

Crustáceos decápodos asociados a ensamblajes macroalgales en el litoral rocoso de Córdoba, Caribe colombiano

Decapod crustaceans associated with macroalgae assemblages on the rocky coastline of Córdoba, Colombian Caribbean

Jorge Quirós R,^{1*} M.Sc, Pedro Dueñas R,¹ M.Sc, Néstor Hernando Campos,² Ph.D.

¹Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Departamento de Biología. Grupo de Investigación Biodiversidad. Montería, Colombia. ²Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe. CECIMAR. Santa Marta, Colombia. *Correspondencia: scaride@yahoo.com.

Recibido: Febrero de 2010; Aceptado: Marzo de 2011.

RESUMEN

Objetivo. Determinar la estructura de las poblaciones de crustáceos decápodos asociados a ensamblajes algales en el litoral rocoso del departamento de Córdoba. **Materiales y métodos.** Para la recolección de los especímenes se delimitó con un cuadrante de 625 cm², un área con cinco repeticiones dispuestas al azar en cada estación. Para la separación de las macroalgas desde su disco de fijación en el sustrato, se empleó una espátula metálica. En un recipiente plástico se separaron los crustáceos decápodos del resto del material y se conservaron en alcohol al 70%. **Resultados.** Se identificaron representantes de 50 especies asociadas a los céspedes algales, agrupadas en 16 familias y 29 géneros. Especies como *Acanthonyx petiverii*, *Epialtus bituberculatus*, *Eurypanopeus abbreviatus* y *Pachycheles serratus*, presentaron un rango amplio de distribución, siendo características en las dos ecorregiones de estudio. Los cambios en cobertura de algas rojas como *Gracilaria mammillaris*, *Hypnea musciformis* y *Acanthophora muscoides*, determinaron la mayor asociación de crustáceos decápodos en la ecorregión Morrosquillo, mientras que los cambios en cobertura de *G. damaecornis* y *Padina gymnospora*, fueron las que determinaron la mayor asociación de crustáceos decápodos en el Darién cordobés. **Conclusiones.** Los resultados indicaron que las especies de crustáceos decápodos asociados a ensamblajes macroalgales, no se encontraron distribuidas de forma similar en las dos ecorregiones estudiadas, siendo *P. armatus* la especie con mayor porcentaje de abundancia en la ecorregión Morrosquillo, y *E. bituberculatus* en el sector comprendido entre los municipios de Moñitos y Los Córdoba.

Palabras clave: Algas marinas, estructura de la población, recolección, especímenes (Fuente:CAB).

ABSTRACT

Objective. To determine the structure of decapod crustacean populations associated with algal assemblages on the rocky coast line of Córdoba. **Materials and methods.** A 625 cm² quadrant, an area with five random repetitions in each station was used to collect the species. To separate the macroalgae from its substrate, a metallic spatula was used. The decapod crustaceans were separate from the rest of the material in a plastic container, and they were preserved in 70% alcohol. **Results.** 50 species associated with algal lawns were reported, these were grouped in 16 families and 29 genera. Species such as *Acanthonyx petiverii*, *Epialtus bituberculatus*, *Pachycheles serratus* and *Eurypanopeus abbreviatus* presented a wide distribution range, being characteristic species in both study ecoregions. Changes in the red algal cover of *Gracilaria mammillaris*, *Hypnea musciformis* and *Acanthophora muscoides* determined the largest association of decapod crustaceans in the Morrosquillo ecoregion, while changes in coverage of *G. damaecornis* and *Padina gymnospora* were those that determined the largest association of decapod crustaceans in the Córdoba Darien ecoregion. **Conclusions.** The results indicated that decapod crustacean species associated with algal assemblages weren't found distributed in similar way for the two studied ecoregions. *P. armatus* presented the highest percentage of abundance in the Morrosquillo ecoregion and *E. bituberculatus* in the sector between Moñitos and Los Córdoba.

Key words: Picking, population structure, seaweeds, specimens (Source:CAB).

INTRODUCCIÓN

Dentro del contexto internacional, los litorales rocosos han sido bien estudiados, dada la facilidad de acceso en comparación con otros ecosistemas marinos, y por su facilidad de observación directa (1). Este ecosistema se desarrolla sobre las zonas de mareas, en la interfase entre el mar y la tierra, albergando una cantidad apreciable de especies de importancia comercial como algas, moluscos, crustáceos, entre otros (1,2). Desde el punto de vista económico, las macroalgas que viven sobre este ecosistema, representan un importante recurso, el cual se encuentra actualmente subutilizado y subvalorado (3). A nivel ecológico los litorales rocosos son hábitat exclusivo de muchas especies de invertebrados y algunos peces (4,5). Además no se evidencian estudios acerca del impacto de las actividades humanas sobre estos ecosistemas. Sin embargo se sabe que han sido afectados por contaminación de diversos tipos, como descarga de aguas continentales con pesticidas y organoclorados provenientes de ríos y arroyos aguas arriba en áreas de cultivo, deposición de basuras, derrame de hidrocarburos y sobrepesca. Factores que causan daños ecológicos indeseables y afectan directamente la economía de los pescadores de subsistencia (4,6).

Los crustáceos decápodos han sido estudiados en numerosos trabajos en el departamento del Magdalena, destacándose los de Werding (7-9) en la familia Porcellanidae; Vélez (10) en los cangrejos arañas; Sánchez y Campos (11) en

los cangrejos ermitaños; Campos y Manjarrés (12) en los cangrejos partenópodos. Entre los estudios que relacionan las poblaciones de crustáceos decápodos con las macroalgas está el realizado por Campos (13), quien evaluó las poblaciones de crustáceos decápodos asociadas en tres comunidades algales de la región de Santa Marta, Campos (14), quien presentó un registro de los crustáceos decápodos en un área colonizada por *Halimeda* sp., en la Bahía de Chengue y Quirós y Campos (15), quienes estudiaron sobre la dinámica espacial de los crustáceos decápodos asociados a céspedes algales en la ecorregión Darién cordobesa.

Sin embargo, y a pesar de la Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de espacios oceánicos y zonas costeras e insulares de Colombia, desde hace más de una década en la franja costera del departamento de Córdoba se ha venido observando un continuo deterioro ante presiones de tipo antrópico, procesos erosivos favorecidos por el oleaje, corrientes de deriva en dirección sureste, escaso aporte de sedimentos (16) y contaminación por descarga de productos químicos provenientes aguas arriba en áreas de cultivo (6). Por esto, el desarrollo de la presente investigación planteó como objetivo determinar las relaciones que presentan las poblaciones de crustáceos decápodos con las macroalgas en el litoral rocoso del departamento de Córdoba, considerando para ello los periodos climáticos del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio. Se realizó una investigación de tipo descriptiva.

Sitio de estudio. El proyecto se ubica en el litoral Caribe del departamento de Córdoba entre 9°25'45" N - 75°42'21" W en el corregimiento de El Porvenir, y entre 8°54'86" N - 76°26'20" W en Punta Arboletes (Figura 1). El litoral costero cordobés en general, corresponde a una zona de bosque seco tropical, según el patrón de zonación de Holdridge (17); además presenta dos épocas climáticas al año, una seca que abarca los meses de diciembre hasta inicios de abril, y otra lluviosa que se prolonga desde finales de abril hasta noviembre. En julio se presenta una disminución de las lluvias, que se conoce como "Veranillo de San Juan". Teniendo en cuenta que la extensión del litoral es de 140 km y está caracterizado a lo largo de su área, por la influencia de la actividad antrópica, así como también por el aporte de aguas continentales, la zona se dividió en dos ecorregiones (Tabla 1 y 2), de acuerdo con lo establecido por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Territorial (18).

Tabla 1. Ubicación y tipo de sustrato de los puntos de muestreo en la ecorregión Morrosquillo.

Puntos de muestreo	Localidad	Latitud N	Longitud W	Tipo de sustrato
El Porvenir	San Antero	9° 25.016	75° 42.235	Rocoso calcáreo
Punta Graw	San Antero	9° 25.037	75° 42.251	Rocoso calcáreo
Punta Bello	San Antero	9° 25.135	75° 42.857	Rocoso calcáreo

Tabla 2. Ubicación y tipo de sustrato de los puntos de muestreo en la ecorregión Darién.

Puntos de muestreo	Localidad	Latitud N	Longitud W	Tipo de sustrato
Punta Broqueles	Moñitos	9° 13.095	76° 10.068	Rocoso calcáreo
Broqueles	Moñitos	9° 13.036	76° 10.144	Rocoso calcáreo
Cristo rey	Puerto Escondido	9° 03.201	76° 15.502	Rocoso sedimentario
Puerto Escondido	Puerto Escondido	9° 00.406	76° 15.544	Rocoso sedimentario
Punta Arboletes	Los Córdoba	9° 53.735	76° 24.580	Rocoso artificial

Diseño de muestreo. Se realizaron muestreos trimestrales entre los meses de septiembre/06 y junio/07, con el fin de abarcar los dos periodos climáticos del año que se dan en las ecorregiones de estudio. Se colectó material en ocho estaciones, tres estaciones se ubicaron en la ecorregión Morrosquillo y cinco en Darién, cubriendo sustrato rocoso calcáreo,

sedimentario y artificial. En cada estación de muestreo se ubicó un cuadrante de 625 cm² en cinco puntos (réplicas). En todos los cuadrantes se evaluó la cobertura de las algas a nivel específico. Debido a la distribución de la cobertura algal sobre el sustrato rocoso, la ubicación del cinturón de cuadrantes se realizó de manera preferencial aleatoria, es decir, sobre sectores homogéneos de vegetación.

Tratamiento de las especies recolectadas.

La identificación taxonómica y determinación hasta especie del material recolectado, se realizó por medio de las claves taxonómicas de Rathbun (19), Lemaitre et al (20), Williams (21), Abele y Kim (22).

Manejo de la información y análisis de datos.

Con el fin de detectar variaciones en la estructura de las poblaciones de crustáceos decápodos asociados, las abundancias por especies en cada estación, se clasificaron en un análisis de agrupamiento normal utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis (23) y construyendo el dendrograma mediante la técnica de ligamiento promedio UPGMA. Para determinar las especies características por estaciones, se realizó el análisis inverso (24). Para ello se recalcularon las abundancias promedio y las frecuencias relativas de ocurrencia de cada especie en las estaciones. Cada especie se definió como característica de la estación en la que se encontró el 70% de su abundancia acumulada de mayor a menor. Además, se detectaron aquellos grupos en que cada especie tuvo una frecuencia de ocurrencia mayor al 67%. Luego, se reordenaron las especies para agrupar aquellas características del mismo grupo de estaciones siguiendo la jerarquía del dendrograma normal.

RESULTADOS

Se identificaron 50 especies de crustáceos decápodos asociados a céspedes algales: 32 en la ecorregión Morrosquillo y 27 en Darién, las cuales están agrupadas en 16 familias y 29 géneros. En el Morrosquillo cordobés la especie más abundante fue *Petrolisthes armatus* (19.6%), seguida de *Epialtus bituberculatus* (16%), *Mithraculus coryphe* (15.6%), *Pachycheles serratus* (10.5%), *Mithraculus forceps* (8.9%), *Pilumnus dasypodus* (6.3%), *Panopeus americanus* (3.3%) y *Clibanarius antillensis* (3.4%) (Figura 2A). El resto de las especies de crustáceos decápodos presentaron una abundancia menor al 2%. En el Darién cordobés la especie dominante fue *Epialtus bituberculatus* (66.7%), seguida de

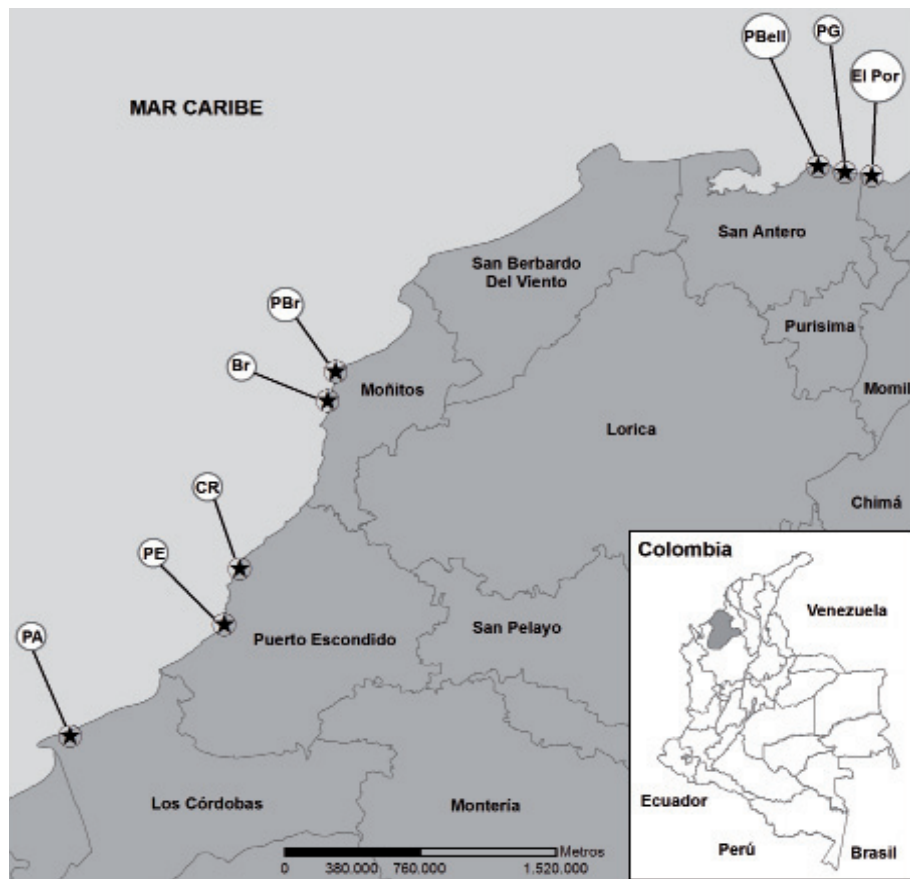


Figura 1. Área de estudio y ubicación de los puntos de muestreo en la franja costera del departamento de Córdoba. Ecorregión Morrosquillo; El Por: El Porvenir, PG: Punta Graw, PBell: Punta Bello. Ecorregión Darién; PBr: Punta Broqueles, Br: Broqueles; CR: Cristo Rey, PE: Puerto Escondido, PA: Punta Arboletes.

Pachygrapsus transversus (6.3%), *Panopeus* sp.2 (5.6%), *Eurypanopeus abbreviatus* (3.8%), *Acanthonyx petiverii* (3.6%) y *Plagusia depressa* (2.2%) (Figura 2B). El resto de las especies aportaron una abundancia menor al 2%.

En la ecorregión Morrosquillo se registraron 10 familias de las cuales Panopeidae presentó el mayor número de especies (8), seguida de Alpheidae (5), luego Porcellanidae y Pilumnidae (4), mientras Diogenidae y Pisidae registraron solamente una especie (Tabla 3); en esta ecorregión se registraron seis

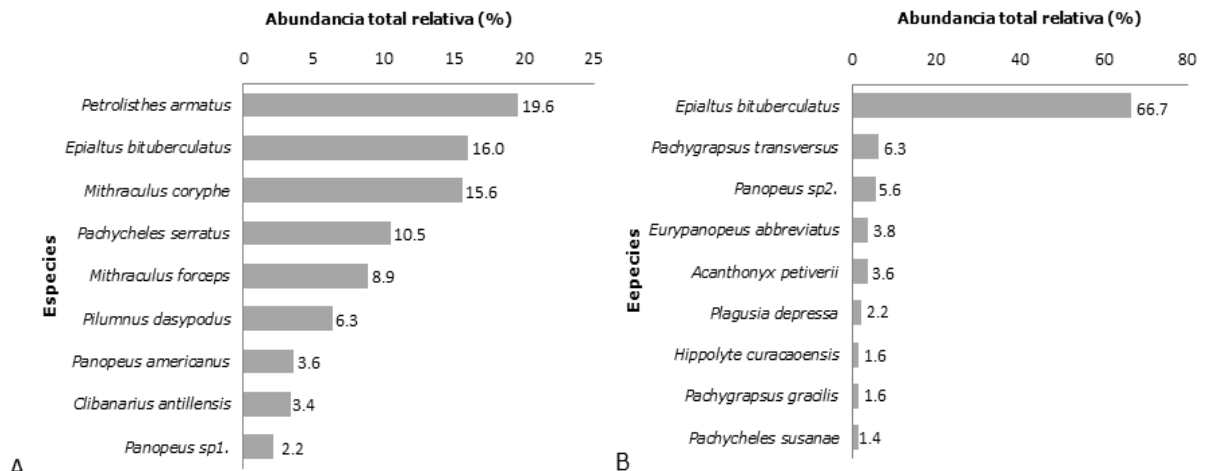


Figura 2. Abundancia total relativa de individuos por especie, presentes para los crustáceos decápodos en las ecorregiones de estudio. (A) Ecorregión Morrosquillo. (B) Ecorregión Darién.

Tabla 3. Familias, Abundancia (Nº ind) y riqueza (Nº esp) de los crustáceos decápodos asociados a macroalgas en las dos ecorregiones del departamento de Córdoba, Colombia.

Familias	Ecorregiones de Córdoba Especies \ Estaciones	E. Morrosquillo					E. Darién		
		POR	P.G	P.BLL	P.Br	Br	C.R	P.E	P.A
Panopeidae	<i>Eurypanopeus abbreviatus</i>	0	4	0	8	9	1	1	0
	<i>Neopanope texana</i>	4	0	0	0	3	0	2	0
	<i>Panopeus occidentalis</i>	3	3	0	0	0	0	1	0
	<i>Panopeus</i> sp1.	0	6	5	0	0	0	0	0
	<i>Panopeus</i> sp2.	0	0	0	0	0	3	15	0
	<i>Panopeus</i> sp3.	0	0	0	0	17	0	0	0
	<i>Micropanope nuttingi</i>	2	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Micropanope lobifrons</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Panopeus americanus</i>	8	7	3	0	0	0	0	0
Porcellanidae	<i>Panopeus herbstii</i>	0	6	0	0	0	0	0	0
	<i>Megalobrachium mortenseni</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Megalobrachium roseum</i>	6	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Pachycheles serratus</i>	28	8	17	0	1	2	0	0
	<i>Petrolisthes armatus</i>	10	50	39	0	0	0	0	0
	<i>Pachycheles susanae</i>	0	0	0	7	0	0	0	0
	<i>Pachycheles chacei</i>	0	0	0	0	0	0	3	0
Pilumnidae	<i>Pisidia brasiliensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Lobopilumnus agassizii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Pilumnus caribaeus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0
	<i>Pilumnus dasypodus</i>	10	12	10	0	0	0	0	0
	<i>Pilumnus</i> sp1.	1	0	1	0	0	0	0	0
Alpheidae	<i>Pilumnus</i> sp2.	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Pilumnus holosericus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0
	<i>Alpheus</i> sp.	2	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Synalpheus apioceros</i>	0	0	3	0	0	0	0	0
	<i>Synalpheus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0
Hippolytidae	<i>Synalpheus twosendi</i>	1	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Synalpheus mclendonii</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Hippolyte curacaoensis</i>	2	0	0	0	0	6	2	0
	<i>Lautreutes parvulus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
Mithracidae	<i>Hippolyte</i> sp.	0	0	0	0	0	3	0	0
	<i>Hippolyte pleuracanthus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0
	<i>Microphrys bicornutus</i>	4	0	2	0	0	0	0	0
Grapsidae	<i>Mithraculus coryphe</i>	20	26	33	0	0	0	0	0
	<i>Mithraculus forceps</i>	3	7	35	0	0	0	0	0
	<i>Grapsus grapsus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0
Epiplatidae	<i>Pachygrapsus gracilis</i>	0	0	0	0	0	1	7	0
	<i>Pachygrapsus transversus</i>	0	0	0	11	11	6	2	1
Diogenidae	<i>Acanthonyx petiverii</i>	4	0	1	5	1	4	4	4
	<i>Epiplatys bituberculatus</i>	38	18	25	143	18	38	44	88
Palaemonidae	<i>Clibanarius antillensis</i>	6	11	0	0	0	0	3	0
	<i>Calcinus tibicen</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Menippidae	<i>Periclimenes longicaudatus</i>	0	0	2	0	0	0	1	0
	<i>Periclimenes americanus</i>	3	0	0	0	0	0	0	0
Palinuridae	<i>Menippe nodifrons</i>	0	0	0	1	0	0	2	0
Plagusidae	<i>Panulirus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0
Atyidae	<i>Plagusia depressa</i>	0	0	0	1	3	1	4	2
Pisidae	<i>Potimirim potimirim</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Eriphiidae	<i>Pelia mutica</i>	3	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Eriphia gonabra</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
Total de individuos		160	163	183	176	68	72	93	95
Total de especies		22	16	18	7	12	14	15	4

*Ecorregión Morrosquillo; POR: El Porvenir, P.G: Punta Graw, P.BLL: Punta Bello. Ecorregión Darién; P.Br: Punta Broqueles, Br: Broqueles; C.R: Cristo Rey, P.E: Puerto Escondido, P.A: Punta Arboletes.

nuevas especies; *Periclimenes longicaudatus*, *Hippolyte curacaoensis*, *Acanthonyx petiverii*, *Epialtus bituberculatus*, *Microphrys bicornutus* y *Lautreutes parvulus*. En la ecorregión Darién se registraron trece familias de las cuales Panopeidae y Porcellanidae presentaron el mayor número de especies (4,5), seguida por Grapsidae y Hippolytidae (3), luego Diogenidae y Epialtidae (2), mientras que las familias restantes estuvieron presentes solamente con una especie (Tabla 3). Para esta ecorregión se colectaron representantes de especies previamente registradas: *Periclimenes longicaudatus*, *Hippolyte curacaoensis*, *Acanthonyx petiverii*, *Epialtus bituberculatus*, y cinco especies más son nuevos registros; *Grapsus grapsus*, *Pachygrapsus gracilis*, *Pachygrapsus transversus*, *Plagusia depressa* y *Pisidia brasiliensis*.

En la ecorregión Morrosquillo se recolectó un total de 506 individuos pertenecientes a 32 especies de crustáceos decápodos, las cuales presentaron una abundancia total promedio de $15.8 \pm$ error estándar $4.65 \text{ ind}/625 \text{ cm}^2$, mientras que en la ecorregión Darién se recolectaron 504 individuos pertenecientes a 27 especies, y una abundancia total promedio de $18.6 \pm$ error estándar $12.1 \text{ ind}/625 \text{ cm}^2$ (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen estadístico para los valores de abundancia, según las especies, de crustáceos decápodos asociados a macroalgas en las dos ecorregiones cordobesas.

Sumario Estadístico	E. Morrosquillo	E. Darién
Número de individuos	506	504
Número de especies	32	27
Media	15.8	18.6
Mediana	4	3
Desviación estándar	26.3	62.9
Error estándar	4.65	12.1

En el Morrosquillo cordobés, El Porvenir y Punta Graw registró el dominio de la familia Porcellanidae, a diferencia de Punta Bello, en la cual, se destacó la familia Mithracidae. La familia Panopeidae mostró la mayor abundancia en Punta Graw, y el menor valor en Punta Bello. Es importante anotar, que en las tres estaciones, la familia Pilumnidae presentó abundancias similares, mientras que la familia Alpheidae fue la menos destacada (Figura 3A). En el Darién cordobés, en todas las estaciones de muestreo excepto Broqueles, se registró un dominio de la familia Epialtidae, mientras que en esta última, se destacó por su abundancia, la familia Panopeidae. En Punta Broqueles, Broqueles, Cristo Rey y Puerto Escondido se presentó una abundancia relativamente similar de individuos de la familia Grapsidae, mientras en Punta Arboletes se registró solamente, un individuo de la especie *Pachygrapsus transversus*. Las familias Atyidae y Palaemonidae fueron las menos destacadas, con un solo individuo colectado en Puerto Escondido, mientras que en la familia Palinuridae solo se registró un espécimen en Cristo Rey (Figura 3B).

El análisis de Bray-Curtis mostró la formación de tres grupos de estaciones (Figura 4). El primer grupo constituido por las estaciones Punta Graw (P.GW), El Porvenir (POR) y Punta Bello (P.BLL), presentó un porcentaje de similaridad del 55.8%; las estaciones de este grupo corresponden a la ecorregión biogeográfica de Morrosquillo; el segundo grupo corresponde a las estaciones Cristo Rey (C.R) y Puerto Escondido (P.E), mientras el tercer grupo lo conformaron Broqueles (Br), Punta Broqueles (P.Br) y Punta Arboletes (P.A). Los puntos de muestreo del segundo y tercer grupo registraron un porcentaje de similaridad del 46.1%, y hacen parte de la ecorregión Darién.

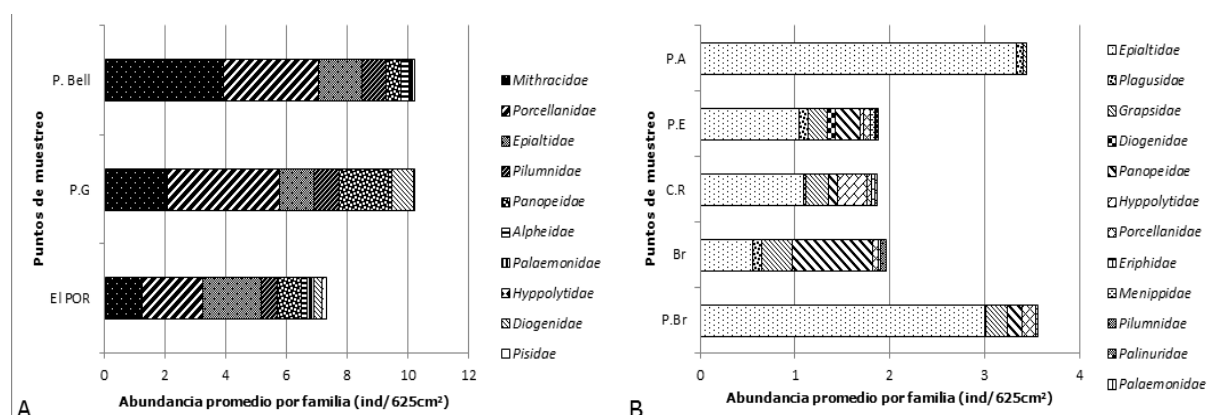


Figura 3. Abundancia promedio por familia presente por puntos de muestreo en las ecorregiones durante el estudio. (A): Ecorregión Morrosquillo; (B): Ecorregión Darién.

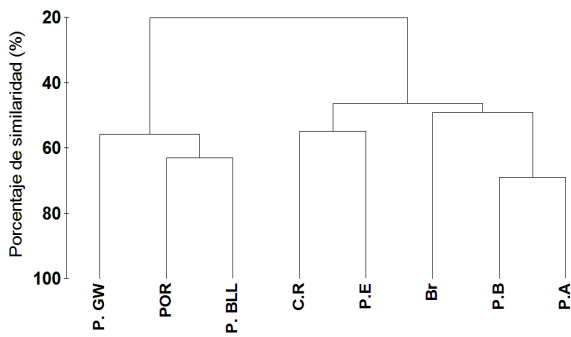


Figura 4. Dendrograma de clasificación según el índice de similitud de Bray-Curtis que muestra las asociaciones entre los puntos de muestreo durante el periodo de estudio, formada a partir de la matriz de abundancia de las especies de decápodos y con transformación (raíz cuarta). POR; El Porvenir, P.GW; Punta Graw, P.BLL; P. Bello, C.R; Cristo Rey, P.E; Puerto Escondido, Br; Broqueles, P.B; Punta Broqueles, P.A; Punta Arboletes.

Especies características en las dos ecorregiones. Se encontraron especies comunes para la mayoría de los puntos de muestreo, lo que las convierte en características para el área de estudio en general. Se presentaron especies con un rango amplio de distribución como *Acanthonyx petiverii*, *Epialtus bituberculatus*, *Eurypanopeus abbreviatus* y *Pachycheles serratus*, las cuales fueron colectadas en las dos ecorregiones de estudio (Tabla 5).

Asociación ecorregión Morrosquillo. En esta asociación se registraron cinco especies características para los tres sitios de muestreo, destacándose *Mithraculus coryphe*, *Mithraculus forceps*, *Petrolisthes armatus*, *Pilumnus dasypodus* y *Panopeus americanus*, comunes para bosques de manglar, praderas marinas y céspedes algales (Tabla 5); estos ecosistemas aportan elementos esenciales para el desarrollo de macroalgas como *Gracilaria damaecornis*, *G. cervicornis*, *G. mammillaris*, *Hypnea musciformis*, *Bryothamnion triquetrum* y algas pardas como *Padina haitiensis* y *Dictyota volubilis*, capaces de desarrollar hábitats de alta productividad que brindan refugio, además de contribuir con la fijación de epifitos fuente directa e indirecta de alimento para muchas especies de crustáceos decápodos.

Asociación Cristo Rey y Puerto Escondido. En este grupo se presentó una especie en común para los dos puntos de muestreo, *Panopeus* sp.2, la cual se distribuye en ambientes dinámicos con fuerte exposición al oleaje, corrientes oceánicas y periodo mareal, además

esta especie fue abundante y representativa para Puerto Escondido, siendo la responsables de la formación del grupo (Tabla 5).

Asociación Broqueles, Punta Broqueles y Punta Arboletes. Esta asociación tiene dos especies características, *Pachygrapsus transversus* y *Plagusia depressa*, las cuales presentan tolerancia a condiciones de baja salinidad, influenciado por el aporte de aguas continentales provenientes de ríos y arroyos. Estas especies fueron abundantes en los puntos de muestreo, siendo las responsables de esta asociación para esta franja de la ecorregión Darién (Tabla 5).

Sector entre El Porvenir y Punta Bello. La especie con el mayor porcentaje de abundancia en el componente macroalgal fue *Petrolisthes armatus* (44.8%), seguida de *Epialtus bituberculatus* (31.7%), *Mithraculus coryphe* (10.8%), *Panopeus americanus* (8.6%) y *Pachycheles serratus* (4.2%). El resto de las especies presentaron valores menores al 2% de asociación. De las cinco especies de crustáceos decápodos con mayor representatividad en el componente algal, *Petrolisthes armatus* se colectó asociada a cuatro especies algales, mientras *Epialtus bituberculatus* fue común para tres especies algales. El resto de las especies fueron comunes para dos y una especie algal en la ecorregión Morrosquillo (Tabla 6).

Tabla 6. Abundancia relativa total de las especies de decápodos más representativos asociados en las principales especies macroalgales.

Especies	A	B	C	D	E	F	APR (%)
<i>Petrolisthes armatus</i>			58.3	92.3	75	42.9	44.8
<i>Epialtus bituberculatus</i>	70.6	77.8	41.7				31.7
<i>Mithraculus coryphe</i>				7.7		57.1	10.8
<i>Pachycheles serratus</i>					25		4.2
<i>Panopeus americanus</i>	29.4	22.2					8.6
Total de especies	2	2	2	2	2	2	

(A): *Gracilaria damaecornis*; (B): *G. cervicornis*; (C): *G. mammillaris*; (D): *Hypnea musciformis*; (E): *Acanthophora spicifera*; (F): *Padina haitiensis*; (ART): Abundancia promedio relativa.

Sector entre Moñitos y Los Córdoba. La especie con el mayor porcentaje de abundancia en las macroalgas fue *Epialtus bituberculatus* (57.6%), seguida de *Pachygrapsus transversus* (17.1%), *Eurypanopeus abbreviatus* (10.5%), *Panopeus* sp.2 (9.4%) y *Acanthonyx petiverii* (5.4%). El resto de las especies presentaron valores menores al 2% de asociación. De las cinco especies de crustáceos decápodos

Tabla 5. Análisis de clasificación inverso mostrando las especies características de cada punto de muestreo o agrupación definido por el análisis normal. Para los valores en negrilla la abundancia en los puntos de muestreo está dentro 70% acumulado del total de especies. Las especies exclusivas se demarcan con dos asteriscos.

Especies	Agrupaciones								D	%D	Fr	%Fr
	POR	P.G	P.BLL	C.R	P.E	Br	P.Br	P.A				
Ampliamente distribuidas												
<i>Acanthonyx petiverii</i>	4	0	1	4	4	1	5	4	23	2.2	7	5.8
<i>Epialtus bituberculatus</i>	38	18	25	38	44	18	143	88	412	39	8	6.7
<i>Clibanarius antillensis</i>	6	11	0	0	3	0	0	0	20	1.9	3	2.5
<i>Hippolyte curacaoensis</i>	2	0	0	6	2	0	0	0	10	0.9	3	2.5
<i>Eurypanopeus abbreviatus</i>	0	4	0	1	1	9	8	0	23	2.2	5	4.2
<i>Neopanope texana</i>	4	0	0	0	4	3	0	0	11	1	3	2.5
<i>Pachycheles serratus</i>	28	8	17	2	0	1	0	0	56	5.3	5	4.2
Características Morrosquillo												
<i>Mithraculus coryphe</i>	20	26	33						79	7.5	3	2.5
<i>Mithraculus forceps</i>	3	7	35						45	4.2	3	2.5
<i>Petrolisthes armatus</i>	10	50	39						99	9.3	3	2.5
<i>Pilumnus dasypodus</i>	10	12	10						32	3	3	2.5
<i>Panopeus americanus</i>	8	7	3						18	1.7	3	2.5
Características POR												
<i>Micropanope lobifrons</i>	1**								1	0.1	1	0.8
<i>Megalobrachium roseum</i>	6**								6	0.6	1	0.8
<i>Periclimenes americanus</i>	3**								3	0.3	1	0.8
<i>Synalpheus sp.</i>	1**								1	0.1	1	0.8
<i>Micropanope nuttingi</i>	2		1						3	0.3	2	1.7
<i>Pilumnus sp1.</i>	1		1						2	0.2	2	1.7
<i>Microphrys bicornutus</i>	4		2						6	0.6	2	1.7
<i>Alpheus sp.</i>	2		1						3	0.3	2	1.7
<i>Synalpheus towsendi</i>	1		1						2	0.2	2	1.7
Características P.G												
<i>Synalpheus macclendoni</i>		2**							2	0.2	1	0.8
<i>Megalobrachium mortenseni</i>		1**							1	0.1	1	0.8
<i>Lobopilumnus agassizii</i>		1**							1	0.1	1	0.8
<i>Panopeus herbstii</i>		6**							6	0.6	1	0.8
<i>Pelia mutica</i>	3	1							4	0.4	2	1.7
Características P.BLL												
<i>Lautreutes parvulus</i>			1**						1	0.1	1	0.8
<i>Pilumnus caribeus</i>			3**						3	0.3	1	0.8
<i>Synalpheus apioceros</i>			3**						3	0.3	1	0.8
Características Br. P.B y P.A												
<i>Pachygrapsus transversus</i>				6	2	11	11	1	23	2.2	3	2.5
<i>Plagusia depressa</i>				1	4	3	1	2	6	0.6	3	2.5
Características C.R y P.E												
<i>Panopeus sp2.</i>				3	15				18	1.7	2	1.7
Características C.R												
<i>Hippolyte sp.</i>				3**					3	0.3	1	0.8
<i>Hippolyte pleuracanthus</i>				3**					3	0.3	1	0.8
<i>Grapsus grapsus</i>				2**					2	0.2	1	0.8
<i>Panulirus sp.</i>				1**					1	0.1	1	0.8
<i>Pachygrapsus gracilis</i>				1**					1	0.1	1	0.8
<i>Eriphia gonabra</i>				1			1		2	0.2	2	1.7
Características P.E												
<i>Calcinus tibicen</i>					1**				1	0.1	1	0.8
<i>Pachycheles chacei</i>					3**				3	0.3	1	0.8
<i>Potimirim potimirim</i>					1**				1	0.1	1	0.8
Características Br												
<i>Panopeus sp3.</i>						17**			17	1.6	1	0.8
<i>Pisidia brasiliensis</i>						1**			1	0.1	1	0.8
<i>Pilumnus holosericus</i>						1**			1	0.1	1	0.8
<i>Pilumnus sp2.</i>						1**			1	0.1	1	0.8
Características P.B												
<i>Pachycheles susanae</i>							7**		7	0.7	1	0.8
<i>Menippe nodifrons</i>							1**		1	0.1	1	0.8

* Ecorregión Morrosquillo; POR: El Porvenir, P.G: Punta Graw, P.BLL: Punta Bello. Ecorregión Darién; P.Br: Punta Broqueles, Br: Broqueles; C.R: Cristo Rey, P.E; Puerto Escondido, P.A: Punta Arboletes.

Tabla 7. Abundancia relativa total de las especies de decápodos más representativos asociados en las principales especies macroalgales.

Especies	A	B	C	D	APR (%)
<i>Epialtus bituberculatus</i>	71.4	67	77.8	20	57.6
<i>Eurypanopeus abbreviatus</i>	10	33			10.5
<i>Panopeus</i> sp.2.	28.6	10			9.4
<i>Acanthonyx petiverii</i>			22.2		5.4
<i>Pachygrapsus transversus</i>				70	17.1
Total de especies	3	3	2	2	

(A): *Bryothamnion triquetrum*; (B): *Padina gymnospora*; (C): *Gracilaria damaecornis*; (D): *Sargassum polyceratum*; (APR): Abundancia promedio relativa.

presentes con mayor representatividad en el componente algal, *E. bituberculatus* fue común para cuatro especies algales, mientras *Eurypanopeus abbreviatus* y *Panopeus* sp.2 fueron comunes para dos especies algales. El resto de las especies fueron comunes para una especie algal en la ecorregión Darién (Tabla 7).

DISCUSIÓN

Al evaluar el patrón de diversidad macroalgal a lo largo de las ecorregiones geográficas que conforman el Caribe colombiano, la zona costera del departamento de Córdoba, que la integra las ecorregiones de Morrosquillo y Darién, presentó una baja diversidad (50 especies: 4.9%) al compararse con el Parque Natural Nacional Tayrona (365 especies: 35.7%), el sector sur del Caribe colombiano (217 especies: 21.2%) y el Archipiélago de San Andrés y Providencia (202 especies: 19.8%) (25,26). Las causas de esta baja diversidad macroalgal pueden ser simplemente el resultado del bajo esfuerzo de muestreo en esta área (26,27). Sin embargo, también es evidente que esta situación se puede revertir teniendo en cuenta que el área costera del departamento de Córdoba, cuenta con una importante variedad de ecosistemas, hábitats y microhábitats con abundante espacio disponible, que combinado con las condiciones oceanográficas, proporcionan en el área el escenario para una alta diversidad macroalgal (27) y de otros organismos marinos como moluscos (1,5) y crustáceos decápodos (15).

Sector entre El Porvenir y Punta Bello. En este sector, se colectaron representantes de 32 especies de crustáceos decápodos, las cuales presentaron una abundancia total promedio de $15.8 \pm$ error estándar 4.65 ind/625 cm². De acuerdo con los criterios de Arias et al (3), la presencia en el sector de formaciones coralinas, bosques de manglar y praderas de fanerógamas marinas, aportan elementos esenciales para

desarrollo de especies macroalgales como *Gracilaria mammillaris*, *G. damaecornis*, *G. cervicornis*, *Hypnea musciformis*, *Bryothamnion triquetrum* y algas pardas como *Padina haitiensis* y *Dictyota volubilis*; capaces de desarrollar hábitats de alta productividad que brindan refugio y contribuyen con la fijación de epifitos, fuente directa o indirecta de alimento para muchas especies de crustáceos decápodos como los registradas en el estudio.

La mayor abundancia de la familia Porcellanidae en Punta Graw y Punta Bello se debe probablemente al aporte de carga orgánica proveniente de los arroyos Bijao Chiquito y Carbonero que es acumulada por frondes algales y proporcionan las condiciones para el desarrollo de estas especies. La presencia de la familia Mithracidae se fundamenta en las presas potenciales que ofrece los céspedes algales en estos puntos de muestreo (10). Para la familia Epialtidae, se determinó la mayor abundancia en El Porvenir y Punta Bello respondiendo a la composición y diversidad algal, principalmente de rodófitas. Según Quirós (4) estos puntos se caracterizan por presentar familias de algas rojas como Gracilariaceae, Rhodomelaceae e Hypneaceae importantes en desarrollo y ciclo biológico reproductivo de la familia.

La familia Alpheidae y Hippolytidae, estuvieron presentes; en cuanto al número de especies, se evidenció una relación entre estas familias con los céspedes algales. Endean (28) reportó especies de vida libre del género *Alpheus* y *Hippolyte* como características de fanerógamas marinas. Según Quirós (4) y Campos (15), las comunidades algales, así como las praderas de fanerógamas marinas, proporcionan numerosos hábitats, refugio y alimento, ofreciendo una gama de alternativas para ser colonizadas por un gran número de camarones y otros crustáceos.

La presencia de la familia Panopeidae con la especie *Micropanope nuttingii* significa que en estos sectores, donde se desarrolla, poseen una alta acumulación de restos calcáreos (21). Según Campos et al (29), esta especie además, presenta un rango de distribución amplio que se proyecta desde el intermareal hasta los 200 m, mientras Sánchez y Sandoval (30) la registran a 1 y 3 m. Lo anterior, sumado a las características coralinas justifica la presencia de la especie en los puntos establecidos.

Una razón para la mayor abundancia de *Petrolisthes armatus* y *Pachycheles serratus* en la ecorregión es al aporte de partículas orgánicas en suspensión (FPMO; <1mm) provenientes

de los arroyos Bijao Chiquito y Carbonero, así como el efecto diferencial de las descargas de sedimentos producidas por las corrientes de arrastre del río Sinú que es acumulada por los frondes algales y proporcionan las condiciones necesarias para el desarrollo de estas especies. Werding (7) señala que la familia que agrupa estas especies es filtradora, además mantiene y modifica las características funcionales de un ecosistema con relación a su alimentación. De manera que es la encargada de regular la tasa de circulación de los nutrientes y la influencia de ascenso y descenso de la materia orgánica. Por otra parte, el gran porcentaje de abundancia de estas especies se vio favorecida por las condiciones propias de la época de lluvia, propiciando las condiciones adecuadas para el desarrollo de estas especies en la ecorregión durante el periodo de estudio.

Al establecer la relación entre las especies de crustáceos de decápodos y las poblaciones algales a las que se asocian, se determinó que *Gracilaria mammillaris*, *Hypnea musciformis* y *Acanthophora spicifera* en el sector Morrosquillo, crecen y se desarrollan cerca a praderas de *Thalassia testudinum*, parches de corales y extensiones de manglares que se proyectan intermitentemente a lo largo de la franja costera (4), generando las condiciones para que especies de algas rojas como las descritas anteriormente aumenten sus coberturas (3) y permitan un incremento en la abundancia de *P. armatus* y *P. serratus*. Según Werding (7) estos decápodos se favorecen por el flujo de materia y energía entre estos ecosistemas.

Sector entre Moñitos y Los Córdoba.

En este sector, se colectaron 27 especies de crustáceos decápodos con una abundancia total promedio de $18.6 \pm$ error estándar 12.1 ind/625 cm². Esta tendencia comparada con los resultados obtenidos en el sector sur del golfo de Morrosquillo, muestra la dominancia de menos especies con un mayor número de organismos. Esta característica puede ser el resultado de las adaptaciones de ciertas especies a condiciones ambientales más exigentes como el oleaje que incide frontalmente sobre los acantilados, corrientes de deriva litoral, en sentido suroeste y el aporte de aguas continentales, que provocan una baja salinidad en ciertos segmentos de la línea costera de la región (15). En el estudio se observó una mayor abundancia de cangrejos de la familia Grapsidae y Plagusiidae, el cual sugiere la posibilidad de poblaciones mejor adaptadas a condiciones de mayor carga orgánica, aguas menos salobres y sustratos con una mayor incidencia de factores dinámicos.

La presencia de familia Panopeidae se fundamenta en su tolerancia a la materia orgánica de diferente origen y resistencia a la incidencia de cuerpos de agua dulce (30); *Pachygrapsus transversus* se registró en todos los puntos de muestreo, lo que sugiere la capacidad para ajustarse a diferentes ambientes litorales rocosos (4,15). Además, se alimenta de las algas adheridas a las sustratos duros (22).

La familia Epialtidae fue dominante en este sector, debido a la disponibilidad sustrato, oferta alimenticia y tolerancia de la familia a condiciones hidrodinámicas extremas (15,30). Estas condiciones según lo descrito por Vélez (10), son las adecuadas para el establecimiento de especies como *Epialtus bituberculatus* y *Acanthonyx petiverii*, distribuyéndose principalmente en el intermareal y zona de incidencia del oleaje. Lo anterior se complementa con el estudio de Sánchez y Sandoval (30), quienes colectaron a *E. kingsleyi* y *E. brasiliensis* en sustrato rocoso artificial desde el intermareal hasta 3 m de profundidad.

En este sector *G. damaecornis* y *Padina gymnospora* presentaron una asociación con *E. bituberculatus* y *A. petiverii*. Esto se explica, teniendo en cuenta que *G. damaecornis* y *P. gymnospora* crecen en condiciones más extremas, como son la de encontrarse sobre sustratos rocosos y de fuerte dinámica provocada por las corrientes litorales y el rompimiento de las olas, por otro lado, los altos niveles de iluminación en la ecorregión, probablemente favorecieron la tasa de crecimiento de estas macroalgas (3), influyendo en la presencia y aumento en el número de individuos de *E. bituberculatus* y *A. petiverii*. Lo anterior se complementa con el estudio de Vélez (10), quien menciona que especies de decápodos como los descritos, se adaptan anatómica y fisiológicamente sobre sustratos algales, justificando la relación planta animal.

En conclusión, los resultados indicaron que las especies de crustáceos decápodos asociados a ensamblajes macroalgales, no se encontraron distribuidas de forma similar en las dos ecorregiones estudiadas, siendo *P. armatus* la especie con mayor porcentaje de abundancia en la ecorregión Morrosquillo, y *E. bituberculatus* en el sector comprendido entre los municipios de Moñitos y Los Córdoba.

Agradecimientos

A la Universidad de Córdoba, por el apoyo logístico e institucional brindado durante la realización del estudio. A la Oficina de Investigación y Extensión de la Universidad por el apoyo económico a través de los proyectos: Composición y cambios estacionales de las poblaciones de crustáceos

decápodos del departamento de Córdoba y distribución espacio temporal de las comunidades macroalgales asociadas al litoral rocoso del departamento de Córdoba, Caribe colombiano. Contribución No. 370 del Centro de Estudios en Ciencias del Mar, CECIMAR de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe

REFERENCIAS

- Díaz-Pulido G. Litorales marinos y costeros. Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos. Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Santa Marta: INVEMAR; 2001.
- López-Victoria M, Cantera JR, Díaz J.M, Rozo D.M, Posada B.O, Osorno A. Estado de los litorales rocosos en Colombia: acantilados y playas rocosas. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. Santa Marta: INVEMAR; 2004.
- Arias J, Dueñas P, Quirós J. Distribución espacio temporal de las comunidades macroalgales asociadas al litoral rocoso del departamento de Córdoba, Caribe colombiano. [Informe final de proyecto]. Montería: Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías; 2006.
- Quirós J. Dinámica espacial de la composición y estructura de las poblaciones de crustáceos decápodos asociados a céspedes algales del litoral rocoso del departamento de Córdoba, Caribe colombiano. [Tesis de Maestría]. Montería: Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías; 2009.
- Herrera D, Quirós J, Dueñas P. Registro preliminar de anélidos poliquetos asociados a céspedes algales del litoral rocoso de Moñitos, Departamento de Córdoba, Colombia. Rev Asoc Col Cienc Biol 2007; 19(Supl 1):100.
- Olivero J, Johnson B. Contaminación con mercurio y salud pública en la costa Atlántica colombiana. Biomédica 2002; 22(S1):52-53.
- Werdning B. Los porcellanidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la región de Santa Marta, Colombia. An Inst Inv Mar Punta Betín 1977; 9:173-214.
- Werdning B. Los porcellanidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la región de Acandí (Golfo de Urabá), con algunos encuentros nuevos de la región de Santa Marta (Colombia). An Inst Inv Mar Punta de Betín 1978; 10: 213-221.
- Werdning B. Porcellanidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la Isla de Providencia, Colombia. An Inst Inv Mar Punta Betín 1984; 14:3-16.
- Velez MM. Distribución y ecología de los Majidae (Crustacea: Brachyura) en la región de Santa Marta, Colombia. An Inst Inv Mar Punta de Betín 1977; 9:109-140.
- Sánchez H, Campos NH. Los cangrejos ermitaños (Crustacea, Decapoda, Paguridae) de la costa norte colombiana. Parte I. An Inst Inv Mar Punta Betín 1978; 10:15-62.
- Campos NH, Manjarrés G. Tres nuevos registros de cangrejos de la familia Parthenopidae (Crustacea: Brachyura: Parthenopidae) para el Caribe colombiano. Caribbean J Sci 1990; 26(3-4):130-135.
- Campos NH. Crustáceos decápodos asociados a comunidades algales en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Caldasia 1995; 18(86):57-69.
- Campos NH. Interacción de las comunidades de Crustáceos Decápodos asociados a tres hábitats vegetales en la Bahía de Chengue, Caribe Colombiano. Rev Acad Colomb Cienc 1999; 23:575-582.
- Quirós J, Campos N. Dinámica espacial de crustáceos decápodos asociados a céspedes algales en el departamento de Córdoba, Caribe colombiano. Acta Biol Colomb 2010; 15(3):89-104.

16. Rangel-Buitrago G, Posada-Posada B.O. Geomorfología y procesos erosivos en la costa Norte del departamento de Córdoba. *Bol Invest Mar Cost* 2005; 34: 101-119.
17. Holdrige L. Ecología basada en las zonas de vida. San Jose de Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas; 1978.
18. Ministerio del Medio Ambiente. Programa nacional de investigación en biodiversidad marina y costera. Santa Marta: Ministerio del Medio Ambiente; 2000.
19. Rathbun M. The cangroid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecidae, Cancridae and Xanthidae. *Smithsonian Inst. U.S. Nat. Mus.* 1930; pp. 514:515.
20. Lemaitre R, McLaughlin P, Garcia-Gomez J. The Provenzano group of hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Paguridae) in the Western Atlantic. Part IV A review of the group, with notes on variations and abnormalities. *Bulletin of Marine Science* 1983; 32(3):670-701.
21. Williams A.B. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Main to Florida., Washington, D.C: Smithsonian Inst. press; 1984.
22. Abele L.G, Kim W. An Illustrated Guide to the Marine Decapods Crustaceans of Florida. Florida State University Department of Environmental regulation. Technical Series 1986; Supl 1: 8.
23. Bray J, Curtis J. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 1957; 27:325-349.
24. Kaandorp J.A. Rocky substrate communities of the infralitoral fringe of the Boulonnais coast. NW France: a quantitative survey. *Mar Biol* 1986; 147:3-39.
25. Díaz-Pulido G. Vegetación marina de un sector de la plataforma continental de la Guajira (Caribe colombiano). *Bol Invest Mar Cost* 2000; 29:27-34.
26. Díaz-Pulido G, Díaz-Ruiz M. . Diversity of benthic marine algae of the Colombian Atlantic. *Biota Colombiana* 2003; 4(2):203-246.
27. Quirós-Rodríguez J, Arias-Ríos J, Ruiz V. Estructura de las comunidades macroalgales asociadas al litoral rocoso del departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia* 2010; 32(2):339-354.
28. Endean R. Destruction and recovery of coral reef communities. En: Jones OA, Endean R (eds.). *Biology and geology of coral reefs II, Biology I.* New York: Academic Press; 1976.
29. Campos NH, Navas G, Bermúdez A, Cruz N. Los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300-500 m) del mar Caribe colombiano. *Monografías de fauna de Colombia.* Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales; 2005.
30. Sánchez A, Sandoval Y. Estructura de los crustáceos decápodos asociados a sustratos artificiales, ubicados en la punta norte del Golfo de Morrosquillo (San Onofre-Sucre) y Punta de Betín (Santa Marta-Magdalena), Caribe colombiano. [Trabajo de grado]. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias del Mar; 2005.