

## ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA DE TALLAS DE *Nerita funiculata* (MOLLUSCA: GASTROPODA: NERITIDAE) EN LA ZONA INTERMAREAL DE LAS ISLAS DE LA BAHÍA DE NAVACHISTE, SINALOA, MÉXICO

### Abundance and size structure of *Nerita funiculata* (Mollusca: Gastropoda: Neritidae) in the intertidal zone of the Navachiste Bay islands, Sinaloa, Mexico

Juan Francisco Arzola-González, Domenico Voltolina ✉, Yecenia Gutiérrez-Rubio, Luis Miguel Flores-Campaña

(DV) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Laboratorio UAS-CIBNOR, Ap. Postal 1132, Mazatlán, Sinaloa, México. voltolin04@cibnor.mx

(JFAG, YGR, LMFC) Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Ap. Postal 610, Mazatlán, Sinaloa, México.

**Nota Científica** recibido: 14 de marzo de 2013, **aceptado:** 14 de junio de 2013

**RESUMEN.** Se determinaron la densidad media anual y las distribuciones de talla y peso del gasterópodo *Nerita funiculata* en seis islas de la Bahía de Navachiste (Sinaloa, México). Las densidades fueron mayores en las islas San Lucas y La Huitussera ( $28.3 \pm 1.8$  y  $26.8 \pm 2.2$  ind  $m^{-2}$ ) que en La Mapachera ( $11.0 \pm 2.4$  ind  $m^{-2}$ ). La longitud total (LT) media fue mayor en Guasayeye ( $16.61 \pm 2.36$  mm) y las menores fueron en San Lucas y Tesobiate ( $14.67 \pm 2.06$  y  $14.66 \pm 2.36$  mm). Las LT medias mensuales variaron entre  $13.95 \pm 1.87$  y  $13.96 \pm 2.44$  (Tesobiate y San Lucas) y  $18.85 \pm 1.98$  mm (Guasayeye). La relación entre LT y PT (peso total en gramos):  $PT = 0.0014 LT^{2.518}$ , indicó crecimiento alométrico negativo.

**Palabras clave:** Abundancia, distribución de tallas, crecimiento, *Nerita funiculata*

**ABSTRACT.** The annual mean density and the weight and size distribution of the gastropod *Nerita funiculata* were recorded for six islands of Navachiste Bay (Sinaloa, Mexico). The densities were greater in San Lucas and La Huitussera ( $28.3 \pm 1.8$  and  $26.8 \pm 2.2$  ind  $m^{-2}$ ) than in La Mapachera ( $11.0 \pm 2.4$  ind  $m^{-2}$ ). The mean total length (TL) was greater in Guasayeye ( $16.61 \pm 2.36$  mm) and lower values were recorded in San Lucas and Tesobiate ( $14.67 \pm 2.06$  and  $14.66 \pm 2.36$  mm). The monthly mean TL varied between  $13.95 \pm 1.87$  and  $13.96 \pm 2.44$  (Tesobiate and San Lucas) and  $18.85 \pm 1.98$  mm (Guasayeye). The relationship between TL and TW (total weight in grams):  $TW = 0.0014 TL^{2.518}$ , indicated a negative allometric growth.

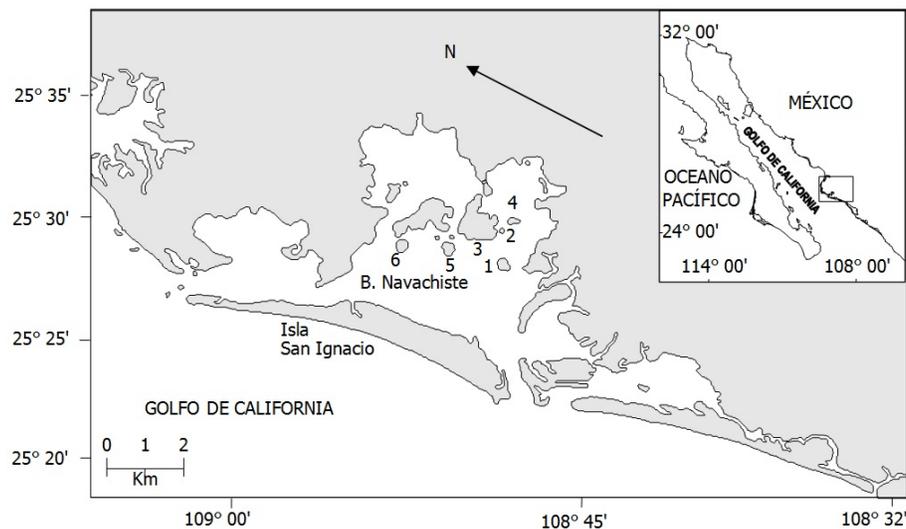
**Key words:** Abundance, size distribution, growth, *Nerita funiculata*

## INTRODUCCIÓN

El número de investigaciones sobre las especies del género *Nerita funiculata* del Pacífico mexicano es limitado: con la excepción de un estudio sobre la distribución y características genéticas de *N. scabricosta* y *N. funiculata* (Hurtado LA, Frey M, Gaube P, Pfeiler E, Markow TA 2007. Marine Biology 151: 1863-1873), estas especies se mencionan en algunos estudios faunísticos sobre los gasterópodos de la zona costera (Román-Contreras R, Cruz-Abrego FM, Ibañez-Aguirre AL 1991. Anales del

Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoológica 62: 17-32; Ríos-Jara E, Pérez-Peña M, Beas-Luna R, López-Uriarte E, Juárez-Carrillo E 2001. Revista de Biología Tropical 49: 785-789; Flores-Rodríguez P, Flores-García R, García-Ibañez S, Valdéz-González A 2007. Revista Mexicana de Biodiversidad 89: 33S-40S), pero la información sobre su abundancia y variabilidad de tallas es limitada.

Este trabajo se realizó con la finalidad de obtener información sobre la abundancia, la estructura de tallas y las relaciones morfométricas de *N. funiculata* en la zona intermareal de seis islas de la



**Figura 1.** Bahía de Navachiste y ubicación de las seis islas. 1: San Lucas. 2: Huitussera. 3: Tecobiata. 4: La Mapachera. 5: Guasayeye. 6: El Metate.  
**Figure 1.** Navachiste Bay and location of the six islands. 1: San Lucas. 2: Huitussera. 3: Tecobiata. 4: La Mapachera. 5: Guasayeye. 6: El Metate.

Bahía de Navachiste (Sinaloa).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron cada dos meses, entre febrero y diciembre de 2007, en estaciones georeferenciadas con GPS de la zona intermareal de las islas Guasayeye, La Huitussera, Tesobiata, El Metate, San Lucas y La Mapachera de la Bahía de Navachiste (Figura 1).

En las primeras cinco islas el gradiente de desnivel de la franja intermareal es suave y similar. La estación de la isla La Mapachera tiene una pendiente mayor, que reduce la superficie expuesta durante el periodo de bajamar. En Guasayeye, La Huitussera, El Metate y La Mapachera el sustrato de la zona intermareal es principalmente arcilloso-lodoso-fangoso con afloramientos rocosos aislados; en las estaciones de Isla San Lucas y Tesobiata prevalecen sustratos arcillosos con macroalgas y afloramientos rocosos, respectivamente. En todos los casos, *N. funiculata* se observó con mayor frecuencia en los afloramientos rocosos de la franja mesolitoral superior. Los muestreos se realizaron durante mareas de sicigia en la fase de bajamar, en un transecto de 2 \* 25 m paralelo a la línea de costa y con el límite

inferior en la línea de bajamar de cada estación, en el cual se estimó visualmente la densidad de *N. funiculata* contabilizando todos los organismos presentes y se extrajeron aleatoriamente 25 ejemplares para determinar su longitud total (LT) con un vernier digital (0.01 mm), y su peso fresco total (PT) con una balanza digital (0.1 g de sensibilidad). La forma de crecimiento se verificó con la ecuación que describe la relación entre la longitud y el peso fresco (Ricker WE 1975. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191: 1-382). La normalidad y homocedasticidad de los datos de densidad poblacional ( $\text{ind m}^{-2}$ ) se verificó con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente, y las densidades medias se compararon mediante pruebas de análisis de varianza (ANDEVA) para observaciones repetidas.

Los datos promedio de longitud y peso total de cada estación, tanto anuales como los calculados en cada muestreo, se compararon mediante pruebas de ANDEVA de una vía, paramétricas o no paramétricas, de acuerdo a los resultados de las pruebas de normalidad y homocedasticidad. Las diferencias se identificaron mediante pruebas de Student-Newman-Keuls y todas las pruebas se realizaron con  $\alpha = 0.05$  (Zar JH. 1999. Biostatistical

**Tabla 1.** Densidad poblacional (número de individuos por m<sup>2</sup>) de *Nerita funiculata* registrada cada dos meses en la zona intermareal de las islas San Lucas (SL), La Mapachera (LM), Tesobiate (TE), La Huitussera (LH), Guasayeye (GU) y El Metate (EM) de la Bahía de Navachiste. Al final, valores medios anuales con desviación estándar entre paréntesis.

**Table 1.** Population density (number of individuals per m<sup>2</sup>) of *Nerita funiculata* recorded every two months in the intertidal zone of the Navachiste Bay islands: San Lucas (SL), La Mapachera (LM), Tesobiate (TE), La Huitussera (LH), Guasayeye (GU) and El Metate (EM). At the end, annual mean values with standard deviation in parenthesis.

Mes	SL	LM	TE	LH	GU	EM
febrero	30.3	11	24.5	26.8	25.5	20.8
abril	26.3	12.2	26.2	30.2	22.3	17.9
junio	30.2	8.7	19.9	24.5	30.4	23.2
agosto	26.3	12.6	22.4	28	29.9	21.9
octubre	27.9	13.9	29.7	24.4	24.6	23.3
diciembre	28.9	7.5	24.2	27	20.3	17.7
Media*	28.3c (1.8)	11.0 a (2.4)	24.5 bc (3.3)	26.8c (2.2)	25.5 bc (4)	20.8 b (2.5)

\*Letras iguales o comunes indican falta de diferencia significativa entre los valores medios anuales (ANDEVA de una vía para observaciones repetidas,  $\alpha = 0.05$ ;  $a < b \leq b < c \leq c$  y  $b < c$ ). \*Equal or common letters indicate lack of significant difference between mean annual values (one-way repeated measures ANOVA,  $\alpha = 0.05$ ;  $a < b \leq b < c \leq c$  and  $b < c$ ).

analysis, Prentice-Hall).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad poblacional determinada en cada isla varió sin una clara tendencia estacional, entre un mínimo de 11 (La Mapachera, febrero 2007) y un máximo de 30.4 ind m<sup>-2</sup> (Guasayeye, junio 2007). Los valores medios significativamente mayores (ANDEVA de una vía para observaciones repetidas,  $F = 20.376$ ,  $p = < 0.001$ ) se registraron en San Lucas y La Huitussera (28.3 y 26.8 ind m<sup>-2</sup>, respectivamente) y la menor, con 11.0 ind m<sup>-2</sup>, fue en La Mapachera. La variabilidad entre muestreos fue limitada, con coeficientes de variación entre 6 y 22.3 % en las islas San Lucas y La Mapachera, respectivamente (Tabla 1). La preferencia de *N. funiculata* para los sustratos rocosos de la zona mesolitoral superior coincide con las observaciones realizadas en el Pacífico tropical por otros autores (Ríos-Jara E, López-Urriarte E, Pérez-Peña M, Enciso-Padilla I, Arreola-Robles JL, Hermosillo-González A, Galván-Villa CM 2008. Listados taxonómicos de la biota marina del Parque Nacional Isla Isabel (invertebrados, peces y macroalgas). Universidad

de Guadalajara; Garrity SD, Levings SC 1981. Ecological Monographs 51: 267-286) y se debe a la presencia de grietas y cavidades, donde se refugia para evitar la desecación o la depredación (Levings SC, Garrity SD 1983. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 67: 261-278). La baja densidad de la estación La Mapachera pudiera ser debida a su mayor pendiente, que implica una menor área disponible para el pastoreo, o a una baja disponibilidad de grietas y otros refugios, mientras que en Isla San Lucas, donde escasea el sustrato rocoso, las altas densidades son probablemente debidas a las abundantes macroalgas del mesolitoral inferior, que ofrecen alimento y refugio. Las medias mensuales de LT variaron entre  $13.38 \pm 2.59$  y  $18.85 \pm 1.98$  mm, en Tesobiate durante agosto y en Guasayeye durante diciembre, respectivamente, y tuvieron diferencias significativas entre islas en la mayoría de los muestreos. En general, las menores medias se registraron en San Lucas y Tesobiate, donde se observaron también valores medios anuales menores (Tabla 2). Las tendencias de los valores de PT y sus variaciones coinciden en gran parte con las descritas para la talla. En agosto se registraron valores extremos de peso (0.96 g en Tesobiate y 2.42 g en La

**Tabla 2.** Longitud y peso fresco medios (desviación estándar en paréntesis) de *Nerita funiculata* registrados cada dos meses en la zona intermareal de las islas San Lucas (SL), La Mapachera (LM), Tesobiate (TE), La Huitussera (LH), Guasayeye (GU) y El Metate (EM) en la Bahía de Navachiste.

**Table 2.** Mean length and wet weight (standard deviation in parenthesis) of *Nerita funiculata* recorded every two months in the intertidal zone of the Navachiste Bay islands: San Lucas (SL), La Mapachera (LM), Tesobiate (TE), La Huitussera (LH), Guasayeye (GU) and El Metate (EM).

Mes	SL	LM	TE	LH	GU	EM
<b>LONGITUD TOTAL (TOTAL LENGTH), cm</b>						
febrero*	14.10 a (1.69)	16.44 b (1.03)	13.95 a (1.87)	14.46 ab (1.62)	14.23a (1.47)	15.28ab (2.43)
abril*	14.92 a (1.73)	17.51 a (3.27)	14.39 a (2.04)	14.62 a (1.76)	15.22 a (1.19)	14.76 a (2.03)
junio	15.82 a (1.79)	16.95 ab (2.22)	15.59 a (2.34)	17.19 b (2.01)	16.13 ab (1.94)	17.03 ab (2.2)
agosto	14.90 ab (2.16)	18.80 c (2.45)	13.38 a (2.59)	16.96 c (2.46)	17.94 c (2.27)	15.20 b (3.19)
octubre	14.39 a (1.89)	16.80 b (2.52)	14.47 a (2.25)	16.77 b (2.34)	16.73 b (2.02)	14.61 a (2.46)
diciembre	13.96 a (2.44)	15.62 bc (2.35)	15.35 b (2.25)	17.09 c (2.59)	18.85d (1.98)	16.22bc (2.72)
Media*	14.67 a (2.06)	16.58 bc (2.36)	14.66 a (2.36)	16.47 bc (2.42)	16.61 c (2.36)	15.60 b (2.7)
<b>PESO TOTAL (TOTAL WEIGHT), g</b>						
febrero*	1.37 a (0.43)	1.10 a (0.07)	1.35 a (0.49)	1.29 a (0.12)	1.39 a (0.41)	1.45 a (0.68)
abril*	1.43 b (0.3)	2.27 b (1.12)	1.29 ab (0.34)	1.11 a (0.36)	1.28 ab (0.29)	1.19 ab (0.5)
junio	1.51 a (0.43)	1.92 a (0.81)	1.55 a (0.56)	1.91 a (0.55)	1.58 a (0.51)	1.92 a (0.63)
agosto*	1.28 b (0.44)	2.42 c (0.81)	0.96 a (0.45)	1.70 b (0.52)	2.07 c (0.62)	1.27 ab (0.69)
octubre*	1.14 a (0.44)	1.71 abc (0.7)	1.26 b (0.53)	1.63 bc (0.47)	1.69c (0.46)	1.11a (0.48)
diciembre*	1.08 a (0.53)	1.39 ab (0.57)	1.39 ab (0.56)	1.75 bc (0.65)	2.25 c (0.59)	1.53 ab (0.64)
Media*	1.29 a (0.46)	1.63 ab (0.74)	1.31 a (0.54)	1.62 b (0.56)	1.72 b (0.59)	1.43 a (0.67)

Letras iguales o comunes indican falta de diferencia significativa entre datos en la misma línea (ANDEVA,  $\alpha = 0.05$ ). \*Prueba no paramétrica. Equal or common letters indicate lack of significant difference between values in the same row (one-way ANOVA,  $\alpha = 0.05$ ). \*Non parametric test.

Mapachera), pero el segundo valor de PT más alto se registró en la muestra de diciembre en Guasayeye, donde se obtuvo también la talla media mayor (Tabla 2). Las distribuciones de LT y de peso no fueron normales (Kolmogorov-Smirnov,  $P \leq 0.009$  y  $\leq 0.01$  para longitud y peso, respectivamente), lo que se debe a la baja frecuencia de valores inferiores a los respectivos valores modales ( $36 \% \leq 14.5 \text{ mm}$  y  $20 \% \leq 0.11 \text{ g}$ ). Esto parece indicar un

posible reclutamiento durante el verano, ya que se notó un aumento progresivo de la longitud media total en los primeros seis meses, una disminución entre junio y agosto, seguida por un aumento hasta el muestreo final (Tabla 2). El valor del exponente de la ecuación  $PT = 0.0014 LT^{2.518}$  (coeficiente de determinación  $R^2 = 0.957$ ) que describe la relación entre LT y PT, resultó significativamente ( $P < 0.05$ ) menor del valor teórico 3, indicando un crecimiento

de tipo alométrico negativo. El intervalo de valores de LT es más amplio del señalado para la Bahía de Navachiste (13-21 mm: Ortiz-Arellano MA, Flores-Campaña LM 2009. Catálogo descriptivo e ilustrado de los moluscos de la zona intermareal de las islas de la Bahía de Navachiste, Sinaloa, México. Universidad Autónoma de Sinaloa) y difiere de los mencionados para la Bahía de Tenacatita, Jalisco, México (3 a 16 mm: González-Villareal LM. 2005. Guía ilustrada de los gasterópodos marinos de la bahía de Tenacatita, Jalisco, México. Scientia-CUCBA 7(1): 1-84) y para la costa Pacífica de Panamá (5 a 13 mm), donde además se registró una baja frecuencia de valores inferiores al valor modal (Levings SC, Garrity SD. 1983. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 67: 261-278), que parece indicar que el reclutamiento de nuevos organismos tiene lugar en un nivel inferior a la franja intermareal muestreada en ambos trabajos. Este tipo de distribución vertical ha sido descrito para otros gasterópodos de la franja intermareal (Lysaght A

1944. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 25: 41-67; Saier B 2000. Helgoland Marine Research 54: 224-229), y se debe probablemente al asentamiento y colonización por juveniles de la zona submareal, más propicia a la supervivencia que los niveles superiores, mientras que la colonización posterior de niveles subaéreos puede ser explicada por la migración vertical de los organismos de talla mayor, posiblemente debida a su menor susceptibilidad a la desecación (Smith JE, Newell GE 1955. Journal of Animal Ecology 24: 35-56, Hobday A. 1995. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 189: 29-45).

#### **AGRADECIMIENTOS**

Realizado con el apoyo de los proyectos CONACYT-Gobierno del Estado de Sinaloa SIN-2006-CO1-37439 y PROFAPI-2007/177 de la Universidad Autónoma de Sinaloa.