un de los rangos de tallas (CL1 hasta CL14 y CL15 hasta CL27), columnas D3, F3, H3, etc (LEPC) o D117, F117, H117, etc. (COLA), por las proporciones obtenidas en la Parte 3 (por ejemplo $D8 : D16$) y se obtienen los valores de la columna C. En la columna B, los valores estimados para cada talla se suman a través de la siguiente fórmula : SUMAR. SI (C8: AC8, ">1"), el calculo se repite para cada fila (LEPC y COLA). En las tablas que se muestran a continuación sólo se representa a modo de ejemplo una parte de los cálculos realizados, para la LEPC y COLA respectivamente (Tabla 14).

Tabla 14. Ejemplo, cálculo de la captura en peso por talla (LEPC y COLA)

LEPC	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3	(mm)	TOTAL		4428		11556		16416		14472
4	Lc	Kg	Kg	CL1	Kg	CL2	Kg	CL3	Kg	CL4
5	55	0								
6	56	0								
7	57	0								
8	58	89	89	0,02						
9	59	177	177	0,04						
10	60	354	354	0,08						
11	61	1284	1284	0,29						
12	62	1107	1107	0,25						
13	63	797	797	0,18						
14	64	443	443	0,1						
15	65	551	89	0,02	462	0,04				
16	66	1244	89	0,02	1156	0,1				
17	67	3813			3813	0,33				
18	68	3813			3813	0,33				
19	69	1618			1618	0,14				
20	70	2432			462	0,04	1970	0,12		
21	71	3070			116	0,01	2955	0,18		
22	72	5513			116	0,01	5253	0,32	145	0,01
COLA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
117	(mm)	TOTAL		330		4620		5280		4620
118	Lc	Kg	Kg	CL15	Kg	CL16	Kg	CL17	Kg	CL18
119	55	3	3	0,01						
120	56	7	7	0,02						
121	57	30	30	0,09						
122	58	43	43	0,13						
123	59	40	40	0,12						
124	60	59	59	0,18						
125	61	69	69	0,21						
126	62	33	33	0,10						
127	63	36	36	0,11						
128	64	53	7	0,02	46	0,01				
129	65	234	3	0,01	231	0,05				
130	66	370			370	0,08				
131	67	647			647	0,14				
132	68	1063			1063	0,23				
133	69	1063			1063	0,23				
134	70	508			508	0,11				
135	71	554			554	0,12				
136	72	198			92	0,02	106	0,02		
137	73	416			46	0,01	370	0,07		
138	74	739					739	0,14		

5.5 COMPOSICIONES POR TALLA

La columna A contiene los intervalos de tallas (mm) y el peso medio para cada longitud se calcula en la columna B ($=0,002582 \cdot (\text{potencia}(A4 \cdot 2,7461)) / 1000$). En la columna C se suman la captura en peso de la LEPC y COLA obtenida en la parte 4, por ejemplo ($= \text{parte-4} \cdot B5 + \text{parte-4} \cdot B119$). La captura en número (N) se obtiene dividiendo la columna C entre la B, proporcionando el número de ejemplares capturados y procesados industrialmente. Los cálculos realizados en las columnas F ($= A4 \cdot D4$) y G ($= D4 \cdot \text{potencia}((A4 - 5), 2)$) sirven de base para la estimación de la talla media y la desviación estándar (Tabla 15).

Tabla 15. Composiciones por tallas en número

	A	B	C	D	F	G
3	Lc	Wt (kg)	CAPTURA (kg)	N	Lc * N	N*(Lc-Lc(media))2
4	55	0,155	3	21	1169	18941
5	56	0,163	7	40	2265	33679
6	57	0,171	30	173	9883	134532
7	58	0,180	131	732	42434	527677
8	59	0,188	217	1151	67898	769354
9	60	0,197	414	2097	125845	1295820
10	61	0,206	1353	6558	400048	3732281
11	62	0,216	1140	5283	327532	2759682
12	63	0,225	833	3696	232829	1765367
13	64	0,235	496	2105	134711	915552
14	65	0,246	785	3195	207702	1259817
15	66	0,256	1614	6298	415697	2239383
16	67	0,267	4460	16704	1119172	5325817
17	68	0,278	4876	17533	1192259	4981575
18	69	0,289	2680	9259	638904	2327926
19	70	0,301	2940	9764	683469	2154862
20	71	0,313	3625	11577	821959	2222607
21	72	0,325	5711	17554	1263857	2901160
22	73	0,338	5408	16002	1168146	2249285
23	74	0,351	5729	16331	1208487	1924612
24	75	0,364	4680	12858	964324	1248981
25	76	0,377	4014	10636	808322	834138
26	77	0,391	4313	11025	848887	680382
27	78	0,405	4097	10108	788412	475105
28	79	0,420	5476	13044	1030500	447312
29	80	0,435	5926	13638	1091069	321592
30	81	0,450	5405	12020	973640	178718
31	82	0,465	4467	9606	787700	78350
32	83	0,481	6539	13602	1128962	46851
33	84	0,497	6405	12892	1082955	9445
34	85	0,513	5721	11146	947446	231
35	86	0,530	5972	11267	968971	14748
36	87	0,547	5655	10336	899204	47514
37	88	0,565	6107	10818	952011	106942
38	89	0,582	6835	11737	1044626	201571
39	90	0,600	6852	11411	1027021	301962
40	91	0,619	8377	13534	1231592	510904
41	92	0,638	5164	8097	744904	413243
42	93	0,657	5970	9086	844996	602637
43	94	0,677	4755	7027	660523	587544
44	95	0,697	2726	3913	371747	402671
45	96	0,717	4091	5706	547753	708602
46	97	0,738	5083	6891	668434	1016286
47	98	0,759	9337	12306	1206015	2126117
48	99	0,780	9802	12565	1243932	2513686
49	100	0,802	5300	6609	660873	1515667
50	101	0,824	3439	4173	421445	1087542
51	102	0,847	3010	3554	362552	1044717
52	103	0,870	1247	1433	147612	471795
53	104	0,893	1399	1566	162888	574016
54	105	0,917	1430	1560	163761	632874

3	A	B	C	D	F	G
	Lc	Wt (kg)	CAPTURA (kg)	N	Lc * N	N*(Lc-Lc(media))2
55	106	0,941	3181	3380	358301	1511193
56	107	0,966	4810	4980	532900	2442178
57	108	0,991	5240	5290	571277	2833369
58	109	1,016	4213	4146	451966	2417132
59	110	1,042	2324	2231	245402	1410450
60	111	1,068	1644	1539	170847	1052037
61	112	1,095	1734	1584	177400	1167040
62	113	1,122	2264	2019	228095	1598867
63	114	1,149	2610	2271	258894	1928940
64	115	1,177	5057	4296	494073	3903890
65	116	1,205	3107	2577	298977	2499946
66	117	1,234	1213	983	114964	1015259
67	118	1,263	1026	812	95855	892373
68	119	1,293	853	659	78460	768657
69	120	1,323	2431	1837	220439	2268884
70	121	1,354	2894	2138	258713	2793232
71	122	1,385	3026	2185	266605	3014998
72	123	1,416	1775	1254	154181	1823808
73	124	1,448	752	520	64440	796276
74	125	1,480	480	324	40548	522760
75	126	1,513	482	318	40117	538983
76	127	1,546	536	347	44039	615896
77	128	1,580	443	281	35904	522130
78	129	1,614	1362	844	108849	1644295
79	130	1,648	1548	939	122060	1913517
80	131	1,683	1076	639	83763	1361478
81	132	1,719	949	552	72867	1226904
82	133	1,755	793	452	60113	1047619
83	134	1,791	998	557	74659	1345606
84	135	1,828	743	406	54868	1021929
85	136	1,866	313	168	22786	438240
86	137	1,904	398	209	28606	567731
87	138	1,942	333	172	23669	484416
88	139	1,981	483	244	33905	715082
89	140	2,020	516	255	35723	775923
90	141	2,060	859	417	58770	1313835
91	142	2,101	1019	485	68911	1584687
92	143	2,142	409	191	27288	645123
93	144	2,183	312	143	20578	499880
94	145	2,225	183	82	11943	297941
95	146	2,267	76	33	4870	124710
96	147	2,310	173	75	11013	289336
97	148	2,353	55	23	3430	92409
98	149	2,397	76	32	4746	131056
99	150	2,442	76	31	4691	132714
100	151	2,487	55	22	3312	95961
101	152	2,532	44	17	2619	77687
102	153	2,578	87	34	5179	157180
103	154	2,625	44	17	2560	79479
104	155	2,672	44	16	2531	80353
105	156	2,720	55	20	3129	101517
106	157	2,768	11	4	619	20515
107	158	2,816	11	4	612	20723
108	159	2,866	22	8	1211	41856
109	160	2,915	44	15	2395	84518
110	161	2,966	11	4	592	21328
111						
112	TOTAL		267318	483321	41012605	115515919

5.6 RESUMEN

En la Tabla 16 se resumen los principales parámetros de la distribución por talla, de uso común en la biología pesquera.

Tabla 16. Resumen, cálculos basados en la Tabla 15

	H		I
3	N		483321
4			
5	Lc (medio)		84,86
6			
7	S (desv. Estándar)		15,46
8			
9	Interv. Confianza		0,04358
10			
11	Wt (medio)		511
12			
13	Lt (medio)		252
14			
15	Captura (kg)		267318
16			
17	Sublegal	< 69 mm	%
18	Peso (kg)	16359	6,12
19	Número	65588	13,57

N = número de langostas = +D112

Lc (medio) = +E112/D112

S (desv. Estándar) = +RAIZ(F112/(D112-1))

Intervalo de confianza = intervalo.confianza (0,05,17,13)

Wt (medio) = (0,002582*(POTENCIA(I5,2,7461)))

Lt (medio) = Largo total antenular = 36,3535+(2,5402*I5)

Captura (kg) = +C112

Langosta sublegal = establecida en cada país o región (e.g < 69 mm)

Peso (kg) = +SUMA (C4:C17) y% que representa del total = +I18/C112*100

Número = +SUMA (D4:D17) y% que representa del total = +I19/D112*100

En la Tabla 17 se presentan las tallas agrupadas en intervalos de 4 mm y un resumen de los parámetros calculados.

Tabla 17. Composiciones por tallas por intervalo

TOTAL	L	M	N	O	P	Q	R
3	Lc	Lc medio	Wt (kg)	CAPTURA (kg)	N	Lc * N	N*(Lc-Lc(media))2
4	55 -59	57	0,171	388	2264	129032	1738733
5	60 - 64	62	0,216	4236	19630	1217039	10127824
6	65 - 69	67	0,267	14416	53988	3617171	16941353
7	70 -74	72	0,325	23413	71958	5180979	11632481
8	75 -79	77	0,391	22581	57715	4444046	3434743
9	80 -84	82	0,465	28743	61809	5068335	455413
10	85 - 89	87	0,547	30290	55364	4816668	289215
11	90 -94	92	0,638	31119	48788	4488466	2589635
12	95 -99	97	0,738	31038	42079	4081699	6351272
13	100 - 104	102	0,847	14394	16999	1733874	5079083
14	105 - 109	107	0,966	18875	19545	2091280	9706806
15	110 - 114	112	1,095	10577	9661	1082078	7192947
16	115 - 119	117	1,234	11256	9120	1067020	9506137
17	120 - 124	122	1,385	10878	7856	958484	10922113
18	125 - 129	127	1,546	3303	2136	271305	3819781
19	130 - 134	132	1,719	5364	3121	411929	6977602
20	135 - 139	137	1,904	2270	1192	163325	3259078
21	140 - 144	142	2,101	3114	1483	210520	4865145
22	145 - 149	147	2,310	563	244	35817	945246
23	150 - 154	152	2,532	305	121	18335	546102
24	155 - 159	157	2,768	142	51	8045	267744
25	160 - 164	162	3,017	55	18	2929	108007
26							
27	TOTAL			267318	485140	41098376	116756460

5.7 RESUMEN DEL TOTAL

En la Tabla 18 se resumen los principales parámetros de la distribución de tallas por intervalo.

Tabla 18. Resumen, talla por intervalo

	H	I
3	N	485140
4		
5	Lc (medio)	84,71
6		
7	S (desv. Estándar)	15,51
8		
9	Interv. Confianza	0,04365
10		
11	Wt (medio)	509
12		
13	Lt (medio)	252
14		
15	Captura (kg)	267318
16		
17	Sublegal	< 69 mm
18	Peso (kg)	19039
19	Número	75881
		15,64

Sí se tiene un estimado de la proporción por sexo, obtenido de muestreos realizados previamente, es factible de realizar los cálculos para cada uno de los sexos separadamente. Los cálculos utilizados por columnas para las hembras fueron los siguientes (Tablas 19a y b) :

Columna X = intervalo de tallas

Columna Y = longitud media

Columna Z = proporción de las hembras

Columna AA = peso medio = $(0,00279 * (\text{POTENCIA}(Y4, 2, 736))) / 1000$

Columna AB = captura en peso = + SUMA (C4: C8) * Z4 (se repiten hasta C110)

Columna AC = captura en número = AB / AA

Columna AD = longitud * frecuencia = Y4 * AC4 (se repiten hasta Y110 * C110)

Columna AE = +AC4* (POTENCIA ((Y4-\$AH\$5),2))

Tabla 19a. Tallas de las hembras por intervalo

HEMBRAS	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
3	Lc	Lc medio	Proporción	Wt (kg)	Captura (kg)	N	Lc * N	$N * (Lc - Lc(\text{media}))^2$
4	55 - 59	57	0,52	0,178	202	1135	64682	753720
5	60 - 64	62	0,54	0,224	2287	10227	634094	4412880
6	65 - 69	67	0,55	0,277	7929	28672	1920999	7132318
7	70 - 74	72	0,55	0,337	12877	38243	2753503	4437648
8	75 - 79	77	0,55	0,405	12419	30694	2363452	1022638
9	80 - 84	82	0,53	0,481	15234	31696	2599098	18895
10	85 - 89	87	0,53	0,565	16054	28408	2471518	507805
11	90 - 94	92	0,52	0,658	16182	24575	2260932	2092699
12	95 - 99	97	0,48	0,761	14898	19576	1898894	3962884
13	100 - 104	102	0,43	0,873	6190	7088	722978	2620529
14	105 - 109	107	0,4	0,995	7550	7585	811561	4452144
15	110 - 114	112	0,36	1,128	3808	3376	378103	2883950
16	115 - 119	117	0,31	1,271	3489	2745	321200	3216252
17	120 - 124	122	0,28	1,425	3046	2137	260716	3288498
18	125 - 129	127	0,24	1,591	793	498	63280	974672
19	130 - 134	132	0,21	1,768	1127	637	84103	1544048
20	135 - 139	137	0,21	1,957	477	243	33358	716026
21	140 - 144	142	0,18	2,159	561	260	36869	910795
22	145 - 149	147	0,14	2,373	79	33	4880	136958
23	150 - 154	152	0,13	2,601	40	15	2321	73169
24	155 - 159	157	0,08	2,842	11	4	627	21997
25	160 - 164	162	0,07	3,096	4	1	200	7741
26								
27	TOTAL				125254	237850	19687368	45188264

5.8 RESUMEN DE LAS HEMBRAS

Tabla 19b. Resumen de las hembras

	AG		AH
3	N		237850
4			
5	Lc (medio)		82,77
6			
7	S (desv. Estándar)		13,78
8			
9	Interv. Confianza		0,05539
10			
11	Wt (medio)		493
12			
13	Lt (medio)		247
14			
15	Captura (kg)		125254
16			
17	Sublegal	< 69 mm	%
18	Peso (kg)	10418	8,32
19	Número	40034	16,83

Los cálculos para los machos se relacionan a continuación (Tabla 20)

Columna AK = intervalo de tallas

Columna AL = longitud media

Columna AM = proporción de las hembras

Columna AN = peso medio = $(0,002065 * (\text{POTENCIA}(\text{AL}4, 2, 792))) / 1000$

Columna AO = captura en peso = + SUMA (C4: C8) * AM4 (se repiten hasta C110)

Columna AP = captura en número = AO / AN

Columna AQ = longitud * frecuencia = AL4 * AP4 (se repiten hasta AL110 * AP110)

Columna AR = +AP4* (POTENCIA ((AL4-\$AU\$5),2))

Tabla 20. Talla de los machos por intervalo

MACHOS	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
3	Lc	Lc medio	PROPOR- CIÓN	Wt (kg)	CAPTURA (kg)	N	Lc * N	N*(Lc-Lc(media))2
4	55 -59	57	0,48	0,165	186	1129	64325	988019
5	60 - 64	62	0,46	0,209	1949	9342	579199	5648314
6	65 - 69	67	0,45	0,259	6487	25045	1678035	9610631
7	70 -74	72	0,45	0,317	10536	33272	2395570	7081563
8	75 -79	77	0,45	0,382	10161	26604	2048506	2446221
9	80 -84	82	0,47	0,455	13509	29672	2433074	624860
10	85 - 89	87	0,47	0,537	14236	26506	2305987	4477
11	90 -94	92	0,48	0,628	14937	23793	2188958	696627
12	95 -99	97	0,52	0,728	16140	22178	2151234	2403802
13	100 - 104	102	0,57	0,837	8205	9798	999387	2326986
14	105 - 109	107	0,6	0,957	11325	11832	1266050	4929406
15	110 - 114	112	0,64	1,087	6769	6226	697293	4020130
16	115 - 119	117	0,69	1,228	7767	6323	739824	5847942
17	120 - 124	122	0,72	1,381	7832	5673	692133	7113860
18	125 - 129	127	0,76	1,544	2510	1625	206416	2654225
19	130 - 134	132	0,79	1,720	4238	2464	325201	5080416
20	135 - 139	137	0,79	1,908	1793	940	128718	2387640
21	140 - 144	142	0,82	2,109	2554	1211	171931	3717549
22	145 - 149	147	0,86	2,323	484	208	30630	760425
23	150 - 154	152	0,87	2,551	266	104	15837	445800
24	155 - 159	157	0,92	2,792	130	47	7337	231701
25	160 - 164	162	0,93	3,047	51	17	2697	94673
26								
27	TOTAL				142064	244007	21128343	69115264

5.9 RESUMEN DE LOS MACHOS

Tabla 21. Resumen de los machos

	AT		AU
3	N		244007
4			
5	Lc (medio)		86,59
6			
7	S (desv. estándar)		16,83
8			
9	Interv. Confianza		0,06678
10			
11	Wt (medio)		530
12			
13	Lt (medio)		256
14			
15	Captura (kg)		142064
16			
17	Sublegal	< 69 mm	%
18	Peso (kg)	8622	6,07
19	Número	35516	14,56

6 COLECTA DE LAS ESTADÍSTICAS DE CAPTURA Y ESFUERZO

Para obtener este tipo de información será necesario establecer un modelo estadístico de acuerdo a un esquema predeterminado, teniendo en cuenta el tipo de pesquería que se desarrolla en cada región de pesca de langosta. Los datos de captura y esfuerzo recolectados deben ser verificados e ingresados en una base de datos computarizada, que debe ser accesible a todos los científicos, especialistas y a los que manejan el recurso.³

El registro primario de la información estadística se realiza en las localidades donde se recepciona por primera vez los desembarques. La captura desembarcada por cada embarcación es pesada (kg) y clasificada industrialmente, además el pescador debe brindar información sobre la región, subzona o microzona de pesca y el número de artes de pesca (nasas, redes, pesqueros o casitas cubanas) revisados o levados en cada área. La información posteriormente es compilada por la empresa, cooperativa o planta procesadora a través de un modelo estadístico, donde se anota la captura y el esfuerzo empleado por tipo de arte o técnica de pesca por cada embarcación con una frecuencia diaria y mensual.

Se sugiere el uso del siguiente modelo estadístico (tamaño reducido), donde se ilustra la información que se debe compilar mensualmente en cada una de las cooperativas o empresas pesqueras que pescan langosta.

³ Para facilitar la conversión y el procesamiento de los datos de la industria que se detalla en el texto, se confeccionó una hoja de cálculo en Microsoft Excel denominado Modelo-Industria. Para su utilización se adjunta el disquete.

DATOS DE CAPTURA Y ESFUERZO EN LA PESQUERÍA DE LA LANGOSTA.									
COOPERATIVA O EMPRESA PESQUERA:									
FECHA :			NOMBRE DEL BARCO:						
DÍAS MAR :			DÍAS PESCA:			N° de PESCADORES:		N° de BOTES:	
DÍA	ZONA DE PESCA	CAPTURA TOTAL	DÍAS PESCA:		N° de PESCADORES:		N° de BOTES:		RECURSOS NATURALES
			CAPTURA	N° ARTES	CAPTURA	N° ARTES	CAPTURA	N° ARTES	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Instrucciones para llenar el modelo:

Cooperativa o empresa pesquera: anotar el nombre.

Fecha: mes y año.

Días mar: anotar el número total de días que el barco permaneció en la zona de pesca.

Días pesca: anotar el total de días que se pescó.

No de pescadores: número de hombres que componen la tripulación del barco.

No de botes: anotar el número de botes o chalanas que participan directamente en la pesca, en el caso que el barco tenga estos botes auxiliares para pescar en el barco.

Día : anotar el día que se pescó (columna 1).

Zona de pesca : anotar el número o el nombre de la zona donde el barco realizó su pesquería (columna 2).

Captura total: anotar la captura total de langosta en kg (columna 3).

En los espacios sombreados se anotará el arte de pesca utilizado : columnas 4-5, 6-7, 8-9.

Captura : anotar la captura de langosta (kg) en el arte de pesca correspondiente; por ejemplo, nasas, casitas cubanas o pesqueros, gomas de carro, trampas diversas, red de enmalle (columnas 4, 6, 8) .

No de artes: anotar el número de artes trabajados, revisados o levados en el arte de pesca correspondiente (columna 5, 7, 9).

Recurso natural: anotar la captura de langosta (kg) obtenida con chapingorro, lazo, pincho, etc. en piedras, lajas, oquedades, seibadales o sorribos.

7 REFERENCIAS

- Aguilar, W., E. Sosa y A.M. Arce. 1995. Reclutamiento de juveniles de langosta (*Panulirus argus*) en hábitats artificiales al norte de Quintana Roo, México. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 19 (1): 18-26.
- Alfonso, A., R. Sotomayor, R. Cruz, R. Puga y M.E. de León. 1995. Software para la evaluación de la biología y pesquería de la langosta (*Panulirus argus*) en Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 19 (2) (1-3): 77-81.
- Alfonso, I., M.P. Frías, J.A. Baisre, y A. Campos. 1991. Distribución y abundancia de larvas de la langosta *Panulirus argus* en aguas alrededor de Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 12 (1-3): 5-19
- Baisre, J.A. 1976. Distribución de las larvas de *Panulirus argus* y *Scyllarus americanus* (Crustácea, Decapoda) en aguas alrededor de Cuba. *Rev. Inv. Inst. nac. Pesca*, 2 (3): 277-297
- Baisre, J.A. y R. Cruz. 1994. The Cuban spiny lobster fishery. In: B.F. Phillips, J.S. Cobb, J. Kittaka, (eds). Spiny Lobster Management, Chapter 8, Oxford, Fishing News Books.
- Berril, M. 1975. Gregarious behaviour of juveniles of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Crustacean, Decapoda). *Bull. Mar. Sci.* 25 (4) : 515-522
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G. B. (2 Sea Fish)*, 19 : 533 pp
- Briones, F.P. 1994. Variability in postlarval recruitment of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) to the Mexican Caribbean coast. *Crustaceana* 66 (3) : 326-340
- Buesa, R.J. 1965. Biología de la langosta *Panulirus argus*, Latreille, 1804 (Crustácea, Decapado, Reptantia) en Cuba. INPP/CIP, Cuba mimeogr.) 228 pp
- Buesa, R.J. y M.I. Mota Alves. 1970. Escala de colores para el estudio del ciclo reproductor de la langosta *P. argus* (Latr.) en el área del mar Caribe. *FAO. Fish. Rep.* 71 (2): 9-12
- Calinski, M. D. y W.G. Lyons. 1983. Swimming behavior of the puerulus of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Crustacea : Palinuridae). *Journal of crustacean biology* (3): 329-335.
- Caputi, N. y R.S. Brown. 1986. Prediction of recruitment in the western rock lobster (*Panulirus argus*) fishery based on indices of juvenile abundance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 2131-2139
- Caputi, N., R.S. Brown y B.F. Phillips. 1991. Prediction of the catches of the western rock lobster (*Panulirus cygnus*) based on indices of puerulus and juvenile abundance. *Rev. Inv. Mar.* 12: 57-65
- CFRAMP. 1997. Lobster and conch subproject specification and training workshop proceedings, 9-12 October, Kingston, Jamaica. CARICOM Fishery Research Document No 19: 290 pp
- Cruz, R. 1980. Fecundidad y madurez sexual en la langosta comercial *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Crustácea: Palinuridae) en Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 5 (1):1-27
- Cruz, R. 1981a. Metodología para la programación de la veda de la langosta. Centro de Investigaciones Pesqueras. MIP, 12 pag., enero de 1981.
- Cruz, R. 1981b. Metodología para la programación de la veda de la langosta. Centro de Investigaciones Pesqueras. MIP, 6 pag., abril de 1981.
- Cruz, R., J.A. Baisre, E. Díaz, R. Brito, C. García y C. Carrodegua. 1990. Atlas Biológico-Pesquero de la Langosta en el archipiélago Cubano. Pub. Esp. Rev. Cuba. Inv. Pesq. y Rev. Mar y Pesca. 125 pp
- Cruz, R., R. Brito, E. Díaz y R. Lalana. 1986a. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. I. Colonización de arrecifes artificiales. *Rev. Inv. Mar.* VII (3): 3-17

- Cruz, R., R. Brito, E. Díaz y R. Lalana. 1986b. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. II. Patrones de movimiento. *Rev. Inv. Mar.* VII (3): 19-35
- Cruz, R., R. Coyula y A.T. Ramírez. 1981. Crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la plataforma suroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 6(4): 89-119
- Cruz, R., J. González, M.E. de León y R. Puga. 1995. La pesquería de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) en el Gran Caribe. Evaluación y pronóstico. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 19 (2): 63-76
- Cruz, R. y M.E. de León. 1991. Dinámica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. *Rev. Inv. Mar.* 12(1-3): 234-245
- Cruz, R., M.E. de León, E. Díaz, R. Brito y R. Puga. 1991. Reclutamiento de puérulos de langosta (*Panulirus argus*) a la plataforma cubana. *Rev. Inv. Mar.* 12(1-3): 66-75
- Cruz, R., M.E. de León y R. Puga. 1992. La utilización de los refugios artificiales, como alternativa para el mejoramiento de las pesquerías cubanas de langosta. Memorias. I Reunión Internacional sobre mejoramiento de hábitats acústicos para pesquerías. 29-30 Octubre 1992. Manzanillo, Colima. México.
- Cruz, R., M.E. de León y R. Puga. 1993. Desarrollo, utilización y manejo de los refugios artificiales en las pesquerías cubanas de langosta. En: J.M González y R. Cruz (eds), Memorias del Taller Binacional México-Cuba sobre la utilización de refugios artificiales en las pesquerías de langosta: sus implicaciones en la dinámica y manejo del recurso, 17-21 mayo de 1993 Isla Mujeres, Q.R., México.
- Cruz, R., M.E. de León y R. Puga. 1995. Prediction of comercial catches of the spiny lobster *Panulirus argus* in the Gulf of Batabanó. Fourth International Workshop on Lobster Biology and Management, 1993. *Crustaceana* 68 (2): 238-244
- Cruz, R. y S. Marshalleck. 1997. Spiny lobster larval and juvenile monitoring program for the CARICOM region. CFRAMP Lobster and Conch Subproject Specification and Training Workshop Proceedings, 9-12 October, Kingston, Jamaica. CARICOM Fishery Research Document No 19: 290 p.
- Cruz, R. y B.F. Phillips. 1994. The artificial shelters-pesqueros-for the spiny lobster (*Panulirus argus*) fisheries in Cuba. In: B.F. Phillips, J.S. Cobb y J. Kitataka,(eds). Spiny Lobster Management, Chapter 21, Oxford, Fishing New Books.
- Cruz, R., R. Puga y M.E. de León. 1995. Pronóstico de la captura de langosta (*Panulirus argus*) por regiones de pesca, Cuba . *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 19 (1): 51- 58
- Cruz R., R. Sotomayor, M.E. de León y R. Puga 1991. Impacto en el manejo de la pesquería de langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. *Rev. Inv. Mar.* 12 (1-3): 246-253
- Davis, G.E. 1976. "U.S. National Park Service Spiny Lobster Study " Interim Rep. U.S. Natl. Park. Serv., Washington, D.C.
- Davis, G.E. 1978. Field evaluation of a tag for juvenile spiny lobster, *Panulirus argus*. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107 (1): 100-103
- Davis, G.E. 1985. Artificial structures to mitigate marina construction impacts on spiny lobster, *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci.* 37: 151-156
- Eggleston, D.B. 1991. Stock enhancement of Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus* Latreille, using artificial shelters: patterns of survival and dynamics of shelter selection. PhD. Dissertation, College of William and Mary Virginia, 143 pp
- Evans, C. R., A.J. Evans y A.P.M. Lockwood. 1995. Scaled-Down Shelters (casitas) with predator-barriers having potential for spiny lobster *Panulirus argus* nursery habitat enhancement. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 19 (3): 22-40

- FAO. 1995. Code of conduct for responsible fisheries. Rome, FAO. 41p.
- FAO. 1999. Guidelines for the routine collection of capture fishery data. Prepared at the FAO/DANIDA Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 18-30 May 1998. *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 382. Rome, FAO. 113p.
- FAO / Western Central Atlantic Fishery Commission. 2000. Report on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC regional workshops on the assessment of the Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*). *FAO Fish. Rep.* No. 619. Rome, FAO. 382p.
- Fonteles-Filho, A.A. 1994. State of the lobster fishery in north-east Brasil. In : B.F. Phillips, J.S. Cobb y J. Kittaka (eds), Spiny lobster management, Chapter 7. Oxford, Fishing News Books.
- García, C., B. Hernández, J. Baisre y R. Cruz. 1991. Factores climáticos en las pesquerías cubanas de langosta (*Panulirus argus*): su relación con las migraciones masivas. *Rev. Inv. Mar.* 12 (1-3): 131-139
- González, J. 1991. Migration and refuge in the assessment and management of the spiny lobster *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. PhD. Thesis, Imperial College, University of London. 448 pp
- Gulland, J.A. 1966. Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology. Part 1. Sampling methods. *FAO Man. Fish. Sci.* (3) : 87 pp (también publicado en español y francés).
- Gulland, J.A. y A.A Rosenberg. 1992. A review of length-based approaches to assessing fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (323): 102 pp
- Gutierrez-Carbonell, D., J. Simonin-Díaz y P. Briones. 1992. A simple collector for postlarvae of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Proc. Gulf caribb. Fish. Inst.* 41: 516-527
- Harper, D. y R. Muller. 2000. Spiny lobster fisheries of the United States of America. *FAO Fish. Rep.* No. 619: 258-278
- Herrera, A., D. Ibarzábal, J. Foyo, G. Gotera, G. González, R. Brito, E. Díaz y C. Arrinda. 1991. Caracterización ecológica de la ensenada de Bocas de Alonso: un área de juveniles de la langosta *Panulirus argus*. *Rev. Inv. Mar.* 12 (1-3): 154-162
- Herrnkind, W.F. 1985. Evolution and mechanisms of mass single migration in spiny lobster: Synopsis. Cont. No. 1018 Fida St. Univ. Mar. Lab.
- Herrnkind, W.F. y M.J. Butler. 1986. Factors regulating postlarval settlement and juvenile micro-habitat use by spiny lobsters. *Panulirus argus. Mar. Ecol. Prog. Ser.* 34: 23-30
- Hoening, J.M., J. Csirke, M.J. Sanders, A. Abella, M.G. Andreoli, D. Levi, S. Ragonese, M. Al-Shoushani y M.M. el-Musa. 1987. Data acquisition for length-based stock assessment . Report of Working Group 1. In: Pauly D. y G. R. Morgan (eds). Length-based methods in fisheries research. *ICLARM Conf. Proc.*:13: 343-3452
- James, W. M. 1979. Working diving procedures en: NOAA Diving Manual second edition, United States Department of Commerce Chapter. 7, 31 pp
- Jones, R. 1966. Manual of methods for fish stock assessment Part IV-Marking. *FAO Fish. Tech. Pap.* (51) Suppl. 1: 90 pp
- Kanciruk, P. y W.F. Herrnkind. 1976. Autumnal reproduction in the spiny lobster *P. argus*, at Bimini, Bahamas. *Bull. Mar. Sci.*, 26 (4): 417-422
- León, M.E. de, R. Cruz, E. Díaz, R. Brito, R. Puga y J. del Castillo. 1991. Distribución y estacionalidad de los juveniles de *Panulirus argus* en la plataforma cubana. *Rev. Inv. Mar.* 12(1-3): 117-124.
- Lewis, J. B., H. B. Moore y W. Babis. 1952. The post-larval stages of the spiny lobster *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb.* 2: 324-337
- Little, E.J. Jr. 1977. Observations on recruitment of postlarval spiny lobsters, *Panulirus argus*, to the south Florida coast. *Fla. Mar. Res. Publ.* 29: 35pp

- Marx, J.M y W.F. Herrnkind. 1985. Macroalgae (Rhodophytae: *Laurencia* spp) as habitat for young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Bull. Mar. Sci.* 36: 423-31
- McDonald, C.D. 1986. Recruitment of spiny lobster, *Panulirus argus*, pueruli in south Florida: an evaluation from two perspectives. *Can. J. Fish. Aq. Sci.* 43(11): 2221-2227
- Miller, D. 1982. Construction of shallow water habitats to increase lobster production in México. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.* 34: 168-179
- Morgan, G.R. 1974. Aspects of the population dynamics of the western rock lobster *Panulirus cygnus*, George, I. Estimation of population density. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 25: 235-248
- Phillips, B.F. 1972. A semi-quantitative collector of the puerulus larvae of the western rock lobster *Panulirus longipes cygnus* George (Decapoda: Palinuridea) *Crustaceana* 22: 147-154
- Phillips, B.F. 1995. Collectors for catching the puerulus stage of spiny lobsters: a summary . *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 19 (1): 33-41
- Phillips, B.F. y J. Booth. 1994. Design, use and effectiveness of collectors for catching the puerulus stage of spiny lobsters. *Reviews in Fisheries Science* 2(3): 181-215
- Phillips, B.F. y L. Olsen. 1975. The swimming behaviour of the puerulus stage of the western rock lobster. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 26: 415-417
- Phillips, B.F. y N.G. Hall. 1978. Catches of puerulus larvae on collectors as a measure of natural settlement of the western rock lobster *Panulirus cygnus* George. *CSIRO Div. Fish. Oceanogr. Rep.* 98. 18
- Phillips B.F., R. Cruz, R. Brown y N. Caputi. 1994. Predicting the catch of spiny lobster fisheries. In: B.F. Phillips, J.S. Cobb, J. Kittaka,(eds). *Spiny Lobster Management*, Chapter 18, Oxford, Fishing New Books.
- Puga, R. 1996. Análisis bioeconómico de la pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de Batabanó, Cuba. Tesis presentada en opción al grado académico de Maestro en Biología Marina. Centro de Investigaciones Pesqueras, Cuba. 46 p.
- Puga, R., M.E. de León y R. Cruz. 1995. Estado de explotación y estructura poblacional de la langosta *Panulirus argus* en Cuba. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 19 (2): 41-49
- Puga, R., M.E. de León y R. Cruz. 1996. Catchability for the main fishing methods in the cuban fishery of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804), and implications for management (Decápoda, Palinuridea). *Crustaceana* 69 (4): 703-718
- Sigarroa, A. 1985. Biometría y diseño experimental. Primera parte Editorial Pueblo y Educación. 394p.
- Sotomayor, R. y R. Cruz. 1990. Sistema automatizado de dirección para la investigación y el manejo de la pesquería de langosta en Cuba. Resumen International Workshop on Lobster Ecology and Fisheries. La Habana, Cuba, 16-12 junio de 1990.
- Sparre, P.J. 2000. Manual on sample-based data collection for fisheries assessment (with examples from Viet Nam). *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 398. Rome, FAO. 171p.
- Sparre, P. y S.C. Venema.1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales . Parte 1 - Manual. *FAO Fish. Technical Paper, No 306.1, Rev. 1. Rome, 376 p.*
- Sweat, D.E. 1968. Growth and tagging studies on *Panulirus argus* (Latr.) in the Florida Keys. *Fla. Sta. Bd. Conserv. Tech. Ser.* 57: 1-30
- Thompson, W.F y F.H Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm.* 8: 49 pp

- Villalobos-Domínguez, C y J. Villalobos. 1947. Atlas de colores- Colour atlas. Buenos Aires, Librería El Ateneo, Editorial Buenos Aires.
- Witham, R., R.M. Ingle y E.A. Joyce. 1968. Physiological and ecological studies of *Panulirus argus* from the St. Lucie Estuary. *Fla. Board Conserv. Mar. Lab. Tech. Ser.* 53: 31pp
- Witham, R., R.M. Ingle y H.W. Sims. 1964. Notes on postlarvae of *Panulirus argus*. *Q.J. Fla. Acad. Sci.*, 27: 289-297
- Yamane, T. 1970. Elementary sampling theory. La Habana, Ediciones Revolucionarias, 405p.

En el presente manual se describen diferentes métodos de muestreo, con especial énfasis en la utilización de técnicas que permiten estudiar el comportamiento de las fases del ciclo de vida de la langosta y mejorar las evaluaciones de las poblaciones en toda su área de distribución. Después de una breve introducción, se analiza el diseño general de la colecta de datos, donde se proponen técnicas de muestreo, a partir del desarrollo de diferentes dispositivos artificiales para la captura de los puérulos, juveniles y adultos, con el fin de desarrollar metodologías estandarizadas que mejoren las estimaciones de la abundancia relativa de estos estadios, la evaluación del reclutamiento y otros índices independientes de la pesquería, así como la predicción de las futuras capturas. Además, se discute la utilización del muestreo aleatorio estratificado y los factores de amplificación, donde se desarrollan ejemplos de cálculo en una pesquería de langosta, con el propósito de mostrar el diseño que se debe emplear en las zonas de pesca para lograr muestras que sean representativas de los verdaderos valores de la población, minimizando los errores sistemáticos o sesgos. El manual brinda un modelo para convertir los datos de las categorías industriales de la langosta en peso (langosta entera precocinada y cola) a los largos biológicos correspondientes, a través de su procesamiento en una hoja de cálculo Microsoft Excel. Se complementa con la colecta y análisis de los datos de captura y esfuerzo, teniendo en cuenta el tipo de pesquería que se desarrolla en cada región de pesca de langosta.

ISBN 92-5-304766-6

ISSN 1014-1138



9 789253 047666

TCM/Y36225/1/4.02/750