

# Análisis de mortalidad en la población del caracol púrpura *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) en las bahías de Huatulco, Oaxaca

Cruz A. Vázquez-Gil\*, Pedro Cervantes-Hernández (\*), Saúl J. Serrano-Guzmán\*, Rosario P. Cid-Rodríguez\* & Mario E. Fuente-Carrasco\*

## Resumen

**Análisis de mortalidad en la población del caracol púrpura *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) en las bahías de Huatulco.** Un análisis de sensibilidad se estableció para evaluar la confiabilidad de algunos modelos para estimar las tasas de mortalidad, en la fase adulta, del caracol púrpura *Plicopurpura pansa* en las bahías de Huatulco, Oaxaca (Pacífico mexicano), durante el período de junio de 1999 a abril de 2000. Cuatro modelos de mortalidad fueron seleccionados, dos de éstos, emplearon a la captura total mensual (Ct) por sexo como datos de entrada; mientras que los otros dos usaron parámetros de crecimiento de von Bertalanffy. El valor de mortalidad total (Z<sub>t</sub>) se encontró parcialmente dentro del intervalo 0.22-0.55 mensual. Con base en la reconstrucción de una de las cohortes pertenecientes a la población natural, se verificó su grado de variación, en función a las respuestas de extinción exponencial obtenidas a 0.22, 0.23 y 0.55 de mortalidad total. El análisis de sensibilidad indicó que el grado de heterogeneidad entre la abundancia esperada resultó ser mínima a tasas de mortalidad total de 0.22 y 0.23 mensual. A este respecto y considerando un nivel de mortalidad natural (M<sub>t</sub>) de 0.10 mensual (única estimación), se propone que ambas

## Abstract

**Analysis of the population mortality of purple snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) from Huatulco's bays.** A sensitivity analysis was performed to evaluate the reliability of some models to estimate the rate of mortality in the mature phase of the purple snail *Plicopurpura pansa* in Huatulco bays, Oaxaca (Mexican Pacific), during the period of June 1999 to April 2000. Four models of mortality were chosen, two of these employed data of monthly total capture (Ct) by sex like input data; whereas, the other two, were used the parameters of growth of von Bertalanffy. The value of total mortality (Z<sub>t</sub>) was partly inside the monthly interval of 0.22-0.55. With the reconstruction of one of the cohorts belonging to the natural population, the variation grade was confirmed in regards to the exponential extinction obtained at 0.22, 0.23 and 0.55 of total mortality. The grade of heterogeneity among the expected abundance turned out to be minimal compared to monthly rates of total mortality (M<sub>t</sub>) of between 0.22 and 0.23. Taking into account the monthly rate of natural mortality of 0.10 (one estimation), is suggested that both preliminary estimates of total mortality could be considered as good assessments to express the rate of total mortality of the population of P.

## Résumé

**Analyse de la mortalité de la population d'escargot pourpre *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) dans les baies de Huatulco.** Une analyse de sensibilité a été menée afin d'évaluer la fiabilité de quelques modèles estimant les taux de mortalité, en phase adulte, de l'escargot pourpre *Plicopurpura pansa*, dans les baies de Huatulco, Oaxaca, (Pacifique Mexicain), pendant la période de juin 1999 à avril 2000. Quatre modèles de mortalité ont été sélectionnés, deux d'entre eux, utilisaient la capture totale mensuelle (Ct) par sexe comme données d'entrée; Tandis que les deux autres utilisaient des paramètres de croissance de von Bertalanffy. La valeur de mortalité totale (Z<sub>t</sub>) obtenue était partiellement dans un intervalle mensuel compris entre 0.22 et 0.55. En ce qui concerne la reconstruction d'une des cohortes appartenant à la population naturelle, le degré de variation a été vérifié, en fonction des extinctions exponentielles obtenues à des valeurs de 0.22, 0.23 et 0.55 de mortalité totale. L'analyse de sensibilité indiqua un degré d'hétérogénéité dans l'abondance attendue minimum pour des taux de mortalité totale de 0.22 et 0.23 mensuels. Ainsi, et en considérant un niveau de mortalité naturel (M<sub>t</sub>) de 0.1 mensuel (estimation), il est sug-

\*Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel

Correspondencia \*: Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca, A.P. 47, C.P. 70902 MÉXICO Tel. fax: (958) 5843057

(\*e-mail: pedroc@angel.umar.mx)

estimaciones preliminares de la mortalidad total, pudieran considerarse como buenos estimadores para expresar la tasa de mortalidad total asociada a la población de *P. pansa* en las bahías de Huatulco. Suponiendo un nivel mortalidad total de 0.22 mensual, fue posible detectar que, indistintamente del sexo, los niveles de explotación (E) resultaron de 0.54 mensual, mientras que la supervivencia (S) tuvo un nivel de 0.19 mensual. A este respecto, se sugiere que, durante el periodo en estudio, ambos sexos se mostraron explotados con la misma intensidad. Finalmente, los modelos de Beverton-Holt y Robson-Chapman resultaron ser los más confiables en la estimación de la mortalidad total.

**Palabras clave:** Gasteropoda, modelos, Pacífico mexicano, pesquerías.

*pansa*. Supposing a total monthly mortality of 0.22, it was found that indistinctly of the sex, the monthly levels of exploitation (E) were of 0.54, while the survival (S) showed a monthly level of 0.19. Both sexes seemed to be exploited with the same intensity. The models of Beverton-Holt and Robson-Chapman proved to be the most reliable in the estimate of total mortality.

**Key words:** Fisheries, Gasteropoda, Mexican Pacific, models.

géré que les estimations préliminaires de la mortalité totale peuvent être considérées comme de bonnes appréciations pour exprimer le taux de mortalité totale de la population de *P. Pansa* dans les baies de Huatulco. En supposant un taux de mortalité totale de 0.22 mensuel, il a été déduit que, indépendamment du sexe, les niveaux d'exploitation étaient de 0.54 mensuels, tandis que la survie (S) était d'un niveau de 0.19 mensuel. Ainsi, il est suggéré que, durant la période d'étude, les deux sexes ont été exploités avec la même intensité. Enfin, les modèles de Beverton-Holt et de Robson-Chapman ont montré être les plus fiables dans l'estimation de la mortalité totale.

**Mots-clefs:** Gastéropodes, Modèles, Pacifique Mexicain, Pêche.

## Introducción

Desde tiempos antiguos, a lo largo del mundo diversas culturas han utilizado un sin número de productos de origen animal y vegetal para la obtención de tintes naturales. Entre éstos, los obtenidos de los gasterópodos marinos resultan ser los más importantes para la industria (León-Álvarez 1989). En este sentido, el caracol púrpura *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) (Figs. 1a y 1b) y los pertenecientes a los géneros *Murex* y *Thais*, son en la actualidad los principales organismos productores de tinte asociados a diversas culturas en el mundo (Turok *et al.* 1988); a este respecto, en la costa oaxaqueña son los chontales, huaves y mixtecas quienes tradicionalmente han explotado a *P. pansa* en todas sus etapas del ciclo de vida.

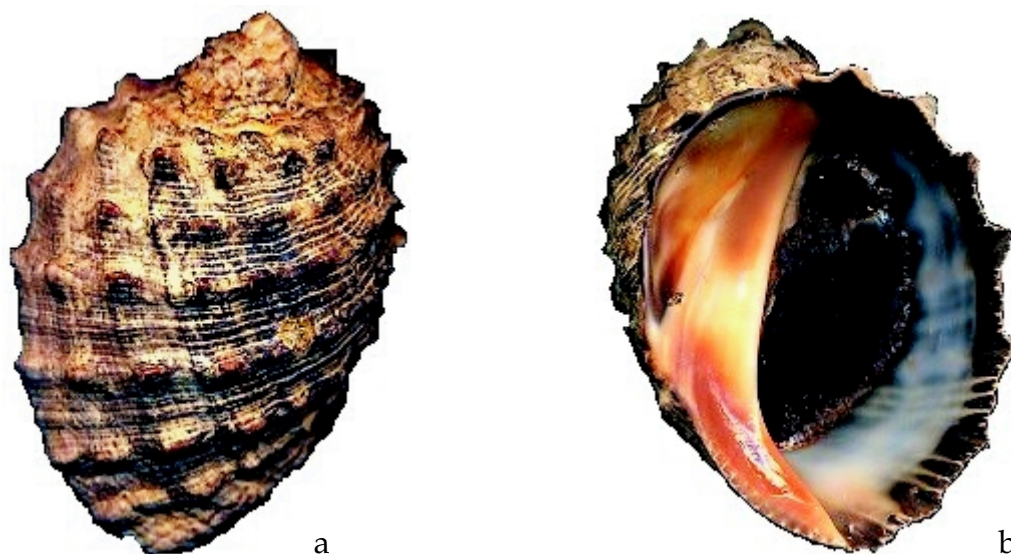
La importancia socio-cultural y económica de *P. pansa* reside en el uso de este recurso para la tinción y confección de diversas prendas de vestir elaboradas en algodón, dicho tinte es indeleble y resistente al cloro (Fig. 2). Asimismo, el tinte de *P. pansa* se encuentra asociado a un profundo significado religioso ligado a la fertilidad y a la muerte (León-Álvarez 1989). Por lo anterior, el caracol púrpura constituye un importante recurso

económico y un patrimonio cultural asociado a las costas oaxaqueñas.

La distribución geográfica de este gasterópodo se ha registrado desde el extremo sur de la península de Baja California hasta el sur de Colombia y las islas Galápagos, es considerada una especie típica de la provincia Panámica (Keen 1971). Su límite de distribución está ligado a las bajas temperaturas asociadas a las corrientes de Baja California y de Humboldt, respectivamente (Turok *et al.* 1988).

Durante la primera mitad de la década de los ochentas, el caracol *P. pansa* fue intensamente explotado por la compañía japonesa "Púrpura Imperial", afectando su dinámica poblacional y los aspectos cultural y económico en las costas oaxaqueñas (Turok *et al.* 1988). La sobreexplotación de *P. pansa*, realizada entre 1980 y 1985, deterioró la actividad sustentable realizada por los mixtecas en años previos.

Anterior a la explotación japonesa, en Oaxaca no se contaba con un conocimiento del estado poblacional de *P. pansa*; y fue hasta finales de 1985 cuando se iniciaron los primeros estudios acerca de su distribución y abundancia (Turok *et al.* 1988). Los resultados previos registrados por



**Figura 1.** Vista dorsal (a) y ventral (b) de la concha de *Plicopurpura pansa* (foto tomada de [www.jaxshells.org/pansa.htm](http://www.jaxshells.org/pansa.htm)).

estos autores indicaron que, entre 1987 y 1988, la estructura poblacional de *P. pansa* en la región resultó menor en comparación a la estimada en la costa de Jalisco, dicho contraste se debió principalmente a que la compañía japonesa no alcanzó la parte norte del Pacífico mexicano.

La estimación de las tasas instantáneas de mortalidad total ( $Z_t$ ) y mortalidad natural ( $M_t$ ) resulta relevante en el establecimiento de una adecuada estrategia de aprovechamiento; consecuentemente, los sesgos que afectan su estimación tienen repercusiones en el análisis, evalua-

ción y administración de los recursos sujetos a explotación (Gracia 1989). Por su parte, Vetter (1988) indicó que es difícil llegar a una estimación precisa de las tasas instantáneas de mortalidad; sin embargo, es indispensable contar con dichas estimaciones, ya que la mayor parte de los modelos poblacionales incluyen como parámetro de entrada a estos coeficientes.

En el caso de los crustáceos y moluscos, Vetter (1988) recomendó la generación de varias estimaciones de  $M_t$  y  $Z_t$  combinando diferentes metodologías con el objeto de acotar en lo posible los



**Figura 2.** Madeja de algodón sostenida por un "tintero", teñida con *P. pansa*. En la porción de la madeja que sostiene en la palma de su mano se observa abajo el tinte recién "ordeñado", y arriba se ve el tinte oxidado al color púrpura definitivo (foto tomada de Cabanillas 2002).

niveles de mortalidad más confiables para la población de estudio. En el caso de *P. pansa*, dichos niveles fueron establecidos considerando los modelos empleados por Gracia (1989) y Cervantes-Hernández (1999) en *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) y *Farfantepenaeus duorarum* (Burkenroad, 1939), respectivamente. A este respecto, cabe destacar que los modelos empleados en este trabajo no corresponden en exclusiva a las poblaciones de camarones del género *Penaeus*, sino que pueden explorarse y evaluarse en diferentes poblaciones de invertebrados, siempre y cuando la base de datos a utilizar cumpla con las expectativas teóricas asociadas a cada uno de los modelos empleados.

En el presente trabajo se describen algunos aspectos de mortalidad asociados a la población del caracol púrpura que prácticamente resulta escasa. A pesar de que la base de datos mostró limitaciones (*v.g.* la carencia de la unidad de explotación), este estudio intenta generar estimaciones de los parámetros críticos de mortalidad con el objeto de incidir en la evolución y el manejo de esta pesquería. Por otro lado, el análisis tiene como objetivo realizar una evaluación de la confiabilidad y aplicabilidad de un grupo de modelos, encaminados a estimar los parámetros de mortalidad en la fase adulta del caracol púrpura, durante el período de junio de 1999 a abril de 2000.

## Material y métodos

La población del caracol *P. pansa* se consideró como un stock único y la interacción con otras poblaciones no fue considerada. El número total de organismos capturados (Ct) por sexo, para el período de junio de 1999 a abril de 2000, fue proporcionado por el proyecto SIBEJ 97-06-011: "Estudio y Aprovechamiento del Caracol *Plicopurpura pansa* en la Costa Oaxaqueña".

Así mismo, fueron empleados los registros históricos de los parámetros de crecimiento: en hembras  $L = 101$  mm,  $t_0 = -0.6692$  y  $k = 0.0696$  y en machos  $L = 72$  mm,  $t_0 = -0.6677$  y  $k = 0.0996$  (donde  $t_0$  es la edad al tiempo 0) registrados por Turok *et al.* (1988).

Los modelos para estimar los coeficientes de mortalidad total y mortalidad natural durante la

fase adulta de *P. pansa* (ambos sexos y sexos separados) fueron los siguientes:

*Modelo de Taylor (1958)*: Con base en los parámetros de crecimiento, y el tiempo requerido para que un organismo alcance el 95% de  $L$ , este método proporciona una estimación del coeficiente instantáneo de mortalidad natural  $M_i$ , y de la longevidad que alcanza un organismo durante su historia de vida ( $A_{0.95}$ ). Las relaciones para tal propósito son:

$$A_{0.95} = t_0 + \frac{2.996}{k}$$

$$M_i = \frac{2.996}{A_{0.95}}$$

Donde 2.996 es la constante que indica el tiempo requerido para que un reproductor obtenga el 95% de  $L$ ; a partir del momento en que nació ( $t_0$ ), manteniendo fija la constante catabólica ( $k$ ) de la ecuación de von Bertalanffy (1938).

*Modelo de Beverton y Holt (1957)*: Este método propone la sustitución de la edad media de los organismos y la edad de primera captura ( $T_c$ ), por sus correspondientes parámetros de crecimiento. La relación es:

$$Z_i = k \frac{L - \bar{L}}{\bar{L} - L'}$$

Donde:  $Z_i$  es el coeficiente de mortalidad total,  $L$  es la longitud media del intervalo [ $L', L$ ],  $L'$  es la longitud mínima,  $L$  es la longitud asintótica y  $k$  la constante catabólica de la ecuación de von Bertalanffy (1938).

*Modelo de Robson y Chapman (1961)*: Este modelo proporciona una estimación del coeficiente  $Z_i$  a partir de los datos de capturas totales por grupos de edad, es aplicado cuando el esfuerzo de pesca ( $f_i$ ) se supone constante o sin tendencia neta durante el período en estudio; esto es, la pesquería se considera en equilibrio. La relación para tal propósito es:

$$Z_i = \ln \frac{A}{B - A - 1}$$

Donde  $A = [(N_{max}) (t_{max})] + \dots + [(N_n) (t_n)]$ ;  $B = N_0 + N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n$ ; siendo  $N_n$  las capturas totales y  $t_n$  el grupo de edad, respectivamente.

*Modelo de Ricker (1975)*: Este modelo considera a la pendiente negativa que se genera después del máximo  $C_v$  en una curva de capturas por grupos de edad, la caída se asocia con la tasa de mortalidad total en la siguiente relación:

$$\ln(C_t) = \alpha - \beta t_i$$

Donde  $-$  es el valor de la tasa instantánea de mortalidad total ( $= -Z_i$ ) y  $t_i$  es el grupo de edad. La tasa de explotación (E) y de supervivencia (S), en ambos sexos, fue obtenida con base en la relación ( $E = F/Z$ ) y ( $S = 1 - e^{-Z}$ ).

Con el objeto de detectar el nivel de mortalidad total más confiable, se procedió a reconstruir la abundancia ( $N_t$ ) de una de las cohortes pertenecientes a la población natural, estimando la constante  $N_0$  de acuerdo al modelo de doble regresión de Rose (1987), para así aplicar la función de Lotka (1956) ( $N_t = N_0 \exp^{-Zt}$ ). Dicha función fue sometida a extinción exponencial, considerando las diferentes estimaciones de mortalidad total obtenidas. Con base en lo anterior, se verificó el grado de variación que mostró el grupo de curvas a través de un diseño de sensibilidad ANDEVA (análisis de la varianza) y CLUSTER (agrupamiento por el vecino más cercano).

## Resultados

Al aplicar el modelo de Taylor (1958), el valor mensual del coeficiente  $M_h$  para las hembras (h) fue de 0.07, mientras que la longevidad máxima que alcanzan las hembras de *P. pansa* se estimó en  $A_{0.95} = 42$  meses (3.5 años); por otro lado, este último parámetro en machos resultó (m) de 29 meses (2.4 años) y  $M_m = 0.10$  mensual (Tabla I).

Los coeficientes de mortalidad total por sexo obtenidos mediante el modelo de Beverton y Holt (1957) resultaron para hembras de  $Z_h = 0.19$  mensual (con  $E = 0.47$  y  $S = 0.17$ ) y para machos  $Z_m = 0.23$  (con  $E = 0.56$  y  $S = 0.20$ ) (Tabla I).

Al aplicar el modelo de Robson y Chapman (1961) la tasa instantánea de mortalidad total para los organismos machos y hembras (t) resultó en una misma estimación  $Z_t = 0.22$  mensual (con  $E = 0.54$  y  $S = 0.19$ ) (Tabla I).

A diferencia del modelo anterior, el procedimiento descrito por Ricker (1975) indicó que la tasa de mortalidad total en hembras fue de 0.39 mensual, mientras que la tasa de explotación y el índice de supervivencia se estimaron en 0.74 y 0.32, respectivamente ( $R^2 = 0.97$  y  $p < 0.05$ ). Por otro lado, la mortalidad total estimada en machos resultó de 0.55 mensual, mientras que los índices E y S se estimaron en 0.81 y 0.42, respectivamente ( $R^2 = 0.98$  y  $p < 0.05$ ) (Tabla I).

Los resultados obtenidos indicaron que el valor de la tasa de mortalidad total en la población de *P. pansa* se encontró parcialmente dentro del intervalo 0.19-0.39 mensual en hembras y 0.22-0.55 mensual en machos. A este respecto, dichas estimaciones no mostraron una diferencia

**Tabla I.** Estimaciones mensuales de los coeficientes  $Z_i$ ,  $M_i$ , E y S para ambos sexos (t), para hembras (h) y machos (m) en la población de *Plicopurpura pansa*, durante el periodo de junio de 1999 a abril de 2000.

Modelo de mortalidad	$Z_t$	$Z_h$	$Z_m$	$M_h$	$M_m$	$E_t$	$E_h$	$E_m$	$S_t$	$S_h$	$S_m$
Taylor (1958)	-	-	-	0.07	0.10	-	-	-	-	-	-
Beverton y Holt (1957)	0.23	0.19	0.23	-	-	0.56	0.47	0.56	0.20	0.17	0.20
Robson y Chapman (1961)	0.22	0.22	0.22	-	-	0.54	0.54	0.54	0.19	0.19	0.19
Ricker (1975)	0.55	0.39	0.55	-	-	0.81	0.74	0.81	0.42	0.32	0.42

significativa con sus homólogos estimados para ambos sexos  $Z_i$  ( $F = 6.84$ ,  $p < 0.05$ ) (Tabla I). Lo anterior sugiere que independientemente del sexo, la tasa de mortalidad total en la población *P. pansa* podría detectarse considerando cualquiera de las estimaciones obtenidas de  $Z_v$ ,  $Z_h$  o  $Z_m$ .

En lo que concierne a la mortalidad natural, ésta resultó en una única estimación  $M_m = 0.10$  mensual (Tabla I); en este sentido, cabe destacar que la estimación  $M_h$  resultó demasiado pequeña como para ser tomada en cuenta. Al suponer la condición de Ricker (1975) de que  $M_i$  no debe ser mayor a  $Z_i$  durante la fase explotada del ciclo de vida de una especie ( $Z_i = M_i + F_i$ ), entonces la estimación  $M_m$  podría considerarse como un buen estimador de la mortalidad natural en *P. pansa*, debido a que esta última resultó ser menor a cualquier  $Z_i$  estimada.

Se modeló la abundancia de una de las cohortes pertenecientes a la población natural, el valor de  $N_0$  en  $t_0$  se estimó en 3,000 individuos según el modelo de Rose (1987). Una vez reconstruida la función de Lotka (1956), ésta fue sometida a extinción exponencial considerando las estima-

ciones de mortalidad total para ambos sexos (0.22, 0.23 y 0.55 mensual).

El análisis de la varianza indicó que existe diferencia significativa entre las diferentes cohortes de extinción exponencial ( $F = 18.51$ ,  $p = 0.025$ ) (Fig. 3). Considerando la diferencia entre las medias cruzadas a través del índice de mínima disimilitud (LSD, por sus siglas en inglés) y mediante el análisis por CLUSTER (Fig. 4), fue posible detectar que los niveles de varianza entre las cohortes sometidas a 0.22 y 0.23 de mortalidad total resultaron ser las mínimas de entre las analizadas. En este sentido, el nivel de mortalidad total que mostró la mayor cantidad de varianza con respecto al resto de las estimaciones, fue la sometida a 0.55 mensual de mortalidad total.

El análisis de sensibilidad indicó que a través de las estimaciones asociadas a  $Z_v$ , la mortalidad total en la población de *P. pansa* se encontró inicialmente dentro del intervalo 0.22-0.55 mensual. Los niveles de  $Z_i$  en los cuales se visualizó aparentemente un número de muertes relativamente constante en el tiempo, se registró entre 0.22 y 0.23 mensual (Figs. 3 y 4). Con base en lo

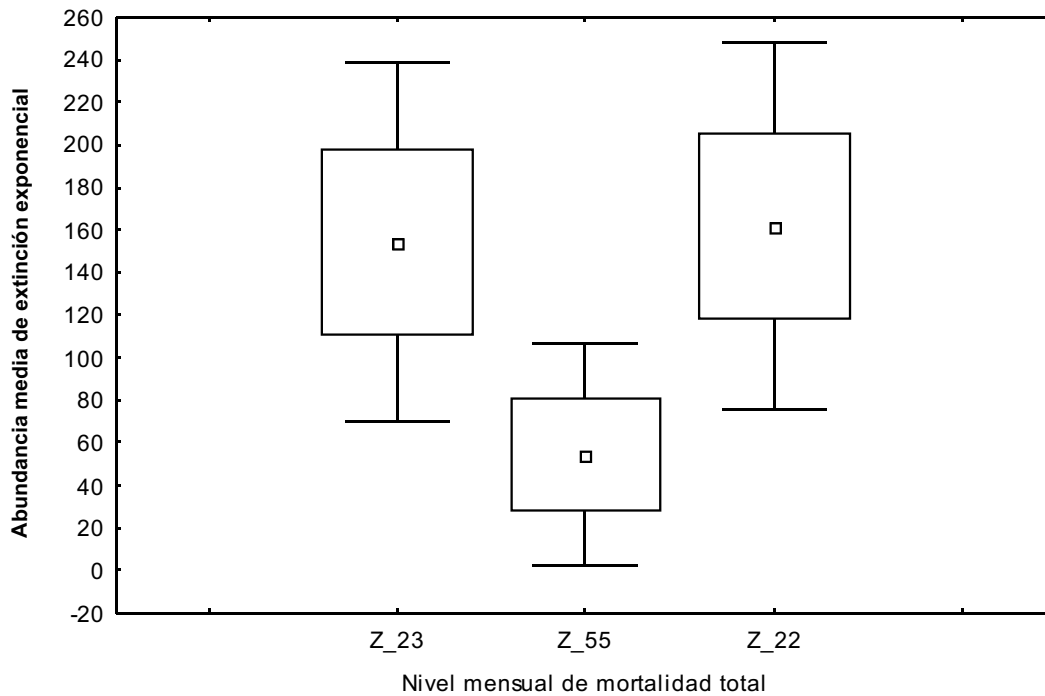


Figura 3. Variabilidad en los ensayos de extinción exponencial a diferentes niveles de mortalidad total  $Z_i$ .

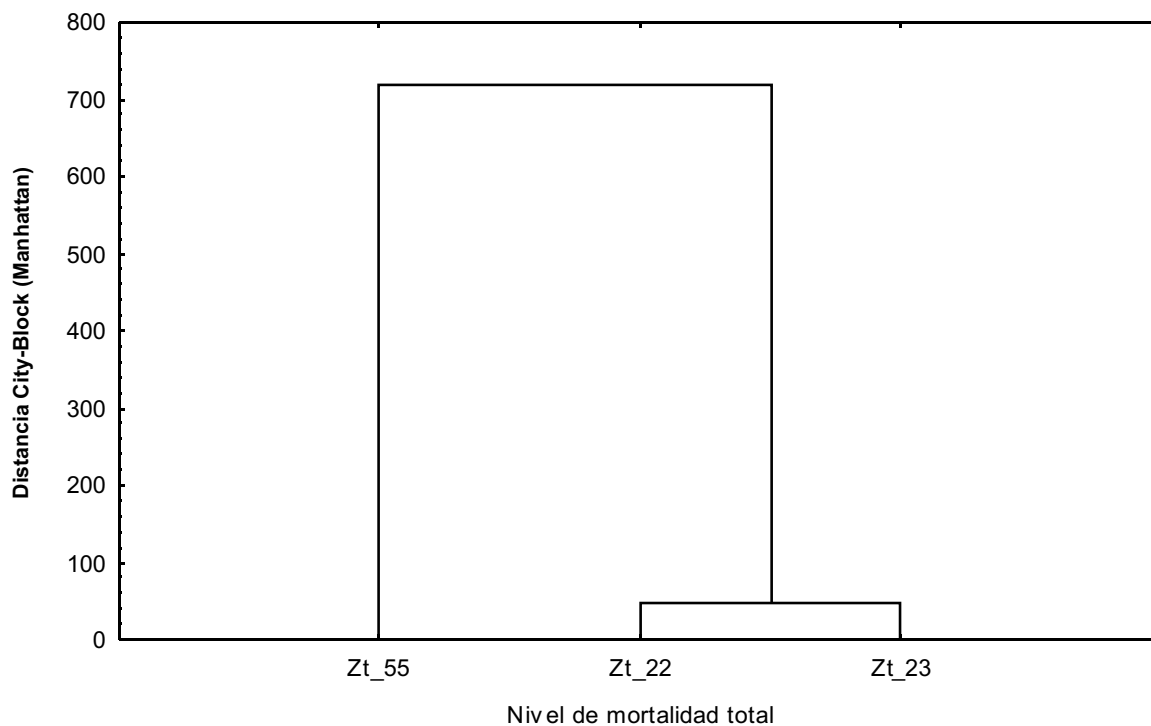


Figura 4. Conglomerados jerárquicos para el análisis de CLUSTER con la técnica del vecino más cercano.

anterior y considerando un nivel de mortalidad natural en 0.10 mensual, se propone que ambas estimaciones pudieran considerarse buenos estimadores para expresar la tasa de mortalidad total asociada a la población de *P. pansa* en las bahías de Huatulco, entre junio de 1999 y abril de 2000.

Considerando un nivel de mortalidad  $Z_t$  de 0.22 mensual, fue posible observar que indistintamente del sexo, los niveles de explotación registraron un nivel de 0.54 mensual (Tabla I). Aparentemente la tasa de explotación se ha mantenido relativamente alta durante el período en estudio, por tanto, se sugiere que ambos sexos se han explotado con la misma intensidad. Así mismo, e independiente del sexo, el índice de supervivencia se estimó en 0.19 mensual y éste resultó menor que  $E_i$  en todos los ensayos de explotación. Podría sugerirse que este efecto de explotación es en parte responsable de la tendencia descendente mostrada en los niveles de captura durante el período en estudio (Fig. 5). Sin embargo, dicha aseveración podría resultar en un artificio erróneo, ya que se carece de información

asociada al esfuerzo de captura; por tal motivo, ésta sugerencia deberá ser corroborada en términos de otras técnicas asociadas a los diferentes modelos de producción excedente (Pella y Tomlinson 1969, Schaefer 1954 Fox 1970, Schnute 1977, Csirke y Caddy 1983) con el objeto de estimar en un futuro el nivel de esfuerzo óptimo ( $f_{OPT}$ ) que produce los rendimientos máximos sostenidos (MSY, por sus siglas en inglés) (Hilborn y Walters 1992).

### Discusión y conclusiones

De entre los modelos cuya base de operación radica en los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (1938), los más confiables en cuanto a la estimación del parámetro  $Z_i$  resultaron ser los modelos de Beverton y Holt (1957) y Robson y Chapman (1961); sin embargo; las estimaciones de  $Z_i$  y  $M_i$  obtenidas en este trabajo deberán estar sujetas a una actualización de los parámetros de crecimiento, ya que las constantes registradas por Turok *et al.* (1988) muestran un retraso de 14 años

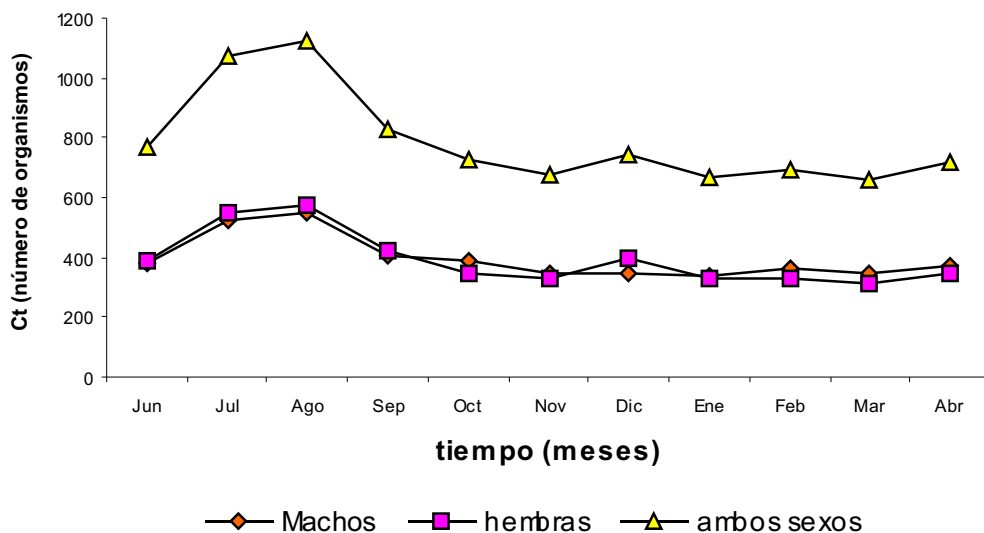


Figura 5. Captura mensual en la población de *P. pansa* durante el periodo de junio de 1999 a abril de 2000.

con respecto a la base de datos utilizada en este ensayo de mortalidad.

A pesar de considerar la falta de información referente al esfuerzo de pesca, se generaron estimaciones preliminares de la tasa de mortalidad total y mortalidad natural en la población de interés. La estimación de  $Z_t$  asociado al modelo de Ricker (1975) resultó en una sobrestimación y a pesar de mostrar una alta correlación, la estimación obtenida no fue tomada en cuenta dado los altos niveles de varianza interna que mostró en el ensayo de extinción exponencial.

Con respecto a la tasa de explotación, ésta se mantuvo en un nivel alto durante todo el período del estudio y se encontró en un nivel similar indistintamente del sexo. A este respecto, Turok *et al.* (1988) mencionó que históricamente las hembras de *P. pansa* fueron explotadas en demasía debido a su mayor tamaño, lo que implicaba una mayor producción de tinte. Este efecto de selección aunado a la explotación japonesa, provocó una reducción de hembras en la población hacia finales de la década de los ochentas y mediados de los noventas. Por el contrario, los resultados preliminares de explotación sugieren que dentro del periodo analizado, la tasa de explotación se incrementó en ambos sexos independientemente de la talla.

Resulta difícil llegar a una estimación precisa de los coeficientes de mortalidad en las poblaciones de crustáceos, moluscos y otros invertebrados; sin embargo, Vetter (1988) señaló que es recomendable la generación de varias estimaciones de mortalidad  $M_t$  y  $Z_t$  combinando diferentes metodologías, con el objeto de acotar en lo posible, el o los niveles de mortalidad más confiables asociados a la población de estudio. A este respecto, el análisis de mortalidad generó dos estimaciones preliminares del coeficiente  $Z_t$  y uno de  $M_{tm}$ ; dichas estimaciones, ofrecen un nuevo punto de referencia hacia la discusión que enriquezca el estudio de la dinámica poblacional de *P. pansa* en las costas de Oaxaca.

Por último, se sabe que actualmente existe un acuerdo intersecretarial que restringe el uso exclusivo de *P. pansa* a las etnias involucradas en su explotación tradicional (Cabanillas 2002). En este proyecto participan instituciones como la UNAM, el ITMAR de Mazatlán, el INAH, el INP, la UMAR, la Escuela Superior de Ecología Marina de la Universidad Autónoma de Guerrero y la Coordinación de Investigación Científica de la Universidad de Nayarit. Dicho proyecto tiene como objetivo desarrollar datos referentes con su anatomía, reproducción, fisiología, nutrición, ecología, bioquímica del tinte, aprovechamiento sustentable y análisis antropológicos.



## Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto SIBEJ 97-06-011 por todas las facilidades otorgadas a este trabajo. Así mismo, se agradece a Adolfo Gracia Gasca (ICML), y a Blanca Sánchez Meraz (UMAR) por haber enriquecido este trabajo con sus sugerencias y comentarios, así como a Yuri Okolodkov (UMAR) y Benedicte Frances Gueck (UMAR) por la revisión del resumen en inglés y a Aitor Aizpuru (UMAR) por el resumen en francés. También se agradecen los comentarios de los tres árbitros anónimos.

## Referencias

- Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Humavi Biology* 10: 181-213.
- Beverton, H. & S. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. Chapman & Hall, Nueva York, 533 pp.
- Cabanillas, N. 2002. Uso milenario del caracol púrpura pansa. *Acad. Mex. Ciencias, Agencia Noticias, UNAM, México*, (24): 5-12.
- Cervantes-Hernández, P. 1999. Relaciones stock reclutamiento del camarón *Farfantepenaeus duorarum* en el Banco de Campeche. Tesis de Maestría, ICMYL-UNAM, México, 37 pp.
- Csirke, J.K. & J.F. Caddy. 1983. Production modeling using mortality estimates. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 43-51.
- Fox, W.W. 1970. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 99: 80-88.
- Gracia, A. 1989. Mortalidad natural del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1967) en la Sonda de Campeche. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol., UNAM*, 16(2): 263-272.
- Hilborn, R. & C.J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Chapman y Hall, Nueva York, 539 pp.
- Keen, A.M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. Marine Mollusks from Baja California to Peru. 2a ed., Stanford University Press, Stanford, California, 1064 pp.
- León-Álvarez, H.G. 1989. Estructura poblacional, producción y tiempo de recuperación del tinte de *Purpura pansa* en algunas playas rocosas de la Bahía Cuastecomate, San Patricio Melaque, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México. 73 pp.
- Lotka, A. 1956. Elements of physical Biology. Williams and Wilkins, Baltimore, 460 pp.
- Pella, J.J. & P.K. Tomlinson. 1969. A generalized stock production model. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm.* 13: 419-496.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* (191): 382 pp.
- Robson, D. & D. Chapman. 1961. Catch curves and mortality rates. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 90: 181-189.
- Rose, M.R. 1987. Quantitative ecological theory: an introduction to basic models. Billing & Sons Limited, Worcester, Great Britain, pp: 14-18.
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 1(2): 27-56.
- Schnute, J. 1977. Improved estimates from the Schaefer production model: theoretical considerations. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 583-603.
- Taylor, C. 1958. Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 23: 366-70.
- Turok W.M., M.A. Singler, C.E. Hernández, G.J. Acevedo, C.R. Lara & V. Turcott. 1988. El caracol púrpura. Una tradición milenaria en Oaxaca. Secretaría de Educación Pública-DGCP, México, 166 pp.
- Vetter, E.F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. *Fish. Bull.* 86(1): 25-43.

Recibido: 29 de marzo de 2004

Aceptado: 19 de agosto de 2004