

**TAMAÑO POBLACIONAL Y ORGANIZACION ESPACIAL
DE UN GASTEROPODO PREDADOR:
Acanthina punctulata (SOWERBY).**

Por

Ricardo V. Santes-Alvarez
Centro de Investigación Científica y Educación Superior
de Ensenada, B. C.
Espinoza No. 843
Ensenada, Baja California, México

y

Silvia V. Hernández Cardona
Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Veracruzana.

RESUMEN

Se presenta una evaluación poblacional de *Acanthina punctulata* (Sowerby, 1825) en la playa rocosa de Punta San Miguel, cercana a Ensenada, B. C., durante la primavera de 1982.

Utilizando el método de análisis de varianza en bloques de Greig-Smith (1952), se determina un área mínima de 4 m cuadrados para este caracol. Mediante el índice de Lincoln-Peterson se estima que un número aproximado de 2500 individuos representan la población total de esta especie en su área de distribución.

El patrón de disposición espacial de *Acanthina* se determina mediante el Índice de Morisita (1959), por el método del vecino más cercano (Clark & Evans, 1954), así como por el arreglo de los datos a una distribución de Poisson. Se concluye que *A. punctulata* presenta una organización espacial de tipo agregado o contagiosos.

ABSTRACT

An evaluation of the *Acanthina punctulata* population was made in a rocky shore area, at the vicinity of Ensenada, B. C., Mexico, during the spring of 1982.

By using Greig-Smith's (1952) method of Block's ANOVA System, it was found a minimal sampling area of 4 square meters for *Acanthina*, and by the Lincoln-Peterson Index a number of approximately 2500 individuals can be assumed to represent the total population size of the snail in his distribution area.

The spatial arrangement of *A. punctulata*, as determined by the Morisita Index (1959), the Nearest Neighbor System (Clark & Evans, 1954), and the Poisson distribution as well, showed an aggregated or contagious organization.

INTRODUCCION

Los habitats rocosos intermareales son las áreas más ricas en número de especies de la Provincia Faunística Californiana (McLean, 1978) o Templado-Cálida del Pacífico Noreste (Vermeij, 1978). La fauna está reflejada por gran variedad de moluscos que se distribuyen por toda el área, desde Punta Concepción, California, hasta el Sur de la Baja California. No obstante, a pesar de que el número de especies de moluscos encontrados en Baja California es mayor que aquel registrado en las costas de Estados Unidos, los moluscos de la península son menos conocidos y los límites distribucionales hacia el Sur aún no están bien definidos para muchas especies (McLean, op. cit.).

En la Bahía de Todos Santos encontramos cuatro diferentes tipos de costa. Anotamos las costas abiertas rocosa, semiprotegida rocosa, protegida rocosa y la costa abierta arenosa (García Pamanes y Chee Barragán, 1976). La costa semiprotegida rocosa corresponde a la parte norte de la bahía y se extiende desde la Punta San Miguel hasta las escolleras, frente a Ensenada. En el intermareal de esta zona localizamos gran cantidad de poblaciones animales que manifiestan complejas relaciones ecológicas y en donde la comunidad malacológica resulta sumamente importante.

Las poblaciones son las entidades básicas que estudia un ecólogo y todo aspecto teórico sobre la ecología de la población y la comunidad trata, en una u otra forma, con los tamaños de las poblaciones, acerca de cómo ellas se incrementan o disminuyen, se vuelven estables o fluctuantes, de cómo responden a los cambios medioambientales, y acerca de cómo ellas mismas causan cambios en los medioambientes de otras poblaciones (Pielou, 1974).

En la localidad de Punta San Miguel *Acanthina punctulata* ocurre preferentemente en el intermareal superior. Es un organismo carnívoro y en consecuencia, limitante de las poblaciones de algunas especies ecológicamente importantes del litoral. En este trabajo se presenta una evaluación preliminar del tamaño poblacional y la organización espacial de *A. punctulata* en Punta San Miguel, así como algunas consideraciones sobre el efecto ocasionado por la elección arbitraria del tamaño de cuadrante (unidad muestral), en los estudios sobre la disposición en el espacio de las poblaciones marinas.

A. punctulata fué primeramente unida con *A. spirata* (Blainville, 1832),

aunque ahora son consideradas como especies separadas (Abbott y Haderlie, 1980); *A. punctulata* ocupa una posición intermareal más alta que *A. spirata* en Punta San Miguel. En marea baja, el caracol puede estar expuesto sobre las superficies altas y secas de rocas cubiertas de balanos, o abrigado entre los mantos húmedos y contraídos de *Anthopleura sp*, aunque se presenta en mayor número sobre superficies protegidas de la exposición solar directa (Abbott y Hederlie, op. cit). Aspecto interesante es que el carnívoro se manifiesta siempre por estrategia, en regiones donde su alimento es más o menos abundante.

AREA DE ESTUDIO

Localizada aproximadamente a 17 km de Ensenada, en la ruta escénica que comunica a esta ciudad con Tijuana, B.C., Punta San Miguel (fig. 1) se caracteriza por presentar rocas de tipo matatenas, con un diámetro entre 0.5 y 1.5 m; los materiales de las rocas son basálticos y el perfil de playa presenta una pendiente de aproximadamente 23 o/o (García Pamanes y Chee Barragán, op. cit.). En el intermareal superior, en la zona de litorinas y balanos encontramos la población de *A. punctulata*, ya sea sobre las rocas, en la parte sombreada de las mismas, o entre los individuos de los parches de *Anthopleura sp*, protegiéndose de la desecación.

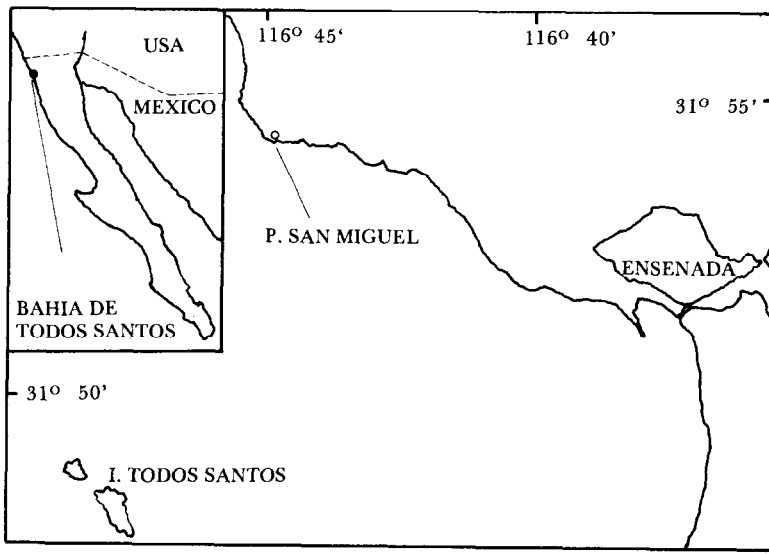


Fig. 1.- Area de Estudio (tomado de García Pamanes y Chee Barragán, 1976).

METODOLOGIA

Se determinó el área mínima de muestreo para *A. punctulata*, tópico muy poco considerado en la mayoría de los trabajos sobre la ecología de las poblacio-

TAMAÑO POBLACIONAL Y ORGANIZACION ESPACIAL

nes animales. Para tal fin se utilizó el método de ANOVA (Análisis de Varianza) en bloques propuestos por Greig-Smith (1952) y modificado por Kershaw (1964).

Se efectuó un muestreo preliminar en las fechas 14 y 21 de marzo de 1982, en base a una serie de transectos en banda paralelos a la línea de costa, en el intermareal superior. Cada cuadro en los transectos consistió de un área de 1 m cuadrados, dividido en subcuadrantes de 0.25 m cuadrados. La distancia entre cuadros fué de 3 m, la cual según Bennet y Humpries (1981) no causa mucho sesgo y en cambio aporta mayor confianza y representatividad de los datos.

El tamaño poblacional de *Acanthina* se determinó mediante el sistema de marcado-recaptura o Índice de Lincoln-Peterson, durante el período del 27 de marzo al 17 de abril; para el mismo fin se utilizó la modificación que propone Bailey (1951) a este índice. Por otro lado, la organización espacial del caracol se determinó por el método de Morisita (1959), por el del Vecino más Cercano (Clark & Evans, 1954), así como por un ajuste de los individuos a una distribución de Poisson.

RESULTADOS

(a).- AREA MINIMA DE MUESTREO

El sistema de ANOVA en bloques revela que el área mínima de muestreo de *Acanthina* resulta de 16 unidades por bloque (tabla 1). Considerando que un bloque de cuatro unidades de 0.25 m cuadrados equivale a 1 m cuadrado, un bloque de 16 unidades respresenta 4 m cuadrados. El área requerida para obtener una muestra poblacional representativa del gasterópodo es por lo tanto, de 4 m cuadrados (fig. 2).

Tabla 1. Area Mínima de Muestreo de *Acanthina punctulata*, en Punta San Miguel.

UNIDADES POR BLOQUE (n)	$\sum \frac{x^2}{n}$	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO PROMEDIO
1	1992.0	146.0	32	4.6
2	1846.0	150.0	16	9.4
4	1696.0	235.7	8	29.5
8	1460.2	134.9	4	33.7
16	1325.4	229.0	2	114.5 *
32	1096.3	56.2	1	56.2
64	1040.0			

* Valor máximo

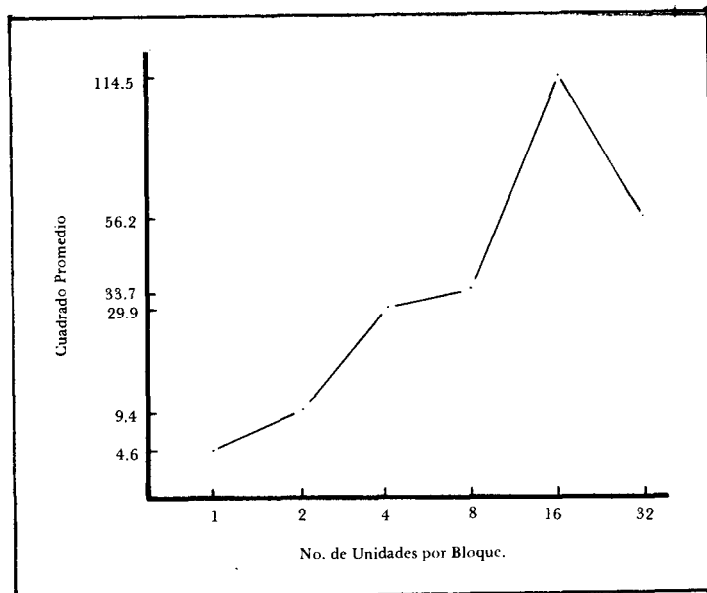


Fig. 2.- Cuadrado Promedio o Area Mínima de Muestreo de *Acanthina*.

(b).- TAMAÑO POBLACIONAL

i).- **MARCADO Y RECAPTURA.** El estimado poblacional de *Acanthina* se obtuvo de un área mayor (16 m cuadrados) a la mínima previamente determinada, con el fin de evitar mayor sesgo en los resultados. En la fecha de captura (marzo 27) se registró un total de 181 individuos. Todos fueron colectados y llevados al laboratorio para un proceso de marcado con pintura en la porción media de la columna. Al día siguiente los organismos fueron devueltos al lugar de su captura.

El 17 de abril se visitó nuevamente el área previamente delimitada y se efectuó un conteo. Se observó que de un total de 82 individuos, 77 carecían de marca y sólo cinco la presentaban; entonces, utilizando el Índice de Lincoln-Peterson

$$P = \frac{Mc}{M'}$$

donde:

- M. = número de individuos marcados (1a. colecta)
- c. = número de individuos capturados (2a. colecta)
- M' = número de individuos recapturados
- P. = número de individuos en toda la población.

TAMAÑO POBLACIONAL Y ORGANIZACION ESPACIAL

el tamaño estimado de nuestra población es de 2968 individuos. Ahora, manejando la modificación al índice propuesta por Bailey (op. cit.)

$$P = \frac{M(c + 1)}{M' + 1}$$

en la cual el sesgo del estimado poblacional es menor, encontramos que el tamaño de la población resulta de 2504 individuos.

Poole (1974) anota que si el estimado poblacional es correcto, el producto de las muestras M_c , o $M(c+1)$, deberá ser mayor que cuatro veces la verdadera densidad poblacional. Los valores observados (*) en la Tabla 2 apoyan nuestras estimaciones.

Tabla 2. Relación del estimado poblacional P a los productos M_c y $M(c + 1)$.

LINCOLN-PETERSON:	M_c 14842	P 2968	M_c/P 5 *
BAILEY:	$M(c + 1)$ 15023	P 2504	$M(c + 1)/P$ 5.99 *

(c).- ORGANIZACION ESPACIAL

i).- INDICE DE MORISITA.- Utilizando un área de 16 m cuadrados se determinó la disposición espacial exhibida por *Acanthina* mediante la fórmula

$$I_j = \frac{\sum_{i=1}^N n_i (n_i - 1)}{n(n - 1)} N$$

donde:

- I_j = índice de Morisita
- N = número de unidades de muestreo
- n_i = número de individuos en la muestra i
- n = sumatoria de los n_i

así en nuestro estudio:

$$\begin{aligned}
 N &= 4 \\
 n_1 &= 66 \\
 n_2 &= 33 \\
 n_3 &= 40 \\
 n_4 &= 119 \\
 n &= 258 \\
 I_j &= 1.26
 \end{aligned}$$

el valor de I_j resulta mayor que la unidad, indicando que la población se dispone en agregados. La desviación del azar es bien significativa cuando se prueba mediante el estadístico F, con "alfa" de 0.005: F observado = 23.3; F teórico (N-1), $\infty = 4.28$.

ii) DISTRIBUCION DE POISSON.- Con el fin de observar si la distribución de los organismos se ajusta a un patrón de tipo alcatorio, los datos se comparan a una distribución de Poisson (Tabla 3), resultando que las discrepancias existentes entre las frecuencias observadas y las esperadas o teóricas son bien marcadas, por lo que no se considera necesario profundizar más en el análisis estadístico que con la determinación de la razón Varianza/Media.

Tabla 3. Las frecuencias observadas comparadas con las frecuencias teóricas de la distribución de Poisson.

No. DE CARACOLES POR UNIDAD (0.25 m ²)	NUMERO DE UNIDADES (f)	FRECUENCIAS ESPERADAS (DISTRIB. DE POISSON)
0	10	1.14
1	11	4.58
2	11	9.23
3	4	12.40
4	5	12.50
5	4	10.08
6	3	6.77
7	5	3.90
8	3	1.96
9	0	0.88
10	2	0.35
11	2	0.13
12	1	0.04
13	1	0.01
14	1	0.00
15	1	0.00
Total	64	64.00

$$\bar{x} = 4.03$$

$$s^2 = 14.87$$

$$\frac{s^2}{\bar{x}} = 3.69$$

El valor de la razón Varianza/Media de 3.69, junto con lo comentado anteriormente respecto a la distribución de Poisson, indica que *Acanthina* se dispone en un patrón contagioso.

iii).- VECINO MAS CERCANO.- En el campo, se tomaron mediciones de las distancias entre individuos para determinar su organización en el espacio utilizando el método de Clark & Evans (op. cit.). Este proceso se efectuó mediante dos estrategias. La primera consistió en realizar las mediciones del total de individuos (43) encontrados en un área mínima, y la segunda en tomar las mediciones del total de individuos (181) en un área de 16 m cuadrados. La distancia media observada la proporciona la fórmula.

$$\bar{r} = \frac{\sum r}{N}$$

donde:

N = número total de observaciones
 r = distancia promedio observada
 $\sum r$ = sumatoria de las distancias observadas

El valor esperado de la distancia promedio está expresado como

$$E(r) = \frac{1}{2\sqrt{p}}$$

donde:

E(r) = valor medio esperado

p = Densidad poblacional, expresada como el número de individuos por unidad de área.

La razón de los valores observado y esperado, designada como R, está dada por

$$R = \frac{\bar{r}}{E(r)}$$

Para probar la significancia de la desviación del valor esperado en R, se determina el valor de "z", una variable de la distribución normal estándar, expresada como

$$z = \frac{\bar{r} - E(r)}{SE(r)}$$

donde:

SE (r) = error estándar de r

Cuando se trabaja con “alfa” de 0.05, todo valor de z mayor de 1.96 o menor de -1.96 indica que la población en cuestión manifiesta agregación (Poole, op. cit.). En la Tabla 4 se resumen los resultados obtenidos al trabajar con un cuadro de 4 m cuadrados y otro de 16 m cuadrados. En ambos casos la distribución de *Acanthina* resulta contagiosa. Sin embargo, apreciamos que los valores de las “R” son un tanto diferentes (aún cuando ambos indican agregación).

Tabla 4.-Determinación del patrón de organización espacial de *A. punctulata* por el método de Clark & Evans. Se utilizan dos diferentes tamaños de cuadro.

CUADRO	\bar{r}	E(r)	R	z
4 m ²	0.103	0.152	0.7	-4.05 *
16 m ²	0.135	0.149	0.9	-2.29 *
* “alfa” de 0.05				

Para probar si las diferencias entre dos o más valores de R son significativas, estos valores se contrastan mediante el estadístico F (para la obtención de F se remite al lector a la obra original de Clark & Evans, 1954).

Contrastando las diferencias de los valores de R, resulta que son significativas (F observado = 49.7; F teórico (1,∞), alfa de 0.05 = 3.84), por lo que desecha la hipótesis nula de que los dos valores de R no difieren entre sí.

DISCUSION

La determinación de un área de muestreo verdadera, es decir, la correspondiente a la población en estudio, resulta a veces un proceso tedioso y lento y en la mayoría de los estudios ecológicos sutilmente se evita considerar este aspecto, argumentándose que el estándar de 1 m cuadrado es representativo de muchas poblaciones de invertebrados marinos. El asunto no sería tan importante si en muchos de estos estudios no se hiciera mención acerca de las organizaciones espaciales de estas poblaciones.

TAMAÑO POBLACIONAL Y ORGANIZACION ESPACIAL

El método de ANOVA en bloques parece ser adecuado para determinar el cuadrado medio poblacional, ya que deja la alternativa de manipular un cuadrante "estándar" para posteriormente hacer extrapolaciones hasta encontrar la verdadera área mínima. En este trabajo, un área mínima de 4 m cuadrados resultó ser estadísticamente la más adecuada para *A. punctulata*.

El objetivo básico de una evaluación poblacional es obtener una expresión cuantitativa de la composición y distribución de los diferentes individuos que la forman. Cuando esta evaluación se efectúa a través de censos extendidos en el tiempo, combina el censo propiamente dicho así como un reflejo sobre la dinámica de la población (Margalef, 1977). En poblaciones de escaso movimiento, el método de marcado y recuperación es adecuado; pero el hecho de trabajar con Lincoln-Peterson presenta el inconveniente de que implica una sola recaptura, de tal forma que la estimación del tamaño poblacional está sujeta a un mayor sesgo (Poole, op. cit). Considerando esta posibilidad, el tamaño poblacional de *Acanthina* se obtuvo de un área cuatro veces mayor que la necesaria.

La pintura es un buen método de marcado en el caso de gasterópodos siempre y cuando no los vuelva más conspicuos a sus predadores, o disminuya su posibilidad de éxito para sobrevivir; una marca en la parte cubierta de la concha es conveniente tanto para el trabajo del investigador como para el bienestar del organismo.

En general, *Acanthina* no experimentó efectos que pudiesen haber alterado su vitalidad o conducta, pues en la etapa de recaptura los individuos marcados se localizaron dispuestos indistintamente con aquellos no marcados. Por otro lado, el período de captura y recaptura no nos hace pensar en alguna alteración de la población, ni de pérdida o deterioro de las marcas.

Partiendo de la hipótesis de que los individuos se distribuyen al azar, se trabajó con el Índice de Morisita y la distribución de Poisson para tener una medida de su dispersión. Ambos métodos muestran que *Acanthina* presenta una distribución contagiosa, con un nivel de probabilidad confiable.

Debido a la dependencia de muchos de los índices de agregación en el tamaño de la unidad de muestreo, Clark & Evans (op. cit.) proponen la distancia promedio entre un individuo y su vecino más cercano como una prueba para desviaciones del azar. Es un requisito que los individuos estén fijos mientras se toman las mediciones (Poole, op. cit), condición satisfactoriamente cumplida por *Acanthina*, cuyos elementos permanecen inmóviles protegiéndose de la desecación, durante las horas de marea baja.

El haber manejado dos valores de R no fué con otro propósito que hacer una comparación entre el grado de agregación exhibido por los individuos registrados en un área mínima y aquellos en un cuadro de 4 x 4m. En ambos casos los va-

lores de R indican contagio; sin embargo, contrastando estos valores, las diferencias resultan estadísticamente significativas. Esto apoya nuestro punto de vista inicial, en el sentido de que el tamaño de cuadro afectará inevitablemente nuestra certidumbre sobre la distribución observada en una población. Es necesario tener conocimiento previo del área mínima intrínseca a cada población y no simplemente tratarla con un estándar de muestreo. El habitat en el que se realizó esta investigación permitió adecuadas estimaciones. No obstante, en otras zonas del intermareal y por supuesto en el submareal, identificar un área mínima resulta muy complicado en las más de las ocasiones, debido a los factores medioambientales que deben sortearse. A pesar de ello, el esfuerzo vale la pena cuando se trata de determinar patrones distribucionales e inclusive más complejas relaciones ecológicas.

CONCLUSIONES

En este trabajo se determinó un área mínima de muestreo para *A. punctulata* de 4 m cuadrados, y es recomendable que estudios posteriores sobre este caracol en Punta San Miguel tomen en cuenta esta medida como un estándar, al menos para la estación del año en que se llevó a cabo el estudio.

El método de marcado y recaptura, así como el de Bailey, proporcionan una buena estimación del tamaño poblacional de *Acanthina*. Por otra parte, el estudio de la organización espacial efectuado con el Índice de Morisita y la distribución de Poisson, resulta coincidente con el método del vecino más cercano, en el sentido de que *Acanthina* exhibe un patrón agregado, producto quizás de una similar disposición de sus recursos alimenticios, o del efecto de factores medioambientales, que obligan al caracol a buscar zonas moderadamente expuestas al oleaje, o protegidas de la exposición solar directa.

La elección del tamaño de unidad muestral es sumamente importante para la identificación del patrón distribucional de *Acanthina* y definitivamente, es conveniente trabajar con el área mínima propia de esta especie.

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, D. P. y E. C. Haderlie, 1980. Prosobranchia: Marine Snails. en: Morris, R. H., D.P. Abbott, and E. C. Haderlie. Intertidal Invertebrates of California, Cap. 13, p. 230-307. Stanford University Press, Stanford, California.
- ANDREWARTHA, H. G. 1971. Introduction to the study of animal populations. Univ. Chicago Press, 283 p.
- BENNET, D & Humpries, D. 1981. Ecología de Campo. Blume, Madrid, 326 p.

TAMAÑO POBLACIONAL Y ORGANIZACION ESPACIAL

- BAILEY, N.J.T. 1951. On estimating the size of mobile populations from recapture data. *Biometrika* 38: 293-306.
- CLARK, P. & F. C. Evans. 1954. Distance to the nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35: 445-53.
- GARCIA PAMANES, L. y G. Chee Barragán. 1976. Ecología de la zona entremareas de la Bahía de Todos Santos. *Ciencias Marinas* 3(1): 10-29.
- GREIG-SMITH, P. 1952. The use of random and contiguous quadrants in the study of the structure of plant communities. *Ann. Bot. London. N.S.* 16: 293-316.
- KERSHAW, K. 1964. *Quantitative and Dynamic Ecology*. Arnold Ed., London.
- MARGALEF, R. 1977. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona.
- McLEAN, J.H. 1978. *Marine Shells of Southern California*. Nat. Hist. Mus. of Los Angeles County. Sci. Ser. 24, Rev. ed.
- MORISITA, M. 1959. Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E (Biol)*.2: 215-35.
- PIELOU, E.C. 1974. *Population and Community Ecology*. Gordon-Breach. USA, 424 p.
- POOLE, R. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. Mc Graw Hill, LTD, 532 p.
- VERMEIJ, G.J. 1978. *Biogeography and Adaptation. Patterns of Marine Life*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., 332 p.