

# Densidad y estructura de tallas de *Nerita scabricosta* (Mollusca: Neritidae) en la zona intermareal de las islas del noroeste del Golfo de California, México

## Density and size of structure of *Nerita scabricosta* (Mollusca: Neritidae) in the intertidal zone of islands of southeastern Gulf of California, Mexico

Yecenia Gutiérrez-Rubio , Juan Francisco Arzola-González\* 

Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Ciencias del Mar. Mazatlán, Sinaloa, México.

\*Autor para correspondencia: [farzola@uas.edu.mx](mailto:farzola@uas.edu.mx)

### RESUMEN

Actualmente en el noroeste de México no existen estudios de densidad y tallas del caracol *Nerita scabricosta*, especie catalogada como un potencial recurso pesquero. Se analizó la densidad y tallas del gasterópodo *N. scabricosta* en la zona intermareal de ocho islas pertenecientes a las bahías de Mazatlán y Navachiste, Sinaloa, México. Por cada isla se contabilizaron los caracoles (50 m<sup>2</sup>) y se recolectaron al azar 25 organismos, se les registró la AN (mm) y PT (g). En la bahía de Mazatlán, la mayor densidad fue isla Venados (66,1 ind·m<sup>-2</sup>) y la menor en Lobos (2,9 ind·m<sup>-2</sup>), la media en AN fue 17,6±5,1 mm y en PT 6,0±4,8 g. En bahía Navachiste, la mayor densidad fue isla San Lucas (2,7 ind·m<sup>-2</sup>) y la menor El Metate (0,2 ind·m<sup>-2</sup>). La media en AN y PT, fue 26,1±4,5 mm y 14,8±6,2 g, respectivamente. La densidad de *N. scabricosta* fue mayor en islas de bahía Mazatlán ( $P=0,017$ ), pero en promedio la talla y peso, fueron mayores en las islas de Navachiste ( $P=0,298$ ). Además, la relación biométrica entre AN-PT de *N. scabricosta* indicó un crecimiento isométrico positivo.

**Palabras Clave:** Abundancia; estructura de tallas; *Nerita scabricosta*; islas; Golfo de California

### ABSTRACT

Currently in the northwest of Mexico there are no studies on the density and sizes of the snail *Nerita scabricosta*, which is classified as a potential resource. Density and size of *N. scabricosta* gastropod were recorded of intertidal of islands of the two bays (Mazatlan and Navachiste) of Sinaloa, Mexico. For each island the snail were counted (50 m<sup>2</sup>) and 25 organisms were collected at random, the width  $W_i$  (mm) and weight  $W$  (g) were recorded. In Mazatlan bay, the highest density was Venados island (66.1 ind·m<sup>-2</sup>) and the lowest in Lobos (2.9 ind·m<sup>-2</sup>), the mean in  $W_i$  was 17.6±5.1 mm and in  $W$  6.0±4.8 g. In Navachiste bay, the highest density was San Lucas island (2.7 ind·m<sup>-2</sup>) and the lowest El Metate (0.2 ind·m<sup>-2</sup>). The mean in  $W_i$  was 26.1±4.5 mm and in  $W$  was 14.8±6.2 g. The density of *N. scabricosta* was higher in islands of Mazatlan ( $P=0.017$ ), but on average (sizes and weight), the snails of the Navachiste islands were higher ( $P=0.298$ ). In addition, the relationship between  $W_i$  and  $W$  of *N. scabricosta* indicated positive isometric growth.

**Key words:** Abundance; size structure; *Nerita scabricosta*; islands; Gulf of California

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos en las islas del Golfo de California son el grupo con mayor diversidad en el macrobentos mesolitoral y sublitoral, para lo que se dispone con abundantes datos taxonómicos comparativos entre estos organismos [1], sin embargo, la mayoría de estos estudios no incluyen información de moluscos gasterópodos de menores tallas [2]. Estos organismos generalmente representan una dificultad para su identificación taxonómica y por lo tanto, se cuenta con una escasa o mínima información descriptiva de muchas especies pequeñas de moluscos gasterópodos [3].

Las islas de Sinaloa se caracterizan por una infinidad de especies de invertebrados acuáticos que habitan en el intermareal como crustáceos [4] y moluscos [5]. Dentro de estos últimos, existen moluscos gasterópodos como *Nerita scabricosta* Lamarck, 1822 que por sus tallas, peso y abundancia, representa una especie catalogada por Fischer y col. [6] como de subsistencia y de explotación pesquera. En la costa de Sinaloa cuando las capturas de especies de poblaciones de invertebrados acuáticos comerciales descienden o están en veda, especies como las del molusco ostión de piedra (*Striostrea prismatica*) [7] y de crustáceos como la jaiba *Callinectes bellicosus* [8], camarones del género *Penaeus* Félix-Ortiz y col. [9] y langostas espinosas *Panulirus gracilis* [10], entre otros; por lo tanto, los pescadores de la región se dedican a la extracción de otras especies pesqueras alternativas como los moluscos del género *Nerita* [11].

En la actualidad, no existe una regulación en las tallas de captura de *N. scabricosta* en el Pacífico mexicano que permita establecer criterios de protección sobre este recurso y en particular para las islas del Golfo de California. Inclusive, este caracol, por su fácil acceso y captura, permite a los pescadores de la región con frecuencia y sin ningún control biológico su captura en la zona intermareal de la costa de Sinaloa.

El caracol *N. scabricosta*, tiene concha de talla pequeña a mediana, con paredes gruesas, forma globosa, de color negro con ápice blanco y en ocasiones la concha puede presentar pigmentos fusiformes grisáceo-amarillo pálido, resulta mayormente la talla de la voluta de la abertura que la voluta de la espiral, son conchas dextrógiro y con costillas radiales ligeramente acanaladas y su opérculo pauciespiral calcáreo [12] con tonalidades marrón. *N. scabricosta* presenta una amplia distribución geográfica desde Punta Pequeña, costa occidental de Baja California a Ecuador [2, 13]. Incluyendo a las islas Revillagigedo, México, isla del Coco, Costa Rica, isla Gorgona e isla Malpelo, Colombia e islas Galápagos, Ecuador [14].

Las investigaciones en el Pacífico mexicano de *N. scabricosta* solamente se mencionan en trabajos faunísticos de la zona intermareal [5, 15, 16, 17]. A excepción de los únicos estudios de *N. scabricosta* sobre caracteres genéticos, su distribución geográfica [18] y desarrollo embrionario bajo condiciones de laboratorio comparados con caracoles en su hábitat natural [19], estos autores sugieren que la temperatura, salinidad y el efecto de marea influyen en el desove de *N. scabricosta*. Arzola-González y col [11] analizaron la abundancia y estructura de tallas de *Nerita funiculata* en la zona intermareal de seis islas de bahía Navachiste (Sinaloa); sin embargo, la información sobre la densidad poblacional y estructura de tallas de *N. scabricosta* es limitada debido a que muchas de las investigaciones se han enfocado en moluscos gasterópodos, del Pacífico mexicano, de mayor tamaño comercial tales como *Melongena patula* [20] y *Hexaplex nigritus* [21, 22] que se encuentran en la zona intermareal y que su extracción es directamente del sustrato, tendiendo a subestimar a las especies pequeñas de moluscos gasterópodos [23] como *N. scabricosta*.

En la actualidad, la extracción de *N. scabricosta* por los pescadores ribereños del sur y norte de Sinaloa, es utilizado como sustento alimenticio [6] y como carnada para la pesca de escama. Sin embargo, su captura se realiza de manera general y sin un control biológico que permita su regulación pesquera, debido a que en esta zona no existen estudios de *N. scabricosta* que conlleven en un determinado momento un mejor manejo del recurso en el noroeste de México. Es por eso que la presente investigación del caracol *N. scabricosta* sobre su densidad y estructura de tallas, permitirá en esta zona en un corto o mediano plazo contar con estudios que permitan entre otros más, a un mejor aprovechamiento sustentable de este recurso por las autoridades encargadas de su regulación administrativa. Este estudio tiene como finalidad determinar la densidad y tallas de *N. scabricosta* en la zona intermareal de ocho islas de la bahía de Mazatlán (sur) y Navachiste (norte), Sinaloa, siendo ambas bahías consideradas de importancia pesquera en el noroeste de México.

## MATERIALES Y METODOS

Los muestreos fueron realizados con una periodicidad bimestral desde febrero a diciembre 2022, durante mareas de sicigia en la fase de bajamar. Las estaciones de muestreo fueron georeferenciadas con GPS en la zona intermareal de las islas Lobos, Venados y Pájaros (bahía Mazatlán), y San Lucas, Guasayeye, Tesobiate, Huitussera y El Metate (bahía Navachiste), ambas bahías ubicadas sobre la línea de costa al sur y norte de Sinaloa, Golfo de California, México, respectivamente (TABLA I).

Los ejemplares de *N. scabricosta* fueron recolectados en un cuadrante de 2 × 25 m (50 m<sup>2</sup>) paralelo a la línea de costa y con el límite superior a la zona supralitoral e inferior a la bajamar de cada estación de muestreo (isla), se estimó la densidad por observación directa contabilizando todos los especímenes presentes en cada cuadrante (ind·m<sup>-2</sup>) y se recolectaron al azar 25 caracoles para realizar las biometrías de anchura de la concha (AN) con un vernier digital (0.01 mm) (Mitutoyo, 500-197-30, China) y su respectivo peso total (PT) con una balanza digital (0.1 g de sensibilidad) (Ohaus Compass, H 8.109, China) (FIG. 1).

**TABLA I**  
Localización geográfica y descripción de las islas de las bahías de Mazatlán y Navachiste, Sinaloa, México

Isla	Localización geográfica		Descripción
	Latitud	Longitud	
<b>Bahía Mazatlán</b>			
Lobos	23°13'30.2"	106°27'50.4"	Pared vertical rocosa con espacios en forma de bóveda.
Venados	23°14'05.8"	106°28'00.5"	Terraza de abrasión con acantilados (farallón).
Pájaros	23°15'27.6"	106°28'39.3"	Grandes bloques de roca con topografía abrupta.
<b>Bahía Navachiste</b>			
San Lucas	25°27'48.5"	108°48'10.2"	Zona rocosa con arena. Rocas grandes en la parte alta con manglar.
Huitussera	25°29'48.3"	108°47'55.3"	Al extremo suroeste de una ensenada rocosa, frente a isla La Ventana.
Guasayeye	25°28'55.8"	108°50'40.9"	Zona rocosa de muy difícil acceso. Frente a un pequeño islote.
Tesobiate	25°30'16.5"	108°48'50.8"	Macizo rocoso como acantilado. Sustrato arenoso con rocas pequeñas.
El Metate	25°28'34.0"	108°52'38.7"	Cordón litoral rocoso con arena. Frente a cerritos blancos.

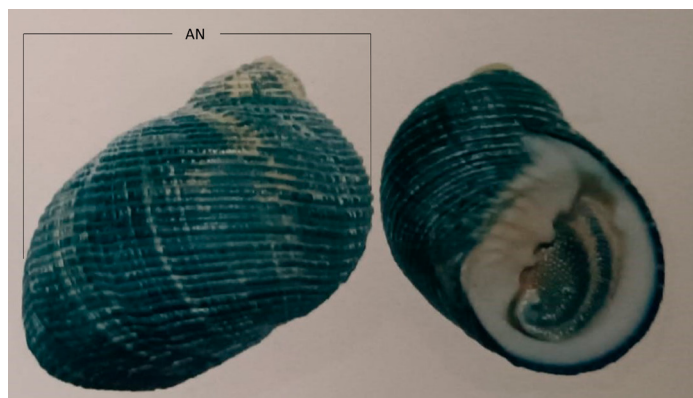


FIGURA 1. Anchura AN (mm) de la concha de *Nerita scabricosta*

Las correlaciones biométricas entre anchura y peso se determinaron mediante la ecuación potencial  $y = ax^b$  [18]; donde y: corresponde al PT, a: es la ordenada al origen, b: es la pendiente y x: es la anchura de la concha. Los datos del modelo (PT-AN), se ajustaron usando el método de mínimos cuadrados y se realizó la prueba estadística del coeficiente de correlación de Pearson [24]. Los datos fueron previamente transformados en logaritmos para la aplicación de la prueba de t de Student y comparar la significancia de la pendiente (b) entre el PT y AN de los caracoles [25]. Las pruebas estadísticas de normalidad y homoscedasticidad de la densidad poblacional ( $\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ) se verificó con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente, las densidades medias se compararon mediante pruebas de análisis de varianza (ANOVA) para observaciones repetidas. Los datos promedios de AN y PT por isla, se calcularon mediante ANOVA de una vía, paramétrica o no paramétrica de acuerdo a los resultados de las pruebas de normalidad (Lillieford) y homoscedasticidad (Bartlett). Las diferencias entre las medias de AN y PT entre las islas, se detectaron a través de pruebas de Kruskal-Wallis, se utilizó en todos los casos una significancia ( $\alpha$ ) de 0.05 [25] y el ajuste de medias se realizó con el paquete Statistica V7.0 [26].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor densidad de *N. scabricosta* en islas de bahía Mazatlán, fue en isla Venados ( $66,1 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ) y la menor en Lobos ( $2,9 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ). En islas de bahía Navachiste, la máxima densidad fue en isla San Lucas ( $2,7 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ) y la menor en isla El Metate ( $0,2 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Los valores promedios de densidad, fue significativamente mayor (prueba de Kruskal-Wallis,  $H=8,142$ ;  $P=0,017$ ) en la isla Venados con  $50,0 \pm 11,2 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ , respecto a la menor media poblacional de densidad en isla Tesobiate en  $0,3 \pm 0,4 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ , es decir, las mayores densidades del caracol *N. scabricosta* en promedio correspondieron a las islas de bahía Mazatlán que islas de Navachiste (TABLA II).

La densidad poblacional estimada en *N. scabricosta* presentó una marcada diferenciación entre la zona intermareal entre las islas de ambas bahías, sin embargo, en islas de bahía Mazatlán, la densidad disminuye a partir de junio a octubre, a excepción de junio en isla Venados, posteriormente, en las tres islas (Lobos, Venados y Pájaros) la densidad incrementa de diciembre a abril mientras que en las islas de bahía Navachiste, la densidad no resultó con una variación muy marcada. La variación estacional que se observa en las islas de Mazatlán, coincide con Arzola-González y col [11] para *N. funiculata*. Además, estos autores estimaron una densidad promedio de  $22,8 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$  en algunas islas de bahía Navachiste. En otras especies de caracoles, Cudney-Bueno y Rowell [27] en *H. nigrilus* registraron agregaciones de caracoles para la etapa de juveniles en  $31 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$  para la playa Cholla, en el alto Golfo de California.

La baja densidad de *N. scabricosta* en las islas Lobos y Pájaros (bahía Mazatlán) en comparación a la isla Venados, se debe posiblemente a una mayor pendiente que se observa en ambas islas (Lobos y Pájaros), y por lo tanto disminuye el área de pastoreo, grietas y donde resaltan frecuentemente las rocas tipo canto rodado, a diferencia de la isla Venados donde se localiza la mayor área con rocas y macroalgas cuando ocurren las mareas más bajas, creando así condiciones favorables para alimento y refugio de *N. scabricosta* [18, 19]. En contraste, las islas de Navachiste, sus características geográficas son muy similares tanto en sustrato como en pendientes de rocas, a excepción de isla San Lucas, donde se presenta una mayor área de macroalgas que estos caracoles utilizan como un medio favorable para su desarrollo biológico [19] y de sustratos rocosos que quedan al descubierto con la bajamar. El resto de las islas de Navachiste, e islas Lobos y Pájaros

TABLA II  
Densidad poblacional (número de individuos·m<sup>-2</sup>), promedio y desviación estándar de *Nerita scabricosta* en intermareal de las islas de bahía Mazatlán y Navachiste, Sinaloa, México

	Islas							
	Bahía Mazatlán			Bahía Navachiste				
	Lobos	Venados	Pájaros	San Lucas	Huitussera	Guasayeye	Tesobiate	El Metate
Febrero	13,5	49,9	11,7	1,5	1,1	0,5	0,5	0
Abril	15,8	45,3	10	2,1	0,3	1,1	0,8	0
Junio	6,5	66,1	10,6	2,6	0,3	0,8	0,8	0,3
Agosto	6,3	59,5	12,9	2,7	1	0,8	1,4	1,3
Octubre	2,9	34,9	9,8	0,9	0,8	0,5	0,3	0,6
Diciembre	17,8	45	11	1,3	0,2	0,4	0,2	0,2
$\bar{X} \pm \text{DE}$	$10,5^b \pm 6,0$	$50^a \pm 11,2$	$11,0^b \pm 1,2$	$1,8^c \pm 0,7$	$0,6^d \pm 0,4$	$0,7^d \pm 0,3$	$0,3^d \pm 0,4$	$0,4^d \pm 0,5$

$\bar{X} \pm \text{DE}$ : Promedio  $\pm$  desviación estandar, <sup>a,b,c,d</sup>: Literales iguales en la misma fila, indican falta de diferencia significativa entre los valores medios anuales ( $P=0,017$ ).

(Mazatlán), se caracterizan con zonas intermareales de playa rocosa muy reducidas o de zonas abruptas, las cuales no permiten con frecuencia el establecimiento de estos caracoles y además, difícilmente se desplazarían a zonas rocosas más altas (acantilados).

El efecto de las mareas y del oleaje sobre la zona intermareal de las islas, es muy distinto entre ambas bahías; las islas de Mazatlán, se localizan en una bahía totalmente abierta al océano y con un constante oleaje de corrientes del norte (Corriente de California) como del sur (corriente del Ecuador) [28], esto hace que la población de *N. scabricosta* se distribuya sobre sustratos rocosos húmedos, a diferencia de las islas de bahía Navachiste, donde se localizan dentro de una bahía semi-cerrada que cuenta solamente con dos entradas de agua marina a la bahía, permitiendo así el reflujó natural de agua al ecosistema. Esto hace que la población de *N. scabricosta* sea menor por falta de sustratos húmedos donde habitan estos caracoles por efecto de las mareas, incluso, la bahía Navachiste durante la bajamar queda prácticamente en su nivel más somero hasta que se presenta la pleamar [5, 29].

El número de agregaciones y el máximo número de organismos que conforman una agregación de *N. scabricosta*, resultó mayor en islas de Mazatlán con un máximo de 120 agregaciones de caracoles y un máximo número de organismos por agregación fue de 589 caracoles mientras que en islas de Navachiste, el máximo número de agregaciones fue de dos, y solamente con un máximo de 14 organismos por agregación (TABLA III).

La preferencia de *N. scabricosta* para sustratos rocosos sobre la zona mesolitoral coincide con observaciones realizadas en el Pacífico tropical por otros autores [11, 16, 30] y esta preferencia se debe a la presencia de grietas o hendiduras donde se refugian los caracoles para evitar la desecación o la depredación [30]. Además, de acuerdo a Hurtado y col. [18] los organismos de *N. scabricosta* forman agregaciones con fines de protección sobre todo cuando las condiciones de insolación son mayores, lo cual fue señalado por Arzola-González y col. [11] para *N. funiculata* entre junio y octubre para las islas de bahía Mazatlán.

Se observó una densidad de *N. scabricosta* en el intermareal rocoso con una tendencia hacia la zona supralitoral, los organismos formaron agregaciones que variaron en número y en ocasiones llagaron a formar grandes agregaciones de acuerdo a la topografía del sustrato [17] de la isla y sobretodo en las islas de Mazatlán. Mientras que en islas

de bahía Navachiste la baja densidad y agregaciones sean debido principalmente por el efecto las altas temperaturas [15, 18, 19] durante el verano y otoño en esta zona.

El número máximo de agregaciones y de organismos que conforman una agregación; entre las islas de ambas bahías se observaron el mismo comportamiento de la densidad de agregaciones que la densidad poblacional, resultando mayor las agregaciones en islas de bahía Mazatlán que Navachiste. Es evidente que la conformación del número de caracoles para las agregaciones del género *Nerita*, está relacionado con el tipo de sustrato y la temperatura de acuerdo a Flores-Campaña y col. [28]. En la bahía Navachiste resaltan al año dos periodos extremos de temperatura, uno de menor intensidad de octubre a abril y otro de mayor entre mayo y septiembre, en contraste, en bahía Mazatlán no se observa con claridad esta diferenciación en la temperatura, predominando anualmente los mayores incrementos. Por lo tanto, la diferenciación marcada entre la densidad, número de agregaciones y de organismos agrupados entre las islas de ambas bahías de Sinaloa, se debe principalmente a la estacionalidad de la temperatura, pero también a la disponibilidad de sustratos rocosos y de macroalgas. Aunque estos caracoles de acuerdo a Brusca [12] presentan un opérculo modificado para cerrar el labio interno lobulado de *N. scabricosta*, resultando una excelente adaptación evolutiva para minimizar la pérdida de agua y mantener así la humedad y la respiración durante la bajamar, ya que estos organismos habitan en la zona intermareal media y alta, coincidiendo las mayores densidades y agregaciones hacia estas zonas de marea. Además, se observó que *N. scabricosta* habita comúnmente en la zona intermareal rocoso con otros caracoles bentónicos del género *Littorina* y *Cerithium* quienes también forman agregaciones con fines de protección [12].

Los promedios de AN de *N. scabricosta* variaron de 26,7 ± 4,6 mm (isla Tesobiate) a 12,2 ± 3,3 mm (isla Lobos), aunque se presentaron diferencias significativas en las tallas promedio entre las islas (prueba de Kruskal-Wallis, H=6,063; P=0,298). Las medias del peso entre las islas, coincidió con las tallas. Los valores extremos en AN fue de 49.9 a 5.1 mm y en PT de 37,5 a 11,9 g, coincidiendo la máxima y mínima en caracoles localizados en las islas Guasayeye y Lobos, respectivamente (Tabla IV).

La distribución de tallas de *N. scabricosta* fue mayor en islas de Navachiste que en islas de Mazatlán, aunque, las islas San Lucas, Huitussera, Guasayeye, Tesobiate y El Metate, resultaron con una menor

**TABLA III**  
**Valores de número de agregaciones (NA) y número máximo de individuos por agregación (NM) de *Nerita scabricosta* en la zona intermareal de las islas de bahía Mazatlán y Navachiste, Sinaloa, México**

	Islas								
	Bahía Mazatlán			Bahía Navachiste					
	Lobos	Venados	Pájaros	San Lucas	Huitussera	Guasayeye	Tesobiate	El Metate	
NA-NM	NA-NM	NA-NM	NA-NM	NA-NM	NA-NM	NA-NM	NA-NM	NA-NM	
Febrero	67-84	104-589	40-144	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	
Abril	21-63	93-258	24-93	1-14	1-4	2-10	2-11	0-0	
Junio	4-5	38-63	28-27	0-0	1-5	0-0	2-10	0-0	
Agosto	1-0	42-46	13-17	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	
Octubre	9-30	59-110	16-13	1-6	0-0	1-4	0-0	0-0	
Diciembre	64-58	120-58	40-101	0-0	0-0	0-0	0-0	0-0	

**Tabla IV**  
**Valores máximo, mínimo, promedio, desviación estándar y moda del ancho (mm) y peso total (g) de  *Nerita scabricosta* en la zona intermareal de islas de bahía Mazatlán y Navachiste, Sinaloa, México**

	Islas							
	Bahía Mazatlán			Bahía Navachiste				
	Lobos	Venados	Pájaros	San Lucas	Huitussera	Guasayeye	Tesobiate	El Metate
	<b>Ancho de la concha</b>							
Máximo	27,0	33,9	40,7	37,3	29,8	49,9	33,0	33,1
Mínimo	5,1	6,9	8,4	12,9	8,6	13,4	12,8	8,9
$\bar{X} \pm DE$	12,2 <sup>d</sup> ± 3,3	19,2 <sup>c</sup> ± 5,1	21,5 <sup>b</sup> ± 7,0	26,3 <sup>a</sup> ± 3,9	25,6 <sup>a</sup> ± 3,1	26,3 <sup>a</sup> ± 4,2	26,7 <sup>a</sup> ± 4,6	25,1 <sup>a</sup> ± 6,9
Moda	11,4	15,5	13,1	26,1	27,0	27,1	26,0	29,1
	<b>Peso total</b>							
Máximo	11,9	31,2	30,6	28,1	25,1	37,5	27,2	29,6
Mínimo	0,1	0,2	0,4	1,4	0,5	1,7	1,5	0,4
$\bar{X} \pm DE$	1,6 <sup>d</sup> ± 1,5	6,5 <sup>c</sup> ± 4,6	10,1 <sup>b</sup> ± 8,4	14,8 <sup>a</sup> ± 5,6	14,7 <sup>a</sup> ± 4,7	14,3 <sup>a</sup> ± 5,5	14,5 <sup>a</sup> ± 6,4	16,0 <sup>a</sup> ± 8,8
Moda	0,7	2,3	1,3	16,4	11,9	15,0	19,9	19,6

$\bar{X} \pm DE$ : Promedio  $\pm$  desviación estándar, <sup>a,b,c,d</sup>: Literales iguales en la misma fila, indican falta de diferencia significativa (ANAVA de una vía,  $\alpha = 0,05$ ) entre los valores medios anuales

densidad y número de agregaciones, es posible que los caracoles de *N. scabricosta* no compitan por espacios y alimento en estas islas, y con ello presentar en promedio mayores tallas y peso, debido a que en las islas Navachiste como máximo las agregaciones registradas fueron de solamente dos y con 14 individuos. En general, el intervalo de tallas de *N. scabricosta* aquí registrado fue más amplio que lo señalado por Ortiz-Arellano y Flores-Campaña [5] en islas de bahía Navachiste, pero no así con Castro-Mondragón y col [31] quienes señalaron en la zona intermareal de playas de bahía Acapulco, caracoles de *N. scabricosta* con tallas en promedio de anchura en 27,9 mm. Sin embargo, a excepción de los caracoles recolectados en isla Lobos; todas las tallas máximas de *N. scabricosta* aquí presentadas fueron mayores que las indicadas por Castro-Mondragón y col [31] para esta misma especie. Esta investigación no coincidió con Torreblanca-Ramírez y col [32] quienes indicaron en *N. scabricosta* tallas en anchura en promedio de 12,1 mm para la bahía Acapulco, México. Asimismo, Brusca [12] señaló organismos con tallas similares a 40 mm (AN), solo que este autor reportó ejemplares de *N. scabricosta* recolectados en la zona intermareal del Golfo de California, un área mucho mayor a este estudio, pero que sí contempló a las islas de Mazatlán y Navachiste, Sinaloa.

El valor del exponente de la ecuación  $PT = 0,0004(AN)^{3,0191}$  (coeficiente de determinación  $r^2 = 0,9635$ ) que describe la relación entre AN y PT de *N. scabricosta*, resultó significativamente mayor del valor teórico de tres [24], describiendo en estos caracoles un tipo de crecimiento isométrico positivo. Lo anterior, significa que estos caracoles incrementan sus tallas proporcionalmente en anchura y peso. Esta relación morfométrica también fue analizada en otros caracoles [11, 21, 23]. Sin embargo, este tipo de análisis de longitud-peso a través de un simple modelo potencial o lineal [24], no permite en los organismos observar diferencias entre las tallas de juveniles y adultos o fases de reproducción, actualmente estos análisis de tallas son determinados mediante multi-modelos que permitan determinar diferencias entre el desarrollo de otros invertebrados marinos [33, 34, 35].

La información sobre la densidad poblacional, agregaciones y tallas de *N. scabricosta* en la zona intermareal de las islas de bahía Mazatlán

y Navachiste, Sinaloa, representa el primer trabajo para posteriores investigaciones para este recurso con potencial pesquero, algunos autores [6, 31] señalaron a esta especie como un posible recurso alternativo para su aprovechamiento pesquero.

## CONCLUSIONES

Por su densidad, agregaciones y fácil captura de la población de *N. scabricosta* que se localiza en islas Lobos, Venados y Pájaros (bahía Mazatlán) podría resultar de interés pesquero para los pescadores de la región sur de Sinaloa, sin embargo, por sus tallas y facilidad de acceso para la extracción de *N. scabricosta* en las islas de Navachiste, podría ser considerado de suma importancia para su aprovechamiento por los pescadores de la región norte de Sinaloa.

## AGRADECIMIENTOS

A los recursos otorgados a los proyectos SIN2006C0137437 y PROFAPI 2007127 y al personal del Cuerpo Académico Consolidado (UAS-CA-2104).

## Conflicto de interés

Los autores declaran la no existencia de conflictos de interés en el presente trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] González-Medina FJ, Holguín-Quiñonez OE, De la Cruz-Agüero G. Variación espacio-temporal de algunos macroinvertebrados (Gastropoda, Bivalvia y Echinodermata) de fondos someros del Archipiélago Espíritu Santo, Baja California, Sur, México. Cienc. Mar. [Internet]. 2006; 32(1A):33-44. doi: <https://doi.org/gt6tdx>
- [2] Hendrickx ME, Brusca RC, Findley LT. Listado y distribución de la macrofauna del Golfo de California, México, Parte I, Invertebrados. Tucson (Arizona, USA): Arizona-Sonora Desert Museum; 2005. 429 p.

- [3] Rosenfeld S, Aldea C, Ojeda J, Mansilla A, Rozzi R. Diferencias morfométricas de dos especies del género *Eatoniella* en Isla Nevarino, Reserva de Biosfera, Cabo de Hornos, Chile. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* [Internet]. 2017; 52(1):169-173. doi: <https://doi.org/gt6tdz>
- [4] Arzola-González JF, Flores-Campaña LM, Vázquez-Cervantes A. Crustáceos decápodos intermareales de las islas de la costa de Sinaloa, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* [Internet]. 2010 [consultado 23 Nov. 2023]; 26(2):179-193. Disponible en: <https://goo.su/QVam>
- [5] Ortiz-Arellano AM, Flores-Campaña LM. Catálogo descriptivo e ilustrado de los moluscos de la zona intermareal de las islas de la bahía de Navachiste, Sinaloa, México. Culiacán (México): Universidad Autónoma de Sinaloa; 2008. 157 p.
- [6] Fischer W, Krupp F, Schnaider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico centro-oriental. Vol. 2, Vertebrados - Parte 1. Roma: FAO; 1995. p 647-1200.
- [7] Ríos-González KG, López-Urriarte E, Chong-Carrillo O, Vega-Villasante F, Chávez-Villalba J. Rock oyster *Striostrea prismatica* (Gray, 1825): biology, exploitation and conservation. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* [Internet]. 2018; 46(4):626-644. doi: <https://doi.org/gm2rp7>
- [8] Rodríguez-Domínguez G, Castillo-Vargasmachuca S, Pérez-González R, Aragón-Noriega EA. Estimation of the individual growth parameters on the brown crab *Callinectes bellicosus* (Brachyura: Portunidae) using a multi-model approach. *Crustaceana* [Internet]. 2012; 85:55-69. doi: <https://doi.org/f3w5dd>
- [9] Félix-Ortiz JA, Aragón-Noriega EA, Castañeda-Lomas N, Rodríguez-Domínguez G, Valenzuela-Quiñónez W, Siu-Quevedo E. Effect of tidal hour of the abundance of penaeid shrimp postlarvae (Decapoda: Penaeidae) along the Mexican Pacific coast. *Crustaceana* [Internet]. 2017; 90(2):167-176. doi: <https://doi.org/f9t3jh>
- [10] Pérez-González R. Catch composition of the lobster *Panulirus gracilis* (Decapoda: Palinuridae) of the western coast Mexico. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* [Internet]. 2011; 39(2):225-235. doi: <https://doi.org/d5dbd6>
- [11] Arzola-González JF, Voltolina D, Gutiérrez-Rubio Y, Flores-Campaña LM. 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. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* [Internet]. 2013 [consultado 23 Nov. 2023]; 29(2):209-213. Disponible en: <https://goo.su/sd6pxl>
- [12] Brusca RC. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. 2<sup>nd</sup> ed. Tucson (Arizona, USA): University of Arizona Press; 1980. 511 p.
- [13] Keen AM. Sea shells of Tropical West America: Marine Mollusks from Baja California to Peru. 2<sup>nd</sup> ed. Stanford (California, USA): Stanford University Press; 1971. 1064 p.
- [14] Skoglund S. Panamic province Molluscan literatura: additions and changes from 1971 through 2001, III. *Gastropoda. The Festivus.* 2002; 33(Suppl.):1-285.
- [15] Román-Contreras R, Cruz-Abrego FM, Ibáñez-Aguirre AL. Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la Bahía de Chamela, Jalisco, México. *An. Inst. Biol. UNAM Zool.* [Internet]. 1991 [consultado 12 Ene. 2024]; 62(1):17-32. Disponible en: <https://goo.su/2Q5CTPt>
- [16] Ríos-Jara E, Pérez-Peña M, Beas-Luna R, López-Urriarte E, Juárez-Carrillo E. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* [Internet]. 2001 [consultado 15 Ene. 2024]; 49(3-4):859-863. Disponible en: <https://goo.su/imVh>
- [17] Flores-Rodríguez P, Flores-Garza R, García-Ibáñez S, Valdés-González A. Variación de la diversidad malacológica del mesolitoral rocosa en Playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Rev. Mex. Biodivers.* [Internet]. 2007; 78(2):33S-40S. doi: <https://doi.org/gt6td2>
- [18] Hurtado LA, Frey M, Gaube P, Pfeiler E, Markow TA. Geographical subdivision, demographic, history and gene flow in two species intertidal snails, *Nerita scabricosta* y *Nerita funiculata* from the tropical eastern Pacific. *Mar. Biol.* [Internet]. 2007; 151(5):1863-1873. doi: <https://doi.org/d3gm43>
- [19] Collin R, Erin Roof K, Spangler, A. Hatching plasticity in the tropical gastropod *Nerita scabricosta*. *Invertebr. Biol.* [Internet]. 2016; 135(2):87-96. doi: <https://doi.org/gt6td3>
- [20] Sánchez-Méndez E, Urbano-Alonso B, Sierra-Hernández S, Garcés-Salazar JL. Características malacológicas y sociales de la pesquería artesanal de moluscos en la Laguna de Chacahua, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* [Internet]. 2015 [consultado 12 Ene. 2024]; 19(57):3-11. Disponible en: <https://goo.su/MHpnGil>
- [21] Cudney-Bueno R, Prescott R, Hinojosa-Huerta O. The black murex snail, *Hexaplex nigrinus* (Mollusca, Muricidae), in the Gulf of California, Mexico: I. Reproductive ecology and breeding aggregations. *Bull. Mar. Sci.* [Internet]. 2008 [consultado 12 Ene. 2024]; 83(2):285-298. Disponible en: <https://goo.su/hAd82GI>
- [22] Arias-López MP, Gutiérrez-Rubio Y, Arzola-González JF, Ramírez-Pérez JS, Félix-Ortiz JA, Pérez-González R. Size composition of *Hexaplex (Muricanthus) nigrinus* (Mollusca: Muricidae) in the intertidal zone of five islands of southeastern Gulf of California, Mexico. *Indian J. Animal Res.* [Internet]. 2023; 57(5):666-670. doi: <https://doi.org/gt6td4>
- [23] Ríos-Jara E. Diversidad de moluscos marinos en el Pacífico mexicano. *Biodiversitas* [Internet]. 2015 [consultado 23 Dic. 2023]; 118:12-16. Disponible en: <https://goo.su/9YI3I>
- [24] Ricker WE. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Ottawa (Canada): Department of the Environment Fisheries and Marine Service; 1975. Chapter 9, Growth and Biometric relationship. p. 203-233. *Bulletin* 191.
- [25] Zar HJ. *Statistical analysis. Biostatistical analysis.* 5<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River (New Jersey, USA): Pearson Prentice Hall; 2010. Chapter 10, Multisample Hypotheses and the Analysis of variance. p. 189-224.
- [26] StatSoft. *Statistica, Data Analysis Software Manual ver.7.0.* Tulsa (Oklahoma, USA): StaSoft Inc.; 2004. p. 10-13.

- [27] Cudney-Bueno R, Rowell K. The black murex snail, *Hexaplex nigritus* (Mollusca, Muricidae), in the Gulf of California, México: II. Growth, longevity, and morphological variations with implications for management of a rapidly declining fishery. Bull. Mar. Sci. [Internet]. 2008 [consultado 23 Dic. 2023]; 83(2):299-313. Disponible en: <https://goo.su/oFSv>
- [28] Flores-Campaña LM, Arzola-González JF, Ramírez-Soto M, Osorio-Pérez A. Repercusiones del cambio climático global en el estado de Sinaloa, México. Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr. [Internet]. 2012; 21(1):115-129. doi: <https://doi.org/gt6td5>
- [29] Sánchez-Lindoro FJ, Jiménez-Illescas AR, Espinoza-Carreón TL, Obeso-Nieblas M. Modelo hidrodinámico en el Sistema lagunar Navachiste, Guasave, Sinaloa, México. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. [Internet]. 2017; 52(2):219-231. doi: <https://doi.org/gt6td6>
- [30] Levings SC, Garrity SD. Diel and tidal movement of two co-occurring neritid snails differences in grazing patterns on a tropical rocky shore. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. [Internet]. 1983; 67(3):260-278. doi: <https://doi.org/cbvzdv>
- [31] Castro-Mondragón H, Flores-Garza R, Valdez-González A, Flores-Rodríguez P, García-Ibáñez S, Rosas-Acevedo JL. Diversidad, especies de mayor importancia y composición de tallas de los moluscos en la pesca ribereña en Acapulco, Guerrero, México. Acta Universitaria [Internet]. 2016; 26(6):24-34. doi: <https://doi.org/ncjd>
- [32] Torreblanca-Ramírez C, Flores-Garza R, Flores-Rodríguez P, García-Ibáñez S, Michel-Morfin JE, Rosas-Acevedo JL, Valdés-González A. Composition of Prosobranchia-Pulmonata (Mollusca: Gastropoda) in rocky intertidal zone in the Marine Priority Region 32, Guerrero, Mexico. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. [Internet]. 2017; 52(1):81-93. doi: <https://doi.org/gt6td7>
- [33] Arvizú-Merín CA, Arzola-González JF, Félix-Ortiz JA, Rodríguez-Domínguez G, Marín-Enriquez E, Aragón-Noriega EA. Allometry of the Box Crab *Calappa convexa* De Saussure, 1853 (Brachyura: Calappidae) in the southeastern Gulf of California. Crustaceana [Internet]. 2021; 94(11-12):1407-1427. doi: <https://doi.org/gt6td8>
- [34] Leyva-Vázquez Y, Arzola-González JF, Rodríguez-Domínguez G, Aragón-Noriega EA, Ortega-Lizárraga G, Muñoz-Rubí HA, Ramírez-Pérez JS, Chávez-Herrera, D. Biometric at migration of *Penaeus stylirostris* (Crustacea: Penaeidae) in three catch zones on the coast of Sinaloa, Mexico. Revista Científica FCV-LUZ. [Internet]. 2021; 31(1):17-24. doi: <https://doi.org/gkj2n6>
- [35] León-Valdez AL, Aragón-Noriega EA, Félix-Ortiz JA, Arzola-González JF, Payan-Alejo J, Valenzuela-Quiñonez W, Valdez-Camacho AA. A multi-model approach from growth of analysis *Evibacus princeps* Smith, 1869 (Decapoda. Scyllaridae) in the Gulf of California. Crustaceana [Internet]. 2023; 96(8):797-814. doi: <https://doi.org/gt6tfb>