

Comportamiento Vertical de Larvas de *Strombus gigas* en Función de la Fase Lunar y de Marea

Vertical Behavior of *Strombus gigas* Larvae Depending on the Moon Phase and Tide

Comportement Vertical de Larves du Lambi, *Strombus gigas* de Larves en Fonction de la Phase de la Lune et de la Marée

DALILA ALDANA ARANDA¹, JOSÉ FRANCISCO CHÁVEZ VILLEGAS¹,
MARTHA ENRÍQUEZ DÍAZ¹ y CLAIRE B. PARIS - LIMOUZY²

¹Laboratorio de Conservación, Cultivo y Biología de Moluscos. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Carretera Antigua a Progreso, Km. 6, A.P. 73 Cordemex, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México. daldana@mda.cinvestav.mx. jchavez@mda.cinvestav.mx. menriquez@mda.cinvestav.mx.

²Ocean Sciences, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, Florida 33149, USA. cparis@rsmas.miami.edu.

RESUMEN

El Caracol rosa *Strombus gigas* presenta un estadio larval de vida planctónica, en el cual su distribución se rige por las corrientes (de Jesús Navarrete, 1999). Se han realizado estudios de abundancia larval de *S. gigas* desde la década de los 90's, sin embargo poco se conoce de su abundancia y distribución vertical en función de los ciclos de marea y fases lunares. Para conocer estos aspectos, se realizaron arrastres de plancton en la localidad La Ceiba, Puerto Morelos, Quintana Roo (20°54'34"N-86°50'13"O) en junio de 2014. Los monitoreos se hicieron en superficie (-0.5 m) y fondo (-3.0 m) durante Luna Llena y Luna Nueva cubriendo dos pleamares y dos bajamar por día (n = 720 muestreas). Se calculó para la densidad larval, media y análisis de varianza ($p = 0.05$). La mayor densidad de larvas se registró durante Luna Llena en superficie con 1.95 ± 0.58 larvas/10m³ durante la pleamar. La densidad larval con la profundidad presentó variación significativa ($p = 0.0034$), con los coeficientes de marea, $p = 0.0125$ y con las fases lunares, $p = 0.0532$, $p = 0.0125$ y $p = 0.532$, respectivamente).

PALABRAS CLAVE: Caracol rosa, *Strombus gigas*, abundancia larval, mareas, fase lunar

ANTECEDENTES

El caracol rosa (*Strombus gigas*) presenta un estadio larval, de vida pelágica (Stoner et al. 1992). *S. gigas* presenta movimientos natatorios que regulan su posición vertical en la columna de agua y esta distribución es influenciada por aspectos físicos, químicos y biológicos del medio (Young 1995, Oliva Rivera 2007). Barile et al. (1994) señalan que la abundancia larval de *S. gigas* está asociada al fotoperiodo. Por otra parte, Stoner y Davis (1997b), al estudiar la distribución vertical (Profundidad: -1, -8 y -18 m) de *S. gigas*, reportan mayores densidades en superficie independientemente del horario de colecta (diurno o nocturno). Daigle et al. 2014, reportan para larvas de gasterópodos bentónicos, que la densidad larval en el medio varía por efecto de las mareas. Por lo anterior los objetivos del presente estudio fueron determinar el efecto de las fases lunares, el coeficiente de marea y la profundidad en la abundancia larval de *S. gigas*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio

El área de estudio fue la localidad Ceiba (20°54'34"N - 86°50'13"O) ubicada en la Laguna Arrecifal de Puerto Morelos, al Norte del Caribe Mexicano (Figura 1). Este sitio cuenta con poblaciones de adultos y registros previos de abundancia larval de *S. gigas*.

Colecta y Análisis de Muestras

Los arrastres se realizaron del 11 al 15 (n = 360 muestras) y del 25 al 29 de junio 2014 (n = 360 muestras) en las fases de Luna llena y Luna nueva, iniciando dos días antes de la Luna llena y Luna nueva y terminando dos días después de éstas dos fases lunares. Las colectas se hicieron en superficie y fondo (0.50 m y 3.0 m, respectivamente) durante las dos fases de pleamar y bajamar por día (Cuadro 1). Se establecieron seis estaciones, con un 1 km de separación entre cada una de las estaciones. Se utilizó una red cónica de 30cm de diámetro, 1.5 m de largo y abertura de malla de 300 µm. Cada arrastre tuvo una duración de 5 minutos a una velocidad constante de 1 nudo. Todos los monitoreos se efectuaron en dirección contraria al viento. Los valores del coeficiente de marea para los días de muestreo fueron tomados de las tablas de predicción de mareas del Departamento de Oceanografía física del CICESE (MARV1.0 2011). Las muestras fueron fijadas en formol salino al 4%. Las larvas de *S. gigas* fueron identificadas de acuerdo a Davis et al. (1993). El número de larvas registradas fue estandarizado para obtener la densidad larval (larvas/10 m³).

Análisis Estadístico

Se utilizó el software estadístico InfoStat Versión 1.1 para obtener medias, desviación estándar, análisis de varianza de una vía ($p = \alpha 0.05$) y prueba de comparación de medias *Tukey* para densidad larval de *S. gigas* en función de fases lunares, nivel de marea y profundidad del arrastre.

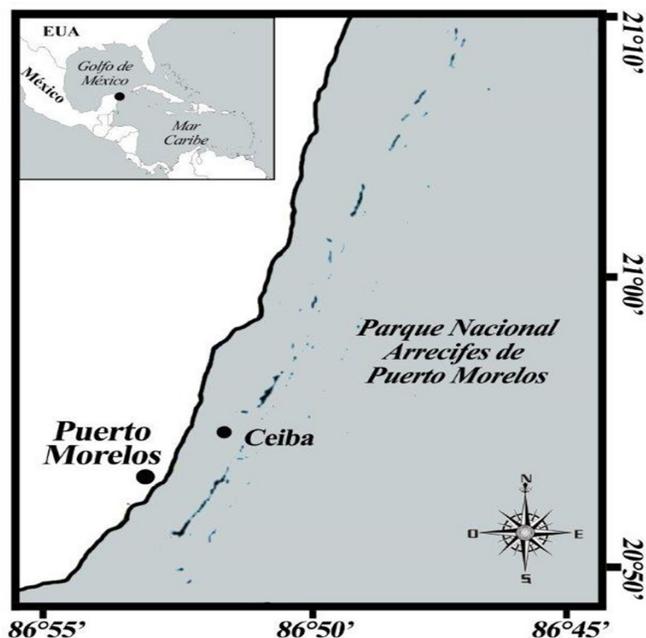


Figura 1. Área de colecta de muestras de plancton, en la localidad La Ceiba en Puerto Morelos, Quintana Roo, México.

RESULTADOS

Densidad Larval entre Fases Lunares y en Función del Coeficiente de Marea

La densidad larval durante Luna Llena (LL) fue de 0.72 ± 0.66 larvas/10 m³, mientras que en Luna Nueva (LN) se registraron 0.46 ± 0.44 larvas/10 m³ (Figura 2). La densidad larval entre fases lunares mostró variación significativa ($p \leq 0.0001$). Las Figuras 3 muestran la densidad larval de *S. gigas* para LL durante las mareas baja y alta y la Figura 4 para la LN, en ambas mareas.

Durante la LL (Figura 3) se presentaron mayores abundancias en las fases de pleamar (1.16 ± 0.62 larvas/10 m³). La densidad larval con los coeficientes de marea mostró variación significativa ($p = 0.0125$).

En LN, la densidad larval fue bastante homogénea independientemente de la fase de marea con valores de 0.37 ± 0.41 a 0.55 ± 0.44 larvas/10 m³ (Figura 4), no habiendo diferencia significativa entre la densidad larval y los coeficientes de marea para esta fase lunar ($p = 0.0532$).

Densidad Larval entre Profundidades

En la Figura 5 se observa la densidad larval de *S. gigas* en función de la profundidad durante LL (Figuras 5a y 5c) y para la LN (Figuras 5b y 5d). El coeficiente de marea corresponde a la media de los cuatro coeficientes de marea para cada día. Durante la LL, la mayor abundancia fue de 1.17 ± 0.83 larvas/10 m³ en superficie. A partir del día de LL (13 de junio), la abundancia larval disminuyó en superficie de 0.97 ± 0.68 a 0.42 ± 0.64 larvas/10 m³, (Figuras 5a) y en el fondo de 0.74 ± 0.60 a 0.42 ± 0.39 larvas/10 m³ (Figura 5c). La densidad larval con la profundidad presentó variación significativa ($p = 0.0034$).

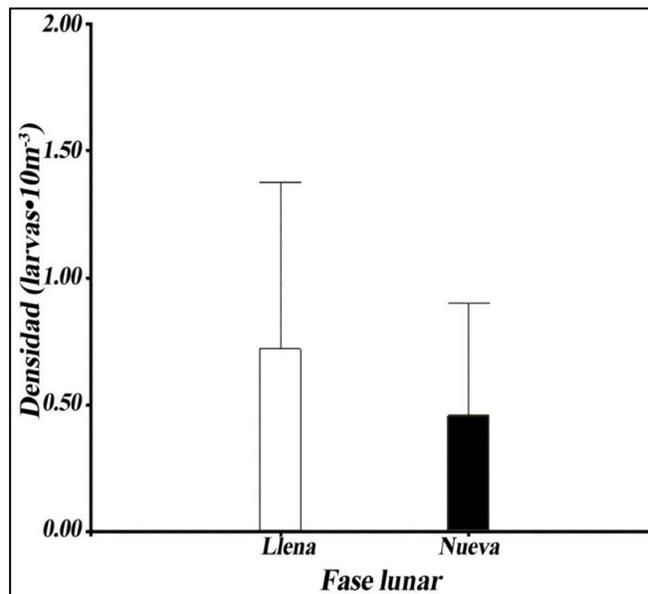


Figura 2. Densidad larval de *Strombus gigas* durante Luna Llena (n = 360) y Luna Nueva (n = 360).

Durante la LN, la abundancia larval se mantuvo homogénea entre profundidades, siendo ligeramente menor en superficie (Figura 5b) con una media de 0.42 ± 0.47 larvas/10 m³, que en fondo, 0.48 ± 0.42 larvas/10 m³ (Figura 5d). No se observó variación significativa entre la abundancia larval y la profundidad ($p = 0.1981$).

Densidad Larval en Función de la Profundidad y Coeficiente de Marea

Las Figuras 6 y 7 muestran la densidad larval de *S. gigas* en función de la profundidad para cada coeficiente de marea durante LL y LN, respectivamente.

Luna Llena (LL) — En la Figura 6 se muestra la densidad larval de *S. gigas* en función de la profundidad y coeficientes de marea en LL. Las mayores densidades, 1.95 ± 0.58 y 1.58 ± 0.82 larvas/10 m³ se observaron en superficie, con los coeficientes de marea de 13 y 18 cm, mostrando diferencias significativas ($p = 0.0025$) y mayor variabilidad en la densidad larval (Tukey). Por lo que respecta a la densidad en fondo, esta fue menor que en superficie y con menor variabilidad por efecto del coeficiente de marea.

Luna Nueva (LN) — En la Figura 7 se muestra la densidad larval de *S. gigas* en función de la profundidad y coeficientes de marea en LN. En fondo la abundancia larval fue más o menos homogénea, y en general mayor que en superficie, con valores de 0.09 ± 0.22 y 0.79 ± 0.44 .

En superficie se presentaron las mayores densidades en las pleamares, en el coeficiente de marea 17 cm, con 1.21 ± 0.42 y 1.11 ± 0.35 larvas/10 m³. Por otra parte, en tres fases de bajamar no se encontraron larvas. Tanto en fondo como en superficie, la densidad larval mostró diferencias significativas en función de la profundidad y coeficiente de marea ($p = 0.0198$ (Tukey, $p \leq 0.05$)).

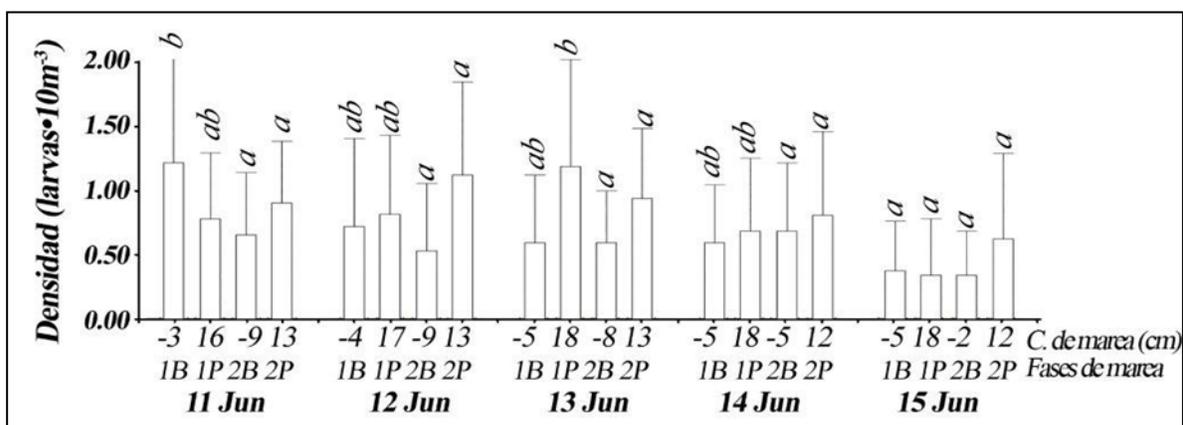


Figura 3. Densidad larval de *Strombus gigas* en función del coeficiente de marea durante Luna LLena. En cada día para cada coeficiente de marea el número de muestras fue n = 18.

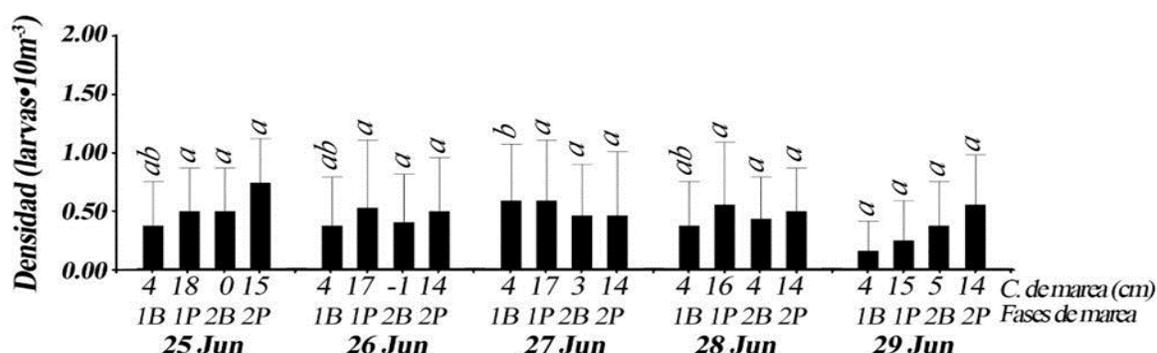


Figura 4. Densidad larval de *Strombus gigas* en función del coeficiente de marea durante Luna Nueva. En cada día y para cada coeficiente de marea el número de muestras fue n = 18.

DISCUSIÓN

La abundancia de larvas de *Strombus gigas* en el medio es atribuida a diferentes factores. Stoner et al. (1992) y de Jesús Navarrete (1999) señalan que la densidad larval de *S. gigas* es influenciada por factores fisicoquímicos, principalmente la temperatura. Barile et al. (1994) señalan que la abundancia larval de esta especie está asociada al fotoperiodo. Por otra parte, Stoner y Davis (1997b), al estudiar la distribución vertical de larvas *S. gigas* en profundidades de 1, 8 y 18 m, reportan mayor abundancia en superficie independientemente del horario de colecta (diurno o nocturno). En el presente estudio se observó que la abundancia larval de *S. gigas* fue significativamente más grande en LL que en LN, posiblemente correlacionado con la actividad reproductiva de *S. gigas* (Santana 2014). Durante la LL y LN, la abundancia aumentó a medida que aumenta el coeficiente de marea (pleamar) en superficie; sin embargo la abundancia larval no presenta variaciones con el coeficiente de marea en fondo (Figuras 6 y 7). Sobre el efecto de las mareas, Daigle et al. (2014) reportan el efecto de las mareas sobre la abundancia larval de gasterópodos, sin embargo estos autores realizaron arrastres de plancton solo en superficie.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT México, proyecto: "El caracol rosa como indicador de Cambio climático en el Caribe: Calentamiento y Acidificación Oceánica: CB-2011-01/169518). Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida. Al equipo de la Conanp Puerto Morelos, Oscar Álvarez Gil, Rosa Loreto Viruel, Luis Alberto Ramos, Rodolfo Franco y Dony Canul por apoyo en la colecta de plancton. Prepodio:

LITERATURE CITADA

- Barile, P.J., A.W. Stoner y C.M. Young. 1994. Phototaxis and vertical migration of the queen conch (*Strombus gigas*, Linné) veliger larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **183**:147-162.
- Daigle, R.M., A. Metaxas y B. deYoung. 2014. Fine-scale distribution and spatial Variability of Benthic Invertebrate Larvae in an Open Coastal Embayment in Nova Scotia, Canada. *PLoS ONE* **9**(8):e106178.
- Davis, M., C.A. Bolton y A.W. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth, and shell morphology in three Caribbean *Strombus* species. *Veliger* **36**(3):236-244.
- de Jesús Navarrete, A. 1999. *Distribución y Abundancia de Larvas Veligeras de Strombus gigas en Banco Chinchorro Quintana Roo, México*. Tesis doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. pp. 223.
- Oliva-Rivera, J.J y A. de Jesús Navarrete. 2007. Larvas de moluscos gasterópodos del sur de Quintana Roo, México. *Hidrobiológica* **17**(2):151-158.
- Stoner, A.W. y M. Davis. 1997. Abundance and distribution of queen conch veligers (*Strombus gigas* Linne) in the central Bahamas. II. Vertical patterns in nearshore and deep-water habitats. *Journal of Shellfish Research* **16**(1):19-29.

Santana Flores, P. y Aldana Aranda, D. 2014. Effort and reproductive seasonality and spawning queen conch *Strombus gigas*. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 66:258-260.

Stoner, A.W., V.J. Sandt y I.F. BoidronMetairon. 1992. Seasonality in reproductive activity and larval abundance of queen conch, *Strombusgigas*. *Fishery Bulletin U.S.* 90:161 - 170.

Young, C.M. 1995. Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life. Paginas 249-277 en: L. McEdward (ed.) *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*. CRC.Press, Boca Raton, Florida USA.

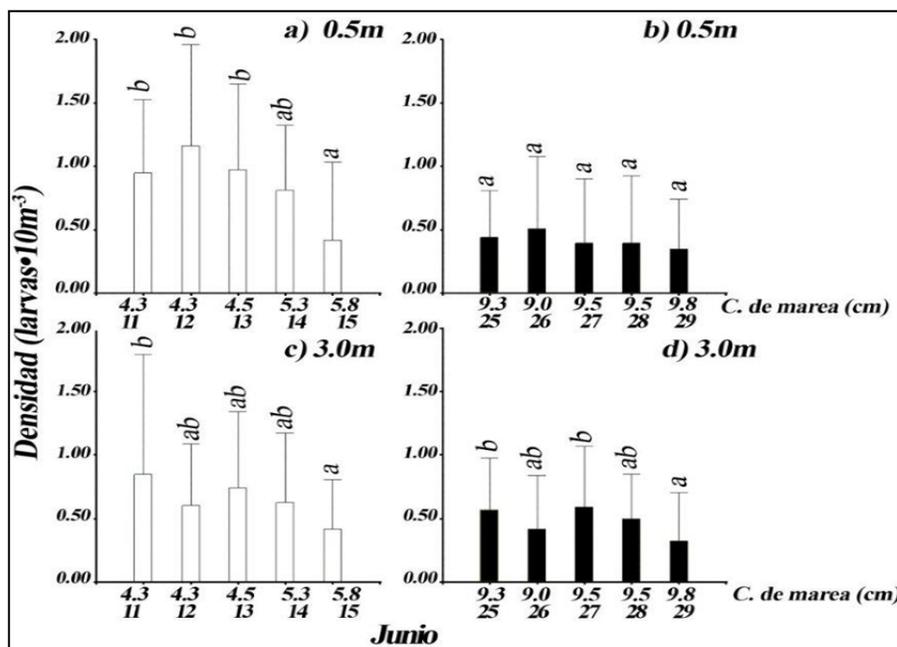


Figura 5. Densidad larval de *Strombus gigas* en función de las profundidades de 0.5 m y 3.0m; en Luna LLena (A y C) y Luna Nueva (B y D). Número total de muestras analizadas para cada fase lunar y cada profundidad fue de n = 180) .

Tabla 1. Monitoreos realizados en junio en Luna LLena y Luna Nueva (n= 720 muestras). C.M., Coeficiente de Marea. En cada fecha se realizaron 6 arrastres.

Mes	Fase lunar	Fecha Junio	Número de estaciones	Profundidad de los arrastres (m)	Hora de colecta y coeficiente de marea (cm)							
					1 ^{era} Bajamar		1 ^{era} Pleamar		2 ^{da} Bajamar		2 ^{da} Pleamar	
					Hora	C.M. (cm)	Hora	C.M. (cm)	Hora	C.M. (cm)	Hora	C.M. (cm)
Junio	Llena	11	6	-0.5 -3.0	01:49	-3	07:40	16	14:16	-9	20:38	13
		12	6	-0.5 -3.0	02:29	-4	08:28	17	15:03	-9	21:18	13
		13	6	-0.5 -3.0	03:15	-5	09:21	18	15:52	-8	22:00	13
		14	6	-0.5 -3.0	04:02	-5	10:17	18	16:42	-5	22:40	13
		15	6	-0.5 -2.5	04:56	-5	11:18	18	17:36	-2	23:40	12
		25	6	-0.5 -2.5	02:13	4	08:23	18	14:52	0	20:55	15
	Nueva	26	6	-0.5 -2.5	02:43	4	09:04	17	15:30	1	21:23	14
		27	6	-0.5 -3.0	03:13	4	09:45	17	16:05	3	21:49	14
		28	6	-0.5 -3.0	03:42	4	10:22	16	16:37	4	22:13	14
		29	6	-0.5 -3.0	04:13	4	10:57	15	17:08	6	22:39	14

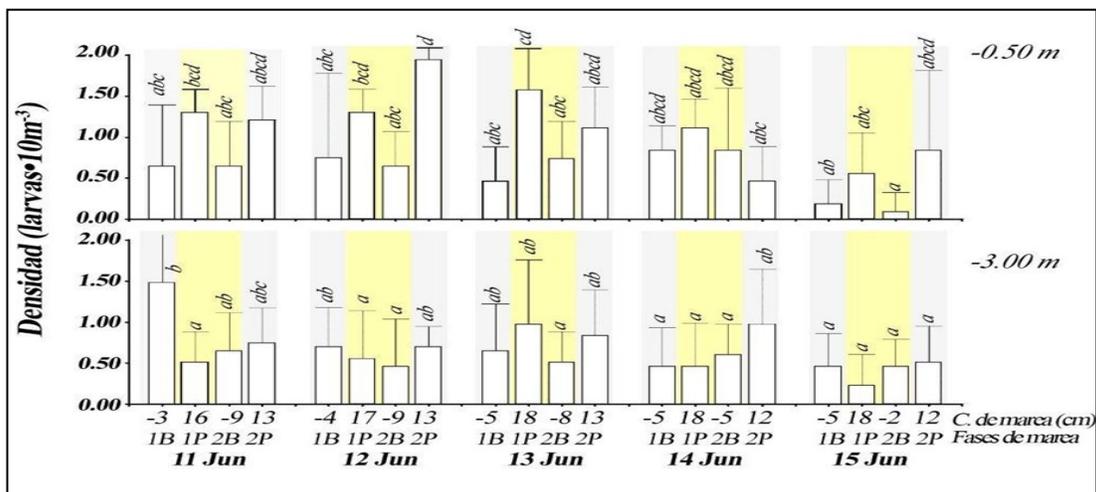


Figura 6. Densidad larval de *Strombus gigas* durante Luna Llena, en función de las profundidades: superficie, (0.5m) y fondo (3.0 m) para cada coeficiente de marea. La sombra amarilla indica los muestreos diurnos y la sombra gris, los muestreos nocturnos o de madrugada.

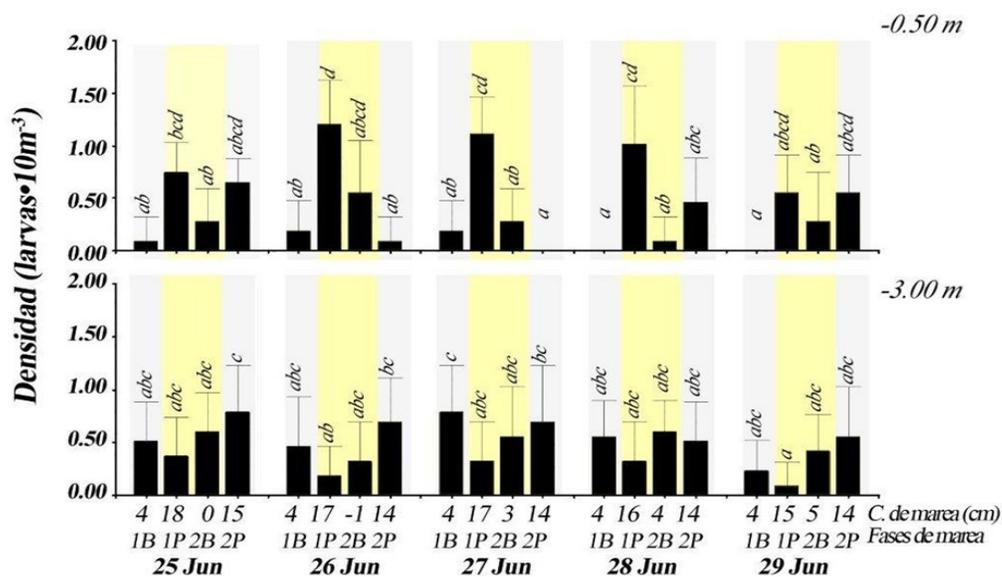


Figura 7. Densidad larval de *Strombus gigas* durante Luna Nueva, en función de las profundidades: superficie, 0.5m y fondo (3.0 m) para cada coeficiente de marea. La sombra amarilla indica los muestreos diurnos y la sombra gris, los muestreos nocturnos o de madrugada.