

Densidad y tallas de *Plicopurpura patula pansa* relacionadas con el sustrato y oleaje en la costa rocosa de Guerrero, México

Density and sizes of *Plicopurpura patula pansa* related with substratum and shock wave action in the rocky shore at Guerrero, México

Sergio García-Ibáñez¹, Rafael Flores-Garza^{1,2}
Pedro Flores-Rodríguez^{1,2} y Arcadio Valdés-González¹

¹Laboratorio de Acuicultura, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Cd. Universitaria C.P. 66450 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

²Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica de Ecología Marina, Gran Vía Tropical No. 20. C.P. 39390 Acapulco, Guerrero, México.
E mail: sergariba@yahoo.com.mx

García I., S., R. Flores F., P. Flores R., A. Váldez G., 2004. Densidad y tallas de *Plicopurpura patula pansa* relacionadas con el sustrato y oleaje en la costa rocosa de Guerrero, México. *Hidrobiológica* 14 (2): 127-136.

RESUMEN

Se analizó la relación entre la densidad y tallas promedio del caracol *Plicopurpura patula pansa* con la exposición al oleaje y tipo de sustrato en nueve playas rocosas del Estado de Guerrero, México. La densidad relativa fue 4.7 caracoles/m² y la talla promedio 21.7 mm. La correlación entre densidad y tallas promedio fue negativa. El análisis de varianza encontró diferencias significativas en las tallas promedio del caracol entre los sitios de estudio. La comparación múltiple de medias estableció tres grupos, que se integraron por playas que presentaron similitud en ciertas características del sustrato y exposición al oleaje. El análisis jerárquico formó ocho grupos, dentro de los cuales, las playas que integraron los grupos con mayor similitud en cuanto a densidad y tallas promedio de los organismos, presentaron características afines en el tipo de sustrato, no así en cuanto a la intensidad del oleaje. La densidad obtenida en este estudio es superior a las registradas en otros Estados del Pacífico Mexicano. El tipo de sustrato presentó la mayor asociación con densidades y tallas promedio de *P. p pansa*

Palabras clave: Densidad, tallas, *Plicopurpura*, costa rocosa.

ABSTRACT

The relationship was analyzed between the density and sizes average of the snail *Plicopurpura patula pansa* with the shock wave and substratum type in nine rocky beaches of Guerrero State, Mexico. The relative density was 4.7 snails/m² and the size average 21.7 mm. The correlation between density and sizes average it was negative. The one-way analysis of variance found significant differences in the sizes average of the snail among the study places. The multiple comparisons established three groups that were integrated for beaches that presented similarity in certain characteristics of the substratum and shock wave action. A hierarchical analysis formed eight groups. The most similar groups were integrated by beaches that presented similar characteristics in the substratum type, but not in shock wave action. The density obtained by this study is the biggest to those registered in other States of the Mexican Pacific. The substratum type presented the greater association with densities and sizes average of *P. p pansa*.

Key words: Density, sizes, *Plicopurpura*, rocky shore.

INTRODUCCIÓN

El caracol *Plicopurpura patula pansa* (Gould, 1853) es un carnívoro característico de las costas rocosas del Pacífico Mexicano, y de acuerdo a Flores *et al.*, (2003), en Acapulco, Guerrero es una especie dominante. Se distribuye desde Baja California Sur hasta Colombia y las Islas Galápagos (Keen, 1971). De acuerdo al criterio de zonación de Stephenson y Stephenson (1972) habita preferentemente en la zona denominada mesolitoral superior (Villalpando, 1986; León, 1989; Castillo-Rodríguez & Amezcua-Linares, 1992; Villarroel *et al.*, 2000). El caracol presenta una glándula hipobraquial que secreta un fluido que en presencia de luz, oxígeno y enzimas forman el llamado "púrpura de Tiro" (Rios-Jara *et al.*, 1994; Naegel & Cooksey, 2002). En México, desde hace cientos de años, grupos étnicos como los Mixtecos del Estado de Oaxaca, han utilizado el tinte para teñir hilos con los cuales han confeccionado prendas que ostentan un significado histórico, social y religioso. En la década de los ochentas se otorgó un permiso de explotación del caracol púrpura a una compañía japonesa y debido al mal uso de este recurso, la especie sufrió un decremento en sus poblaciones, lo que ocurrió principalmente en las costas del Estado de Oaxaca, donde fueron contratados pescadores que desconocían la técnica de extracción del tinte y manejo del caracol (Turok *et al.*, 1988; Olguín, 1992). El permiso fue revocado y en el año 1988 se firmó un acuerdo para regular la conservación y aprovechamiento del caracol de tinte (Anónimo, 1988, Diario Oficial de la Federación). Actualmente, se le considera especie sujeta a protección especial, con base en la norma NOM-059-ecol-1994 (Anónimo, 1994, Diario Oficial de la Federación) y la actividad de extracción del tinte continúa en los Estados de Oaxaca y Michoacán.

Los estudios realizados sobre el caracol púrpura han abordado temáticas como la densidad relativa y distribución de frecuencia de tallas (Acevedo *et al.*, 1987; Ramos-Cruz, 1993; Michel-Morfín *et al.*, 2002), para lo cual se han mencionado diversos factores que pueden influir estos aspectos, tales como: la latitud, tipo de sustrato y disponibilidad de alimento (Enciso *et al.*, 1998; Acevedo *et al.*, 1990; Acevedo *et al.*, 2000), grado de exposición al oleaje (Hernández & Acevedo, 1987; Reyes, 1993), efectos del tipo de muestreo y/o cambios en la distribución espacial del organismo (Holguín, 1993; Michel-Morfín *et al.*, 2000). Algunos estudios manifiestan que densidades poblacionales bajas podrían ser una característica de la especie (León, 1989), o debidas a la extracción del recurso (Flores, 1995).

Otros estudios sobre gasterópodos intermareales mencionan que la importancia de los patrones de variación espacial fija o espacio temporal, así como la estructura del hábitat, pueden ayudar a entender patrones espaciales y

temporales de distribución, abundancia, dinámica poblacional y patrones de diversidad. (Ives & Flopfer, 1997; Beck, 2000; Esqueda *et al.*, 2000 y Chapman, 2000).

El propósito del presente estudio fue analizar la densidad y tallas promedio del caracol y su relación con el tipo de sustrato y el grado de exposición al oleaje en diferentes playas rocosas en el Estado de Guerrero. El trabajo se realizó bajo el supuesto de que playas con similitud en densidad y tallas promedio, presentan características afines en cuanto al tipo de sustrato y exposición al oleaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El Estado de Guerrero se ubica en la porción sureste de México y, de acuerdo a Carranza Edwards *et al.*, (1975), la costa tiene una longitud aproximada de 470 km (figura 1).

El trabajo se desarrolló en nueve playas rocosas. La descripción de las playas se realizó de acuerdo a las cartas geológicas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Acapulco E14-11, escala 1:250,000 y Zihuatanejo E14-7-10, escala 1:250,000), a Mottana *et al.*, (1980), y a observaciones de campo registradas en el transcurso de la investigación.

Punta Maldonado (PM).- Se ubica entre los 16° 19' 26.7" N y 98° 34' 4.6" W. Playa con oleaje intenso o expuesta. Compuesta de rocas sedimentarias tipo areniscas del Periodo Terciario Superior TS(ar), clasificadas como clásticas. Son frecuentes los fósiles y concreciones de distintas formas y diámetros. El sustrato presenta fracturas, y gran

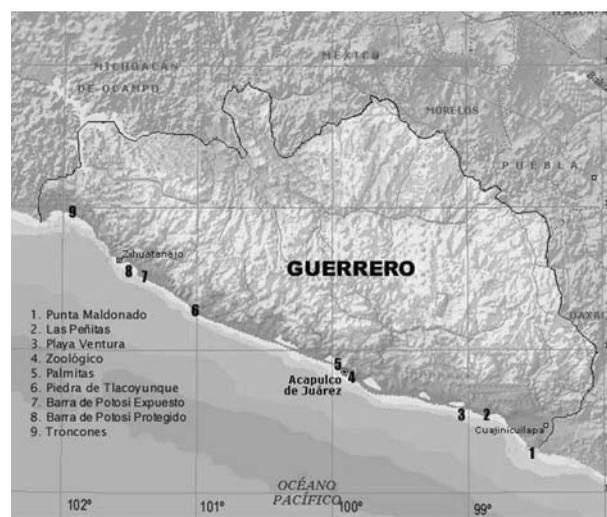


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio en la costa del Estado de Guerrero.

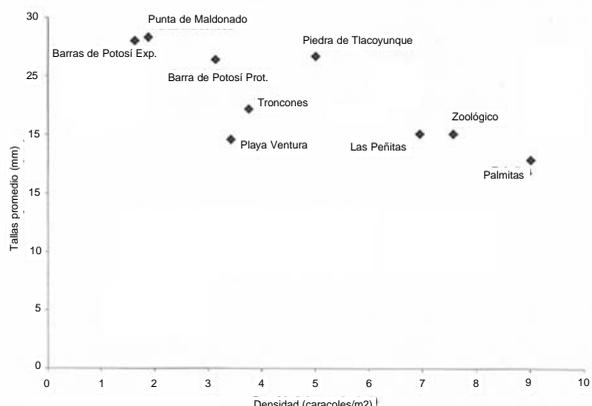


Figura 2. Diagrama de dispersión de la densidad y las tallas promedio de *Plicopurpura patula pansa* en nueve playas rocosas del Estado de Guerrero, México.

cantidad de oquedades, de diámetro y profundidad variables. Textura semiáspera al tacto. La pendiente promedio registrada a partir de un clinómetro es de 30.09°.

Las Peñitas (LP).- Su ubicación es entre los 16° 33'14.4" N y 98° 46'22.0" W. Playa con oleaje suave o protegida. Compuesta de rocas metamórficas clasificadas como Gneis del periodo Jurásico J(Gn). Macizo rocoso fijo, con textura áspera al tacto. Presenta gran cantidad de protuberancias, grietas y oquedades, distribuidas de manera heterogénea. La pendiente promedio registrada es de 51.62°.

Playa Ventura (PV).- Se ubica entre los 16° 32' 8.3" N y 98° 54'44.6" W. Playa expuesta. Compuesta por rocas ígneas intrusivas tipo granodiorita del periodo Terciario T(Gd), clasificadas como plutónicas. Macizo rocoso fijo, con textura que al tacto resulta áspera. Presenta gran cantidad de grietas y oquedades distribuidas de manera heterogénea. La pendiente promedio registrada es de 59.6°.

Zoológico (ZO).- Se ubica en la Isla "La Roqueta", Acapulco, entre los 16° 42' 11.2" N y 99° 54'8.8" W. Playa expuesta. Compuesta por rocas ígneas intrusivas, tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico J-K (Gr-Gd), clasificadas como plutónicas. Macizo rocoso fijo, con textura áspera al tacto. Presenta gran cantidad de grietas y oquedades. La pendiente promedio registrada es de 35.18°.

Palmitas (PA). Se ubica en la Isla "La Roqueta", Acapulco, entre los 16° 49'25.6" N y 99° 54'41.2" W. Playa protegida. Compuesta por rocas ígneas intrusivas, tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico J-K (Gr-Gd), clasificadas como plutónicas. Macizo rocoso fijo, con textura

áspera al tacto. Presenta gran cantidad de grietas y oquedades. La pendiente promedio que registra es 36.4°.

Tlacoyunque (TL).- Ubicada entre los 17° 15'14.6" N y 101° 00'46" W. Playa expuesta. Compuesta por rocas ígneas intrusivas tipo diorita del Cretácico K(D), clasificadas como plutónicas. Macizo rocoso fijo, con textura áspera al tacto. Presenta gran cantidad de grietas y oquedades distribuidas de manera heterogénea. La pendiente promedio registrada es de 49.6°.

Barra de Potosí Expuesto (BP1).- Se ubica en la "Punta el Potosí" entre los 17° 32'12.5" N y 101° 26'54.6" W. Playa expuesta. Compuesta por rocas metamórficas tipo metavolcánicas del cretácico inferior Ki (metavolcánico). Presenta una combinación de macizos rocosos fijos y cantos rodados con fisuras, grietas y superficies continuas. La textura es semi-áspera al tacto. La pendiente promedio es de 22.7°.

Barra de Potosí Protegido (BP2). Se ubica en la "Punta el Potosí" entre los 17° 32'17.4" N y 101° 27'19.1" W. Playa protegida. Compuesta por rocas metamórficas tipo metavolcánicas del cretácico inferior Ki (metavolcánico). Compuesta únicamente por cantos rodados de textura lisa, que presentan pequeñas o quedades y casi nula presencia de grietas y fisuras. La pendiente promedio es de 15.3°.

Troncones (TR).- Se ubica entre los 17° 47'35.0" N y 101° 44'46.6" W. Playa protegida. Compuesta por rocas sedimentarias y volcanosedimentarias del cuaternario tipo aluvial y/o litoral Q(al). Presenta macizos fijos, de textura áspera y gran cantidad de fisuras y grietas. La pendiente promedio registrada es de 28.4°.

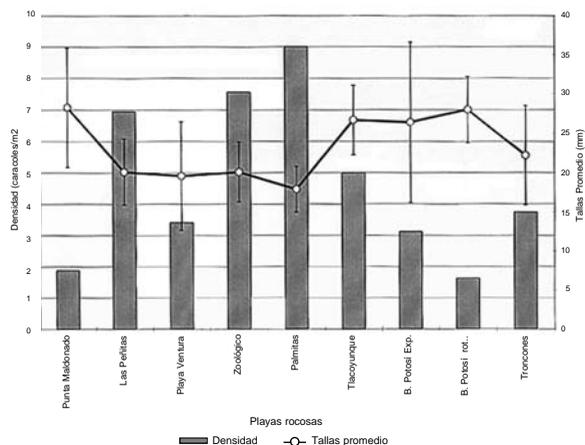


Figura 3. Densidad y tallas promedio con ± 1 desviación estándar de *Plicopurpura patula pansa* en nueve playas rocosas del Estado de Guerrero, México.

De acuerdo a las descripciones anteriores, se elaboró una caracterización ambiental empírica. En función del sustrato, se definió como fijo (SF) si el oleaje no modifica su posición como sucede con los macizos rocosos; móvil (SM) en el caso de los cantos rodados; intermedio (I), si existe una combinación de ambos. En función de la complejidad, se definió como playas con superficie compleja (G), si presentaban una gran cantidad de grietas, fisuras, oquedades; poco complejas (P) si las superficies fundamentalmente eran lisas o presentaban muy pocas grietas o fisuras; intermedias (C) si había una combinación de ambos. En función de la exposición al oleaje, se definió como expuesta (Ex), a aquella playa cuyo oleaje es intenso, y protegida (Pr), si el oleaje es suave.

Trabajo de campo. El muestreo se realizó del 26 de agosto al 2 de septiembre de 2000, durante periodos de marea baja. Se empleó el método de transecto, con una línea de 30 m de largo paralela a la costa, con 2 m de amplitud y, de acuerdo al criterio de zonación general de Stephenson y Stephenson (1972), la franja que se muestreó fue la mesolitoral superior. Verticalmente, se precisaron dos niveles, y se llamó nivel I a aquél cuyo límite inferior colindó con la zona de balanos, y nivel II a aquél cuyo límite superior fue la zona de neritas y litorinas. La unidad muestral consistió en un cuadrante de 1 m². El muestreo fue de tipo sistemático (Cochran, 1980) y el punto de partida fue seleccionado de manera aleatoria de entre 3 puntos dispuestos en el nivel I. Se inició colocando el cuadrante en el punto seleccionado del nivel I y se procedió a recolectar los organismos y depositarlos en charolas etiquetadas. Posteriormente, el cuadrante fue colocado en el nivel II, realizando la misma operación. Al concluir, se dejó un espacio de 2 metros y se instaló nuevamente el cuadrante repitiendo la operación de recolecta hasta completar un total de 16 m² en cada playa rocosa. Al término de la recolecta en cada playa, se trasladaron los caracoles a un

sitio sombreado. Se registró la longitud a partir del ápice al canal sifonal, utilizando un vernier con precisión de 0.02 mm. Al finalizar esta tarea los organismos fueron devueltos cuidadosamente a su hábitat.

Análisis de datos. Se calculó la densidad (caracoles/m²) y las tallas promedio del caracol para cada playa y para el conjunto de ellas. El grado de asociación entre la densidad y tallas promedio de los organismos, se determinó mediante la correlación paramétrica de Pearson y la no paramétrica de Spearman ($\alpha=0.05$). Ambas correlaciones se usaron con la finalidad de comparar los resultados, dado que el tamaño de muestra fue pequeño ($n=9$ playas). Para comparar las tallas promedio del caracol de tinte registradas en cada playa rocosa, se realizó un análisis de varianza de una sola vía ($\alpha=0.05$). La homogeneidad de varianzas se determinó por medio de la prueba de Levene's, y la comparación múltiple de medias se realizó con la prueba de Dunnett. Se llevó a cabo un análisis jerárquico (cluster) para formar grupos de playas rocosas que tuvieran mayor similitud en función de la densidad y las tallas promedio del caracol *P. p. pansa*. El método empleado fue el de distancias euclidianas. Dado que la densidad y la talla promedio se expresan en unidades de medición distintas, se procedió a estandarizarlas, lo que consistió en restar a cada uno de los valores la media de la variable, dividiendo cada resultado entre su respectiva desviación estándar (Álvarez, 1995).

RESULTADOS

Se recolectaron 677 caracoles por todas las playas, obteniéndose una densidad de 4.7 caracoles/m² y una talla promedio de 21.7 mm (d. e.= 6.3 mm). Las playas rocosas "Palmitas", "Zoológico" y "Las Peñitas" registraron las máx-

Tabla 1. Densidad y tallas de *Plicopurpura patula pansa* en nueve playas rocosas del Estado de Guerrero, México

Playas	N	Densidad (caracoles/m ²)		Tallas (mm)			
		Densidad	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	Mínima	Máxima
Punta Maldonado	30	1.88	1.5	28.3	7.6	10.6	41.0
Las Peñitas	111	6.94	5.4	20.1	4.2	10.7	34.7
Playa Ventura	55	3.42	3.6	19.6	6.9	8.7	35.4
Zoológico	121	7.56	6.4	20.1	3.8	9.1	29.7
Palmitas	144	9.0	5.6	17.9	2.9	8.0	29.0
Tlacoyunque	80	5.0	4.1	26.7	4.4	18.7	47.0
B. de Potosí Expuesto	50	3.13	1.8	26.4	10.2	7.3	62.2
B. de Potosí Protegido	26	1.63	1.2	28.0	4.2	16.0	36.0
Troncones	60	3.75	2.2	22.2	6.3	11.8	38.2
Total	677	4.70	4.6	21.7	6.3	7.3	62.2

Tabla 2. Grupos de tallas promedio (mm) de *Plicopurpura patula pansa* formados por la prueba de Dunnett, en nueve playas rocosas del Estado de Guerrero, México.

Playas	Grupos de tallas (mm) para un $\alpha = 0.05$		
	A	B	C
Palmitas (SF, G, Pr)	17.9		
Playa Ventura (SF, G, Ex)	19.6	19.6	
Las Peñitas (SF, G, Pr)	20.1	20.1	
Zoológico (SF, G, Ex)	20.1	20.1	
Troncones (SF, G, Pr)	22.2	22.2	
B. de Potosí Expuesto (I, C, Ex)		26.4	26.4
Tlacoyunque (SF, G, Ex)			26.7
B. de Potosí Protegido (SM, P, Pr)			28
Punta Maldonado (SM, G, Ex)			28.3

Ex= playa expuesta, **Pr** = Playa protegida, **G**= Playa con superficie compleja, **P**= Playas poco complejas, **C**= Combinación entre G y P

SF= sustrato fijo (macizos rocosos); **SM**= sustrato móvil (cantos rodados o roca frágil al impacto del oleaje); **I**= combinación entre SF y SM.

imas densidades del caracol, que fluctuaron entre 6.94 y 9.0 caracoles/m², mientras que densidades intermedias correspondieron a "Tlacoyunque", "Troncones", "Playa Ventura" y "Barra de Potosí Expuesto", que variaron entre 3.13 y 5.0 caracoles/m²; "Barra de Potosí Protegido" y "Punta Maldonado" presentaron las densidades más bajas con 1.88

y 1.63 caracoles/m², respectivamente. Se observó que las tallas promedio más grandes fueron registradas en las playas "Punta Maldonado" y "Barra de Potosí Protegido" con 28.3 y 28.0 mm, y las tallas promedio más pequeñas en "Palmitas" y "Playa Ventura" con 17.9 y 19.6 mm (tabla 1).

La correlación de Pearson fue igual a -0.659, mientras que la de Spearman lo fue de -0.745; ambas correlaciones fueron significativas ($P < 0.05$), por lo que se entiende que a una mayor densidad hay una menor talla promedio. El diagrama de dispersión, así como las densidades y tallas promedio con ± 1 desviación estándar del caracol en cada playa rocosa, se observan en las figuras 2 y 3, respectivamente.

Las tallas promedio de los caracoles entre las playas rocosas presentaron diferencias significativas ($F = 37.7$, $P < 0.05$), y no se encontró homogeneidad de varianzas (Levene's = 15.325, $P < 0.05$). La comparación múltiple de medias de Dunnett, arrojó tres grupos con tallas promedio similares (tabla 2):

Grupo A.- Formado por las tallas promedio más pequeñas, que fluctuaron entre 17.9 y 22.2 mm. Las playas que integraron este grupo fueron "Palmitas", "Playa Ventura", "Las Peñitas", "Zoológico" y "Troncones", las cuales presentan en común sustratos fijos y gran cantidad de grietas (G). En cuanto a la exposición al oleaje, tres son protegidas y dos son expuestas.

Tabla 3. Grupos de playas rocosas obtenidos a partir de un análisis jerárquico de la densidad (caracoles/m²) y tallas promedio (mm) de *Plicopurpura patula pansa*, asociadas a condiciones de exposición al oleaje y características del sustrato, en el Estado de Guerrero, México.

Grupos	Playas*	Coef.	Exposición al oleaje		
				Estructura	Complejidad
1	PM-BP2	0.121	Ex-Pr	SM-SM	G-P
2	LP-ZO	0.238	Pr-Ex	SF-SF	G-G
3	PV-TR	0.651	Ex-Pr	SF-SF	G-G
4	PM-BP2-BP1	0.684	Ex-Pr-Ex	SM-SM-I	G-P-C
5	LP-ZO-PA	0.866	Pr-Ex-Pr	SF-SF-SF	G-G-G
6	PM-BP2-BP1-TL	1.106	Ex-Pr-Ex-Ex	SM-SM-I-SF	G-P-C-G
7	PM-BP2-BP1-TL-PV	1.684	Ex-Pr-Ex-Ex-Ex	SM-SM-I-SF-SF	G-P-C-G-G
8	Todas las playas.	2.401			

* Los nombres correspondientes a las abreviaciones de cada playa se encuentran en la parte de metodología y descripción del área de estudio.

Ex= playa expuesta, Pr = Playa protegida.

SF= sustrato fijo (macizos rocosos); SM= sustrato relativamente móvil (cantos rodados o roca frágil al impacto del oleaje); I= combinación entre SF y SM.

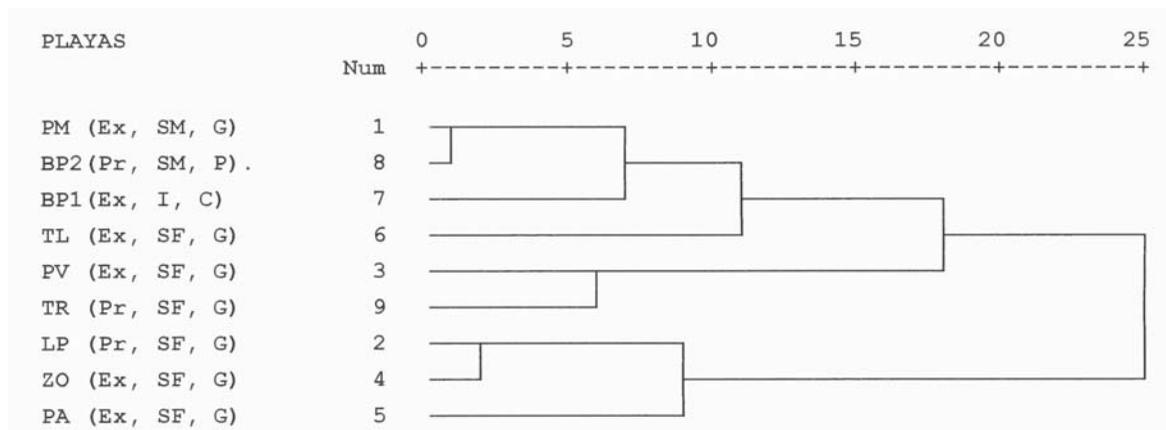


figura 4. Dendrograma de los grupos de playas rocosas obtenidos a partir de un análisis jerárquico de la densidad (organismos/m²) y tallas promedio (mm) de *Plicopurpura patula pansa*, en el Estado de Guerrero, México

Grupo B.- Formado por las tallas promedio intermedias que variaron de 19.6 a 26.4 mm. Las playas que integraron este grupo fueron "Playa Ventura", "Las Peñitas", "Zoológico", "Troncones" y "Barra de Potosí Expuesto", que a excepción de esta última playa que presenta una combinación de sustratos fijos y móviles (I) además de complejidad intermedia (C) las otras cuatro localidades tienen sustrato fijo con gran cantidad de grietas y fisuras (G). Con respecto a la exposición al oleaje, "Las Peñitas" y "Troncones" son protegidas y las restantes expuestas.

Grupo C.- Formado por las tallas promedio más grandes, cuyo intervalo fue de 26.4 a 28.3 mm. Este grupo estuvo conformado por "Barra de Potosí Expuesto", "Tlacoyunque", "Barra de Potosí Protegido" y "Punta Maldonado". De estas playas, "Tlacoyunque" presenta sustrato fijo con gran cantidad de fisuras y grietas (G); "Barra de Potosí Protegido" y "Punta Maldonado" tienen sustratos móviles aunque difieren en complejidad (P y G, respectivamente); "Barra de Potosí

Expuesto" presenta una combinación de sustratos fijos y móviles (I), con complejidad intermedia (C). En lo relativo al oleaje, sólo "Barra de Potosí Protegido" puede considerarse como playa protegida.

El análisis jerárquico arrojó ocho grupos, de los cuales, cinco presentaron coeficientes con valores menores a la unidad y son los de mayor similitud (tabla 3, figura 4):

Grupo 1. Integrado por las playas "Punta Maldonado" y "Barra de Potosí Protegido", que presentaron organismos con las mayores tallas promedio (28.3 y 28 mm) y las menores densidades (1.88 y 1.63 caracoles/m²). Estas playas tienen en común sustratos móviles. Ambas varían en complejidad, ya que "Punta Maldonado" presenta gran cantidad de oquedades (G), mientras que "Barra de Potosí Protegido" tiene poca frecuencia de oquedades (P). En cuanto al oleaje, la primera es expuesta y la segunda protegida.

Tabla 4. Densidad de *Plicopurpura patula pansa* registrada en la literatura para el Pacífico Mexicano

Autor y año	Lugar	Número de playas	Densidad (caracoles/m ²)
Hernández y Acevedo, 1987	Oaxaca	10 playas	0.72
Acevedo et al., 1987	Michoacán	3 playas	0.95
León, 1989	Jalisco	La Calechosa	Max = 2.7 Min = 0.2
Acevedo et al., 1990	Nayarit	4 playas	2.27
Holguín, 1993	Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo. Colima	5 playas	0.281
Reyes, 1993	Bahía de Cuastecomate. Jalisco	10 playas	1.65
Ramos-Cruz, 1993	Bahías de Huatulco, Oaxaca	3 playas	0.6
Flores, 1995	Acapulco Guerrero	6 playas	6.53
Enciso et al. 1998	Mazatlán, Sinaloa	3 playas	1.148
Michel-Morfin et al., 2000	Jalisco	Bahía de Navidad	1.7
Michel-Morfin et al., 2002	B.C.S., Jalisco, Colima y Oaxaca	13 playas rocosas	0.86

Grupo 2.- Integrado por "Las Peñitas" y "Zoológico", que tuvieron organismos con la misma talla promedio (20.1 mm) y que pertenecen a las playas con las densidades más altas (6.94 y 7.56 caracoles/m²). Estas playas se caracterizaron por tener sustratos fijos, con gran cantidad de grietas y fisuras (G). Difieren en cuanto a la intensidad del oleaje, ya que la primera es protegida y la segunda es expuesta.

Grupo 3.- Integrado por "Playa Ventura" y "Troncones", que presentaron organismos con tallas promedio de 19.6 y 22.2 mm, así como densidades de 3.42 y 3.75 caracoles/m². Ambas playas tienen sustratos fijos con gran cantidad de grietas y fisuras (G). Varían en cuanto a la exposición, ya que la primera es expuesta y la segunda es protegida.

Grupo 4.- Este grupo está formado por las playas que integran al grupo 1 ("Punta Maldonado" y "Barra de Potosí Protegido") así como "Barra de Potosí Expuesto". En esta última playa se registraron organismos con una talla promedio de 26.4 mm y densidad de 3.13 caracoles/m², además de que tiene una combinación de sustratos fijos y móviles (I), que variaron en cuanto a complejidad (C) y es expuesta. De esta manera, las playas que integran el grupo 4 tienen sustratos móviles, varían en cuanto a complejidad y presentaron las menores densidades y mayores tallas promedio. Dos playas son expuestas y una protegida.

Grupo 5.- Formado por las playas que integraron el grupo 2 ("Las Peñitas y "Zoológico") y "Palmitas". En esta última playa se presentaron organismos con una talla promedio de 17.9 mm y densidad de 9.0 caracoles/m². Además presenta sustrato fijo, con gran cantidad de grietas y oquedades

(G), y es protegida. El grupo 5 se caracteriza por playas que presentaron las mayores densidades y las menores tallas promedio del caracol, además de presentar en común sustratos fijos, difiriendo en la exposición, ya que dos de ellas son protegidas y una expuesta

DISCUSION

Se puede considerar que la densidad promedio (4.7 caracoles/m²) de *P. p. pansa* obtenida en esta investigación, es de las más altas citadas en distintas playas del Pacífico Mexicano, solamente inferior a la registrada por Flores (1995) (tabla 4). La talla promedio del caracol púrpura estimada en el presente trabajo, es la más pequeña registrada para el Pacífico Mexicano (tabla 5).

Se encontró que a mayor densidad, menores tallas de *P.p. pansa*. Este fenómeno también fue observado por Hernández y Acevedo (1987) y Michel-Morfín *et al.* (2002).

Entre las playas existieron diferencias considerables en sus densidades, las cuales en primera instancia no pudieron ser atribuidas directamente a la exposición al oleaje. La mayor y menor densidad del caracol de tinte, correspondió a las playas protegidas "Palmitas" y "Barra de Potosí Protegido", respectivamente.

Las playas que presentaron densidades iguales o superiores a 3.42 caracoles/m², tuvieron sustratos fijos con gran cantidad de fisuras, grietas y superficies ásperas al tacto.

Tabla 5. Tallas promedio de *Plicopurpura patula pansa* reportada por otros trabajos para el Pacífico Mexicano.

Autor y año	Lugar	Playas	Intervalo de tallas (mm)	Tallas promedio (mm)
Holguín, 1993	Colima	Isla Socorro	10.0 - 90.0	35.415
		Pescadero	19.8 - 40.0	29.7
	B.C.S.	Pescadero Sur	16.0 - 37.3	23.8
		Los Frailes	15.0 - 42.3	26.3
	Bahía de Nvidad, Jalisco		Dorada	12.3 - 47.8
Carrizalillos			23.2 - 69.8	35.5
Michel-Morfín <i>et al.</i> , 2002	Isla Socorro, Colima	Braithwaite	15.4 - 78.5	28.2
		Vargas-Lozano	15.5 - 91.0	51.2
		Binners	10.5 - 70.0	28.8
		Brayson	15.0 - 51.0	32.1
		Blanca	22.5 - 95.0	46.7
	Oaxaca		Copal	26.0 - 74.0
Jicaral			22.0 - 57.0	34.0
San Agustín			23.2 - 69.8	33.5

Se observó una relación de las tallas promedio con las características relacionadas a la estructura y complejidad del sustrato. De esta manera, las menores tallas promedio se presentaron en aquellas playas que conforman los grupos A y B, que tienen en común sustratos fijos con gran cantidad de fisuras y grietas. Una excepción en el grupo B, fue la playa "Barra de Potosí Expuesto" que presentó una combinación entre sustratos fijos y móviles, variando también en la complejidad. Las mayores tallas promedio se presentaron en las playas que integraron el grupo C, que con excepción de "Tlacoyunque", presentaron sustratos móviles y variaron en los componentes estructurales. A partir del número de playas expuestas que integran cada grupo, pudo observarse una tendencia de que las tallas promedio más grandes se ubicaron en playas expuestas.

El análisis jerárquico, mostró que las playas que presentaron la mayor similitud en densidades y tallas promedio, fueron aquellas que integraron los grupos 1, 2 y 3. Dentro de cada uno de estos grupos, las playas tuvieron en común características más asociadas con el sustrato, como la firmeza y complejidad, que con la exposición al oleaje, ya que en cada grupo se presentó una playa expuesta y una protegida. La misma situación se observó en los grupos 4 y 5, que mantuvieron la misma tendencia en lo que respecta al sustrato.

Se ha aludido a diversos factores que pueden determinar la densidad y las tallas promedio de la especie. León (1989) manifestó que es una especie poco abundante y describió su zona de estudio compuesta por diferentes tipos de sustratos. Contrario a los resultados de León (Op. cit.), no se puede considerar a la especie *P.p. pansa* como poco abundante en el intermareal rocoso del Estado de Guerrero. Hernández y Acevedo (1987) mencionaron que las mayores densidades encontradas en sus localidades de estudio fueron bahías protegidas con abundantes grietas. Esta investigación encontró la mayor densidad en una playa protegida con abundantes grietas, en lo cual se coincide con Hernández y Acevedo (Op. cit.); sin embargo, la menor densidad registrada por este trabajo, también se encontró en una playa protegida, pero con características del sustrato diferentes, el cual correspondió a cantos rodados con superficies lisas. Reyes (1993) determinó las mayores abundancias y tallas en playas muy expuestas, compuestas de roca fija áspera, muy agrietada y en algunos casos con la presencia de cantos rodados; la menor densidad la registró en una playa protegida compuesta por pequeñas rocas sueltas. Se coincide con este autor en que la menor densidad está relacionada con sustratos móviles y que las mayores tallas se ubicaron en playas expuestas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, la densidad se encuentra estrechamente relaciona-

da con características atribuibles al sustrato, mientras que las tallas promedio se relacionan tanto con las características del sustrato como con la exposición al oleaje. En este punto, Reyes (1993), Álvarez (1989) y Castillo-Rodríguez y Amezcua-Linares (1992) han mencionado que, en el caso del caracol *P.p. pansa*, la superficie de baja ornamentación y la gran abertura pedal son adaptaciones morfológicas que le permiten vivir en áreas de oleaje intenso, por lo que organismos de mayor tamaño podrían vivir en condiciones más extremas del oleaje. Al interactuar la densidad y las tallas promedio, se observa una mayor relación con el sustrato, que con el grado de exposición.

En otros estudios sobre gasterópodos intermareales se ha señalado la importancia de ciertas características del hábitat. En este sentido, Ives y Flopfer (1997) se refirieron a que la abundancia de especies es a menudo producida por la variación espacial fija, como es el caso de hábitats convenientes que favorecen las abundancias locales; Beck (2000) demostró que características propias de tres gasterópodos intermareales y la complejidad topográfica del hábitat son determinantes para su desplazamiento; Chapman (2000) mencionó que la información de hábitats complejos puede ayudar a entender los patrones espaciales y temporales de distribución y abundancia. Esqueda (2000) señaló que la afinidad entre playas no depende de su cercanía, sino más bien de las características propias de cada playa así como de la dominancia y abundancia relativa de las especies.

De acuerdo con los resultados de la presente investigación, en las nueve playas rocosas puede sugerirse una densidad-dependencia de este molusco que, en un primer término, estaría en función de características asociadas al sustrato. Lo anterior no descarta de ninguna manera, la exposición al oleaje y la participación de otros factores como los que han mencionado Enciso *et al.* (1998), Acevedo *et al.* (1990) y Acevedo *et al.* (2000) quienes, además del sustrato, sugirieron efectos de la latitud y la disponibilidad de alimento, o como los señalados por Holguín (1993) y Michel-Morfín *et al.* (2000), quienes han indicado que las diferencias en densidades podrían deberse al tipo de muestreo y/o cambios en la distribución espacial del organismo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Fundación TELMEX por el apoyo y becas otorgadas para la realización de la presente investigación. Así también al Dr. Jesús Ángel de León González y al Dr. Antonio Leija Tristán, investigadores de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.A.N.L., por la revisión y observaciones hechas al manuscrito. También nuestro agradecimien-

to para los Licenciados en Ecología Marina: Claudia Ruíz Hernández, Norma Lidia Cruz Ramírez, Alfredo Hernández Maldonado, Alfonso Montañón Rivera y Darío Flores Ávalos, por la ayuda prestada en las labores de campo e investigación. Un reconocimiento especial a los revisores anónimos del presente trabajo, cuyas sugerencias contribuyeron significativamente a la mejora del mismo.

REFERENCIAS

- ACEVEDO, G.J., E. HERNÁNDEZ C., & V. TURCOTT D. 1987. Informe sobre la factibilidad de explotación del tinte de *Purpura pansa* Gould, 1853 en la costa de Michoacán. Dirección General de Culturas Populares. Departamento de Programas Científicos y Tecnológicos.
- ACEVEDO, G.J., M. A. ESCALANTE C., & C. E. LÓPEZ R. 1990. Aspectos poblacionales del caracol de tinte *Purpura pansa* Gould 1853, en las costas de Nayarit. Revista Interdisciplinaria de Divulgación Científica y Tecnológica. Universidad Autónoma de Sinaloa. Año 1. Vol. 1. No. 1. Agosto 1990.
- ACEVEDO, G. J., M. A. ESCALANTE C., & M. TUROK W. 2000. Biología, dinámica poblacional y aprovechamiento del caracol púrpura (*Plicopurpura pansa* Gould 1853) en el Pacífico Mexicano. *Mexicoa* 1(2):64-68.
- ÁLVAREZ, C. R. 1995. *Estadística Multivariante y no paramétrica con SPSS*. 1ª Ed. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid, España. 389 p.
- ÁLVAREZ, D. A. S. A. 1989. Relaciones ecológicas y algunos aspectos poblacionales del caracol *Purpura pansa* Gould, 1853 en la costa del Estado de Michoacán, México. Tesis Profesional. Licenciatura en Biología. Escuela de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 123 p.
- ANÓNIMO. 1988. Diario Oficial de la Federación. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Pesca. 30 de Marzo. México, D.F.
- ANÓNIMO. 1994. Diario Oficial de la Federación. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. 16 de mayo, México, D.F.
- BECK, M.W. 2000. Separating the elements of habitat structure: independent effects of habitat complexity and structural components on rocky intertidal gastropods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 249: 29-49.
- CASTILLO-RODRÍGUEZ, Z. G. & F. AMEZCUA-LINARES. 1992. Biología y aprovechamiento del caracol morado *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) (Gastropoda: Neogastropoda) en la costa de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Ciencias Del Mar y Limnología*. UNAM. México, 19(2): 223-234.
- CARRANZA-EDWARDS, A., M. GUTIÉRREZ-ESTRADA & R. RODRÍGUEZ- T. 1975. Unidades Morfo-tectónicas Continentales de las Costas Mexicanas. *Anales del Instituto de Ciencias Del Mar y Limnología*. UNAM, México. 2 (1) pp. 81 – 88.
- COCHRAN, W.G. 1980. *Técnicas de Muestreo*. 1ª Ed. Compañía Editorial Continental S.A. México. 513 p.
- CHAPMAN, M.G. 2000. A comparative study of differences among species and patches of habitat on movement of three species of intertidal gastropods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 244: 181-201.
- ENCISO, E. C., V. M. RAMÍREZ H., A. R. TIRADO N. & A. VALLARTA P. 1998. Evaluación de la población y épocas de reproducción del caracol *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853), en Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis Profesional. Licenciatura en Biología Pesquera. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. 56 p.
- ESQUEDA, M.C., E. RÍOS-JARA, J. E. MICHEL-MORFÍN & V. LANDA-JAIME. 2000. The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco, México. *Revista Biología Tropical*. 48(4).
- FLORES, R. P. 1995. Evaluación biológico-pesquera del caracol de tinte *Purpura pansa* del litoral rocoso del municipio de Acapulco, Guerrero, México. Reporte final de investigación. Dirección de Investigación Científica. Universidad Autónoma de Guerrero. 47 p.
- FLORES-RODRÍGUEZ, P., R. FLORES-GARZA, S. GARCÍA-IBÁÑEZ, & A. VALDÉS-GONZÁLEZ, A. 2003. Riqueza y diversidad de la malacofauna del mesolitoral rocoso de la Isla La Roqueta, Acapulco, Guerrero, México. *Ciencia. Revista de Investigación Científica*. Universidad Autónoma de Guerrero. Época II, No. 11. pp. 5-14.
- HERNÁNDEZ, C. E. & J. ACEVEDO G. 1987. Aspectos poblacionales y etno-biológicos del caracol *Purpura pansa*, Gould, 1853 en la costa de Oaxaca. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 139 p.
- HOLGUÍN, Q. O. E. 1993. Distribución, abundancia y composición peso-talla de *Purpura pansa* (Mollusca Gastropoda) en Isla Socorro, Arch. Revillagigedo, Mex. *Zoología Informa*. Revista del Departamento de Zoología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. No. 25: 24-33
- IVES, A. R. & E. D. FLOPPER. 1997. Spatial variation in abundance created by stochastic temporal variation. *Ecology*. 78(6): 1907-1913.
- KEEN, A.M. 1971. *Sea Shells of Tropical West America*. 2a Ed. Stanford University Press, Stanford, California. 1064 p.
- LEÓN, A. H. G. 1989. Estructura poblacional, producción y tiempo de recuperación del tinte de *Purpura pansa* Gould, 1853 (Gasteropoda: Thaididae) en algunas playas rocosas de la bahía Cuastecomate, San Patricio Melaque, Jalisco, México. Tesis Profesional. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. 107 p.
- MICHEL-MORFÍN, J. E., E. A. CHÁVEZ & V. LANDA. 2000. Population parameters and dye yield of the purple snail *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) of West Central México. *Journal of Shellfish Research*. 19(2):919-925.

- MICHEL-MORFÍN J.E., E. A. CHÁVEZ & L. GONZÁLEZ. 2002. Estructura de la población, esfuerzo y rendimiento del tinte del caracol *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) en el Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*. 28(4): 357-368
- MOTTANA, A., R. CRESPI & G. LIBORIO. 1980. *Guía de Minerales y Rocas*. 2ª Ed. Editorial Grijalbo, España. 605 p.
- NAEGEL, L. & C. J. COOKSEY. 2002. Tyrian purple from marine muricids, specially from *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) *Journal of Shellfish Research*. 21(1): 193-200.
- OLGUÍN, E.M. 1992 El empleo de tinte de *Purpura patula pansa*, en Mesoamérica. Evidencias arqueológicas, etnográficas e históricas. Universidad Autónoma de Hidalgo. Disponible en internet: www.veterin.unam.mx/mexpec/biblioteca/pdf
- RAMOS-CRUZ, S. 1993. Abundancia y estructura poblacional de *Purpura pansa* (Gould, 1853) en el área de Huatulco, Oaxaca, México. (Nota científica). Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera. Salina Cruz, Oaxaca, pp. 1-6.
- REYES, A. S. C. 1993. Estimación poblacional, producción, foto-oxidación y rendimiento del tinte del caracol *Purpura pansa* (Gould, 1853) de la zona sur de litoral rocoso de Jalisco. Tesis Profesional. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara, 115 p.
- RIOS-JARA, E., H. G. LEÓN-ÁLVAREZ, L. LIZÁRRAGA-CHÁVEZ & J. E. MICHEL-MORFÍN. 1994 Producción y tiempo de recuperación del tinte de *Plicopurpura patula pansa* (Neogastropoda. Muricidae) en Jalisco México. *Revista Biología Tropical*. 42: 537-545.
- STEPHENSON, T.A. & A. STEPHENSON. 1972. Life between tidemarks on rocky shores. 1a Ed. W. H. Freeman y Co., San Francisco, 425 p.
- TUROK, M., A. SIGLER M., E. HERNÁNDEZ C., J. ACEVEDO G., R. LARA C. & V. TURCOTT. 1988. *El caracol Púrpura. Una tradición milenaria en Oaxaca*. Dirección General de Culturas Populares. Secretaría de Educación Pública. México. 164 p.
- VILLALPANDO, C.E. 1986. Diversidad y zonación de moluscos de facie rocosa, Isla Roqueta, Acapulco Guerrero. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 58 p.
- VILLARROEL, M. M., A. MAGAÑA M., B. GÓMEZ C., O. DEL RÍO Z., J. LUCIO P. & J. SÁNCHEZ S. 2000. Diversidad de moluscos en el litoral rocoso de Michoacán, México. *Mexicoa*. Vol. 2, No. 1, pp. 54-63.

Recibido: 15 de marzo de 2004.

Aceptado: 6 de octubre de 2004.