



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

MADUREZ GONADAL Y FECUNDIDAD DEL CARACOL Astraea undosa
(MOLLUSCA: GASTEROPODA) EN BAHIA TORTUGAS, B.C.S.



TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

ROLANDO ENRIQUE DEL ANGEL MEZA

ENSENADA, B.C. ABRIL DE 1990

DEDICATORIA

A Tí porque sin Tú ayuda no sería nadie.

A mis padres con el más profundo amor y respeto :

Rosa por ayudarme a seguir la mejor ruta sin
desfayecer.

Renato por su ejemplo a la honradez y a luchar sin
cesar.

A mis hermanos :
Alma Rosa
Irma Elena
Renato Salvador
Rafael

Por creer en mi y por el apoyo que siempre me han brindado

A todos ustedes por ser la mejor familia del mundo.

A mis sobrinos :

Irma L., Raul A., Mónica G., Farah N., Ricardo A., y Erika S.

Por estar siempre conmigo y por su cariño.

A Margarita

Por enseñarme a sentir

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Con toda gratitud al Oc. Jose Antonio E. Almanza Heredia por su coordinación y consejos al dirigir esta tesis.

A los sinodales M.C. Guillermo Torres Moye, Oc. Eliseo Almanza Heredia, Dr. Jorge de la Rosa Vélez y Oc. Myra H. Pamplona Salazar por las sugerencias y acertados comentarios para un mejor terminado del trabajo.

A la Facultad de Ciencias Marinas por los conocimientos que adquirí en ella.

Al Sr. Carlos Avila y su Familia por abrirme las puertas de su hogar a mi llegada a Ensenada.

A Mauricio García B. y su Familia por hacerme saber que para la amistad no importan las distancias y el tiempo.

A Gabriel y Manuel Augusto con los que compartí gran parte de mi estancia en Ensenada.

A mis amigos Eduardo, Luis E., Jean Francois, Nestor A., Miriam y Aida.

A la generación XXV de oceanólogos "Pepe Le Piu" y en especial a Luis F.(chino), Adolfo (pelón), Jesús (cachú), Manolo, Esteban, Artemio, Rene Pro, Santos y César.

A los que de alguna u otra forma me ayudaron.

GRACIAS.

RESUMEN.

Se estimó la fecundidad absoluta, por medio de una combinación de los métodos gravimétricos descritos por González-Avilés y Ortiz-Quintanilla, y Molina-Martínez y el índice gonadal promedio de Giese y Pearse, medido como el porcentaje de gónada respecto al peso de las partes blandas para organismos de *Astraea undosa* de Bahía Tortugas, B. C. S. México, abarcando los meses de febrero a noviembre de 1989 en 5 muestreos.

Se obtuvieron organismos de 5 a 10 años de edad con una fecundidad promedio de 551,170 y 7,228,956 ovocitos respectivamente.

Los organismos correspondientes a la edad 8 considerada como la más representativa presentó valores máximos de fecundidad de 58.25×10^5 ovocitos e índice gonadal 23.65% en el mes de agosto y valores mínimos de 7.57×10^5 y 6.17% en noviembre.

El ciclo reproductivo de *Astraea undosa* se presentó fundamentalmente como desovador de otoño con una alternativa o desove parcial en primavera.

Se recomiendan algunos aspectos para el mejor conocimiento de la Biología reproductiva de la especie.

MADUREZ GONADAL Y FECUNDIDAD DEL CARACOL *Astraea*
undosa (MOLLUSCA: GASTEROPODA) EN BAHIA TORTUGAS, B. C. S.

Tesis presentada por
Rolando Enrique del Angel Meza.

APROBADA POR



Oc. JOSE ANTONIO E. ALMANZA HEREDIA
Presidente del jurado



M. C. Guillermo Torres M.
Sinodal propietario



Oc. Eliseo Almanza H.
Sinodal propietario



Dr. Jorge de la Rosa V.
Sinodal suplente



Oc. Myra H. Pamplona S.
Sinodal suplente

INDICE GENERAL

	PAGINA
RESUMEN.....	I
HOJA DE APROBACION.....	II
INDICE GENERAL.....	III
LISTA DE TABLAS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	V
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	5
OBJETIVO.....	8
DESCRIPCION DEL AREA DE COLECTA.....	9
METODOLOGIA.....	12
RESULTADOS.....	16
DISCUSIONES.....	39
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES.....	52
LITERATURA CITADA.....	53

LISTA DE TABLAS

PAGINA

TABLA I. Valores máximos y mínimos, promedio e intervalos de confianza para las variables utilizadas.....	17
TABLAS II Y III. Resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnoff y Kruskal-Wallis para las dif. variables a un nivel de confianza del 95 %	18
TABLA IV. Fecundidades absolutas promedio e índices gonadales para las diferentes edades.....	20
TABLA V. Ecuaciones para obtener la fecundidad rel. a la gónada para cada mes.....	22
TABLA VI. Ecuaciones para obtener la fecundidad rel. al peso del organismo para cada mes.....	25
TABLA VII. Ecuaciones para obtener la fecundidad rel. al diametro mayor de la base para cada mes.....	27
TABLA VIII. Índice gonadal por edades a lo largo del muestreo en Bahía Tortugas.....	30
TABLA IX. Fecundidad promedio por mes para las diferentes edades.....	32
TABLA X. Diametro promedio de los ovocitos de <i>A. undosa</i> para todos los muestreos.....	35
TABLA XI. Escala subjetiva de estadios de madurez para <i>A. undosa</i>	38

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA 1. Localización del area de estudio.....	10
FIGURA 2. Fecundidad e índice gonadal para las edades de <i>Astraea undosa</i> en Bahía Tortugas, B. C. S.....	21
FIGURA 3. Fecundidad relativa al peso de la gónada para los diferentes meses de muestreo.....	23
FIGURA 4. Fecundidad relativa al peso del organismo para los diferentes meses de muestreo.....	26
FIGURA 5. Fecundidad relativa al diametro mayor de la base para los dif. meses de muestreo.....	28
FIGURAS 6 A LA 11. Índice gonadal por edades para cada muestreo.....	31
FIGURAS 12 A LA 17. Fecundidad promedio por edades para cada muestreo.....	33
FIGURA 18. Fecundidad e índice gonadal promedio para la edad ocho de <i>Astraea undosa</i> en Bahía Tortugas....	34
FIGURA 19. Diámetro promedio de los ovocitos de <i>Astraea undosa</i> a lo largo de los muestreos.....	36

INTRODUCCION.

Debido a la presión de pesca que se ha ejercido sobre algunas especies como el abulón y la langosta, sus pesquerías han sufrido declinaciones paulatinas al grado que de no modificarse la tendencia, llegarán al colapso total (Guzmán del Proo et al., 1980). Es por esto que el sector pesquero a comenzado ha desviar su atención hacia otros recursos con los que se puedan implementar nuevas pesquerías.

Tal es el caso de *Astraea undosa* o 'caracol panocha' que ha entrado a formar parte de las capturas comerciales; previendo también que se presente la misma situación de otras pesquerías, es necesario conocer aspectos sobre su ecología, biología básica y biología reproductiva, como madurez y fecundidad entre otras, para determinar el potencial reproductivo y recomendar las medidas regulatorias apropiadas.

Astraea undosa es un gasterópodo que habita en sustratos rocosos desde la zona del intermareal hasta diferentes zonas del sublitoral y que se distribuye desde Point Conception (Santa Barbara, Cal. USA) hasta Punta Abreojos (B.C.S. , México) (Morris et al., 1983). Existen

registros esporádicos de su captura comercial a partir de la década de los setentas y en forma más regular en la década de los ochentas, y por esto se debe conocer el estado de las poblaciones y el efecto de la pesca en términos cuantitativos y cualitativos precisos.

Tener información detallada sobre la reproducción de especies cultivables y susceptibles a ser capturadas para formar nuevas pesquerías es muy importante. A pesar de la gran necesidad, es difícil obtener los datos requeridos ya que los estudios sobre reproducción usualmente consumen mucho tiempo, requieren una gran labor y son caros. Seguir estudios sobre reproducción normalmente consiste en la colecta de especímenes a intervalos regulares de tiempo y mediciones simultáneas de los factores ambientales que pueden controlar el ciclo reproductivo (Hahn, 1989).

El ciclo reproductivo se define como el intervalo de tiempo entre desoves sucesivos en una población y puede ser determinado por dos métodos: (1) Monitoreando los cambios histológicos de la gónada y (2) Midiendo los cambios de los índices gonadales (Hahn, 1989).

La fecundidad es uno de los aspectos a conocer, ya que como parte fundamental del fenómeno reproductivo, es uno de los mecanismos de autoregulación del crecimiento de la

población y se ajusta automáticamente al suplemento de alimento por medio del metabolismo, de acuerdo a las condiciones del medio ambiente (Nikolski,1969).

La fecundidad absoluta es el número de ovocitos encontrados en la gónada y la fecundidad relativa se refiere al número de ovocitos por unidad de peso o longitud (González-Avilés y Ortiz-Quintanilla, 1986)

La importancia de los estudios sobre fecundidad reside fundamentalmente en su relación con las estimaciones de productividad de los recursos pesqueros, en el cálculo del potencial reproductivo y el tamaño de una población (Allen,1950 en Pineda-Barrera, 1981).

Otro método usado para corroborar la condición reproductiva de un animal es la determinación del índice gonadal. El método se basa en la suposición de que gónadas grandes se encuentran maduras y gónadas desovadas o pequeñas están inmaduras. Una gónada con decrementos repentinos, se asume como perdida de gametos (desove). Parte del tejido gonadal es examinado para determinar el grado de desarrollo de los gametos y ver si el esperma activo está en el macho y los huevos maduros están en la hembra (Giese,1959).

Las estimaciones de la fecundidad van unidas a otras de gametogénesis y épocas de desove, para tener una visión más amplia del comportamiento y duración del ciclo reproductivo de la especie.

Hay muchos métodos usados en la descripción de los ciclos reproductivos de las especies de invertebrados marinos. Sin embargo se requiere de avances significativos para desarrollar criterios satisfactorios, y así determinar cuando un animal está en condiciones de desove y caracterizar el ciclo reproductivo.

Dentro del proyecto de investigación "Evaluación integral de los recursos con potencial económico del oeste de la Baja California, el caracol *Astraea undosa* (Molusco Gasterópodo)", se estudian diversos aspectos de esta especie, desde distribución y abundancia, determinación de la edad y crecimiento, aspectos genéticos y estudios sobre depredación. Este trabajo forma parte de dicho programa, cuyo fin es conocer la biología y ecología de *Astraea undosa* que se perfila como una especie comercialmente importante.

ANTECEDENTES.

La información referente a fecundidad, ciclos reproductivos, épocas de desove y gametogénesis es muy extensa y se ha obtenido para una gran cantidad de moluscos, aunque para el caracol *Astraea undosa* existe un mínimo de información tanto de su ecología como de su biología reproductiva.

Los hábitos de desove de los moluscos han sido clasificados en tres amplias categorías por Boolootian et al (1962), distinguiendo a los desovadores a lo largo del año, desovadores de invierno y desovadores de verano. Aunque el 85 % de los moluscos se consideran desovadores de verano (Nagahisa y Kikuchi, 1982).

También son frecuentes los estudios sobre la actividad gametogénica o ciclo gametogénico como el de Webber y Giese (1969), que estudiaron los cambios estacionales de la gónada y los estados de la gametogénesis en *Haliotis cracheroidii* por medio de análisis histológico, y los relacionaron con los factores ambientales. Young y DeMartini (1970), investigaron el ciclo reproductivo, histología, índice gonadal y gametogénesis del abulón rojo en California. Tutschulte y Connell (1981), escribieron

sobre la biología reproductiva de tres especies de abulón en el suroeste de California y determinaron la fecundidad por medio del volumen y el peso de la gónada.

Kawasaki et al., (1985) propusieron un método para estimar la fertilidad de cierto pez (*Limanda herzensteini*), utilizando la relación fecundidad-longitud y otros factores como proporción de hembras, tamaño de la población, etc.

La cuantificación de huevos como medida de fecundidad es utilizada por algunos autores; Newman (1967), obtiene la fecundidad por estación para *Haliotis midae*; Poore (1973) estudia la época de desove de *Haliotis iris* y *H. australis* también utilizando el conteo de huevos como medida de fecundidad; Molina-Martinez (1982), hace una estimación de fecundidad por este mismo método para *Haliotis rufescens*; y González-Aviles. y Ortiz-Quintanilla (1986), efectúan un estudio de madurez gonadal y fecundidad para abulón negro en Isla de Cedros, utilizando el método de conteo para determinar fecundidad.

Los mismos Ortiz-Quintanilla y González-Aviles (1986), llevaron a cabo estudios sobre madurez, índice gonadal y fecundidad en abulón para varias zonas de la costa de Baja California con el mismo método, y haciendo una comparación

metodológica para la simplificación y reducción de errores. Siegel (1985) efectuó investigaciones de fecundidad para un eufásido haciendo regresiones fecundidad-longitud y midiendo el diámetro de los huevos.

Existen trabajos como el de Nagahisa y Kikuchi (1982) que utilizan también el índice gonadal como método complementario, encontrando que el índice gonadal aumenta al aumentar la temperatura.

Para la especie que nos ocupa, los trabajos hasta el momento son pocos como el de Almanza E. y Almanza A., (1988) que estudiaron el período reproductivo en la Bahía de Todos Santos; y Belmar-Perez, (1988) que realizó un estudio preliminar sobre la biología reproductiva en Bahía Tortugas por medio de análisis histológicos para determinar el ciclo gametogénico y la talla de primera madurez, utilizando además índices gonadales para determinar las diferentes etapas de madurez de los organismos.

OBJETIVOS.

Determinar la fecundidad absoluta y la fecundidad relativa por talla y peso así como la época de desove examinando gónadas de hembras de *Astraea undosa*.

DESCRIPCION DEL AREA DE COLECTA.

En la parte central de la costa oeste de la Península de Baja California, localizada entre Punta Eugenia al norte y Bahía Asunción al sur, se encuentra Bahía Tortugas, un puerto natural ubicado a los $27^{\circ}39'35''$ de latitud norte y $114^{\circ}52'35''$ de longitud oeste (fig. 1). Fue descubierto en 1542 por Rodríguez Cabrillo quien lo llamó Puerto de San Pedro Víncula. Su nombre actual se debe a la cantidad de tortugas que en otros tiempos arribaban a desovar (García, 1983 en Belmar-Pérez, 1988).

Puntas y acantilados rocosos (roca ígnea volcánica) y playas de cantos rodados y arena conforman su costa. Hacia tierra firme es característica la presencia de dunas salitrosas y blandos arenales (Belmar-Pérez, 1988).

La bahía cubre un área aproximada de 22 Km^2 siendo su profundidad máxima de 15 metros aproximadamente; su fondo es principalmente areno-rocoso. Presenta hacia su parte más interior, grandes arcos de playas arenosas o de grava y cantos, como prolongaciones de terrazas costeras formadas por conglomerados y roca metamórfica (Guzmán del Proo *et al.* 1986 en Belmar, 1988).

En el extremo sureste de la boca de la bahía se

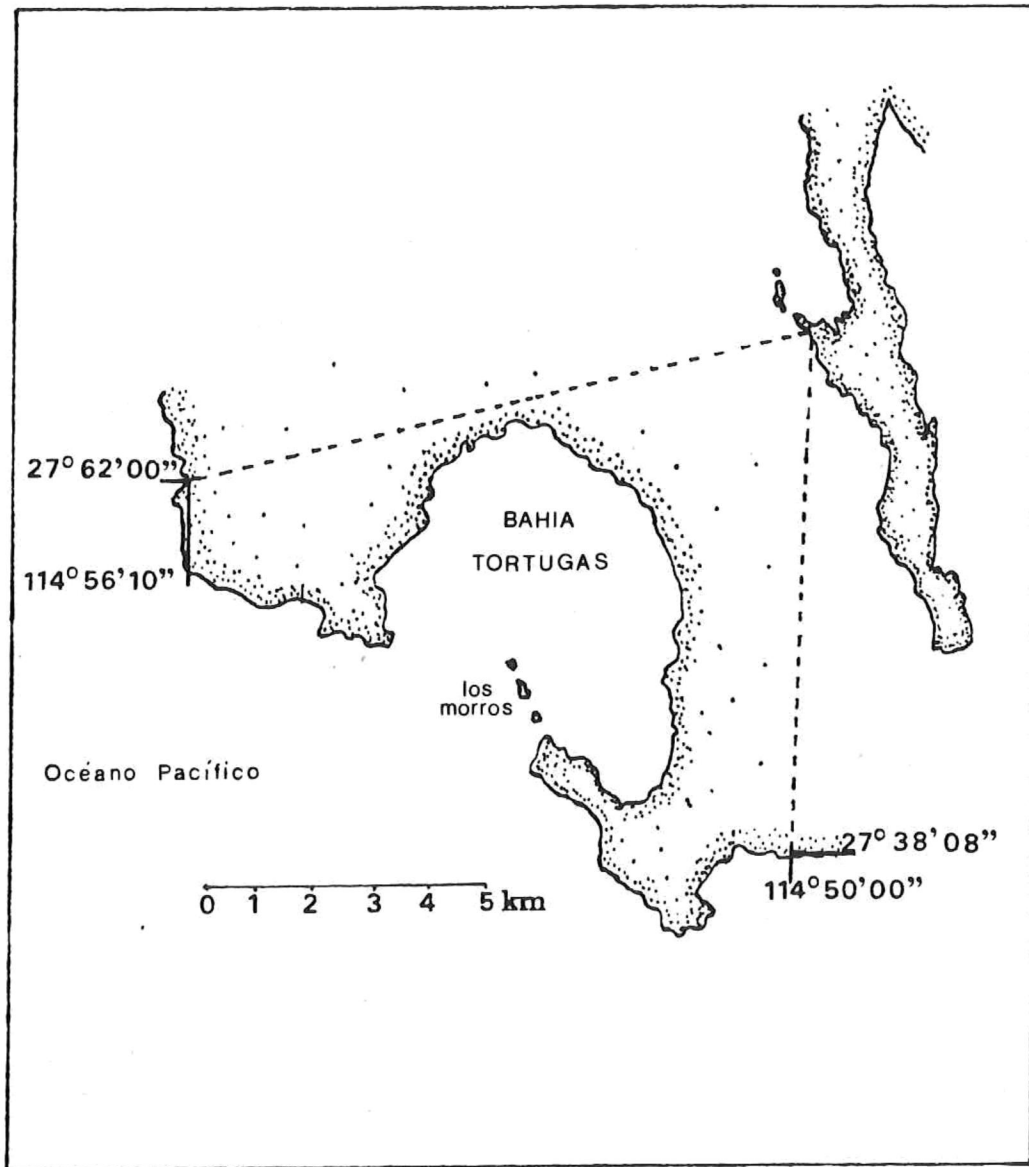


Figura 1. Localización del área de estudio en la península de Baja California.

localiza una serie de tres islotes separados longitudinalmente entre sí que resultan de la prolongación de una de las puntas que cierran la bahía y que se denominan 'Los Morros'.

METODOLOGIA.

Se colectaron 250 organismos en 5 muestreos que abarcaron los meses de febrero a noviembre de 1989. Dichas colectas se obtuvieron por medio de buceo autónomo, a una profundidad de 10 m y recogiendo los organismos presentes en la zona. Después de la colecta, los caracoles se instalaron en una hielera sin agua, para que los opérculos se mantuvieran cerrados, y se taparon con un costal de yute húmedo para evitar la deshidratación. El transporte se realizó por medio del avión que recorre normalmente la ruta Ensenada-Isla de Cedros-Bahía Tortugas.

Los análisis se efectuaron al momento de llegar al laboratorio empleándose un total de 105 hembras.

El análisis biométrico consistió en la medición de:

- Diámetro mayor de la base (mm).
- Diámetro menor de la base (mm).
- Altura.
- Lado mayor.
- Peso total (g).
- Peso de las partes blandas (sin concha y sin opérculo).
- Peso del callo.
- Peso del órgano hepatogonadal.

Las mediciones se realizaron con un vernier de ± 0.1 mm de precisión y una balanza analítica de ± 0.1 grs. de precisión, se fijó el órgano hepatogonadal para su preservación en formol salino al 10 % .

Para la determinación del estado de madurez gonadal se utilizó una escala subjetiva numérica basada en el color y textura de la gónada la cual es usada por los investigadores del proyecto (Almanza, A. com. pers.) (*) (tabla XIII).

La estimación de la fecundidad absoluta se determinó mediante una combinación de los métodos utilizados por González-Aviles y Ortiz-Quintanilla (1986), y Molina-Martínez (1982).

La gónada fijada en formol salino al 10% se separó del hepatopáncreas por medio de un bisturí y pinces del No. 0 y 1; se pesó en una báscula analítica (precisión de 0.001 g). De la parte central de la gónada se tomó una muestra de ovocitos de 0.1 g, la cual fue suspendida en 20 ml de agua y agitada para separarlos totalmente y mantener la muestra homogénea. De la muestra anterior se tomaron 5 ml, se colocaron en 5 cajas de petri cuadradas y se procedió al conteo con la ayuda de un microscopio estereoscópico y un contador manual. De la misma muestra se

(*) Almanza, Antonio Facultad de Ciencias Marinas UABC.

midió el diámetro de 35 ovocitos con el ocular 4X de un microscopio compuesto calibrado.

La cantidad de ovocitos de la gónada se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$F = \frac{Gn}{g}$$

DONDE: F= fecundidad absoluta
G= Peso de la gónada
n= Promedio de ovocitos de la muestra
g= Peso de la muestra.

La fecundidad relativa es el número de ovocitos por unidad de peso o de longitud.

La relación fecundidad-longitud se calculó por medio de la forma potencial $F=aL^b$ donde L es la longitud, a y b son una constante y exponente derivados de los datos, con la utilización de una regresión logarítmica.

La relación fecundidad-peso se determinó por medio de la forma lineal $F=aW + b$. Donde W es el peso, a y b son constantes derivadas de una regresión lineal. Se utilizó también la prueba de normalidad de datos y varianzas homogéneas de Kolmogorov y Smirnov y la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para contrastar las diferencias significativas entre las variables de los diferentes muestreos (Steel y Torrie, 1989).

El índice gonadal se calculó empleando la fórmula de Giese y Pearse (1977) que utiliza el peso de la gónada y el peso de las partes blandas. Esta fórmula se expresa así:

$$I.G. = \frac{\text{peso de la gónada}}{\text{peso de partes blandas}} \times 100$$

RESULTADOS

En la tabla I se presentan los valores mínimos y máximos, promedios e intervalos de confianza de las variables utilizadas para la relación con fecundidad. La talla mínima (expresada como diámetro mayor de la base) fué de 69.1 mm y la máxima de 122.6 con un promedio de 97.4 mm y un intervalo de confianza de ± 2.21 mm para 105 hembras estudiadas. El peso del organismo (expresado como partes blandas) fué de 22.6 g a 228.3 g con una media de 102.43 g y un intervalo de confianza de ± 8.64 g para los 105 organismos estudiados. El peso de la gónada mínimo registrado fué de 1.05 g y el máximo de 65.3 g con un promedio de 18.2 g y un intervalo de confianza de ± 2.79 g para 103 gónadas.

La tabla II presenta los resultados de la prueba de bondad de ajuste a la distribución normal de Kolmogorov y Smirnov para las diferentes variables a un nivel de confianza del 95 % ; encontrándose que el diámetro mayor de la base y el peso de las partes blandas se distribuyen normalmente, y el peso de la gónada y la fecundidad no están distribuidas normalmente.

TABLA I. Valores máximos y mínimos, promedio e intervalo de confianza para las variables utilizadas.

VARIABLE	min.	max.	PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA
TALLA (DIAMETRO MAYOR BASE)	69.1	122.6	97.4	$95.19 < \mu < 99.61$ ($p=0.05$) (n=105)
PESO (PARTES BLANDAS) (g)	22.6	228.3	102.43	$93.79 < \mu < 111.07$ ($p=0.05$) (n=105)
PESO GONADA (g)	1.05	65.3	18.2	$15.4 < \mu < 20.99$ ($p=0.05$) (n=103)

TABLA II. Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnoff para las diferentes variables a un nivel de confianza del 95 %

VARIABLE	N	Dmax.	$D_{0.05, 100}$	RESULTADO
DIAMETRO MAYOR BASE	105	0.0627	0.13403	NORMALES
PESO GONADA	103	0.1408	0.13403	NO NORMALES
PESO ORG.	105	0.0576	0.13403	NORMALES
FECUNDIDAD	103	0.1417	0.13403	NO NORMALES

TABLA III. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para las diferentes variables a un nivel de confianza del 95 %

VARIABLE	N	Hmax.	$H_{0.05, 4}$	RESULTADO
DIAMETRO BASE MAYOR	105	32.28	9.49	SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES.
PESO GONADA	103	49.37	9.49	
PESO ORG.	105	26.08	9.49	
FECUNDIDAD	103	52.97	9.49	

En la tabla III se muestran los resultados de la prueba de análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis para todas las variables a través del tiempo, dando como consecuencia la diferencia significativa entre las muestras a un nivel de confianza del 95 % .

En la tabla IV se exponen los valores de la fecundidad absoluta y el índice gonadal promedio para cada edad encontrada a lo largo de los muestreos, las edades fueron proporcionadas por Torrero-Macias (en preparación). El valor mínimo tanto de fecundidad (551,170 ovocitos) como del índice gonadal (7.39 %), correspondieron a la edad 5 y el valor máximo de fecundidad (7'228,956 ovocitos) e índice gonadal (19.16 %) correspondieron a la edad 10. Esto se observa claramente en la figura 2, que describe el aumento de los valores conforme a la edad de los organismos, los incrementos menos pronunciados se presentaron entre las edades 6 y 7 y las 8 y 9. Lo mismo sucedió con el índice gonadal que registró un continuo incremento respecto a la edad con descenso en la edad 9.

La tabla V presenta las ecuaciones derivadas de la regresión lineal, aplicada al peso de la gónada respecto a la fecundidad para obtener la fecundidad relativa de cada muestreo así como su respectivo coeficiente de correlación,

TABLA IV. Fecundidades absolutas promedio e índices gonadales para las diferentes edades de Astraea undosa.

EDAD	FECUNDIDAD (ABS)	INDICE GONADAL	(n)
5	551170	7.39	7
6	1803602	10.84	16
7	2244966	13.14	25
8	4337847	18.47	33
9	4905930	18.11	15
10	7228956	19.16	7

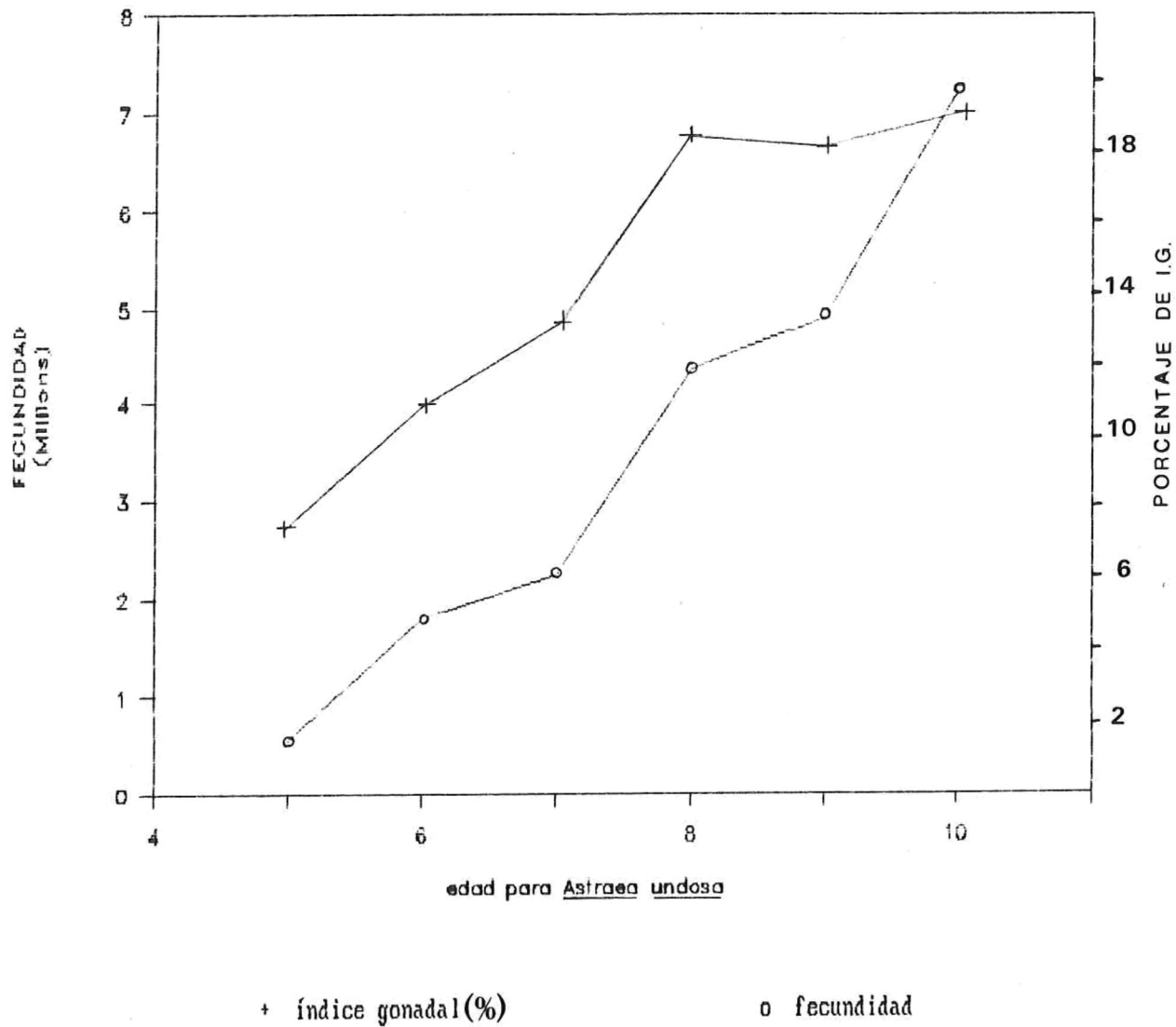


Figura 2. Fecundidad e índice gonadal para las edades de *Astraea undosa* en Bahía Tortugas, B.C.S.

TABLA V. Ecuaciones para obtener la fecundidad relativa a la gónada de Astraea undosa para cada mes.

MES	REGRESION LINEAL ($\times 10^5$)	COEF. DE CORRELACION
FEB.	$Y = -1.73 + 2.01 X$	0.990
MAYO	$Y = -1.98 + 1.88 X$	0.996
JUNIO	$Y = -2.39 + 1.97 X$	0.996
AGOSTO	$Y = -0.3 + 1.85 X$	0.996
NOV.	$Y = -0.49 + 1.52 X$	0.979

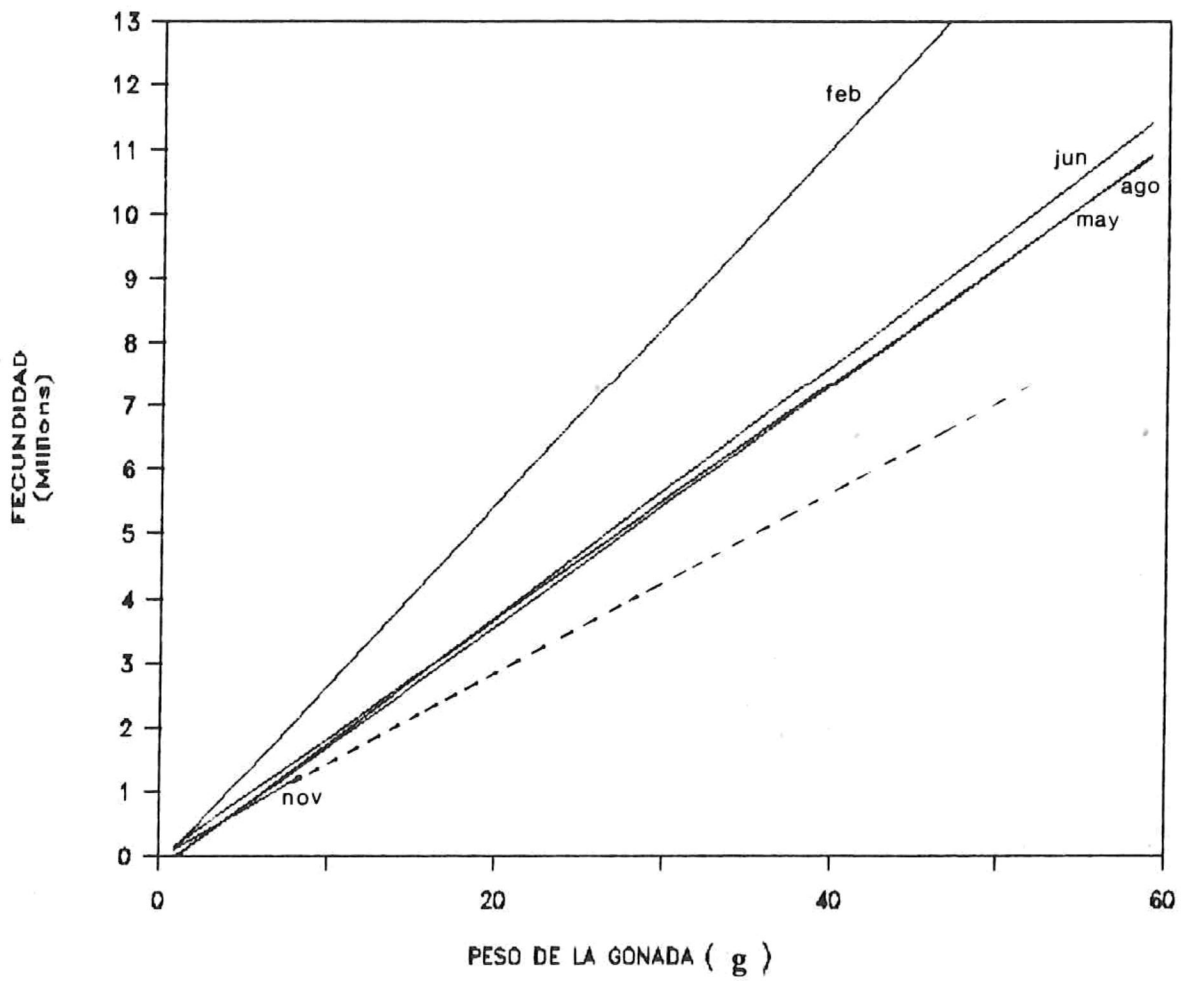


Figura 3. Fecundidad relativa al peso de la gonada para los diferentes meses de muestreo.

encontrándose correlaciones muy altas para todos los muestreos, con un mínimo de 0.979 para el último muestreo y un máximo de 0.996 para los tres muestreos intermedios. En la figura 3 se presentan las gráficas de estas ecuaciones y se observan las diferencias mínimas entre la mayoría de los meses, exceptuando el primer mes en el cual se registró una mayor fecundidad a un mismo peso de la gónada.

Las ecuaciones para obtener la fecundidad relativa al peso del organismo (partes blandas) derivadas de una regresión lineal, así como sus coeficientes de correlación se encuentran en la tabla VI, con un coeficiente mínimo de 0.71 para el segundo muestreo y un máximo de 0.94 para el cuarto muestreo. La gráfica de estas ecuaciones (figura 4) presenta la similitud existente para tres de los muestreos con excepción de los dos últimos.

Se presentan en la tabla VII las ecuaciones para obtener la fecundidad relativa al diámetro de la base mayor derivadas de una regresión potencial, con un coeficiente de correlación mínimo de 0.454 para el último muestreo y un máximo de 0.975 para el primer muestreo. La figura 5 señala el incremento de la fecundidad respecto al diámetro mayor de la base para los diferentes muestreos donde se indican las bajas fecundidades presentadas en el último mes.

TABLA VI. Ecuaciones para obtener la fecundidad relativa al peso del organismo de Astraea undosa para cada mes.

MES	REGRESION LINEAL	COEF. DE CORRELACION
FEB.	$Y = -1.28 \times 10^6 + 5.05 \times 10^4 X$	0.92
MAYO	$Y = -1.86 \times 10^6 + 4.12 \times 10^4 X$	0.71
JUNIO	$Y = -2.25 \times 10^6 + 5.63 \times 10^4 X$	0.84
AGOSTO	$Y = -1.92 \times 10^6 + 5.53 \times 10^4 X$	0.94
NOV.	$Y = -0.32 \times 10^6 + 1.26 \times 10^4 X$	0.83

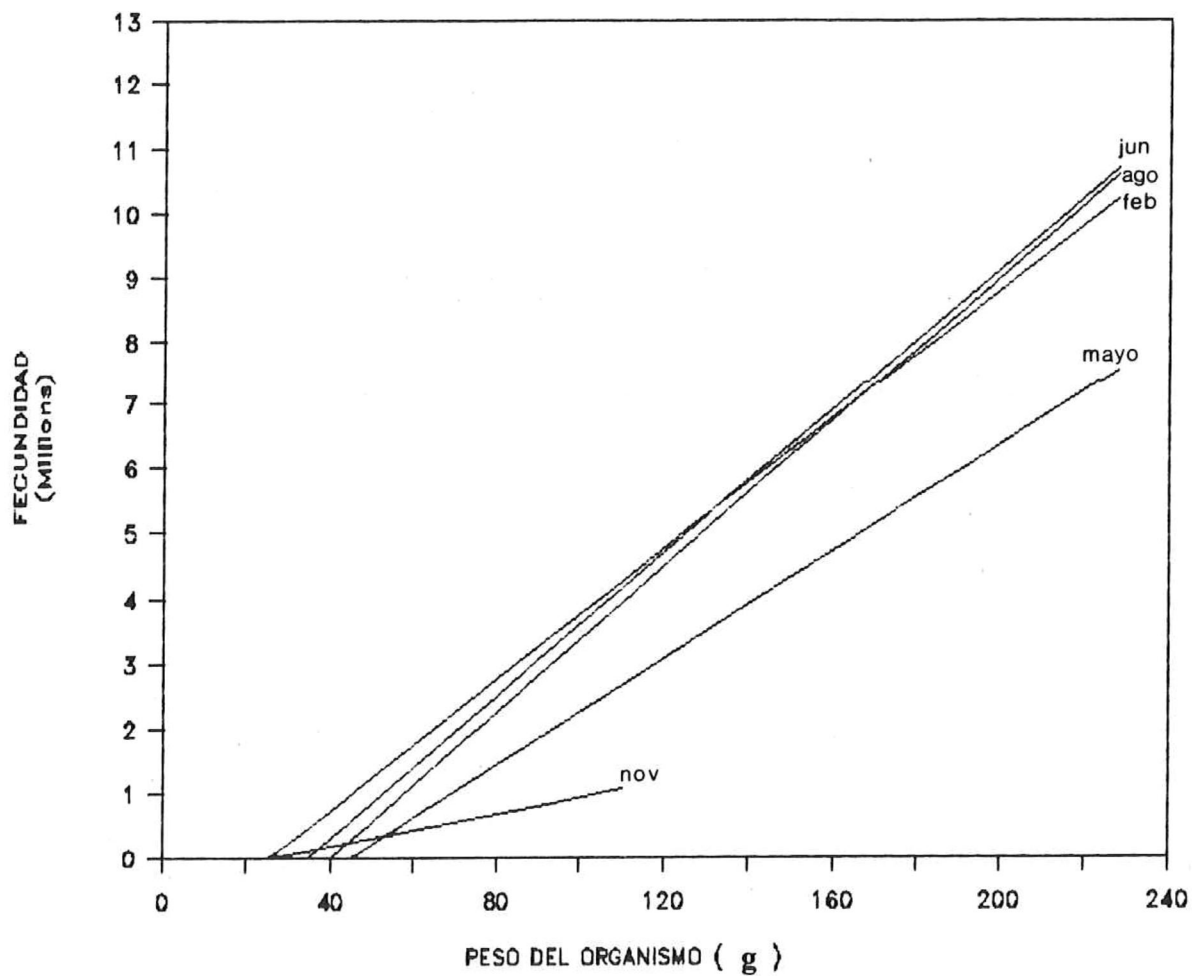


Figura 4. Fecundidad relativa al peso del organismo para los diferentes meses de muestreo.

TABLA VII. Ecuaciones para obtener la fecundidad relativa al diámetro de la base mayor de Astraea undosa para cada mes.

MES	REGRESION POTENCIAL	COEF. DE CORRELACION
FEB.	$Y = 1.67 \times 10^{-7} * X^{6.67}$	0.975
MAYO	$Y = 3.2 \times 10^{-6} * X^{6.85}$	0.988
JUNIO	$Y = 1.83 \times 10^{-4} * X^{5.13}$	0.717
AGOSTO	$Y = 9.05 \times 10^{-3} * X^{4.25}$	0.899
NOV.	$Y = 1.27 \times 10^{-22} * X^{12.96}$	0.454

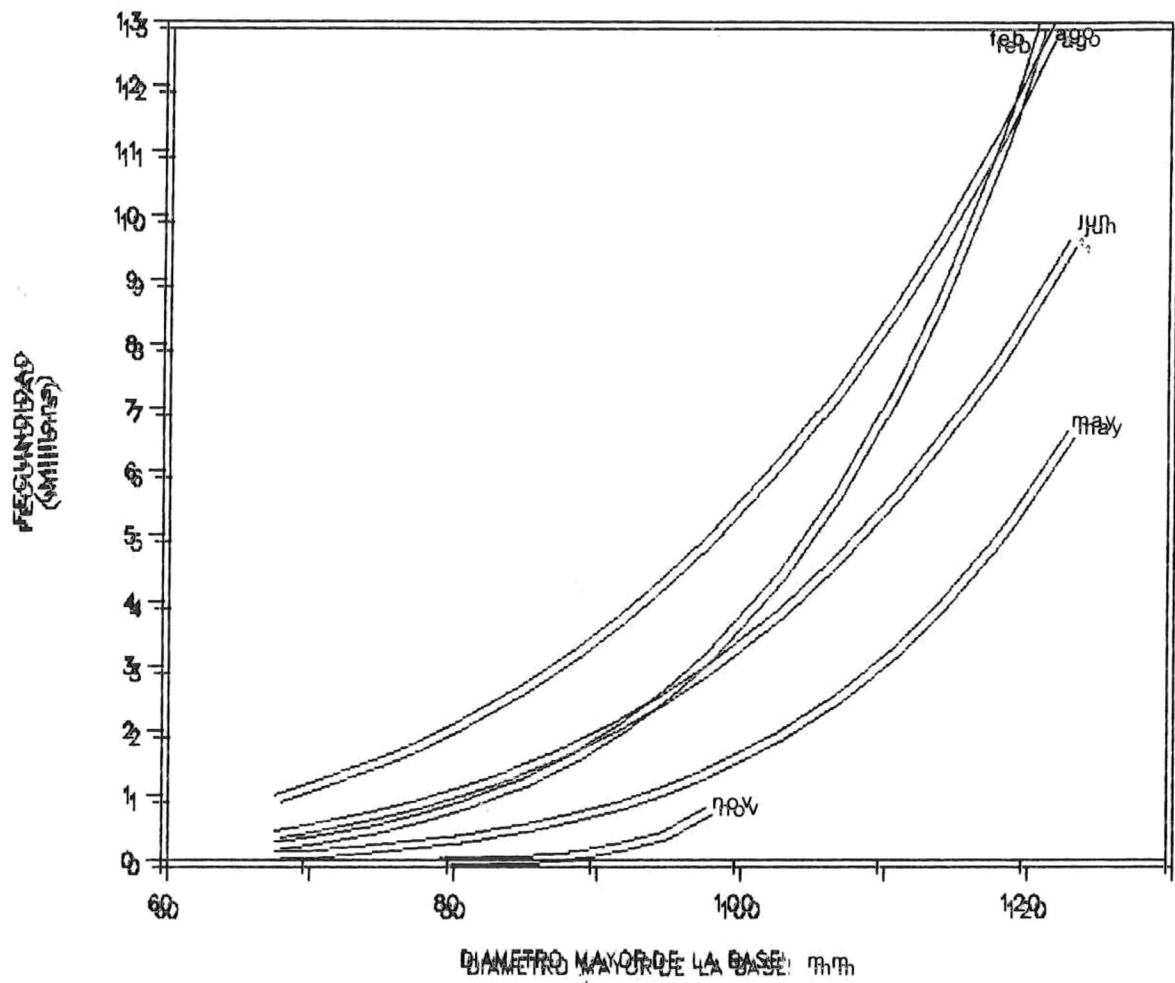


Figura 5. Fecundidad relativa al diametro mayor de la base para los diferentes meses de muestreo.

La tabla VIII proporciona los índices gonadales promedio por muestreo para cada edad. Los valores mínimos se encontraron en el mes de noviembre y el valor máximo para la edad 10 (24.31 %) en el mes de agosto. Las figuras 6 a la 11 denotan los cambios del índice gonadal de todas las edades a lo largo del experimento.

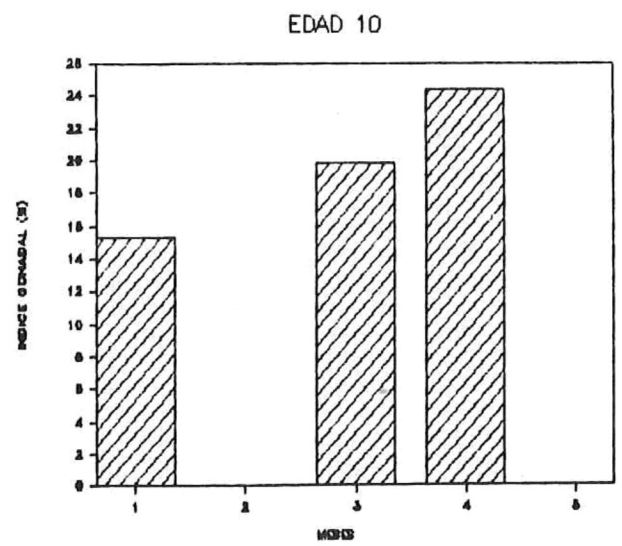
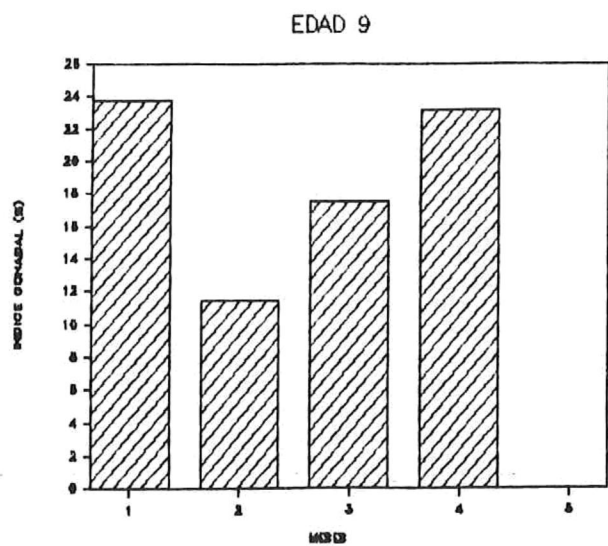
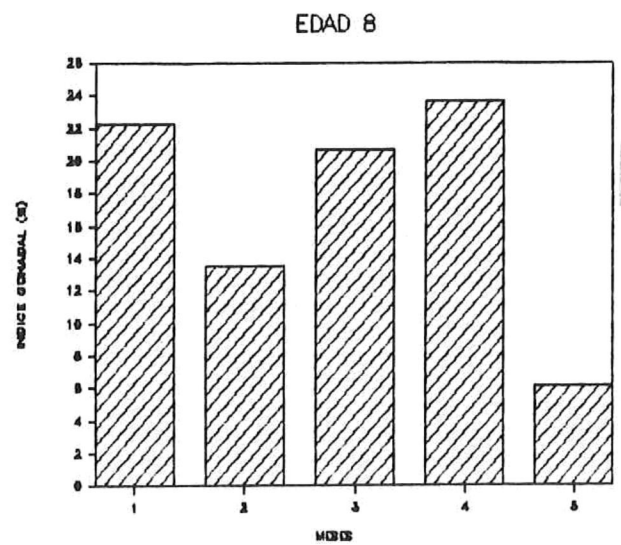
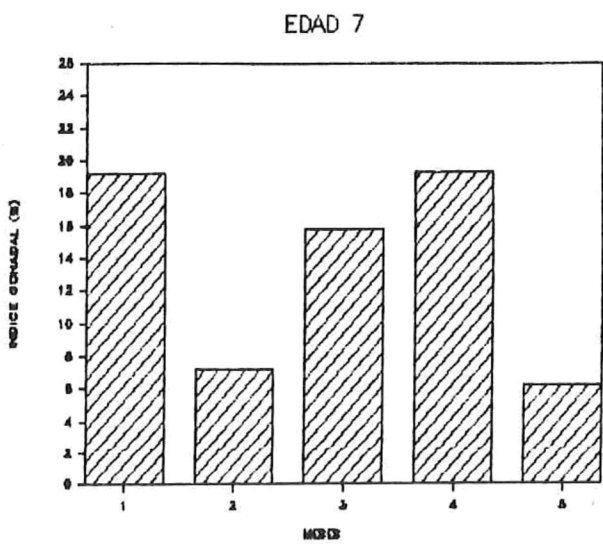
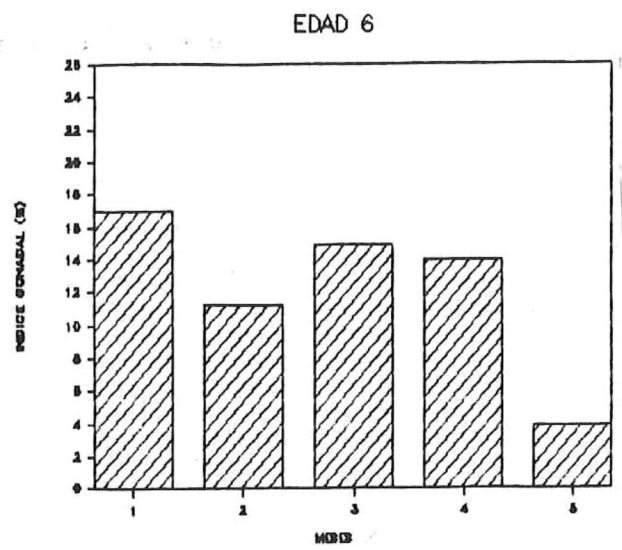
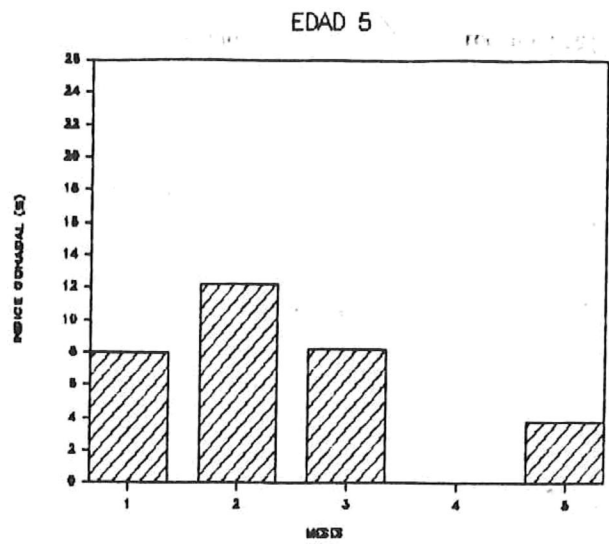
Se describen las fecundidades promedio por muestreo para cada edad en la tabla IX. No se presentaron organismos de la edad 5 en el mes de agosto, de la edad 9 en noviembre y de la edad 10 en mayo y en noviembre. Cada fecundidad presenta el número de organismos empleados para los promedios. El comportamiento de la fecundidad para cada edad en todo el experimento (figuras 12 a la 17), muestra como en la edad 5 se presentaron las menores fecundidades en todos los meses y una mayor consistencia en la edad 8 para todas las muestras.

En la figura 18 se observa la gráfica de la fecundidad y el índice gonadal promedio para la edad ocho de *A. undosa* en Bahía Tortugas con una disminución de los valores en el mes de mayo, un pico en el mes de agosto y la caída abrupta de los dos parámetros en el mes de noviembre.

En la tabla X y figura 19 se muestran las medidas de los ovocitos de *Astraea undosa* en donde se observa el

TABLA VIII. Índice gonadal por edades para *Astraea undosa* a lo largo del muestreo en Bahía Tortugas, B.C.S.

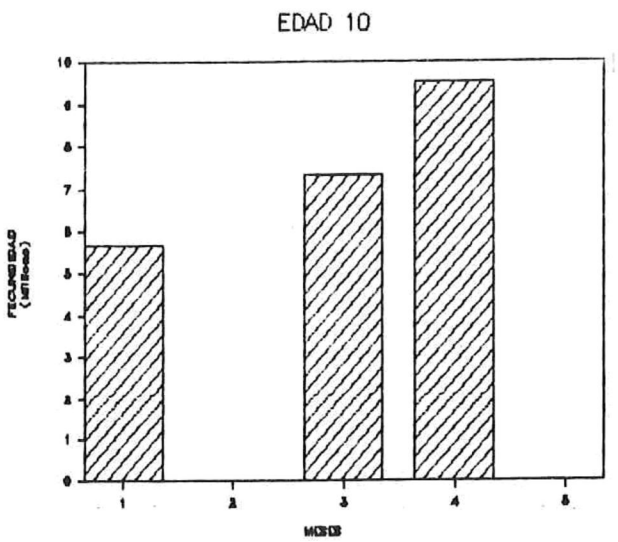
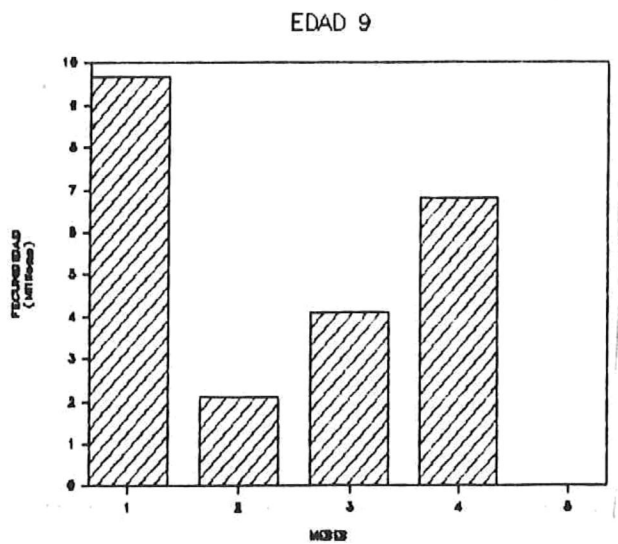
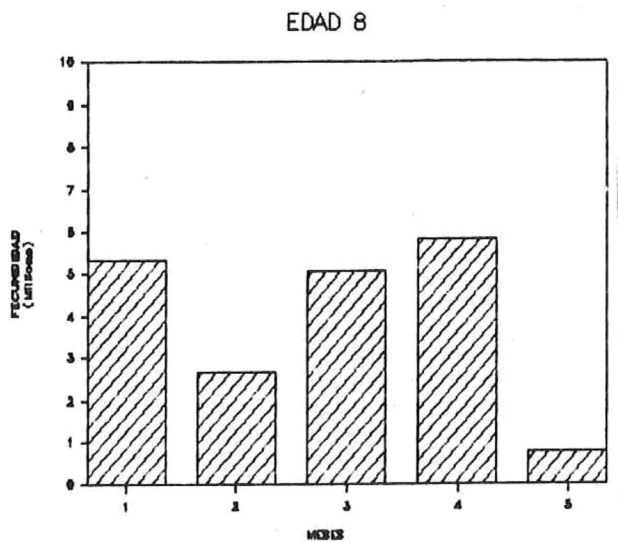
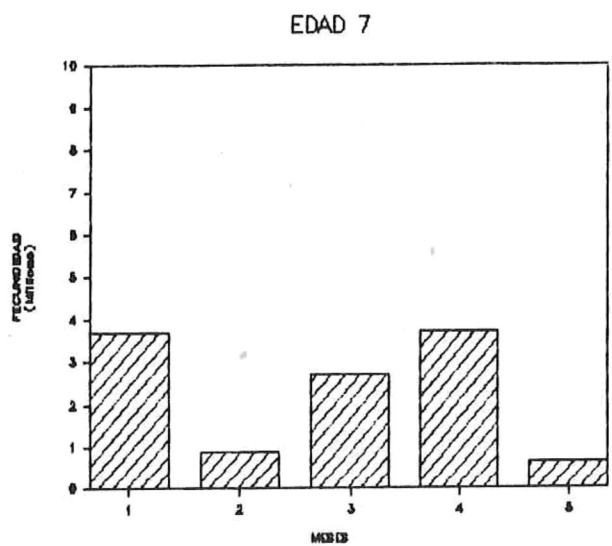
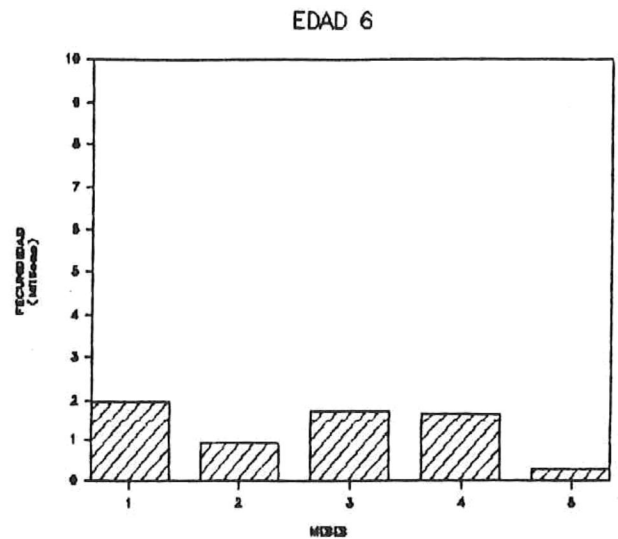
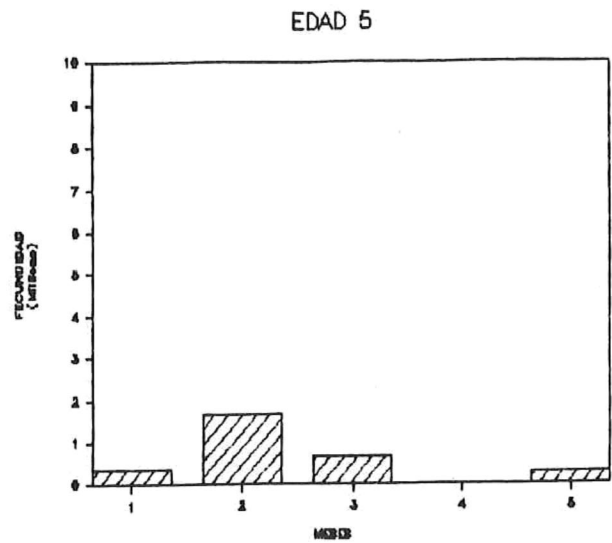
EDAD	INDICE GONADAL				
	FEB.	MAYO	JUNIO	AGOSTO	NOV.
5	8.04	12.23	8.18	-----	5.08
6	16.95	11.28	14.95	14.05	4.53
7	19.21	7.26	15.83	19.31	6.22
8	22.25	13.51	20.76	23.65	6.17
9	23.72	11.49	17.58	24.12	----
10	15.28	-----	19.83	24.31	----



Figuras 6 a la 11. Indice gonadal por edades para cada muestreo.

TABLA IX. Fecundidad promedio por mes para las diferentes edades de Astraea undosa.

EDAD	FECUNDIDAD ($\times 10^6$)				
	FEB.	MAYO	JUNIO	AGOSTO	NOV.
5	0.366	1.671	0.650	-----	0.267
6	1.942	0.917	1.714	1.660	0.283
7	3.687	0.902	2.717	3.716	0.656
8	5.321	2.672	5.034	5.825	0.757
9	9.657	2.115	4.117	6.806	-----
10	5.642	-----	7.305	9.531	-----



Figuras 12 a la 17. Fecundidad promedio por edades para cada mes.

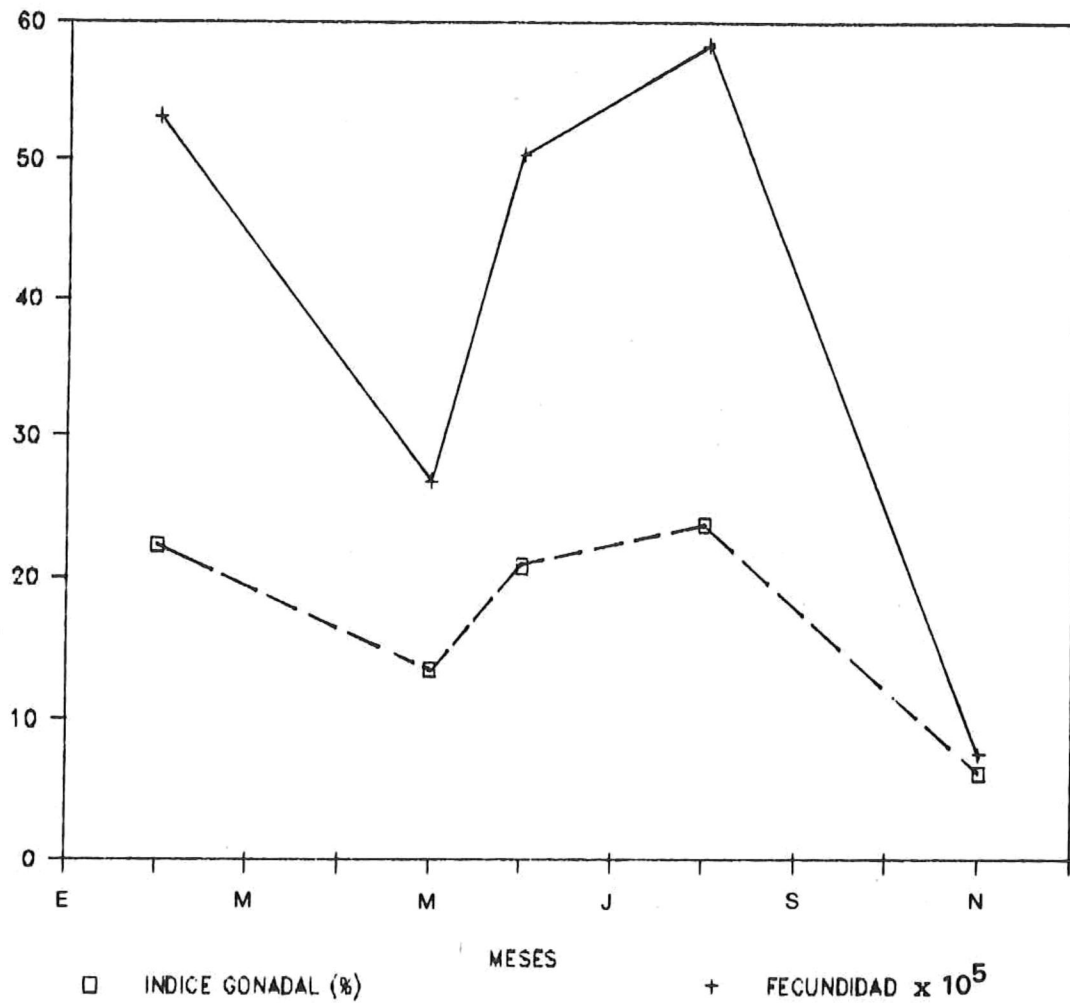


Figura 18. Fecundidad e índice gonadal promedio para la edad ocho de *Astraea undosa* en Bahía Tortugas.

TABLA X. Diámetro promedio de los ovocitos de Astraea undosa para todos los muestreos.

MES	DIAMETRO OVOCITOS (μ)
FEB.	282.3
MAYO	281.2
JUNIO	307.5
AGOSTO	348.7
NOV.	390.0

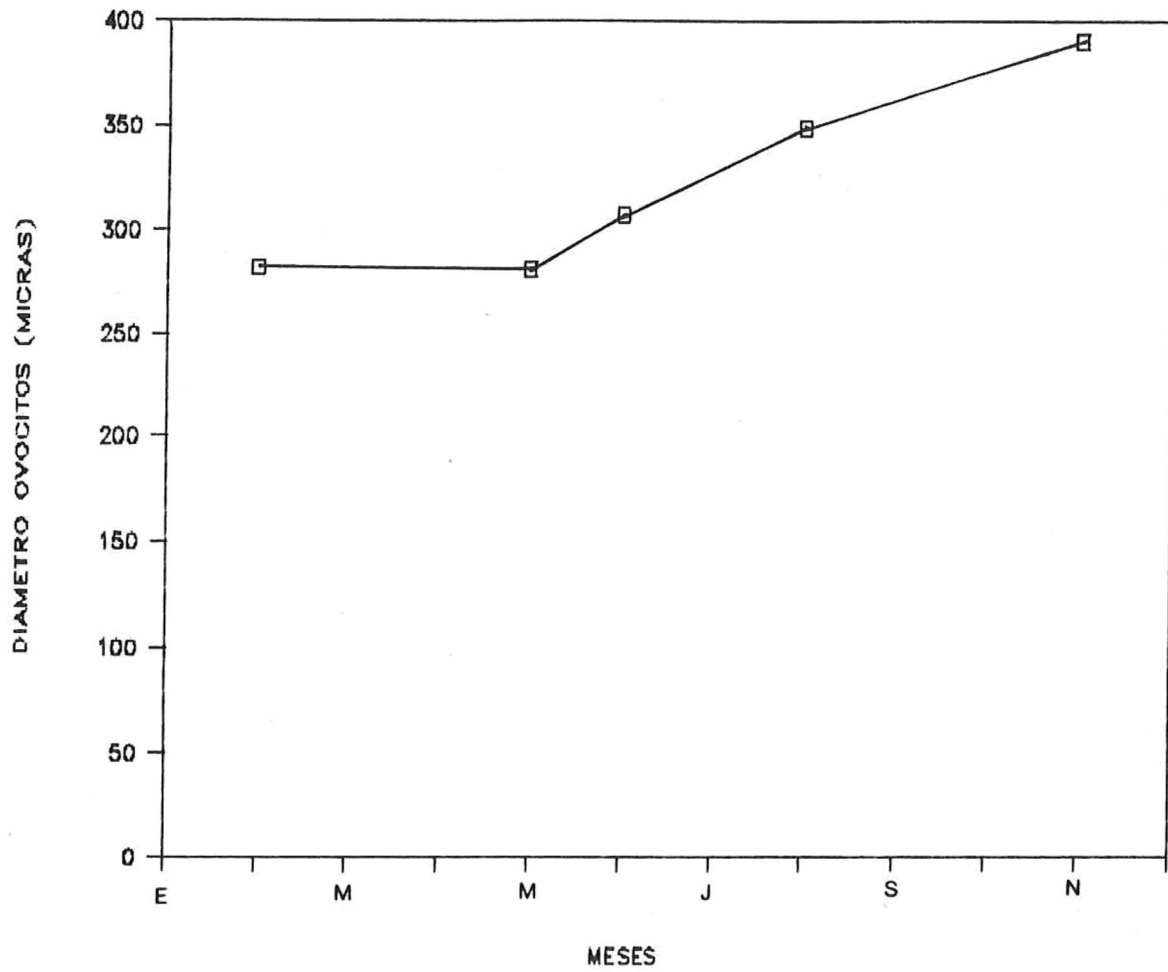


Figura 19. Diametro promedio de los ovocitos de *Astraea undosa* a lo largo de los muestreos.

incremento del diámetro respecto al tiempo con un mínimo de 282.3 micras en la primer muestra y un máximo de 390 micras en el último mes.

TABLA XI. Escala subjetiva de estadios de madurez para hembras de Astraea undosa (Almanza y Almanza com. per.)

CODIGO	EQUIVALENCIA	CARACTERISTICAS	COLOR
0	INMADUREZ	GONADA FLACCIDA	CAFE-VERDE
1	INICIO DE MADUREZ	GONADA CON PLIEGUES AUSENCIA DE HUEVOS A LA RUPTURA.	VERDE-CAFE
2	MADUREZ INCOMPLETA	GONADA SIN PLIEGUES CON POCA EMISION DE HUEVOS A LA RUPTURA	VERDE CLARO
3	MAXIMA MADUREZ	GONADA DISTENDIDA (FIRME), GRAN EMI- SION DE HUEVOS A LA RUPTURA.	VERDE OLIVO
4	POST-DESOLVE	GONADA FLACCIDA.	VERDE GRISACEO

DISCUSIONES

Es posible que *A. undosa* presente un patrón de zonación vertical en cuanto a tallas o edades ya que a la profundidad a la que se colectaron las muestras se observaron organismos de talla uniforme, generalmente grandes. Esto concuerda con lo reportado por Belmar-Perez (1988), que encontró que las tallas mayores se distribuyen a mayor profundidad y los organismos juveniles se protegen en aguas someras entre el 'follaje' de algas coralinas.

En este caso se trabajó con animales de 5 a 10 años de edad, por esto no fué posible determinar una talla o edad de primera madurez que se define como aquella edad donde se presentan gónadas maduras por primera vez. No necesariamente el primer desove sustancial ocurre a la edad de primera madurez (Tutschulte y Connell, 1981); porque se ha encontrado en abulón verde organismos de 5 años que no han podido ser sexados por la ausencia de gónadas maduras, poco tiempo antes del desove.

Aún así, por regla general los organismos más grandes tienen gónadas mayores que pueden albergar más ovocitos, como se comprueba con *A. undosa* al incrementarse su fecundidad e índice gonadal con respecto a la edad o tamaño

(Tabla IV), algo que sucede en organismos como *H. midae* en donde la fecundidad aumenta con el tamaño y la relación con el peso del organismo es isométrica (Newman, 1967).

Aunque las comparaciones no son válidas por ser especies diferentes, tal parece que *A. undosa* es más fecunda que algunas especies de Haliótidos reportadas por Hahn (1989) pues los valores promedio de fecundidad para la mayoría de las tallas son mayores que los valores de *H. australis*, *H. fulgens*, *H. rufescens* y otros. Esto nos indica la gran adaptación de *A. undosa* al medio en que vive, pues siendo mayor la cantidad de huevos producidos es mayor la probabilidad de fertilización y por lo tanto la sobrevivencia de la especie.

Relacionando el índice gonadal con la longitud o edad del organismo se puede determinar también la talla o edad mínima de madurez al conocerse las tallas a las que el índice gonadal no es representado. En el caso de *A. undosa* es posible observar que el aumento del índice gonadal no es continuo sino que llega a estabilizarse y presenta una probable fase estacionaria en los organismos más grandes (Fig. 2). Se reporta lo mismo para otras especies tales como *H. iris* y *H. australis* por Poore (1973) y *H. midae* por Newman (1967) y aunque dichos investigadores no indican la

causa, posiblemente sea debida a que el incremento del peso de la gónada con respecto al peso total del organismo disminuye, ya que no tienen que ocupar más volúmen de su cuerpo para el órgano reproductor porque con el mismo espacio, la fecundidad no decrece.

Al estudiar y determinar la fecundidad de cualquier especie, es factible encontrar las relaciones biométricas entre la fecundidad y el peso visceral (partes blandas), el de la gónada y la longitud del organismo para determinar la fecundidad relativa (González-Avilés y Ortíz-Quintanilla, 1986).

La finalidad de efectuar este tipo de relaciones es que después de ensayar repetidas ocasiones para encontrar la ecuación más adecuada, es probable determinar la fecundidad de un organismo con el solo hecho de medirlo o de pesarlo sin llegar al sacrificio.

Por medio de las ecuaciones presentadas es factible calcular la fecundidad de un caracol para cada mes estudiado por medio del diámetro mayor de la base, peso de sus partes blandas o peso de su gónada, con un cierto grado de incertidumbre.

En relación al diámetro mayor de la base, respecto a las diferencias obtenidas mes a mes de las correlaciones

realizadas, estas se pueden deber a variabilidades individuales, es decir discrepancias en la longitud de organismos de la misma edad. Ault (1985), reportó que la fecundidad de individuos con la misma longitud de concha no es constante y puede variar grandemente entre uno y otro; y que es una relación no lineal con incrementos rápidos de fecundidad, encontrándose de esa forma una variabilidad considerable en animales grandes. El valor mínimo se encontró en noviembre, mes que reportó el descenso de las fecundidades debido posiblemente a la expulsión de gametos ya que se encontraron organismos desovados por lo que se esperaba que la ecuación y la correlación resultaran con valores bajos.

La siguiente variable para el cálculo de la fecundidad es a través de la fecundidad relativa al peso de las partes blandas por tener que sacrificar al organismo y aplicar el peso del anterior sin concha ni opérculo a la ecuación correspondiente al mes de captura, observando así las correlaciones de cada muestreo. Es notoria entonces la diferencia de los valores de 'r' (coeficiente de correlación) que pueden adjudicarse al error en el pesado de los organismos por la pérdida de líquidos corporales en la disección. A pesar de esto se obtuvieron resultados de

las correlaciones confiables para la mayoría de los meses.

No es raro haber obtenido las correlaciones más altas de la relación fecundidad-peso de la gónada ya que es posible que la relación directa entre estas dos variables cambie levemente a lo largo del año, no importando las diferencias de fecundidad de un mes a otro debido a que mayor peso de la gónada es mayor la fecundidad.

La variabilidad que pueda existir con medidas como la fecundidad y el índice gonadal quizá se deban a la variación individual por factores exógenos dominantes como: Temperatura, abundancia de alimento, fotoperíodo o disturbios físicos en el sustrato (Molina, 1983); o el caso del índice gonadal que es necesario tener organismos de tallas uniformes para reducir errores (Hahn, 1989), lo cual en muchos casos es imposible.

Los organismos de fertilización externa generalmente tienen un ciclo reproductivo anual (Giese, 1959), en donde los individuos de una población tienden a desovar al mismo tiempo durante el año.

En la figura 11 se señala el comportamiento de la fecundidad y el índice gonadal de organismos de edad 8 de *Astraea undosa*. Este grupo se escogió por ser el más abundante y encontrarse presente en todos los muestreos,

además de que es en esta edad donde es posible el comienzo de la fase estacionaria del índice gonadal.

El examen de las muestras de gónada de los organismos de Bahía Tortugas, dejó al descubierto la presencia de gametos maduros de febrero a noviembre, aunque se señalan decrementos en mayo y en noviembre por lo que quizá en fechas anteriores a estos muestreos se hayan realizado desoves. Esto tal vez indica el comportamiento reproductivo de *A. undosa* para Bahía Tortugas, ya que algunos investigadores han estudiado esto en relación a la latitud y demostraron que la duración precisa, principio y terminación de la temporada reproductiva, generalmente pertenece solo a una latitud y algunas veces también para una localidad dada, según las condiciones (Giese, 1959).

De acuerdo con estos resultados, el ciclo reproductivo de *A. undosa* en Bahía Tortugas, parecería similar al de otras especies de moluscos que presentan dos desoves en el año como lo reporta Boolootian et al (1962) para algunos Haliótidos que siendo desovadores de otoño, desovan también en primavera. Esto indica que quizá *A. undosa* se comporta como desovador de otoño con una alternativa o desove parcial en primavera, debido a que para el resto de las edades, las fluctuaciones de la fecundidad e índice gonadal

(figuras 6-17) es parecido, porque los valores descienden en mayo pero se recuperan para el siguiente mes, llegando a un máximo en agosto y caen abruptamente en noviembre, y como los organismos de fertilización externa entran en una etapa de reposo después del desove (Giese, 1959), se puede suponer que los valores bajos del mes de mayo no se relacionen con un desove total, algo que no sucede con los valores de noviembre pues son significativamente diferentes de los demás, y que pudo ser causado por un pulso reproductivo general.

Giorgi y DeMartini (1977) encontraron para una población de *H. rufescens* cerca de Mendocino, Cal., por medio de preparaciones histológicas y observación de desoves en el campo, que solo una porción de la población desovó durante la primavera de 1974 y 1975 liberando solo una parte de sus gametos; otra parte de la población no desovó y retuvo sus gametos en toda la estación, y otra porción desovó totalmente, por lo cual deduce que hay tres tipos de patrones de desove. En el primer patrón se clasifican la mayoría de los moluscos y se caracteriza por cuatro fases: Fase de madurez, fase de desove parcial, fase de reposo y fase activa.

A. undosa podría corresponder a un tipo de desove parecido, aunque después del desove parcial no se registre una fase de reposo, pues la recuperación de la madurez de la gónada se da de mayo a junio. Los mismos autores encuentran también evidencias de necrosis en ovocitos que no fueron liberados en el desove. Esta característica se encontró también en *A. undosa* pero únicamente en la muestra que puede definir al desove general (noviembre).

Aunque existe un mínimo de información sobre la biología reproductiva de *A. undosa*, se ha comenzado a estudiar en algunos aspectos como su madurez gonadal, y se encontró que para la Bahía de Todos Santos el período de madurez gonadal es muy amplio ya que existió un alto porcentaje de organismos maduros de mayo a septiembre de 1987 (De la Rosa et al, 1987). El período de madurez encontrado en Bahía Tortugas abarca de febrero a agosto lo que indica que *Astraea undosa* es una especie que puede mantenerse sexualmente madura por grandes períodos de tiempo. Algo similar sucede con el ostión *Crasostreaas madrasensis* que se mantiene en estado de madurez por espacio de cinco meses entre junio y octubre (Mohan-Joseph y Madhyastha, 1984).

Recientemente, Belmar-Perez (1988) realizó un trabajo sobre biología reproductiva y aspectos ecológicos de *A. undosa* en Bahía Tortugas por medio de estudios histológicos de la gónada, e índices gonadales de organismos maduros. La evidencia histológica no mostró cambios a lo largo del ciclo y sugiere por tanto la presencia de gametos maduros todo el tiempo. Mediante el índice gonadal, reconstruyó el ciclo reproductivo y encontró valores altos en febrero, abril, agosto y noviembre y supone dos épocas de desove: La primera entre abril y mayo, la segunda entre noviembre y enero. De acuerdo a esto clasificó a *A. undosa* como desovador parcial, en donde el desove se realiza parcialmente mediante pequeños pulsos.

En relación a este estudio, como se mencionó anteriormente, se encontraron altos valores de fecundidad e índice gonadal en febrero y agosto, resultados que concuerdan con lo expuesto por Belmar-Perez (1988) pero el haber encontrado valores muy bajos en el mes de noviembre, además de necrosis en los ovocitos, hace suponer que la especie se presenta fundamentalmente como desovador de otoño con una alternativa de desove en primavera.

Según Giese (1959) la intensidad y fluctuación de la temperatura del agua ha sido considerada como uno de los

factores exógenos dominantes que afectan el ciclo reproductivo de los invertebrados marinos, aunque este autor hace notar la diferencia que existe entre los estímulos que inducen al desove y a la maduración. Los estímulos al desove pueden incluir disturbios mecánicos, o en el caso de las hembras la presencia de esperma en el agua (Murayama, 1935 en Poore, 1973).

Algunos autores no encuentran correlación entre la temperatura del agua y la época de desove (Newman, 1967; Webber y Giese, 1969; Young y DeMartini, 1970;). Se ha encontrado también que la combinación de factores como la temperatura del agua y el fotoperíodo inducen el desove en *H. rufescens* (Hahn, 1989). También, los cambios estacionales en la disponibilidad de alimentos pueden determinar la producción de gametos (Booolootian et al, 1962). El no tener registros de las condiciones ambientales (tales como temperatura del agua, fotoperíodo, mareas, etc.), imposibilita el tratar de relacionar la época de desove de *A. undosa* en Bahía Tortugas, aunque probablemente la especie se comporte muy similar a otros moluscos como el abulón, debido a que algunas otras características de las dos especies concuerdan. Hayashi (1980), considera el desove como el resultado de tres

factores: 1) El grado de maduración, 2) La intensidad del estímulo y 3) Las condiciones a las que la especie se expone cuando ocurre el estímulo.

Aunque es más exacto para la determinación del ciclo reproductivo de una especie el estudio histológico de las gónadas de los organismos como lo demuestran (Young y DeMartini, 1970 ; Tutschulte y Connell, 1981 y Newman, 1967) es posible llegar a estimar la temporada reproductiva con otros métodos, como la determinación de fecundidad por conteo de ovocitos (Poore, 1973 ; Siegel, 1985) o los índices gonadales (Booolootian et al.,1962 ; (Weeber y Giese, 1969), obteniendo resultados satisfactorios y confiables. Al término de este trabajo se puede considerar también, de acuerdo a los resultados obtenidos, que para diseñar una idea sobre la variabilidad de los ciclos reproductivos de cualquier invertebrado no es necesario realizar pruebas que consumen mucho tiempo, como son la determinación de fecundidad y el seguimiento histológico, ya que los índices gonadales son más fáciles de obtener y los resultados muy parecidos.

Aun así, es recomendable llevar a cabo estudios a nivel histológico cuando el conocimiento de la especie no es muy amplio para observar el desarrollo de la

gametogénesis a lo largo de la época de desove y tener una
noción más adecuada del ciclo reproductivo.

CONCLUSIONES.

La fecundidad promedio de *Astraea undosa* se incrementó notablemente de 551,170 ovocitos a los 5 años de edad hasta 7,228,956 ovocitos a los 10 años de edad.

El índice gonadal promedio se incrementó de 7.39 % a los 5 años de edad hasta 19.16 % a los 10 años de edad.

Astraea undosa se presentó con un amplio rango de madurez, con gametos maduros de febrero a noviembre.

Las características del ciclo reproductivo se acercaron más a las de un desovador de otoño, con una alternativa o desove parcial en primavera.

RECOMENDACIONES.

Para tener mayor precisión en la determinación de la época de desove es necesario el seguimiento de la especie por más de un año con muestras periódicas, así como la obtención de los parámetros ambientales para observar si existe influencia de estos sobre su ciclo reproductivo.

Los estudios histológicos dan una visión más completa del desarrollo de las gónadas y es posible llevar a cabo el seguimiento de la gametogénesis con precisión, por lo cual sería conveniente que estudios de este tipo se lleven a cabo para un mayor entendimiento de la biología reproductiva de la especie.

Sería recomendable que se amplíe el rango de las tallas obtenidas, sobre todo de organismos más chicos para poder determinar la edad o talla de primera madurez.

LITERATURA CITADA.

- Ault, J. 1985. Some quantitative aspects of reproduction and growth of the red abalone, *Haliotis rufescens* Swaison. J. World Maricult. Soc. 16, 398.
- Almanza E. y A. Almanza, 1988. Periodo reproductivo del caracol *Astraea undosa* en la Bahía de Todos Santos, B.C. Presentado en el VII simposium internacional de Biología Marina. 1-5 de junio de 1988. La Paz B.C.S., México.
- Belmar Perez, Jorge. 1988. Estudio preliminar sobre la biología reproductiva y aspectos ecológicos de *Astraea undosa* WOOD, 1828 (Mollusca, Gastropoda: Turbinidae). Tesis Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.
- Booolootian, R.A., A. Farmanfarmanian, A.C. Giese. 1962. On the reproductive cycle and breeding habits of two western species of *Haliotis*. Biol. Bull. 122 (2): 183-193.
- De la Rosa-Vélez., J.; G. Torres-Moye; A. Silva-Loera ; J.A.E. Almanza y E. Almanza, 1987. Primer informe académico del proyecto "Evaluación integral de los recursos con potencial económico del

oeste de la Baja California, el caracol *Astraea undosa* (Molusco Gasterópodo)'. U.A.B.C., F.C.M. Ensenada, B.C. México.

- Giese, A.C. 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. Ann. Rev. Physiol. 21:547-576.
- Giese, A.C. and J.S. Pearse. 1977. Reproduction of marine invertebrates. Vol. IV. pag. 1-62 Academic Press. New York and London.
- Giorgi, A.E. and J.D. DeMartini, 1977. A study of the reproductive biology of the red abalone *H. rufescens* near Mendocino, California. California Fish and Game 63 (2):80-94.
- González-Avilés, J. G. y M. Ortiz-Quintanilla, 1986. Estudio sobre madurez, índice gonadal, y fecundidad en abulón negro *Haliotis cracheroidii* (Mollusca: Gasterópoda), a partir de muestras colectadas en isla de Cedros B.C. en junio de 1982. Contribuciones biológicas y tecnológico-pesqueras, Doc. Técnico. Inf. No.1 Sec. de Pesca. I.N.P., C.R.I.P
- Guzmán del Proo, S.A.; V. Marín A. y C. Castro A. 1980. Análisis de la pesquería del abulón en B.C. y

fundamentos biológicos para un nuevo regimen de explotación del recurso. I.N.P. , Departamento de Pesca. México, D.F.

- Hahn, K.O.1989. Gonad reproductive cycles. En CRC Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods. Academic Press pag. 13-38.
- Hayashi, Ikuo,1980. The reproductive biology of the ormer, *H. tuberculata*.
J. Mar. Biol. Ass. U.K. 60:415-430.
- Kawasaki,T., H. Sato and A. Takechi, 1985. Estimation of population fertility of a Dab *Limanda herzensteini*
Bull Jap. Soc. Sci. Fish. 51 (12):1933-1938.
- Mohan Joseph,M. and M.N. Madhyastha.1982. Gametogenesis and somatic versus gonadal growth in the oyster *H. madrasensis* Indian J. of Mar. Sci. , 11: 303-310.
- Mohan Joseph,M. and M.N. Madhyastha.1984. Annual reproductive cycle and sexuality of the oyster *H. madrasensis*. Aquaculture , 40: 223-231.
- Molina-Martínez, Javier.1982. Estimaciones de fecundidad en *Haliotis rufescens*, abulón rojo. Tesis U.A.B.C. Ensenada, Baja California.
- Molina-Martinez, J.1983. Estimaciones de fecundidad en

- Haliotis rufescens* de el Bajo, Bahía Rosario, B.C.
 Ciencia Pesquera; Inst. Nal. de Pesca; Sria de
 Pesca, México. 4: 77-95.
- Morris, R.H., D.P. Abbott and E.C. Hederlina. 1983.
 Intertidal invertebrates of California.
 Stanford University Press, Cal. U.S.A. p.p. 690
 - Nagahisa, U. and S. Kikuchi, 1984. Regulation of
 maturation and spawning of an abalone *Haliotis*
 (Gastropoda) by external environmental factors.
 Aquaculture 39 (1-4): 247-261.
 - Newman, G.G. 1967. Reproduction of the South African
 abalone *Haliotis midae*. S. Afr. , Div. of Sea Fish.
 Invest. Rep., 64: 1-24.
 - Nikolsky, G.V. 1969. Theory of fish population dynamics
 as the biological background for rational
 exploitation and management of fishery resources.
 3, Fecundity, quality of the sex products, and
 course of spawning. Oliver and Boyd Lts.
 pag. 33-67.
 - Ortiz-Quintanilla, M. y J.G. González-Avilés, 1986. Notas
 sobre madurez índice gonadal y fecundidad en tres
 especies de abulón *Haliotis* spp. (Mollusca:
 Gasteropoda), a partir de colectas en el Rosario,

Islotes Benitos y Bahía Asunción, Baja California.
Contribuciones Biológicas y tecnológico- pesqueras,
Doc. Técnico informativo No. 1, Sec. de Pesca
I.N.P., C.R.I.P. pag. 17-41.

- Pineda-Barrera, J., A.J. Díaz de León y F. Uribe. 1981.
Fecundidad de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall,1842) en Baja California.
Ciencia Pesquera. I.N.P. , Departamento de Pesca
México, I (1):99-118.
- Poore, Gary C.B. 1973. Ecology of New Zealand abalones
Haliotis sp. (Mollusca:Gasteropoda). N.Z.J.of Mar.
Freshw. Res. 7(1,2):67-84.
- Siegel, V. 1985. On the fecundity of antarctic krill,
Euphausia superba (Euphausiacea).
Arch. FischWiss 36: 185-193.
- Torrero-Macias, F. 1990. Edad y crecimiento del caracol
Astraea undosa (Wood,1828) en Bahía Tortugas,
Baja California Sur, México. Tesis Licenciatura
Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C. (en
preparación).
- Tutschulte, T. and J.H. Connell. 1981. Reproductive
biology of three species of abalones (*Haliotis*)
in southern California.
The Veliger 23 (3): 195-206.

- Webber, H.H. and A.C. Giese. 1969. Reproductive cycle and gametogenesis in the black abalone *Haliotis cracheroidii* (Gastropoda:Prosobranchia). Marine Biology , 4:152-159

- Young, J.S. and J.D. DeMartini, 1970. The reproductive cycle, gonadal histology and gametogenesis of the red abalone *Haliotis rufescens* (Swainson). California Fish and Game 56 (4): 298-309.