

Crecimiento del pulpo *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de la costa de Yucatán, México: un análisis de largo plazo

Marta Rocío Nepita Villanueva y Omar Defeo

Laboratorio de Biología Pesquera. CINVESTAV IPN Unidad Mérida, A. P. 73 Cordemex, 97310 Mérida, Yucatán, México; fax 5299-812334; odefeo@mda.cinvestav.mx

Recibido 16-II-2000. Corregido 3-VII-2000. Aceptado 31-VII-2000.

Abstract: Growth of the octopus (*Octopus maya*) off Yucatan (Mexico) was estimated from a long-term study (seven years) by the length-based methods ELEFAN, PROJMAT and SLCA. Some 19 251 octopuses with a range of mantle length between 50 and 240 mm were sampled from commercial landings in 1983 - 1987, 1989 and 1992. The jackknife technique was applied to deal with uncertainty in growth estimates resulting from chance variations in sampling design. The growth index ϕ' was used for comparative purposes. Results differed markedly among methods: ELEFAN produced parameter estimates within the range reported in the literature, whereas PROJMAT and SLCA showed problems to converge in an optimum combination of parameters, and tended to underestimate them. Jackknife analysis revealed very low intraannual variability in ϕ' but high variability among years, especially when applying PROJMAT. No significant differences were found in precision parameters -percent error and coefficient of variation- among methods. Estimates of ϕ' derived by ELEFAN varied between 4.19 and 5.23 and agreed with those reported in the literature (between 4.25 and 4.91), whereas PROJMAT and SLCA estimates were significantly lower. We suggest the use of ELEFAN, together with jackknife, to estimate growth parameters of *Octopus maya*.

Key words: Growth, length-based methods, jackknife, uncertainty, *Octopus maya*, Yucatan.

Los pulpos *Octopus maya* (Voss y Solís, 1966) y *Octopus* (cf.) *vulgaris* constituyen el primer recurso pesquero en términos económicos y el segundo en volúmenes de captura del Estado de Yucatán, México, situándose entre las pesquerías de octópodos con mayor potencial mundial (Solís-Ramírez 1994). En el caso particular de *O. maya*, se ha sugerido un estado de sobreexplotación (Solís-Ramírez 1994, Chávez 1994). A efectos de un adecuado ordenamiento pesquero, se han realizado estudios dirigidos a cuantificar el crecimiento individual (Van Heukelem, 1976, Solís-Ramírez y Chávez 1986, Arreguín-Sánchez 1992, Zambrano 1992), proceso poblacional clave en la

dinámica poblacional de un recurso explotado. Las estimaciones de crecimiento son esenciales como insumos a modelos poblacionales dirigidos a evaluar estrategias de manejo.

Los estudios mencionados estuvieron basados en métodos indirectos, los cuales analizan la distribución de frecuencia de longitudes de un stock para estimar los parámetros de crecimiento. No obstante, en ninguno se realizaron estimaciones alternativas por más de un método, ni tampoco se cuantificó la incertidumbre asociada a dichas estimaciones. Esta incertidumbre cobra especial importancia en recursos tropicales, donde ciertas características del ciclo de vida (e.g., ciclo reproductivo y

reclutamiento continuos) impiden una clara progresión de clases modales, lo cual resalta la importancia de determinar la influencia que ejerce cada muestra mensual (Leonce-Valencia y Defeo 1997). Es muy común además la presencia de errores de medición y sesgos en la obtención de los datos. En *O. maya* existe una fuente adicional de incertidumbre dada por el acceso a información de capturas comerciales solamente para los cuatro meses y medio (15 agosto a 31 de diciembre) en los cuales opera la pesquería, como resultado de una medida de manejo.

Los objetivos principales de este trabajo fueron: (1) estimar los parámetros de crecimiento de *O. maya* de la costa de Yucatán aplicando los métodos indirectos ELEFAN ("Electronic Length Frequency Analysis" Gayanilo *et al.* 1994), PROJMAT ("Projection Matrix Method": Shepherd 1987a) y SLCA ("Shepherd's Length Composition Analysis": Shepherd 1987b); (2) cuantificar la incertidumbre en los parámetros resultante de variaciones en la estructura de la base de datos; y (3) comparar nuestras estimaciones con aquellas reportadas en la literatura para *O. maya*, usando el índice de crecimiento ϕ' (Defeo *et al.* 1992a).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras mensuales de *O. maya* provenientes de muestreos de desembarque en el puerto Celestún, Yucatán, entre agosto y diciembre de los años 1983-1987, 1989 y 1992. Los organismos fueron medidos en su longitud de manto, comprendida entre los ojos y el extremo distal del mismo, con 1 mm de precisión. Las frecuencias de tallas fueron agrupadas en un intervalo de clase de 10 mm, siguiendo criterios de Defeo *et al.* (1992b).

Para estimar los parámetros de crecimiento se aplicaron los métodos ELEFAN (Gayanilo *et al.* 1994), PROJMAT (Shepherd 1987a) y SLCA (Shepherd 1987b), los cuales suponen un crecimiento individual descrito por el modelo de von Bertalanffy (1938). En breve, cada método funciona como sigue: (1) ELEFAN

identifica picos y huecos en las distribuciones de frecuencia de tallas y ajusta en forma iterativa la curva de crecimiento que pasa por el máximo número de picos, no suponiendo normalidad en dichas distribuciones. Un índice de bondad de ajuste denominado R_n es usado para evaluar la función obtenida (ver Gayanilo *et al.* 1994 para detalles). (2) PROJMAT está basado en la matriz de proyección de Leslie y proyecta cada muestra del tiempo t a $t+1$, usando valores semilla de K y L_∞ (Shepherd 1987a). La muestra proyectada es evaluada estadísticamente con la observada a través de un procedimiento de minimización de suma de cuadrados de las diferencias entre ambas. Esto es repetido para las n muestras que constituyen la base de datos para un amplio rango de valores de K y L_∞ , resultando la mejor curva aquella que minimiza la suma de cuadrados (Basson *et al.* 1988). (3) SLCA está basado en el ajuste de una función coseno independiente del número y posición de las potenciales modas en la muestra. El ajuste de dicha función a los datos se realiza considerando los límites superior e inferior de cada intervalo de clase, así como la fracción del año en que cada muestra fue tomada. Una función de prueba evalúa la bondad de ajuste de diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento. Detalles de los algoritmos son aportados por Defeo *et al.* (1992a) y Leonce-Valencia y Defeo (1997).

Se aplicó la técnica de corte *jackknife* (Efron 1982) para evaluar la influencia de cada muestra en la estimación de los parámetros de crecimiento. Para ello se retiró una muestra (en este caso un mes) secuencialmente y con reemplazo del grupo de las n muestras disponibles en cada año, a fin de obtener n diferentes combinaciones de parámetros de crecimiento (Leonce-Valencia y Defeo 1997). El error porcentual (EP) y el coeficiente de variación porcentual (CV) fueron usados como estimadores de precisión. El primero fue obtenido como:

$$EP = \frac{(St - St_j)100}{St_j}$$

donde St es el estimador del parámetro de crecimiento usando la base de datos anual

completa (4 meses), y St_j es el estimador promedio derivado de los n seudovalores *jackknife*. EP es óptimo cuando es igual a 0 ($St=St_j$). El CV *jackknife* fue obtenido como:

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum (St_{i-1} - St_j)^2}{n(n-1)}}}{St_j} \cdot 100$$

donde St_{i-1} es el estimador del parámetro al omitir una muestra y n es el tamaño de la muestra anual ($n = 4$).

Como criterio para comparar diferentes estimaciones de crecimiento, se utilizó el índice de crecimiento estándar $\phi' = 2\log_{10}(L_\infty) + \log_{10}K$ (Munro y Pauly 1983, Pauly y Munro 1984), el cual provee un parámetro unificado de crecimiento y no muestra variaciones marcadas como L_∞ y K en forma individual (Defeo *et al.* 1992a, Leonce-Valencia y Defeo 1997). A fin de evaluar diferencias estadísticas, las estimaciones de ϕ' derivadas del análisis *jackknife* fueron sometidas a un análisis de varianza de 2 vías, empleando los métodos y

años como factores principales. En caso de detectar diferencias, se realizó un análisis de comparaciones múltiples empleando la prueba de Newman – Keuls (Zar 1996).

RESULTADOS

Los 19 251 individuos muestreados en los 7 años presentaron una moda general de 110 mm, y una longitud mínima y máxima de manto de 50 y 240 mm respectivamente.

- 1) Toda la información: ELEFAN convergió en una estimación óptima de parámetros. L_∞ varió entre 213 y 285 mm y K entre 0.50 y 1.35 año⁻¹ (Cuadro 1). PROJMAT no convergió en 3 de los 7 años analizados (1985, 1987 y 1992) y en los años restantes presentó amplia variación en L_∞ (205 a 425 mm), mientras que K fluctuó de 0.52 a 0.65 año⁻¹ (Cuadro 2). SLCA aportó estimaciones poco variables de L_∞ (203 a 255 mm) y K (0.12 a 0.33 año⁻¹) (Cuadro 3).

CUADRO 1

O. maya. Parámetros de crecimiento estimados por ELEFAN para los siete años de estudio, sin (St) y con (Y) *jackknife*. Se presentan los estimadores de precisión

TABLE 1

O. maya. Growth parameters estimated by ELEFAN for the seven years studied, without (St) and with (Y) *jackknife*. Precision estimates are also presented

Año		1983	1984	1985	1986	1987	1989	1992
L_∞ (mm)	St	285	285	232	213	250	220	251
	Y	276	242	262	208	213	210	234
	EP(%)	2.89	17.76	11.45	2.40	17.37	4.76	7.62
	CV(%)	2.83	11.99	21.36	2.39	5.30	5.10	5.17
K (año ⁻¹)	St	1.05	0.65	0.54	1.35	0.75	1.00	0.50
	Y	2.35	0.95	0.60	1.28	1.32	1.86	1.61
	EP(%)	55.31	31.57	10.00	5.46	43.18	46.23	68.91
	CV(%)	9.69	80.82	17.49	4.80	10.82	64.63	66.79
t_0 (anual)	St	-0.14	-0.16	-0.28	-0.02	-0.50	-0.27	-0.20
	Y	-0.05	-0.06	-0.28	-0.19	-0.26	-0.31	-0.19
	EP(%)	1.80	1.666	1.545	1.760	9.230	12.9	5.26
	CV(%)	20.12	25.07	33.58	15.91	22.71	25.78	3.86

2) **Análisis jackknife:** La aplicación del *jackknife* conjuntamente con ELEFAN, PROJMAT y SLCA mostró una fuerte influencia interanual en la estimaciones. La mayor variabilidad fue observada en L_∞ (191 a 336 mm) y K (0.16 a 1.25 año⁻¹) es-

timados por PROJMAT (Cuadro 2), seguidas en orden decreciente por ELEFAN (L_∞ de 208 a 276 mm y K de 0.60 a 2.35 año⁻¹: Cuadro 1) y SLCA (L_∞ de 192 a 261 mm y K de 0.11 a 0.24 año⁻¹: Cuadro 3).

CUADRO 2

O. maya. *Parámetros de crecimiento estimados por PROJMAT para los siete años de estudio, sin (St) y con (Y) jackknife. Se presentan los estimadores de precisión. NC: No convergencia*

TABLE 2

O. maya. *Growth parameters estimated by PROJMAT for the seven years studied, without (St) and with (Y) jackknife. Precision estimates are also presented. NC: No convergence*

Año		1983	1984	1985	1986	1987	1989	1992
L_∞ (mm)	St	425	265	NC	205	NC	215	NC
	Y	336	236	221	222	220	191	241
	EP(%)	26.48	12.38	6.33	7.65	7.27	12.56	2.48
	CV(%)	12.74	7.29	6.51	13.87	4.87	11.17	2.13
K (año ⁻¹)	St	0.53	0.52	NC	0.60	NC	0.65	NC
	Y	0.93	0.42	0.16	0.65	1.10	1.25	0.40
	EP(%)	27.97	23.80	6.25	7.69	91.81	48.00	32.40
	CV(%)	2.92	4.07	35.28	13.97	18.06	51.93	75.59
t_0 (anual)	St	-0.97	-0.20	NC	-0.21	NC	-0.93	NC
	Y	-0.85	-0.48	-0.41	-0.31	-0.30	-0.34	-0.59
	EP(%)	1.41	9.95	1.36	3.22	20.66	17.32	4.67
	CV(%)	9.25	7.16	32.81	14.12	25.75	68.04	18.31

Los estimadores de precisión EP y CV reflejaron una importante variación intra e interanual, pero no variaron significativamente entre métodos (ANOVA $0.08 < F_{2,18} < 2.61$: $P > 0.10$ en todos los casos). ELEFAN proveyó valores de L_∞ con un CV entre 2.39 (año 1986) y 21.36 (1985), y un EP entre 2.89 y 17.76 en 1983 y 1984 respectivamente, mientras que K presentó un CV de 4.80 a 66.79 y EP entre 5.46 y 68.91 (Cuadro 1). PROJMAT presentó el mayor valor de EP para L_∞ en 1983 (26.48), mientras que el CV fue máximo en 1986 (13.87); los valores de K variaron hasta 91.81 (EP) en el año

1987 y 75.59 (CV) en 1992 (Cuadro 2). SLCA presentó la menor variación con respecto a los otros 2 métodos: la máxima variación de L_∞ se dio en 1987 (EP = 19.31) y 1989 (CV = 13.32), mientras que para K ocurrió en 1989 (EP = 80.64) (Cuadro 3).

3) **Análisis comparativo mediante ϕ' :** El análisis de ϕ' derivado de la omisión secuencial de muestras mostró patrones claramente definidos (Fig. 1): a) ϕ' no mostró la variabilidad individual de los parámetros individuales K y L_∞ , hecho reflejado en una reducida desviación estándar para cada año y método considera-

dos. b) ELEFAN aportó valores significativamente mayores de ϕ' (4.57 a 5.23), seguido en orden decreciente por PROJMAT (3.46 a 4.97) y SLCA (3.74 a 4.66). c) ϕ' varió significativamente entre métodos ($F_{2,60} = 25.87$; $P < 0.0001$) y entre años (ANOVA $F_{6,60} = 4.52$; $P < 0.001$).

Las comparaciones múltiples a través de la prueba de Newman-Keuls para rangos críticos identificó diferencias individuales significativas entre métodos (Cuadro 4a) y del año 1983 con respecto a los demás, presentando mayor ϕ' en los tres métodos empleados (Fig. 1, Cuadro 4b).

CUADRO 3

O. maya. Parámetros de crecimiento estimados por SLCA para los siete años de estudio, sin (*St*) y con (*Y*) jackknife. Se presentan los estimadores de precisión

TABLE 3

O. maya. Growth parameters estimated by SLCA for the seven years studied, without (*St*) and with (*Y*) jackknife. Precision estimates are also presented

Año		1983	1984	1985	1986	1987	1989	1992
L_{∞} (mm)	St	255	216	241	203	223	223	218
	Y	261	218	216	200	204	192	234
	EP(%)	2.29	0.91	11.57	1.50	19.31	16.14	6.87
	CV(%)	2.90	1.09	10.52	1.56	2.01	13.32	6.46
K (año ⁻¹)	St	0.15	0.12	0.17	0.16	0.21	0.33	0.14
	Y	0.24	0.11	0.20	0.17	0.15	0.18	0.21
	EP(%)	37.50	9.09	15.00	5.88	40.00	80.64	33.33
	CV(%)	3.19	7.68	33.40	9.31	17.76	29.33	5.65
t_0 (anual)	St	-0.22	-0.83	-0.20	-0.34	-0.84	-0.93	-0.31
	Y	-0.62	-0.83	-0.11	-0.33	-0.71	-0.34	-0.33
	EP(%)	6.45	0.00	1.54	0.30	1.83	1.73	0.60
	CV(%)	12.31	0.00	29.00	2.94	12.20	34.24	5.56

Los valores de ϕ' obtenidos con ELEFAN estuvieron comprendidos en el ámbito de variación de aquellos derivados de las combinaciones de K y L_{∞} reportadas en la literatura, mientras que los de PROJMAT y SLCA fueron menores (Cuadro 5). Esta tendencia fue válida para todos los años donde se registraron estimaciones por varias fuentes (i.e., 1983 a 1987), lo cual sugiere una tendencia sistemática de PROJMAT y SLCA a subestimar los parámetros de crecimiento (Fig. 1).

DISCUSIÓN

El método ELEFAN fue el más adecuado para estimar los parámetros de crecimiento de *O. maya*, sugiriéndose evitar el uso del SLCA y PROJMAT. Estos mostraron problemas en la búsqueda iterativa de las mejores combinaciones de los parámetros. PROJMAT ha sido sugerido para especies de crecimiento rápido y/o una época de desove corta y definida (Defeo *et al.* 1992a), tal como en el caso del pulpo. Si bien en principio su aplicación podría ser adecuada, la

ausencia de convergencia y la subestimación del crecimiento se deberían a su gran sensibilidad a la omisión secuencial de muestras, que impide proyectar adecuadamente la matriz de transición (Leonce-Valencia y Defeo 1997). SLCA arrojó valores sensiblemente inferiores a ELEFAN y PROJMAT. Este método trabaja particularmente bien en especies más longevas que *O. maya*. El SLCA también subestimó el crecimiento de un bivalvo de corta vida (Defeo *et al.* 1992a), lo cual robustecería esta hipótesis. Sin embargo, no existe una guía para juzgar en qué casos es apropiado un método en particular (Rosenberg y Beddington 1987), y por tanto cada especie constituye un caso independiente en cuanto al uso de métodos a emplear para estimar su crecimiento.

El *jackknife* permitió determinar una fuerte variabilidad en los parámetros individuales de crecimiento para los 3 métodos, en especial PROJMAT. SLCA presentó la menor variabilidad en las estimaciones, aunque fuera del rango observado de valores previamente reportados en la literatura. El análisis comparativo de ϕ' en conjunción con *jackknife* corroboró la suma utilidad de este parámetro a efectos comparativos, ya que la variabilidad dentro de años disminuyó sensiblemente (ver Fig. 1). La pequeña variación intermensual mostraría una fuerte coherencia en las estimaciones de crecimiento a la omisión secuencial de muestras. Asimismo, permitió cuantificar diferencias estadísticamente significativas entre años y especialmente entre métodos, donde se ratificó la subestimación de la tasa de crecimiento de *O. maya* por parte de PROJMAT y SLCA.

CUADRO 4

O. maya. Comparaciones múltiples de ϕ' entre a) métodos y b) años, a través de la prueba de Newman-Keuls. En cursivas y negritas se resaltan las probabilidades significativas. Los valores medios de ϕ' para cada método y año se dan entre paréntesis

TABLE 4

O. maya. Multiple ϕ' comparisons between a) methods and b) years, by means of the Newman-Keuls test. Significant results are shown in bold and italics. Mean ϕ' values for each year and method appear between parenthesis

a) Año	1983	1984	1985	1986	1987	1989
1983 (4.80)						
1984 (4.25)	<i>0.016</i>					
1985 (4.02)	<i>0.005</i>	0.354				
1986 (4.34)	<i>0.022</i>	0.874	0.337			
1987 (4.41)	<i>0.023</i>	0.804	0.215	0.687		
1989 (4.26)	<i>0.012</i>	0.961	0.482	0.657	0.672	
1992 (4.15)	<i>0.004</i>	0.570	0.418	0.711	0.584	0.8096
b) Método	ELEFAN	PROJMAT				
ELEFAN (4.83)						
PROJMAT (4.22)	<i>0.0001</i>					
SLCA (3.90)	<i>0.0001</i>	<i>0.0049</i>				

CUADRO 5

Análisis comparativo entre las estimaciones de ϕ' obtenidas en este trabajo y las derivadas por otros autores

TABLE 5

Comparative analysis of ϕ' estimates obtained in this study with those derived by other authors

AÑO	A-S	S-R	Z	ELEFAN*	PROJMAT*	SLCA*	ELEFAN**	PROJMAT**	SLCA**
1983	4.87	4.72	4.25	4.92	4.98	3.98	5.23	4.97	4.17
1984	4.91	4.86	4.85	4.72	4.56	3.74	4.73	4.26	3.74
1985	4.94	4.79	4.83	4.46	NC	3.99	4.57	3.46	3.97
1986	4.68	4.63	4.70	4.78	4.40	3.81	4.73	4.49	3.78
1987	4.90	4.76	4.86	4.67	NC	3.70	4.77	3.77	4.66
1989	-----	-----	-----	4.68	4.47	4.21	4.89	4.06	3.82
1992	-----	-----	-----	4.19	NC	2.96	4.82	3.61	4.02

A-S: Arreguín-Sánchez (1992); S-R: Solís-Ramírez et al. (1990); Z: Zambrano (1992); * este trabajo, *sin jackknife*; ** este trabajo, con *jackknife*. NC: no convergencia.

A-S: Arreguín-Sánchez (1992); S-R: Solís-Ramírez et al. (1990); Z: Zambrano (1992); * this work, without *jackknife*; ** this work, with *jackknife*. NC: no convergence.

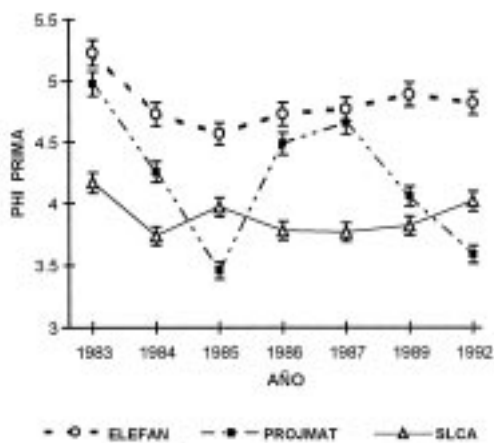


Fig. 1. Variabilidad interanual de ϕ' obtenida con los parámetros de crecimiento estimados por ELEFAN, PROJMAT y SLCA en conjunción con *jackknife*.

Fig. 1. Interannual variability of ϕ' values obtained with the growth parameters estimated by ELEFAN, PROJMAT y SLCA in conjunción with the *jackknife* technique.

Las estimaciones de crecimiento de *O. maya* conciden además con aspectos claves de su biología, tales como su corta a mediana longevidad, estimada en cautiverio (hasta 12 me-

ses: Van Heukelem 1976, 1977) o con base en muestreos biológicos o de la flota comercial (de 1.5 a 5 años según Solís-Ramírez y Chávez 1986, ver también Van Heukelem 1983 y Solís-Ramírez 1994). La longevidad del pulpo, estimada en este trabajo como el cociente 3/K y usando valores promedio de K derivados del análisis *jackknife* en el largo plazo, sería cercana a 2.5 años según estimaciones del ELEFAN, mientras que a partir de PROJMAT y SLCA sería 6.5 y 17.4 años. Estos valores están totalmente fuera del contexto biológico de la especie y reafirman su poca utilidad a efectos de estimar el crecimiento en el pulpo.

En suma, teniendo en cuenta las características biológicas del recurso, el desempeño de los 3 métodos con base en un análisis robusto de largo plazo y la coincidencia de las estimaciones de ϕ' con aquellas reportadas en la literatura, se sugiere estimar el crecimiento de pulpo empleando el *jackknife* conjuntamente con ELEFAN. Las estimaciones de PROJMAT y SLCA generaron valores de ϕ' y estimaciones de longevidad no acordes con la biología del recurso y por tanto no serían recomendables para estimar el crecimiento de *O. maya*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la tesis de Maestría de R.N.V. en CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, la cual fue realizada con el apoyo de CONACYT. Agradecemos las sugerencias de dos revisores anónimos, así como el apoyo editorial por parte del Dr. Monge-Nájera.

RESUMEN

Los parámetros de crecimiento del pulpo (*Octopus maya*) de las costas de Yucatán (México) fueron estimados en siete años comprendidos entre 1983-1987, 1989 y 1992. A tales efectos se realizó un análisis de frecuencia de tallas de 19 251 pulpos muestreados de la captura comercial, con un intervalo de longitud de manto comprendido entre 50 y 240 mm. Se usaron los métodos indirectos ELEFAN, PROJMAT y SLCA. La incertidumbre de las estimaciones inherente a cada método y derivada del diseño de muestreo fue analizada con la técnica jackknife. Los parámetros de crecimiento L_{∞} y K se unificaron a efectos comparativos mediante el índice phi prima (ϕ'). El método ELEFAN resultó ser el más adecuado para estimar los parámetros de crecimiento de *O. maya*, brindando valores en el rango de aquellos previamente reportados en la literatura, mientras que PROJMAT y SLCA mostraron problemas en la convergencia de los parámetros, y tendieron a subestimarlos. Las estimaciones mediante *jackknife* detectaron poca variabilidad intermensual en ϕ' pero gran variabilidad interanual. Los estimadores de precisión de la técnica *jackknife*, error porcentual y coeficiente de variación porcentual, no difirieron significativamente entre métodos. Las estimaciones de ϕ' derivadas del ELEFAN variaron entre 4.19 y 5.23, coincidiendo con aquellas reportadas en la literatura (entre 4.25 y 4.91), mientras que PROJMAT y SLCA aportaron valores significativamente menores. Los resultados de dicho método conciben además con aspectos de la biología de la especie (e.g., corta longevidad). Sugerimos utilizar el ELEFAN conjuntamente con *jackknife* para estimar los parámetros de crecimiento de *Octopus maya*.

REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F. 1992. Growth and seasonal recruitment of the octopus (*Octopus maya*) fishery from the Campeche Bank, caught by the artisanal fleet. NA-GA, Filipinas 15: 31-34
- Basson, M., A.A. Rosenberg & J.R. Beddington. 1988. The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length frequency data. J. Cons. Int. Explor. Mer. 44: 277-285.
- Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biol. 10: 181-213.
- Chávez, E. 1994. Los recursos marinos de la Península de Yucatán, p. 1-12. In A. Yañez-Arancibia (ed.). Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche, EPO-MEX Serie Científica 2, Campeche, Campeche, México.
- Defeo, O., F. Arreguín-Sánchez & J. Sánchez. 1992a. Growth study for the yellow clam *Mesodesma mactroides*: a comparative analysis of three length-based methods. Sci. Mar. 56: 53-59.
- Defeo, O., E. Ortiz & J.C. Castilla. 1992b. Growth, mortality and recruitment of the yellow clam *Mesodesma mactroides* in Uruguayan beaches. Mar. Biol. 114: 429-437.
- Efron, B. 1982. The Jackknife, the Bootstrap and Other Resampling Plans. Society for Industrial and Applied Mathematics, Filadelfia, Pensilvania. 92 p.
- Gayanilo, F.C. Jr., P. Sparre & D. Pauly. 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Comp. Inf. Ser. Fisheries 7, FAO, Roma, 126 p.
- Leonce-Valencia, C. & O. Defeo. 1997. Evaluation of three length-based methods for estimating growth in tropical fishes: the red snapper *Lutjanus campechanus* of the Campeche Bank (Mexico). Sci. Mar. 61: 297-303.
- Munro, J.L. & D. Pauly. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. Fishbyte 1: 5-6.
- Pauly, D. & J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte 2: 21.
- Rosenberg, A.A. & J.R. Beddington. 1987. Monte-Carlo testing of methods for estimating growth from length-frequency data with general conditions for their applicability, p 283-298. In D. Pauly & G.R. Morgan (ed.). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Shepherd, J. G. 1987a. Towards a method for short-term forecasting of catch rates based on length compositions, p. 167-176. In D. Pauly & G.R. Morgan (ed.). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Shepherd, J.G. 1987b. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p. 113-119. In D. Pauly & G.R. Morgan (ed.).

- Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13, Manila.
- Solís-Ramírez, M. J. 1994. Mollusca de la Península de Yucatán, México, p. 13-32. In A. Yañez-Arancibia (ed.). Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica 2, Campeche, Campeche, México.
- Solís-Ramírez, M. J. & E.A. Chávez. 1986. Evaluación y régimen óptimo de pesca del pulpo en la Península de Yucatán. An. Inst. Cien. Mar Limnol. UNAM 13: 1-18.
- Solís-Ramírez, M.J., M.E. González de la Rosa & J. Sánchez-Chávez. 1990. Coeficientes de la relación peso-longitud y parámetros de crecimiento del pulpo *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de la costa de Yucatán. Informe Técnico, Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucaltepén, Yucatán. 10 p.
- Van Heukelem, W.F. 1976. Growth, bioenergetics and life span of *Octopus cyanea* and *Octopus maya*. Tesis de Doctorado, Universidad de Hawaii.
- Van Heukelem, W.F. 1977. Laboratory maintenance, breeding, rearing and biomedical research potential of the Yucatan octopus (*Octopus maya*). Lab. Anim. Sci. 27: 852-859.
- Van Heukelem, W.F. 1983. *Octopus maya*, p. 311-323. In P.R. Boyle (ed.). Cephalopod life cycles, Vol. 2. Academic, Nueva York.
- Zambrano, G.L. 1992. Contribución al conocimiento de la mortalidad natural de *Octopus maya* en la plataforma continental de la Península de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias UNAM, México D.F., México.
- Zar, J.H., 1996. Biostatistical Analysis. 3a edición, Prentice-Hall, Nueva Jersey. 662 p.