

ANALISIS DE UNA POBLACION DE PATA DE MULA *Anadara tuberculosa* SUJETA A EXPLOTACION INTENSIVA EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

**Erik Baqueiro C.*
Margarita Muciño D.*
Rosario Merino M.***

RESUMEN

Se describen las variaciones mensuales de la estructura de una población de *Anadara tuberculosa* sujeta a explotación, habiéndose detectado por el análisis histológico del ciclo reproductor un desove constante con tres máximos en los meses de Abril, Agosto y Enero, lo que se refleja en un constante reclutamiento de juveniles a la población, el cual se hace más evidente en los meses de Mayo, Junio, Septiembre y Octubre un mes después de los periodos de máximo desove.

De las variaciones en la estructura de la población se detecta un incremento en talla de 4 a 6 mm. mensuales y en peso de 12 g en organismos menores de 60 mm. y 6 g en organismos mayores.

SUMMARY

Monthly variation on the population structure of an exploited population of *Anadara tuberculosa*, are described.

From the histological analysis of the gonadic cycle was detected a constant spawning with three prevailing periods during April, August, and January. This is reflected on a constant recruitment to the population, which is more evident during May, June and September-October, one month after the periods when spawning is dominant.

From the fluctuations of the population structure was detected a monthly growth rate between 4 to 6 mm in length, an increment in weight of 12 g for organisms under 60 mm and 6 g for organisms over this size.

INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte de los estudios de biología y ecología que sobre las especies de moluscos de importancia comercial se están realizando en las costas de Baja California Sur.

La almeja Pata de Mula *Anadara tuberculosa* ha formado parte de la dieta de los grupos humanos costeros de México desde tiempos prehispánicos (Lorenzo, 1955; Kelly, 1960; Stuart, 1972) habiendo explotado este recurso racionalmente durante cientos de años. Recientemente se han visto sobreexplotados y alterada la ecología de los manglares, hábitat de esta especie, por las diferentes actividades humanas.

La creciente demanda así como la destrucción de su hábitat, hacen necesario el conocimiento

de la biología y dinámica poblacional de esta especie con el objeto de proteger el recurso a través de la regulación pesquera, objetivo que persigue el Instituto Nacional de la Pesca de la Secretaría de Pesca.

Anadara tuberculosa es una especie muy abundante a lo largo de toda la Provincia Panámica, recibiendo diferentes nombres vernáculos en cada región, siendo explotada en mayor o menor intensidad tanto para consumo local como para comercio (Squire *et al.*, 1977). Sin embargo, son muy escasos los trabajos que hacen referencia a la especie y más aún los que se avocan en forma particular a esta. Squire, (*Op. cit.*) hace un análisis de las pesquerías y crecimiento en las costas de Colombia. Flores (1971) describe la histología y variaciones del aparato reproductor

*SECRETARIA DE PESCA
Centro de Investigación Pesquera
La Paz, Baja California Sur.

durante un ciclo anual, para las costas de Sinaloa, México. Baqueiro (1979) analiza la estructura de las poblaciones en diferentes manglares de Bahía Magdalena en Baja California Sur.

En este trabajo se analiza la estructura de una población bajo presión pesquera a lo largo de un ciclo anual, comparando las características del ciclo reproductor con lo reportado por Flores (*Op. cit.*) con el objeto de tratar de determinar un patrón de reproducción a lo largo de la costa del Golfo de California.

DESCRIPCION DEL AREA

La población analizada proviene de un conjunto de pequeños manglares localizados en El Mogote, banco de arena que forma la ensenada de La Paz, en la bahía del mismo nombre (Fig.1) situada entre los 24°40' de latitud norte y 110°21' longitud oeste.

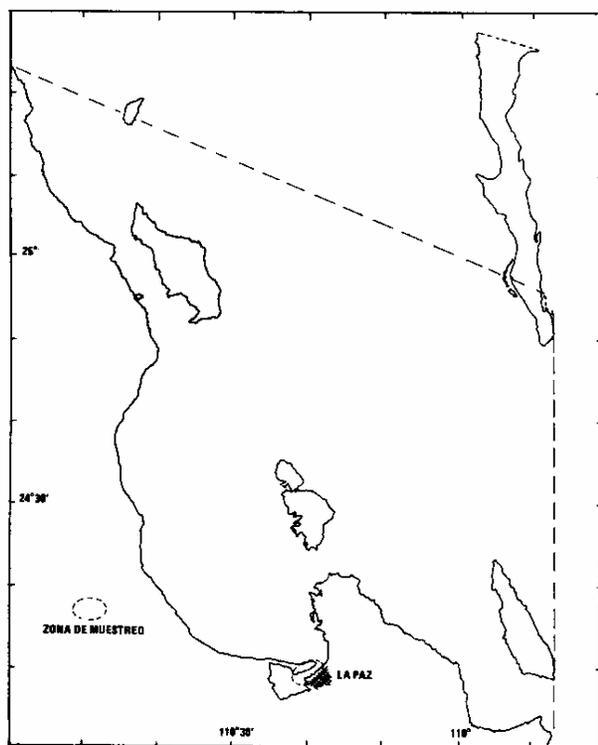


FIGURA 1. LOCALIZACION DEL AREA DE MUESTREO EN LA BAHIA DE LA PAZ, B. C. S.

Las mareas son semidiurnas con un rango que fluctúa de 0.501, a -0.521 m, formando amplias extensiones de zona intermareal propicias para el desarrollo de *A. tuberculosa*. Las características hidrológicas en la Bahía de La Paz son estables (Schott, 1935 en Roden, 1958) con fluctuaciones de temperatura de 19.1°C en Enero, 19.8°C

en Septiembre y salinidad de 35.5‰ en Enero y 36.6‰ en Abril y Mayo. En la Ensenada las condiciones son más extremas por ser un cuerpo de agua somero semicerrado con variaciones de temperatura y salinidad de 18°C en Diciembre a 31.7°C en Agosto y de salinidad 34‰ en Agosto a 38.8‰ en Mayo y Julio (Félix, 1975). El clima es del subtipo BW (h') (e) según la clasificación de García (1964) con precipitaciones en los meses de Agosto a Diciembre con un promedio anual de 150 a 250 mm y evaporación total anual de 2000 mm.

MATERIAL Y METODOS

Los organismos fueron colectados de entre las raíces del mangle durante la bajamar, desde el borde de los canales, zona de mareas mínimas quincenales, hasta el límite superior de mareas diarias (límite de distribución superior de la especie). Rascando en el lodo con un tridente de jardinería y guantes hasta 30 y 50 cm de profundidad, dependiendo de la altura de la marea. Mensualmente se colectaron 50 ejemplares no tratando de determinar la densidad por lo escaso de la población. El número óptimo a muestrear fue determinado por medio de la técnica de Buesa (1977) tomando 50 ejemplares por muestreo como el número óptimo que da mayor información con el menor esfuerzo. Los ejemplares eran medidos y pesados determinando el largo, alto y ancho de las valvas con calibrador Vernier hasta décimas de milímetro, el peso con concha y sin concha se determinó con balanza granataria de triple brazo una vez escurrido todo el líquido intervalvar.

Veinte ejemplares fueron fijados en Bouin y preservados en alcohol a 70% para ser procesados por técnicas histológicas; incluyendo una porción de la masa visceral en parafina, se hicieron cortes de 14 micras, tiñendo con Hematoxilina Eosina para el análisis del ciclo reproductor.

Los parámetros determinados son tabulados y analizados por medio de histogramas de frecuencia y curvas porcentuales.

RESULTADOS

Estas poblaciones de *A. tuberculosa* se localizan en las cercanías de la ciudad de La Paz por lo que son constantemente saqueadas tanto por pescadores comerciales a corta escala que venden su producto directamente a consumidores en puestos ambulantes, como por paseantes que

en los fines de semana colectan para su consumo. Esta extracción se hace sin medida alguna de número o talla por lo que las densidades encontradas fueron muy irregulares, fluctuando de menos de una por m^2 a 10 o 12 organismos por m^2 , dependiendo si el área había sido saqueada recientemente o no.

La extracción se hace durante la bajamar, sacando aquellos organismos que presentan parte de la concha expuesta, por lo que la extracción sobrecae en los organismos de tallas mayores, sin embargo, una vez localizado un punto con organismos el área es removida sacando también organismos pequeños que en ausencia de ejemplares mayores pasarían desapercibidos.

En las figuras 2 y 3 se presenta en histogramas de frecuencia de la estructura de la población en cuanto a largo y peso con concha respectivamente durante un periodo de trece meses.

En Febrero de 1978 (Fig. 2a) se detectó una población con tres modas bien diferenciadas, la primera formada por el grupo de 50-62 mm con clase dominante de 56.1-58 mm, el segundo grupo de 60-70 mm con clase dominante de 66.1-68 mm y el tercer grupo de 70-80 mm con clase dominante de 74.1-76 mm; estos tres grupos forman el grueso de la población. Encontrándose como un grupo aislado que se hace más aparente en el mes de Marzo (Fig. 2b) en que presenta un rango de 40 a 52 mm con clase dominante de 48.1-50 mm, habiendo tenido un incremento aparente de 4 mm con respecto al mes anterior. Para el grupo de 50-62 mm se observa un incremento de la moda de 4 mm a 60.1-62 mm, con un mayor rango de tallas. Los grupos segundo y tercero se presentan muy reducidos notándose un ligero incremento en la moda del tercer grupo a 78.1-82 mm. En este mes se detectaron organismos de 92.1-94 mm, que seguramente habían escapado al saqueo del área ya que fue la única ocasión en que se colectaron. En estos dos meses se constata un dominio de tallas mayores, representando por el sesgo positivo de la curva (Sk. 43 y .58 para Febrero y Marzo respectivamente).

En Abril (Fig. 2c) la población vuelve a formar una unidad integrada por dos grupos: el primero de 50-60 mm con moda dominante de 56.1-58 mm que refleja un incremento de 4 a 6 mm con respecto al mes anterior y un segundo grupo de 60-74 mm con clase dominante de 66.1-68 mm, producto igualmente del incremento de 6 mm del mes anterior. En este mes se detectó nuevamente la aparición de un tercer grupo aislado de subadultos de 40.1-42 mm que da

a la curva un sesgo negativo por el dominio de juveniles (Sk - .32).

En Mayo (Fig. 2d) el grupo de subadultos que se empezó a detectar en Abril se hace más aparente presentando ahora un rango de 28 a 38 mm con un incremento de lo detectado el mes anterior de 4 a 8 mm; mientras que el grupo siguiente presenta un desplazamiento de 2 mm de la moda. El que fuera grupo dominante en el mes anterior presenta ahora una disminución en la moda principal, reflejo tanto del incremento de organismos menores como de la presión de explotación sobre organismos mayores.

En Junio (Fig. 2e) continua haciéndose más aparente el grupo de juveniles con un claro desplazamiento de 4 mm en la moda, mientras que el grupo que le precede muestra un desplazamiento de solo 2 mm, la ausencia de animales mayores, así como el reclutamiento de juveniles dan a la curva un sesgo (Sk) de -.44 así como una de las menores tallas medias de la población (54.4 mm).

En Julio (Fig. 2f) se integra al grupo principal de población los juveniles que se detectaron en los meses anteriores, observándose en este mes tres grupos, el primero de 36-56 mm, el segundo de 56.1-68 mm y un tercero de 68.1-82 mm, mismas que vuelven a detectarse en Agosto (Fig. 2g) con un desplazamiento en sus modas de 2 a 4 mm, para el primer grupo, 2 mm para el segundo y de 4 a 6 mm para el tercero. En este mes se constata nuevamente el ingreso de juveniles con un rango de 32-42 mm. Este incremento se continua en Septiembre (Fig. 2h) detectándose organismos de solo 22.1-24 mm de largo y un incremento en la moda de este grupo de 36.1-38 mm a 42.1-44 mm. Los organismos de tallas mayores presentan una reducción en sus modas, detectándose incremento en la clase de 56.1-58 mm a 58.1-60 mm. En estos tres meses aunque hay ingreso de organismos jóvenes se constata un dominio de tallas mayores, dando un sesgo positivo de la curva porcentual (Sk. 40, .52 y .64 para Julio, Agosto y Septiembre respectivamente).

En Octubre (Fig. 2i) se observa que continúa el reclutamiento de juveniles teniendo ahora un rango de 22-46 mm, constatándose en este mes un incremento de 4 mm en la moda principal del segundo grupo, así como en el tercero en que se hacen aparentes las clases de 62.1-64 mm y 68.1-70 mm, en este mes se detectaron nuevamente organismos de talla mayor, probablemente restantes del tercer grupo del mes de Julio. Aunque se detectaron organismos de talla mayor, el reclutamiento de juveniles fue alto dando un sesgo negativo a la curva porcentual de -.46.

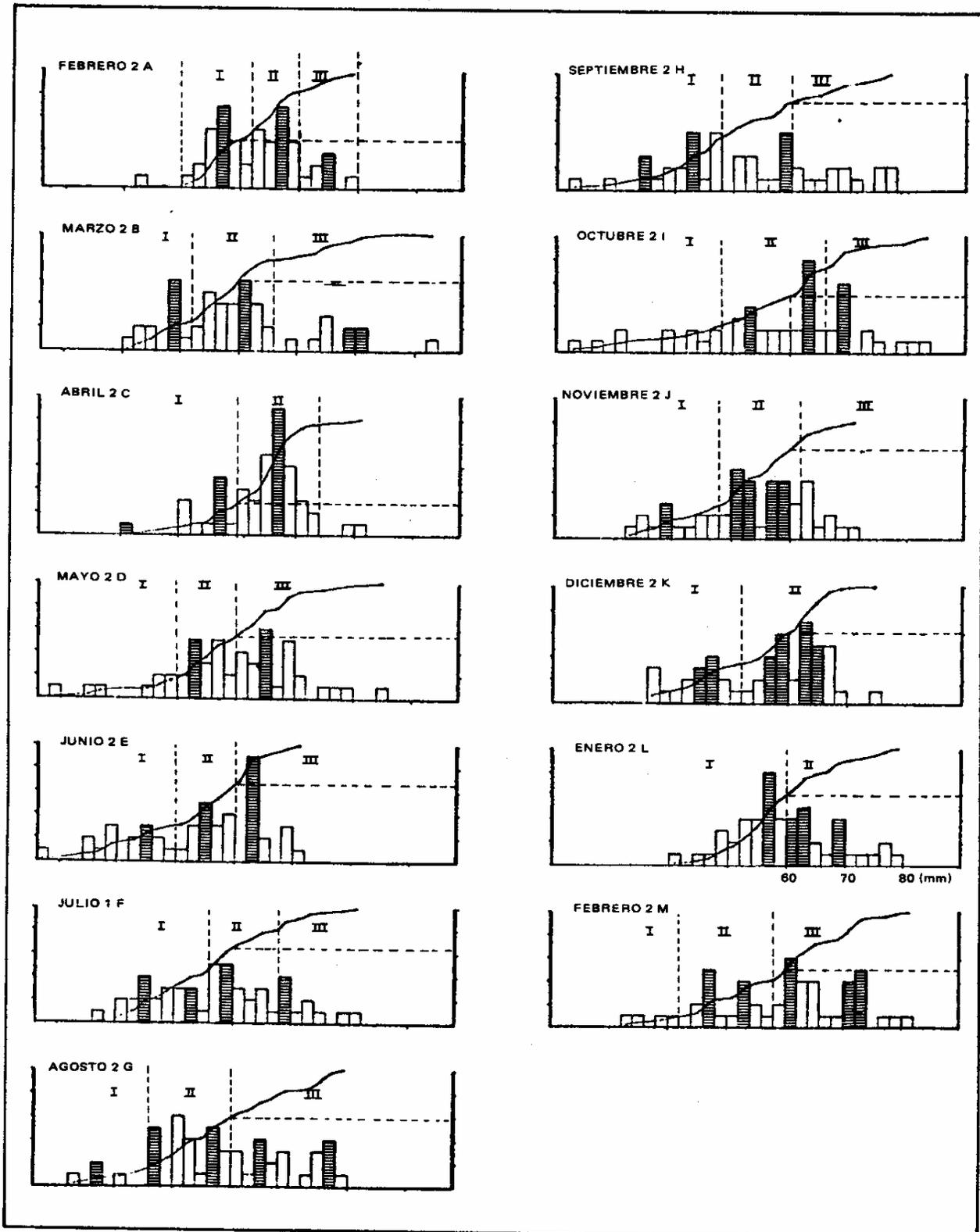


FIGURA 2. VARIACION MENSUAL DE LA ESTRUCTURA DE LA POBLACION DE *A. tuberculosa*, POLIGONOS DE FRECUENCIA DEL LARGO Y CURVA PORCENTUAL.

Durante Noviembre (Fig. 2j) el rango de tallas detectado fue pequeño (32.1-72 mm) formado por tres grupos bien diferenciados, subadultos de 32 a 48 mm con moda dominante de 38.1-40 mm, un grupo de adultos (48.1-62 mm) con dos modas 50.1-54 mm y 56.1-60 mm, este segundo producto del desplazamiento de la moda dominante del mes anterior y remanentes del tercer grupo, teniendo un sesgo positivo de .47.

En Diciembre (Fig. 2k) se nota claramente el grupo formado por el reclutamiento de los subadultos (36.1-52 mm) notándose un desplazamiento de 2 mm de las modas del segundo grupo del mes anterior dando un sesgo negativo en la curva porcentual (Sk -.50).

En el mes de Enero (Fig. 2L) la sobrepesca y el ingreso de los juveniles a el grueso de la población hacen que la moda dominante se desplace a la izquierda, notándose sin embargo un incremento de 2 mm en la moda de organismos adultos del mes anterior.

En Febrero (Fig. 2m) se puede observar un cierto paralelismo con la estructura que presentara la población en Marzo del año anterior, un grupo de subadultos que inicia su reclutamiento a la población (32.1-42 mm), un segundo grupo de subadultos con dos modas 46.1-48 mm y 52.1-54 mm y un tercero y cuarto grupos de 56.1-68 mm y 68.1-82 mm respectivamente; la diferencia entre los dos meses puede deberse principalmente al desfaseamiento que hay anualmente con respecto al ciclo reproductor.

Del análisis del peso (Fig. 3) se observa cierto paralelismo con los histogramas del largo total, separándose más claramente los grupos de organismos adultos. En cuanto a los subadultos y el grupo principal de la población se observa cierto aglomeramiento de los grupos, no pudiendo diferenciarse el desplazamiento de las modas de cada grupo; sin embargo, es posible detectar un incremento mensual de aproximadamente 12 g en los juveniles y de 6 g en los grupos de organismos mayores.

En aquellos meses en que se detectó el reclutamiento de subadultos en el análisis de tallas, se observa muy claramente en el análisis de peso la aparición de estos grupos: Septiembre 6.1-36 g, Octubre 0.1-30 g y Febrero 1979 6.1-48 g.

Ciclo reproductor

En la Fig. 4-a se indica el número de organismos machos y hembras en las diferentes fases del desarrollo reproductor, en la Fig. 4b se presenta el análisis gráfico de los sexos combinados en las diferentes fases.

Los ejemplares menores con gametos maduros fueron de 28 mm macho y 38 mm hembra contrastando con lo reportado por Squire, *et al.* (*op. cit.*) quienes determinaron 32 mm para las hembras y 36 mm para los machos.

La clasificación que se presenta está basada en la fase dominante del corte dorso-ventral de los organismos, ya que se observa maduración gradual encontrando que la gametogénesis se inicia en la parte dorsal, progresando alrededor de la glándula digestiva hacia la porción ventral hasta ocupar la mayor parte de la cavidad visceral, razón por la cual es posible detectar 2 ó más fases simultáneas en un mismo organismo, dependiendo de la altura a la que se haga la observación.

Las características de cada una de las fases corresponde a lo reportado por diversos autores, encontrando un análisis detallado de la bibliografía existente hasta la fecha en el trabajo de Giese, y Pearse, (1977); para la caracterización de las diferentes fases se siguió el criterio definido por Baqueiro y Stuardo (1977).

De la Fig. 4b se constata que la gametogénesis se prolonga durante casi todo el año, habiendo presentado durante el periodo de estudios dos picos, un máximo con el 65% de los organismos en el mes de junio y otro menor de solo 30% en octubre, ambos periodos seguidos por fases de maduración la cual se presenta con mayor intensidad en los meses de Febrero, Marzo, Julio, Septiembre y Diciembre. La primera probablemente es el resultado de la actividad gonádica intensa a fines del año anterior, mientras que las otras siguen claramente a periodos de gametogénesis; asimismo los periodos de desove le preceden a los de maduración habiendo presentado sus máximos en los meses de Abril con un 95%, Agosto con el 73% y Enero de 1979 con el 90%.

Del análisis anterior se observa una actividad gonádica constante así como un desove constante con periodos de máxima actividad, contrastando con lo reportado por Flores (1971) en que el periodo de desove se limita a los meses de Abril a Septiembre, coincidiendo el máximo en Agosto con uno de los máximos detectados en el estudio; para los organismos de las costas de Sinaloa es claro un periodo post-reproductor y de indiferenciación, mientras que para los organismos de La Paz, solo un porcentaje muy pequeño presenta una fase característica de post-desove después del periodo de máximo desove.

DISCUSION

Los meses en que se detecta el máximo reclutamiento de juveniles preceden con un mes a los

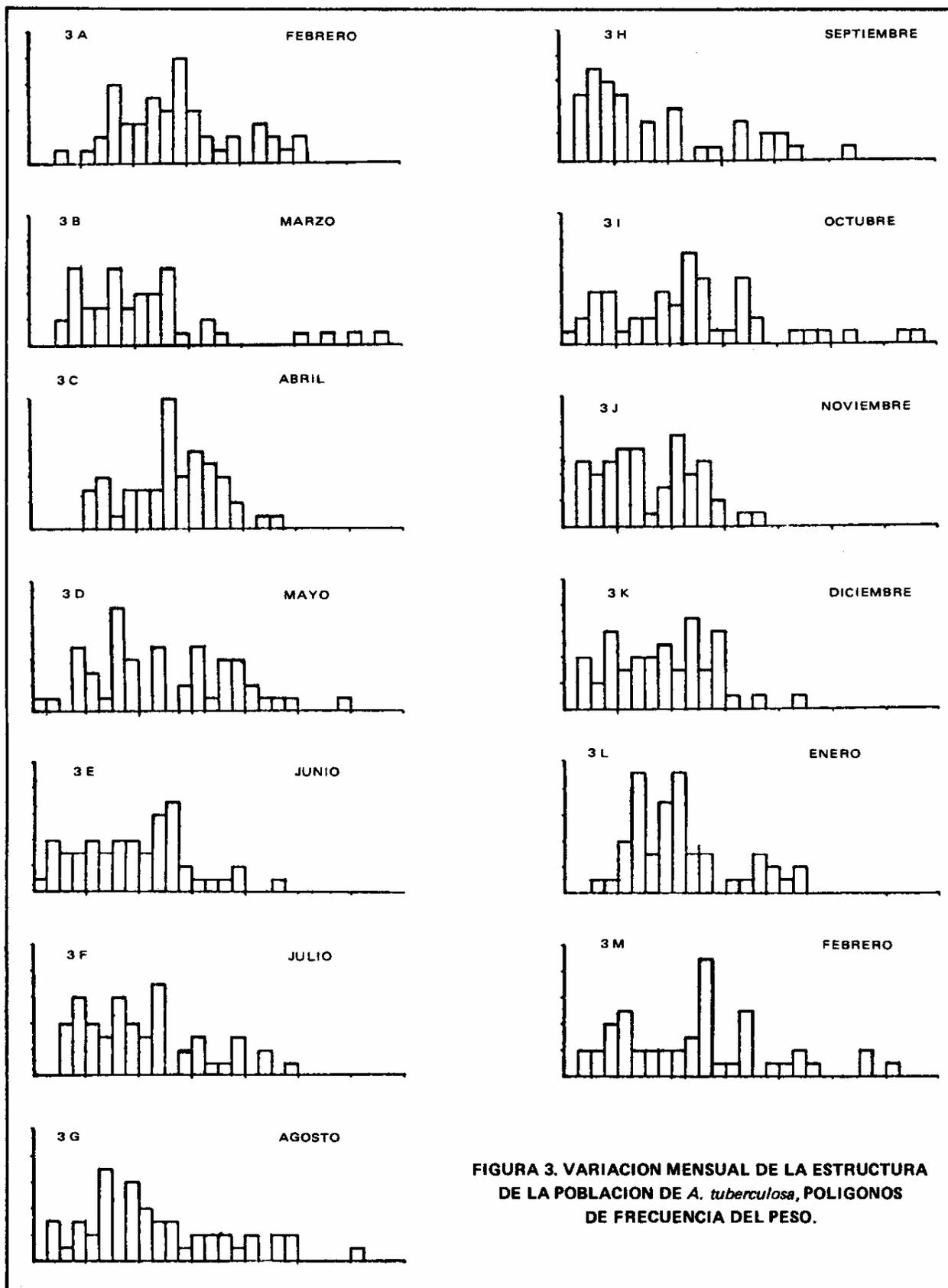


FIGURA 3. VARIACION MENSUAL DE LA ESTRUCTURA DE LA POBLACION DE *A. tuberculosa*, POLIGONOS DE FRECUENCIA DEL PESO.

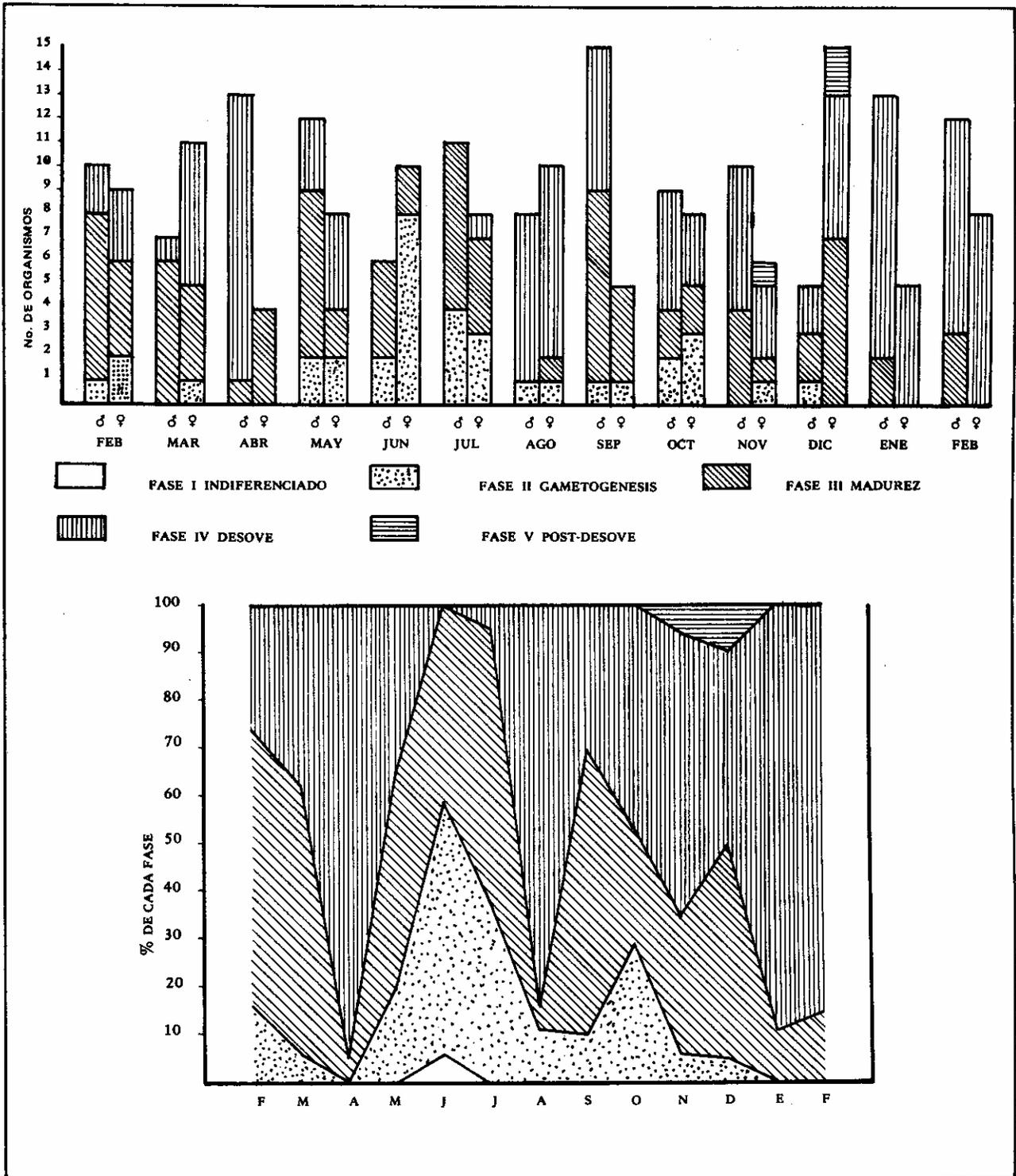


FIGURA 4. A.— NUMERO DE HEMBRAS Y MACHOS POR MES EN LAS DIFERENTES FASES DEL DESARROLLO GONADICO.

B.— ANALISIS PORCENTUAL, HEMBRAS Y MACHOS COMBINADOS EN LAS DIFERENTES FASES DEL DESARROLLO GONADICO.

periodos de máximo desove, coincidiendo además un desove constante con un reclutamiento de juveniles.

Es evidente en juveniles un crecimiento de 4 a 6 mm al mes que disminuye en los organismos mayores a 2 mm al mes.

Tomando como inicio de la actividad sexual de estos organismos a los individuos de 38 mm. y considerando que para garantizar la conservación de un recurso debe de asegurarse por lo menos un ciclo reproductor, se estima que a un ritmo de crecimiento promedio de 3 mm al mes los organismos de 60 mm realizan dos desoves, según el ciclo descrito en la Fig. 4b. Misma talla que según la estructura de la población (Fig. 2) garantiza un mínimo del 40% de individuos maduros en la población sin explotar, con un por-

centaje que varía entre el 20 y 60% de organismos disponibles para la pesquería, según el estado de explotación y época del año.

El gran potencial reproductor de esta especie se ve reflejado en el constante reclutamiento de juveniles a la población, razón por la cual se ha podido mantener a pesar del constante saqueo a que está sujeta.

No es posible definir un patrón de reproducción con la información obtenida, al compararla con lo reportado por Flores, (1971) más si es claro que en condiciones adecuadas la especie tiene gran capacidad de regeneración gonádica, manteniendo un desove constante durante todo el año con uno o más periodos de máxima actividad. Este autor menciona algunos hermafroditas, pero en el presente estudio no se logró observar ninguno.

BIBLIOGRAFIA

- BAQUEIRO, C.E. y J. Stuardo, 1977. Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sow., 1831), *M. squalida* (Sow., 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la Bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Gro. México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 4 (1): 161-208.
- BAQUEIRO, C.E., 1979. Population structure of the mangrove cockel *Anadara tuberculosa* from eight mangrove swamp in Magdalena Bay, B. C. S. Méx.
- BUESA, R.J., 1977. Método basado en la teoría de la información para calcular el tamaño de la muestra de animales marinos. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 4 (1): 99-106.
- CENTRO METEOROLOGICO DE LA PAZ, 1977. Reportes mensuales del estado del tiempo en la Estación Meteorológica de La Paz, Sría. Agr. Rec. Hidr. México.
- FLORES, M.A., 1971. Contribución al conocimiento biológico de la "Pata de Mula" *Anadara (A) tuberculosa* (Sow. 1833 *Tesis Profesional. Esc. Nal. Cienc. Biol. Inst. Pol. Nal. México* 57 pp.
- GARCIA, E., 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana) *Inst. Geogr. Univ. Nal. Autón. México* 246 pp.
- GIESE, C. A. and S. J. Pearse, 1977. Reproduction of marine invertebrates. Academic Press, Inc. New York V. IV.
- INSTITUTO DE GEOFISICA, 1978. Tablas de 1978 Predicción de Mareas, Puertos del Océano Pacífico. *An. Inst. Geof. Univ. Nal. Autón. México* 23 (1, B) 98-111.
- KELLY, C. and D. H. WINTERS, 1960. A revision of the archeological sequence in Sinaloa, México. *American Antiquity* 25, 35 pp.
- LORENZO, J. L., 1955. Los concheros de la costa de Chiapas. *An. Inst. Nal. Antrop. e Hist. México* VII (36): 15 pp.
- RODEN, G. I., 1958. Oceanographic and meteorological aspects of the Gulf of California. *Pac. Sc.* 12 (1): 21-45.
- RODEN, G. I. and G. W. Groces., 1959. Recent oceanographic Investigations in the Gulf of California. *Cent. Scripps. Inst. Ocean* 1092: 1-99.
- SQUIRE, H. J., M. ESTEVEZ., O. BARONA and O. MORA, 1977. Mangrove cockles, *Anadara spp.* of the pacific coast of Colombia. *The Veliger* 18 (1): 57-68.
- STUART, S. D. *et al.*, 1972. Archeological reconnaissances and excavation in the marismas nacionales, Sinaloa and Nayarit, Méx. *Dept. Anthropol. State Univ. of New York at Buffalo*, 18 pp.