



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

400282



61060

BIOLOGIA PESQUERA DE *Callinectes sapidus* RATHBUN
(CRUSTACEA: PORTUNIDAE),
EN LA LAGUNA DE CELESTUN, YUC.

B01195/96
E 1.3

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

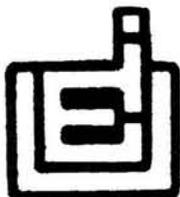
B I O L O G O

P R E S E N T A :

ELSA ESTHER JUAREZ ZAMACONA

ASESOR:

M. en C. JORGE ZAMACONA EVENES





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá:

Tu presencia y fortaleza ante mis problemas, siempre me han brindado el apoyo necesario para salir adelante; con tus inagotables muestras de energía, amor y cariño, me has inspirado a no rendirme ante la adversidad para alcanzar mis propósitos.

A mi papá:

Por lo que siempre has representado en mi vida: todo un ejemplo de firmeza, entrega y respeto a lo que tanto a costado obtener.

Te quiero.

A mis hermanos Martín, Manuel Ignacio, José Alfredo y a las dos Adrianas:

Como una muestra de agradecimiento a su cariño, apoyo y compañía, deseándoles un exitoso porvenir en su camino.

Los adoro.

Hugo y Maricel Araceli:

Con todo mi amor hacia las dos personas que han iluminado mi futuro.

Con mi profundo agradecimiento a las personas que confiaron en mi y que tuvieron una importante huella en mi desarrollo, alentándome siempre a lograr esta meta tan anhelada; ellos son mis tíos: Mirtila, Esther, Violeta, Eugenia, Jorge, José, Jesús, así como mis queridos tíos Julio y Guillermo; a todos mis primos.

Con un cariño especial a mi abuelita Serapia, así como a mis tíos Gabino, Alejandra, Petra y Carmita.

A mi abuelita Justa en su memoria.
A mi abuelito José en su memoria.

Por la confianza que me tuvieron y por su amistad, a mis amigos: Rocío, Claver, Daniel, Tania, Liseth, Yeredith y Angel.

Cuando alguien ha logrado alcanzar su objetivo, muchas son las personas que sembraron la inquietud de conocer y aprender cada vez más, es por ello que agradezco la oportunidad de haber desempeñado bajo su valiosa dirección la etapa final de mi carrera, al Biól. Víctor Olvera Viascán, y al Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (I.M.T.A.), por su enorme estímulo en la formación de profesionales.

Al M. en C. Jorge Zamacona Evenes:

Por su gran motivación profesional en la preparación de futuros investigadores en éste maravilloso campo de la ciencia, que a partir de un trabajo de tesis, nos iniciamos con una visión objetiva de nuestro papel en el desarrollo tecnológico y científico de nuestro país.

Con mi más profundo agradecimiento por darme la oportunidad de realizar el presente estudio bajo su valiosa asesoría y por su gran interés personal en mi formación profesional.

A la Quím. Mara Eugenia Garín y al M. en C. José L. Andrade Torres:

Por su gran labor docente y muestras de amistad recibidas en la primicia de nuestra formación, gracias por encauzarnos en la investigación biológica con tanto entusiasmo.

A Mr. Robert Singleton y a la Sociedad DUMAC, A.C. por habernos permitido el uso de las instalaciones de DUMAC en Celestún, Yuc.

Finalmente este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda desinteresada y la comprensión de los pescadores dedicados a la pesca de la jaiba.

Agradezco profundamente a los señores Renán Solís, Roberto y Arturo Gutiérrez, así como a Neto y Andrés por todas las facilidades otorgadas para la realización de los muestreos y registros en sus instalaciones, también mi agradecimiento a todos sus trabajadores y quienes me cedieron parte de su tiempo ante la molestia ocasionada durante mi presencia en sus labores cotidianas y por sus muestras de ánimo.

Mi trabajo en Celestún fue muy productivo, tanto por la experiencia adquirida en todo el período de estudio, como por los amigos que ahí encontré; por ello dedico el presente trabajo a todos los trabajadores que siempre me brindaron su apoyo en forma desinteresada y me abrieron las puertas de sus casas, ellos son:

"La Ballena", "Kiklos", "La Mima", "El Huesos", "El Negrón", "El Moppet", "El Titis", "Saborín", Don Bonifacio, Don Nemesio, Eusebio, Jesús, "El Negro", Silverio, Ezequiel, Desiderio, Esteban, Jorge, Miguel, Luis Cornelio, José Fernando y a 80 pescadores con los que compartí todas las experiencias de campo del estudio.

Con especial cariño a Doña Chabela y a su hija Natalia, a mi "secretario" David, y al inolvidable Jorge Carrillo.

I N D I C E

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

RESUMEN

1-	INTRODUCCION	1
2-	ANTECEDENTES	3
3-	DESARROLLO PESQUERO EN LA ZONA DE ESTUDIO	4
	3.1 Actividad Pesquera en Yucatán	4
	3.2 Actividad Pesquera en Celestún	5
4-	OBJETIVOS	7
5-	AREA DE ESTUDIO	7
	5.1 Localización	7
	5.2 Clima	8
	5.3 Geología	8
	5.4 Vegetación	8
	5.5 Características Ecológicas de la Laguna	9
	5.6 Características Fisicoquímicas de la Laguna	10
6-	METODOLOGIA	11
	6.1 Etapa de Campo	11
	6.1.1 Fase preliminar	11
	6.1.2 Fase definitiva	12
	6.2 Etapa de Gabinete	13
	6.2.1 Edad	13
	6.2.2 Crecimiento	14
	6.2.3 Edad de Reclutamiento	16
	6.2.4 Coeficiente de Mortalidad y Tasa de Explotación	16
	6.2.5 Tamaño del Stock por Coeficientes de Mortalidad	18

7-	RESULTADOS	19
7.1	Descripción de la pesquería de <i>Callinectes sapidus</i> en la Laguna de Celestún	19
7.2	Capturas	22
7.3	Frecuencias de Tallas	25
7.3.1	Frecuencias de tallas en el stock	26
7.3.2	Frecuencias de tallas en machos y hembras	27
7.4	Edad	29
7.4.1	Edad del stock	29
7.4.2	Edad en ambos sexos	30
7.4.3	Estructura por edad del stock	32
7.5	Edad de Reclutamiento	33
7.6	Crecimiento	34
7.6.1	Crecimiento del Stock	34
7.6.1.1	Crecimiento en Longitud	34
7.6.1.2	Crecimiento en peso	36
7.6.2	Crecimiento en ambos sexos	38
7.6.2.1	Crecimiento en longitud	38
7.6.2.2	Crecimiento en peso	40
7.7	Mortalidad en el Stock	42
7.7.1	Coefficiente de mortalidad total y coeficiente de sobrevivencia	42
7.7.2	Mortalidad natural y por pesca	44
7.7.3	Capturabilidad	45
7.8	Tasa de Explotación y Tamaño del Stock	46
8-	DISCUSION	48
9-	CONCLUSIONES	69
10.	LITERATURA CITADA	75

ANEXOS

- A- FIGURAS
- B- TABLAS
- C- ENCUESTA SOCIO-ECONOMICA
- D- FORMATOS DE CAMPO

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1- Estadísticas pesqueras del Estado de Yucatán, 1988. A, Volumen de la captura por puerto en el Edo; B, Estructura de la flota pesquera en el Edo.; C, Principales especies capturadas en el Edo.; D, Comercialización de la pesca.
- Fig. 2- Localización de la Laguna de Celestún. Estaciones de muestreo de parámetros fisicoquímicos.
- Fig. 3- Variación mensual de nitrógeno amoniacal (mg/l) en la laguna de Celestún.
- Fig. 4- Variación mensual de sulfatos (mg/l) en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 5- Variación mensual del oxígeno disuelto (mg/l) en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 6- Variación mensual del pH en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 7- Variación mensual de la salinidad (‰) en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 8- Variación mensual de la temperatura (°C) en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 9- Porcentaje del número de organismos de la jaiba azul *Callinectes sapidus* y de la jaiba *Callinectes rathbunae* en la captura mensual obtenida en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 10- Volumen de captura de las jaibas *Callinectes spp.* en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 11- Número de organismos de la captura mensual de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 12- Relación de la captura, esfuerzo y CPUE mensual por el uso de las nazas como arte de pesca de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 13- Relación de la captura, esfuerzo y C.P.U.E. mensual por el uso de "palitos" como arte de pesca de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig. 14- Frecuencia de tallas y pesos de los organismos en las muestras mensuales de la captura de la jaiba azul *Callinectes sapidus*. A, Talla; B, Peso.
- Fig. 15- Frecuencia de tallas de hembras y machos de las muestras mensuales de la captura de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.

- Fig 16- A, Proporción de sexos de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la muestra de la captura mensual; B, Porcentaje de hembras maduras e inmaduras de la jaiba en la muestra de la captura mensual en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig 17- Frecuencia de tallas de hembras inmaduras (HI) y hembras maduras (HM) de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en las muestras de las capturas mensuales en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig 18- Frecuencia de tallas de *Callinectes sapidus* capturados frente a las costas de Celestún, Yuc. Muestra del 14 de agosto de 1990.
- Fig 19- Variaciones mensuales de las clases de edad del stock de *Callinectes sapidus*, estimadas por el método indirecto de Cassie.
- Fig 20- Variaciones mensuales de las clases de edad en machos del stock de *Callinectes sapidus*, estimadas por el método indirecto de Cassie.
- Fig 21- Variaciones mensuales de las clases de edad en hembras del stock de *Callinectes sapidus*, estimadas por el método indirecto de Cassie.
- Fig 22- A, Curvas-mensuales de las capturas con nazas y palitos de *Callinectes sapidus*; B, Estructura Edad-Talla del stock de la jaiba azul en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig 23- Estimación de la edad de reclutamiento mensual del stock de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.
- Fig 24- Curvas teóricas de crecimiento mensual del stock de *Callinectes sapidus*. A, Crecimiento en longitud; B, Crecimiento en peso.
- Fig 25- Tasas instantáneas del crecimiento en longitud y peso del stock de *Callinectes sapidus*.
- Fig 26- Curvas teóricas del crecimiento en longitud mensual en ambos sexos del stock de *Callinectes sapidus*. A, Machos; B, Hembras.
- Fig 27- Curvas teóricas del crecimiento en peso mensual en ambos sexos del stock de *Callinectes sapidus*. A, Machos; B, Hembras.
- Fig 28- Tasas instantáneas de crecimiento de los machos y hembras del stock de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc. A, Longitud; B, Peso.
- Fig 29- Relación de los coeficientes de Mortalidad Total (Z) y de Supervivencia (S)
- Fig 30- Mortalidad en el Stock. A, Relación de los coeficientes de Mortalidad Total (Z), por Pesca (F) y Natural (M); B, Supervivencia de los grupos de edad.

Fig 31- Evaluación del estado del Recurso. A, Relación de la tasa de explotación (E) y de sobrevivencia (S). B, Relación del Tamaño del stock susceptible de ser explotado (P), y la abundancia de la captura total mensual.

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1 Características de la pesca de *Callinectes sapidus* en la laguna de de Celestún, Yuc.
- Tabla 2 Manejo de los parámetros de la captura mensual de la jaiba azul *Callinectes sapidus* la laguna de Celestún, Yuc.
- Tabla 3 Intervalos de talla en las clases de edad del stock de *Callinectes sapidus*, resultantes con el método indirecto de Cassie.
- Tabla 4 Intervalos de talla en las clases de edad de machos y hembras del stock de *Callinectes sapidus*, resultantes con el método indirecto de Cassie.
- Tabla 5 Tabla de la edad-talla y de la estructura por edades de la población de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún.
- Tabla 6 Coeficientes de Mortalidad y Sobrevivencia de la jaiba azul *Callinectes sapidus*, y valoración del estado general del recurso y de la pesquería.

R E S U M E N

La jaiba azul *Callinectes sapidus*, es una especie abundante en la laguna de Celestún, y es la base de una de las principales pesquerías artesanales de trascendencia local y regional en el estado de Yucatán. Con el objeto de evaluar la biología pesquera de este recurso estuarino, de julio a noviembre de 1990, se realizaron encuestas socioeconómicas en el pueblo de Celestún, registros mensuales de la captura comercial de la jaiba y mediciones de la talla, peso y sexo de un total de 10 393 ejemplares de las capturas.

Los resultados obtenidos señalan que la distribución de tallas en el stock mantuvo una tendencia central entre las tallas 80-120mm; se presentaron dominios de determinados grupos de tallas, en correspondencia con los ciclos de reproducción y de reclutamiento que se produjeron en la laguna como consecuencia de la variabilidad de la temperatura y salinidad del lugar. Se detectaron cuatro clases de edad estructurando al stock, con variantes mensuales en sus intervalos de talla. La edad de reclutamiento disminuyó de 1.6 a 0.6 entre la fase preliminar y septiembre, así como de 1.2 a 0.7 entre octubre a noviembre.

Se presentaron alternancia mensual en la proporción de sexos y en los estadios sexuales en el stock : de julio a septiembre predominaron machos maduros y juveniles de ambos sexos. En octubre y noviembre, fué mayor la abundancia de hembras maduras y, se determinó la presencia de proporción numérica de los sexos.

En la fase preliminar, julio y octubre se determinaron las tasas de crecimiento más bajas del estudio ($k = -0.20006$), los valores más altos de la longitud y peso máximos en el stock. En agosto, septiembre y noviembre, el stock creció rápidamente a tasas mensuales de -0.2501 , -0.3604 y -0.2907 respectivamente, repercutiendo esto en las tallas y pesos máximos.

De las dos artes de pesca que se emplean en esta actividad en la localidad, los palitos tuvieron un mayor rendimiento en sus capturas mensuales, que la pesca con nazas medidas en términos de la CPUE. La mortalidad del recurso mostró fluctuaciones mensuales, produciendo durante julio el mayor decremento en el stock ($Z=1.8696$ y $S=15.42\%$), mientras que en octubre se reportó la mayor sobrevivencia del recurso ($S=45.05\%$, $Z=0.7973$).

La tasa de explotación (E) de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, se encuentra en un nivel óptimo, de 0.4213 a 0.6662, no obstante el mal manejo de la pesquería, del uso de trampas poco selectivas en el tamaño de sus presas, de la vigilancia y reglamentación sobre la talla mínima de capturas, y de la limitación de la superficie de las zonas de pesca por carecer de mejores implementos de pesca.

1.- INTRODUCCION

La sociedad de hoy esta regulada por la acción de las múltiples facetas del quehacer humano que se esfuerza por cubrir las necesidades apremiantes que exige la creciente población mundial. El abasto de los alimentos constituye la principal necesidad a cubrir. Por tal motivo, el hombre ha hecho uso de una extensa gama de recursos que ofrece la naturaleza para dicho abasto. Dentro de esta enorme tarea, la extracción de la abundancia de la riqueza alimenticia que se obtiene de los medios acuáticos, ha permitido el desarrollo de un actividad pesquera muy productiva.

Los sistemas lagunar-estuarinos son ecosistemas complejos, ya que son el resultado de los cambios críticos de las corrientes, de la salinidad, de la turbiedad, de los nutrientes, etc., que los modelan. Su contacto directo con el mar, más el aporte de agua dulce proveniente de los ríos, lluvia y de los manantiales, originan la creación de las condiciones ambientales que determinan la riqueza de organismos marinos y dulceacuícolas que es tan característica en estos lugares. Así mismo, los sistemas lagunares costeros son el lugar de crianza para muchas especies, las cuales buscan el alimento y la protección que encuentran en los estuarios, para posteriormente regresar al mar a reproducirse. (7, 11)

Desde el punto de vista pesquero, las lagunas costeras tienen un lugar importante en el sector productivo, ya que de ellos se obtienen especies de alto valor económico, tales como: el camarón (*Penaeus* spp.), el langostino (*Machrobrachium* spp.), y las jaibas o "cangrejos nadadores" (*Callinectes* spp.). (47)

Entre las especies del género *Callinectes*, la jaiba azul *Callinectes sapidus* (del Latín *Calli*, magnífico, + *nectes*, nadador, y *sapidus*, sabroso), es la especie de mayor importancia pesquera por varios aspectos : su tamaño, exquisito sabor, gran abundancia y un mercado ya establecido, que la destacan como una de las principales especies de invertebrados marinos que se explotan en las costas de los Estados Unidos. (55)

De igual forma, la amplia distribución de esta especie a lo largo de las costas del Océano Atlántico, desde el Cabo Cod hasta el Brasil, incluyendo las costas del Golfo de México, aportan beneficios al sector pesquero de estos países que actualmente la explotan. Se sabe que su distribución se ha extendido hasta las costas del Mar Mediterráneo, como especies introducidas. (3, 18, 55,57)

La jaiba azul es la especie frecuente de los sistemas estuarinos, donde busca las aguas someras, prefiriendo las bahías y los canales de las desembocaduras costeras (55). Se destaca como depredador activo, teniendo un papel ecológico importante como controlador de otras especies de invertebrados. De igual forma, son organismos oportunistas, su dieta varía según la disponibilidad local y estacional de sus presas (50, 55, 56).

En general, se ha visto que la distribución de estos organismos esta determinada por la salinidad de la zona y el tipo de sustrato (arenoso, limoso), ya que este le permite esconderse de sus posibles depredadores, como son los peces grandes, el pulpo, el tiburón, etc. (47)

Al igual que otros crustáceos decápodos, la jaiba azul *Callinectes sapidus* realiza parte de su ciclo biológico en el mar y en los estuarios, obedeciendo a las condiciones de salinidad y temperatura que requieren en cada fase de su vida.

El desarrollo gonadal se estimula durante la primavera, con un incremento mínimo en la temperatura de 20° a 25 °C (52) llevándose a cabo, posteriormente, la copulación a bajas salinidades en los estuarios. La hembra fértil migra hacia el mar buscando salinidades altas (20.1 - 31.1 ‰), necesarias para la sobrevivencia de las larvas zoeas en el plancton marino (8). Durante el segundo estadio larval, denominado megalopa, la jaiba retorna a los estuarios, buscando salinidades bajas (20.1 - 26.7 ‰ a temperaturas de 25 °C), permaneciendo ahí hasta la maduración de los juveniles. (15)

El efecto directo de la salinidad y la temperatura en la jaiba azul se refleja principalmente en la duración de cada estadio larvario, como la describen varios autores (8, 14, 29, 32). Los tiempos promedios de la eclosión de los huevos son de 6 a 13 días, el cambio de zoea a megalopa es de 31 a 49 días (5 a 6 semanas) y de megalopa al primer estadio de cangrejo es de 6 a 20 días.

Jaworski (citado en Paul, 37) menciona que el desarrollo de la jaiba azul desde el estadio de huevo al primer estadio de cangrejo lo alcanzan en un período de 46 a 84 días y su madurez sexual en un año. Se ha calculado que la longevidad de la jaiba azul *Callinectes sapidus* es de 2 a 3 años. (24,35).

2.- ANTECEDENTES

En Estados Unidos la investigación de la jaiba azul como un recurso pesquero, su biología y ecología es relativamente amplia. Estos trabajos han sido la base para evaluar los efectos de los cambios de la dinámica de los estuarios en la distribución y abundancia de la población y en los rendimientos de producción pesquera de la especie.

En México, algunos investigadores han elaborado el inventario de las especies de jaibas del Golfo de México (43, 47, 49). Se reportan ocho especies del género *Callinectes* en las costas del Golfo de México: *C. sapidus*, *C. similis*, *C. ornatus*, *C. marginatus*, *C. rathbunae*, *C. danae*, *C. bocourti* y *C. exasperatus*; mientras que en el litoral del Pacífico, Paul (37), reporta tres especies: *C. toxotes*, *C. arcuatus* y *C. bellicosus*.

De las especies de *Callinectes* del Golfo de México, *C. sapidus* es la de mayor abundancia, amplia distribución en las lagunas del litoral y de alta capacidad adaptativa, razones que le han valido ser categorizada como un organismo euriótico dentro del componente faunístico de la cuenca atlántica del país. (44)

Algunos estudios ecológicos sobre la jaiba azul han sido realizados en las lagunas de Tamiahua y Alvarado, Ver. (20, 47) con el fin de determinar la influencia de la salinidad y el tipo de sustrato en la distribución y abundancia de la especie. En estos trabajos se logró definir que a mayor salinidad en las lagunas, mayor es la abundancia de organismos adultos; mientras que la presencia de juveniles en el mismo período fue interpretado como una característica permanente de reproducción de la especie en todas las épocas del año.

En concordancia con los resultados anteriores, Román (49), en un estudio poblacional del género *Callinectes* en la Laguna de Términos, observó que las mayores abundancias se obtuvieron durante los meses de noviembre a junio, que es la época de estiaje en el área y por lo tanto, la de mayor salinidad en la laguna.

En nuestro país la captura total de jaiba azul se realiza en el Golfo de México, particularmente en los estados de Tamaulipas y Veracruz. En 1976 la captura total fue de 4 085 ton. basada en las especies *Callinectes sapidus* y *Callinectes rathbunae*. Sin embargo, este recurso se considera subexplotado (49).

Esta afirmación se basa en la ausencia de estudios biológicos-pesqueros que permitan estimar el potencial real del recurso y con ello definir un programa de regulación de esta pesquería, como la propone Paul (37) en su estudio sobre la perspectiva de explotación de las especies de *Callinectes* del pacífico mexicano.

Para el caso del Estado de Yucatán, no existen estudios sobre los distintos aspectos de la pesquería y biología de la jaiba azul en las lagunas del litoral del estado, por lo que este trabajo representa el primer estudio de esta pesquería.

La Laguna de Celestún, es la segunda más importante del estado de Yucatán por su extensión, productividad pesquera y turística. Los estudios que a la fecha se han realizado comprenden aspectos bacteriológicos del agua, hidrobiología de la laguna, productividad primaria y secundaria del sistema (54).

El incremento de la pesca de la jaiba azul en la laguna de Celestún y la posible repercusión negativa en la economía de los mismos pescadores, fueron factores determinantes en el planteamiento de este estudio, vinculado al contexto del Proyecto "Estudio del Proceso de Eutroficación de la laguna de Celestún, Yuc." (58).

3.- DESARROLLO PESQUERO EN LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 Actividad Pesquera en Yucatán.

La pesca como una actividad sólida del sector productivo del estado de Yucatán es reciente. Su desarrollo se propició ante el colapso de la industria henequenera, principal fuente de divisas para el estado hasta principios de los años 70's. El primer puerto pesquero en Yucatán fue el Puerto de Abrigo Yucaltepén-Progreso (41)

En la actualidad, la infraestructura pesquera del estado se encuentra localizada en: Río Lagartos, Dzilam de Bravo, Telchac Puerto, Sisal; destacando en primer lugar por sus volúmenes de captura el puerto de Yucaltepén-Progreso y en segundo Celestún. (Fig. 1A).

El 80% de la flota pesquera está integrada por embarcaciones menores, la mayor parte de las mismas son propiedad de empresas particulares (Fig. 1B) (41).

En las estadísticas de pesca de 1988, las principales especies capturadas fueron: el mero (*Ephinephelus morio*) y el pulpo (*Octopus maya*), las cuales representaron el 72% de la captura total del estado (Fig. 1C). Otras especies que son explotadas en la plataforma continental de la Península yucateca son: la langosta, el camarón, el huachinango, la mojarra, la rubia, el tiburón y el cazón (41).

En cuanto a la comercialización de los productos pesqueros de la entidad, el 40% se destina a la Cd. de México, el 30% para el interior de la República, el 25% para exportación y únicamente el 5% se consume en el propio estado (Fig. 1D).

Las especies que se comercializan en el extranjero son el mero, el huachinango (*Lutjanus campechanus*), la rubia (*Lutjanus synagris*) y el carito (*Scomberomorus cavalla*), las cuales dejaron un derrame económico en 1988 de 22'180,000.00 USD (41).

3.2 Actividad Pesquera en Celestún.

El puerto de Celestún como segundo lugar en importancia en el estado por los volúmenes de captura desembarcada, presenta una infraestructura organizada principalmente para la explotación de especies marinas, tales como el mero, pulpo, pargo, tiburón, cazón, huachinango, sierra y jurel. El manejo de la misma está en manos de particulares.

En general, el puerto de Celestún cuenta con una empacadora y cuatro congeladoras; todas ellas tienen además, su propia flota y cuadrilla de pescadores.

Estas empresas, además de procesar, empaquetar y comercializar sus propias capturas, reciben y acaparan la mayor parte de los productos ya procesados, que los pescadores de escasos recursos económicos descarnan y filetean en sus casas.

Este monopolio de la actividad pesquera en Celestún, ha creado diferencias socioeconómicas muy marcadas entre los pescadores de altamar con los pescadores ribereños.

La desigualdad entre el valor de las especies que se comercializan, no obstante de tener la misma demanda en el mercado interno, ha marginado a los pescadores de la laguna a condiciones de vida más precarias de las que gozan los pescadores de altamar, esto es, con la venta de las capturas que obtienen en la laguna les permite vivir al día, en cambio, el precio

que alcanzan las especies marinas se transforman en ahorro o adquisición de bienes materiales para el segundo grupo de pescadores.

Esta situación socioeconómica que se vive en Celestún, ha fomentado el desarrollo de vías alternas de trabajo por la mayor parte de la comunidad pesquera del poblado de Celestún.

- La principal alternativa ha sido la organización familiar para trabajar como una microempresa, en donde además de procesar (descarnar) la jaiba o el camarón que capturan el padre junto con sus hijos, la ama de casa se encarga de comprar y filetear especies tales como la xlavita (*Lagodon rhomboides*), vivita de hebra (*Opistonema spp.*), vivita escamuda (*Aréngula jaguana*), postá (*Archosargus melanopus*), armado (*Orthopristis chysoptera*), mojarra blanca (*Eucinostomus gula*) y bagre (*Arius melanopus*), especies de menor valor comercial, las cuales forman parte de la pesca con chinchorro de otro grupo de pescadores de altamar (2,4). Esta pesca se vende por costal o manta.

- Descarnadoras. Este grupo de trabajo se dedica exclusivamente al descarne de jaiba y camarón, así como al fileteado de las especies anteriores, las cuales son solicitadas por las amas de casa para llevar a cabo este objetivo en el menor tiempo. Cobran por kilo descarnado o fileteado.

- Elaboración de la harina de pescado. Los desperdicios del fileteado y de las especies que no fueron aprovechadas del total de la manta que se compra, son vendidas o sólo se entregan a los dueños de los hornos, para su incineración y posterior venta como alimento de cerdos.

- Leñadores. Este grupo de personas venden leña seca a los pescadores ribereños, tanto para su uso doméstico, como para la candela con la cual inician el descarne del camarón y/o jaiba. Esta misma actividad la llegan hacer los hijos de los pescadores, para equilibrar su economía.

Todas estas tareas, originadas por las microempresas familiares, dinamizan la actividad pesquera del poblado de Celestún, las cuales se entrelazan haciéndose dependientes entre sí, como se esquematiza en el tabla 1, donde se describen las características de la pesca de la jaiba.

No obstante, este gran esfuerzo de las familias pescadoras de la "ría" (laguna), el acaparamiento y los bajos precios de estos productos son los principales obstáculos que les impide mejorar su estatus de vida.

4.- OBJETIVOS

Evaluar algunos aspectos de la biología pesquera de la jaiba azul *Callinectes sapidus* Rathbun (Crustacea: Portunidae), en la Laguna de Celestún, Yuc., tales como: edad del stock, crecimiento en longitud y peso, edad de reclutamiento, coeficiente de mortalidad y capturabilidad, nivel de explotación, y el tamaño del stock.

Relacionar la influencia de factores ambientales: la salinidad, oxígeno disuelto y la temperatura con la abundancia de *Callinectes sapidus* de la laguna de Celestún, Yuc.

5.- AREA DE ESTUDIO

5.1 Localización.

La laguna de Celestún se localiza en el noroeste de la Península de Yucatán, sus coordenadas geográficas son: 20°45' y 20°58' de Latitud Norte y 90°15' y 90°25' de Longitud Oeste. De acuerdo con la división geopolítica de la Península de Yucatán el área norte de la laguna está dentro de los límites del Estado de Yucatán, y la parte sur corresponde al Estado de Campeche. (Fig. 2)

La laguna, según se conoce en la localidad, tiene una longitud de 36.5 km., con una anchura máxima de 2.4 km y mínima de 480 m. Su orientación es Noreste-Sureste. La laguna es larga y somera, presenta un canal central navegable que lo recorre a lo largo de dos tercios de su longitud, con profundidades que van de 3.5 m en la desembocadura a 0.5 m en la zona interna (54,58).

La mayor parte de las áreas someras de la laguna están cubiertas por macrofitobentos, los cuales son utilizados como zonas de alimentación y descanso por una gran variedad de fauna ornitológica.

5.2 Clima.

El clima del área donde se localiza la laguna es semiseco con régimen de lluvias en verano y escasas el resto del año. La temperatura promedio es de 26.2°C, siendo la más cálida de 29 °C en mayo y la más baja de 23 °C en enero (54).

La precipitación media anual es de 749.7 mm; las máximas precipitaciones se distribuyen en los meses de junio a agosto con 153-180 mm y las mínimas de 0 - 4 mm de febrero a abril. Los vientos dominantes son del sureste y de baja intensidad (0 - 15 km/h). De noviembre a febrero se presentan "nortes" caracterizados por fuertes vientos (50 - 80 km/h) asociados con frentes polares.

5.3 Geología.

El área de la laguna de Celestún es de origen cárstico con suelos escasos no propicios para la agricultura. No obstante, en las áreas circundantes a la laguna se presentan suelos someros con alto contenido de material orgánico y arcillas. (54)

Las características del suelo calcáreo son notables, ya que presentan alta permeabilidad que favorece la rápida filtración y la recarga del acuífero. En el área de Celestún el manto freático se localiza entre 1 - 2 m de profundidad. (54)

Esta peculiaridad del suelo explica la ausencia de corrientes superficiales de agua y la abundancia de los típicos cenotes de esta región. En la laguna estos fenómenos de carsticidad se manifiestan como surgimientos de agua dulce llamados "ojos de agua" o "petenes" y se localizan en la margen izquierda del área norte de la laguna.

5.4 Vegetación

La vegetación del litoral yucateco es florísticamente compleja y diferente a la del resto del Golfo de México. En general, en el área de la laguna de Celestún se observan asociaciones de vegetación de mangle y matorral bajo espinoso.

En la parte de la desembocadura del estero la vegetación es de mangle y duna, mientras que en la parte interna del estero la vegetación circundante es bosque de manglar con clasificación de borde, seguida por un bosque de cuenca. Las especies dominantes que se presentan son : *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Languncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Batis maritima*, *Sesuvium portulacastrum*, entre otras (54).

5.5 Características Ecológicas de la Laguna.

Zamacona, *et.al.* (58), en su informe parcial del Estudio del Proceso de Eutroficación de la Laguna de Celestún, afirma que este sistema acuático se encuentra en un estado avanzado de eutroficación, a consecuencia de la acumulación de nutrientes, principalmente nitratos, que se originó al disminuirse a menos del 65% el flujo natural de la corriente por la construcción de un puente de terraplén en la parte media de la laguna.

Los mayores efectos de alteración en la laguna a consecuencia de este proceso ecológico, ya se detectan en la región confinada del sistema conocida como "tambor", en donde es mínimo el aporte de agua y la descomposición de la materia orgánica se realiza en condiciones de anaerobiosis. En esta parte de la laguna no hay comunidades acuáticas vegetales.

Los nitratos, como principal nutriente en la laguna, presentaron los mayores niveles de concentración (0.8-3.5 mg/l) en las estaciones V, VI, VII y VIII, localizadas entre la parte media y alta del sistema (Fig. 1) en los meses de julio a septiembre de 1991, cuando se realizó este estudio (Fig.3).

Por otro lado, los sulfatos presentaron mayor variabilidad entre las estaciones de muestreo, y entre las temporadas de estiaje y de precipitaciones que abarcaron este estudio. Así pues, se llegó a observar durante julio (estiaje) concentraciones de 2000-3000 mg/l entre las estaciones VII y VIII, las cuales descendieron hasta 1200 mg/l en septiembre (temporadas de nortes). Durante esta temporadas, las estaciones de muestreo cercanas a la bocana (III, II y I), registraron niveles crecientes de 1700-2200 mg/l, lo cual demuestra el lavado que se lleva a cabo de este nutriente (Fig.4).

Otros síntomas importantes que revelan el continuo avance de este proceso ecológico en la laguna, son el abatimiento del nivel del agua que se produce por el acumulamiento de sedimentos, la evaporación y las altas tasas de crecimiento de comunidades macrofitas sumergidas, las cuales llegan a cubrir el 70% del sistema, afectando de manera directa a la navegación, turismo y pesca de la laguna.

Hasta el momento, la proliferación de macrofitas en las áreas cercanas al puente de terraplén han delimitado grandes y variadas zonas de pesca para los residentes del poblado de Celestún, quienes las consideran como áreas de crianza para las especies de escama, camarón

y jaiba que capturan diariamente, dada la gran abundancia de organismos que existen en todo el año.

La gran actividad fotosintética que se lleva a cabo en estas zonas de la laguna, al parecer es el principal factor biológico que mantiene condiciones de sobresaturación de oxígeno en el agua, tal y como se pudo observar durante los meses de estudio. Las concentraciones de oxígeno abarcaron un rango de 6 a 20 mg/l. (Fig. 5)

El papel de esta vegetación sumergida en la ecología de la laguna, es relevante, ya que es un factor condicionante en la hidrodinámica del sistema; en la distribución de los nutrientes, generan microhábitats para la flora y la fauna de los diferentes medios que conforman el ecosistema acuático y en la regulación de la productividad primaria del sistema global (24,28,33,36,50,52)

La identificación de estas comunidades de macrofitas sumergidas mostraron que los géneros más representativos de las especies que las integraron fueron : *Chara spp.*, *Cymodocea spp.*, *Callithamnion spp.*, *Bryopsis spp.*, *Thalassia spp.* y *Ruppia maritima*.

5.6 Características Físico-Químicas de la Laguna.

La laguna presentó condiciones de alcalinidad (pH 7.3 a 8.5) durante el período de estudio (Fig. 6). Los valores más altos del pH se registraron en la parte alta de la laguna, donde abundan los petenes o manantiales, los cuales aportan cantidades significativas de carbonatos y bicarbonatos.

Con referencia a la salinidad, esta variable presentó de julio a septiembre un gradiente de mayor a menor concentración a partir de la bocana (estación I) (Fig. 7).

Como se observa en la figura 7, durante el primer muestreo del mes de julio (barra izquierda), las estaciones de muestreo extremas (estación I y VIII), registraron las mayores concentraciones de salinidad, posiblemente producido por la temporada de estiaje que predominó en el área de estudio, ya que para finales del mes, en el segundo muestreo (barra derecha) se comenzó a definir dicho gradiente que persistió hasta finales de septiembre.

Bajo este contexto, es importante subrayar que durante el estudio de la pesca de la jaiba, las áreas de explotación se caracterizaron por presentar altas salinidades durante el primer muestreo de julio (barras izquierdas), en un intervalo de salinidad de 15 a 20 ‰ entre las estaciones V-VIII, las cuales descendieron hasta 6 ‰ a finales de septiembre (estación VII) (Fig. 7).

La variación de la temperatura presentó el mismo patrón de comportamiento que la salinidad, esto es, a finales de julio la temperatura del agua presentó un gradiente de menor a mayor a partir de la parte alta de la laguna. (Fig. 8)

En estas zonas de la laguna se presentaron temperaturas menores de 29°C hasta principios de septiembre, ya que para finales de este mes, la temperatura tendió a igualarse en toda la laguna a niveles cercanos a los 31°C (Fig. 8).

La consideración final de estas características físicas de la laguna en la fase de discusión del presente estudio, será un factor determinante para lograr una explicación más completa de los cambios estructurales que llegaran a presentarse en el stock a consecuencia de la influencia de estos parámetros ambientales, logrando así la generación de conocimientos ignorados hasta el momento de los principales aspectos de la dinámica poblacional de ésta especie en las lagunas costeras del estado de Yucatán, así como de su interacción con la explotación pesquera, a la cual está sujeta la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún.

6.- METODOLOGIA

Para la realización del presente estudio se establecieron dos etapas de trabajo, de campo y gabinete. En la etapa de campo se definió una fase preliminar y la definitiva, entre los meses de marzo a junio, y de julio a noviembre de 1990, respectivamente.

6.1 Etapa de Campo

6.1.1 Fase preliminar

Al iniciar el presente estudio, se realizaron recorridos de investigación con la finalidad de observar las condiciones de la laguna, conocer la dinámica de trabajo de los pescadores en la pesca de la jaiba, así como los métodos y las artes de pesca utilizados.

A partir de estas observaciones, se diseñó un formato de encuestas, los cuales se aplicaron durante la fase de campo con el objeto de conocer el desarrollo y estado actual de esta pesquería de la jaiba. La encuesta comprendió asuntos sobre infraestructura, organización, comercialización, repercusión social y económica en la población. (Anexo C).

6.1.2 Fase definitiva

Durante la fase de campo definitiva se realizaron muestreos semanales, consistiendo estos en el registro de: talla, peso y sexo; las capturas; estatus socio-económico de los jaiberos.

En las dos primeras semanas de cada mes, se realizaron muestreos diarios a fin de registrar al menos 2,000 organismos. Los datos fueron consignados en la hoja de campo que se muestra en el Anexo D. Las muestras fueron seleccionadas al azar de las capturas diarias desembarcadas en la laguna de Celestún.

Las mediciones de los organismos de las muestras se realizaron en el domicilio de los pescadores que facilitaban su captura antes de que empezaran con el proceso de descarte de la pulpa de la jaiba y en las congeladoras y empacadoras particulares de Celestún.

El manejo de los ejemplares vivos se realizó con el auxilio de unas pinzas de panadero, tomando a la jaiba por el abdomen para inmovilizarlas, sujetándolas firmemente con la mano izquierda por el último par de patas. Esta técnica permitía dejar libre la mano derecha para manejar la regla, la balanza y anotar los datos en las hojas de campo.

En la determinación de la talla de los organismos (ancho de caparazón), se utilizó una regla de madera graduada en mm, considerando la distancia máxima entre el noveno par de espinas laterales como la medida estándar (16).

El peso se determinó por medio de una balanza granataria con capacidad de 610 g. La jaiba era colocada en una vasija de plástico, con el objeto de mantenerla quieta durante la operación de pesado. El peso neto de la jaiba se obtuvo restando el peso de la vasija al valor del peso total.

Para la determinación del sexo se emplearon dos criterios de dimorfismo sexual característicos de la especie, la morfología del telson y la coloración de las quelas, azules en los machos y rojizas en las hembras (18, 43, 57).

Con el fin de conocer el volumen de la captura total mensual desembarcada, se registró semanalmente el peso capturado por el 10% de los pescadores presentes en la laguna. Las "mantas" se pesaron con una balanza romana de 80 kg en el muelle del estero.

Así mismo, se registró la compra de jaiba por las empacadoras, el número total de jaiberos en la laguna y el tipo y número de arte empleadas por cada jaibero (Anexo D).

En el mes de noviembre, se realizaron dos encuestas nocturnas en el muelle de la laguna, con el objeto de hacer un registro más completo del número de jaiberos y del número de palitos y nazas por pescador. Durante estas encuestas se empleó la forma que se muestra en el Anexo C.

6.2 Etapa de Gabinete.

Durante esta etapa del estudio, se manejaron los registros obtenidos en el campo (Anexos C y D), para la determinación de los siguientes parámetros poblacionales y pesqueros:

6.2.1 Edad

En la determinación de la edad de la jaiba azul *Callinectes sapidus*, se usó el método indirecto de Cassie (5) por su facilidad y rapidez en su aplicación y ser adecuado para medir la edad de especies que no presentan estructuras óseas. Según Royce (48), éste método tiene gran aplicación en las especies de crustáceos, organismos jóvenes, y en la evaluación del crecimiento estacional.

Los datos de talla se ordenaron por mes en forma creciente, para obtener las frecuencias acumuladas de los intervalos de talla clasificadas en intervalos de 10 cm. Se eliminaron aquellos intervalos de talla iniciales que presentaban baja representatividad en el número de jaibas, con el fin de evitar sobreestimaciones de las clases de edad en el stock. Posteriormente se analizaron las gráficas resultantes en el papel de probabilidad.

Con la definición de las clases de edad resultantes en el papel de probabilidades, se construyó la tabla edad-talla del stock. Posteriormente, se procedió a determinar la estructura por edades del stock, a partir de los datos de abundancia de las capturas mensuales y las clases de edad establecidas anteriormente, siguiendo los criterios propuestos por Gulland (22) y la FAO (16).

El factor de conversión se obtuvo de acuerdo con la tabla edad-talla, en la que el número de organismos de cada clase de edad representa una proporción del número total de organismos capturados.

Finalmente, se elaboraron las curvas de capturas a partir de la estructura por edades del stock, las cuales se aplicaron para calcular los coeficientes de mortalidad.(38)

6.2.2 Crecimiento

Para determinar el crecimiento de la población se empleó el modelo de von Bertalanffy :

$$l_t = L_{\infty} (1 - e^{-k (T + t_0)}) \quad (1)$$

donde:

- L_{∞} = longitud máxima que alcanza el organismo
- k = coeficiente o tasa instantánea de crecimiento
- t_0 = tiempo en el cual la longitud es igual a 0
- l_t = longitud media a la edad "t"

Los parámetros L_{∞} y k se obtuvieron aplicando los datos de las longitudes medias de cada intervalo de edad obtenidas por el método de Cassie, al método analítico y gráfico de Ford-Walford (38,39):

$$l_{t+1} = a + b l_t \quad (2)$$

Método Analítico: Se hizo el ajuste a una recta mediante una regresión de los valores de la longitud media de una clase de edad (l_t) contra la longitud media de la clase siguiente (l_{t+1}), donde:

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - b} \quad (3)$$

$$k = -\ln b \quad (4)$$

Método Gráfico: Los valores de l_t (x) y l_{t+1} (y) se graficaron en papel milimétrico, trazándose una recta de 45° con respecto a x para obtener el valor de L_{∞} , determinado por el valor del punto donde la recta se intersecta con la curva de la gráfica.

Por otra parte, t_0 se estimó a partir de la ecuación linearizada de von Bertalanffy:

$$\text{Ln} \left(\frac{L_{\infty} - L_t}{L_{\infty}} \right) = k t_0 - k t \quad (5)$$

siendo:

$$t_0 = \frac{a}{b} \quad (6)$$

Una vez determinadas la relación longitud-peso y la ecuación del crecimiento en longitud, el crecimiento en peso se determinó como sigue.

Se substituyó el valor de L_{∞} en la ecuación longitud-peso para obtener el valor de W_{∞} :

$$W_t = a L_t^b \quad (6) \qquad W_{\infty} = a L_{\infty}^b \quad (7)$$

Empleando los parámetros k , t_0 , W_{∞} y el exponente de la relación anterior, el crecimiento en peso se obtuvo de la siguiente forma:

$$w_t = W_{\infty} (1 - e^{-k (T + t_0)})^b \quad (8)$$

donde:

w_t = Peso medio del organismo a la edad "t"

6.2.3 Edad de Reclutamiento

Para conocer el efecto de la actividad pesquera y observar los cambios en la estructura por edades en la población de la jaiba azul, se determinó la edad de reclutamiento (T_c) de las capturas mensuales muestreadas.

Este procedimiento consistió en calcular las frecuencias acumuladas de los grupos de edades obtenidas por el método de Cassie; tomando en consideración que la edad de reclutamiento es el valor del 50% de las capturas obtenidas.

6.2.4 Coeficiente de Mortalidad y Tasa de Explotación

Los coeficientes de mortalidad son parámetros fundamentales para conocer la tasa de decremento de una población a consecuencias de eventos naturales (mortalidad natural, M), o por efecto de la actividad pesquera (mortalidad por pesca, F) a que se encuentre sujeta la especie en estudio. (2,4,19,25,35)

En el presente estudio, ante la limitación de estadísticas oficiales de esfuerzo de pesca y de volúmenes de capturas para poder aplicar metodologías más confiables en la determinación de la mortalidad total (Z) y natural (natural), tales como el método de Paloheimo, Sillman, etc., se optó por utilizar el criterio de la Población Virgen de Arreguín y Sánchez (citado por Alfaro, 2) :

Según estos autores, en una población explotada, la ecuación de la mortalidad puede ser resuelta en términos de la mortalidad total, Z : (2,4)

$$Z = \frac{\ln \frac{N_t}{N_0}}{t} \quad (9)$$

donde

N_t = no. de organismos que quedan al final del tiempo "t"

N_0 = no. de organismos (inicial) cuando $t=0$

t = edad

Si el tiempo "t" es medido desde la edad de reclutamiento (t_c), hasta la edad de máxima longevidad presente en la población actual (t_{oo}), entonces :

$$Z = \frac{\ln \frac{Nt_{oo}}{Nt_c}}{t_{oo} - t_c} \quad (10)$$

donde

- t_{oo} = Edad máxima alcanzada en la población actual
- t_c = Edad de reclutamiento
- Nt_{oo} = no. de organismos en la edad máxima
- Nt_c = no. de organismos en la edad de reclutamiento

En toda población virgen, cuando $Z=M$, algunos organismos alcanzan la edad de máxima longevidad (t_{oo}); entonces, la mortalidad natural (M) desde t_c hasta t_{oo} , puede ser expresada así :

$$M = \frac{\ln \frac{Nt_{oo}}{Nt_c}}{t_{oo} - t_c} \quad (11)$$

Por tanto, este criterio para la determinación de la mortalidad natural (M) de la población actual, establece que tanto el número de reclutas como de organismos que alcanzan la edad máxima en la población explotada, son los mismos a los presentados durante su estado virgen.

Tomando en cuenta que los coeficientes instantáneos de mortalidad son aditivos, la mortalidad por pesca se calculó con la expresión:

$$Z = M + F \quad (12)$$

despejando:

$$F = Z - M \quad (13)$$

donde:

F = Mortalidad por pesca

Para evaluar la tasa de capturabilidad q se empleó la siguiente expresión:

$$F = q f \quad (14)$$

despejando

$$q = F / f \quad (15)$$

donde:

f = Esfuerzo de pesca

Una vez determinados los valores de los coeficientes de mortalidad, se estimó el valor de la tasa de Explotación (E ó u), por medio del modelo de Doi (citado por Csirke, 10).

$$E = \frac{F}{Z} (1 - e^{-Z}) \quad (16)$$

6.2.5 Tamaño del Stock por Coeficientes de Mortalidad

Con base en el número total de organismos (abundancia) de la captura mensual, se calculó el tamaño de la población actual susceptible de ser capturado, de acuerdo con el método de Doi (Csirke op. cit.) :

$$P = C / E \quad (17)$$

donde:

P = tamaño de la población susceptible de captura
 C = captura = número de organismos = abundancia
 E = tasa de explotación

7.- RESULTADOS

Los resultados y datos aquí presentados son los primeros sobre el estatus de explotación de este recurso artesanal en el estado de Yucatán, ya que no existían investigaciones anteriores ni registros completos y confiables de los volúmenes de pesca, en la oficina de la institución encargada.

Con el fin de facilitar la continuidad en la lectura de este trabajo, las tablas y gráficas de los resultados aparecen en los anexos A y B respectivamente.

7.1 Descripción de la pesquería de *C. sapidus* en la Laguna de Celestún

La pesca de la jaiba en la laguna de Celestún no está regulada en la normativa pesquera del país, ni está respaldada con alguna infraestructura u organización base. La unidad pesquera de esta actividad está compuesta por 120 pescadores aproximadamente, los cuales emplean dos artes de pesca para la captura de la jaiba en la laguna, las "nazas" y los "palitos", ambas de manufactura casera; la flota pesquera está integrada por alijos con palanca (botes con remos) y, lanchas con motor fuera de borda.

Las "nazas" son el principal arte para la pesca de la jaiba. Es empleado por el 75% de los pescadores (90 naceros), los que además, obtienen los mayores volúmenes de captura. El número de nazas por pescador es variable; sin embargo, un promedio aproximado sería de 50 (Tabla 1).

Las encuestas socioeconómicas aplicadas a los pescadores, señalan que la mayor parte de los "naceros" no son nativos de Celestún, pero que sin embargo, su tiempo de residencia promedio es mayor de 10 años. Los nativos por su parte, comentaron que si bien las nazas fueron introducidas por pescadores tabasqueños o campechanos, las prefieren a los palitos por su eficiencia en las capturas.

Las nazas son aros de alambón (6mm), con un diámetro de 45 cm y una abertura de malla de 2.5 cm aproximadamente. Estos pescadores buscan, de preferencia, las partes más profundas de la laguna para "sembrar" sus trampas. Las nazas se van al fondo debido a los plomos que se le colocan en el centro de la red junto con la carnada; su localización en la laguna se advierte, por la serie de flotadores que se observan en la superficie del agua.

El segundo arte de pesca son los "palitos". Este tipo de arte para la pesca de la jaiba es innovación de los pescadores nativos de Celestún, con el cual pretenden capturar ejemplares de tallas mayores, respetando así la explotación de tallas chicas las cuales no les retribúan en ganancias con su descarte. El método de pesca de este arte, es por lo tanto, más selectivo que las nazas, en la explotación del recurso, aunque, con una eficiencia (volumenes de captura) baja. La técnica de pesca es la siguiente:

Los palitos consisten en una serie de varas rectas, a las cuales se les sujeta o atraviesa la carnada por uno de los extremos de la misma. Esta punta de la vara se clava en las áreas someras de la laguna, con gran transparencia, ya que así logran distinguir el tamaño de las jaibas.

Una vez sembradas las trampas, las jaibas son atraídas por la carnada, y estas al ser vistas por el pescador las capturan por medio de dos raquetas de mango largo, conocidas como "jamos", las cuales se cierran sobre la jaiba evitando así su escape. Ya capturadas, estas son depositadas en el interior del alijo.

El diámetro de éstas raquetas o jamos es menor de 35cm, con aberturas de malla similar a las nazas; el largo del mango es variable a comodidad de los pescadores. Son 30 jaiberos quienes emplean los palitos, y el número promedio de artes por pescador es de 60 (Tabla 1).

La carnada que se utiliza en ésta pesquería son las cabezas de mero principalmente, así como la xlavita y el bagre, las que se compran en las congeladoras, o las separan las amas de casa un día antes de la jornada, después de filetear su manta diaria. Las carnadas les pueden durar varios días, si son preparadas previamente con sal.

La flota de los jaiberos se compone principalmente de alijos, siendo muy pocos los pescadores que poseen lanchas de motor fuera de borda. La razón es la siguiente: el bajo nivel del agua que predomina en las áreas cercanas al puente dificultan su uso, originándoles gastos extras a sus dueños para su mantenimiento; esto hace de los alijos, el medio de transporte más práctico para la pesca de la jaiba, al momento de adentrarse en los lugares someros de las lagunas, así como económico, ya que es mínimo el gasto para su mantenimiento.

La rutina diaria empieza a partir de la 20-22:00 y 02:00 hrs. y terminan entre 09:00-12:00 hrs. Los jaiberos se distribuyen entre la parte media y alta de la laguna; no tienen área de pesca fija, siempre buscan zonas con mayor abundancia de organismos, por lo que llegan a cambiar de sitio varias veces en una jornada si no les es favorable el lugar. Esto hace que el

tiempo efectivo de pesca sea variable, y a veces, inferior al empleado en la navegación entre las áreas de pesca.

A consecuencia de ésta característica en la pesca de la jaiba, el número de "lances", definido aquí como las veces en que se revisa cada una de las trampas, es variable, de tal modo, si la abundancia es alta en su primer intento, los jaiberos logran obtener gran captura con la mitad de sus trampas, y se retiran; sin embargo, si la densidad es baja, en la segunda revisión (o antes) de todas sus trampas, desisten y cambian de lugar.

Finalmente, el número de jornadas de pesca al mes dependen de dos factores muy específicos: lo fundamental en la pesca de la jaiba es contar con la carnada, ya que al escasear esta, prácticamente se paraliza esta pesquería en la laguna.

La carnada llega a escasear cuando predominan los "nortes" en la región, ya que paralizan la pesca en el mar, limitando de esta manera el comercio de las especies utilizadas como carnada de la jaiba. Esto pudo comprobarse durante la realización de este estudio en octubre, donde prácticamente el norte duró todo el mes.

Con la paralización de la pesca mayor en Celestún, los recursos de la laguna aseguran el "diario" a un mayor número de pescadores, dado que muchos de los pescadores de altamar esperan que termine el norte pescando jaiba, camarón o robalo en la laguna. El incremento del esfuerzo de pesca se mantiene, siempre y cuando exista carnada suficiente para cada pescador.

El segundo factor que influye en la actividad pesquera, es el abastecimiento de gasolina para las lanchas con motor fuera de borda.

En el poblado de Celestún sólo existe una gasolinera para un gran número de embarcaciones y vehículos terrestres; los transtornos que provoca a los jaiberos el desabasto del combustible, es que muchos de éstas embarcaciones trasladan a otros pescadores con sus alijos a sus distintas áreas de pesca, quienes pagan por este servicio, de tal modo que son muchos los jaiberos que dejan de pescar y no solamente el dueño de la lancha (Tabla 1).

Las encuestas mostraron que de 30 días hábiles del mes, los jaiberos laboran de 4 a 6 días a la semana, 20 a 25 días al mes. Sin embargo, se pudo observar que los hijos de familia (9-15 años) llegan a realizar un mayor número de jornadas de pesca que los adultos, lo que podría transcribirse como una forma de distracción para ellos o en un sentido más real, que la condición económica de sus padres les obliga a participar de manera activa en las mismas actividades de ellos para contribuir con algo en la economía de su casa.

Las jaibas se venden principalmente como pulpa casi todo el año, en bolsas de 1 y 2 kilos; sin embargo, la bonanza de los pescadores, se logra durante toda la temporada de pesca del pulpo en el estado (1 de agosto-15 de diciembre).

Durante este período, los jaiberos venden directamente su captura viva (peso/manta) a las congeladoras en el muelle de la laguna, quienes posteriormente las venden o distribuyen entre sus cuadrillas de pulperos en bolsas de 4 y 6 kilos; además, con esta alternativa de ventas, la jornada diaria de los pescadores se reduce solamente a la pesca de la jaiba, dado que se ahorran el tiempo que dedicaban al descarte de su captura.

También se llegan a comercializar los mochos o quelas más grandes de las jaibas como carnada para el pulpo, ya que según los pescadores, los pulpos se entretienen más al tratar de perforar estas articulaciones que el caparacho entero de la jaiba.

7.2 Capturas

Existen dos especies de jaibas en la laguna, las cuales integran las capturas mensuales de ésta pesquería. Estas especies pertenecen al género *Callinectes*: la más importante por su abundancia en el sistema lagunar es *Callinectes sapidus*; la segunda especie es *C. rathbunae*.

Ante la falta de información de este recurso, la realización del presente estudio resultó muy provechosa para los pescadores ya que se les ilustró sobre conocimientos generales de este grupo de organismos, los cuales complementaron a los que por su experiencia y observación conocían. Uno de éstos fué la diferenciación de las dos especies y el dimorfismo sexual de las jaibas.

Además del apoyo bibliográfico, la diferenciación de ambas especies se agilizó por la observación *a priori* de otras características distintivas en cada especie. Así pues, *C. sapidus* se diferenció por tener su caparacho granuloso, en tanto que en *C. rathbunae* es liso; el color del último par de patas de *C. rathbunae* son oscuras y opacas, en cambio, *C. sapidus* las llega a presentar negro-verdosas y translúcidas.

Por las encuestas realizadas, se pudieron detectar algunas ventajas y desventajas de la captura de ambas especies: en primer lugar, se confirmó que la carne de la jaiba azul es la más solicitada en el mercado; el sabor y la calidad de la carne de la jaiba parda (*C. rathbunae*), por otro lado, llega a diferenciarse del resto de la captura, porque a decir de los pescadores, esta jaiba se alimenta de las hojas del manglar que rodea a la laguna, las cuales le transfieren un sabor peculiar a la carne.

La única diferencia observada en *C. rathbunae* con respecto a *C. sapidus*, fué que a pesar de alcanzar las tallas más inferiores que *C. sapidus*, en algunas ocasiones registraron mayor peso y por tanto, mayor cantidad de carne a comparación de ejemplares de mayor talla y poco peso de la jaiba azul.

En la figura 9 se presentan los porcentajes estimados del número de organismos de *C. sapidus* y de *C. rathbunnae* que compusieron las capturas mensuales desembarcadas en el muelle de la laguna. Durante todo el período de estudio la jaiba azul predominó en las capturas, por lo que se le puede considerar base de esta pesquería. El porcentaje de pesca de esta especie fué del 75 al 87% de la captura total, mientras que la jaiba parda registró una abundancia del 13 al 25%.

Por otro lado, fué difícil discriminar los volúmenes de pesca de ambas especies, no así su abundancia, ya que la falta de recursos humanos y de las condiciones de espacio-tiempo con las cuales se llevaron a cabo los muestreos de las capturas, imposibilitaron el pesaje por separado de cada especie. Por lo tanto, las estadísticas de pesca que se presentan en la figura 10, se refieren a la explotación total de jaibas (*Callinectes spp.*) estimadas durante el período de estudio.

En el primer plano de la figura 10, se observan los cambios mensuales de la captura total ($1 \times 10^4 \text{ Kg} = 1 \text{ ton}$), en donde se destaca que de julio a octubre la pesca presentó un importante decremento en sus capturas, en un orden de 43.56 a 32.1 ton mensuales, es decir un 26.31% de las capturas obtenidas en julio. Sin embargo, para noviembre las capturas volvieron a incrementarse hasta alcanzar niveles de las 40.38 Ton, es decir, 25.8% más con respecto al mes anterior.

Entre las artes de pesca, las nazas obtuvieron los mayores volúmenes de captura en todo el estudio, siendo en julio, el mes con mayor captura (27 ton) y octubre el de menor capturas (23.4 ton). El rendimiento sostenible de este grupo de pescadores fué del 60 - 70% de la captura total mensual.

Con respecto a la pesca con palitos, los volúmenes de capturas mostraron cambios muy claros entre los meses, similares a los reportados por la captura total, lo cual viene a demostrar el carácter dependiente de los palitos con la densidad de la jaiba entre las zonas de pesca. Con este arte, durante julio se obtuvieron las mejores capturas (16.56 ton), mientras que para octubre las capturas bajaron hasta un 47.4% del total de septiembre, registrándose un total de 8.7 ton.

La abundancia de *Callinectes sapidus* en la captura total (Fig.11) no presentaron cambios tan críticos en las capturas como se apreció en la figura 10 :

De julio a septiembre, las capturas mensuales registraron un número de organismos equiparables que fluctuaron de 205 772 a 218 292; sin embargo, el descenso de la biomasa de la captura en octubre (Fig.10) también correspondieron a un decremento importante en el número de organismos de la captura, los cuales se estimaron en 181 531. Finalmente, la abundancia se remonta en noviembre a 232 549, tal y como se observó en el mismo período de la figura 10.

La abundancia en las capturas de las nazas no mostraron cambios mensuales significativos, las cuales fluctuaron de 124 613 a 143 019 jaibas; en cambio, la captura de los palitos mantuvo una abundancia casi constante de julio a septiembre (64 832-75 273 jaibas), para luego declinar a 55 468 en octubre. La abundancia se volvió a incrementar en noviembre a 94 499 jaibas.

Por último y a manera de referencia, se cita la abundancia estimada de *Callinectes rathbunae* en las capturas mensuales. Estas fueron : 30 748 jaibas en julio, 52 503 en agosto, 73 854 en septiembre, 27 125 en octubre y 42 526 en noviembre.

Con respecto al esfuerzo de pesca, f , este se definió como el número de pescadores de cada arte de pesca, por ser el valor más confiable de estimar a comparación de otros a partir de la encuestas realizadas (Apéndice C); además, como se mencionó anteriormente, aspectos como el tiempo efectivo de pesca, número de lances y de jaibas capturadas en cada lance, están determinadas por otros factores lo cual los vuelven poco prácticos para los alcances de este estudio.

Para el presente estudio, el número máximo de pescadores que se consideraron en el muestreo de las capturas fueron 93 de los 120 jaiberos activos en la laguna, según los datos de campo que arrojó la encuesta nocturna realizada a finales de la investigación (Fig. 12 y 13). Este número de pescadores representaron el principal bloque de jaiberos que desembarcaban entre las 09:00-11:00 hrs.

La fracción del esfuerzo de pesca total que no se consideró en el estudio ($f = 27$), correspondió a pescadores que desembarcaban en el muelle de la laguna antes del empiezo de los muestreos, o bien que salían en otro punto de la laguna, lo que imposibilitó el registro de sus capturas.

En las figuras 12 y 13 se muestra la relación de la captura y el esfuerzo de ambas artes de pesca. En estas gráficas la captura mensual se expresa como el número de organismos (abundancia) capturados mensualmente por cada arte de pesca.

Las estadísticas de la pesca con nazas (Fig 12), demuestran que a medida que se reduce el esfuerzo de pesca, la repartición del recurso entre los naceros es mayor, de tal modo que las mayores ganancias de estos pescadores se registraron en septiembre y octubre (CPUE= 2509 y 2 521 respectivamente), etapa de la pesca con el menor número de naceros (57 y 50 respectivamente).

Con respecto a la abundancia de la pesca, se observó que con un número menor de naceros ($f = 57$) la captura obtenida en septiembre fué mayor a la de julio ($f = 60$), es más, a pesar del brusco descenso del esfuerzo en octubre, la disminución en la captura no fué tan notable, y en cambio, repercutió favorablemente en el valor de CPUE (CPUE =2 521), el más alto del estudio para este arte de pesca.

El alto nivel de competitividad por el recurso que caracteriza a los naceros, se demostró también en noviembre en donde el incremento del esfuerzo ($f = 63$), no correspondió a un incremento importante en las capturas y en la CPUE (CPUE = 2 191).

La pesca con palitos (Fig 13) mostró un nivel de explotación del stock de *C. sapidus* muy distinto al observado con las nazas (Fig 12).

El grupo de pescadores que emplean los palitos fué más constante en la laguna ($f = 30$), excepto en octubre, cuando las condiciones ambientales fueron adversas a la actividad pesquera, lo que provocó el descenso en el número de pescadores ($f = 22$), como se mencionó anteriormente.

Julio fué un mes poco propicio para éstos pescadores; es posible que la abundancia de las jaibas estuviera baja entre las áreas someras de la laguna en ése mes, la cual pudo incrementarse en agosto y septiembre dada el aumento de las captura, no obstante de mantenerse el mismo esfuerzo de pesca.

Curiosamente, los valores obtenidos de la captura por unidad de esfuerzo en la pesca con palitos de septiembre y octubre, fueron idénticos a los registrados por los naceros en ese mismo período (CPUE = 2509 y 2521 respectivamente), claro que con menor esfuerzo de pesca desplazado en la laguna (Fig. 12 y 13).

La alta selectividad de los palitos para la pesca de la jaiba se mostró nuevamente en noviembre, en donde el incremento del esfuerzo significó el aumento de la captura, y por lo tanto, en la captura por unidad de esfuerzo, la cual alcanzó el mayor rendimiento del estudio entre las dos artes de pesca (CPUE = 3 150).

7.3 Frecuencias de Tallas

La base de datos para el estudio de la estructura edad-talla del stock de *Callinectes sapidus*, suman un total de 10 393 datos morfométricos de la talla, peso y sexo de un número igual de jaibas azules tomadas de las capturas comerciales de ésta pesquería, desembarcadas en el muelle de la laguna de Celestún. Este número de muestras fueron obtenidas en un período de 5 meses, abarcando las épocas de estiaje y lluvias de la región.

7.3.1 Frecuencias de tallas y peso en el stock

La distribución de tallas en el stock de la jaiba azul fué unimodal en casi todos los meses de estudio, excepto durante octubre, en donde la baja representatividad de la muestra ($n=1216$) pudo haber determinado la tendencia bimodal de las tallas que se observan en la figura 14 A.

En los meses en que predominó la distribución unimodal de las tallas, la tendencia central se mantuvo constante entre los intervalos de 100-130mm. Las diferencias mensuales que se pudieron observar en este rango de tallas, fueron el incremento progresivo de su abundancia en las capturas, las cuales llegaron a representar de julio a septiembre entre el 55-65% del total de las muestras. En noviembre, la captura de jaibas en este intervalo de talla fué del 66.8%.

Este incremento en la abundancia de las tallas centrales de las capturas, demarcó un ritmo de cambios en la estructura del stock, ya que conforme se iba incrementando las tallas de 100 a 130 en las capturas, se producía el abatimiento en el stock de tallas mayores a 150mm, sobretodo en los primeros cuatro períodos de muestreo (fase preliminar, julio, agosto y septiembre).

Para octubre se observó un fenómeno inverso en la estructura del stock al que predominó en los meses anteriores.

En este mes, la explotación de tallas fué más equitativa, lo cual redujo la presión de pesca de las tallas antes mencionadas. Así, la pesca resultó productiva, dado que se llegó a explotar tallas más grande que durante los meses anteriores estuvieron ausentes en la laguna; estas tallas tuvieron como intervalos 150-170mm, las cuales representaron el 21.13% de las capturas. No obstante la abundancia de esta jaiba la base de las capturas se mantuvo entre los ejemplares de 90-130mm (51.73%).

Para noviembre, se produjo nuevamente un incremento explosivo en la abundancia de las tallas de 100-130mm en las capturas, con la separación más clara en el estudio de las tallas medias y grandes del stock de la jaiba azul *C. sapidus*.

Un último aspecto que cabe señalar de los grupos de talla que integran las capturas mensuales de los jaiberos, es la explotación de tallas inferiores a 80mm, que si bien no suman un porcentaje significativo en las capturas, cuestiona la falta de selectividad de una de las dos artes de pesca empleadas en esta actividad, así como la restricción de determinadas áreas de la laguna para la explotación de las jaibas que pudieran evitar la explotación irracional de aquellas etapas críticas para el desarrollo de la población de *Callinectes sapidus*.

La distribución del peso en la muestra de la captura, mostró tendencias proporcionales a la abundancia de las tallas centrales de las capturas (Fig. 14 B)

Como se aprecia en estas gráficas, durante la fase preliminar y octubre se registraron intervalos de biomasa o peso más amplios en la laguna; en cambio, de julio a septiembre la curva de distribución del peso se fué estrechando en correspondencia, quizás, del incremento de las tallas 100-120mm como se describió anteriormente. Este relación fué más clara en noviembre, en donde las jaibas de talla entre 100-120mm debieron tener un peso de 80 a 100 g (Fig. 14A,B).

Considerando la frecuencia de las tallas y los pesos que compusieron las capturas mensuales de *C. sapidus*, se puede inferir que las mejores campañas de pesca en la laguna se pudieran obtener de mayo (fase preliminar) a julio y durante octubre, no obstante la temporada de nortes en la región, en donde el tamaño y peso de los ejemplares les redituó en mayor producto de venta.

7.3.2 Frecuencias de tallas en machos y hembras del stock

La frecuencia de tallas por sexos aparecen en la figura 15 en la que se puede apreciar que el tamaño de los ejemplares macho presentan una distribución unimodal, mientras que en las hembras, se detectaron algunas variaciones.

Entre los machos, la distribución unimodal se caracterizó por presentar cambios continuos en su tendencia central, así pues mientras en la fase preliminar del estudio las principales tallas en las capturas abarcaron un intervalo de 110 a 150mm, en julio predominaron las jaibas de 100 a 130mm, en agosto de 90 a 120mm, para llegar en septiembre a una mayor abundancia de jaibas con una talla de 80 a 110mm.

En octubre, la distribución de las tallas en este grupo de organismos no mostraron una clara tendencia en el polígono de frecuencias, la razón estriba en la baja representatividad de tallas que se produjo a raíz de la disminución de la abundancia de las jaibas macho en la laguna en octubre (Fig. 16A). En este mes, se volvió a destacar el aumento de la abundancia de las tallas mayores a 150mm que se observó en la figura 14A.

La agrupación de tallas en noviembre, mostró mejor definición de la tendencia central entre las tallas 100-120mm.

Con respecto a la distribución de tallas en las hembras que formaron al stock, estas mostraron mayor variabilidad mensual a comparación con la de los machos.

Como se observa en las gráficas de la figura 15, la distribución de tallas en este grupo de organismos fué bimodal en la mayor parte del estudio, con excepción de septiembre, donde se registró el predominio de las tallas 90-130mm (79.62 %) sobre los demás grupos de tallas.

De los dos grupos de tallas que caracterizaron a esta fracción del stock, los tamaños más representativas de las hembras fueron de 70 a 130mm, en una proporción del 52.43-85.6 %. Los meses que mostraron más claramente este tipo de distribución fueron agosto, octubre y noviembre, siendo en este último mes cuando se registró la mayor abundancias de las tallas 110-120mm.

La estructura de tallas en las hembras se fué definiendo a medida que la abundancia de este grupo de organismos se fué incrementando en las muestras de las capturas mensuales, tal y como se observó en la figura 15.

En la proporción de sexos del stock (Fig. 16 A), los machos predominaron en las muestras de julio a septiembre, siguiendo un patrón negativo en su abundancia. La máxima densidad de machos en la laguna se registró en julio y el más bajo en octubre. Apartir de éste último mes el stock experimentó un importante cambio en su estructura, al registrarse una correspondencia entre las abundancias de ambos sexos en la laguna.

La proporción de machos disminuyó de julio a octubre de 68.5% al 40.87%, a diferencia de las hembras que en ese mismo período elevó su abundancia del 31.5% al 59.13%; para noviembre, el número de machos en la laguna representó el 54.57% y las hembras el 45.43%.

Por otro lado, la diferenciación del grado de madurez sexual de las hembras, en maduras e inmaduras, permitió que se detectaran algunas peculiaridades del comportamiento del stock en el tiempo de este estudio. En la figura 16 B se graficaron los porcentajes de ambos estadios de la jaiba azul.

Los cambios que se observaron en la alternancia de estos estadios, describieron específicamente que durante este estudio la estructura del stock atravesó por dos períodos de transición en la laguna.

El primero de ellos abarca de julio a septiembre, y se caracterizó por el predominio de machos (Fig. 15) y el aumento progresivo de hembras juveniles, el cual podría describir un posible reclutamiento de este estadio al stock; también durante esta fase de desarrollo, se produjo el movimiento migratorio de las hembras maduras fuera del stock, dado el patrón negativo de su abundancia registrado en esta época (Fig. 16 B).

Octubre fué el mes de cambio para el stock, cuando además de la proporcionalidad de sexos, se observó gran variabilidad en la abundancia de los estadios sexuales de hembras en el stock (Fig. 16 B). Los cambios que se registraron en noviembre, apoyan la idea de un posible estado de madurez en el stock; el aumento inesperado de organismos maduros al stock de septiembre a octubre, y el descenso drástico de los organismos inmaduros que abundaron en septiembre, hacen suponer que existió una inmigración masiva de hembras maduras a la laguna, así como el posible desarrollo de la madurez sexual de los organismos juveniles que predominaron en septiembre.

Estos cambios son más notables en la distribución de tallas de los estadios sexuales de las hembras (Fig. 17)

En esta figura fueron claros los cambios en las abundancias de las hembras inmaduras y maduras en los meses de julio a septiembre; en octubre, la disminución en el número de las jaibas inmaduras correspondió al incremento de las maduras, lo que apoya la idea del desarrollo sexual de los juveniles, además, el aumento en la abundancia de las tallas mayores,

cuestiona el traslape de diferentes generaciones producidas por un evidente movimiento migratorio a la laguna.

Finalmente, se registró la sobreposición de tallas entre las hembras maduras e inmaduras del stock. La fluctuación de tallas entre las hembras inmaduras fueron de 57 a 159 mm, y en las hembras maduras fué de 86 a 190 mm.

En este estudio, también se presenta la distribución de tallas de un muestreo especial que se realizó a la pesca marina de *C. sapidus* (n=169), no representativa, pero que permitió satisfacer la inquietud de conocer las tallas frecuentes en el mar de la jaiba azul. (Fig.18).

De los 169 organismos registrados, 75 correspondieron a machos y 94 a hembras. Quizás la poca representatividad de la muestra originó la distribución bimodal de la talla de los machos, con tallas medias entre 100-110mm., y de 140-150mm. En cambio, las hembras mostraron una sola tendencia central, con predominio de organismos de una longitud de 120-150mm.

La pesca de la jaiba azul en el mar es ocasional, motivada por el inicio de la pesca del pulpo y el uso del chinchorro en busca de una especie de cangrejo araña (no identificado, de la Familia Majidae), conocido comúnmente como "masquil", también empleado como carnada para el pulpo.

7.4 Edad

7.4.1 Edad del stock

Los resultados de la determinación de la edad del stock de *C. sapidus* en la laguna de Celestún, se presentan en las gráficas de la figura 19. Se incluye los resultados obtenidos de los muestreos de la etapa preliminar de este estudio.

El stock estuvo estructurado por cuatro clases de edad. Los cambios mensuales que se reportaron en los intervalos de talla, determinaron variaciones en las tallas medias (ancho del caparazón) de las clases de edad resultantes.

En la tabla 3 se presentan los intervalos de talla que integraron los grupos de edad resultantes en el stock.

Las gráficas resultantes en el papel de probabilidad definieron claramente dos tendencias principales en la estructura del stock, los cuales lógicamente se transcribieron en los cambios mensuales de las tallas medias de las clases de edad descritos anteriormente.

El primer grupo de curvas siguen una trayectoria lineal, demarcando así un crecimiento continuo del stock desde la fase preliminar hasta septiembre. Si se correlacionan los datos de la tabla anterior con los polígonos de las frecuencias de la figura 14 A, se puede apreciar que este efecto en las curvas de Cassie corresponden al incremento progresivo que se destacó entre las tallas chicas conforme disminuía el número de las jaibas adultas (150-190mm); este tipo de crecimiento apoyan la hipótesis de una posible etapa de reclutamiento al stock en estos meses, dada el incremento de juveniles que se describió en la figura 17.

Estos movimientos entre las tallas, determinaron las variaciones mensuales de los intervalos de tallas que estructuraron a cada clase de edad, y por consiguiente, del tamaño promedio de las jaibas en cada grupo de edad.

En los últimos dos meses de estudio (octubre y noviembre), el stock presentó un cambio abrupto entre las edades I y II. Como se observa en la tabla 3, los intervalos de talla son constantes en ambos meses y las longitudes medias son idénticas (exceptuando la edad I), no así la abundancia de éstas, lo que implica un cambio en el crecimiento del stock.

La continuidad de este cambio de estructura del stock de octubre a noviembre, indica que a pesar de la baja abundancia de la muestra en octubre, con respecto a los meses anteriores llegó a ser representativa, ya que permitió describir esta nueva fase en el desarrollo del recurso.

7.4.2 Edad en ambos sexos

En la figura 20 se aprecian los cambios mensuales de las clases de edad de los machos.

De julio a septiembre, las curvas de edad obtenidas para este grupo de organismos siguieron los mismos trazos reportados en el stock, esto es, tendencia lineal y cambios continuos entre los intervalos de talla y longitudes medias mensuales. Al realizarse una sobreposición de éstas dos láminas, los resultados mostraron que a simple vista no existía diferencia significativa entre los cuadros, las curvas eran similares.

Un detalle que sobresale de éstas curvas, son los cambios en las pendientes de las dos últimas clases de edad en agosto y septiembre. Estas alteraciones son a consecuencia de la baja representatividad de las tallas que abarcaron la edad III y IV, a comparación del número de jaibas que se encontraron en los mismos grupos de edad de julio. Este efecto también se registró en octubre entre los organismos de la edad IV (Fig. 14 A).

En octubre y noviembre se observó una mayor separación entre las jaibas de la edad I y la edad II, aunque estos cambios no fueron tan drásticos como lo registrado en el stock y en la estructura de las hembras (Figs. 17,21).

Con respecto a las hembras, la separación de la clase de edad I y II son muy claras, sobretodo en octubre. Si se comparan los intervalos de tallas de éstas dos clases de edad con las gráficas de la figura 15, se comprenderá que estos puntos de inflexión corresponden a la separación de las dos curvas o modas que caracterizaron la distribución bimodal en esta fracción del stock : la edad I comprendió el área de la primera moda, y la edad II representó la parte ascendente de la segunda curva.

En noviembre se presentó un problema para estimar las clases de edad en las hembras a través del método de Cassie.

Como se puede apreciar en la gráfica correspondiente a noviembre en la figura 21, existe un punto de inflexión que no corresponde a ninguna clase de edad entre las tallas 110 y 120mm. Al cotejarla con la figura 15 se vió que corresponde a la talla con mayor abundancia en la captura de las hembras, y que de hecho podría constituir una sola clase de edad ella misma, lo cual no sería creíble.

Ahora bien, analizando la figura 17 se comprueba que esta aberración en la curva de edad de Cassie, obedece a diferencias en el crecimiento de las jaibas que formaron la primera moda de la figura 15. En ésta área de la curva se registró la mayor sobreposición de talias entre las hembras maduras e inmaduras de la captura, producto quizás de un traslape de generaciones de jaibas.

Es claro pues, que entre las tallas de 80-110mm (dominio de hembras inmaduras), las frecuencias acumuladas definieron un trazo recto el cual se modifica y cambia de pendiente entre las tallas de 110-120mm, originando un punto de inflexión intermedio muy notable, el cual corresponde al área de la curva de distribución en que predominan las hembras maduras de 110mm de anchura (Fig.17).

No obstante que el método de Cassie presentó una limitancia en su eficacia para resolver este tipo de situaciones biológicas, se continuó con su empleo sin considerar a la talla de 110mm en la estimación de la edad, con el objeto de no subestimar a los intervalos de tallas subsecuentes, y por los tanto, a los grupos de edad correspondientes.

Finalmente, los intervalos de tallas de las clases de edad en las hembras abarcaron las tallas más grandes, y por ende, sus longitudes medias superaron a las estimadas entre las jaibas machos del stock :

Las longitudes medias en la edad I de las hembras fluctuaron de 95 a 110mm, mientras que en los machos estas fueron de 90-100mm, las tallas en la edad II fueron de 130-145mm entre las hembras y de 125-135 en los machos; la edad III estuvo formada por tallas medias de 150- 165mm en las hembras, y de 150-160 en los machos; por último, la edad IV integró a las tallas medias 165-185mm en hembras, y de 165-180 en machos (Tabla 4).

7.4.3 - Estructura por edad del stock

En la tabla 5 se presenta la clave edad talla de las muestras de las capturas mensuales de *Callinectes sapidus*.

La mayor presión de pesca se concentró en las jaibas de la edad I, sobretodo en julio (55.38), agosto (61.91%), septiembre (83%) y noviembre (71.51%), meses en donde se presentó la mayor densidad en la laguna de las tallas que abarcaron éstas clases de edad (80-120mm), como se describió en las figuras 14,15 y 17.

Con el incremento de la proporcionalidad de la edad I en las capturas, se observó el abatimiento de los otros grupos de edad. Esta reacción puede corresponder al bajo porcentaje de sobrevivientes de la edad I que llegaron alcanzar las edades subsecuentes del stock, o bien, el decremento de las edades II a la IV pudo obedecer a los movimientos migratorios de las jaibas fuera de la laguna, a que se hiciera referencia en la figura 17.

Cualquiera que sea la razón de los cambios en la estructura por edad-talla del stock, quedó demostrado que los jaiberos pescan lo que abunde en la laguna; sin embargo, la sobreexplotación de las tallas chicas llega a ser más irracional y poco selectiva con el uso de las nazas, ya que como se observó en el campo, al revisar sus trampas, los naceros no discriminan los tamaños de los ejemplares capturados al momento de depositarlos en sus alijos, a comparación de los demás pescadores, que tienen como ventaja, el poder distinguir a sus presas en las trampas.

En octubre, la alta representatividad de tallas en la laguna, produjo una pesca más equitativa entre las clases de edad, o mejor dicho, se redujo al presión de pesca que sobre la edad I se ejerció en los meses anteriores; así pues, la diferencia entre la edad I y III no fué mayor de dos veces el número de organismos de la edad III. Durante éste mes, las capturas de jaibas en la edad I representaron el 45.3% del total, la edad II el 27.72%, la edad III el 23.51% y la edad IV el 3.5%.

La estructura por edad resultante para las capturas mensuales obtenidas con las nazas y los palitos, tuvieron la limitancia de construirse bajo una misma base de datos, que fué la clave edad-talla descrita anteriormente, dado que fué imposible tener una muestra representativa de cada captura para lograr este objetivo; por lo tanto, los resultados de la estructura por edad de las capturas obtenidas por cada arte de pesca siguen una misma estructura, claro está, con diferencias en las abundancias de las clases de edad (Tabla 5).

En la figura 22, se aprecia gráficamente la distribución en las capturas de las clases de edad del stock descritas arriba. El principal efecto de la clave edad talla en estas figuras fué la similitud entre las curvas. Esta particularidad de la estructura de las capturas mensuales no permitiran discriminar el efecto de cada arte de pesca en la variación del tamaño del stock.

7.5 Edad de Reclutamiento

En la figura 23 se presentan las curvas resultantes en la estimación de las edades de reclutamiento al stock de la jaiba azul *C. sapidus*.

Los resultados que se observaron en la figura 23 señalaron dos periodos diferentes de reclutamiento en el stock, los cuales se destacan por la variación en las edades de los posibles reclutas; el principal movimiento de reclutas al stock se realiza de julio a septiembre, y continúa en noviembre, con las edad de reclutamiento más inferiores del estudio, mientras que en la segunda etapa de reclutamiento, que se llevó acabo durante la fase preliminar y octubre consistió de jaibas entre la edad I y II.

De julio a septiembre la edad de reclutamiento siguió un gradiente negativo : 0.9 en julio, 0.75 en agosto y 0.6 en septiembre; la edad de los reclutas en noviembre fué de 0.70.

Esta fase de reclutamiento del stock se vió acompañada por el incremento de tallas menores de 120mm en las capturas mensuales (Fig.14) y sobretodo, por el predominio de estadios sexualmente inmaduros entre las hembras del recurso (Fig.17), los cuales tuvieron su mayor densidad en septiembre, coincidiendo con el valor más bajo estimado para este parámetro pesquero.

Considerando el límite inferior de las tallas que integraron a la edad I del stock, se puede llegar a inferir el tamaño con que ingresan los reclutas a la fracción explotable de *C. sapidus*, siendo éstas menores a 80 mm. Durante el estudio, la talla más chica registrada en las capturas mensuales fué de 40mm (fase preliminar, Fig.14).

El segundo período de reclutamiento se puede considerar como una reinvasión a la laguna de las tallas y grupos de edad (II y III), que en los meses anteriores fueron escasos o simplemente desaparecieron del stock.

Este movimiento migratorio de postreclutas hacia la laguna fué notable de septiembre a octubre (Figs.14-17). Como se describió en estas figuras, no existió otra causa para explicar el inesperado incremento del número de jaibas mayor a 130mm, que durante septiembre no alcanzaban gran representatividad en las capturas, máxime si la mayoría de estos reclutas eran ejemplares sexualmente maduros (Fig.17).

Tal parece que estos reingresos a la laguna son esporádicos, dado la duración del período intermedio entre las dos etapas que conformaron este tipo de reclutamiento al stock, esto es, de mayo (fase preliminar) para repetirse otra vez en octubre; sin embargo, la ocurrencia de estos arribos minimizan la presión de pesca que sobre los grupos de edad más chicos del stock se realiza (edad I) (Tabla 5).

7.6 CRECIMIENTO

7.6.1 Crecimiento del Stock

7.6.1.1 Crecimiento en Longitud

En la figura 24 se presentan las curvas de crecimiento resultantes de las siguientes expresiones matemáticas que describieron el crecimiento en longitud del stock :

Preliminar :

$$l_t = 261.21 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.2564)})} \quad (18)$$

Julio

$$l_t = 271.21 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.4439)})} \quad (19)$$

Agosto

$$l_t = 218.70 (1 - e^{(-0.2501 (T + 1.610)})} \quad (20)$$

Septiembre

$$l_t = 208.26 (1 - e^{(0.3604 (T + 1.0890)})} \quad (21)$$

Octubre

$$l_t = 271.21 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.4454)})} \quad (22)$$

Noviembre

$$l_t = 237.36 (1 - e^{(-0.2907 (T + 0.8875)})} \quad (23)$$

La tasa de crecimiento, k , presentó dos grupos de valores a lo largo del período de estudio, de los cuales se destaca la uniformidad del crecimiento desarrollado durante la fase preliminar, julio y octubre, en el cual se mantuvo constante una tasa de 0.20006.

Como fases intermedias en el crecimiento del stock, durante agosto, septiembre y noviembre, las jaibas incrementaron su superficie corporal en tasas mensuales de : 0.2501, 0.3604 y 0.2907 respectivamente.

Estas diferencias entre estas tasas de crecimiento, permiten catalogarlas como de menor crecimiento a lo observado en la fase preliminar, julio y octubre y, como de mayor crecimiento a lo descrito en agosto, septiembre y noviembre (Fig. 24 A).

El crecimiento menor del stock estuvo caracterizado por la estabilidad en los intervalos de talla que conformaron la estructura por edad del stock en éstos tres meses de estudio. Esto trajo como consecuencia la similitud entre las variables de crecimiento del recurso pesquero, sobretodo en julio y octubre, donde prácticamente se siguió el mismo patrón de crecimiento en ambos períodos, dada la igualdad en las longitudes medias de cada edad (Tabla 3, Fig. 19, Fig. 24 A).

La longitud máxima, L_{∞} , estimada fué de 261.21mm en la fase preliminar y 271.21mm tanto en julio como en octubre; la t_0 registró tasas de 1.2564 en la fase preliminar, 1.4439 en julio y 1.4454 en octubre.

Durante este ritmo de crecimiento del stock, la longitud máxima se logró alcanzar hacia la edad X (Fig. 24 A).

Otra peculiaridad de este parámetro poblacional, son los altos rendimientos o incrementos en talla que lograron alcanzar las jaibas en este fase de desarrollo del stock la pasar de una edad a la otra, tal y como se reporta en la figura 25.

En esta figura se quiso destacar la magnitud del crecimiento en talla y peso entre las clases de edad, esto es, qué tanto llega a crecer un grupo de jaibas en un intervalo de tiempo, según su tasa de crecimiento; por lo tanto, a partir de estos resultados se puede concluir que la mejor temporada para capturar especímenes de gran tamaño es durante mayo (fase preliminar), julio y octubre, los resultados de campo de la figura 14 lo demuestran.

Por otro lado, el crecimiento de agosto, septiembre y noviembre se concentró entre los organismos de la edad I (80-120,130mm), jaibas juveniles en su totalidad (Figs.14,16,17).

El reclutamiento de juveniles al stock (Figs. 16 B,17,23), se vió acompañado del incremento en las tasas de crecimiento ($k=0.2501,0.3604$ y 0.2907), lo que manifiesta la tendencia del stock por alcanzar más rápidamente su longitud máxima en la laguna.

Como se aprecia en la figura 24A, la longitud máxima del stock se alcanzó en la edad V en agosto y septiembre, y en la edad VII durante noviembre. Las longitudes máximas estimadas para esta fases del desarrollo fueron : 218.70mm en agosto, 208.26mm en septiembre y 237.36mm en noviembre.

Por otro lado, los valores estimados para t_0 también mostraron gran variabilidad mensual, como consecuencia de los cambios estructurales del stock (Tabla 3), éstos fueron : 1.61 en agosto, 1.0890 en septiembre y 0.8875 en noviembre.

Este ritmo de crecimiento acelerado del stock, repercutió en los bajos rendimientos de talla entre los grupos de edad presentes en las capturas, tal y como se aprecia en la figura 25. La edad I es la que mayor crecimiento presenta en el stock, mientras que en las edades más grandes (III-IV), las cuales correspondieron a los organismos maduros que todavía se encontraban en la laguna, su incremento corporal fué bajo (Figs.14,16 B,17).

De estas gráficas, es importante señalar que las jaibas lograron registrar mayor talla en noviembre a comparación con lo obtenido en agosto y septiembre, sobretodo entre las edades I-III; cabe recordar que durante el último mes de trabajo, el stock estuvo integrado por postreclutas en estado maduro, a diferencia de la estructura juvenil que durante agosto y septiembre presentó el recurso (Figs.16B-17), esta particularidad del reclutamiento, pudo haber influenciado en el alto valor de la longitud máxima de noviembre.

7.6.1.2 Crecimiento en peso

El incremento de la biomasa en el stock mostró ligeras desproporciones con relación a las longitudes máximas mensuales, como se aprecia en las curvas del crecimiento en peso (Fig. 24 B) estimadas a partir de los siguientes modelos matemáticos :

Preliminar :

$$w_t = 1\,218.2 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.2564))})^{2.7642} \quad (24)$$

Julio :

$$w_t = 1\,225.6 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.4439))})^{2.5806} \quad (25)$$

Agosto :

$$w_t = 677.1 (1 - e^{(-0.2501 (T + 1.6100))})^{2.5152} \quad (26)$$

Septiembre:

$$w_t = 617 (1 - e^{(-0.3604 (T + 1.0890))})^{2.6673} \quad (27)$$

Octubre :

$$w_t = 886.1 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.4454)})} 2.4038 \quad (28)$$

Noviembre :

$$w_t = 682.85 (1 - e^{(-0.2907 (T + 0.8875)})} 2.3928 \quad (29)$$

Se definieron dos grupos de curvas en el crecimiento del peso en el stock, según las tasas de crecimiento descritas con anterioridad (Fig. 24 A).

Los menores rendimientos en peso de las jaibas presentes en el stock durante agosto, septiembre y noviembre se ajustaron a la necesidad del recurso por alcanzar su peso máximo más rápidamente, como quedó demostrado en la figura 24 A con respecto a la talla. Así pues, en septiembre se obtuvo el peso máximo en la edad VI, mientras que para agosto y noviembre, este evento se logró a partir de la edad VIII (Fig. 24 B)

Los pesos máximos en estas etapa fueron : 677.1g en agosto, 617g en septiembre y 682.85g en noviembre.

Durante la fase de menor crecimiento en el stock, la distribución de la biomasa entre las clases de edad fué mayor, como se mostró en la figura 24 B. En estas gráficas se denota la diferencia estimada en los rendimientos registrados entre las clases de edad en los dos grupos de curvas, siendo muy superiores los pesos alcanzados en el stock durante la fase preliminar, julio y octubre.

Los pesos máximos (W_{∞}) en estos meses, fueron: 1 218.2g en la fase preliminar, 1 225.6 en julio y 886.1g en octubre, los cuales correspondieron a las mayores longitudes máximas estimadas del stock (261.21mm, 271.21mm y 271.21mm respectivamente).

Durante esta etapa, el stock alcanzó su pesos máximos hacia la edad XVII (Fig.24 B)

De acuerdo a los incrementos instantáneos del peso (Fig.25), durante esta etapa de desarrollo, las jaibas presentaron un gradiente positivo de la biomasa a partir de la edad I y hasta la edad IV, sobretodo en julio, en donde es definitivo que los pescadores capturen ejemplares de gran peso y gran tamaño; en octubre, en cambio, no obstante de tener el mismo patrón de crecimiento, las jaibas registraron un bajo estado de condición con respecto a julio.

Así también, durante agosto es poco probable que las jaibas alcancen un buen peso, no obstante su tamaño, no así en septiembre, en donde las jaibas alcanzaron un mayor rendimiento entre las primeras dos clases de edad, al igual que en noviembre (Fig. 25).

Con respecto al factor de condición b , el crecimiento del stock resultó alométrico, es decir, que la forma del cuerpo llega a presentar cambios entre la talla y el peso a consecuencia de una serie de variables ambientales, y de la especie. Los valores mensuales de b fueron diferentes a 3. Estos son: 2.7642 en la fase preliminar, 2.5806 en julio, 2.5152 en agosto, 2.6673 en septiembre, 2.4038 en octubre y 2.3928 en noviembre.

De la fase preliminar a septiembre se registraron los valores más elevados de este parámetro biológico, sobretodo en durante la fase preliminar y septiembre, en cambio, de octubre a noviembre se presentaron las tasas más bajas del estudio, aunque muy similares entre sí.

7.6.2 Crecimiento en ambos sexos

7.6.2.1 Crecimiento en longitud

A continuación se presentan los modelos matemáticos del crecimiento en longitud de los machos y hembras que integraron el stock de la jaiba azul *C. sapidus* :

Julio :

$$\text{machos} \quad l_t = 237.36 (1 - e^{(-0.2907 (T + 0.8875)})} \quad (30)$$

$$\text{hembras} \quad l_t = 218.70 (1 - e^{(-0.2501 (T + 1.6089)})} \quad (31)$$

Agosto :

$$\text{machos} \quad l_t = 197.36 (1 - e^{(-0.4009 (T + 0.5134)})} \quad (32)$$

$$\text{hembras} \quad l_t = 208.26 (1 - e^{(-0.3604 (T + 1.0868)})} \quad (33)$$

Septiembre :

$$\text{machos} \quad l_t = 207.36 (1 - e^{(-0.4009 (T + 0.6363)})} \quad (34)$$

$$\text{hembras} \quad l_t = 188 (1 - e^{(-0.6007 (T + 0.4693)})} \quad (35)$$

Octubre :

$$\text{machos} \quad l_t = 261.21 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.7564)})} \quad (36)$$

$$\text{hembras} \quad l_t = 271.21 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.4454)})} \quad (37)$$

Noviembre :

$$\text{machos} \quad l_t = 261.21 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.2564))} \quad (38)$$

$$\text{hembras} \quad l_t = 237.38 (1 - e^{(-0.3338 (T + 0.5261))} \quad (39)$$

Las gráficas resultantes de éstos modelos matemáticos se muestran en la figura 26 A y B. Como se aprecia en estas figuras, el crecimiento entre los sexos presentó cierta similitud entre sus patrones de crecimiento, resaltando la tendencia de las curvas de julio, agosto, septiembre y octubre.

Según las tasas de crecimientos de éstos modelos, durante agosto y septiembre las jaibas experimentaron un rápido crecimiento entre las tallas de las clases de edad, tal y como se registró en el stock (Fig.24 A), en donde los machos presentaron la misma tasa en ambos meses ($k=0.4009$), mientras que las hembras tuvieron un gradiente de 0.3604 en agosto a 0.6007 en septiembre.

Como se reportó en la figuras 14, 17 y 23, estos dos meses representan el principal período de reclutamiento de jaibas al stock, básicamente estructurado por hembras inmaduras; sin embargo, con el análisis del crecimiento de los sexos, se puede afirmar que también el reclutamiento se origina entre los machos juveniles que durante éstos meses abundaron en la laguna (Fig.16 A).

La t_0 también mostró decremento en sus valores durante ésta fase del desarrollo de las jaibas, registrando las siguientes tasas : machos, 0.5134 en agosto y 0.6363 en septiembre, y las hembras 1.0868 en agosto, 0.4693 en septiembre.

Bajo esta estrategia de crecimiento, tanto los machos como las hembras alcanzaron rápidamente su talla máxima entre la edades IV y V. Las longitudes máximas estimadas fueron las siguientes : machos 197.36 mm en agosto y 207.36 mm en septiembre, mientras que las hembras durante agosto registraron 208.26 mm y 188 mm en septiembre.

La sincronía en los patrones de crecimiento de los machos y hembras del stock, se repite tanto en julio como en octubre, en donde ambos grupos de organismos registran un menor crecimiento en comparación con lo anteriormente descrito.

Las hembras tuvieron la misma estructura edad-talla a la reportada para el stock en octubre, mientras que los machos presentaron en julio el mismo crecimiento manifestado por el stock en noviembre.

Durante octubre, las hembras alcanzaron una longitud máxima de 271.21 mm, y los machos 261.21 mm, mismas que fueron logradas hacia la edad XI. La t_0 incrementó también sus valores a 1.4454 hembras y 1.2564 machos.

Para julio, las tallas máximas fueron de 237.36 mm en machos y 218.7 mm en las hembras, las cuales coincidieron con la edad VIII de las figuras 24 A y B. Los valores de t_0 también tuvieron mayor extensión en el tiempo a lo reportado en agosto, siendo éstos 0.8875 en machos y 1.6089 en las hembras.

Posteriormente en noviembre, las hembras volvieron a incrementar sus tasas de crecimiento a 0.3338 a consecuencia del incremento de la abundancia de tallas menores a 110mm (edad I), lo cual se consideró como la prolongación del reclutamiento exhibido en septiembre (Fig.17).

Este reclutamiento también afectó al valor de t_0 , el cual registró una fuerte caída de 1.4454 obtenido en octubre a 0.52661 estimado para noviembre. La longitud máxima fué de 237.8mm, registrada a partir de la edad VIII.

A diferencia de las hembras, los machos mantuvieron el mismo ritmo de crecimiento de octubre ($k= 0.20006$), esto trajo como consecuencia, la sobreposición de las dos curvas de crecimiento en la figura 23.

De manera más general, el incremento de las tallas entre los grupos de edad de las hembras fué menor al de los machos de julio a septiembre; al pasar a octubre, se registra una proporcionalidad o igualdad en el crecimiento de sus tallas, mientras que para noviembre, las hembras sobrepasan los incrementos adquiridos por los machos entre sus clases de edad (Fig.28 A)

7.6.2.2. Crecimiento en peso

Los modelos matemáticos que sintetizan el crecimiento en peso de los machos y hembras del stock son los siguientes :

Julio :

$$\text{machos} \quad w_t = 849.73 (1 - e^{(-0.2907 (T + 0.8875))})^{2.5528} \quad (40)$$

$$\text{hembras} \quad w_t = 405.51 (1 - e^{(-0.2501 (T + 1.6089))})^{2.0443} \quad (41)$$

Agosto :

$$\text{machos} \quad w_t = 550.10 (1 - e^{(-0.4009 (T + 0.5134))})^{2.6148} \quad (42)$$

$$\text{hembras} \quad w_t = 357.21 (1 - e^{(-0.3604 (T + 1.0868))})^{1.8887} \quad (43)$$

Septiembre :

$$\text{machos} \quad w_t = 554.48 (1 - e^{(-0.4009 (T + 0.6363)})})^{2.4966} \quad (44)$$

$$\text{hembras} \quad w_t = 342.75 (1 - e^{(-0.6007 (T + 0.4693)})})^{2.2748} \quad (45)$$

Octubre :

$$\text{machos} \quad w_t = 1116.30 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.2564)})})^{2.7157} \quad (46)$$

$$\text{hembras} \quad w_t = 741.30 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.4454)})})^{2.2943} \quad (47)$$

Noviembre :

$$\text{machos} \quad w_t = 910.10 (1 - e^{(-0.20006 (T + 1.2564)})})^{2.4699} \quad (48)$$

$$\text{hembras} \quad w_t = 556.50 (1 - e^{(-0.3338 (T + 0.5261)})})^{2.2553} \quad (49)$$

Las curvas del crecimiento en peso de ambos grupos de organismos se presentan en la figura 27 A y B.

Los resultados de éstas curvas muestran claramente que se presentaron diferencias en la distribución de la biomasa entre los grupos de edad, con relación a sus tasas de crecimiento (Fig. 26 A y B).

Durante la etapa de rápido crecimiento en los machos (agosto y septiembre), los rendimientos en peso entre las clases de edad fueron inferiores, a los obtenidos durante octubre y noviembre, cuando presentaron la baja en sus tasas de crecimiento (Fig. 26 A).

En la primera fase del desarrollo de los machos, el peso proporcional a la longitud máxima fué alcanzado en la edad VIII, siendo estos, 550.10g y 554.48g respectivamente; dichos pesos contrastan con los obtenidos en la edad XV, los cuales fluctuaron de 1116.30g en octubre a 910.10g en noviembre.

Sin embargo, durante julio los machos presentaron una tasa de crecimiento alta que a diferencia de lo registrado en agosto y septiembre. Los pesos calculados para estas clases de edad resultaron superiores, muy cercanos a los estimados para noviembre. Podría considerarse como un crecimiento intermedio entre los períodos de cambio en la estructura talla-edad de los machos referida en las figuras 16A y 17 (Tabla 4).

Con lo que respecta a las hembras, también presentaron una desigualdad en el rendimiento de sus pesos promedios durante su período de aceleración en el crecimiento. Así pues, como se observa en la figura 28 B, en agosto y septiembre se registraron los más bajos incrementos en peso entre las clases de edad, en cambio para noviembre, el metabolismo de las hembras comienza a acumular calorías lo que repercute en el aumento de la biomasa.

Al igual que los machos, las jaibas hembras también registraron su mayor peso máximo en octubre, entre las jaibas de la edad XVI (Fig. 27 B).

Analizando las tasas estimadas del factor de condición para éstos organismos, se aprecia que las hembras siempre reportaron niveles muy inferiores de esta tasa con respecto a los machos, sobretodo en agosto en donde se registró el factor de condición más bajo de todo el estudio ($b=1.8887$).

Los machos tuvieron en agosto y octubre los niveles más altos de esta variable de crecimiento ($b= 2.6148$ y 2.7157 respectivamente), en tanto que las hembras experimentaron mejor condición en septiembre y octubre ($b= 2.2748$ y 2.2943 respectivamente).

Finalmente, los gráficos de los incrementos instantáneos del peso entre los grupos de edad de los machos y hembras de la jaiba azul (Fig. 28 B), revelaron otro aspecto de este fenómeno biológico : los machos del stock de *C. sapidus* alcanzan mayor peso que las hembras de la población.

Durante julio las hembras tuvieron bajo rendimiento en peso al pasar de una edad a otra, a diferencia de los machos quienes registraron los mayores incrementos en su volumen. También se señala que de agosto a septiembre, el crecimiento entre las edades II-IV en las hembras presentaron los incrementos más bajos del estudio, no así para octubre y noviembre en donde el rendimiento fué igual que en los machos.

En los machos, estos diagramas muestran que la mayor distribución del peso entre las clases de edad fué julio, y la contraparte de este parámetro fué durante noviembre.

7.7 Mortalidad en el Stock

7.7.1 Coeficiente de mortalidad total y coeficiente de sobrevivencia

Los coeficientes de mortalidad fueron estimados a partir de las curvas de capturas de las nazas y los palitos que se muestran en la figura 22.

Estas curvas son estimaciones de lo que posiblemente hubiera sido la estructura de las capturas de cada arte de pesca, pero sin embargo, al no haberse obtenido una muestra representativa de las tallas de sus capturas por separado, los resultados de esta figura, sólo muestran la configuración del stock que se obtuvo con la clave edad-talla (Tabla 5) y la abundancia de jaibas en ambas capturas, y no el efecto predativo de cada arte de pesca sobre el recurso.

Por consiguiente, para fines del presente estudio, los coeficientes de mortalidad y sobrevivencia que a continuación se presentan, se consideraron representativos de la pesca global de *C. sapidus* en la laguna de Celestún, es decir, sin hacerlos referentes a un determinado arte de pesca.

La relación entre la mortalidad total (Z) y la tasas de sobrevivencia del stock (S) se muestran en la figura 29.

La mortalidad total Z , no mostró una tendencia clara durante el período de estudio, muy al contrario, se caracterizó por presentar variaciones drásticas alternantes entre los muestreos mensuales (Fig.29), muy relacionadas con los cambios en el esfuerzo de pesca, y con la densidad de organismos en la laguna :

De julio a agosto se presentó la primera disminución de la tasa de mortalidad total, la cual bajó de 1.8696 a 1.3223. Este efecto al vez tuvo relación con el descenso del esfuerzo total que se observó en agosto por parte de los naceros (Fig.12).

Posteriorente durante septiembre, la mortalidad vuelve a incrementarse a una tasa proporcional a la de julio, esto es 1.8604, la cual coincide con el período de máximo recutamiento al stock de organismos juveniles (Figs. 16 B, 17, 23).

Un segundo descenso de éste parámetro poblacional se observó en octubre, el cual correspondió claramente al decremento del 17.24% del esfuerzo de pesca total producido durante la temporada de nortes en la región (Figs. 12 y 13), llegándose a registrar la tasa de mortalidad total más baja del estudio, 0.7973.

Finalmente, con el retorno de los pescadores a la laguna, y de la abundancia de jaibas que se registró durante noviembre, la mortalidad total volvió a elevar su tasa a 1.5070.

Proporcional a esta variaciones de la mortalidad total, la tasa de sobrevivencia (S) del stock mostró signos de recuperación durante los meses en que hubo disminución de Z , estos fueron : agosto con un 26.65%, y octubre con un 45.05% de sobrevivientes; esto es, de 100 jaibas en el stock de la edad "x", solamente 45 de ellas alcanzaba la edad "y", mientras que las otras 55 jaibas fueron capturadas en octubre (29).

En cambio, las elevadas tasas de mortalidad registradas durante julio, septiembre y noviembre, dejaron una sobrevivencia del 15.42%, 15.56% y 22.16% en el stock de la jaiba azul.

7.7.2 Mortalidad natural y por pesca

En la figura 30 A se presenta la relación entre los tres coeficientes de mortalidad estimados para este recurso pesquero.

Como se aprecia en ésta figura, la pesca fué la principal causa de mortandad en el stock en todo el período del estudio; dicho efecto de la pesca estuvo supeditado, también, a la variación del esfuerzo de pesca como se destacó en las figuras 12, 13 y 29.

Así pues, la mortalidad por pesca presentó las mismas declinaciones en sus tasas como lo manifestó la mortalidad total.

Durante julio, la pesca produjo el 78.77 % de la mortalidad total del stock, su tasa fué de 1.4727; para agosto, la mortalidad por pesca baja a 0.9599 la cual se traduce al 72.60 % de la mortalidad total. Para septiembre, la abundancia de reclutas juveniles minimiza el efecto de la pesca a sólo el 59.80 % de la mortalidad total, registrándose una tasa de 1.113.

En octubre, no obstante de registrarse la sobrevivencia más alta del recurso, así como las tasas más bajas de la mortalidad total ($Z=0.7973$) y por pesca ($F=0.6113$) en el estudio, esta actividad produjo el 76.67 % de la mortalidad en el stock. Durante el último muestreo, la mortalidad por pesca incrementó su tasa a 1.0395 no así su acción sobre la jaiba azul en noviembre, la cual debió el 69 % de su decremento a la explotación pesquera.

Los valores estimativos de la longevidad máxima (T_{∞}) de *C. sapidus* en la laguna de Celestún que se aplicaron en el cálculo de la mortalidad natural (M), fueron los siguientes : 15 en julio, 12 en agosto, 8.32 en septiembre, 15 nuevamente en octubre y 10.32 en noviembre.

La proporcionalidad de la mortalidad natural en referencia a la producida por la pesca fué baja en la mayor parte del estudio. La comparación de ambos coeficientes mostró que de cinco jaibas muertas durante julio, cuatro fueron capturados y 1 murió por eventos naturales, esto significa una proporción de 4:1 entre la pesca y el medio ambiente; así también en agosto, la proporción fué del 3:1 (Fig. 30 A).

Solamente durante septiembre, la mortalidad natural alcanzó su mayor nivel de mortalidad en el stock, a 0.7474, es decir que produjo el 40.2% de la mortalidad natural. Este efecto se presume recayó sobre los reclutas que ingresaron al stock en este mes (Fig. 16 B, 17, 23). En este mes la proporción entre la pesca y la mortalidad natural bajó a 1.5:1

Para octubre la tendencia de esta variable fué negativa, llegando a una tasa de 0.1860, nuevamente la proporción favoreció a la pesca en 3:1. Ya en noviembre, los juveniles nuevamente predominan las capturas, por lo que las expectativas de predación se incrementaron a 0.4675 bajando la proporción de mortalidad a 2:1 con respecto a la pesca.

El porcentaje de sobrevivencia de las jaibas entre las clases de edad se observa en la figura 30 B.

Como se aprecia en esta figura, la mortalidad registrada en julio afectó principalmente a los grupos de edad de la II-IV, observándose una gran sobrevivencia de la edad I (70%). Este hecho se refleja en la gráfica correspondiente de la figura 22, en donde el cambio de la pendiente entre las edad I y II no muestra un gran decremento de su abundancia a comparación del resto del stock.

Sin embargo, de agosto a septiembre el incremento de la mortalidad natural unida a la explotación pesquera hicieron mayor presión sobre la edad I, de la cual llegaron a sobrevivir en agosto sólo el 16% del observado en julio. En este mismo mes, la sobrevivencia de la edad II fué superior a la edad I con un 26% de las jaibas.

Para octubre, la disminución en general de las tasas de mortalidad y la posible entrada de postreclutas al stock, permitió la recuperación de la abundancia en las edades I-III. La sobrevivencia del primer grupo de jaibas (edad I-II) fué del 61%, mientras que en el segundo (edad II-III) fué del 76%; también la edad IV tuvo un incremento de la sobrevivencia del 7.6% en septiembre al 16% en octubre.

El efecto de esta sobrevivencia de las jaibas también se reflejó en las curvas de capturas correspondientes al mes de noviembre, tal y como se observó en la figura 22.

Finalmente, con el incremento de la mortalidad en noviembre, se produjo el abatimiento de las clases de edad, principalmente de la primera a la tercera. La edad IV mantuvo la misma tasas de sobrevivencia de octubre. (Fig.30 B)

7.7.3 Capturabilidad

Este parámetro si pudo ser estimado para cada arte de pesca, dado que se contó con los datos reales del esfuerzo de pesca de cada captura (Figs. 12 y 13).

Tomando como base la mortalidad por pesca del stock (ecua.15), la capturabilidad de las nazas fueron los siguientes : 0.02454 en julio, 0.01684 en agosto, 0.01953 en septiembre, 0.01223 en octubre y 0.0165 en noviembre.

Con el uso de los palitos, los jaiberos lograron extraer la siguiente fracción del stock : 0.04909 en julio, 0.032 en agosto, 0.0371 en septiembre, 0.02779 en octubre y 0.03465 en noviembre.

Es claro pues, el alto rendimiento del segundo arte de pesca empleado en esta pesquería. Estos resultados coinciden con las diferencias encontradas entre las estadísticas de pesca de ambas artes de pesca, sobretodo con lo que respecta a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) (Figs.12 y 13).

7.8 Tasa de Explotación y Tamaño del Stock

En la figura 31A se muestran las variaciones mensuales que registró la tasa o índice de explotación del stock de la jaiba azul en el laguna de Celestún.

La tasa de explotación presentó una tendencia negativa mensual de julio hasta septiembre, la cual pareció incrementarse nuevamente a partir de noviembre. Los valores estimados de este parámetro pesquero fueron los siguientes : 0.6662 en julio, 0.5325 en agosto, 0.5052 en septiembre, 0.4213 en octubre y 0.5369 en noviembre.

En estas estimaciones del nivel de explotación se resumen todas las observaciones hechas sobre su dinámica poblacional y, sobre las características más importantes de la pesquería, así entonces, se puede decir que la tasa de explotación resultó directamente influenciada por la abundancia de jaibas en la laguna, las tasas de crecimiento del stock, la disminución del esfuerzo de pesca, y el reclutamiento.

Así pues, la elevada explotación pesquera de la jaiba azul en julio, estuvo motivada por los especímenes de gran tamaño y peso que se llegaron a capturar en este mes (Figs. 24,25); por otro lado, la gran densidad de jaibas que debieron encontrarse en la laguna permitió que no obstante el esfuerzo de pesca desarrollado, se obtuvieran grandes rendimientos entre los dos grupos de jaiberos (Figs.12,13), lo cual repercutió en la tasas de mortalidad total, por pesca y de capturabilidad (Figs. 29,30).

Sin embargo, también podría existir una relación directa entre la tasa de explotación y la pesca de las tallas mayores del stock, por lo siguiente : durante julio la pesca se dedicó casi exclusivamente a las tallas mayores de 110mm, es decir, a partir de la edad II (Fig. 22), en cambio, cuando se ejerció la mayor presión de pesca sobre las jaibas de la edad I, la tasa de explotación mostró una proporción inversa a la mortalidad por pesca en este período, es decir que declinó (Fig. 31 A).

Esta etapa de crecimiento continuo en el stock (reclutamiento) debió mermar la tasa de explotación, ya que a decir de los propios pescadores, la jaiba tendió a "escondarse" en la laguna, lo que imposibilitó un poco la labor extractiva de los jaiberos, no obstante de haberse registrado un alto nivel de capturabilidad de las nazas y los palitos, sobretodo en septiembre. Además, las tasas de crecimiento obtenidas en agosto y septiembre, no resultaron tan propicias para la pesquería dada los bajos rendimientos en talla y peso que se observaron en las capturas (Figs. 24 y 25), a comparación de julio.

No hay que olvidar que durante el reclutamiento de juveniles al stock (agosto, septiembre y noviembre), las jaibas resultaron más vulnerables a factores biológicos diversos, lo que trajo como consecuencia el incremento de la mortalidad natural (Fig.30 B), sobretodo en septiembre, donde la proporción de bajas en el stock a consecuencia de la pesca y de los eventos naturales fueron muy similares entre sí (1.5 : 1); esta proporcionalidad de muertes, debió producir un descenso en el efecto de la pesca sobre las capturas, y por consiguiente la baja en la tasa de explotación .

Finalmente, ante la variabilidad mensual en el ejercicio de la pesca de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, el tamaño del recurso susceptible de explotación presentó una tendencia positiva en la abundancia de jaibas en el stock, figura 31 B .

La principal disminución en el tamaño del stock se produjo en julio, a consecuencia de la alta explotación pesquera (Fig. 31 A); sin embargo, con el incremento en el reclutamiento y la baja en la tasa de explotación, a partir de agosto el tamaño del stock se fué recuperando, hasta mantener constante su abundancia de septiembre a noviembre.

La abundancia mensual del stock susceptible de explotación, fué la siguiente : 308 873 jaibas en julio, 375 654 jaibas en agosto, 432 088 en agosto, 430 883 en octubre y, 433 133 en noviembre.

Finalmente, en la misma figura 31 B, se presenta la relación entre la abundancia de las capturas que se obtuvieron durante el desarrollo de esta investigación, y el tamaño del stock, que según la tasa de explotación, permanece en la laguna como reserva potencial para ser aprovechado.

La porción inferior de las barras a partir del asterisco corresponde a la abundancia estimada de las capturas mensuales, el resto, es la parte excedente del stock que no ha sido tocada por los jaiberos.

De confirmarse estos resultados, se puede comprender el porqué ha sobrevivido por mucho tiempo esta pesquería en la laguna de Celestún, y justifica la realización de estudios continuos que conlleven a un mejor registro de los cambios en la abundancia del stock y de las estadísticas pesqueras que permitan planificar óptimamente el manejo de dicho recurso.

8.0 DISCUSION

La pesca de la jaiba (*Callinectes spp.*) en la Laguna de Celestún, pasó de ser un hábito normal en la vida cotidiana de los pobladores de dicho municipio, para convertirse en una alternativa de sobrevivencia colectiva, cuando las principales fuentes de trabajo en la región cerraron (henequén y salinera); sin embargo, a más de 20 años de explotación masiva, y a pesar de la importancia que representa en la economía de Celestún, ésta pesquería ha pasado desapercibida por las autoridades oficiales encargadas del sector pesquero del estado y de las propias universidades locales, en materia de estudio, evaluación y manejo del recurso, las cuales se han avocado solamente a especies marinas tales como el pargo y el carito (2,4).

La pesca de la jaiba en la laguna de Celestún, se ha venido ejerciendo de manera irracional a consecuencia de la falta de capacitación de los pescadores, y de estímulos para desarrollar una pesca fructífera sin que se afecte el tamaño del recurso :

Los resultados de campo indican que la mayoría de los jaiberos, por no querer generalizar, se inician en la pesca contando tan solo con la experiencia de sus mayores o de su propia vivencia, como guías para reconocer la extensión y el estado del recurso, o la magnitud de esfuerzo que deberán displayar para obtener grandes y mejores capturas. Sin embargo, no obstante su experiencia y empeño en la pesca, la falta de conocimientos más completos sobre la biología de las dos especies de jaibas que habitan la laguna, los condicionan a trabajar de más sin provecho, logrando solamente el menoscabo del recurso.

Además, la falta de un apoyo económico y de una sólida organización e infraestructura pesquera, los ha inducido a hacer un mal manejo de su recurso. Por un lado, la falta de mejores implementos de pesca (principalmente lanchas con motor fuera de borda), han limitado la capacidad de desplazamiento de los pescadores a lo largo de toda la laguna, por lo que la mayoría de los jaiberos han centrado sus áreas de pesca en las cercanías del puente, llegando así, a sobreexplotar los hábitats preferibles de crianza de las postlarvas de *Callinectes* que periódicamente invaden la laguna para completar su crecimiento (10,16,21,22,26).

Por otro lado, el ejercicio continuo de la pesca en esta fracción de la laguna, ha traído como consecuencia la saturación de artes de pesca en el lugar, y con ello, la explotación irracional de jaibas pequeñas (menor a 80 mm) que no les reditúa en cantidad de pulpa descarnada o de peso fresco de los ejemplares capturados.

Para ilustrar más el impacto de esta situación, se debe recordar que diariamente se presentan a pescar 90 naceros y cada uno de ellos coloca o "siembra" un promedio de 50 nazas en aproximadamente un tercio de la longitud total de la laguna, área que además comparten con el otro conjunto de pescadores (f=30), los cuales también utilizan un promedio de 60 palitos en su labor.

Se debe señalar que el escaso desarrollo que ha alcanzado esta pesquería, se produjo con la introducción de las nazas a la pesca de la jaiba en la laguna. Los grandes volúmenes que comenzaron a obtenerse con este arte, fueron atrayendo a un mayor número de familias a Celestún, a tal grado que en la actualidad, la mayoría de los jaiberos son naceros residentes.

Desgraciadamente, el monopolio que existe en Celestún sobre la comercialización de los productos pesqueros, no siempre reconoce el justo valor de la captura de la jaiba, excepto durante la temporada del pulpo, único período de pesca en el año en donde los jaiberos se "sienten" mejor pagados por su trabajo.

Este carácter arbitrario en los precios de la jaiba, es la principal causa del bajo nivel socioeconómico en que se encuentran este grupo de pescadores artesanales, y que de manera indirecta, motiva la pesca irracional que tienden a desarrollar los jaiberos en su anhelo de conseguir una gran captura que les reditúe en mejores ganancias.

Ante estos hechos, los pescadores se limitan a capturar lo que abunde en la laguna.

Curiosamente, esta actitud indiferente por capturar las tallas predominantes en la laguna sin orden alguno, permitió describir la biología de *Callinectes sapidus* en su hábitat natural apartir del análisis de las tallas y, de su interrelación con las condiciones fisicoquímicas de la laguna; sobretodo, se destacó el efecto modelador de los ciclos biológicos sobre la estructura edad-talla de las capturas, y demás aspectos poblacionales que se analizaron de las capturas mensuales de la jaiba azul.

La disponibilidad de los jaiberos durante las etapas de muestreo, así como la gran representatividad de las tallas que se lograron registrar de las capturas mensuales, fueron los principales factores que hicieron posible el alcance de esos conocimientos.

El análisis de los resultados reveló que la estructura edad-talla del stock de la jaiba azul fué sensible a las variaciones mensuales de la abundancia de jaibas de determinado sexo y tamaño; así mismo, se observó que dichos cambios de abundancia de las jaibas, tuvieron relación directa con las fluctuaciones de la salinidad y temperatura que se registraron en la laguna de Celestún durante el proceso de investigación.

La frecuencia de estas variaciones definieron dos períodos de cambios en la estructura del stock :

La condición estructural que mantuvo el recurso desde la fase preliminar a septiembre, estuvo caracterizada por desplazamientos de organismos maduros de gran tamaño a medida que se incorporaban jaibas juveniles a las capturas mensuales; para octubre y noviembre, el estado del recurso cambió la estructura juvenil de septiembre por un *status* de organismos maduros sexualmente, y un equilibrio en la proporción machos:hembras de las capturas.

El desplazamiento de los organismos maduros del stock fué evidente entre las hembras capturadas desde la fase preliminar y hasta septiembre, según se apreció en la figura 17.

Los registros de tallas que se mostraron en esta figura, revelaron que el cambio en el stock se produjo principalmente entre las tallas mayores a 130mm; no obstante que también se encontraron hembras maduras con un tamaño mínimo de 86mm., el mayor decremento de éstos ejemplares se sintió entre las tallas 130-180mm.

La disminución de este grupo de organismos quedó detallado con los registros de proporcionalidad de los estadios sexuales de las hembras presentes en las capturas mensuales de la jaiba azul en la laguna de Celestún (Fig. 16B).

Según esta gráfica, la densidad de hembras maduras bajó del 42.55% presente en julio al 9.54% en septiembre.

Como también se muestra en ésta figura, el decremento de las hembras maduras fué proporcional al aumento progresivo de los estadios inmaduros, los cuales llegaron a predominar en las capturas de septiembre con el 90.46% del total de hembras presentes en las capturas. La talla dominante de este grupo de organismos estuvo entre los 80-120mm (Fig.17).

Con respecto a los machos, una estimación indirecta sobre la proporción de organismos maduros que debieron presentarse en las capturas de éstos meses, revelaron que también tendieron a decrecer durante el estudio aunque a un ritmo menor que las hembras.

Según Adkins (1) y Ress (45), el desarrollo gonadal en los machos se produce entre las tallas mayores a 120mm; de tal modo que apoyados en esta idea, se interpoló la abundancia de los machos maduros en la frecuencias de tallas de este grupo de organismos (Fig.15), obteniéndose así los siguientes porcentajes : 70% durante la fase preliminar, 42% en julio, 36.6% en agosto, 28.8% en septiembre, 38.23% en octubre y 26.34% en noviembre.

La disminución en conjunto de las tallas mayores a 120mm tanto de lo machos como de las hembras, provocaron el cambio observado en la tendencia de la curva de las frecuencias totales de las tallas que compusieron al stock (Fig. 14).

En términos generales, la fracción de organismos maduros presentes en las capturas cubrieron la porción descendente de las curvas de las frecuencias de tallas que se registraron en la figura 14. En éstas gráficas se puede observar que conforme desaparecían del stock los ejemplares maduros, la curva tendía hacia las tallas chicas presentes en las capturas, sobretudo hacia las jaibas de un tamaño entre los 90-120mm.

La abundancia de organismos maduros que representaron a esta zona de la curva de distribución, sumaron un total de 2 465 jaibas de las capturas acumuladas hasta septiembre, abundancia equivalente al 35.42% del stock. La proporción de sexos en esta

fracción de las capturas favoreció a los machos con el 76.31%, mientras que la abundancia de las hembras maduras fué igual al 23.69%, o lo que es lo mismo, hubieron tres machos maduros por cada hembra fértil en las áreas de pesca.

Con respecto a la fracción entrante al stock (90-120mm), la abundancia acumulada de éstas jaibas juveniles fué de 4 494 individuos, es decir el 64.58% de toda la captura registrada hasta septiembre, de los cuales el 60.48% de la superficie en la curva la aportaron los machos inmaduros, y el 39.52% las hembras juveniles.

En este caso, la proporción de machos inmaduros con respecto a las hembras registró una menor diferencia en su relación, la cual correspondió a 1.5 machos por cada hembra presente. Con este resultado se revela el bajo papel de las hembras maduras en las capturas durante éstas jornadas de pesca, en contraste con el predominio de sus estadios inmaduros.

Con la definición de las clases de edad presentes en el stock (Figs. 19-21; Tablas 3 y 4), se pudo estimar la edad correspondiente a la maduración de los organismos juveniles de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún.

La talla que se consideró representativa de la madurez sexual en el stock de la jaiba azul, fué la misma a la reportada para los machos, es decir a los 120mm (1,45), dado que fué el grupo de organismos maduros más abundantes en la laguna desde la fase preliminar a septiembre. Al cotejarse con los intervalos de talla que estructuraron a cada una de las cuatro clases de edad (Tablas 3 y 4), se vió que esta talla representó, en la mayoría de los meses, el intervalo inicial de la clase de edad II.

Tomando esta edad como patrón de referencia sobre el desarrollo gonádico del stock, se tuvo una mejor valoración de los cambios mensuales de los organismos maduros e inmaduros en éstos primeros cuatro meses de estudio.

En la figura 22, se apreciaron las estructuras edad-talla mensuales del stock.

Según éstas gráficas, la edad II (36.53%) tuvo una abundancia cercana a la edad I durante julio (52.3%), no así los grupos de edad III y IV cuya presencia en la laguna fué efímera.

Con la salida de los organismos maduros del stock, la disminución de la edad II fué notable hasta septiembre, en donde prácticamente desapareció de la laguna mientras se registraba el dominio de la edad I. La presencia de la edad II (130-150mm) durante septiembre fué del 12.54% y de la edad I (90-130mm) fué del 78.55%.

Si bien la edad II se extrapoló a todo el stock, como la edad en donde las jaibas alcanzan la madurez sexual, los registros de tallas de la figura 17 indicaron que las hembras llegaron a madurar en un rango de tallas mucho menor al resto del stock (Tabla 4).

Durante este período las hembras llegaron a madurar desde los 86 mm, o lo que es lo mismo, desde la edad I de este grupo de organismos (Tabla 4). Este hecho produjo la sobreposición de tamaños con las jaibas inmaduras de la edad I a la edad III, cuyas tallas fluctuaron de los 56mm a los 159mm (Fig. 17, Tabla 4).

Estas diferencias de maduración de las hembras con respecto a los machos del stock, aparentemente resulta contradictorio con la afirmación anterior acerca de la edad representativa del stock, sin embargo, son condiciones naturales del ciclo reproductivo que caracteriza a esta especie el presentar este desfase de tallas entre los machos y hembras maduros (40,42,45,53,55,56,57)

El proceso de maduración en la jaiba azul es muy complejo, ya que envuelve una serie de mecanismos distintos entre los sexos, tendientes a asegurar la reproducción de la especie en la laguna y la sobrevivencia larval en los ambientes marinos (42,55,56,57).

La madurez temprana de las hembras es una de éstas estrategias reproductivas (55,56,57). El objetivo particular de este mecanismo, es lograr el incremento de la población ante condiciones bióticas y abióticas favorables en su entorno (42,55,56)

Los antecedentes de este ciclo biológico mencionan que las altas temperaturas favorecen el desarrollo gonadal (52); a su vez, McConaugha (33) establece que a temperaturas mínimas de 20 a 25°C, se da inicio a la maduración gonádica de las jaibas azules durante la primavera.

En la laguna de Celestún, los registros de éste parámetro ambiental (Fig.8) indicaron que hasta principios de julio se llegaron a reportar las mayores temperaturas del sistema, las cuales oscilaron de 31 a 29°C entre las principales áreas de pesca (estación V-VIII); esta condición fisicoquímica del lugar coincidió con la mayor presencia de los estadios maduros en el recurso (Fig.14-17).

Ahora bien, la maduración de las hembras juveniles durante este ciclo biológico es sinónimo de fecundación en *Callinectes sapidus* (15,35,53,55,56,57).

Por lo que se conoce de este ciclo, los machos maduros esperan a que las hembras inmaduras alcancen su muda terminal, para llevar a cabo la copulación mientras se encuentra en estado suave la hembra; ya fecundadas, las hembras maduras inician su emigración hacia ambientes salinos para el desove de los huevecillos (53,55,56,57).

El desarrollo de la madurez sexual en las hembras por otro lado, es un proceso biológico que detiene definitivamente el crecimiento corporal a las hembras, a diferencia de los machos los cuales continúan creciendo, aunque con menor frecuencia y menor rendimiento en tamaño; es por ello que durante su muda terminal, las jaibas llegan a registrar un máximo rendimiento en su tamaño (1,12,13,42,53,55,57).

Estas diferencias en el crecimiento de las jaibas durante su etapa de madurez, debieron influir directamente en las tendencias de las rectas obtenidas durante la determinación de las clases de edad de éstos grupos de organismos (Figs. 20 y 21) :

Por un lado, el libre crecimiento en los machos no obstante su estado sexual, permitió el crecimiento constante entre los grupos de edad que los estructuraron, tal y como se observó en todo el stock (Fig.19); en cambio, el desarrollo de la madurez sexual en las hembras desde la edad I, marcó un aceleramiento del crecimiento entre la edad I y II durante julio (mes de mayor abundancia de hembras maduras), indicado por el cambio abrupto de la pendiente entre estos dos grupos de edad, cambio que se suavizó hacia las clases III y IV.

El crecimiento en los machos se mantuvo casi inalterable durante esta fase de desarrollo del stock, como se apreció en éstas rectas; en cambio en las hembras, el crecimiento siempre registró variaciones entre los puntos de inflexión de éstas dos clases de edad, los cuales fueron definieron cambios más abruptos en aquellos meses en los que se registraron las mayores abundancias de éstos estadios sexuales (julio y octubre) (Fig.21).

Posiblemente este efecto en el crecimiento de las clases de edad de las hembras, sea una consecuencia de la presencia constante de jaibas maduras, que aunque en menor proporción, siempre permaneció sobrepuesta entre las tallas de los organismos juveniles (Fig.17).

A este respecto, Stanley & Caddy (59) señalan que la madurez sexual en los decápodos, produce una inflexión en la curva de crecimiento que permite asociarla con este proceso biológico; atributo del grupo en estudio, que coincide con nuestras observaciones.

Diversos registros de campo prueban que la fecundación de la jaiba azul se pudo llevar acabo en la laguna de Celestún de la fase preliminar a julio. Los registros de campo fueron los siguientes :

Entre las hembras (Fig.15) : el acelerado crecimiento de las tallas menores a 120mm (100-110mm), predominantes durante la fase preliminar, hacia las tallas mayores a 130mm en julio (edad II), produjo el decremento de la edad I (90-120mm) y el aumento en el número de jaibas maduras pertenecientes a la edad II (120-140mm) durante el segundo mes de estudio (Tabla 4, Fig. 17).

Según éstos registros, las hembras inmaduras de la fase preliminar posiblemente incrementaron del 20 al 30% el ancho de su caparazón durante su muda terminal, ya que sin duda, el decremento que se observó de la fase preliminar a julio de las tallas 100-120mm sí correspondió al cambio de estadios entre las hembras inmaduras y maduras.

Paul (37) y Stanley & Caddy (59), señalan que se pueden identificar a las hembras maduras recién fecundadas por la presencia de un tapón de esperma en el receptáculo de esperma.

Previo a este período de fecundación, los machos tuvieron una importante fase de maduración, la cual abarcó al 70% de los machos presentes en las capturas de la fase preliminar. Según la literatura, este evento favorece a la fecundación de las jaibas, ya que asegura la presencia de machos maduros al tiempo en que las hembras desarrollan su muda terminal (3,12,13,15,42,53,55).

Este aspecto de la dinámica del ciclo reproductivo se constató en julio, cuando posterior a esta abundancia de machos maduros se registró una caída en su proporción, la cual resultó ser equiparable al de las hembras maduras, esto es 42% y 42.55% respectivamente, o lo que es lo mismo, para la totalidad de hembras en estado reproductivo existió un macho para llevar a cabo la fecundación de las mismas.

A la copulación de las jaibas durante julio, siguió la eminente emigración de las hembras maduras hacia las áreas de mayor salinidad en la laguna durante agosto y septiembre, lo cual podría explicar la disminución sin causa aparente de este grupo de organismos en el stock de julio a septiembre (Fig. 17). Como se apreció en la figura 16 B las hembras maduras representaron el 42.55% del total de hembras capturadas durante julio, mientras que para septiembre esta proporcionalidad bajó a sólo el 9.56% del total de hembras en el stock.

Esta sucesión de eventos que definieron los ciclos reproductivos y de reclutamiento de la jaiba azul en la laguna de Celestún, tuvieron correspondencia con la periodicidad en que se suceden estos mismos procesos biológicos de *Callinectes sapidus* en otros ambientes estuarinos.

Es un hecho que la jaiba azul tiene un elevado potencial reproductivo, dado que es una especie que presenta períodos continuos de reproducción a lo largo de todo el año (1,20,21,32), y que en cada puesta llega a producir de 700 mil a dos millones de huevecillos, sobretudo en primavera y el verano, las cuales se han reconocido como las temporadas de máxima reproducción de la especie (42, 43,55).

Así también, se han confirmado que los mayores desoves de esta especie abarcan siete meses del año, de marzo a octubre, los cuales coinciden con las condiciones óptimas de salinidad (0.0-31.4‰), y de temperatura (3.2 -32.9°C) para el desarrollo y sobrevivencia de los primeros estadios larvales en el mar (1,8).

Sobre las emigraciones que realizan las hembras maduras para fines reproductivos, Engel & Eggert (14) y Hines (24) señalan que comúnmente se encuentran hembras grávidas en los ambientes marinos durante el verano (junio-septiembre). En este estudio, fué imposible encontrar hembras ovígeras dentro de la laguna; sin embargo, los registros de talla y proporción de sexos de la captura marina analizada durante agosto (Fig. 18), son una prueba circunstancial que apoyan la idea del posible período de reproducción y migración por la que atravesó la jaiba azul en la laguna de Celestún durante éstos meses.

McConaughy (33), cita otros períodos de gran presencia de hembras ovígeras en sistemas estuarinos, los cuales coinciden con los presentes : de abril a septiembre en la Bahía de Chesapeake, de febrero a octubre en St. John Rivers, Florida, y de marzo a octubre en North Carolina.

Por coincidencia de eventos, García (31) en un estudio oceanográfico, encontró una abundancia de larvas zoeas de *Callinectes spp.* frente a las costas yucatecas durante el verano. Según este autor, las larvas de la jaiba azul fueron las más abundantes entre las especies que compusieron éstas colectas.

Estos registros son una prueba contundente que confirma una vez más, uno de los períodos reproductivos que la jaiba azul llega a realizar en esta región de la Península yucateca.

Con respecto a la etapa de reclutamiento de la especie, la eventualidad de éste proceso en la laguna de Celestún (julio-septiembre), también resultó similar a lo encontrado por Hines (24) en la Bahía de Chesapeake, quien señaló que los máximos picos de abundancia de jaibas juveniles se registran durante la primavera y el verano.

La tendencia dominante de las jaibas pertenecientes a la edad I durante éstos cuatro meses de estudio, dió origen a un stock en crecimiento (34), dado que a medida que se incorporaban nuevos organismos, la talla y edad de los mismos fué cada menor, a tal grado que durante septiembre, mes de máximo reclutamiento en la laguna, la edad de los reclutas fué la más baja de todo el estudio ($t_r = 0.6$) (Fig. 22).

La edad de reclutamiento resultó ser mayor, en cambio, cuando se registraron abundancias homogéneas entre las clases de edad, sobretodo mayor representatividad de la clase de edad II (fase preliminar, julio y octubre) (Fig. 22, Tabla 5).

Esta tendencia del crecimiento del stock se pudo constatar en la tendencia de los trazos resultantes del método de Cassie, através de los cuales, fueron determinadas las cuatro clases de edad que estructuraron al stock (Fig. 19).

Como era de esperarse, la gran presencia de organismos juveniles así como de machos maduros en las capturas, los cuales mantienen un crecimiento continuo no obstante su estado fisiológico, condicionaron un crecimiento constante entre las clases de edad resultantes con ésta metodología. El crecimiento continuo del stock se manifestó en la trayectoria lineal que siguieron éstas rectas, sin cambios significativos entre las clases de edad, en congruencia con las obtenidas en los machos (Fig. 20), grupo dominante en las capturas de estos meses (Tabla 3, Figs. 14 y 19).

Entre las factores reguladores del crecimiento en los crustáceos, la temperatura y la salinidad juegan un papel determinante en el desarrollo estuarino de éstas especies.

La base de éstos procesos biológicos tienen su origen en la fisiología de la especie, la cual entraña diferencias en la capacidad osmoregulatoria de las jaibas según el sexo y el estadio sexual (14,56).

La jaiba azul como se sabe, es una especie sumamente adaptable a condiciones extremas de éstos parámetros ambientales (1,12,13,14,24). Entre sus principales mecanismos de osmoregulación, está el mantenimiento su hemolinfa hiperosmótica a salinidades altas, e hiposmótica cuando llegan a habitar las áreas de baja salinidad de las lagunas costeras (14).

En los sistemas lagunar-estuarinos, los machos adultos y los organismos juveniles del stock presentan un mayor rango de tolerancias a las fluctuaciones de la salinidad; en cambio, las hembras en su etapa madura tienen un carácter más estenohalino en su capacidad osmoregulatoria y respiratoria, lo cual las restringue a hábitats salinos por encima de los 15‰ :

Según Engel y Eggert (14), la estación, el sexo y el estado reproductivo de las jaibas azules influyen en el consumo de oxígeno, el cual pudiera estar correlacionado al balance hormonal y enzimático.

Las hembras maduras tienen una tasa de respiración por debajo de los 15‰ muy diferente a la de los machos adultos y de los estadios sexuales; mientras que por encima de ésta salinidad (punto osmoregulatorio en adultos) ambos sexos tienen la misma capacidad osmoregulatoria. La tasa de respiración decrece en ambientes de gran salinidad en el verano e invierno (14).

Estas diferencias en sus respuestas fisiológicas a las fluctuaciones de la salinidad, determinan por ejemplo, que los machos adultos y los organismos juveniles puedan circular libremente por la laguna e incluso incursionar en los ambientes marinos, como se comprobó por la presencia de los machos adultos en la captura marina de la jaiba azul registrada en agosto (Fig.18); y propicia además, el dominio numérico en las lagunas costeras de este grupo de organismos (maduros e inmaduros), tal y como se registró en el presente estudio (Fig. 16A).

El panorama ambiental de la laguna, con respecto a la salinidad también tuvo su fuerte impacto en la dinámica poblacional de la jaiba azul : como se pudo ver en la figura 9, las condiciones de salinidad variaron completamente en la laguna desde la fase preliminar a septiembre, donde las salinidades disminuyeron de 21‰ que se registraron en la estación VIII en la fase preliminar a 9‰ en la misma estación durante septiembre.

Este descenso en la salinidad fué realmente propicio para los estadios inmaduros como se discutió anteriormente, en cambio resultó desfavorable para las hembras maduras, las cuales salieron del stock conforme se registraban condiciones estuarinas en la laguna.

Por otro lado, la sobrevivencia de las etapas larvarias de la especie está asegurada en los ambientes marinos, dado que el carácter frágil de éstos etapas de desarrollo no soportan las fluctuaciones propias de esta variable ambiental que se registran en los estuarios (15,33,53,57).

Es por ello, que con el descenso de la salinidad en la laguna, las hembras maduras tienden a buscar ambientes con mayor salinidad para llevar a cabo el desove, el cual puede ser inmediato (15 días aproximadamente) o llega a retardarse, como se ha visto entre las hembras de esta especie (43). Las jaibas son fecundadas una sola vez en su vida, pero pueden llegar a presentar dos períodos de desove a lo largo de esta.

Además de esta ventaja que proporcionan los sistemas marinos para el desarrollo de las etapas larvarias de la población de la jaiba azul, también ofrecen menor acción predatoria de estas formas de vida, y sobretodo, brindan una mayor amplitud de dispersión entre los ambientes costeros que bordean las áreas de desove gracias a las corrientes, vientos y mareas (3,8,15,33,52,56).

El segundo patrón estructural de tallas que compusieron al stock durante octubre y noviembre, estuvo demarcado por condiciones fisicoquímicas contrarias a las registradas en septiembre.

El cambio más relevante de estas condiciones en la laguna, fué el incremento en la temperatura entre las áreas de pesca, muy similares a las reportadas en julio (Fig.8).

Como se apreció en la figura 8, desde finales de septiembre la temperatura en la laguna mostró una tendencia ascendente en todas las estaciones de muestreo; particularmente, la temperatura en las áreas de pesca cambió de 28 a 30°C entre los dos muestreos llevados a cabo en septiembre.

Considerando que la nueva estructura del stock, se compuso fundamentalmente de organismos maduros, se infiere que este incremento en la temperatura inició nuevamente otro período de maduración entre las jaibas juveniles que estructuraron las capturas de septiembre. La influencia de la temperatura en este fenómeno biológico se comentó anteriormente (33)

El balance de la abundancia de los organismos maduros e inmaduros que compusieron las capturas de éstos dos meses, esquematizaron la transformación que sufrió el stock en el cambio a este segundo período de desarrollo en la laguna :

En primer lugar, el porcentaje total de organismos maduros durante estos dos meses fué mayor al reportado durante el primer período (fase preliminar-septiembre), el aumento fué del 35.42% al 44.95%; en tanto que la presencia de los organismos juveniles en las capturas declinó del 64.58% al 55.04%.

En ambos casos, la tasa de variación entre estos dos grupos fue del 9.53%. En otras palabras, de diez organismos juveniles presentes en septiembre 9.5 jaibas alcanzaron la madurez sexual durante octubre y noviembre.

Un segundo cambio en la estructura del stock durante estos meses, fue el predominio de hembras maduras sobre los machos : la proporción de los estadios maduros de estos dos organismos cambio del 3:1 presentes hasta septiembre al 1:2, dado que la abundancia de hembras significo el 67% del total de organismos maduros presentes en las capturas, a diferencia de los machos cuya densidad equivalio al 33% (Fig. 16B).

Este predominio de hembras maduras en las capturas de estos meses, hicieron inferencia sobre los profundos cambios que debieron registrarse entre los estadios sexuales de los machos y hembras de la poblacion.

En primer lugar, el aumento de hembras maduras correspondio al decremento en la densidad de los estadios juveniles de este grupo de organismos (Figs. 16B y 17) :

Asi por ejemplo, el numero de jaibas maduras se incremento del 24.74% reportado hasta septiembre al 59.59% de las capturas acumuladas entre octubre y noviembre, lo que nos da una diferencia del 34.85%. Ahora bien, este porcentaje correspondio al numero de hembras inmaduras que disminuyeron entre estos dos estados de desarrollo del recurso, la variacion general fue del 75.26% al 40.41%.

Con respecto a la alternancia de los estadios sexuales en los machos, la proporción de las jaibas inmaduras se incremento un 10.9%, conforme un numero equivalente de jaibas maduras desaparecian del stock : el incremento de la proporción de machos juveniles en el stock fue del 59.1% al 70%, mientras que la reduccion de organismos maduros fue del 40.9% al 30%.

El ultimo cambio que se produjo en el stock durante los dos ultimos meses de estudio, fue la proporción de sexos en las capturas (Fig. 16A) :

Como se pudo observar en la figura 16A, los machos predominaron en las capturas de la fase preliminar a septiembre, con una abundancia total que represento el 66.09% de las capturas acumuladas hasta septiembre (n= 4599), las hembras por su parte aportaron el 33.9% del total de jaibas capturadas (n=2360), esto nos creó una proporción de dos machos por cada hembra presente en el stock.

Con el descenso de la abundancia de machos en las capturas de octubre y noviembre, esta proporción se igualó a uno, dado que la densidad de hembras subió al 50.54% (n=1648), y la abundancia de machos bajó al 49.46% (n=1613).

Si bien los cambios en la estructura del stock fueron significativos, la mayor transformación del stock se produjo de septiembre a octubre, tal y como se registró en las figuras 16A,B y 17 :

Este cambio se centró en la alternancia de los estadios sexuales de las hembras del stock, destacándose la disminución por un lado y el aumento por el otro de las hembras juveniles y maduras, hasta el extremo de igualar sus abundancias en las capturas de octubre.

Las jaibas juveniles disminuyeron un 47% ($n=361$) de la abundancia reportada en septiembre ($n=768$), en tanto que las hembras maduras aumentaron 4.4 veces su densidad registrada en septiembre ($n=81$), esto dió origen a un cambio muy drástico en la proporción HI : HM (hembras inmaduras : hembras maduras) en el stock, la cual pasó de 9:1 en septiembre a 1:1 en octubre.

Con este cambio en la proporción de las hembras, se entiende que ocho de cada 10 hembras juveniles presentes en septiembre, alcanzaron su madurez sexual en octubre.

Como se discutió anteriormente, la maduración en las hembras conlleva un aumento inesperado en el ancho del caparazón durante su muda terminal, fenómeno que debió haber acontecido nuevamente en octubre, dado el gran cambio que se produjo en la densidad de hembras inmaduras y maduras en las capturas de éste mes.

El primer registro de este proceso fué la notoria separación de tallas de los organismos juveniles y maduros que estructuraron a esta fracción del stock en el estudio (Figs. 15 y 17).

La distribución bimodal fué aún más clara a la reportada en julio, dada la diferencia en el número de organismos maduros que compusieron a ambas capturas; de tal modo, podemos inferir que durante octubre ocurrió uno de los mayores períodos de maduración de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún.

Como se observó en la figura 17, el principal bloque de organismos maduros se concentró entre las tallas 140-170mm (edades II-III), lo cual indica un crecimiento promedio de entre 20 a 50mm entre las tallas medias de la edad I de septiembre (110mm) y la edad II y III de octubre (130 y 150mm respectivamente), es decir un incremento del 18.5 al 45.5% con respecto a septiembre (Tabla 4).

Para noviembre, el mayor bloque de hembras maduras se deslizó hacia las tallas 100-130mm pertenecientes a la edad I, lo cual produjo un enorme traslape entre las hembras inmaduras y las maduras que compusieron este clase de edad.

La sobreposición de tallas es otro rasgo característico de la especie (12,43,53,57). Questreet (citado por Ramírez, 43), establece que el rango de tallas entre las hembras maduras fluctúa de 100 a 200mm, con mayor incidencia entre las tallas de 145-175mm. En St. Johns Rivers, las hembras maduras abarcan un intervalo entre 102-178mm (53,57).

Con el decremento o la falta de representatividad de machos en las capturas de octubre (40.87%), la estructura de tallas que caracterizaron a las hembras fueron las que determinaron la estructura final que se observó en el stock (Fig 14).

En la gráfica correspondiente de la figura 14, se pudo apreciar claramente que la estructura del stock siguió una tendencia bimodal similar al de las hembras, la cual fué transitoria, ya que para noviembre volvió a presentar la clásica distribución unimodal que la caracterizó en casi todo el estudio.

Durante este período, la presencia de tallas grandes en el stock contribuyó al aumento y homogeneidad en el número de jaibas entre las clases de edad II y III, las cuales durante septiembre llegaron a abatirse del stock (Fig. 22).

La totalidad de cambios que se registraron entre las estructuras edad-talla de septiembre con la establecida en octubre, fueron los siguientes :

La edad I fué la que presentó la mayor variación en su abundancia, dado que en septiembre representó el 83% de la captura total, y para octubre sólo aportó el 45.3% de jaibas capturados; la edad II aumentó del 13.26% al 27.72%; en cambio la edad III, si mostró una diferencia significativa entre las capturas de septiembre a octubre, al aumentar del 3.47% al 23.51% su representatividad en las capturas (Fig. 22, Tabla 5).

Esta gran presencia de hembras maduras en la laguna es indicativo de otro período reproductivo del especie, mucho más grande que el de julio, dado que la presencia de este estadio se prolongó por dos meses.

Este importante período reproductivo de la jaiba azul, también resultó confirmado por Hines (24) para la Bahía de Chesapeake. Según sus reportes, las jaibas después de haber alcanzado la madurez sexual (100-150mm) en el otoño (septiembre-diciembre), eran fecundadas y posteriormente emigraban al mar.

Como se apreció en la figura 17, un importante movimiento de hembras maduras se desarrolló de octubre a noviembre, el cual estuvo compuesto por los grupos de talla más grandes de este estadio sexual (140-170mm), lo cual apoya la sucesión de eventos reproductivos que describió Hines para la población de *Callinectes sapidus* en Bahía de Chesapeake.

Para concluir sobre este ciclo reproductivo de la especie, Tagatz (citado por Ramírez y Hernández, 43), afirma que los mayores períodos de eclosión de los huevecillos se producen con mayor frecuencia durante la primavera y el otoño, y en menor proporción durante el invierno. La periodicidad de este evento varía considerablemente en relación a la temperatura y salinidad de la región.

La disminución de machos maduros en las capturas de octubre y noviembre no alteró el ciclo reproductivo de la especie, como se ve. La fecundación de las hembras maduras registradas en octubre, se vió favorecida por la gran abundancia de machos en las capturas de septiembre, 80.5% del total de organismos maduros. Durante esta fecha, la proporción de machos maduros (n=334) con respecto a las hembras juveniles (n=768) fué de 1 : 2.

No obstante la disminución del número de machos maduros al 34.67% de la captura total de octubre, la proporción con las hembras inmaduras de ése mes se mantuvo constante (1:2), los cuales debieron producir la fecundación de las hembras maduras resultantes en noviembre.

Este decremento en la abundancia de machos maduros coincidió con la temporada de nortes en la región.

La emigración de machos de las lagunas costeras se ha reportado en *Callinectes arcuatus* de mayo a octubre en las lagunas costeras del pacífico mexicano (37), cuando comienza la temporada de lluvias en la región y baja la salinidad en los sistemas acuáticos. Paul (37) afirma que este mismo comportamiento se puede llegar a presentar en los machos de *C. sapidus*.

Buchanan y Stoner (3), también han encontrado que durante las temporadas de lluvias se producen descensos en las abundancias de las poblaciones de *Callinectes spp* de los sistemas costeros.

A este evento, Adkins (1) afirma que los factores primarios que pueden originar los movimientos migratorios de las jaibas son el tamaño de las mismas y la temperatura.

Según Adkins, los movimientos migratorios de las jaibas observados en el stock durante septiembre y octubre, se correlacionaron con el decremento de la temperatura superficial en las lagunas de Louisiana. Al disminuir la temperatura, las jaibas se mueven de estuarios someros a ambientes más profundos y calientes.

Como producto de esta serie de migraciones y reclutamientos alternados, que caracterizaron al ciclo de vida de la jaiba azul en la laguna, las tasas de crecimiento estimadas en el estudio variaron mensualmente acordes a los cambios registrados en el grupo de edad dominante (Fig.22).

Laevastu (27), fué muy claro al señalar que las variaciones en la tasas de crecimiento de determinada especie, están en relación a la variación en el grupo de edad dominante.

En nuestros resultados de crecimiento, esta relación fué evidente. Así por ejemplo, las tasas más bajas registradas en el estudio (fase preliminar, julio y octubre), correspondieron a la estructura homogénea que se formó con las abundancia proporcionales de las dos primeras clases de edad del stock (Fig.22); en cambio, cuando la estructura del stock se basó en una sola clase de edad (edad I), el stock registró las tasas más altas de este proceso metabólico (agosto, septiembre y noviembre) (Tabla 3).

Como se analizó en su momento, el primer patrón de crecimiento del stock tuvo la particularidad de mantener constante el ritmo de crecimiento durante la fase preliminar, julio y octubre, a una tasa mensual de 0.20006 (Tabla 3).

Correlacionando eventos, se entiende que durante la madurez sexual del stock, el crecimiento corporal disminuye a consecuencia de la necesidad de inducir la maduración de las gónadas, por el desarrollo apropiado de los productos de la reproducción de la especie a expensas del aumento en su tamaño, es decir, que destinan toda su energía en el proceso reproductivo que en el crecimiento longitudinal o en último de los casos, por la disponibilidad de alimentos (1,12,35,59). Lo interesante de este resultado, es que se mantuvo una misma tasa de crecimiento entre los dos períodos alternados de maduración que se detectaron en esta especie.

Como se apreció en las figuras 24 A y 25, el efecto de la maduración se reflejó en un crecimiento prolongado, en donde las longitudes máximas ($L^\infty = 261.21$ y 271.21mm) se alcanzaron hacia los grupos de edad IX ó X; así también, los rendimientos en talla entre los grupos de edad que estructuraron al stock fueron los más constantes y altos de todo el estudio.

El período de maduración en el stock también se vió acompañado por un alto rendimiento en peso de las jaibas entre las clases de edad (Fig. 24B, Tabla 3), sobretodo entre las edades I a la III (Fig.25), quizás debido al aumento en el peso de las gónadas o a consecuencia del almacenamiento de la energía para el período reproductivo (22).

Como se apreció en la figura 25, los incrementos instantáneos del peso mostraron una tendencia ascendente entre las clases de edad, efecto que no se detectó en los meses en los que se presentó el dominio de la clase de edad juvenil (agosto, septiembre y noviembre), lo cual viene a confirmar las condiciones metabólicas inherentes de este vital proceso biológico del recurso.

A pesar que durante estos períodos de reproducción del stock se estimaron las mayores tallas y pesos máximos del estudio, existió una importante diferencia en el estado de condición de las jaibas que estructuraron al stock durante julio y octubre. Como se observó en la tabla 3, durante éstos dos meses el stock presentó además de la misma tasa de crecimiento, una misma longitud máxima ($L^\infty = 271.21\text{mm}$); sin embargo, el peso máximo alcanzado durante octubre ($W^\infty = 886.1\text{g}$) fué muy inferior al obtenido en julio ($W^\infty = 1\ 225.6\text{g}$).

Posiblemente, las diferencias que se registraron en el factor de condición (b) del modelo de crecimiento en peso de von Bertalanffy (Tabla 3), motivaron este efecto en la biomasa del recurso. La raíz de éstos cambios, podrían orientarse hacia las diferencias observadas en el crecimiento en peso de los machos y hembras que estructuraron al stock en éstos meses (Figs. 27 y 28).

Como se analizó en la sección anterior (Figs. 27 y 28), los machos desarrollaron mayor rendimiento en talla y peso que las hembras, lo cual es una característica en la especie (18); de tal modo, que al producirse el cambio estructural en el stock, considerándose desde la proporción de sexos y estadios sexuales (Fig. 16 A y B), el predominio de hembras sobre los machos debió inferir directamente en el crecimiento del stock, esto es, a

una baja condición con respecto a la estructura que predominó en la fase preliminar y julio, la cual se mantuvo regulada básicamente por el crecimiento óptimo de los machos abundantes en las capturas de esos meses (Fig. 16 A y B).

Por otro lado, la distribución de la biomasa que se planteó en la figura 14 B, muestra otra perspectiva del proceso reproductivo y de reclutamiento de la especie.

Como se ve en esta serie de gráficas, la diversidad de pesos en los organismos fué mayor a medida que se registraba una mayor homogeneidad en las abundancias de los grupos de talla (fase preliminar, julio y octubre), en cambio, al predominar un reducido grupo de tallas, la biomasa tendió a centrarse en un intervalo estrecho de pesos (gramos).

Según Laevastu (27), esta distribución de la biomasa en el stock es típica en especies de rápido crecimiento o en otras palabras, que presentan abundancia de organismos juveniles (34), como es la jaiba azul, cuyo rasgo especial de esta curva, es el de presentar un punto máximo de biomasa posterior a la etapa de maduración de la especie.

Este punto máximo de la biomasa comprende, según Laevastu, la fracción de reclutas que ingresan al stock, o en su caso, períodos de maduración, dado que reconoce que éstas especies de rápido crecimiento, presentan períodos de reclutamiento y maduración continuos y cortos a lo largo de su ciclo de vida.

El suave decremento de la biomasa que se produjo después del máximo en nuestro estudio, Laevastu lo relaciona con la variabilidad en la mortalidad producida durante el stress del desove.

De los dos períodos de maduración reconocidos en las zonas de pesca, los mayores rendimientos en talla y peso de las jaibas se podrían lograr durante la fase preliminar y julio, esto es, en las temporadas de estiaje en la región, siempre y cuando se respetaran las tallas chicas de los organismos reproductivos (edad I).

A esta misma conclusión llegó Paul (37), en su estudio prospectivo sobre la factibilidad del desarrollo de pesquerías de jaibas en el pacífico mexicano. Según este investigador; la abundancia de las jaibas *Callinectes arcuatus* y *Callinectes toxotes* es mayor en los esteros, canales y áreas profundas de las laguna abiertas, durante las temporadas de secas, las cuales podrían soportar una pesca extensiva al término de la temporada de pesca del camarón en éstas regiones.

Stanley & Caddy (59), señalan que la definición de las tallas y edad de los organismos maduros son variables importantes en la biología pesquera de una especie en explotación, dado que no solamente marcan el inicio de la actividad reproductiva de la especie, sino que además, sugieren un tamaño mínimo legal para la pesca.

En Estados Unidos, la talla comercial de la jaiba azul dura es a partir de los 127mm (1, 55), con la cual supera las etapas críticas de crecimiento de la especie. En cambio, en la laguna de Celestún, la tendencia predatoria de la pesca de las jaibas que ejercen los pescadores, no reconocen tallas ni temporadas de recuperación del recurso, debido precisamente, al escaso conocimiento que tienen sobre la biología de la especie.

Los jaiberos de la laguna de Celestún están concientes de la necesidad de proteger su recurso, pero los bajos costos de sus capturas los impulsan a realizar una pesca indiscriminatoria de la jaiba para mejorar su estilo de vida. Esta tendencia predatoria de la actividad pesquera de la jaiba en Celestún, se recrudece en la temporada de la pesca del pulpo en el estado (1° agosto-15 diciembre), la cual desgraciadamente coincide con la fase mayor de reclutamiento de la jaiba azul y de mortalidad natural del recurso (Tabla 5).

Con esta observación, tocamos otro de los puntos lacerantes en la problemática que guarda esta pesquería, y que se enlistó al iniciar este tema : la falta de vigilancia o de reglamentaciones sobre la talla mínima de las capturas, origina que los tamaños y pesos de los organismos capturados no satisfagan los fines para lo que son requeridos, ya sea para la producción de pulpa de jaiba o para la carnada del pulpo.

Por un lado, la falta de un acuerdo general entre los jaiberos sobre la talla comercial de la jaiba, a conducido por un lado, a la pesca indiscriminada de la edad I, la cual como ya se describió, abarca a las tallas más chicas de hembras maduras que no han alcanzado a reproducirse una sola vez en su vida, y por el otro lado, es la edad con la que ingresan los reclutas al stock, y como se pudo ver en las gráficas de la Figs. 23 y 30, fué la edad que más explotaron durante la pesca de la pulpo en la región.

Desde el punto de vista de los pulperos, las jaibas de una talla menor a los 110mm no favorecen en mucho a la pesca del pulpo, dado que son desechadas rápidamente a comparación de las tallas más grandes. Para ellos, un tamaño ideal en su carnada es arriba de los 130mm (edad II)(Tabla 3); en otras palabras, si a la hora de comprar las capturas frescas de la jaiba se seleccionaran los tamaños apropiados para la pesca del pulpo, es posible que gran parte del producto del esfuerzo de los jaiberos saldría sobrando.

Las altas tasas de crecimiento que se estimaron durante la fase de reclutamiento al stock, mostraron el estado sensible del recurso en cuanto a su desarrollo y recuperación de su tamaño susceptible a la explotación pesquera.

Como se apreció en la figura 24 A y B, durante este crecimiento, las jaibas alcanzaron rápidamente su talla y peso máximos estimados, lo que se reflejó en bajos rendimientos de tamaño y peso entre las cuatro clases de edad del recurso (Fig. 25), a comparación del crecimiento proyectado en el stock durante la fase preliminar y julio.

Además, a decir de los propios jaiberos, la pesca durante agosto y septiembre es difícil, dada la escasez del recurso en la laguna sin razón aparente, por lo que realizan un esfuerzo extra para conseguir buena cosecha.

La causa de ello es sencilla : las altas tasas de crecimiento del stock durante el reclutamiento es indicativo de una continua muda de las jaibas para alcanzar su talla máxima, ante lo cual permanecen escondidos en la vegetación circundante gran parte del tiempo, en lo que reendurecen su exoesqueleto, evitando así su predación.

Como se sabe, el reclutamiento de jaibas juveniles es la única fuente de renovación de las pérdidas del stock producidas por la pesca y los eventos naturales, sin embargo, también es una de las etapas de gran mortalidad natural del recurso.

Autores como Laevastu (27), han indicado que la predación es la principal causa de la mortalidad natural en las poblaciones, la cual es dependiente de la edad y talla de los organismos (59), esto es, que a medida que incrementan en tamaño los organismos, baja el número de sus posibles predadores; las etapas más sensibles de predación son las fases larvales y juveniles.

Tal y como se apreció en la tabla 5, la mayor mortalidad natural producida en la laguna de Celestún ($M = 0.7474$) coincidió con el mes de alta abundancia de reclutas en el stock (septiembre), y con la tasa de crecimiento más alta del stock en el estudio ($k = 0.3604$), de tal modo, además, durante este mes, la proporcionalidad de muertes producidas por la pesca y por la predación muy equitativa (1.5:1) en su efecto sobre el stock, lo que bien pudo explicar la declinación de la edad I en las capturas de septiembre (Tabla 5, Fig. 30A y B). De hecho, la sobrevivencia del stock tuvo uno de sus niveles más bajos en este mes (Fig.29, Tabla 5).

Guiados por estos resultados, se podría proponer que durante éstos meses de reclutamiento se redujera el esfuerzo de pesca en éstas áreas de pesca de la laguna o bien, se estableciera una veda temporal, para permitir la recuperación del stock y el crecimiento de los reclutas. En cambio, las mejores temporadas para la pesca de la jaiba, sería como se mencionó con anterioridad, durante las temporadas de estiaje (marzo-julio)

La limitación del esfuerzo de pesca entre los pescadores, produce el incremento de las capturas a los pescadores activos : como se pudo apreciar en las figuras 12 y 13, la disminución del número de pescadores en la laguna durante agosto y septiembre, minimizó la competencia por el recurso, repercutiendo así en la abundancia de la captura y en las tasas de la CPUE de ambos grupos de jaiberos.

Por otra parte, esta reducción del esfuerzo no debe entenderse como una sanción a los pescadores o como una restricción a la pesca, no es eso, sino de orientarlos hacia otras áreas de la laguna, para que de ese modo se aligere la presión de pesca en las zonas de crianza natural de la especie.

El establecimiento de una talla comercial para ésta pesquería, depende de estudios más concisos sobre la selectividad de las dos artes de pesca (22,23,39), sin embargo, una medida reglamentara para asegurar el escape y sobrevivencia de las tallas chicas del stock, será la abertura de la malla de éstas artes (43).

Como se delinió al principio de la discusión, la explotación exagerada de las tallas chicas en la laguna de Celestún, se ha originado también ante el exceso de artes de pesca en las zonas de mayor explotación en la laguna, y a la limitada oportunidad de los jaiberos para desplazarse a otras zonas de la laguna.

Según Krouse (26), la tendencia que se persigue al colocar un gran número de trampas en una sección de la laguna, es minimizar el posible escape de los especímenes que transitan por esas zonas; sin embargo, se incrementa las posibilidades de predación y canibalismo dentro de las trampas (13), además de que se produce la sobrepesca del reclutamiento.

Este autor también describe que la eficacia de las trampas para crustáceos depende de la respuesta olfatoria de las especies a factores extrínsecos del medio ambiente (temperatura, salinidad, ritmos de las mareas, topografía del lugar, etc), y a otros factores propios de la especie (abundancia, estructura de la población, actividad, comportamiento, estado de muda y de reproducción).

Así por ejemplo, la capturabilidad se ha visto incrementada en ambientes con temperaturas altas, dado que la actividad de las jaibas es mayor lo que las vuelve vulnerables a la trampa, o por el contrario, las altas temperaturas inducen a períodos frecuentes de muda, cesando de esta manera la alimentación en los organismos lo que reduce la captura de los mismos. Con respecto a la influencia de la estructura del stock en la eficacia de las artes de pesca, se ha visto que la variabilidad en la composición por tallas y sexos de las capturas se le atribuye a las respuestas del comportamiento de las especies a la muda y reproducción.

Los índices de capturabilidad obtenidos en este estudio (Tabla 5), revelaron que con los palitos se logra una buena extracción de la abundancia de jaibas que habitan las regiones someras del sistema.

Como se hizo referencia durante la descripción de ésta pesquería, la bonanza de la pesca depende en gran medida de la densidad de jaibas en las zonas donde se siembran las trampas, de tal modo, que un pescador puede llegar a cambiar de sitio varias veces en una misma jornada o bien puede retirarse rápidamente de la laguna con un buen cargamento de jaibas con una sola revisión de sus artes de pesca.

Basados en Csirke (10), las variaciones mensuales de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de cada una de las artes de pesca, dieron un panorama aproximado de la densidad de jaibas existentes entre las zonas de siembra de éstas trampas (Figs. 12 y 13):

Tomando en cuenta que los rendimientos mayores de las capturas, fueron obtenidos por el grupo minoritario de pescadores (palitos), se infiere la probabilidad de que en las porciones someras de la laguna exista una vasta abundancia de este recurso, la cual está siendo aprovechada en gran nivel por las artes de pesca de palitos, según lo indican los valores altos de la capturabilidad (q) de este instrumento de pesca.

Considerando que hay un mayor número de naceros en la laguna, posiblemente la competencia por el recurso entre los naceros esté influyendo en la eficiencia de las mismas, por lo que la idea anterior acerca del desplazamiento de este grupo de pescadores a otras zonas de la laguna toma valor; así por ejemplo, las regiones con mayor nivel de agua de la laguna, situadas hacia la bocana podrían ser mejor aprovechadas por éstas trampas de profundidad, además cabría la posibilidad de capturar a las jaibas grandes que periódicamente emigran hacia los ambientes más salinos de este sistema costero.

Según se vió en el campo, estas áreas de la laguna son poco aprovechables dada la distancia con respecto al muelle de Celestún, lo cual aumenta su potencial productivo. Por observaciones de campo, se pudo observar que son pocos los pescadores que poseen los medios necesarios para transportarse allá, y sin embargo, consiguen grandes cargamentos de jaibas en éstos lugares.

Así pues, creemos que el impulso de ésta pesquería debe orientarse a explotar otras zonas en la laguna, lo cual traerá como consecuencia el mejoramiento de vida a los jaiberos, y sobretodo, distribuirá la presión de pesca a un mayor intervalo de tallas, propiciando así el mantenimiento de una estructura estable en el stock y por consiguiente, asegurará un rendimiento sostenible de las capturas al gremio de pescadores.

También resultaría tentador, la experimentación de otros tipos de trampas más selectivas en los tamaños de las presas para esta pesquería, siguiendo la tendencia planteada con anterioridad, acerca de abarcar una mayor proporción de la laguna y no centrarse en un solo punto. Claro está que el monto de la inversión para este objetivo, sobrepasa los intereses de los pescadores, si no ven bien pagados sus esfuerzos actuales. No obstante, es una buena idea si en el futuro, el estado decidiera activar sus recursos pesqueros potenciales existentes en sus lagunas costeras.

Si bien la explotación pesquera fué la principal causa de mortalidad del recurso, los índices extractivos de esta actividad (tasa de explotación, E) fueron variantes, llegando a situarse en niveles de sobreexplotación (julio) o en un estado de explotación óptima (la mayor parte del estudio), es decir a una tasa de explotación de 0.50, a consecuencia de la irregularidad en la pesca por parte de los jaiberos.

Esta variabilidad de la tasa de explotación, trajo como consecuencia lógica, la fluctuación en la tasas de sobrevivencia (S)(Figs. 29 y 31).

Como se puede observar en la tabla 5, la mayor tasa de explotación del recurso(julio) se produjo cuando se registró uno de los mayores esfuerzos de pesca en la laguna ($f=90$, 60 naceros y 30 pescadores con palitos), a la vez que la gran eficiencia de las artes de pesca reportada en este mes ($q_{\text{nazas}}=0.0245$ y $q_{\text{palitos}}=0.04909$), permitieron extraer grandes porciones de jaibas del stock.

En cambio, con el decremento del esfuerzo de agosto a octubre, la capturabilidad de las artes de pesca disminuyó notoriamente, determinando de esta forma una baja en la intensidad de pesca sobre el recurso.

Este descenso en la capturabilidad de ambas artes de pesca, posiblemente fué influido por el predominio de tallas chicas en la laguna, el cual se extendió a noviembre (Fig. 17), debieron resultar poco vulnerables a éstas trampas, o como ejemplificó Krouse (26), la frecuencia de muda por las que atravesaron los reclutas redujo la atracción por las carnadas.

Como al parecer la irregularidad en la pesca es natural entre los jaiberos, las tasas de explotación parecen proyectarse en un nivel constante de ésta variable pesquera, alrededor de un óptimo de producción ($E=0.50$), la cual según Doi (Csirke *op.cit.*) significa un punto de equilibrio entre las pérdidas producidas por la pesca y los eventos naturales, es decir, que este ritmo de pesca no se está afectando la tasa de renovación natural de la población.

En apoyo a estos registros, Laevastu (27) señala que cuando se presentan altas tasas de mortalidad por pesca e incrementos en los coeficientes de crecimiento, se produce el rejuvenecimiento del stock.

La renovación del stock se reflejó en nuestro estudio con el aumento de la abundancia del stock, posterior al período de sobreexplotación que se generó durante julio (Fig.31 B)

Como se observó en ésta última gráfica del estudio, las abundancias mensuales de las capturas de la jaiba azul, solo representan un poco menos de la mitad del todo el potencial de jaibas susceptibles de ser explotadas que existen en la laguna; esto deja una gran fracción de jaibas vivas, libres de seguir creciendo y reproduciéndose en la laguna y los ambientes marinos de la zona.

De este modo, en la gráfica de la figura 31 B se sintetiza el estado actual de ésta pesquería, resumiendo en dos diagramas, el efecto modelador de la biología de la especie sobre el ejercicio de esta actividad extractiva, que en términos generales se encuentra en un nivel óptimo de producción y de recuperación, lo cual explica la gran abundancias de jaibas que es posible encontrar a lo largo de todo el año.

Para finalizar diremos que por experiencia en el campo, este recurso pesquero ha sido muy noble, dado que por mucho tiempo ha mantenido a un número creciente de familias pescadoras que buscan en este producto su medio de subsistencia; sin embargo, creemos que ya es momento justo de darles el impulso necesario a esta pesquería técnica y económicamente, para elevar el escaso nivel socioeconómico al que se encuentran marginados éstos pescadores, y sobretodo, porque al nivel de explotación en que se encuentra esta pesquería, los volúmenes de captura resultaron ser superiores a otras especies económicamente importantes para el estado durante el ejercicio de pesco de 1988.

Por citar ejemplos, la captura del bonito fué apenas de 83 toneladas, del jurel fué de 73 toneladas, de la sierra fué de 65 toneladas, a diferencia de la captura de las jaibas que durante los cinco meses que duró el presente estudio, acumularon un total de 129.29 toneladas de jaibas (*Callinectes spp.*)

Considerando este alto potencial productivo de las jaibas en la laguna de Celestún, es urgente mantener estudios de investigación biológicas-pesqueras permanentes sobre la abundancia del stock, así como iniciar el levantamiento de verdaderas estadísticas de captura y esfuerzo de ésta pesquería, en donde se destaque el papel de cada una de las dos artes de pesca en esta actividad extractiva.

Estamos seguros, que con ello, se resaltará aún más, el valor monetario de este recurso que tiene sobre la economía local, proyectándola hacia el sector pesquero del estado para su consideración futura como una pesquería potencialmente productiva.

9.0 CONCLUSIONES

La pesca de la jaiba (*Callinectes spp*), es la segunda pesquería en importancia en la Laguna de Celestún, después de la pesca del camarón para coctel.

Son dos especies de jaibas que se explotan en ésta pesquería : la jaiba azul *Callinectes sapidus*, y la jaiba parda *Callinectes rathbunae*.

La jaiba azul *Callinectes. sapidus*, es la base de esta pesquería. La abundancia de su captura representó entre el 75 y 87% de la captura total de jaibas.

Esta pesquería está formada por 120 jaiberos; la flota está compuesta principalmente por alijos impulsados con palancas, mientras que una minoría de pescadores poseen lanchas con motor fuera de borda.

La mayor explotación de jabas se lleva a cabo en las cercanías del puente, esto es, entre la parte media y alta de la laguna de Celestún.

La parte media y alta de la laguna de celestún (principales áreas de pesca de jaiba), son las zonas naturales de crianza de la jaiba azul.

La pesca de la jaiba es nocturna.

Los jaiberos laboran un promedio de 4 a 6 días a la semana, haciendo un total de 20 a 25 jornadas de pesca al mes.

La principal carnada de ésta pesquería son las cabezas de mero (*Ephinephelus morio*), además de la xlavita (*Lagodon rhomboides*) y el bagre (*Arius melanopus*).

Las limitantes en la actividad pesquera de la laguna son las condiciones climatológicas, la disponibilidad de la carnada en el comercio local y el abastecimiento de gasolina.

La jaiba se vende como pulpa principalmente; durante la temporada del pulpo, se comercializan los mochitos y las jaibas frescas enteras, como carnada de ésta pesquería.

Se emplean dos artes para la pesca de la jaiba : nazas y los palitos, ambas de manufactura casera.

La eficacia de las artes de pesca dependió de la densidad de las jaibas en las áreas de explotación.

La naza es el principal arte de pesca. Es utilizado por el 75% de los jaiberos; su localización en la laguna abarca las áreas profundas de la misma.

Las nazas son poco selectivas en cuanto a la talla de sus capturas; llegan a pescar lo que abunde en la laguna.

Los palitos se emplean exclusivamente en las áreas someras de la laguna, dado que su manejo precisa de la visibilidad de la carnada y de las presas, para una mayor selectividad en los tamaños de las jaibas a capturar.

De julio a noviembre de 1990, el volumen total de las capturas mensuales de *Callinectes spp.* desembarcadas en el muelle de Celestún, sumaron un total de 192.14 toneladas, con un promedio mensual de 38.48 toneladas.

La mejor etapa de explotación pesquera se realizó en julio, mientras que las jornadas más bajas de esta actividad se efectuaron durante octubre.

La captura lograda por las nazas representaron del 62 al 73% del volumen total : 27 ton. en julio, 24.3 en agosto, 24.9 en septiembre, 23.4 en octubre y 25.2 en noviembre.

La abundancia de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en las capturas mensuales sobrepasaron los 200 000 jaibas en casi todo el estudio, salvo en octubre a consecuencia de las malas condiciones climatológicas en la zona.

Las mayores abundancias de las capturas fueron obtenidas por las nazas; sin embargo los mayores rendimientos, expresados como la CPUE, favoreció a los pescadores con palitos.

La pesca con palitos resultó ser más eficiente que a comparación de las nazas, según los índices de capturabilidad (q); esto es, con la mitad de pescadores o del esfuerzo de pesca desarrollado por los naceros (f), los pescadores con palitos explotan óptimamente sus áreas de pesca.

La distribución de tallas (ancho del caparazón) en las muestras mensuales de las capturas fué unimodal, con una tendencia central entre las tallas de 100-130mm, excepto durante octubre, donde la frecuencia de tallas siguió una tendencia bimodal, entre los grupos de talla 90-120mm y 150-170mm.

Entre los machos de *Callinectes sapidus*, las tallas se agruparon alrededor de los tamaños predominantes en las capturas, 90-120mm, con fluctuaciones mensuales en la abundancia de éstas tallas.

La distribución de tallas entre las hembras fué bimodal, presentando una notable sobreposición entre las tallas de las hembras maduras e inmaduras.

El rango de tallas registrados para ejemplares maduros en jaibas hembra fué de 86 a 190mm, mientras que para los estadios inmaduros abarcó de los 57 mm a los 159mm.

Se presentaron dos períodos alternantes importantes en la abundancia de hembras inmaduras y maduras.

De julio a septiembre existió predominio de jaibas hembras inmaduras, mientras que para octubre y noviembre se registró la mayor presencia de hembras maduras en el estudio.

La proporción de sexos en las capturas favoreció a los machos de julio a septiembre 2:1, cambiando para octubre a 1: 1.5 y, 1:1 en noviembre.

Los cambios mensuales que se registraron en la estructura de tallas del stock de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, permitieron inferir sobre algunos aspectos de su ciclo de vida estuarino, tales como maduración, migración y reclutamiento, los cuales mostraron gran dependencia con los gradientes de salinidad y temperatura que predominaron en la laguna durante el muestreo de campo.

Los niveles más altos de salinidad en toda la laguna se registraron a principios de julio (16 a 22 ‰). Para finales de julio y hasta septiembre, la salinidad mostró un gradiente negativo desde la bocana a la parte alta de la misma (20 a 5 ‰).

La temperatura en la laguna de Celestún se mantuvo constante entre los 30-31°C hasta principios de julio. En agosto y septiembre se formó un gradiente negativo entre la bocana y la parte alta de la misma, llegando a bajar a menos de 29°C durante este período de tiempo.

El predominio de estadios juveniles (reclutamiento) así como de machos maduros en las capturas de julio a septiembre se relacionaron con las bajas salinidades que se registraron en las áreas de pesca.

La disminución gradual de la abundancia de hembras maduras en la laguna entre julio y septiembre, coincidió con el descenso de la salinidad en las áreas de pesca, interpretándose como una fase importante de migración de la jaiba azul en la laguna de Celestún con fines reproductivos.

El incremento de la temperatura en la laguna a finales de septiembre y la abundancia repentina de hembras maduras en las capturas de octubre y noviembre, definieron un posible período de maduración de la especie en estudio.

El stock se estructuró por cuatro clases de edad, con variaciones mensuales de sus intervalos de tallas.

La explotación pesquera de *Callinectes sapidus* se centró en las jaibas de la edad I, sobretodo en agosto, septiembre y noviembre.

Los cambios en la estructura edad-talla del stock originaron variaciones en las tasas de crecimiento del stock.

La dinámica de crecimiento del stock estuvo caracterizada por la alternancia entre los períodos de alto y bajo crecimiento.

Los rendimientos más altos de la talla y peso del stock, se registraron con una misma tasa de crecimiento ($k= 0.20006$) durante la fase preliminar, julio y octubre. Este bajo crecimiento del stock se relacionó con el proceso de maduración en las jaibas.

El crecimiento acelerado del stock se produjo durante agosto, septiembre y noviembre, con las siguientes tasas de crecimiento : 0.2501, 0.3604 y 0.2907 respectivamente.

Las altas tasas de crecimiento se correlacionaron con el fenómeno de reclutamiento al stock.

Se identificó un importante reclutamiento al stock de jaibas juveniles pertenecientes a la edad I, en agosto, septiembre y noviembre.

El factor de condición reportado en este estudio, b , definió un crecimiento alométrico entre la talla y peso de los organismos del stock.

El stock presentó un mejor estado de condición durante la fase preliminar, julio, agosto y septiembre.

Los rendimientos en talla y peso entre las hembras y machos del stock, presentaron diferencias significativas. Los machos alcanzaron mayor peso y talla a comparación de las hembras.

Los machos registraron los valores más altos del factor de condición a comparación de las hembras.

La edad de reclutamiento osciló según se registraba el dominio de determinada clase de edad.

La edad de reclutamiento más alta fué en la fase preliminar ($t_c = 1.6$), y la más baja se registró en septiembre ($t_c = 0.6$), mes con mayor abundancia de juveniles en las capturas diarias.

La mortalidad total y por pesca tuvieron variaciones alternantes a lo largo del estudio.

La mortalidad por pesca es la principal causa en la disminución del tamaño del stock.

Las altas tasas de sobrevivencia se registraron durante agosto y octubre.

La mortalidad natural tuvo su mayor tasa durante la etapa de mayor reclutamiento al stock (septiembre).

Los palitos resultaron ser el arte de pesca que logra explotar mayor fracción del stock con su uso, según los índices de capturabilidad estimados.

Los índices de explotación se situaron un poco por encima del óptimo esperado (0.50), durante la mayor parte del estudio, con excepción de julio, cuando se registró un nivel de sobreexplotación en el recurso ($E=0.6662$).

El tamaño del stock presentó una tendencia a la alza durante el estudio. Su mayor decremento se registró en julio.

Los volúmenes de pesca con respecto al tamaño potencial del stock, establecen que el recurso mantiene inalterado su capacidad de recuperación a las pérdidas producidas por la pesca y eventos naturales o bien que no se ha sabido explotar su potencial.

El gran número de nazas en las zonas naturales de crianza de la especie, la baja selectividad en su pesca y la abundancia de juveniles en dichas áreas, cuestionan el mal uso que se ha hecho a este tipo de arte de pesca y, la sobreexplotación que hace de las tallas inferiores a la comercial. Se recomienda la búsqueda de mejores zonas de pesca para las mismas.

El monopolio del comercio local, los bajos precios de los productos de ésta pesquería, la falta de capacitación y de mejores implementos para la pesca son los principales problemas que han impedido el pleno desarrollo de esta pesquería, y han marginado a condiciones socioeconómicas precarias a los jaiberos.

El impulso de esta pesquería debe surgir del estudio constante de esta actividad y de la dinámica poblacional de las especies en explotación, los cuales marcaran los lineamientos y estrategias de producción más favorales para esta actividad.

Si bien la poblaciones de *Callinectes sapidus* y *C. rathbunae* en la laguna de Celestún se encuentran bajo un alto grado de explotación, el campo de su estudio aún se mantiene VIRGEN.

LITERATURA CITADA

- 1- Adkins, G., 1972. A study of the blue crabs fishery in Louisiana. Louisiana Wildlife Fisheries. Commission Oyster, Water Bottom and Sea Foods Division. **Tech. Bull.**, No., 3:57 p.
- 2- Alfaro G., L.A. y M. López Y., 1986. Contribución al estudio de la pesquería del pargo criollo (*Lutjanus analis*) Cuvier y pargo mulato (*L. griseus*) en el litoral del Estado de Yucatán, Méx. Tesis de Licenciatura en Biología, ENEPI, UNAM, 73 p.
- 3- Buchanan, B.A. y W. Stoner A., 1988. Distributional pattern of blue crabs (*Callinectes sp.*) in a tropical estuarine lagoon. **Estuarine**, 11(4): 231-239.
- 4- Cabrera V., M.A., 1986. Contribución al estudio de la pesquería del carito (*Scomberomorus cavalla*) Cuvier 1829, en la Península de Yucatán, Méx. Tesis de Licenciatura en Biología, ENEPI, UNAM, 80p.
- 5- Cassie, R.M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.**, 5(3): 513-522.
- 6- Collier, B.D., W.G. Cox , A.W. Johnson y P.C. Miller, 1973. **Dynamic Ecology**. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliff, New Jersey, EUA., Part IV: 132-276 p.
- 7- Contreras, F., 1985. **Las lagunas costeras mexicanas**. Ecodesarrollo-Sepesca, México, D.F. 253 p.
- 8- Costlow, J. y C.G. Bookout, 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. **Biol. Bull.**, 116: 373-396.
- 9- Cox. G.W., 1980. **Laboratory manual of general ecology**. WMC Brown: Company Publishers. Fourth Edition, Dubuque Iowa, EUA, Cap.6 : 38-40.
- 10- Csirke, J., 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. **FAO, Doc. Tec. Pesca**, (192): 82 p.
- 11- Day, J.W. y A. Yáñez- A., 1982. Coastal lagoons and estuarines ecosystem approach. **Ciencia Inter.**, 22(1-2): 11-26.
- 12- Dittel, A.I., C.E. Epifanio, 1984. Growth and development of portunid crab *Callinectes arcuatus*, Ordway : zoea, megalopae and juveniles. **J. Crust. Biol.** 4(3): 491-494.

- 13- Dittel, A.I., C.E. Epifanio y J.B. Chavarria, 1985. Population biology of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, Central America. **Est., Coast. and Shelf Sci.**, (20): 593-602.
- 14- Engel, D.W., L.D. Eggert, 1974. The effect of salinity and sex on the respiration rates of excised gill of the blue crab, *Callinectes sapidus*. **Comp. Biochem. Physiol.**, 47 A: 1005-1011.
- 15- Epifanio, C.E., C.C. Valenti y A.E. Pembroke, 1984. Dispersal and recruitment of blue crab larvae in Delaware Bay, USA. **Est. Coast. and Shelf Sci.**, 8: 1-12.
- 16- FAO, 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. **FAO, Circ. Pesca**, (736): 101 p.
- 17- FAO, 1983. Grupo de trabajo del CAIRM sobre la ordenación de recursos vivos en aguas tropicales cercanas a la costa. Roma, 28 Feb.- 4 Marzo de 1983. **FAO, Inf. de Pesca**, 284 : 125 p.
- 18- Fischer, W., 1978. FAO species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). FAO Vol. 6 TRUE CRABS, 17 p.
- 19- Gallardo-Cabello, M., 1985. Análisis del crecimiento de la anchoveta *Engraulis mordax* Girard, en aguas de Baja California Norte (Pisces: Engraulidae). **An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.**, Univ. Auton. Méx., 12 (1): 235-252.
- 20- García K.,I. y J. Franco L., 1989. Aspectos ecológicos de las poblaciones del género *Callinectes* (Crustácea: Portunidae) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. **Museo de Zoología**, ENEPI, UNAM. 1:19-25.
- 21- García. M., 1985. Aspectos biológicos de las especies de cangrejos portunidos en el suroeste del Golfo de México. Tesis de Licenciatura en Biología, ENEPI, UNAM, 105 p.
- 22- Gulland, J.A., 1971. **Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces**. Ed. Acibia, Zaragoza, España, 164 p.
- 23- Gulland, J.A., 1983. El porque de la evaluación de las poblaciones. **FAO, Circ. de Pesca**, (759): 20 p.
- 24- Hines, A.H., R.N. Lipcius y A.M. Haddon, 1987. Population dynamics and habitat partitioning by sex, size and molt stage of blue crab *Callinectes sapidus* in a subestuary on Central Chesapeake Bay **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 56: 55-64.

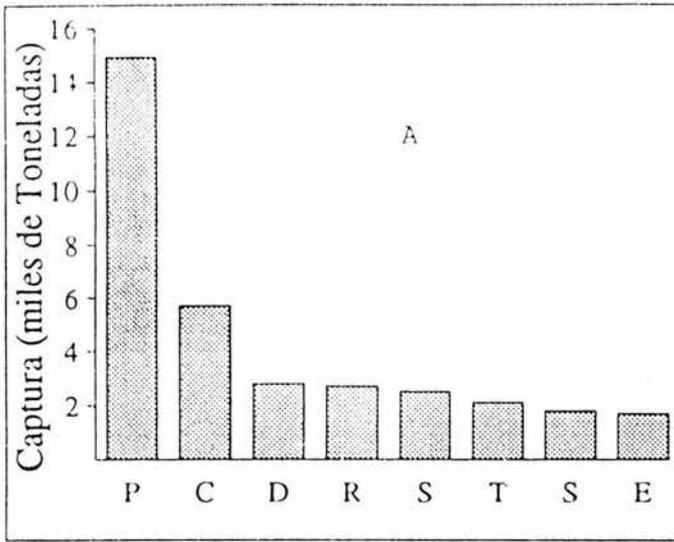
- 25-rebs, C.J., 1985. **Ecology : The experimental analysis of distribution and abundance**. Third Edition. Harper & Row, Publisher, Inc. New York, New York, 753 p.
- 26- Krouse, J.S., 1989. Performance and selectivity of trap fisheries for crustaceans. In: Caddy, J. (Ed.) : **Marine invertebrate fisheries: Their assessment and management**. John Wiley & Sons Inc., 4: 307-323.
- 27- Laevastu, T. y H.A. Larkins, 1981. **Marine Fisheries Ecosystem. Its quantitative evaluation and management**. Fishing News Books Ltd., Surrey XIV + 162 pp.
- 28- Laughlin, R.A., 1982. Feeding habitats of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, in the Apalachicola Estuary, Florida, **Bull. Mar. Sci.**, 32: 807-822.
- 29- Leffler, C.W., 1972. Some effects of temperature on the growth and metabolic rate of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus*, in the laboratory. **Mar. Biol.**, 14:104-110.
- 30- Mahood, R.K., 1970. A report on the Cooperative Blue Crabs study South Atlantic States. **FIA, Dept. Nat. Resour. Contrib. Ser.**, No. 139:139 p.
- 31- Margalef, R., 1974. **Ecología**. Omega, Barcelona, España, 17: 576-608.
- 32- Martínez R., V.M., 1988. Aspectos poblacionales de la jaiba azul *Callinectes sapidus* Rathbun (Decapoda: Portunidae) en la Laguna de Tamiahua, Ver. Tesis de Licenciatura en Biología, ENEPI, UNAM, 69 p.
- 33- McConaughy, J.R., D.F. Johnson, A.J. Provenzano y R.C. Maris, 1983. Seasonal distribution of larvae of *Callinectes sapidus* (Crustacea: Portunidae) in the waters adjacent to Chesapeake Bay. **J. Crust. Biol.**, 3(4): 582-591.
- 34- Odum, E.P., 1985. **Ecología**. Ed. Interamericana, Tercera Edición, México, D.F. 639 p.
- 35- Olmi III, E.J. y J.M. Bishop, 1983. Variations in total width-weight relationship of blue crabs *Callinectes sapidus*, in relations to sex, maturity, molt stage and caparace form. **J. Crust. Biol.**, 3(4): 575-581.
- 36- Orth, R.J. y J. Van Montifrans, 1987. Utilization of seagrass meadow and tidal marsh creek by blue crabs *Callinectes sapidus* I: seasonal and annual variations in abundance with emphasis on post-settlement juveniles. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 41: 283-294.
- 37- Paul, R.K.G., 1982. Abundance, breeding and growth of *Callinectes arcuatus* Ordway and *Callinectes toxotes* Ordway (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in a Lagoon on the Mexican Pacific Coast. **Est. Coast. and Shelf Sci.**, 14: 13-20.

- 38- Pauly, D., 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. **FAO, Doc. Tec. de Pesca**, 234: 49 p.
- 39- Pauly, D., 1984. **Fish population dynamics in tropical water : A manual for use with programmable calculator**. ICLARM, Manila, Filipinas, 325 p.
- 40- Perry, H.M., 1975. The blue crab fishery in Mississippi. **Gulf Res. Rep.**, 5(1): 39-58.
- 41- Pesca, 1989. Información básica de la actividad pesquera en Yucatán, 1988. Gobierno del Estado, 20 p.
- 42- Pounds L., S., 1967. Crabs of Texas. **Tex. Park and Wildl. Dep. Tech. Ser.**, No. 43 :57 p.
- 43- Ramírez G., Ma. del S. y T.I. Hernández, 1988. Investigación biológico-pesquero para la obtención de la jaiba azul *Callinectes spp.* en Alvarado, Ver. Tesis de Licenciatura en Biología, ENEPI, UNAM, 85 p.
- 44- Raz-Guzmán, M.A., A.J. Sánchez, L.A. Soto y F. Alvarez, 1986. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros de la Laguna de Términos, Campeche (Crustacea : Brachyura y Anomura). **An. Ins. Biol. Ser. Zool.**, Univ. Nal. Auton. Méx., 57(2): 343-384.
- 45- Ress, G.H., 1965. Annual report of the Bureau of commercial fisheries. BLUE CRAB PROGRAM. Biological laboratory, Beaufort, N.C. For fiscal reade ending, June 30, 1965. **U.S. Dep. of Int. Fish and Wildl. Ser. Circ.**, 215: 3-11.
- 46- Ress, G.H., 1966. Annual report of the Bureau of commercial fisheries. BLUE CRAB PROGRAM. Biological laboratory, Beaufort, N.C. For fiscal read ending, June 30, 1966. **U.S. Dep. Int. Fish and Wildl. Ser. Cir.**, 240: 4-15.
- 47- Rocha, A.R., 1981. Contribución al conocimiento de los crustáceos Peneidos, Portúnidos y Palemonidos en la Laguna de Tamiahua, Ver. In: **Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología**. Villahermosa, Tabasco. Univ. Juárez Auton. de Tabasco y SOMEXZOO., A.C..
- 48- Royce, W.F., 1972. **Introduction to the fishery science**. Academic Press, New York, New York, EUA, 351 p.
- 49- Román, C.R., 1986. Análisis de la población de *Callinectes spp.* (Decapoda: Portunidae) en el sector Occidental de la Laguna de Términos, Camp., Méx. **An. Inst. Cien. Mar. y Limnol.**, Univ.Nal. Aut. Méx., 13(1): 315-322.

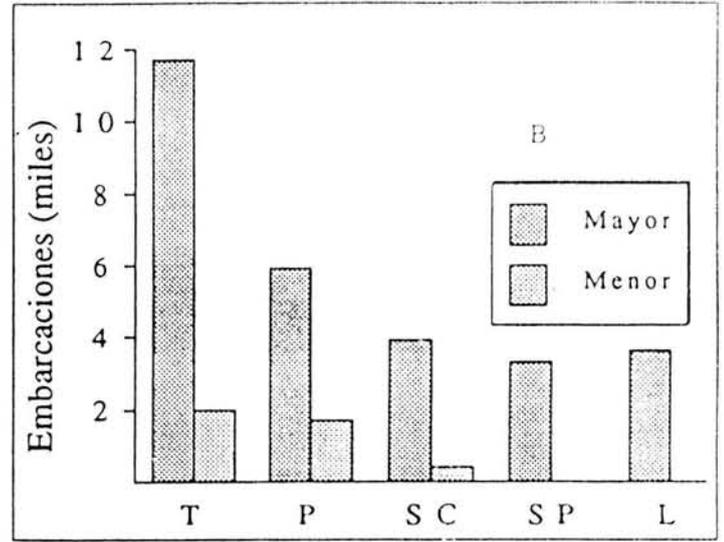
- 50- Ryer, C.H., 1987. Temporal pattern of feeding by blue crabs *Callinectes sapidus* in a tidal-marsh creek and adjacent seagrass meadow in the lower Chesapeake Bay. **Estuaries**, 10(2): 136-140.
- 51- Stanley, J.C., J.F. Caddy, 1989. The population biology of decapods. In: Caddy, J.F. (Ed.) **Marine fisheries : Their assessment and management**. John Wiley & Sons Inc., 15: 327-375.
- 52- Sulkin, D.S., 1976. Nutritional requeriment during larval development of the portunid crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. **J. Crust. Biol.**, 4(1): 29-41.
- 53- Tagatz, M., 1968. Biology of the blue crabs *Callinectes sapidus*, in the river St. Johns River, Florida. **Fish. Bull.**, 67(1): 17-33.
- 54- Trejo P., J.A., 1980. Estudio del sistema de CO₂-Carbonatos de la Laguna de Celestún, Yuc. Tesis de Maestría en Biología Marina, CINVESTAV, I.P.N.- Mérida, 43 p.
- 55- Van Den Avyle, M.J. y D.L. Fowler, 1984. Species prolife : Life histories and environmental of coastal fishes and invertebrates (South Atlantic). **BLUE CRAB. U.S. Dep. of the Int. Fish and Wildl. Ser.**, FWS/085-82/11-19 U.S. Army Corps. of Engineers, TR EL-82-4. p: 1-6.
- 56- Warner, B.F., 1988. **Biology of crabs**. Elk Science London, 202 p.
- 57- Williams, A.B., 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda : Portunidae). **Fish. Bull.**, 702(3): 685-798.
- 58- Zamacona E., J., V.M. Cobos y F. Campos G., 1990. Estudio del proceso de eutroficación de la Laguna de Celestún. Reporte de Investigación. Univ. Auton. de Yucatán.

A N E X O S

ANEXO A
FIGURAS



P=Progreso C=Celestún D=Dzilamde Bravo
 R=Río Lagartos S=Sisal T=Telchac
 S=San Rafael E=El Cuyo



T=Total P=Privada SC=Sociedades Cooperativas
 Privadas SP=Sociedades Populares L=Libres

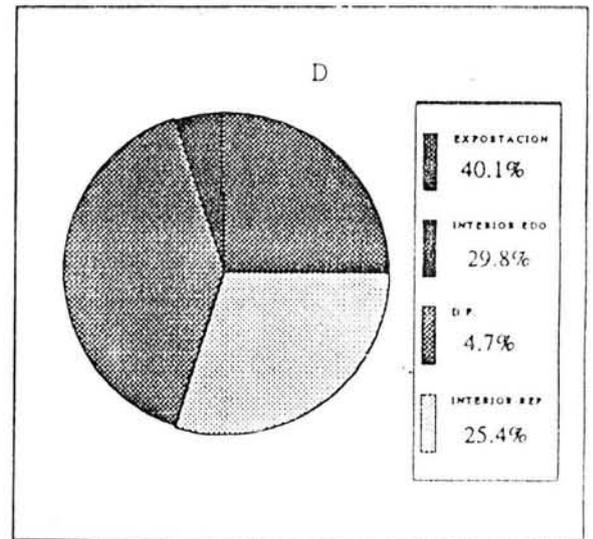
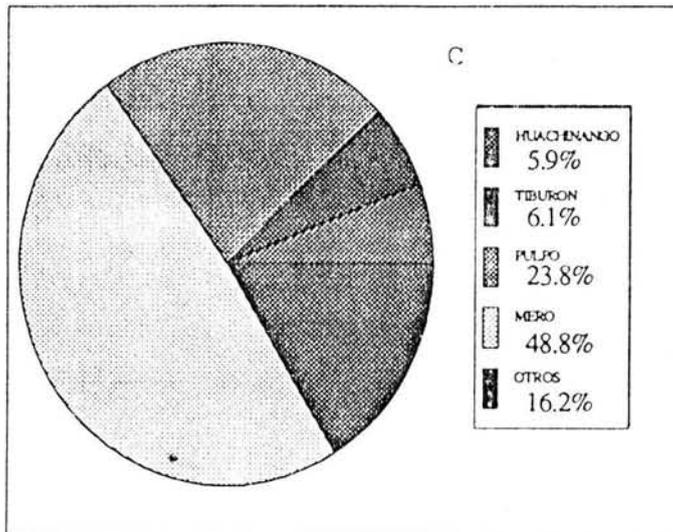


Fig. 1 Estadísticas pesqueras del Estado de Yucatán, 1988. A, Volumen de la captura por puerto en el Edo; B, Estructura de la flota pesquera en el Edo.; C, Principales especies capturadas en el Edo.; D, Comercialización de la pesca.

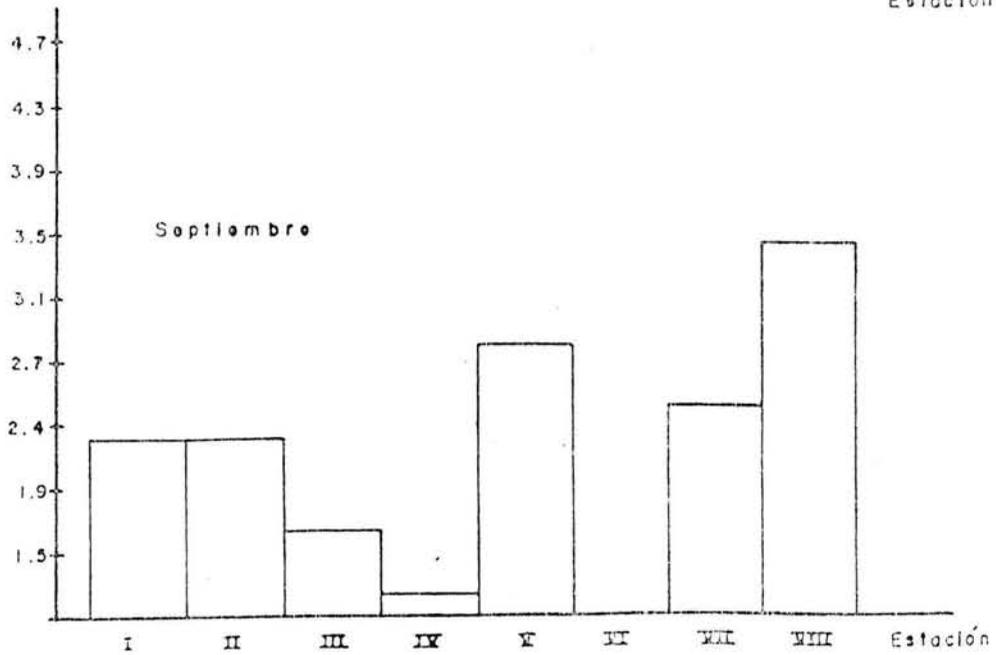
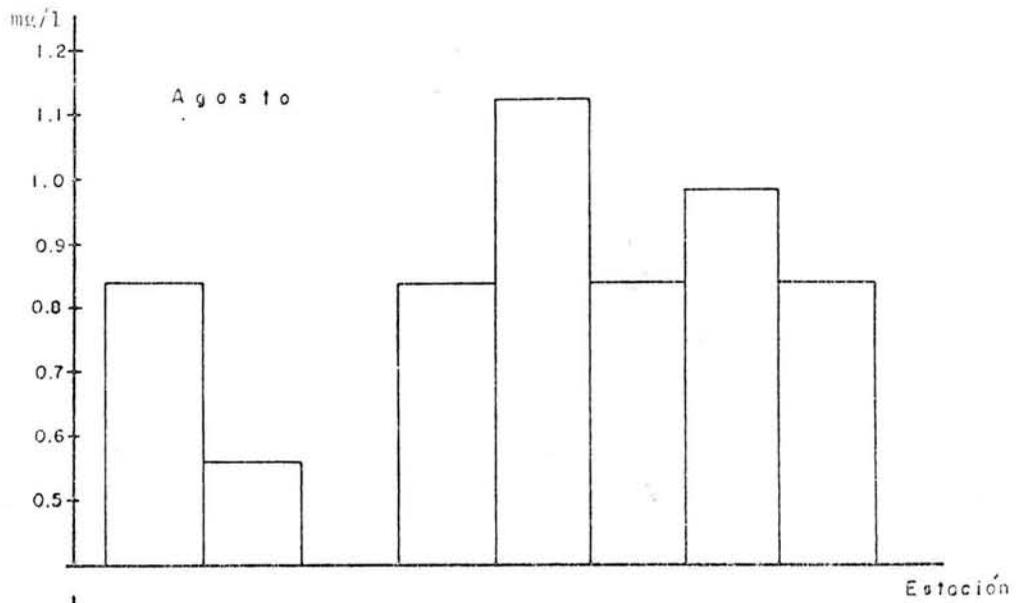
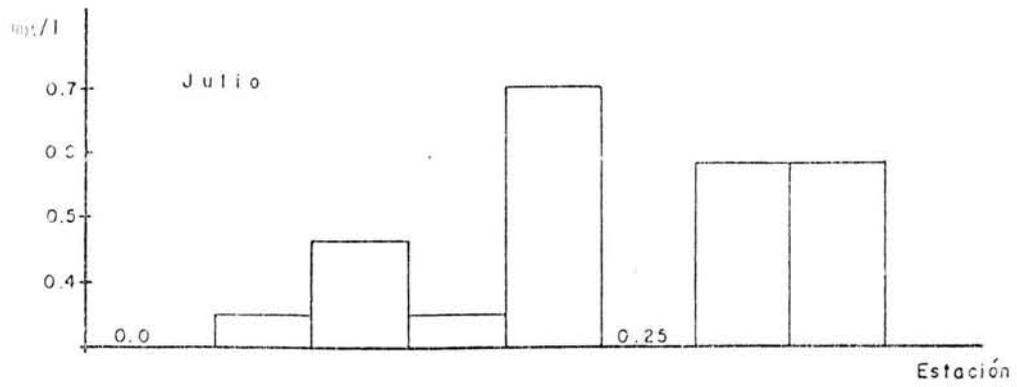


Fig. 3 Variación mensual de nitrógeno amoniacal (mg/l) en la Laguna de Celestún

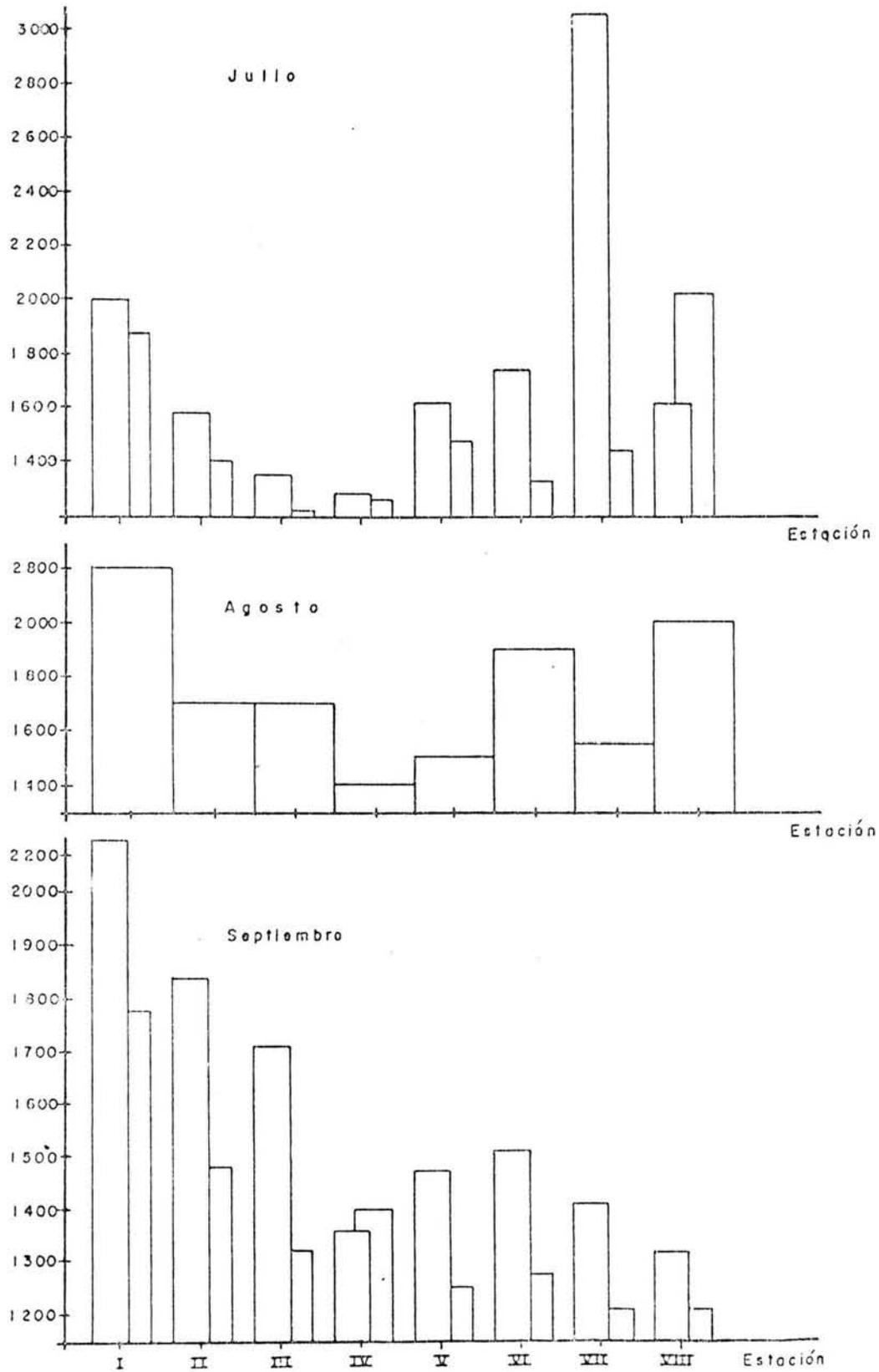


Fig. 4 Variación mensual de sulfatos (mg l) en la Laguna de Celestún, Yuc.

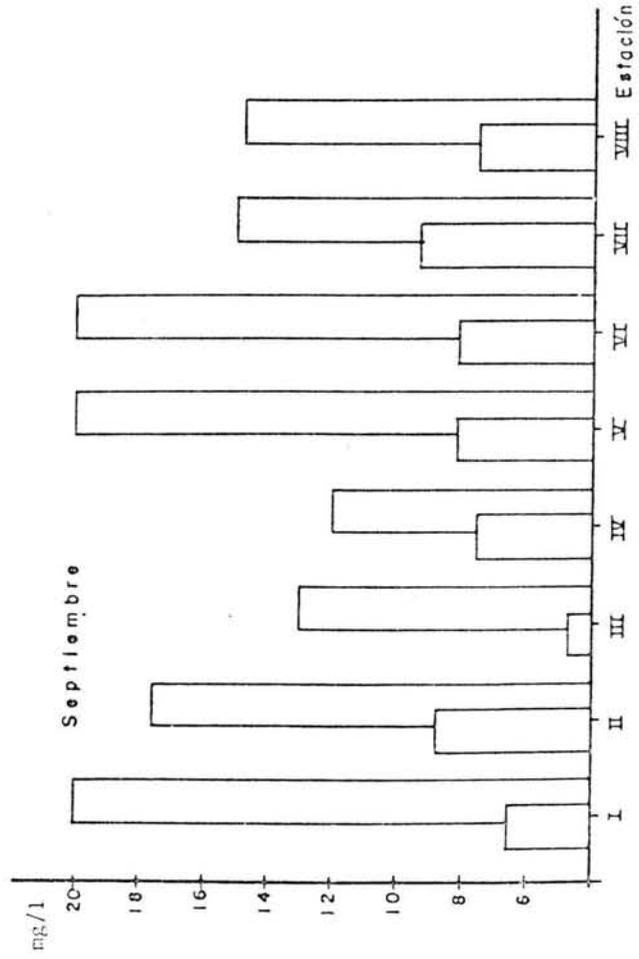
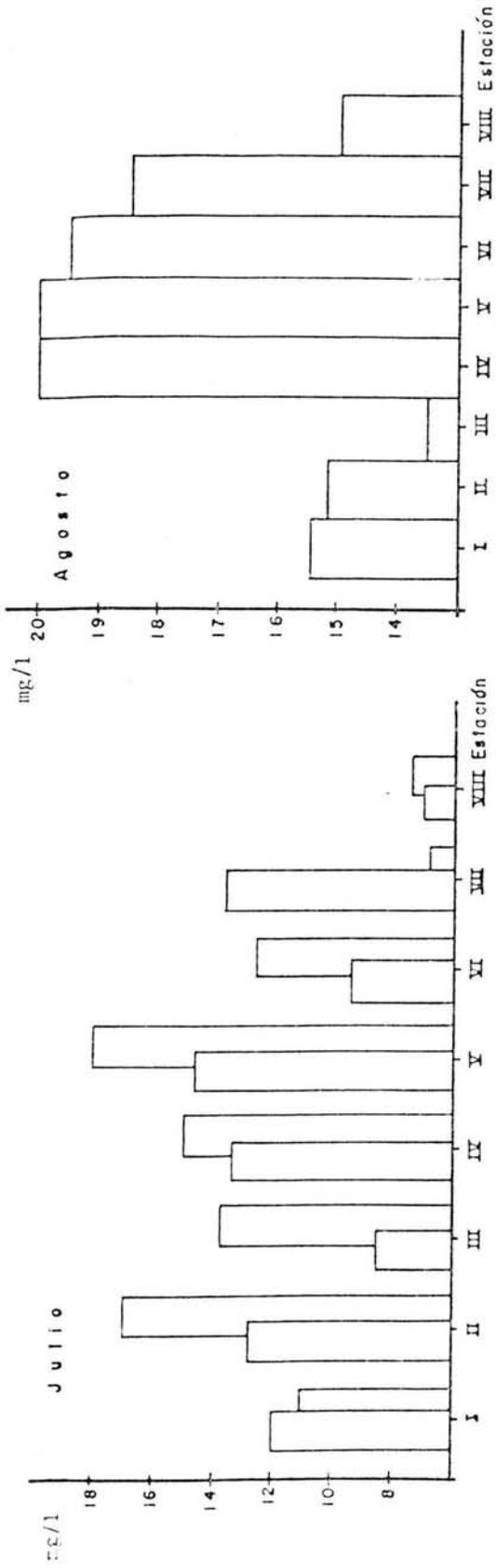


Fig. 5 Variación mensual del oxígeno disuelto (mg/l) en la Laguna de Celestún, Yuc.

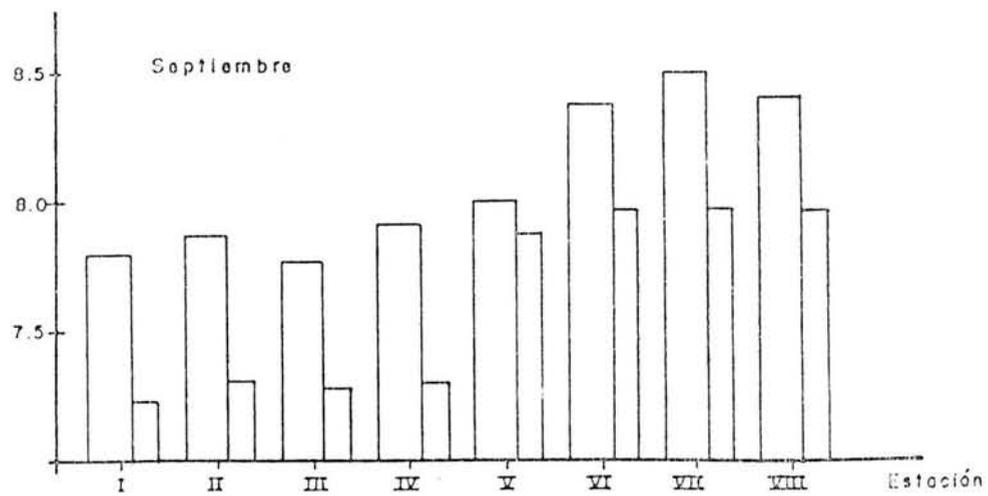
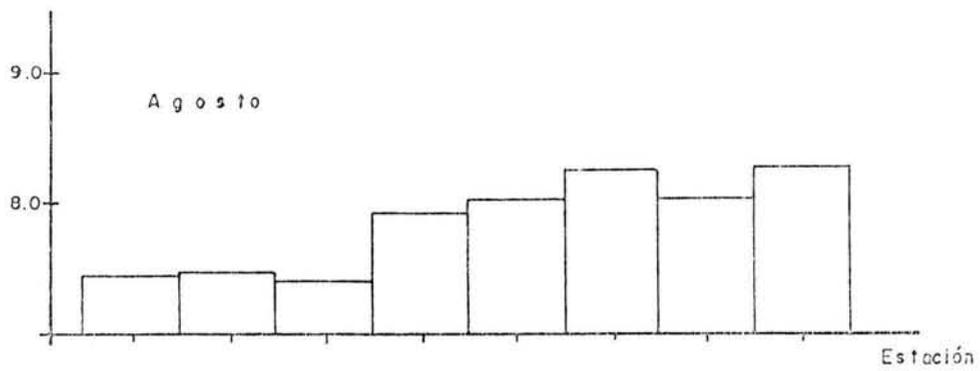
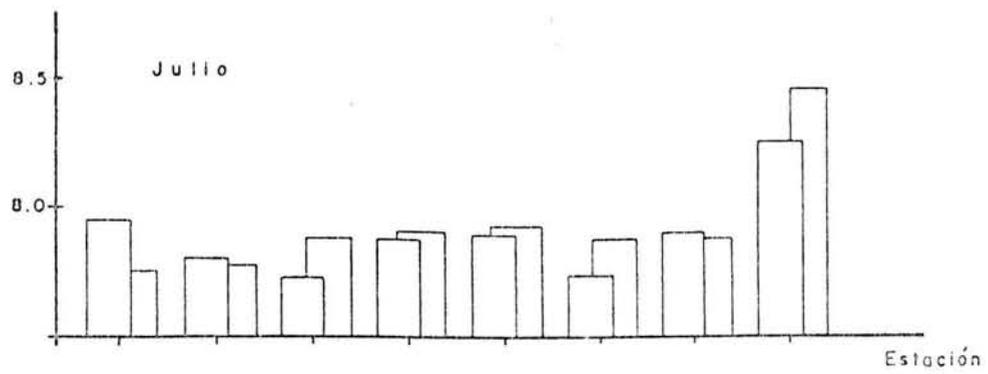


Fig. 6 Variación mensual del pH en la Laguna de Celestún, Yuc.

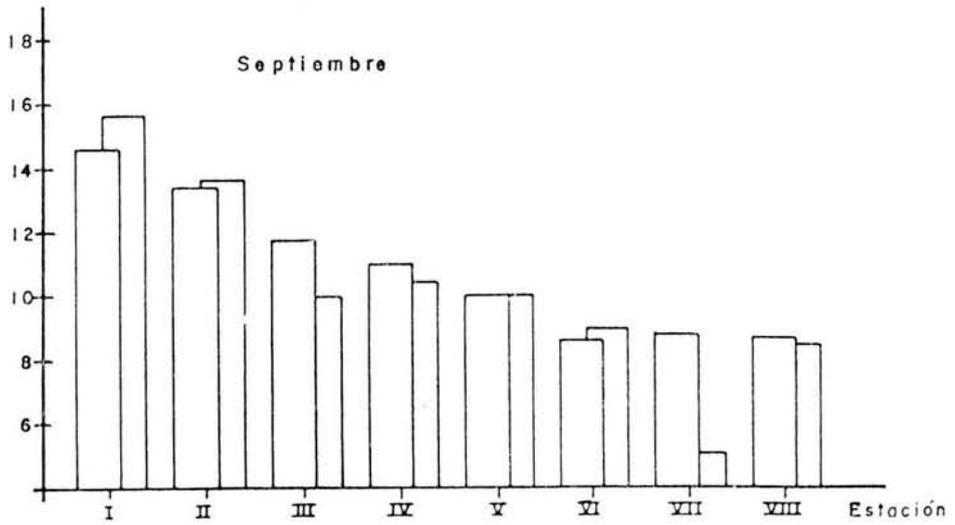
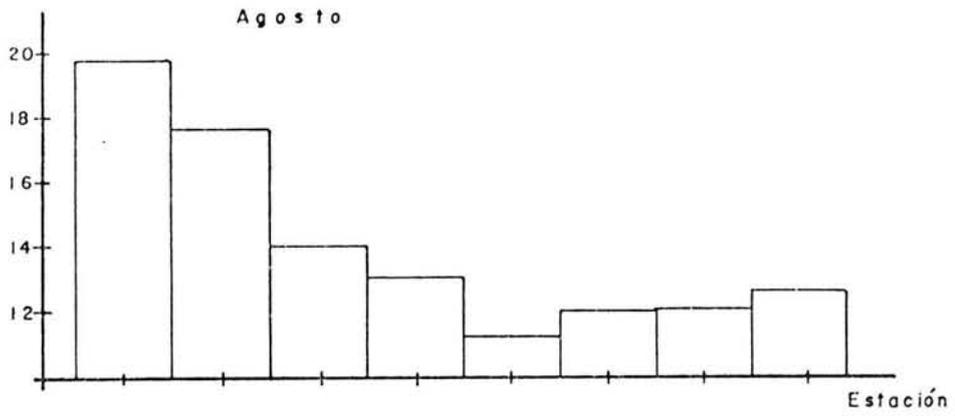
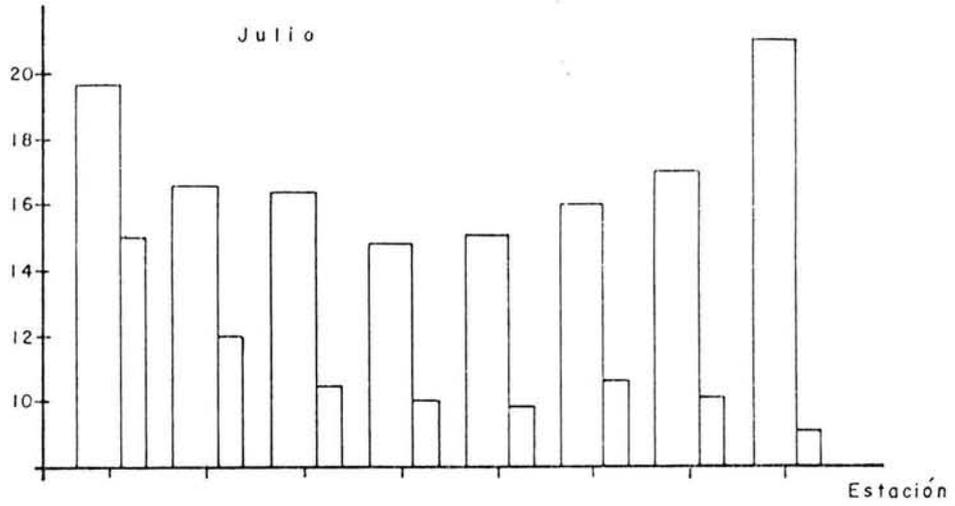


Fig. 7- Variación mensual de la salinidad (‰) en la laguna de Celestún, Yuc.

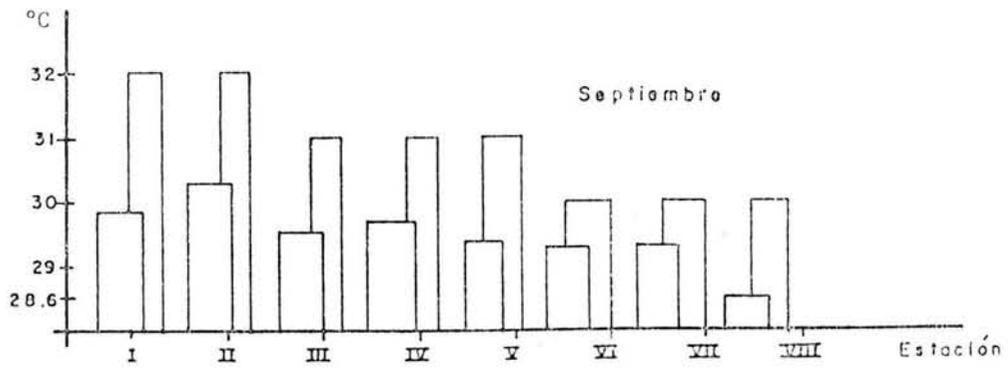
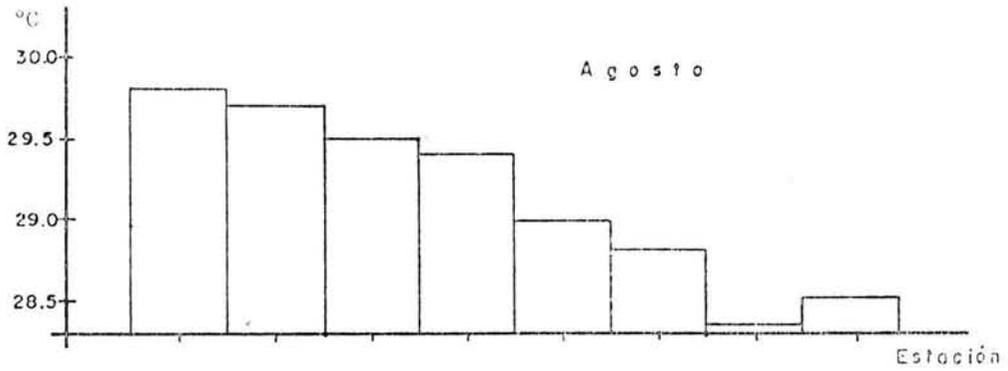
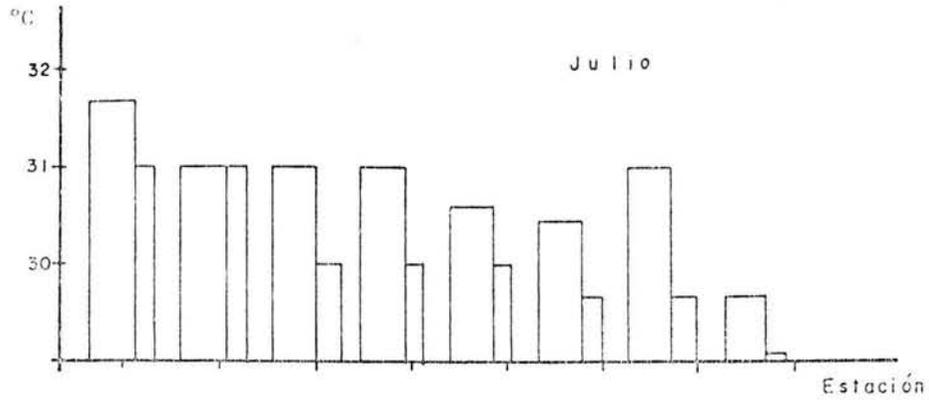


Fig. 8 Variación mensual de la temperatura (°C) en la Laguna de Celestún, Yuc.

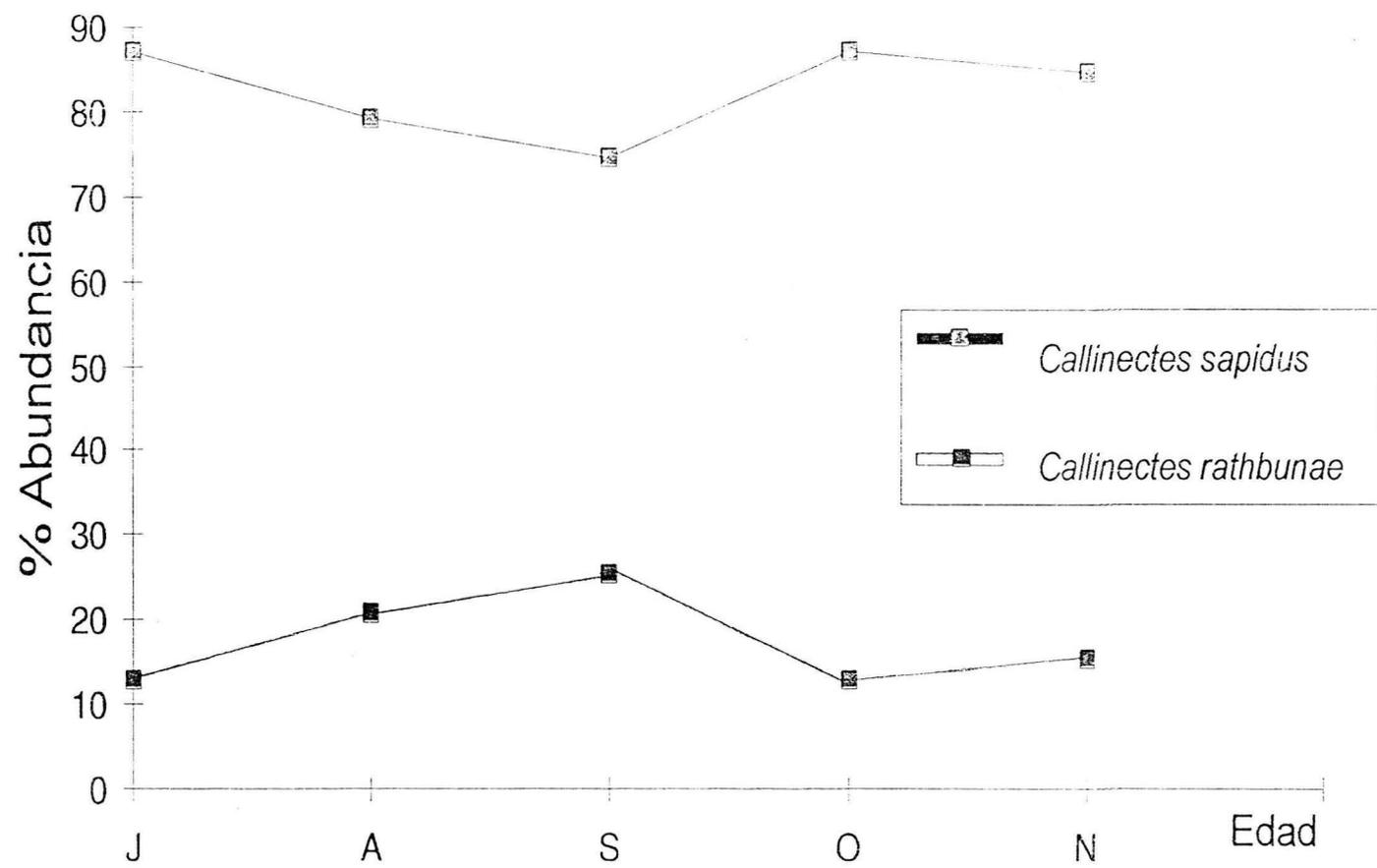


Fig. 9- Porcentaje del número de organismos de la jaiba azul *Callinectes sapidus* y de la jaiba *Callinectes rathbunae* en la captura mensual obtenida en la laguna de Celestún, Yuc.

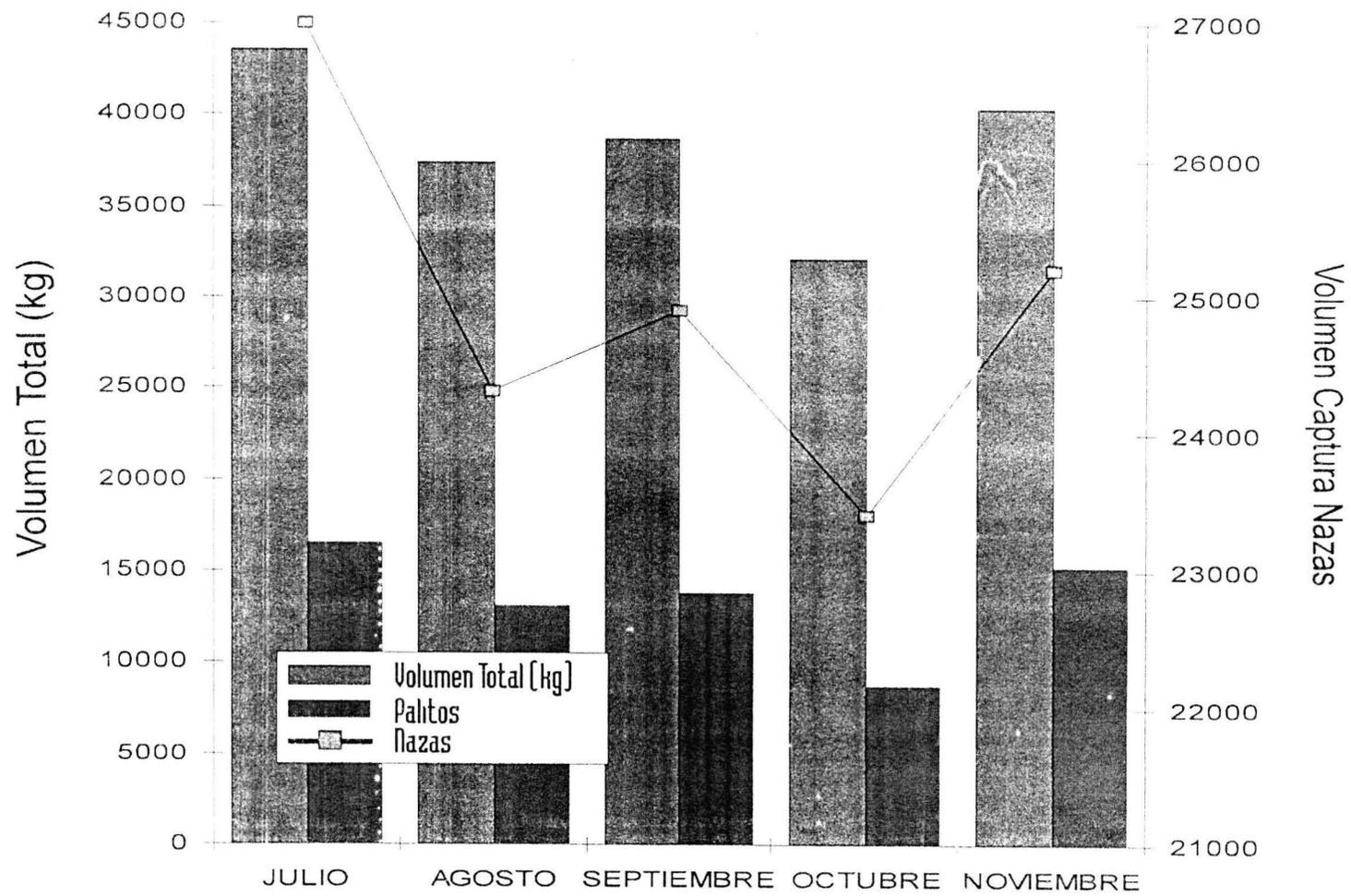


Fig. 10- Volumen de captura de las jaibas *Callinectes spp.* en la laguna de Celestún, Yuc.

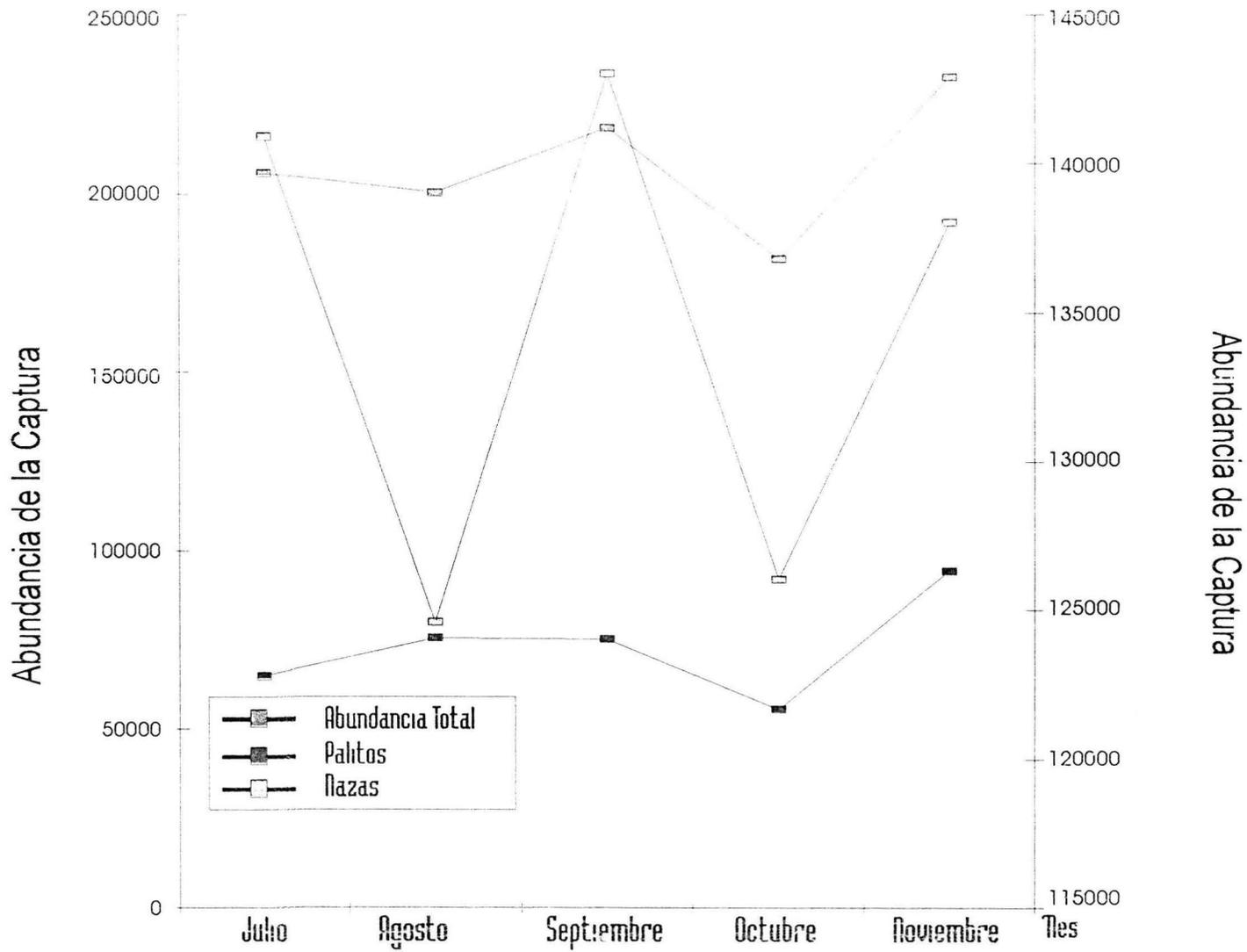


Fig. 11- Número de organismos de la captura mensual de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.

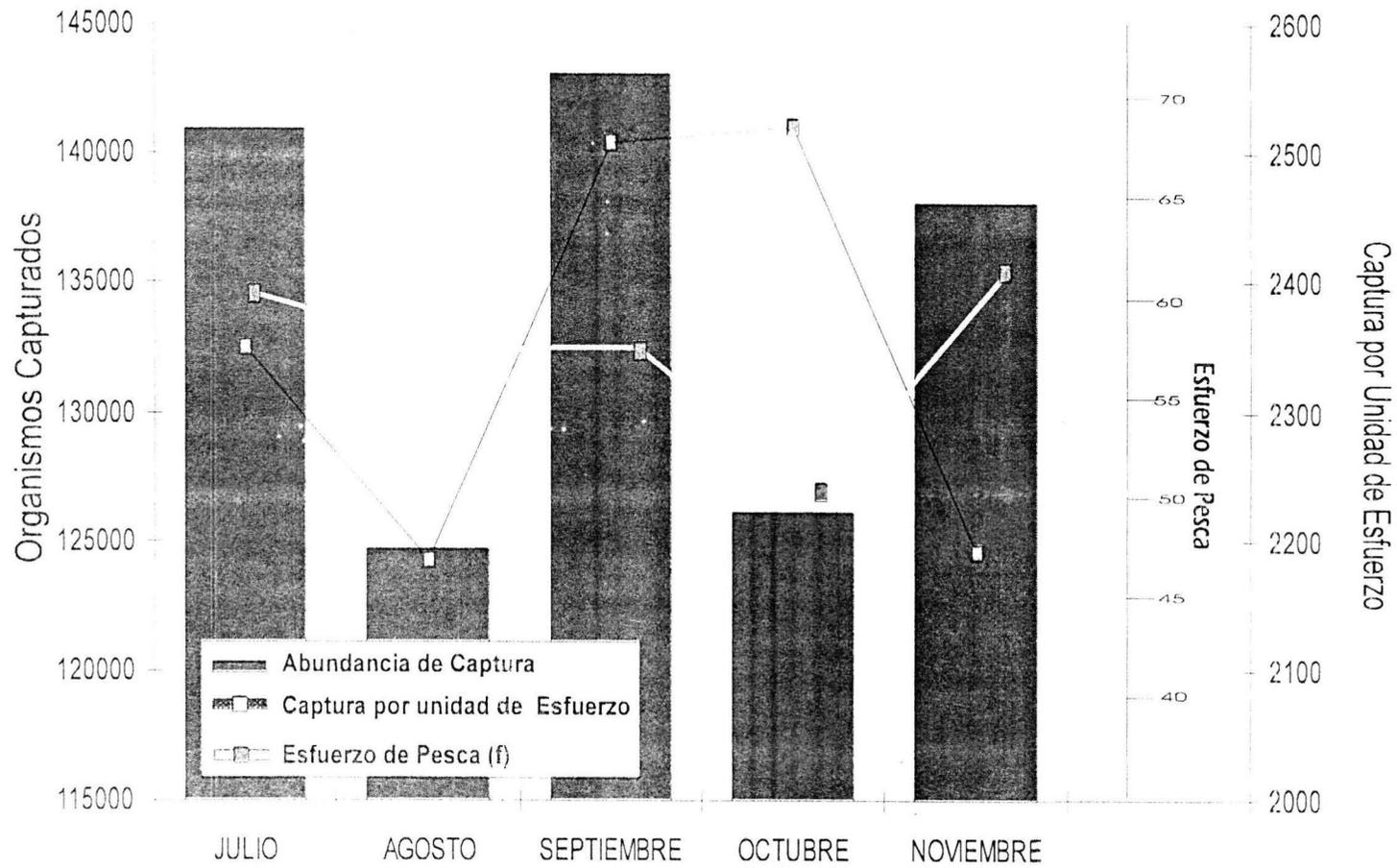


Fig. 12- Relación de la captura, esfuerzo y CPUE mensual por el uso de las nazas como arte de pesca de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.

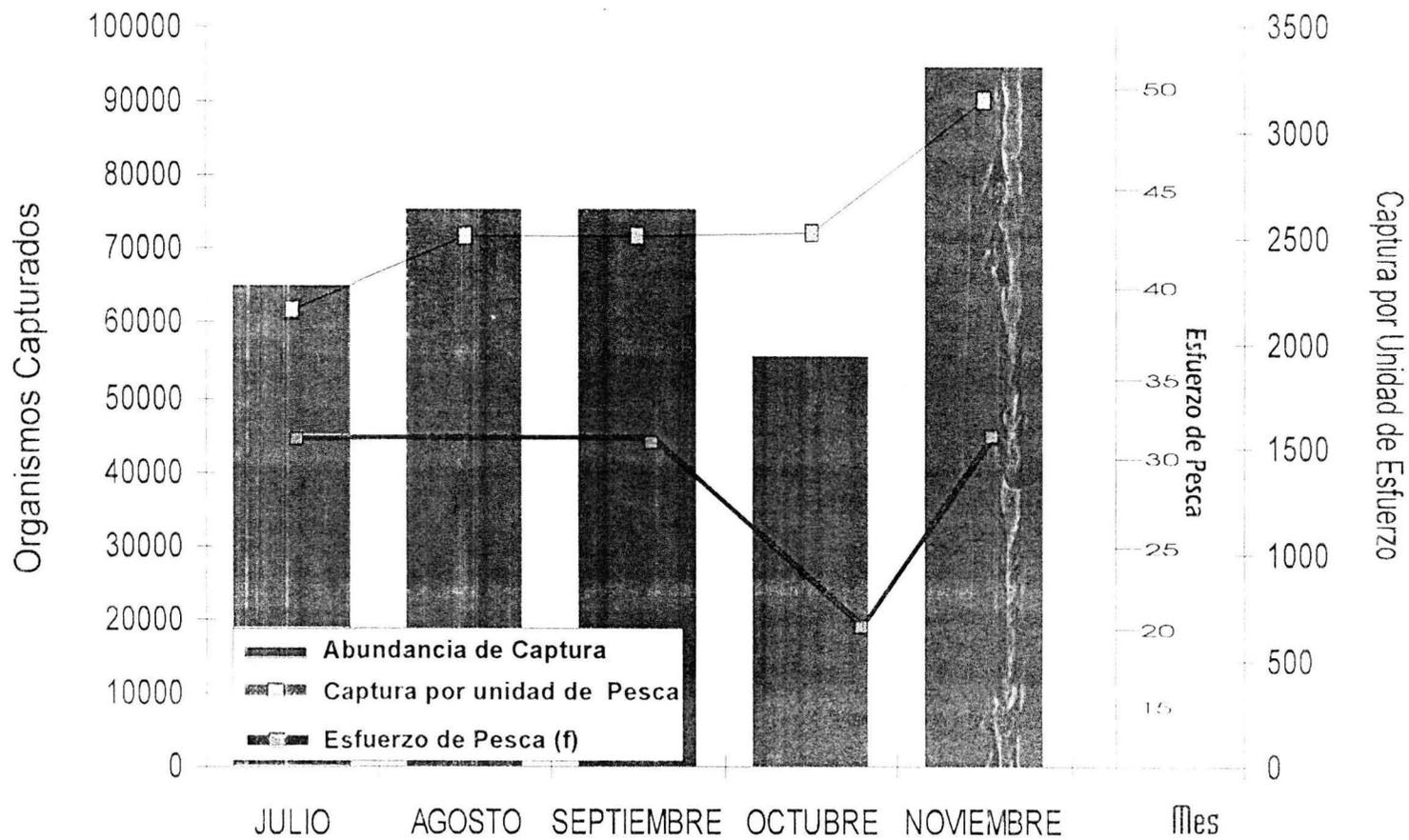


Fig. 13- Relación de la captura, esfuerzo y C.P.U.E. mensual por el uso de "palitos" como arte de pesca de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc.

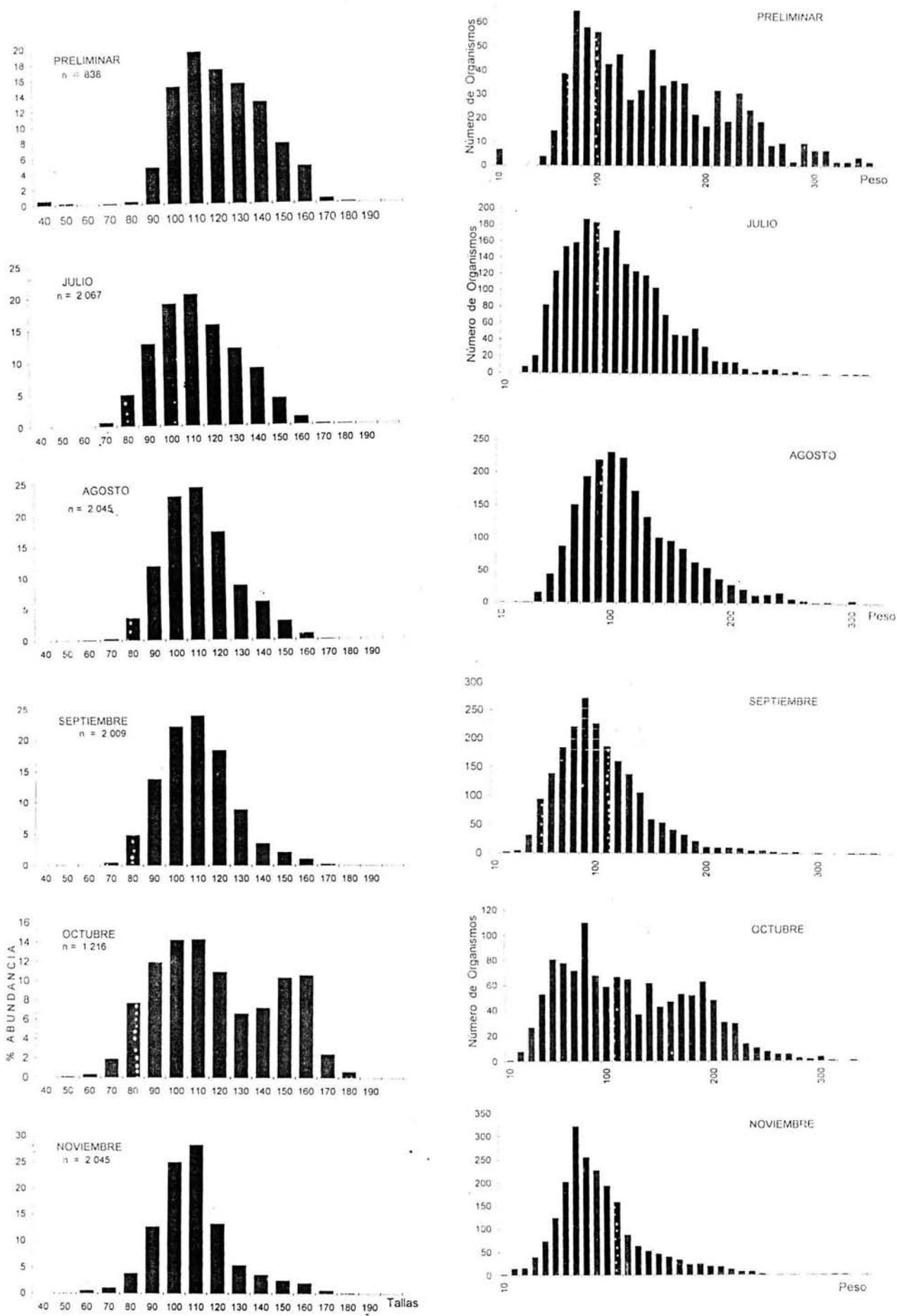


Fig 14.- Frecuencia de tallas y pesos de los organismos en las muestras mensuales de la captura de la jaiba azul *Callinectes sapidus*. A, Talla; B, Peso.

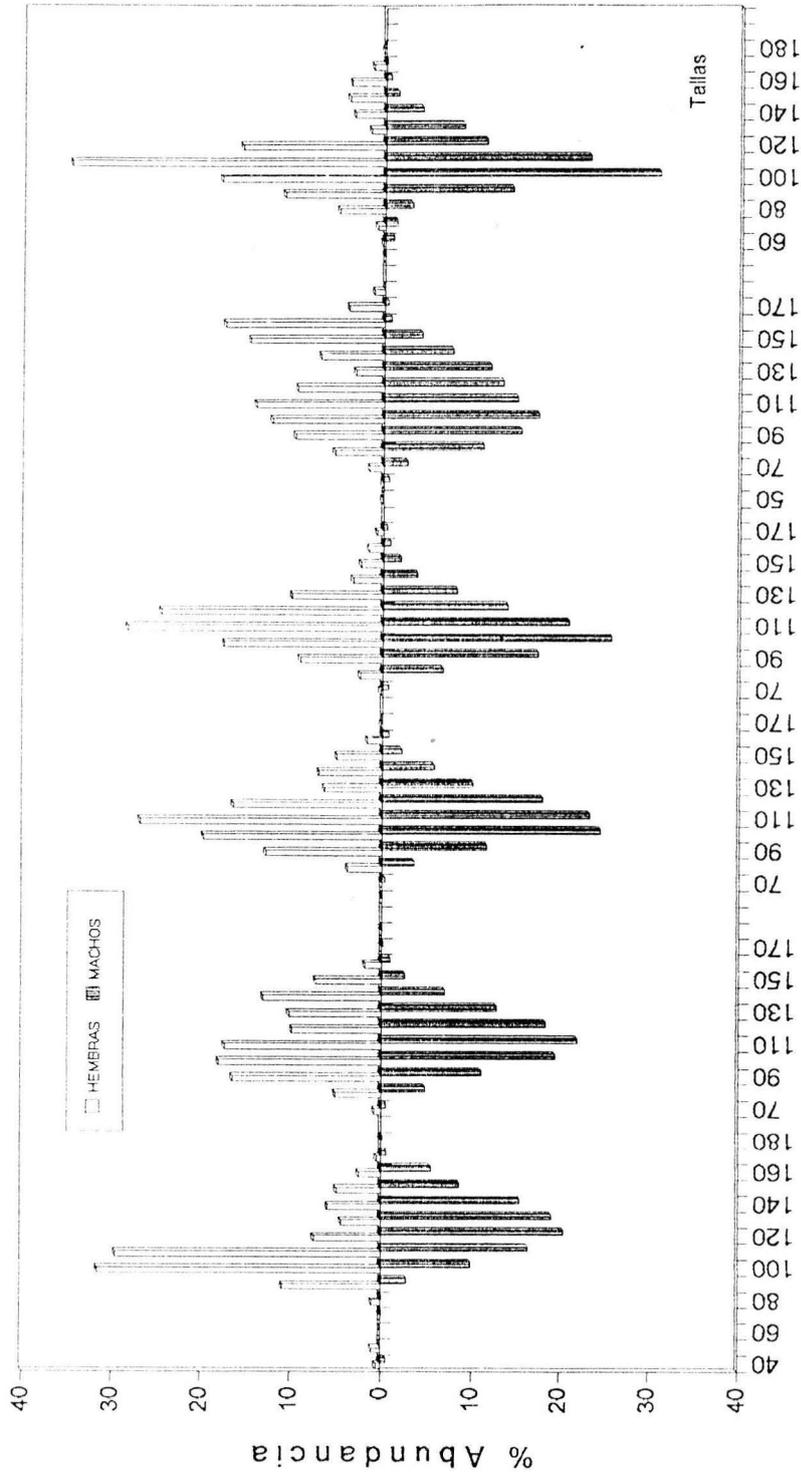


Fig. 15 Frecuencia de tallas de hembras y machos de las muestras mensuales de la captura de *Callinectes sapidus* en la Laguna de Celestún, Yuc.

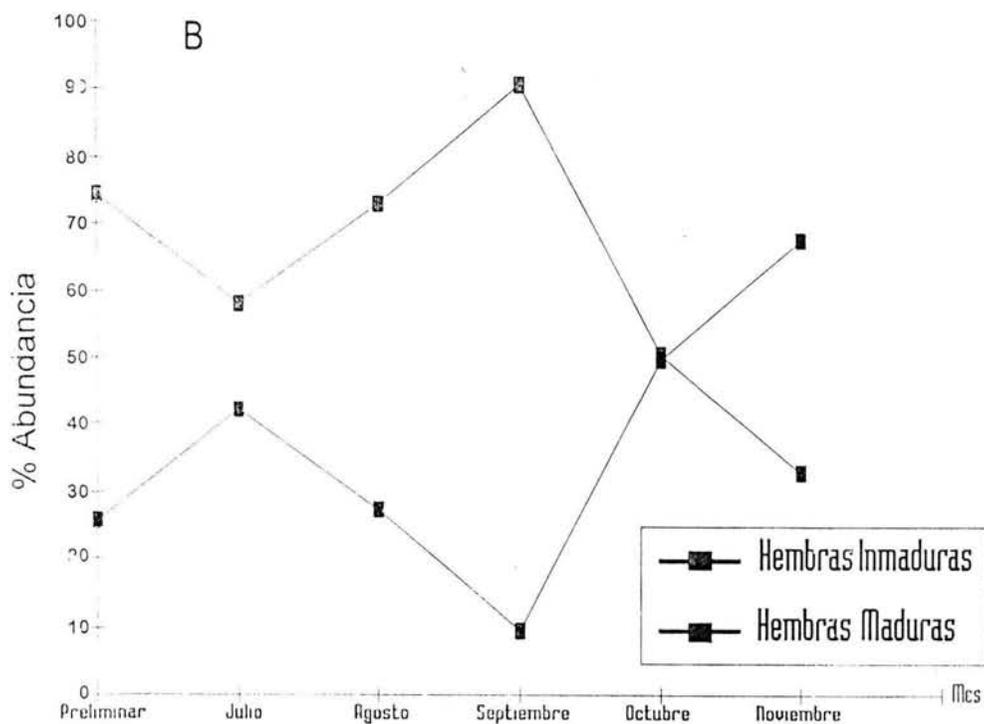
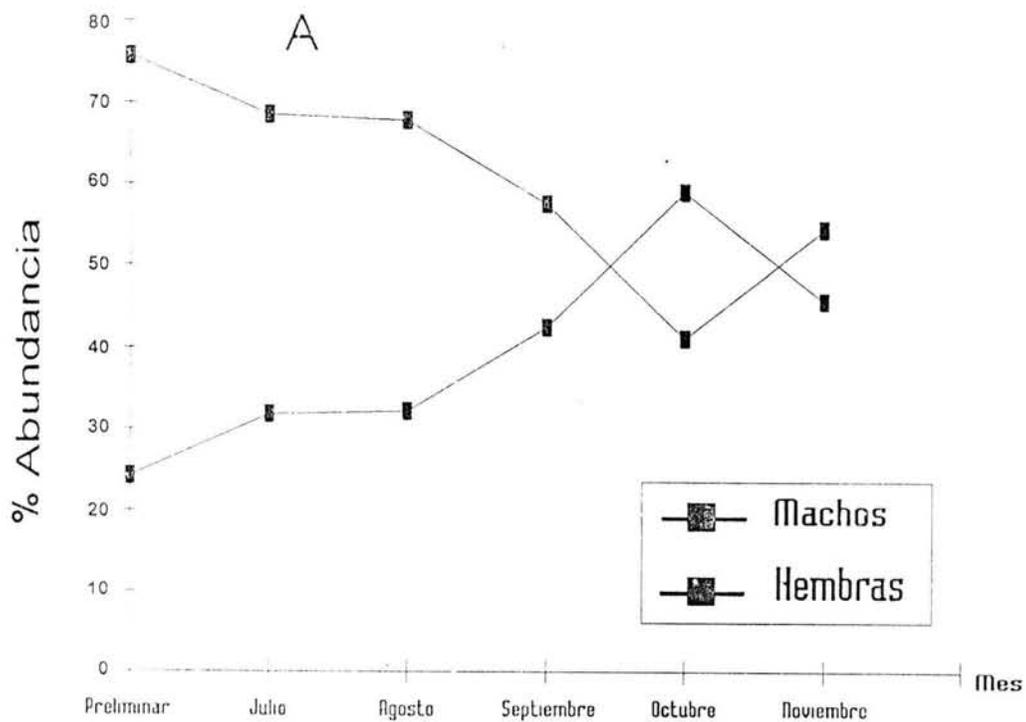


Fig. 16- A, Proporción de sexos de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la muestra de la captura mensual; B, Porcentaje de hembras maduras e inmaduras de la jaiba en la muestra de la captura mensual en la laguna de Celestún, Yuc.

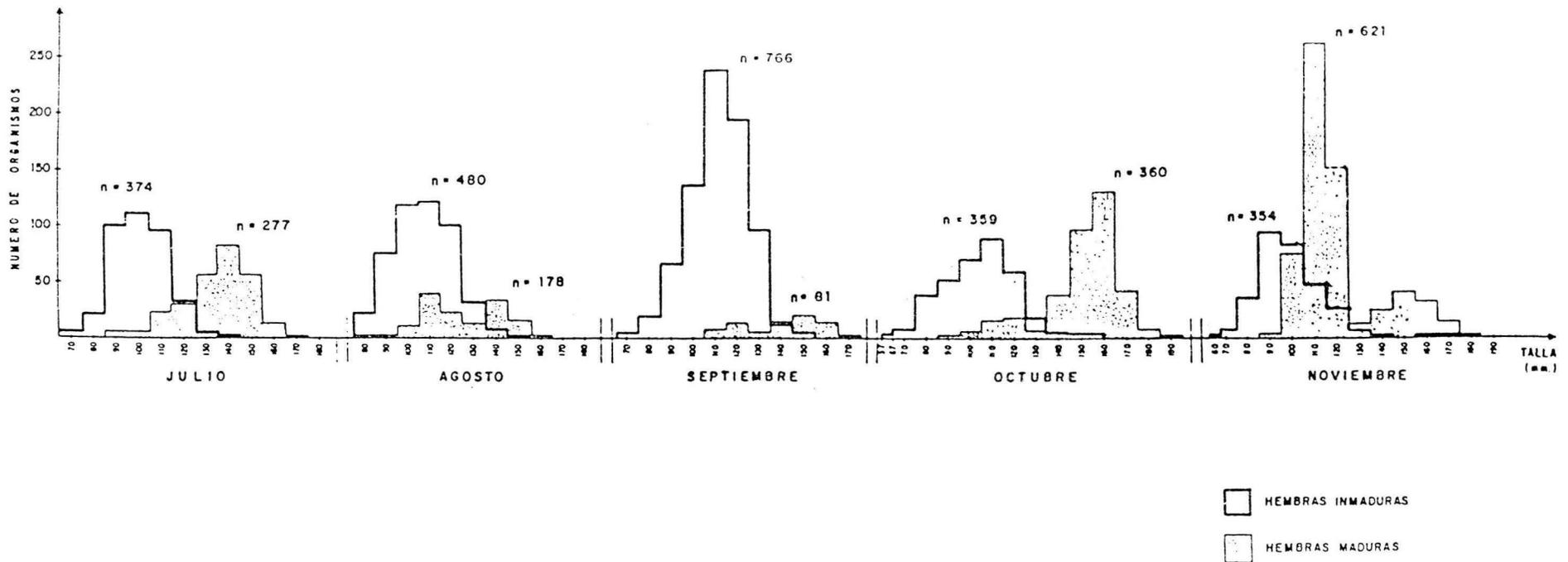


Fig. 17 Frecuencia de tallas de hembras inmaduras (HI) y hembras maduras (HM) de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en las muestras de las capturas mensuales en la Laguna de Celestún, Yuc.

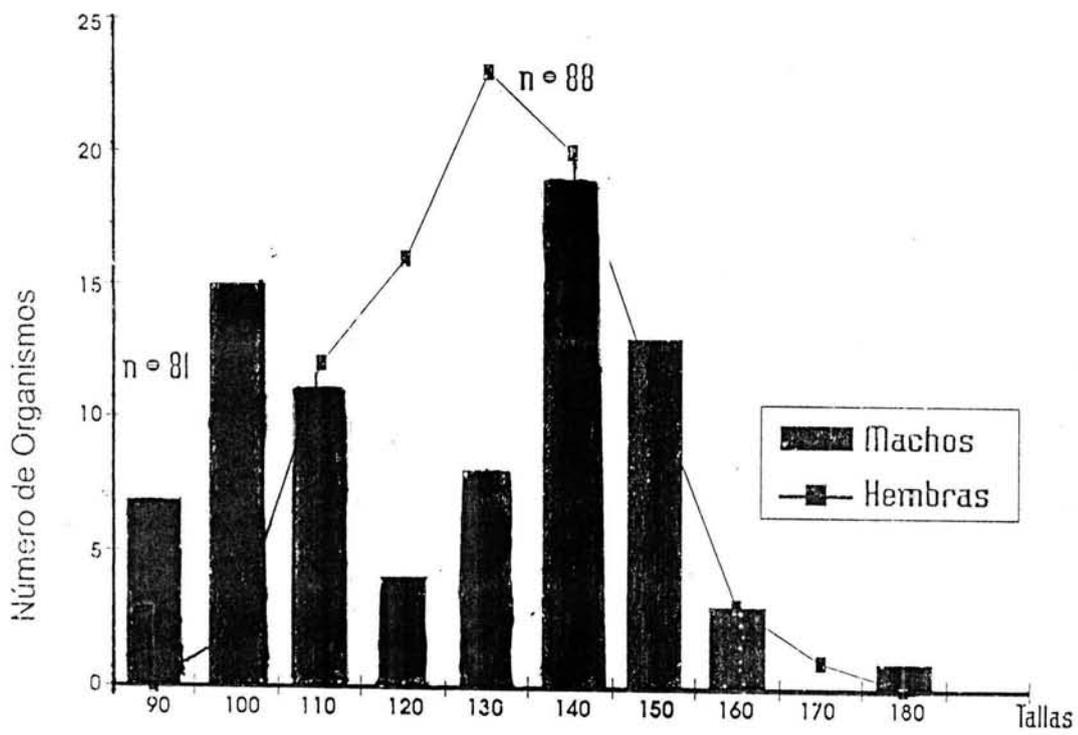
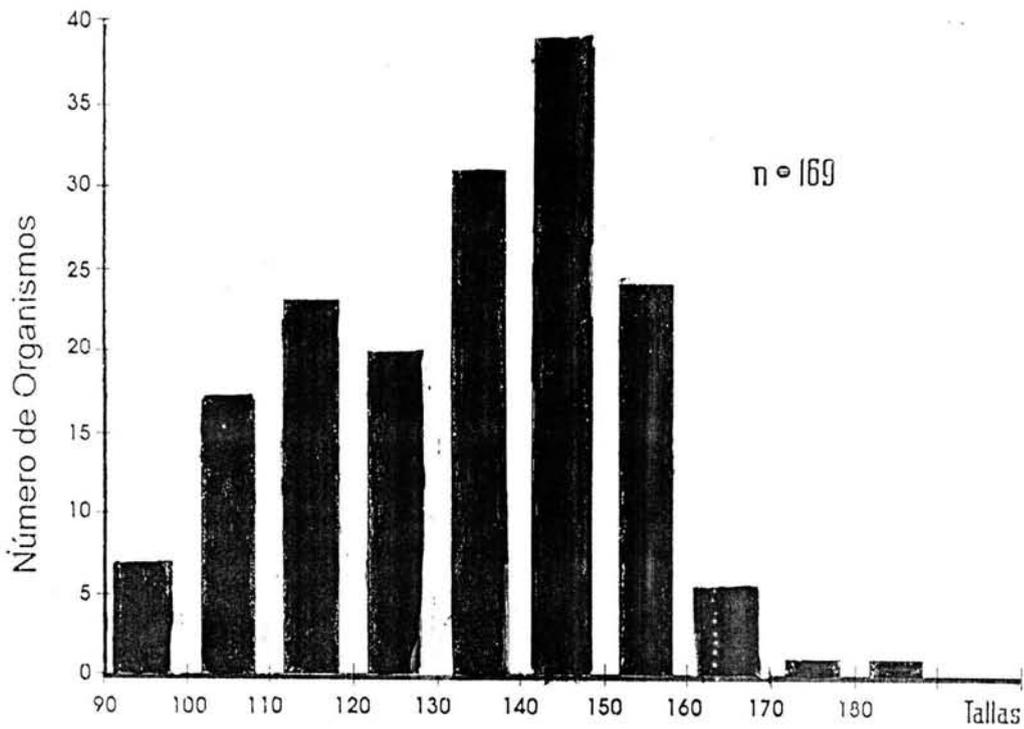


Fig. 18- Frecuencia de tallas de *Callinectes sapidus* capturados frente a las costas de Celestún, Yuc. Muestra del 14 de agosto de 1990.

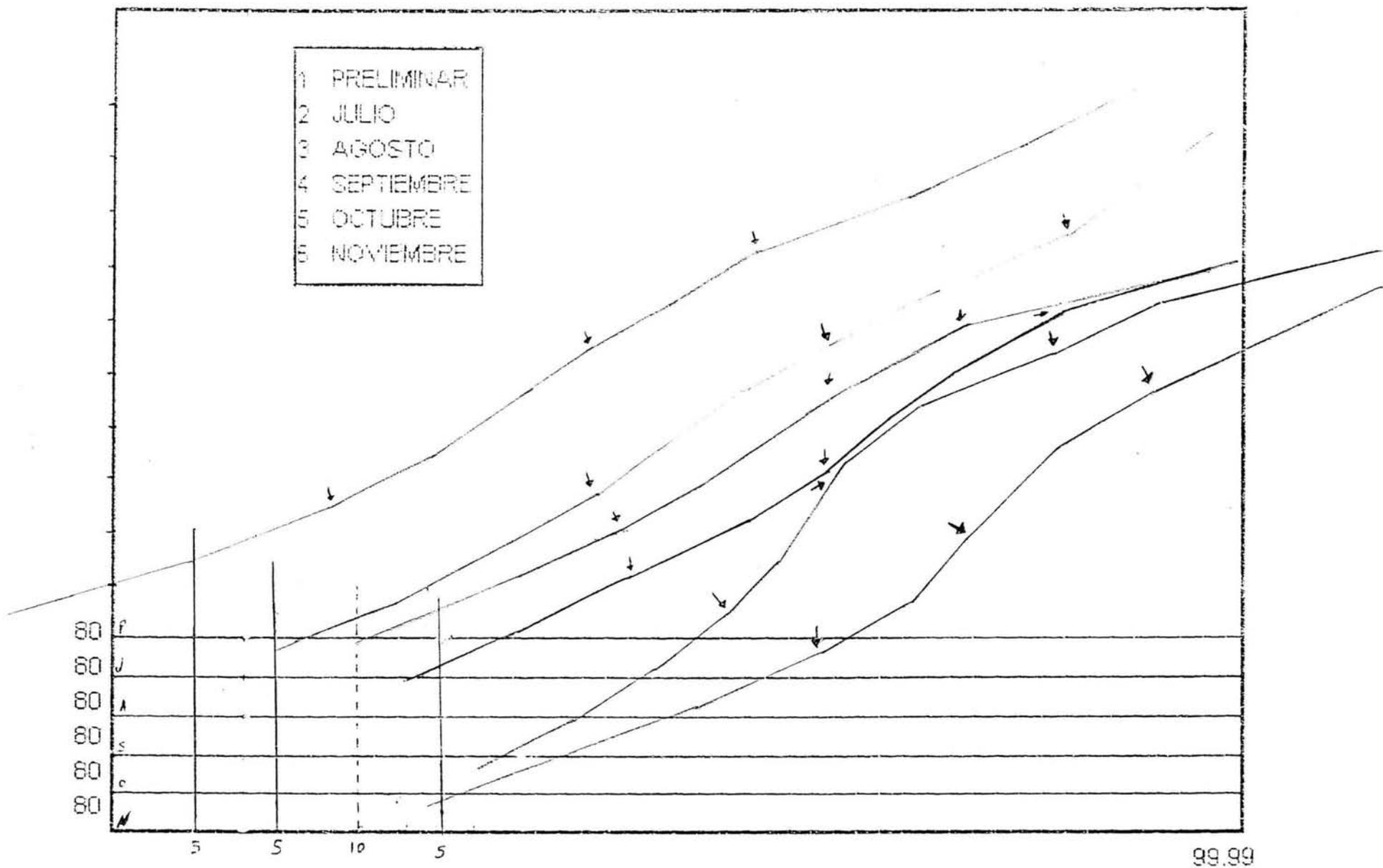


Fig. 19- Variaciones mensuales de las clases de edad del stock de *Callinectes sapidus*, estimadas por el método indirecto de Cassie.

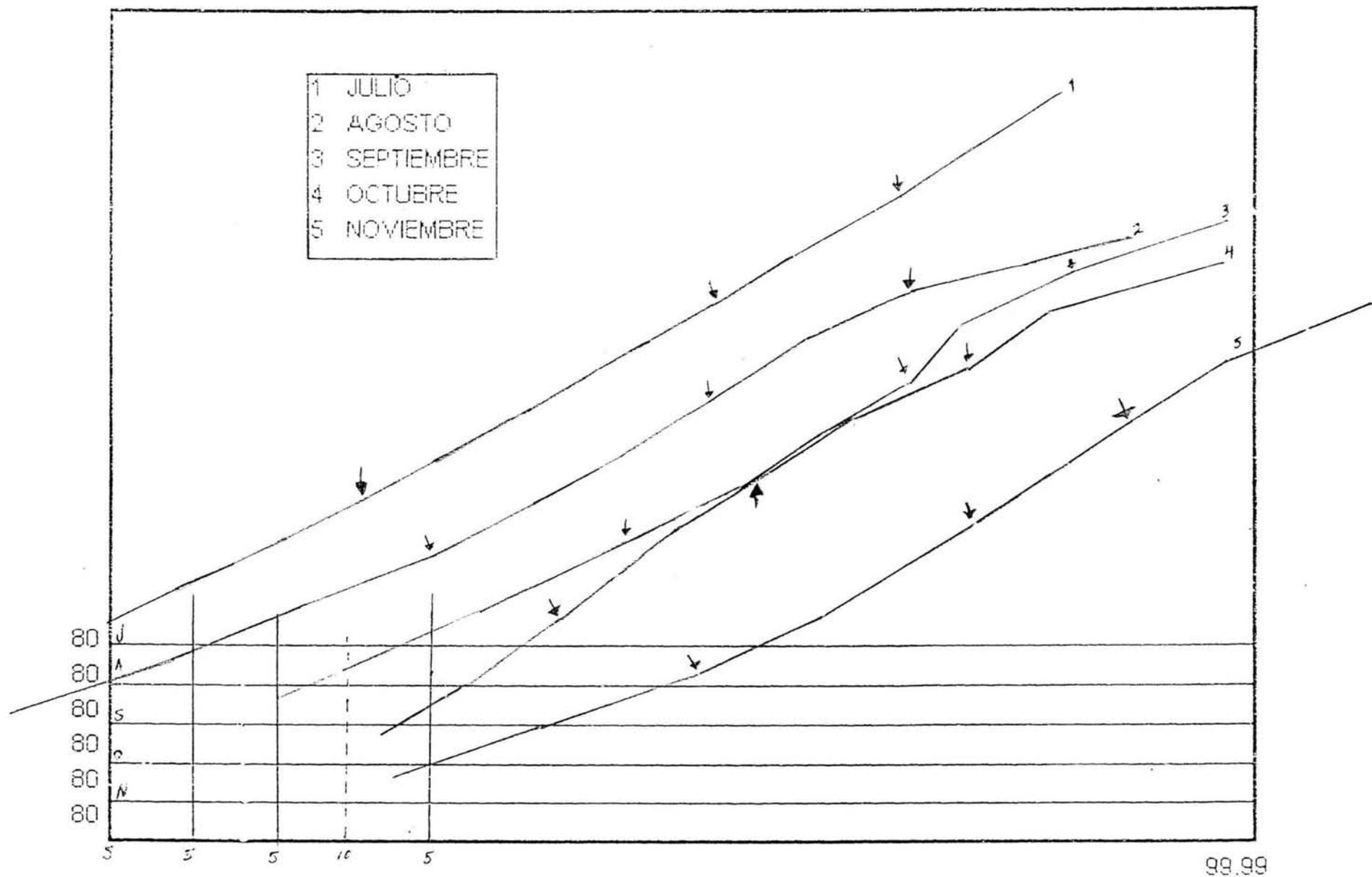


Fig. 20- Variaciones mensuales de las clases de edad en machos del stock de *Callinectes sapidus*, estimadas por el método indirecto de Cassie.

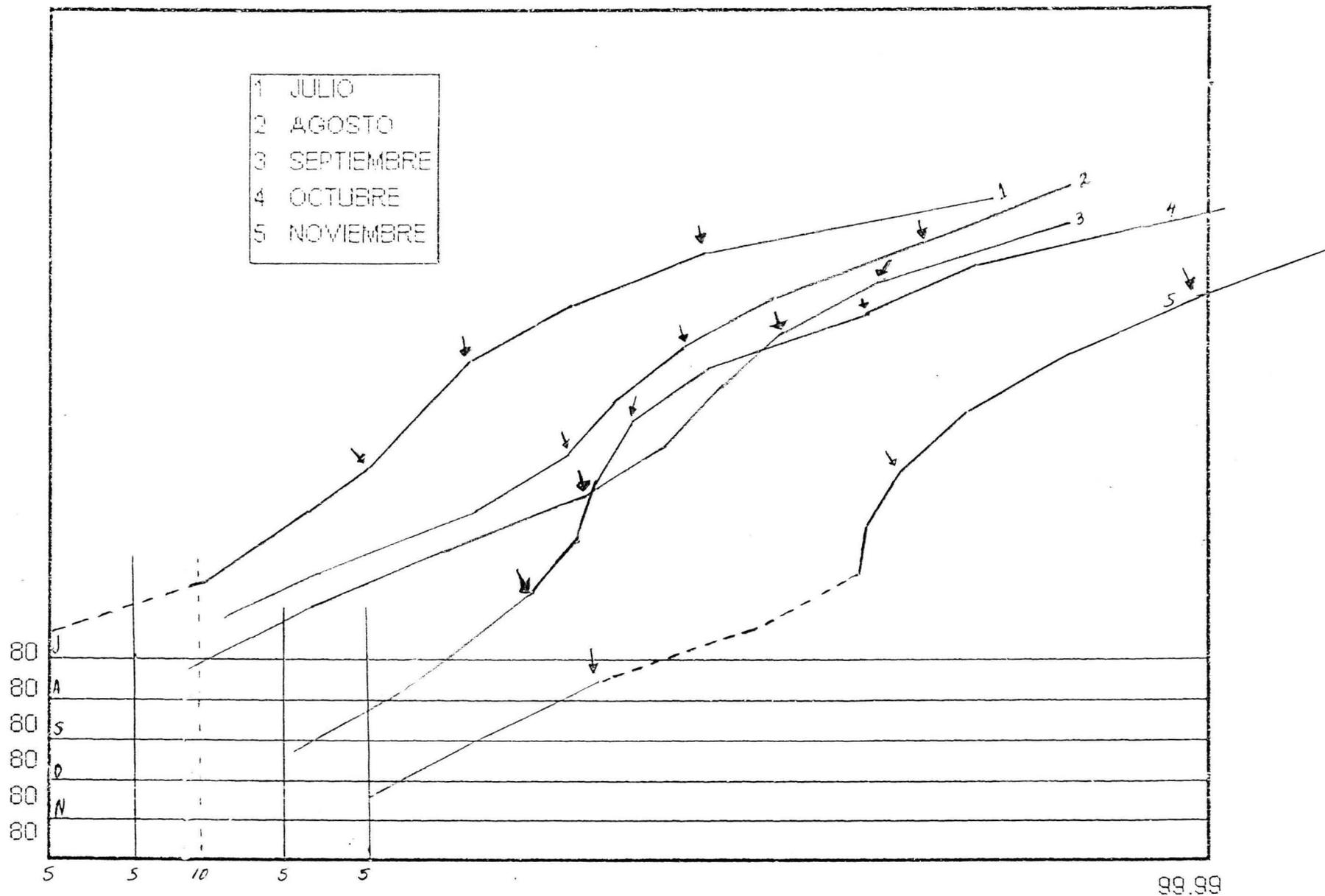


Fig. 21- Variaciones mensuales de las clases de edad en hembras del stock de *Callinectes sapidus*, estimadas por el método indirecto de Cassie.

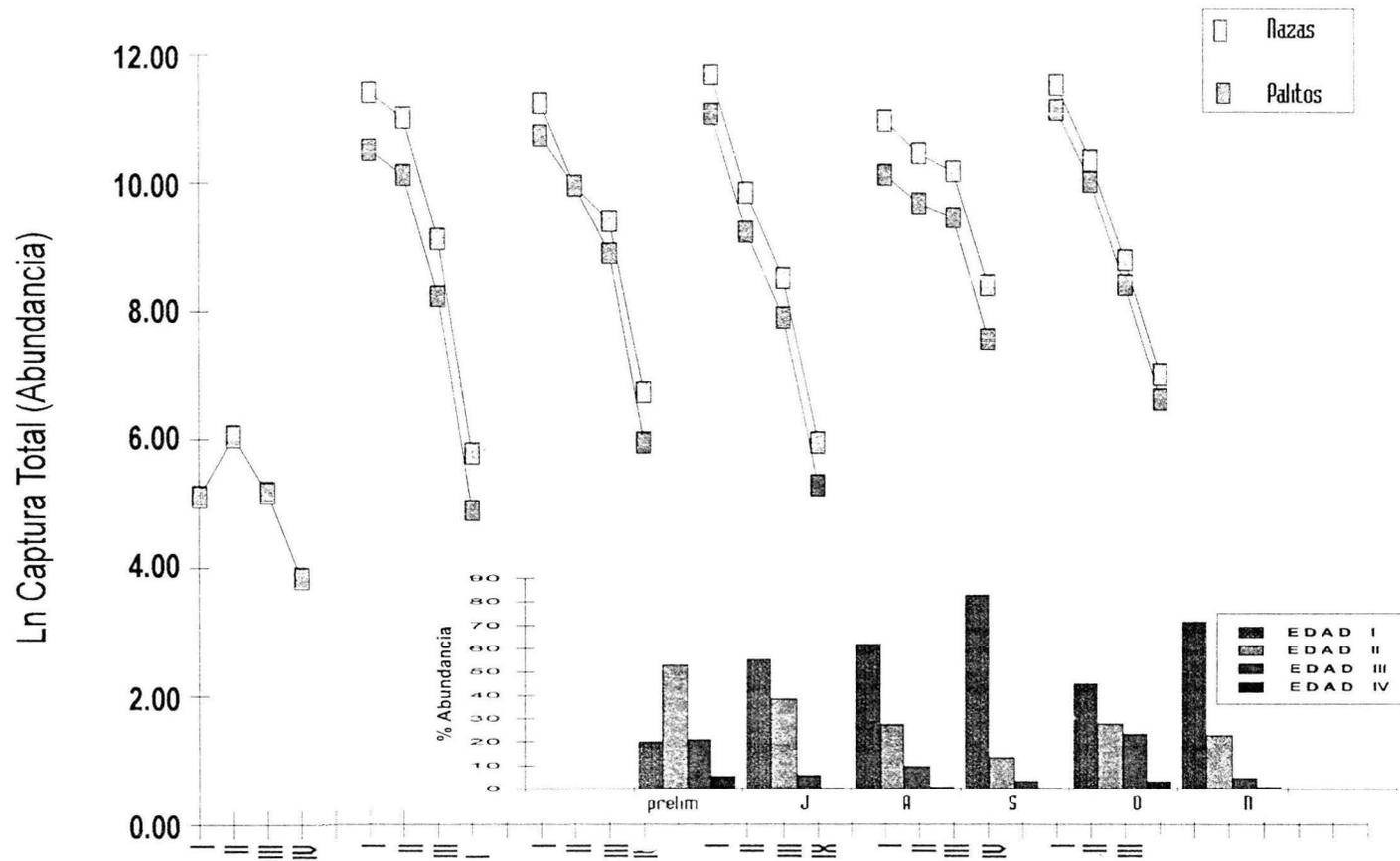


Fig. 22- A, Curvas mensuales de las capturas con nazas y palitos de *Callinectes sapidus*; B, Estructura Edad-Talla del stock de la jaiba azul en la laguna de Celestún, Yuc.

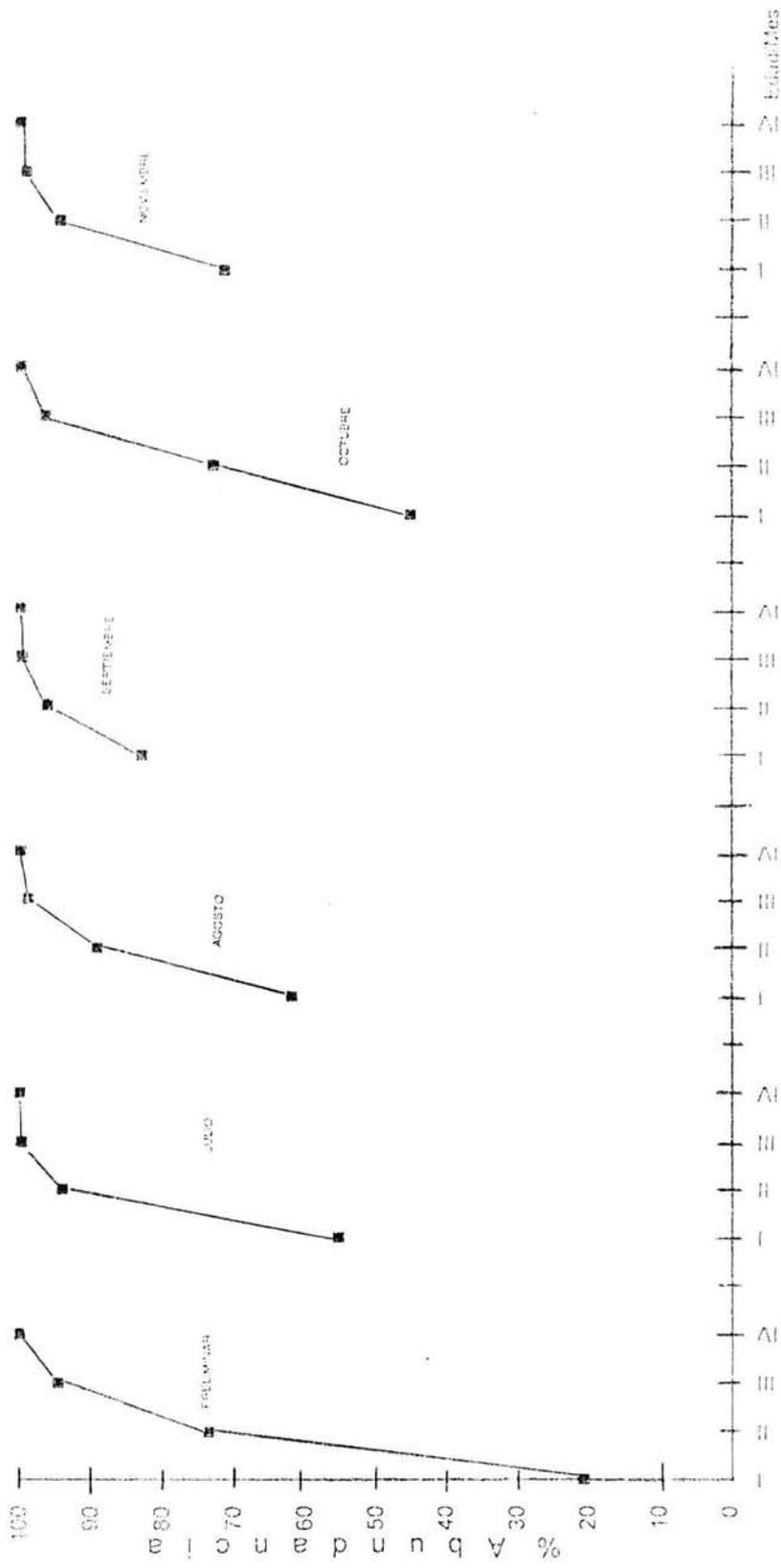


Fig. 23. Estimación de la edad de reclutamiento mensual del stock de *Callinectes sapidus* en la Laguna de Culestán, Vire

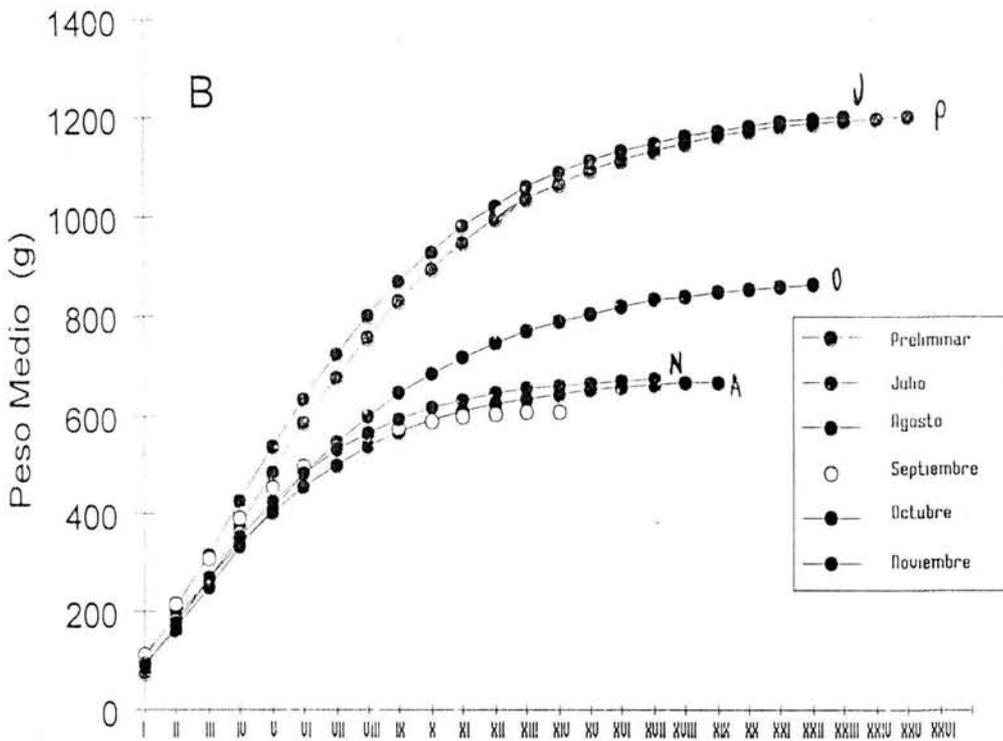
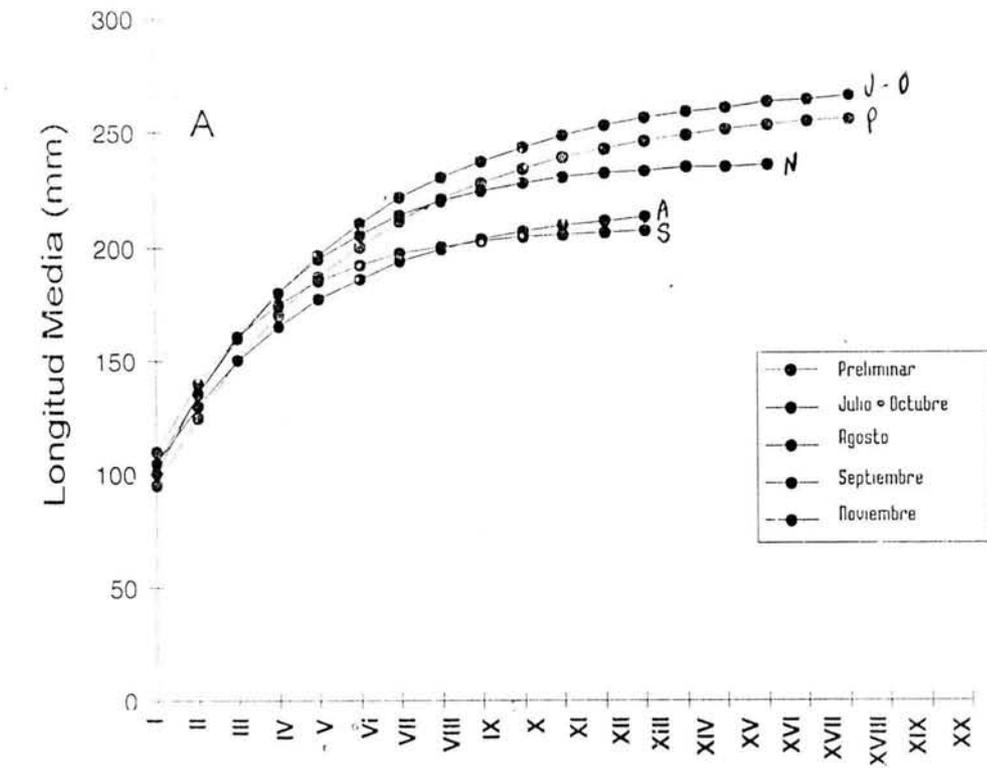


Fig. 24- Curvas teóricas de crecimiento mensual del stock de *Callinectes sapidus*. A, Crecimiento en longitud; B, Crecimiento en peso.

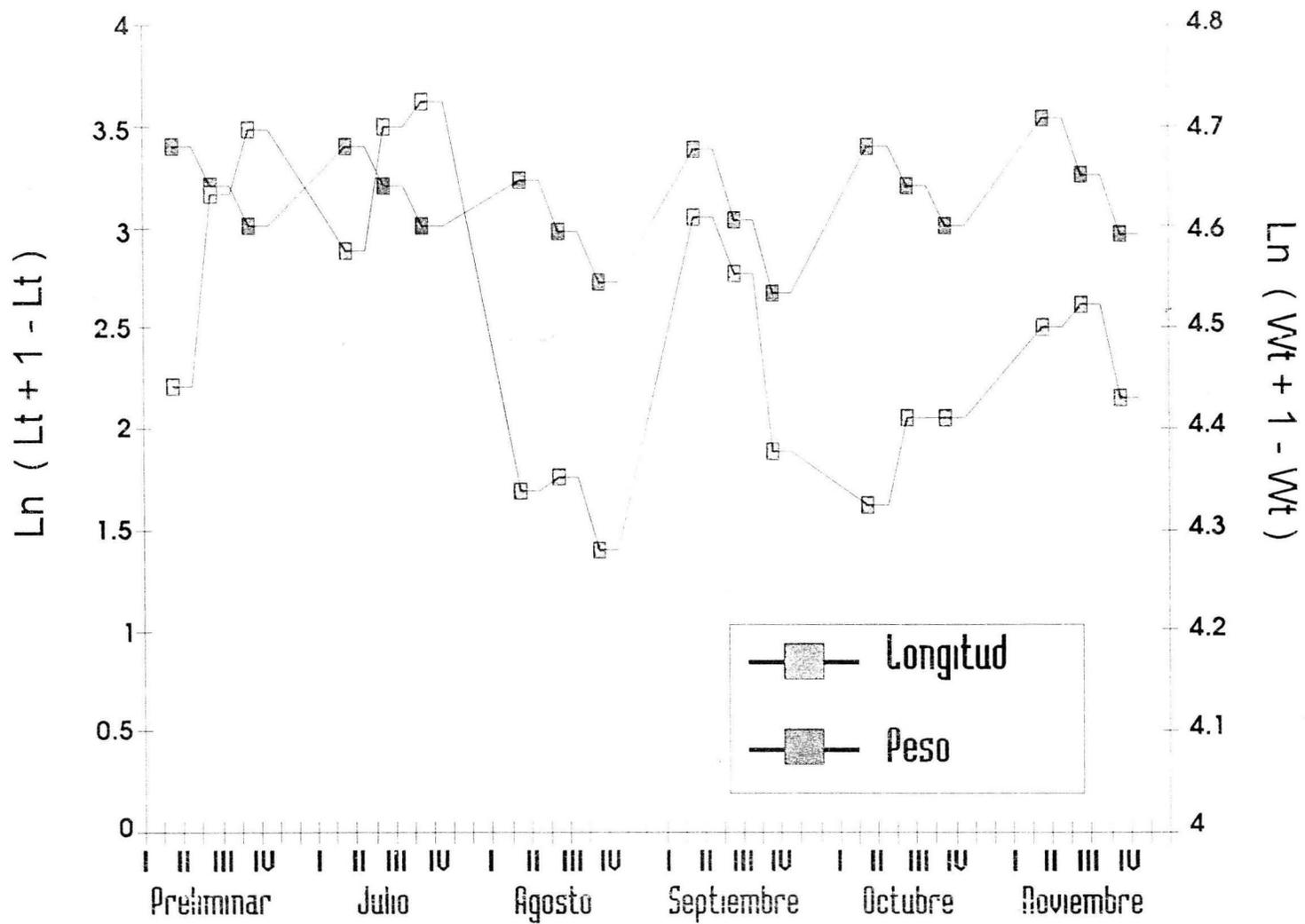


Fig. 25- Tasas instantáneas del crecimiento en longitud y peso del stock de *Callinectes sapidus*.

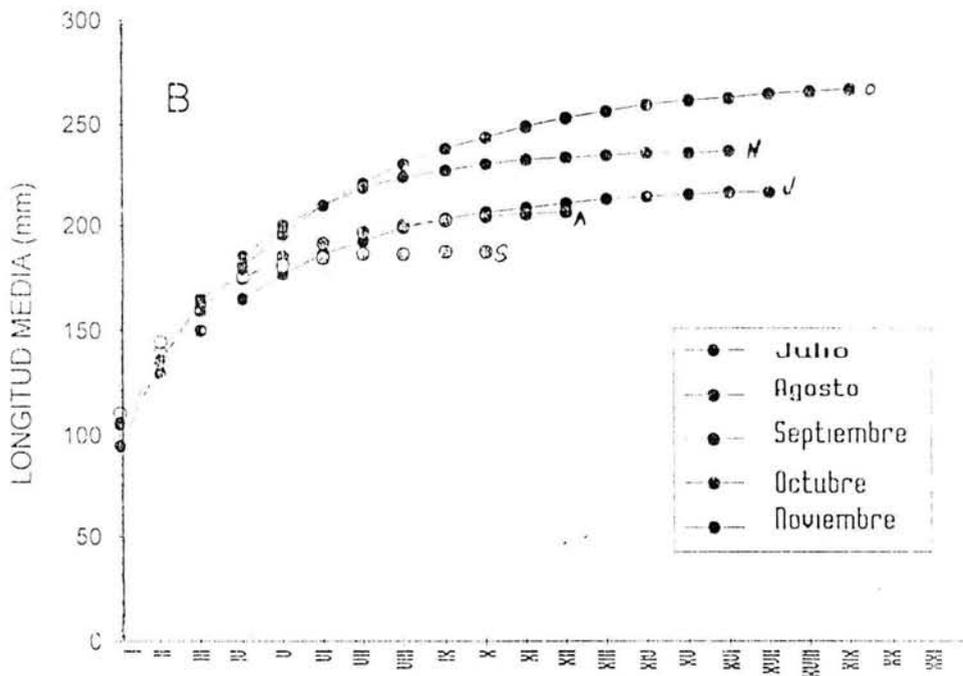
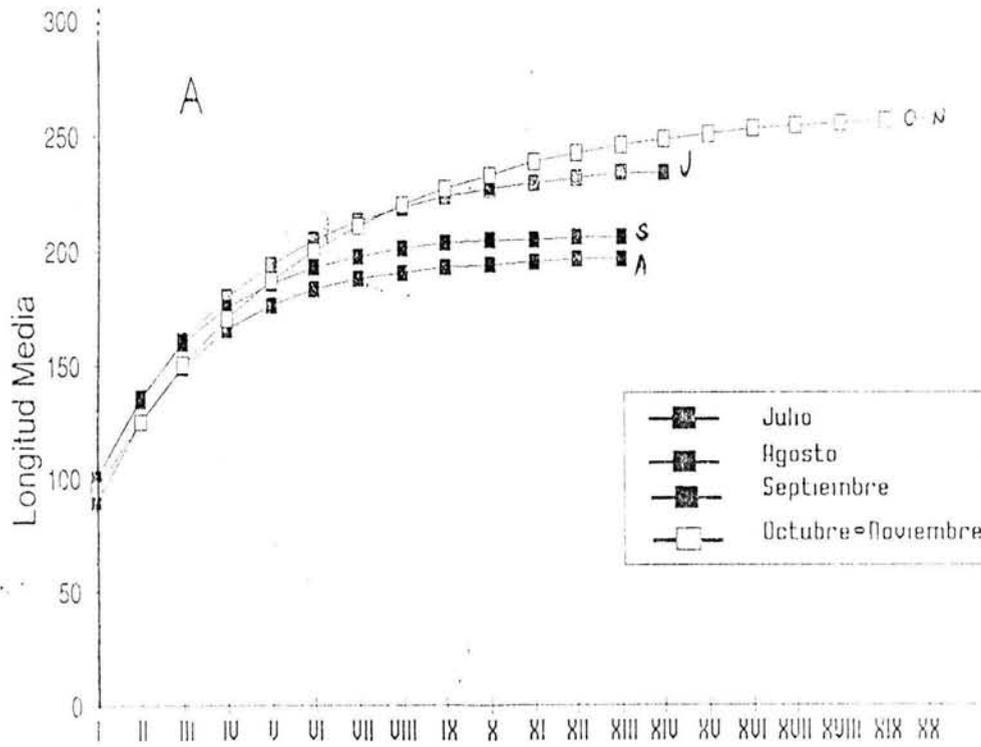


Fig. 26- Curvas teóricas del crecimiento en longitud mensual en ambos sexos del stock de *Callinectes sapidus*. A, Machos; B, Hembras.

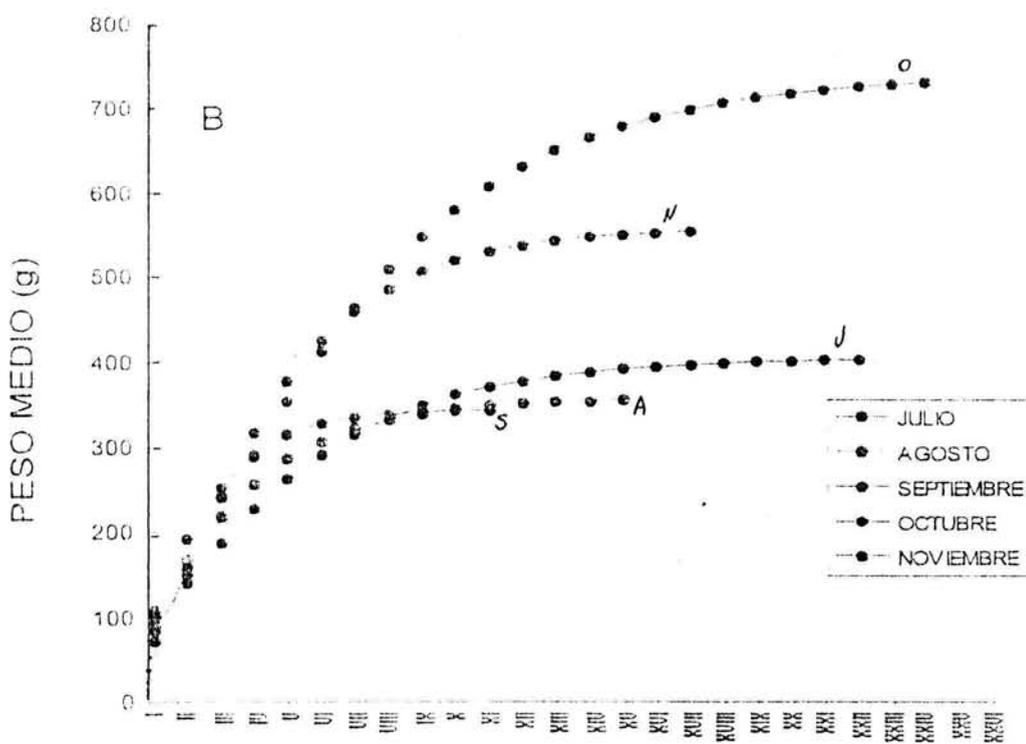
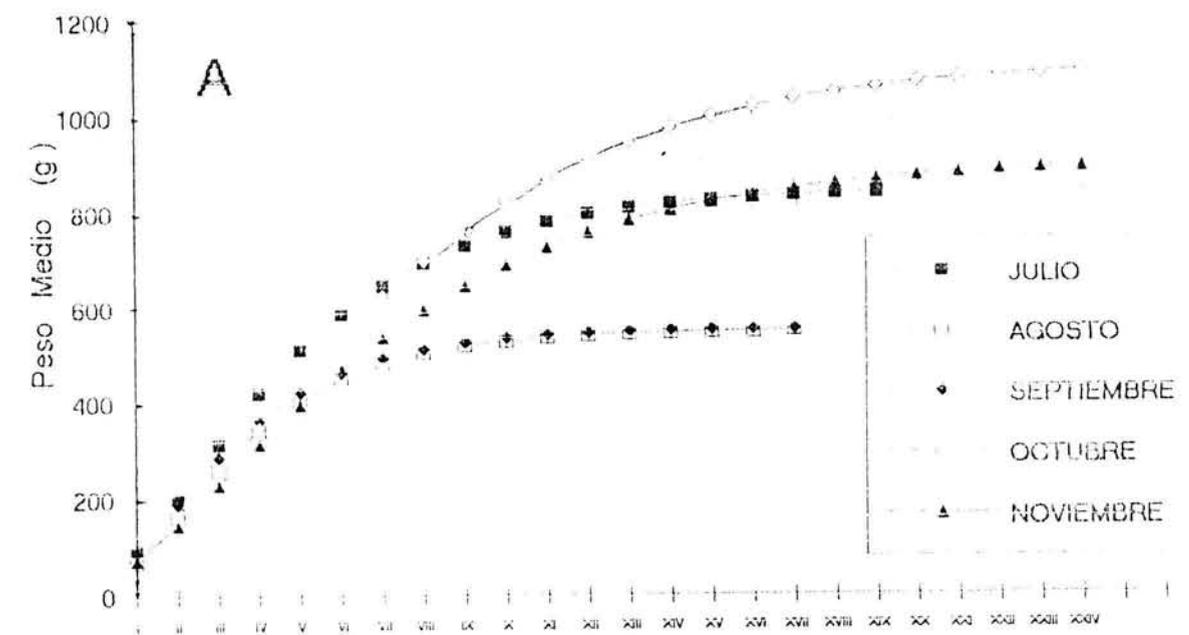


Fig. 27 Curvas teóricas del crecimiento en peso mensual en ambos sexos del stock de *Callinectes sapidus*. A, Machos; B, Hembras.

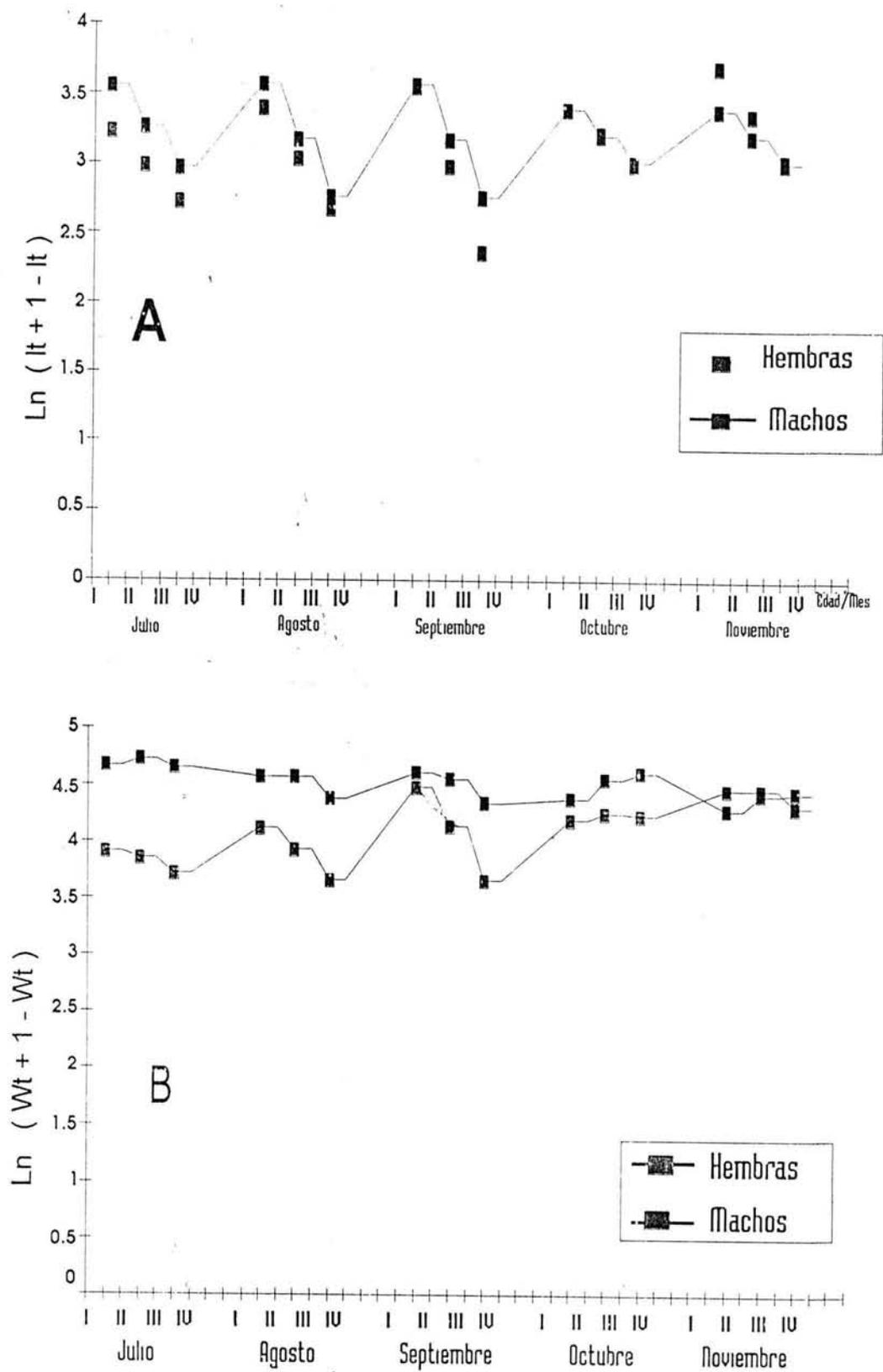


Fig. 28- Tasas instantáneas de crecimiento de los machos y hembras del stock de *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún, Yuc. A, Longitud; B, Peso.

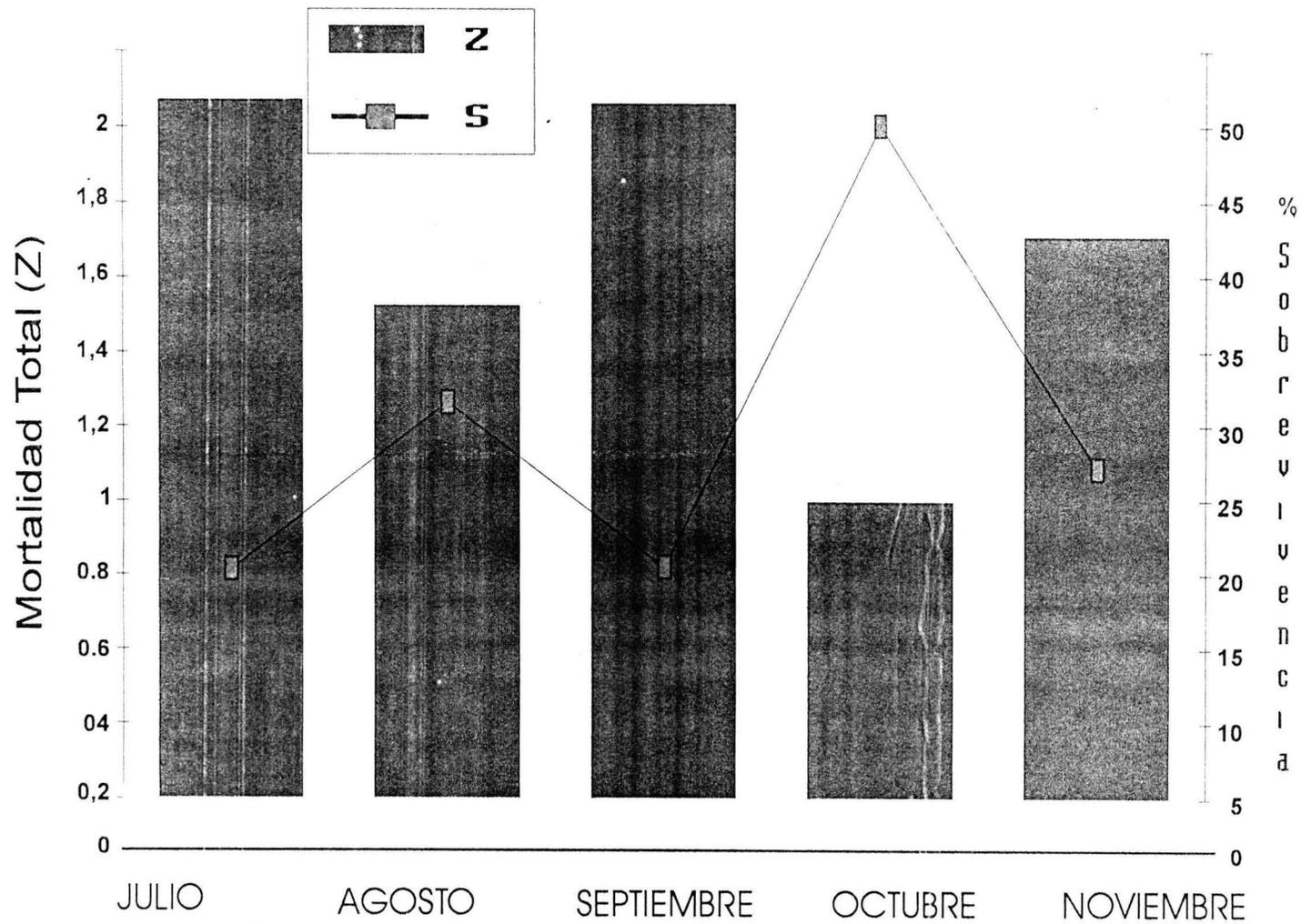


Fig. 29- Relación de los coeficientes de Mortalidad Total (Z) y de Sobrevivencia (S)

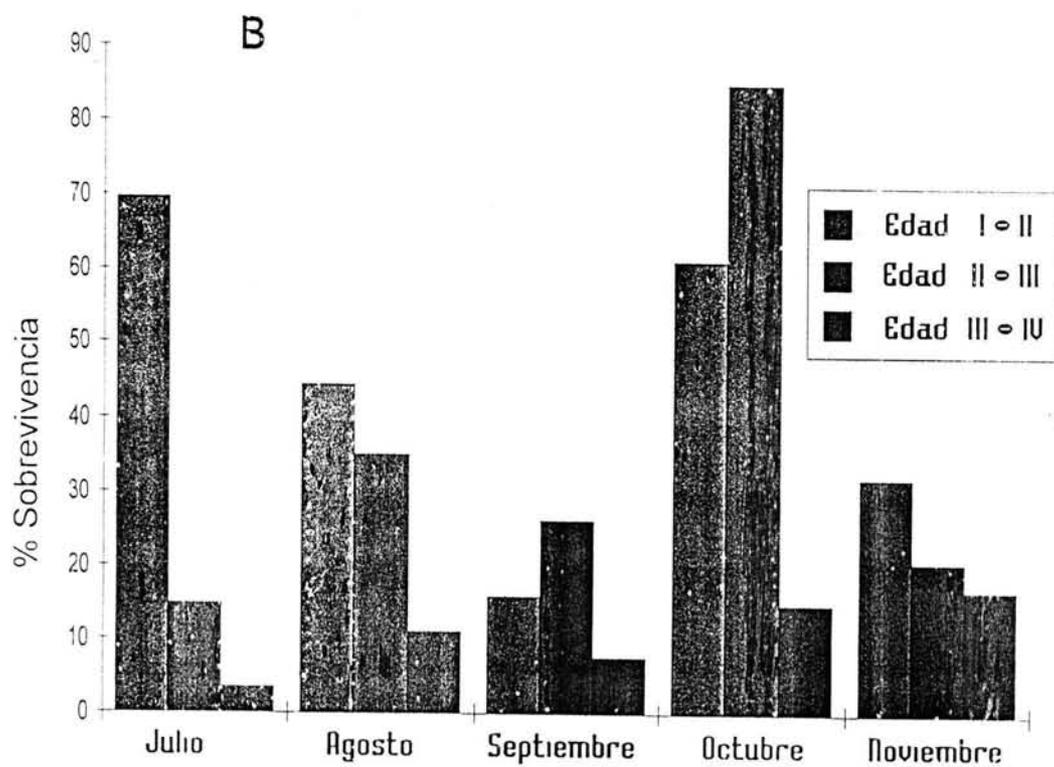
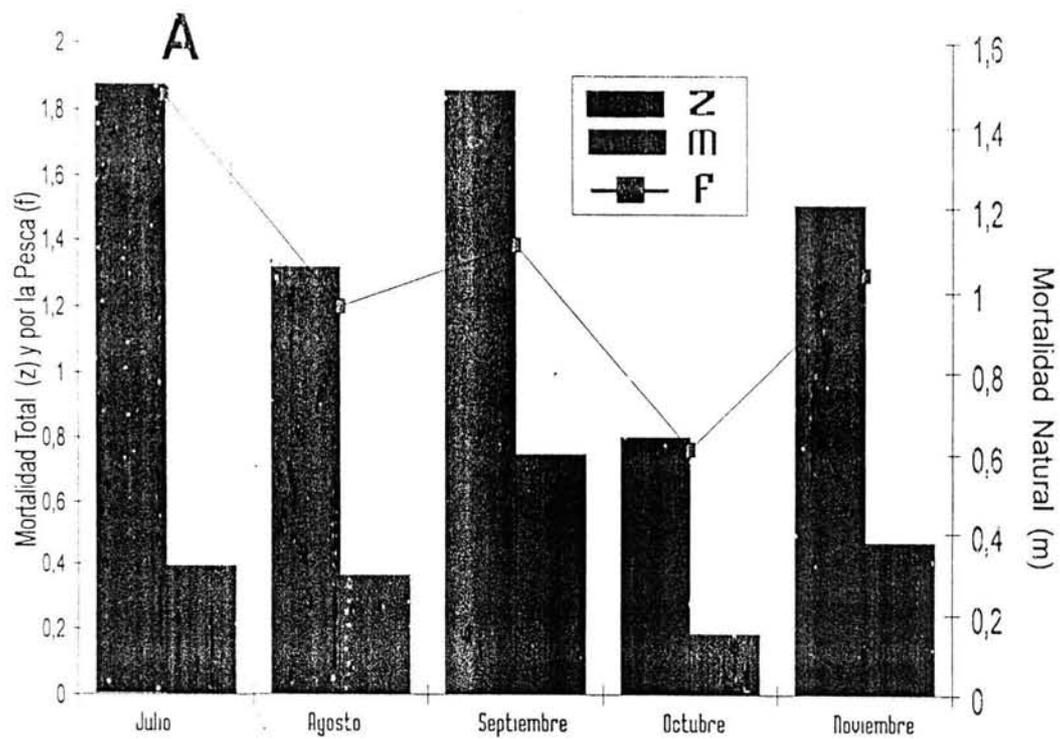


Fig. 30- Mortalidad en el Stock. A, Relación de los coeficientes de Mortalidad Total (Z), por Pesca (F) y Natural (M); B, Sobrevivencia de los grupos de edad.

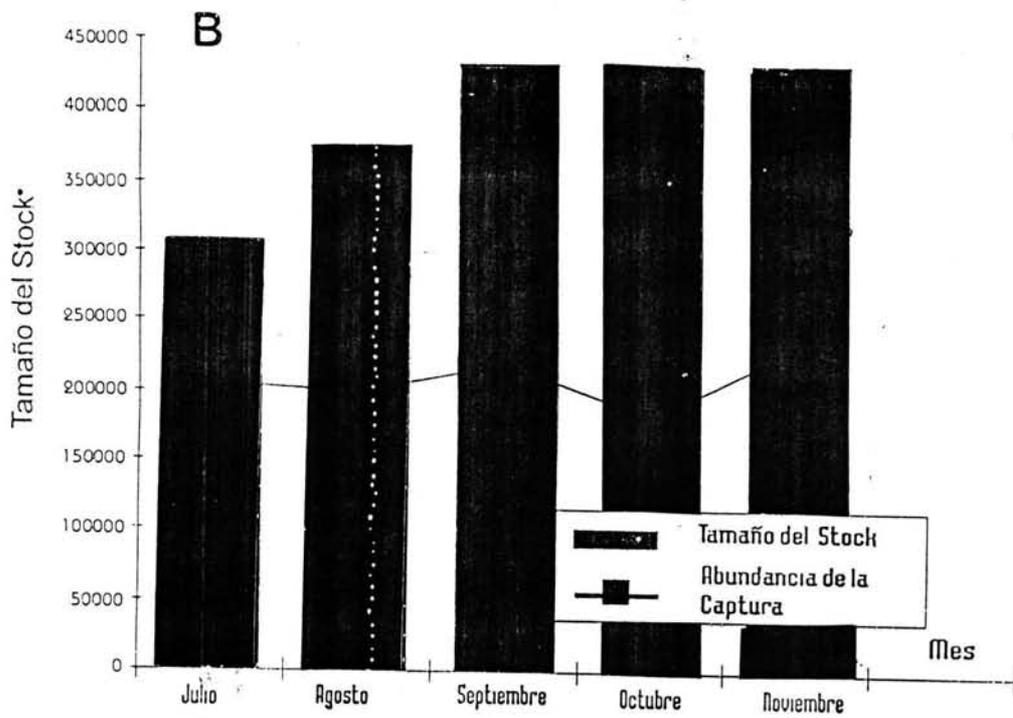
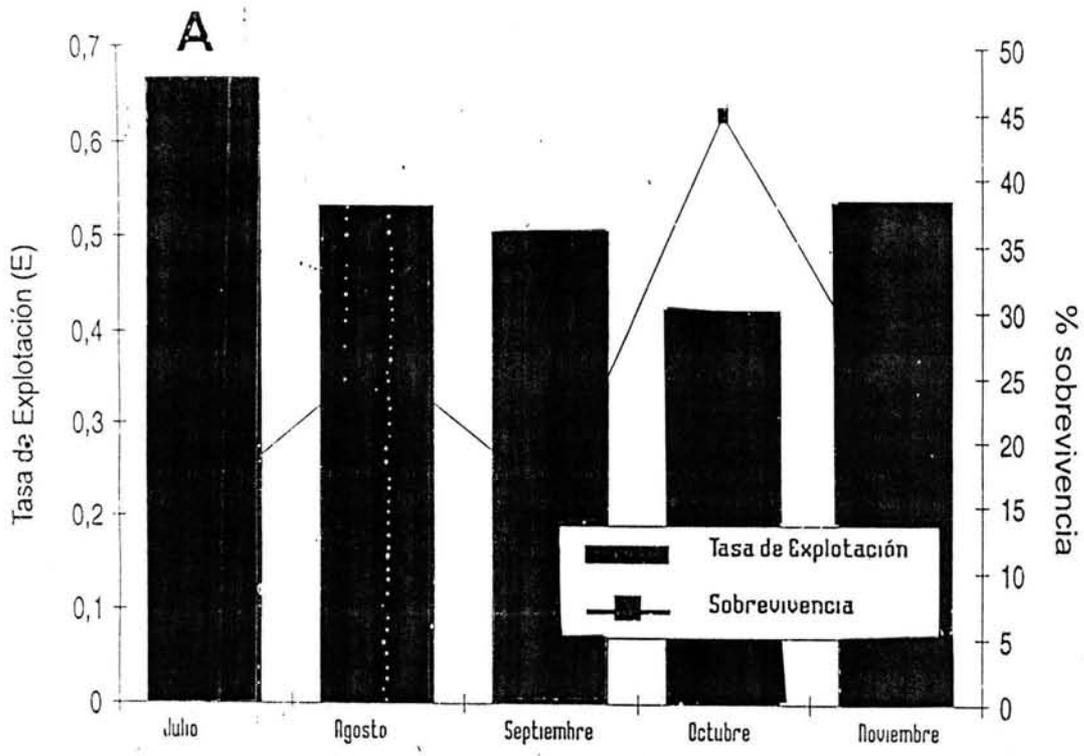


Fig. 31- Evaluación del estado del Recurso. A, Relación de la tasa de explotación (E) y de sobrevivencia (S); B, Relación del Tamaño del stock susceptible de ser explotado (P), y la abundancia de la captura total mensual.

ANEXO B.

CUADROS

Tabla 1 Características de la pesca de *Callinectes sapidus* en la Laguna de Celestún, Yuc.

ESPECIES	ARTES DE PESCA	CARACTERISTICAS DE LAS ARTES DE PESCA	GASTOS	COMERCIALIZACION DEL PRODUCTO	DESTINO DE LA CAPTURA	PROBLEMATICA DE LA PESCA
<u>Callinectes sapidus</u> (63%)	Nazas	<ul style="list-style-type: none"> - El 75% de los pescadores la emplean. - 50 nazas por pescador. - Se usan en áreas profundas. - Poco selectivo. - Mayores capturas. - No se usan en corrientes fuertes. - Carnada: mero, xlavita, bagre. - Material de construcción: aro de 45 cm 0 alambón 6mm., malla 2.5 cm. 	<ul style="list-style-type: none"> Gasolina Carnada Leña Transporte en la laguna. 	<ul style="list-style-type: none"> Pulpa Carnada para la pesca del pulpo (<i>Octopus maya</i>): Jaiba entera (mayor de 10 cm) Mochitos. Jaiba Entera 	<ul style="list-style-type: none"> - Casi todo el año. - Paquetes de 2 kg. - La venden en: Celestún, Cd. de México y Mérida. + Sólo durante la temporada de pesca. (1o. Agosto - 15 Diciembre) + La venden en bolsa de 2 y 4 kg. + La distribuyen en Celestún, Sisal y Progreso. * Venta ocasional de Cozumel, Progreso y Mérida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dudosa calidad del agua para el descarte. • Destino de los desperdicios del descarte: - Se tiran al basurero. - Comida para cerdos. - Adorno de coctel. • Escasea el combustible. • Los nortes imposibilitan la pesca en la Laguna: - Escasea la carnada al no haber pesca en el mar con chinchorro, - Dificultad en el uso de las artes de pesca. - Monopolización del producto final, por pocos compradores pagando mal la captura.
<u>Callinectes rathbunae</u> (27%)	Palitos	<ul style="list-style-type: none"> * El 25% de los pescadores la emplean. * 60 palitos por pescador. * Se usan en áreas someras. * Más selectivo. * Menor captura. * No se usa durante las crecidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento de equipo. Descarnadoras 			

Tabla 2 Manejo de los parámetros de la captura mensual de la jaiba azul *Callinectes sapidus* la Laguna de Celestún, Yuc.

PARAMETRO	ECUACION		
CAPTURA TOTAL MENSUAL (CTM) Kg.	CTM	=	$(\bar{c} / \text{pescador} / \text{día}) (\# \text{ pesc.} / \text{día}) (\text{día} / \text{pesc.} / \text{mes})$
CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (CPUE)	CPUE	=	$\frac{\text{CAPTURA TOTAL MENSUAL}}{c / \text{pescador} / \text{día} / \text{arte pesca}}$
CAPTURA TOTAL MENSUAL POR ARTE DE PESCA (CTMAP) kg.	CTMAP	=	$\frac{(\bar{c}/\text{pesc}/\text{día}/\text{arte})(\# \text{ pesc})(\text{días pesca}/\text{pesc}/\text{mes})}{\text{No. de Días}}$
ABUNDANCIA MENSUAL (# organismos)	Orgs.	=	$\frac{(\# \text{ orgs}/\bar{c}/\text{pesc}/\text{día})(\# \text{ pesc}/\text{día})(\text{días pesca}/\text{pesc}/\text{mes})}{\text{No. de Días}}$

Tabla 3 Intervalos de talla en las clases de edad del stock de *Callinectes sapidus* resultantes con el método indirecto de Cassie.

PARAMETRO	PRELIM	JULIO	AGTO	SEPT	OCT	NOV
E I	80 - 110	90 - 120	90 - 120	90 - 120	90 - 120	80 - 120
D II	110 - 140	120 - 150	120 - 140	120 - 150	120 - 150	120 - 150
A III	140 - 160	150 - 170	140 - 160	150 - 170	150 - 170	150 - 170
D IV	160 - 180	170 - 190	160 - 170	170 - 180	170 - 190	170 - 190
n	8 2 9	1 9 5 2	1 9 6 4	1 9 0 1	1 0 9 3	2 0 0 6
L	261.21	271.21	218.70	208.26	271.21	237.36
W	1218.20	1225.60	677.10	617	886.10	682.85
k	0.20006	0.20006	0.2501	0.3604	0.20006	0.2907
to	1.25640	1.44390	1.6100	1.0890	1.44540	0.8875
b	2.7642	2.5806	2.5152	2.6673	2.4038	2.3928

Tabla 4 Intervalos de talla en las clases de edad de machos y hembras del stock de *Callinectes sapidus*, resultantes con el método indirecto de Cassie.

PARAMETRO		JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.
E	I	80-120	70-110	80-120	80-110	80-110
D	II	120-150	110-140	120-150	110-140	110-140
A	III	150-170	110-160	150-170	140-160	140-160
D	IV	170-190	160-170	170-180	160-180	160-180
n		1408	1387	1152	481	1089
L		237.36	197.36	207.36	261.21	261.21
W		849.73	550.10	554.48	1116.30	910.10
k		0.2907	0.4009	0.4009	0.20006	0.20006
to		0.8875	0.5134	0.6363	1.2564	1.2564
b		2.5528	2.6148	2.4966	2.7157	2.4699
E	I	90-120	90-130	90-130	90-120	80-110
D	II	120-140	130-150	130-160	120-150	120-150
A	III	140-160	150-170	160-170	150-170	150-180
D	IV	160-170	170-180	170-180	170-190	180-190
n		613	632	826	667	919
L		218.70	208.26	188	271.21	273.38
W		405.51	357.21	342.75	741.30	556.50
k		0.2501	0.3604	0.60077	0.20006	0.3338
to		1.6089	1.0868	0.4639	1.4154	0.5261
b		2.0443	1.8887	2.2748	2.2943	2.2553

Tabla 5 Tabla de la edad-talla y de la estructura por edades de la población de la jaiba azul *Callinectes sapidus* en la laguna de Celestún.

CONCEPTO		JULIO		AGTO.		SEPT.		OCT.		NOV.	
E D A D A	Edad										
	I	1 081		1 216		1 578		495		1 436	
	II	755		538		252		303		461	
	III	112		189		66		257		95	
	IV	4		21		5		38		16	
	suma	1 952		1 964		1 901		1 093		1 927	
ARTE DE PESCA		naza	palito								
ESTRUCTURA POR EDAD DE LA CAPTURA	I	86,467	35,903	77,153	46,698	118,718	62,483	57,092	25,120	98,725	67,580
	II	60,391	25,076	20,661	20,661	18,959	9,978	34,947	15,377	31,694	21,695
	III	8,965	3,720	11,992	7,258	4,695	2,613	26,642	13,042	6,531	4,471
	IV	320	133	806	376	376	198	4,382	1,928	1,100	753
	suma	140,939	64,832	124,613	75,423	143,018	75,273	126,063	55,468	138,050	94,499

Tabla 6 Coeficientes de Mortalidad y Supervivencia de la jaiba azul *Callinectes sapidus*, y valoración del estado general del recurso y de la pesquería.

PARAMETRO	PREM	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.
Tc	1.6	0.9	0.8	0.6	1.2	0.7
T _{oo}		15	12	8.32	15	10.32
Z		1.8696	1.3223	1.8604	0.7973	1.5070
M		0.3969	0.3624	0.7474	0.1860	0.4675
F		1.4727	0.9599	1.1130	0.6113	1.0395
PALITO		0.4909	0.0320	0.0371	0.0278	0.0346
^q NAZA		0.0245	0.0168	0.0195	0.0122	0.0165
S		0.1542	0.2665	0.1556	0.4505	0.2216
E		0.6662	0.5325	0.5052	0.4213	0.5369
PALITO		30	30	30	22	30
^f NAZA		60	57	57	50	63
P		308873	375654	432088	430883	433133

ANEXO C

ENCUESTA SOCIO-ECONOMICA Y PESQUERA

1.- DATOS SOCIO-ECONOMICOS.

Nombre: _____ Edad: _____
Lugar de origen: _____ Edo. Civil: _____
No. de hijos: _____ Ocupación de la familia: _____
_____ Oficios anteriores: _____
Ingresos mensuales: _____
Tipo de casa: (propia) (renta) (material) (lámina)
Servicios públicos: (luz) (agua) (drenaje) (salud)
Observaciones: _____

2.- DATOS DE PESCA.

Organización local: _____
Tiempo pescando: _____ Tipo de lancha: _____ Motor: _____
Manga: _____ Eslora: _____ Elementos de pesca: _____
Gasolina (\$/lt.): _____ Lugares de pesca: _____
Especies: _____
Artes de pesca (Número): _____
Artes de pesca en la laguna: _____
Fcia. de pesca: _____ Horas pescando (x): _____
Vol. captura (No. mantas): _____ No. organismos / manta: _____
Tamaños preferidos: _____ Temporadas buenas /malas de pesca: _____
Salida a pescar: (madrugada) (tarde) (noche) pesca 2 veces al
día ? _____ por qué ? _____
Desecha algún organismo que captura ? _____
Cómo vende la jaiba ? _____
Procesos de extracción de la pulpa: _____
Tiempo: _____ Kilos / mantas: _____
Dónde y a quién la vende ? _____
Precio por kilogramo: _____
Es buen negocio ? _____
Tiene socio ? _____ Es propio o alquilado el equipo ? _____
Cuándo da mantenimiento a su equipo de pesca ? _____
Inversión: _____

ANEXO D

**REGISTRO DE LA LONGITUD, PESO Y SEXO DE LA
CAPTURA COMERCIAL**

REGISTRO DE CAPTURAS EN EL CAMPO

