

MACROZOOBENTOS COMO ESTIMADOR DEL POTENCIAL ALIMENTARIO PARA LA LANGOSTA ESPINOSA (*PANULIRUS ARGUS*) EN TRES ZONAS AL SUR DE PINAR DEL RÍO, CUBA

ALEXANDER LOPEZTEGUI-CASTILLO¹ Y NORBERTO CAPETILLO-PIÑAR²

Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP)
5ta Ave. y 248, Santa Fé, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba
Telf: 208 86 38

¹Ave. 25, #15006, % 150 y 152, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba
sasha@cip.telemar.cu

²Calle 204, # 37002, % 397 y 399, Stgo.
De las Vegas, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba
norberto@cip.telemar.cu

Resumen. Por la importancia que tienen las comunidades bentónicas en las tramas tróficas, y porque algunos de los componentes del bentos forman parte de la dieta de la langosta espinosa (*Panulirus argus*), se efectuó, durante los meses de Julio y Noviembre (2003) y Febrero (2004), la evaluación del macro y algunos elementos del megazoobentos en tres zonas del occidente de Cuba (Bacunagua, Dayanigua y Coloma), al sur de Pinar del Río. Se tomaron las muestras con una draga modelo Ekman de 0,02 m² de área efectiva, y se separaron en tamices de 4,0; 1,0 y 0,5 mm de luz de malla. Fueron analizados factores abióticos en agua (temperatura y salinidad) y en sedimento (granulometría). Se registraron en total 1.935 organismos (447,9 org/m²), de los cuales 41,8% fueron poliquetos, 11,2% nemátodos, 4,1% sipuncúlidos, 25,0% moluscos, y 5,3% crustáceos. Bacunagua fue el área de mayor densidad de organismos y grupos representados, y Febrero fue el mes de mayor abundancia de macrozoobentos. Con respecto a años anteriores, las densidades totales de organismos mostraron una disminución del 94,6%. Sólo el 49,1% del macrozoobentos resultó alimento potencial para la langosta espinosa, estimando que éste se encuentra disminuido en un 82,7%. Se detectaron elevadas salinidades en zonas próximas a la costa. Se concluye que el macrozoobentos no presenta un desarrollo satisfactorio en las áreas estudiadas, por lo que el potencial alimentario para *P. argus* se encuentra considerablemente disminuido. *Recibido: 18 enero 2008, aceptado: 09 junio 2008.*

Palabras clave. Langosta espinosa, *Panulirus argus*, macrozoobentos, potencial alimentario, Cuba.

MACROZOOBENTHOS AS ESTIMATOR OF POTENTIAL
FOOD FOR THE SPINY LOBSTER (*PANULIRUS ARGUS*) IN THREE ZONES
SOUTH OF PINAR DEL RÍO, CUBA

Abstract. Due to the importance of benthic communities in the food chain, and because some benthos components comprise the diet of Spiny Lobsters (*Panulirus argus*), we evaluated macro- and some elements of megazoobentos in three zones (Bacunagua, Dayanigua, and Coloma) south of Pinar del Río, in western Cuba. Sampling was done in July and November (2003) and February (2004), using an Ekman dredge (0.02 m² effective sampling area), and separating organisms in sieves with 4.0, 1.0 and 0.5 mm mesh sizes. Abiotic variables in water (temperature and salinity) and sediment (granulometry) were also analyzed. A total of 1,935 organisms were registered (447.9 org/m²), including polychaetes (41.8%), nematodes (11.2%), sipunculids (4.1%), mollusks (25.0%), and crustaceans (5.3%). Greater organism density and more representative groups were observed in Bacunagua zone, and macrozoobenthos abundance was highest in February. Total organism density was 94.6% less than in previous years, and only 49.1% of macrozoobenthos represented potential food for lobsters. We estimate that spiny lobsters have diminished by 82.7%. High salinities were detected near the coast. We conclude that macrozoobenthos does not display satisfactory development in the study areas, suggesting that potential foods for *P. argus* may be considerably diminished. *Received: 18 January 2008, accepted: 09 June 2008.*

Key words. Spiny Lobster, *Panulirus argus*, macrozoobenthos, food potential, Cuba.

INTRODUCCIÓN

La langosta del Caribe *Panulirus argus* (Latreille, 1804), comúnmente conocida como langosta espinosa, soporta el grueso de las pesquerías de langostas espinosas que se desarrollan en el Atlántico Centro-Occidental (Baisre y Cruz 1994) y constituye el principal recurso pesquero de Cuba. La pesquería de langosta en este país es reconocida como una de las mejores manejadas de la región, pero incluso a pesar de la introducción de nuevas medidas de ordenamiento, control y vigilancia, las capturas presentan un descenso progresivo desde un promedio de 11.500 t en 1984-1988 (100 millones de dólares como ganancia anual) hasta aproximadamente 7.524 t en 1997-2001 (sólo 60 millones de dólares como ganancia) (Puga y León 2003).

Recientemente Puga (2005) ha reportado ganancias de 70 millones de dólares anuales (como promedio 2000-2004), pero sin una real recuperación de las capturas, que continúan descendiendo hasta aproximadamente 4.400 t en 2006, lo que implica grandes pérdidas económicas para el país.

Aunque poco desarrolladas han sido en Cuba las investigaciones sobre el bentos en relación con los recursos pesqueros, este tipo de estudios ocupan un lugar importante en el conocimiento de las relaciones tróficas que se establecen entre los organismos marinos (Buesa 1965, Herrnkind *et al.* 1975, Lalana *et al.* 1989). Las potencialidades productivas de una región pesquera dada pueden ser indirectamente conocidas a partir del estudio de sus comunidades bentónicas (Gómez *et al.* 1980), y puede determinarse incluso, si la abundancia de organismos bentónicos, asumida como disposición de alimento potencial, está afectando o no la abundancia y distribución de otros recursos marinos de la zona.

Teniendo en cuenta que gran parte de las especies bentónicas que habitan la plataforma submarina de Cuba constituyen la base de la dieta natural de *P. argus*, las investigaciones sobre estas temáticas tienen un valor especial para la comunidad científica tanto nacional como internacional, debido a que la información acumulada contribuye a dilucidar las relaciones existentes entre las langostas y su hábitat, pudiendo además la calidad de este último ser evaluada a partir de la estimación del estado de las comunidades bentónicas. Las variaciones en la abundancia y distribución de *P. argus* pueden ser consecuencia de variaciones en las comunidades de los organismos del bentos que constituyen su alimento potencial, por lo que esta relación, así como los estudios al respecto, tienen gran importancia para Cuba sobre todo desde el punto de vista pesquero.

El Golfo de Batabanó, región suroccidental de Cuba, es la región pesquera más importante a nivel nacional, por lo que los estudios sobre langostas adquieren gran significación en esta área. La zona costera sur de la Provincia de Pinar del Río, límite norte del Golfo de Batabanó, se caracteriza por ser un área de cría de juveniles de *P. argus* y una zona donde los hábitats naturales están aparentemente dañados. Los fondos son mayormente fango-arenosos, de color gris oscuro y con olor a sulfhídrico (Alcolado 1990). La vegetación marina en esta zona ha pasado de densidad media en los 80' (Jiménez y Alcolado 1990) a escasa y parcheada en la actualidad (Martínez-Daranas *et al.* 2005). Areces *et al.* (2006), estimaron entre 1985 y 2005, una pérdida aproximada del 24,9% en la superficie cubierta por fanerógamas marinas en esta área, lo que puede implicar, entre otros efectos, variaciones significativas

en la abundancia y distribución de los organismos bentónicos. Este estudio tiene como objetivos conocer el estado actual del potencial alimentario para *P. argus* y determinar la variación espacio-temporal del zoobentos así como su posible relación con factores abióticos, en la zona sur de la Provincia de Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

ZONA DE ESTUDIO

Tres zonas de muestreo (ensenadas de Bacunagua, Dayanigua y Coloma) se ubicaron para el trabajo en la zona costera del sur de Pinar del Río, según se ilustra en la Figura 1. La porción N de estas tres zonas está limitada por manglares que en determinadas porciones presentan síntomas de deterioro.

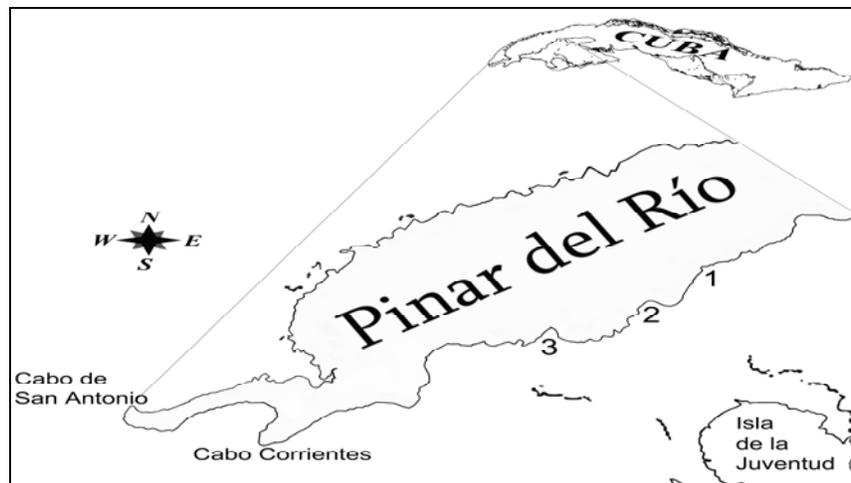


Figura 1. Zona de estudio y áreas de muestreo, en Pinar del Río, Cuba: 1) Ensenada de Bacunagua, 2) Ensenada de Dayanigua, y 3) Ensenada de Coloma.

RED DE ESTACIONES Y MUESTREOS

Se situaron en cada área de muestreo tres transeptos perpendiculares a la línea de costa por una distancia de 4 millas mar adentro. Se ubicaron cuatro estaciones en cada transepto a la distancia de una milla entre sí, teniendo como resultado 12 estaciones por cada zona de estudio. Además, se establecieron por área de muestreo entre 3 y 4 sitios para la toma de datos abióticos tanto del agua (temperatura, salinidad) como del sedimento (granulometría, expresada

en % de arena, fango y arcilla). Dichos sitios se ubicaron intencionalmente en zonas próximas y alejadas de la costa, y aunque no fue posible en todos los casos, se logró que la mayoría de éstos coincidieran con estaciones biológicas.

Se realizaron los muestreos en el mes de julio y noviembre del 2003 y febrero del 2004. Los factores abióticos en sedimentos (granulometría) se registraron sólo en noviembre del 2003. Las muestras destinadas a los análisis biológicos se tomaron utilizando una draga modelo Ekman de 0,02 m² de área de muestreo efectiva. Se replicó el muestreo dos veces por cada estación. Las muestras se almacenaron en nylon y se fijaron con formol al 10%. La temperatura se midió con un termómetro de copa y la salinidad con un refractómetro.

PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS Y DE LOS DATOS

Una vez en el laboratorio las muestras se pasaron por tamices de 4, 1 y 0,5 mm de luz de malla. El contenido de cada tamiz (entre 4 y 1, y entre 1 y 0,5) fue pasado a frascos por separado, rotulado y formolizado al 10%. Se procedió luego a la coloración de la materia orgánica con Eosina para facilitar la identificación de los organismos, la cual se realizó bajo microscopio estereoscópico y con la ayuda de bibliografía especializada.

Se calcularon las densidades para cada área y mes de muestreo, así como su composición porcentual, empleándose para ello hojas de cálculo de Excel sobre Windows 2000. Los datos se transfirieron al Software Primer 5 para Windows (v.5.2.9) y se determinó la afinidad entre las muestras tomadas en cada área mediante el análisis de ordenación Escalado Multidimensional no Métrico (NMDS), con las abundancias de todos los grupos taxonómicos transformados a raíz cuadrada utilizando la opción de agrupamiento promedio, partiendo de la matriz de similitud de Bray-Curtis. Para detectar entre qué zonas y meses se establecen diferencias significativas, tanto a nivel espacial como temporal, se efectuó un análisis de similitud, ANOSIM (Clarke and Warwick 1994). El estadístico utilizado en este análisis fue R, mientras mayor su valor, mayores son las diferencias entre las muestras (zonas o meses de muestreo en este caso).

COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA ABUNDANCIA DE MACROZOOBENTOS

Este análisis se realizó entre áreas y meses comparando los muestreos actuales con Gómez *et al.* (1980), ya que la metodología utilizada y la similitud espacio-temporal de algunas de las estaciones así lo permitieron. Para la comparación se utilizaron las estaciones 11 y 12 (Dayanigua), la

estación 13 (Bacunagua), y la estación 10 (Coloma), todas trabajadas en el verano de 1967. Además, la estación 64 (Dayanigua), trabajada en el invierno de 1970, y la estación 70 (Coloma), trabajada durante varios meses de 1972. Para la conformación de la época de invierno en nuestro estudio se promediaron los meses de noviembre y febrero.

RESULTADOS

COMUNIDADES BENTÓNICAS

Se colectaron un total de 1.935 organismos ($447,92 \text{ org/m}^2$) entre los que pudieron identificarse representantes de 29 grupos zoológicos y una categoría adicional (organismos no identificados) creada para agrupar a los ejemplares que no pudieron ser identificados. El 41,76% de los organismos colectados fueron poliquetos, el 11,21% nemátodos y un 4,13% sipuncúlidos. Sólo el 5,27% fueron crustáceos y un 25,01% fueron moluscos, de los cuales el 20,52% fueron pelecípodos. Las densidades de los grupos más abundantes (poliquetos, moluscos, crustáceos, nemátodos y sipuncúlidos) se muestran por áreas y valor total (densidad media con desviación estándar) en la Figura 2. A pesar de sus relativamente bajas abundancias, anfipodos fue el grupo de menor variación espacial, es decir, tuvieron una abundancia similar en todas las áreas.

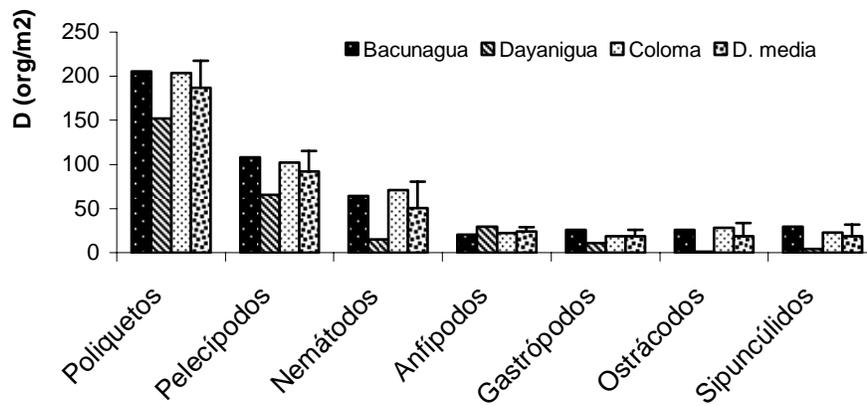


Figura 2. Densidad total y por área de los táxones mejor representados.

La densidad media por meses y áreas así como sus valores totales, y la cantidad de grupos zoológicos representados, se muestran en la Tabla 1. Aunque se aprecia que febrero es el mes de relativamente mayores densidades en todas las áreas, en ninguna de éstas existe estabilidad en cuanto al comportamiento temporal de la densidad, sólo en Coloma ocurrió un aumento relativamente gradual de julio a febrero, en el resto de las áreas la densidad disminuyó alcanzando un mínimo en noviembre y aumentó luego hasta un máximo en febrero.

Tabla 1. Densidad de organismos por áreas y meses de muestreo, en tres zonas al sur de Pinar del Río, Cuba.

Zona	Julio		Noviembre		Febrero		Total por Área
	S	D (org/m ²)	S	D (org/m ²)	S	D (org/m ²)	
Bacunagua	14	560,42	9	193,75	17	854,17	536,11
Dayanigua	12	177,08	6	58,33	13	695,83	310,41
Coloma	5	41,67	5	206,25	12	1.239,58	495,66
Total por mes		259,72		152,78		929,86	

S = Número de grupos zoológicos por área para cada mes.

De la mayor densidad en Bacunagua, en julio, fueron responsables poliquetos (252,08 org/m², 86% tubícolas) y pelecípodos (152,08 org/m²). En noviembre, aunque disminuyen tanto las densidades como la representación por grupos para Bacunagua y Dayanigua, en Coloma se encontraron nuevamente cinco grupos (en su mayoría diferentes a los de julio) y la densidad aumentó significativamente gracias al aumento de pelecípodos (de 2,08 a 154,17 org/m²) y a la aparición de grupos como gastrópodos y ostrácodos (18,75 y 12,50 org/m² respectivamente). La mayor densidad de Coloma en febrero fue causada fundamentalmente por poliquetos (581,25 org/m², 77% tubícolas) y nemátodos (197,92 org/m²). En la Figura 3 se muestran los resultados del análisis de la variación temporal de la densidad de los tres grupos zoológicos más abundantes. Nótese que a pesar de sus relativamente bajas abundancias, pelecípodos fue el grupo de comportamiento más estable durante el período de muestreo.

El análisis multidimensional no métrico (NMDS), para índice de estrés de 0,05, valor bajo que indica un alto grado de fidelidad y de similitud entre la representación estadística y la realidad, arroja como resultado que existen diferencias significativas entre las áreas de estudio en cuanto a la composición

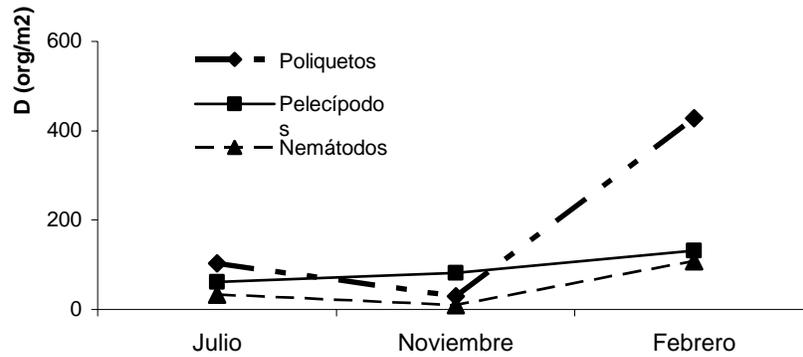


Figura 3. Comportamiento temporal de la densidad de organismos de los tres grupos más representados (poliquetos, pelecípodos y nemátodos).

y abundancia del bentos animal. Es decir, la estructura comunitaria del macrozoobentos, aunque presenta puntos coincidentes, no es semejante en las tres zonas de muestreo. Lo planteado anteriormente se corrobora con el análisis ANOSIM a dos vías (Tabla 2). Se demuestra que en cuanto a los sitios de muestreos, las mayores diferencias están entre Dayanigua y la Coloma, no siendo así para Bacunagua-Coloma, que presentan la mayor similitud. En cuanto a los meses, julio-noviembre y noviembre-febrero, fueron los que presentaron diferencias significativas.

Tabla 2. Resultado del ANOSIM a dos vías para analizar diferencias entre áreas y meses de muestreos, en tres zonas al sur de Pinar del Río, Cuba.

Áreas de Muestreos			Meses de Muestreos		
Combinaciones	R	% Sig.	Combinaciones	R	% Sig.
Bacunagua-Dayanigua	0,146	0,45	Julio-Noviembre	0,920	0,34
Bacunagua-Coloma	0,296	0,28	Julio-Febrero	0,410	2,50
Dayanigua-Coloma	0,889	0,37	Noviembre- Febrero	0,970	0,48

La Tabla 3 presenta de forma comparativa los resultados obtenidos por Gómez *et al.* (1980) (muestreos de 1967) y las densidades obtenidas para el mes de Julio en las tres áreas de muestreo trabajadas en este estudio. Se presentan los resultados de los grupos taxonómicos más abundantes hallados en común. En Dayanigua y Coloma se aprecia una disminución en la densidad

de los grupos. En Bacunagua, área de mejor estado haciendo referencia a las comunidades macrozoobentónicas, se verifica un aumento de la mayoría de los grupos.

Tabla 3. Densidades (org/m²) obtenidas en los muestreos de 1967 (Gómez *et al.* 1980), y los valores obtenidos para julio en las áreas de muestreo del presente estudio, al sur de Pinar del Río, Cuba.

Grupo Zoológico	Gómez — Bacunagua		Gómez — Dayanigua		Gómez — Coloma	
Poliquetos	20,00	252,08	85,00	45,83	140,00	12,50
Crustáceos	25,00	41,67	65,00	56,25	30,00	0,00
Moluscos	95,00	152,08	220,00	39,58	900,00	2,08
Equinodermos	40,00	0,00	105,00	0,00	60,00	2,08

Las Figuras 4 y 5 muestran de forma comparativa el resultado de los análisis de densidad respecto a la época de invierno de 1970 y a Coloma 1972, respectivamente. Nótese que en todos los casos se aprecia una disminución en la abundancia de los grupos en cuestión, la cual se hace extrema en el caso de nemertinos, los cuales no fueron encontrados en nuestro estudio. Teniendo en cuenta la abundancia de los grupos comunes según Gómez *et al.* (1980) (en todos los años muestreados), se pudo determinar una disminución de 94,62% en la densidad del macrozoobentos, y de 82,71% en la densidad de los grupos que constituyen alimento potencial para las langostas (moluscos, crustáceos y equinodermos).

TEMPERATURA, SALINIDAD DEL AGUA Y GRANULOMETRÍA

Para los meses de invierno (noviembre y febrero) la temperatura osciló entre 24 y 27 °C, y entre 28 y 31 °C para el verano (julio). Las mediciones de salinidad se realizaron en zonas próximas al litoral donde se obtuvieron valores entre 33 y 38 partes por mil (‰), y en zonas alejadas de la costa se registraron valores entre 36 y 37‰. La Tabla 4 presenta la granulometría hallada en cada zona de estudio. Se clasifican los fondos en arena, fango y arcilla, y se dan los porcentajes correspondientes a cada estación.

El mayor porcentaje de arena (casi un 60%) se encuentra en la Coloma. Los fondos en Dayanigua y Bacunagua son mayormente fangosos (más del 50%). La fracción de arcilla es mayor en Bacunagua, aunque nunca excede el 7%. De manera general, en la región de estudio predominaron los sedimentos con más fango que de arena. La profundidad promedio en el área trabajada resultó ser de 4,3 m.

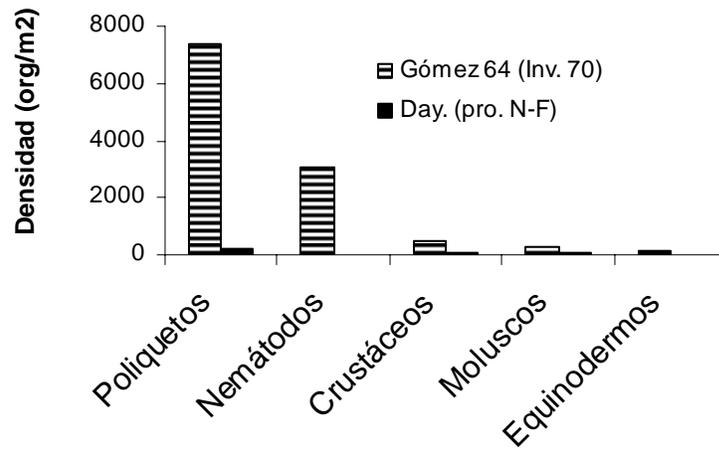


Figura 4. Comportamiento de la densidad promedio en Dayanigua (noviembre y febrero) respecto a lo obtenido por Gómez *et al.* (1980) en el invierno de 1970. Se presentan los grupos comunes más abundantes.

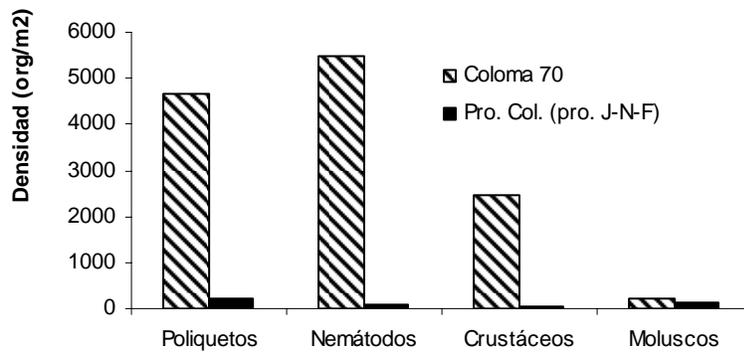


Figura 5. Comportamiento de la densidad promedio total en Coloma con respecto a lo obtenido por Gómez *et al.* (1980) en 1972. Se presentan los grupos comunes más abundantes.

Tabla 4. Profundidad y composición granulométrica de los sedimentos en los tres zonas de estudio, al sur de Pinar del Río, Cuba. Se indica entre paréntesis la distancia en millas de las estaciones a la costa.

Sitios	Profundidad (m)	Arena (%)	Fango (%)	Arcilla (%)
Coloma	4 (2)	94,7	4,5	0,7
Coloma	3 (1)	31,1	61,6	7,3
Coloma	5 (4)	50,8	45	4,2
Media =	4	58,8	37	4
Dayanigua	1 (1)	29	64,2	6,9
Dayanigua	4 (3)	60,6	35,6	3,8
Dayanigua	2 (2)	23,2	70,7	6,1
Dayanigua	4 (4)	57,6	39	3,4
Media =	2,7	42,6	52,3	5
Bacunagua	4 (3)	19,9	69,7	10,4
Bacunagua	2 (2)	18,3	76	5,7
Bacunagua	2 (1)	68,6	29	2,4
Bacunagua	5 (4)	42,8	51,4	5,8
Media =	3	39,5	56,5	6,7

DISCUSIÓN

La temperatura se mantuvo entre los límites tolerables para la vida de los organismos, presentando escasas fluctuaciones debidas fundamentalmente a variaciones estacionales. Los valores obtenidos son similares a los de Piñeiro y Márquez (2001) y Piñeiro *et al.* (2002), lo que evidencia que los mismos se enmarcan dentro de los valores normales para la zona. Se apreció además la influencia de la hora al momento de la medición y la proximidad a fuentes de agua dulce, siempre más frías.

Los valores de salinidad obtenidos son similares a los reportados por Piñeiro y Márquez (2001) y Piñeiro *et al.* (2002). Estos últimos autores obtuvieron mediciones de 38‰ en Bacunagua, 34‰ en Dayanigua y 37‰ en Coloma, y además salinidades particularmente altas en zonas próximas a la costa, al igual que en nuestro estudio. Esto corrobora el proceso de salinización que está teniendo lugar en todo este litoral, relacionado quizás con la gradual disminución del escurrimiento como consecuencia de las escasas precipitaciones en los últimos años (2000-2006) y del represamiento de

algunos de los ríos que desembocan en la zona. Piñeiro (2004, 2006) plantea que el represamiento y la canalización de los ríos en Cuba han ocasionado una reducción en el aporte de agua dulce a la zona costera, provocando un aumento de la salinidad y disminuyendo el acarreo de materia orgánica y nutrientes.

Teniendo en cuenta la disminución de la fauna macrobentónica, parece que los elevados valores de salinidad afectan negativamente la ecología de la zona, fundamentalmente en áreas próximas a la costa. Según Grimes (2001) y Caddy y Defeo (2003), las actividades humanas en tierra pueden, por diversos mecanismos como el represamiento, ocasionar la disminución de la productividad de recursos pesqueros como los crustáceos y moluscos. Baisre (2000, 2006) considera que la actividad antrópica en tierra afecta actualmente la llegada de nutrientes a la zona costera y sugiere la incidencia de este fenómeno sobre el descenso de las capturas de la mayor parte de los recursos pesqueros de Cuba desde finales de los 80'.

Las diferencias que en cuanto a la densidad de organismos se hallaron entre las áreas de muestreo, fundamentalmente entre Dayanigua y Coloma, pueden deberse además a efectos antrópicos. Dierksmeier *et al.* (1997) en un estudio sobre la presencia de pesticidas organoclorados en el sedimento y en la biota de Dayanigua, hallaron DDT, DDE y DDD con concentraciones entre 11,2 y 23,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, que resultan relativamente bajas pero que sugieren alguna contaminación en la zona. De manera general, se aprecia que el número de grupos zoológicos representados y la densidad de organismos tienden a ser menores en Dayanigua y Coloma que en Bacunagua, lo que da idea de que estas áreas pueden estar sometidas a diferentes condiciones. Es posible que el estrés antrópico (la influencia desde tierra) sea diferencial en cada una de estas áreas. Bacunagua parece ser el área menos afectada de la región, presenta el mayor número de grupos taxonómicos y densidades de organismos relativamente elevadas, observándose en ella un comportamiento más estable de todos los parámetros analizados.

Al comparar Coloma con muestreos de años anteriores notamos que tanto las densidades de organismos como la representación de grupos zoológicos son significativamente menores, por lo que se le puede considerar proporcionalmente la más dañada siendo posible entonces establecer un gradiente en cuanto a la abundancia de la macrofauna que se mueve, de mejores condiciones a mayor afectación, desde Bacunagua hasta Coloma. Un aspecto a tener en cuenta es que incluso dentro de cada área hay una alta heterogeneidad en cuanto a la distribución del macrozoobentos, que puede

estar causada, entre otros factores, por la pérdida de grandes áreas de vegetación marina y la heterogeneidad granulométrica del sustrato.

Los principales grupos hallados (poliquetos, moluscos, crustáceos, nemátodos y equinodermos) coinciden con los reportados por Gómez *et al.* (1980), Ibarzábal (1982) y Lalana *et al.* (1987), pero las densidades son considerablemente menores en este estudio. Estas bajas densidades están además influenciadas por la relativamente alta abundancia de poliquetos y nemátodos, por lo que no implican la existencia de condiciones adecuadas para soportar poblaciones relativamente densas de *Panulirus argus*, menos si tenemos en cuenta que según Herrera *et al.* (1991), del potencial de invertebrados bentónicos sólo un cierto porcentaje es aprovechado por la langosta. Poliquetos y nemátodos pueden ser además considerados como indicadores de deterioro (Alcolado 1999) y no son constituyentes fundamentales en la dieta de las langostas (Herrera *et al.* 1991, Lalana y Ortíz 1991, Briones-Fourzán *et al.* 2003). De los 29 grupos zoológicos encontrados, sólo 13 (49, 1%) forman parte de la dieta natural de *P. argus*. Es importante destacar además que no se encontraron poríferos en las zonas estudiadas, siendo esto una diferencia crucial con los trabajos anteriores dada la importancia ecológica de las esponjas y el papel que éstas juegan como refugio para las primeras fases bentónicas de *P. argus* (Butler y Herrnkind 1997, 2000).

Lalana *et al.* (1987, 1989), demostraron que el zoobentos en nuestra plataforma, y específicamente en la región suroccidental, era abundante, diverso y con biomasa suficiente para soportar satisfactoriamente el desarrollo y crecimiento de las poblaciones de *P. argus*. Actualmente, basándonos en la disminución de los grupos taxonómicos que forman las comunidades macrozoobentónicas, y en el decrecimiento de las densidades de los organismos, se hace evidente la disminución del potencial alimentario disponible para *P. argus* en las áreas de estudio. Según Alcolado *et al.* (1999), la disminución de los organismos del bentos, fundamentalmente de los que constituyen alimento potencial para las langostas, puede ser una consecuencia del aumento de la salinidad.

Especial atención merece la disminución de la densidad de gastrópodos, debido a que éstos constituyen una entidad alimenticia fundamental para las langostas. Espinosa *et al.* (1990), hallaron que de las 16 entidades encontradas en los estómagos de 94 langostas adultas capturadas durante la noche, los moluscos, fundamentalmente gastrópodos, presentaron las mayores frecuencias de aparición (entre 63 y 75%). Según Herrera *et al.* (1991),

gastrópodos, pelecípodos, anomuros, braquiuros y erizos, constituyen las entidades más frecuentes en los estómagos de *P. argus*. Entre los gastrópodos del seibadal y del contenido estomacal, estos autores encontraron un 90% de similitud.

Según Alcolado (1990), las condiciones del ambiente, inferidas a partir de la abundante vegetación marina (*Thalassia testudinum*), eran óptimas para esta región. El deterioro actual del hábitat se manifiesta justamente en la disminución de la vegetación, con el consiguiente predominio de fondos fangosos, arenosos, y fango-arenosos, con escasa flora. Estos fondos, según Lalana *et al.* (1987) e Ibarzábal (1985), propician el aumento de las densidades de poliquetos y nemátodos, y la disminución de otros grupos como moluscos, crustáceos, y equinodermos, que precisan de la existencia de vegetación para poderse desarrollar, ya que les provee de refugio y alimento. Las bajas densidades de crustáceos en Coloma y Bacunagua, pueden deberse precisamente a que alrededor del 80% del área muestreada fueron fondos fangosos y arenosos, con muy poca o ninguna vegetación.

CONCLUSIONES

1) Las variaciones que en sí misma y con respecto a años anteriores (1967-1972) presenta la estructura comunitaria del macrozoobentos en la zona sur de Pinar del Río, permiten afirmar que el potencial alimentario disponible para *P. argus* en esta zona se encuentra disminuido en aproximadamente un 82,71%, lo cual puede ser un factor que contribuya a la disminución de la abundancia de langostas en esta área. La densidad media de los grupos más abundantes del bentos presenta una disminución de alrededor de un 94,62%.

2) La zona sur de Pinar del Río, al menos por una distancia de hasta 4 millas desde la costa, no presenta actualmente condiciones óptimas para el buen desarrollo de las comunidades bentónicas. Las variaciones encontradas permiten establecer un gradiente de afectación, de menor a mayor, desde Bacunagua hasta Coloma, y pueden deberse a la pérdida de vegetación marina, a la heterogeneidad granulométrica del sustrato, y a procesos de salinización, factores estos pueden además estar directamente afectando la abundancia y distribución de langostas en la zona.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Marinas (CIM), y a los investigadores Maickel Armenteros y Manolo Ortiz, por su colaboración en el procesamiento de las muestras y en la identificación de los organismos.

LITERATURA CITADA

- ALCOLADO, P. M. 1990. Aspectos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó, con especial referencia al bentos: El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. Ed. Academia, La Habana, Cuba, pp. 129–157.
- ALCOLADO, P. M. 1999. Monitoreo biológico marino. Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba, 170 pp.
- ALCOLADO, P. M., E. E. GARCÍA Y N. ESPINOSA. 1999. Protecting biodiversity and establishing sustainable development in the Sabana-Camaguey ecosystem. Serie GEF/PNUD, Proyect Sabana-Camaguey CUB/92/G31. Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba, 22 pp.
- ARECES, A. J., A. GARCÍA, C. MARTÍNEZ, G. HIDALGO, S. CASTELLANOS, K. CANTELAR, J. C. MARTÍNEZ, R. DEL VALLE, M. ABREU, Z. MARCOS Y D. PÉREZ. 2006. Hacia el uso sostenible del Golfo de Batabanó: análisis de sistemas y modelación de escenarios. Informe Científ.-Téc., Proyecto Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Cubano, Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba, 105 pp.
- BAISRE, J. A. 2000. Chronicles of Cuban marine fisheries (1935-1995). Trend analysis and fisheries potential. FAO Fish. Tech. 394: 1–16.
- BAISRE, J. A. 2006. Assessment of nitrogen flows into the Cuban landscape. Biogeochemistry 79: 91–108.
- BAISRE, J. A. Y R. CRUZ. 1994. The Cuban spiny lobster fishery. Pp. 119–132, en B. F. Phillips, J. S. Cobb, y J. Kittaka (eds.), Spiny lobster management, Capítulo 8. Fishing News Books, Blackwell Sci. Oxford, London.
- BRIONES-FOURZÁN, P., V. CASTAÑEDA-FERNÁNDEZ DE LARA, E. LOZANO-ÁLVAREZ Y J. ESTRADA-OLIVO. 2003. Feeding ecology of the three juvenile phases of the spiny lobster *Panulirus argus* in a tropical reef lagoon. Marine Biology 142: 855–865.
- BUESA, R. J. 1965. Biología de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Crustacea, Decapoda, Reptantia) en Cuba. INP. La Habana, 230 pp.
- BUTTLER, M. J. Y W. F. HERRNKIND. 1997. A test of recruitment limitation and the potential for artificial enhancement of spiny lobster (*Panulirus argus*) populations in Florida. Canadian J. Fisheries Aquatic Sci. 54: 452–463.
- BUTTLER, M. J. Y W. F. HERRNKIND. 2000. Puerulus and juvenile ecology. Pp. 276–301, en B. F. Phillips y J. Kittaka (eds.), Spiny lobster: Fisheries and Culture (2 ed.). Fishing News Books, Blackwell Sci. Oxford, London.
- CADDY, J. F. Y O. DEFEO. 2003. Enhancing or restoring the productivity of natural populations of shellfish and other marine invertebrate resources. FAO Fish. Tech. 488: 1–159.
- CLARKE, K. R. Y M. WARWICK. 1994. Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.
- DIERKSMEIER, G., R. HERNÁNDEZ, P. MORENO, K. MARTÍNEZ Y C. RICARDO. 1997. Organochlorine pesticides in sediment and biota in the coastal region to the south

- of the Pinar del Río province, Cuba. International Atomic Energy Agency (IAEA)-SM-343/42.
- ESPINOSA, J., A. HERRERA, R. BRITO, D. IBARZÁBAL, G. GONZÁLEZ, E. DÍAZ Y G. GOTERAS. 1990. Los moluscos en la dieta de la langosta del Caribe *Panulirus argus* (Crustacea: Decapoda). *Iberus* 9(1-2): 127–139.
- GRIMES, CH. B. 2001. Fishery production and the Mississippi River discharge. *Fisheries* 26(8): 17–26.
- GÓMEZ, O., D. IBARZÁBAL Y A. SILVA. 1980. Evaluación cuantitativa de bentos en la región suroccidental de Cuba. Informe Científico-Técnico. *Oceanol.* 149: 1–25.
- HERRERA, A., D. IBARZÁBAL, J. FOYO, J. ESPINOSA, R. BRITO, G. GONZÁLEZ, E. DÍAZ, G. GOTERAS Y C. ARRINDA. 1991. Alimentación natural de la langosta *P. argus* en la región de Los Indios (Plataforma SW de Cuba) y su relación con el bentos. *Rev. Inv. Mar.* 12(1-3): 172–182.
- HERRNKIND, W. F., J. A. VANDER WALKER Y L. BARR. 1975. Population dynamics, ecology and behaviour of spiny lobster *Panulirus argus* of St. John, Us. VI. I: Habitation, patterns of movement and general behaviour. *Sci. Bull. Nat. Hist. Los Angeles Co.* 20: 31–45.
- IBARZÁBAL, D. 1982. Evaluación cuantitativa del bentos en la región noroccidental de la plataforma de Cuba. *Cien. Biol.* 8: 57–80.
- IBARZÁBAL, D. 1985. Distribución de los poliquetos bentónicos en el área de Punta del Este, Isla de la Juventud, Cuba. *Rep. Invest. Oceanol.* 33: 1–31.
- JIMÉNEZ, C. Y P. M. ALCOLADO. 1990. Características del macrofitobentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó: El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. Ed. Academia, La Habana, Cuba, pp. 8–13.
- LALANA, R. Y M. ORTIZ. 1991. Contenido estomacal de puérulos y post-puérulos de la langosta *P. argus* en el Archipiélago de los Canarreos, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 12(1-3): 107–116.
- LALANA, R., N. CAPETILLO, R. BRITO, E. DÍAZ Y R. CRUZ. 1989. Estudio del zoobentos asociado a *Laurencia intricada* en un área de juveniles de la langosta, al SE de la Isla de la Juventud, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 10 (3): 207–217.
- LALANA, R. R., E. DÍAZ, R. BRITO Y D. KODJO. 1987. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. III estudio cualitativo y cuantitativo del bentos. *Rev. Invest. Mar.* 8(2): 31–53.
- MARTÍNEZ-DARANAS, B., M. CANO-MALLO, C. MARTÍNEZ-BAYÓN, S. LORENZO, D. M. PÉREZ-ZAYAS, M. ESQUIVEL-CÉSPEDES Y M. HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ. 2005. Estado de conservación de los pastos marinos del Golfo de Batabanó. Informe Científico-Técnico, Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba, 17 pp.
- PIÑEIRO, R. 2004. Bases para el manejo integrado del recurso langosta (*Panulirus argus*) en la zona costera Sur de Pinar del Río. Tesis de Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras, Centro de Investigaciones Marinas, La Habana, Cuba, 65 pp.
- PIÑEIRO, R. 2006. Influencia del aporte fluvial en la zona marino-costera Suroccidental del Golfo de Batabanó, Cuba. Memorias del IV Taller Internacional de Contaminación y Medio Ambiente, Campeche, México, 8 pp.

- PIÑEIRO, R. Y G. MÁRQUEZ. 2001. Evaluación de la calidad ambiental en el litoral Suroccidental de Pinar del Río. Inf. Científ. Técn. CIP, 20 pp.
- PIÑEIRO, R., R. DULITH, S. COBOS Y R. BARRERA. 2002. Evaluación de la calidad ambiental marina en el litoral Suroccidental de Cuba. Inf. Científ. Tecn. CIP, 10 pp.
- PUGA, R. 2005. Modelación bioeconómica y análisis de riesgo de la pesquería de langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Golfo de Batabanó, Cuba. Tesis de Doctorado en Uso, manejo y Preservación de los Recursos Naturales (Orientación en Pesquerías), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México, 92 pp.
- PUGA, R. Y M. E. DE LEÓN. 2003. Report of the scientific meeting of the second workshop on the management of the lobster fisheries in the WECAF area. Pp. 197–200, *en* Report of the second workshop on the management of Caribbean Spiny Lobster fisheries in the WECAF area. FAO Fish. Rep. 715.