

Malformación en cangrejos de la superfamilia Xanthoidea (Crustacea: Brachyura) en la bahía de Cispatá (Córdoba, Colombia)

Néstor Hernando Campos-Campos^{1,*}, Pedro Ricardo Dueñas-Ramírez², Nohemí Genes³

¹CECIMAR, Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, Isla de San Andrés, Colombia

²Programa de Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, sede Caribe, Santa Marta, Colombia

³Departamento de Biología, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

Resumen

Mediante muestreos para determinar la composición y los cambios estacionales de las poblaciones de los crustáceos decápodos del departamento de Córdoba entre junio de 2005 y mayo de 2006, se recolectó material asociado a las raíces de mangle de la bahía de Cispatá. En las estaciones de Punta Nisperal y Caño Mocho se capturaron varios ejemplares de cangrejos de la superfamilia Xanthoidea con malformaciones, entre ellas, la fusión de dientes anterolaterales, la malformación del dactilo con un apéndice caminador en forma de espiral, el crecimiento exagerado de pleópodos en hembras, además de enfermedades como las manchas negras que resultan en la destrucción de la capa de quitina. Durante el primer muestreo (julio de 2005), se recolectaron cinco ejemplares (2,4 %) con deformaciones en Caño Mocho y 67 en Punta Nisperal (3,8 %). La incidencia de malformaciones se relacionó con el período de lluvias, durante la cual se incrementa la descarga del río Sinú con el consecuente aumento en la descarga de nutrientes y contaminantes, lo que puede inducir a alteraciones durante la fase larval (teratogénesis) y resultar en las malformaciones descritas. Estudios recientes demuestran que la entrada constante de metales como el mercurio, catalogado como un agente teratogénico, es la causa más probable de esta problemática.

Palabras clave: crustáceos, cangrejos, malformaciones, teratogénesis, Caribe colombiano.

Malformation in crabs of the superfamily Xanthoidea (Crustacea: Brachyura) in the Cispatá Bay (Córdoba, Colombia)

Abstract

Material associated with the roots of mangrove in the Cispatá Bay (Department of Córdoba, Colombia) was collected during surveys carried out to determine the composition and seasonal changes of the populations of decapods crustaceans in this Department between June 2005 and May 2006. At Punta Nisperal and Caño Mocho stations, several specimens of crabs belonging to the Xanthoidea superfamily with malformations were captured. Malformations included the fusion of the anterolateral teeth, malformation of the dactyl in the form of a spiral-like walking appendix, overgrowth of pleopods in females, as well as the incidence of diseases such as black spots and subsequent destruction of the chitin layer. During the first sampling (July 2005), five specimens with deformations were collected in Caño Mocho (2.4%), and 67 in Punta Nisperal (3.8%). The incidence of malformations was associated to the rainy season, during which the discharge of the Sinú River increases and with it the discharge of polluting nutrients which can induce alterations during the larval phase (teratogenicity), resulting in the malformations described. Recent studies have shown that the constant input of metals such as mercury, classified as a teratogenic agent, is most likely the cause of this problem.

Key words: Crustacea, crabs, malformations, teratogenicity, Colombian Caribbean.

Introducción

El departamento de Córdoba cuenta con una diversidad de ambientes marinos, estuarinos y continentales, cada uno de los cuales aporta diferentes sustratos aptos para el desarrollo de comunidades de crustáceos decápodos y otros invertebrados. Entre los ambientes marinos se destacan las praderas de *Thalassia testudinum*, las comunidades macroalgales, el cascajo de coral, el litoral rocoso, los arrecifes de parche y los fondos de arena, así como el manglar, que predomina en los estuarios (Rangel-Churio, 2004).

Una de las características especiales del departamento de Córdoba es el delta del río Sinú, el cual ha permitido el asentamiento de extensas áreas densamente cubiertas de manglares. En la parte interna del delta se han desarrollado grandes áreas dedicadas al cultivo extensivo de camarones:

*Correspondencia:

Néstor Hernando Campos-Campos, nhcamposc@unal.edu.co

Recibido: 7 de enero de 2015

Aceptado: 5 de marzo de 2015

durante el periodo del estudio se localizaban cuatro camarones en sus alrededores, siendo las más grandes Agrosoleidad, con 150 hectáreas, la cual fue cerrada en el 2007, y Agrotijó, con 20 hectáreas (Sánchez, *et al.*, 1997).

El manglar, ubicado en la confluencia final del río Sinú, en la bahía de Cispatá (antiguo delta del río Sinú), es la formación de manglar más importante del departamento, con una superficie aproximada de 150 km² que se extiende entre los municipios de San Antero, Lorica y San Bernardo del Viento (Castaño, *et al.*, 2010). Esta zona está influenciada por las corrientes marinas y los desbordamientos de aguas del río, que han conformado las llanuras litoral y deltaica actuales, y que dieron origen a marismas, manglares, ciénagas y caños en el antiguo delta del río Sinú (Álvarez-León, *et al.*, 2003).

Los registros de decápodos incluyen especies comercializadas y de consumo como el cangrejo azul de tierra (*Cardisoma guanhumi*), las jaibas (*Callinectes sp.*) y los camarones (familia Penaeidae). Recientemente se estudió la fauna de crustáceos decápodos en la franja de la costa marina del departamento de Córdoba, (Dueñas, *et al.*, 2012), con lo que el número de especies registradas se elevó de 108 (Campos, *et al.*, 2010) a 187. La diversidad de otros crustáceos decápodos y los cambios que sufren las poblaciones en las estaciones climáticas están siendo estudiados actualmente (Quiroz & Campos, 2010; Quiroz, *et al.*, 2012). Otros reportes han sido producto de investigaciones llevadas a cabo en el Caribe colombiano, incluido el golfo de Morrosquillo, que no especifican las zonas del departamento, como ocurre en el estudio de INVEMAR (Campos, *et al.*, 2005), cuyos resultados proporcionan una visión de la diversidad de los decápodos en el sector.

Entre junio de 2005 y mayo de 2006 se recolectó material asociado a las raíces de mangle de las estaciones Punta Nisperal, Caño Salado y Caño Mocho, en la bahía de Cispatá, y se capturaron varios ejemplares de cangrejos de la superfamilia Xanthoidea con malformaciones.

La incidencia de malformaciones en crustáceos es frecuente en el medio marino y ha sido registrada en diferentes lugares del mundo. Noga, *et al.*, (2000) describieron una serie de patologías del caparazón de *Callinectes sapidus* en la costa noroccidental de los Estados Unidos. Recientemente, Gregati, *et al.*, (2009) reportaron la presencia de enfermedades del caparazón y anomalías en poblaciones naturales de *Neohelice granulata* en un bosque de manglar en Brasil. Este es, probablemente, uno de los pocos estudios en los que se reportan malformaciones en poblaciones de varias especies nativas.

Según Lira, *et al.*, (2003), el desarrollo anormal de estructuras corporales es un fenómeno que ocurre con cierta frecuencia y se ha observado en una gran variedad de organismos. Su causa se ha atribuido a una doble generación de zonas de crecimiento, así como a una falta de coordinación en

la regeneración de las heridas a partir de los bordes. Los reportes de malformaciones en crustáceos son frecuentes, pero aparecen en pocos ejemplares.

Materiales y métodos

El área de estudio se localizó entre las coordenadas 9° 23' y 9° 25' de latitud norte y 75° 45' y 75° 50' de longitud oeste, e incluyó la zona deltaico-estuarina del río Sinú, cuyo límite al sur es el distrito de riego de La Doctrina, al este, la bahía de Cispatá, al oeste, el río La Balsa, próximo a la población de San Bernardo del Viento, y al norte, el mar Caribe, abarcando la desembocadura y el complejo de ciénagas del antiguo delta ubicado entre la bahía de Cispatá y los caños Grande y Sicará (Figura 1).

Se hicieron cuatro salidas de campo entre junio de 2005 y mayo de 2006 con el objetivo de cubrir los dos periodos climáticos (seco, de noviembre a marzo, y de lluvias, entre abril y noviembre, con un período seco intermedio).

En la zona de manglar se escogieron tres puntos de muestreo: Caño Salado, Caño Mocho y Punta Nisperal; en cada uno se seleccionaron tres raíces de mangle al azar que fueron introducidas en una red de ojo de malla de 2 mm y cortadas por encima del nivel del agua, para luego guardarlas en una bolsa plástica, según la metodología utilizada por Campos (1999). En un recipiente plástico se separaron los crustáceos decápodos del resto de material y se fijaron en alcohol al 70 % en frascos plásticos debidamente sellados y rotulados. Los organismos recolectados se separaron por grupos utilizando un estereoscopio y se identificaron hasta el nivel de especie cuando fue posible. Para la identificación se utilizaron las claves de Rathbun (1930) y Williams (1984).

Resultados y discusión

Durante los cuatro períodos de muestreo, se recolectaron 1.819 individuos distribuidos en siete familias: Alpheidae (202), Diogenidae (4) Grapsidae (381), Goneplacidae (2), Palaemonidae (4), Porcellanidae (702), y Xanthoidea (524), las cuales agruparon 16 géneros.

Del total de crustáceos decápodos recolectados en las tres estaciones y durante los cuatro períodos, 138 presentaban algún grado de deformación. En las figuras 2 a 4, se presentan las malformaciones más relevantes.

El ejemplar de la figura 2A corresponde a un cangrejo del género *Eurypanopeus* que presentaba malformación a nivel de los dientes anterolaterales. Se observa fusión de los dientes 1 y 2 y 4 y 5 del borde derecho, en tanto que el 3 derecho es ancho y de forma subcuadrada y no subtriangular en comparación con el izquierdo.

En la figura 2 B-D se observan malformaciones en los bordes anterolaterales y el abdomen de un ejemplar no identificado de la superfamilia Xanthoidea. En la figura 2B se observan las malformaciones en los dos bordes anterolaterales: el izquierdo tiene los dientes separados, sin embargo, el quinto

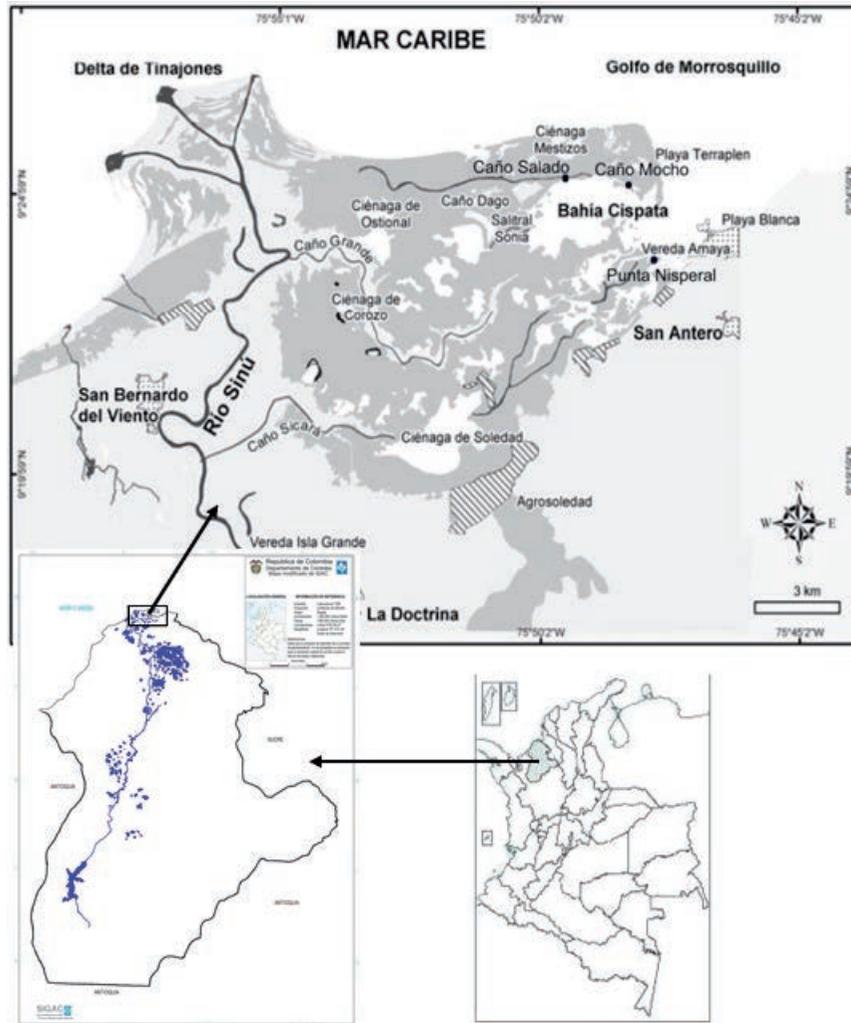


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y los puntos de muestreo Caño Salado, Caño Mocho y Punta Nisperal (modificado de Estela y López-Victoria, 2005).

aparece reducido, mientras que el tercero termina en forma subcuadrada con una proyección posterior; el primero y el segundo están fusionados. El derecho (Figura 2D) presenta el quinto más reducido que el izquierdo; el tercero y cuarto están fusionados en la base, y se dividen distalmente y las puntas divergen; el segundo es reducido y no se fusiona con el borde postorbital. La tercera malformación se presenta en el abdomen (Figura 2C): los segmentos aparecen completamente deformes, a tal punto que no cubren la cavidad abdominal; el telson no termina en forma subredonda o subcónica, como es normal en los cangrejos machos, y, por el contrario, forma un subtriángulo con el borde derecho más largo que el izquierdo. Además, los esternitos derechos quinto y sexto se presentan separados, contrariamente a los del lado izquierdo, que aparecen fusionados.

En la figura 2 E-F se observan múltiples malformaciones en un cangrejo de la superfamilia Xanthoidea (posiblemente del género *Micropanope*). En la figura 2E, además de la deformación a nivel de las órbitas y de los dientes del borde

anterolateral derecho (primero y segundo), se muestra el dactilo del tercer pereiópodo izquierdo torcido en forma de espiral. En la figura 2F se observa el crecimiento excesivo de los pleópodos, los cuales sobresalen del abdomen; se resaltan las anomalías del abdomen, en las que se presenta una torsión hacia la derecha del cangrejo por acortamiento del borde derecho del sexto segmento abdominal y la consecuente pérdida de la simetría bilateral.

El ejemplar de la figura 2G corresponde a un cangrejo de la superfamilia Xanthoidea que no pudo identificarse más detalladamente debido a la cantidad de malformaciones del caparazón. El ejemplar presenta los bordes anterolaterales deformados completamente, así como las órbitas, el pedúnculo ocular derecho presenta un crecimiento excesivo, y se observa un abultamiento de la región branquial derecha.

El ejemplar de la figura 2 H presenta deformidades en los bordes anterolaterales, en las órbitas y en el quelípedo derecho, con el dedo móvil cruzando el fijo, lo cual no

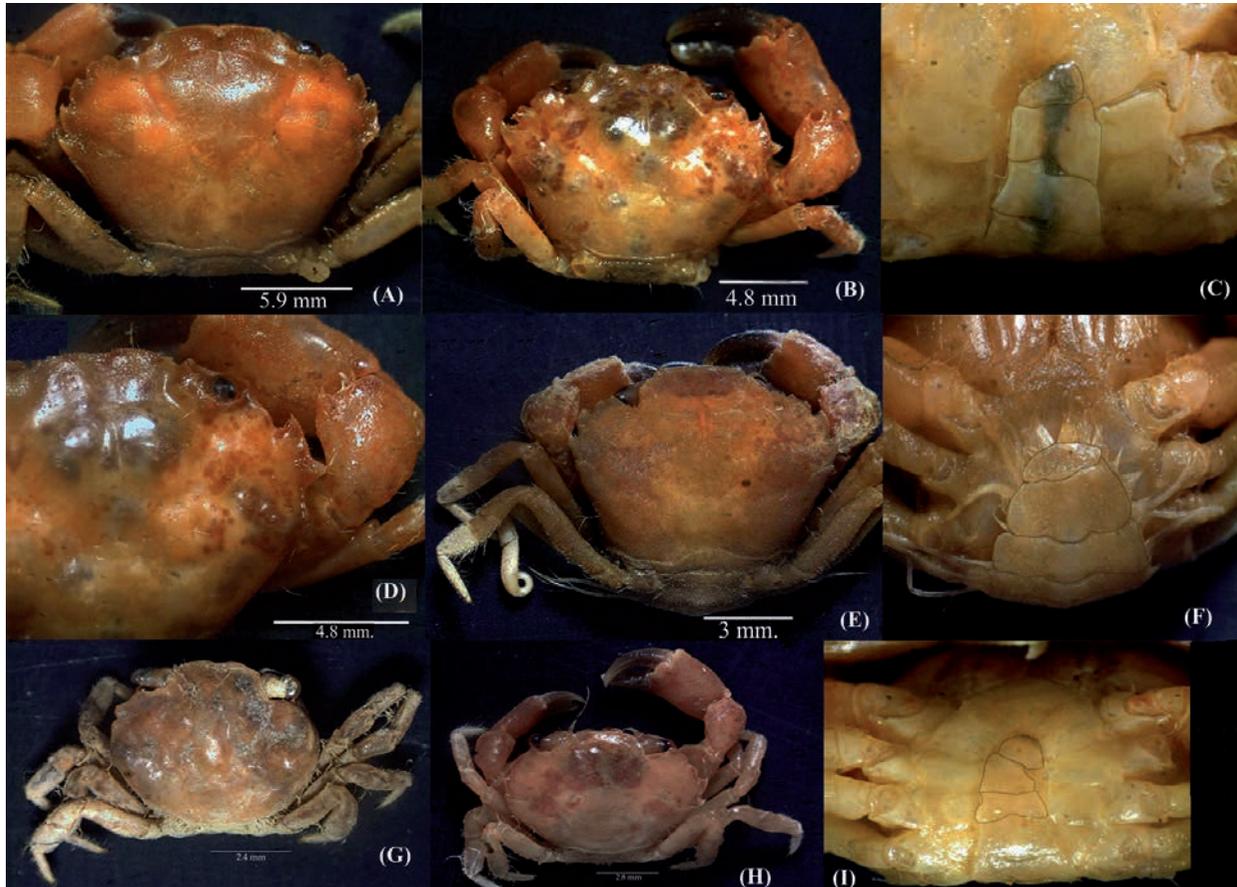


Figura 2. (A) Ejemplar de cangrejo del género *Eurypanopeus*. (B) Vista dorsal de un cangrejo de la superfamilia Xanthoidea. (C) Malformaciones en el abdomen, (D) Acercamiento a la malformación del borde anterolateral derecho del ejemplar B. (E) Vista dorsal de un cangrejo de la superfamilia Xanthoidea. (F) Acercamiento a la malformación del abdomen. (G) Ejemplar de cangrejo Xanthoidea no identificable. (H) Ejemplar de cangrejo Xanthoidea no identificable. (I) Abdomen del ejemplar H.

es característica de los cangrejos de esta superfamilia; en la figura 2I se muestran las anomalías del abdomen: los dos últimos segmentos y el telson están torcidos hacia la izquierda del cangrejo, con lo que se perdió la simetría.

El ejemplar de la figura 3A corresponde a un cangrejo del género *Eurypanopeus*, que, además de las malformaciones, presentaba necrosis en el quelípodo izquierdo (Figura 3B). Las deformaciones se observan en los dientes anterolaterales (Figura 3A): en el borde izquierdo el ejemplar presenta solo dos y el orbital externo; en el derecho se alcanzan a observar los cinco, característicos de este género, pero el segundo y el tercero aparecen reducidos, siendo ligeramente visibles. En la mano de la quela se observa necrosis de la quitina (Figura 3B), lesión probablemente causada por alguna bacteria quitinolítica perteneciente a los grupos *Flavobacter* y *Vibrio*, como se ha registrado en algunos estudios (Cobb & Castro, 2006); igualmente, el abdomen presenta modificaciones del último segmento y el telson.

El ejemplar de la figura 3C corresponde a un individuo no identificado, con malformaciones de los dientes anterolaterales, notorias sobre todo en los del borde derecho,

un crecimiento excesivo del cuarto y pérdida de los restantes, así como la malformación en las órbitas y en el borde frontal.

El ejemplar de las figuras 3D y E corresponde a un macho de *Panopeus* sp., en el que se observa malformación en los bordes anterolaterales, con el tercer y cuarto dientes del borde izquierdo convergiendo distalmente y el quinto reducido, mientras que el borde derecho presenta solo tres dientes, falta el segundo y el quinto; los restantes se presentan anchos, terminados en punta y no convergentes; el quelípodo derecho presenta necrosis; el último segmento del abdomen aparece deforme, con la mitad izquierda completamente ausente y en su reemplazo se ve una prolongación anterior del telson.

El ejemplar de la figura 3F y G es uno de los que presentó un gran número de deformidades, la mayoría de ellas en el costado derecho; hay ausencia total de los dientes; se presenta un abultamiento en la región branquial; la órbita ha desaparecido y el cangrejo no podía retraer el pedúnculo ocular; el borde anterolateral izquierdo no presenta malformaciones.

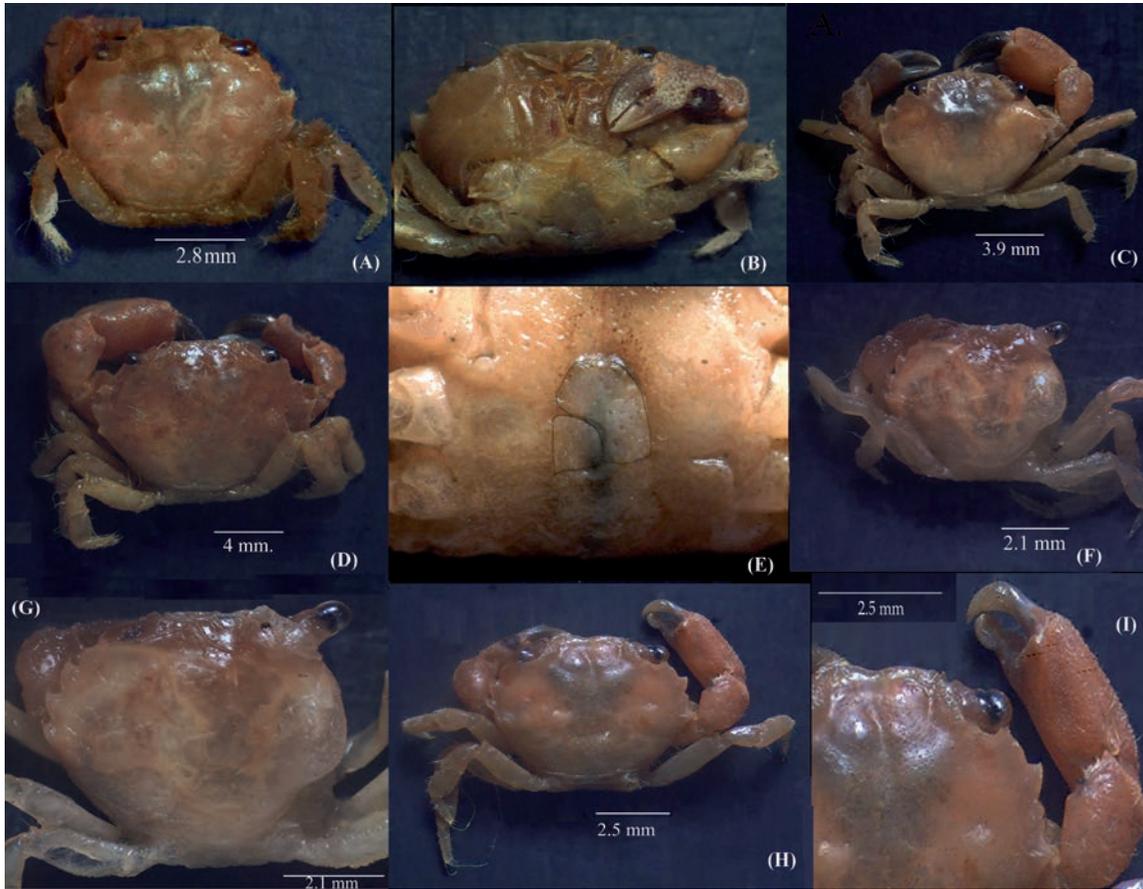


Figura 3. (A) Ejemplar de *Eurypanopeus* sp. en vista dorsal. (B) En vista ventral. (C) Vista dorsal de un cangrejo de la superfamilia Xanthoidea, no identificable. (D) Vista dorsal de *Panopeus* cf. (E) Vista ventral del abdomen. (F) Ejemplar de la superfamilia Xanthoidea no identificable, (G) Vista dorsal del ejemplar completo. (H) Ejemplar de la superfamilia Xanthoidea, (I) Acercamiento del borde anterolateral derecho y del quelípodo del ejemplar H.

El ejemplar de la figura 3H presenta malformaciones en las espinas de los dos bordes anterolaterales: deformidad del cuarto diente y reducción casi total del quinto diente en el costado izquierdo, mientras que en el derecho se observa una reducción del cuarto; además, presenta malformación en el borde frontal, a diferencia de la mayoría de los demás cangrejos que presentaban malformación en los bordes anterolaterales. La quela derecha (Figura 3I) presenta el dedo fijo más corto que el móvil y con un estrechamiento basal; el dedo móvil se asemeja al pico de un loro.

El cangrejo de la figura 4A corresponde, probablemente, a un ejemplar del género *Eurypanopeus*, varias de cuyas especies se caracterizan por presentar los dedos de la quela menor terminados en forma de cuchara, como se observa en la figura 4B. En la figura 4A se observan las múltiples malformaciones que presenta el ejemplar que, como en todos los casos, afectan principalmente los bordes anterolaterales. En este ejemplar el borde izquierdo ha perdido completamente los dientes y solo se observa un borde cristiforme, mientras que el derecho presenta solo el quinto diente y un crecimiento excesivo hasta la base

del diente postocular. El abdomen no está completamente formado, pues el borde anterolateral derecho está recortado (Figura 4B).

El ejemplar de la figura 4C presenta una pérdida de la bilateralidad, con la mitad derecha más ancha que la izquierda, al igual que atrofia de los dientes anterolaterales y en algunos casos solo es distingue la base de algunos de estos; se ve, además, deformidad del borde frontal y de las órbitas. El abdomen (Figura 4D) presenta malformación en el último segmento y expansión del telson.

En el ejemplar de la figura 4E, además de las malformaciones, se aprecia una pérdida de la bilateralidad, siendo la mitad derecha más ancha que la izquierda; además, hay malformación de los dientes anterolaterales, especialmente sobre el borde izquierdo, en el que se presenta una estructura cristiforme; en el derecho se observa una anomalía marcada de los dientes anterolaterales, con el tercero prolongándose anteriormente en una espina; igualmente, se presenta deformidad en el borde frontal orbital, con mayor inclinación hacia el costado izquierdo y una diferencia notoria entre las dos órbitas.

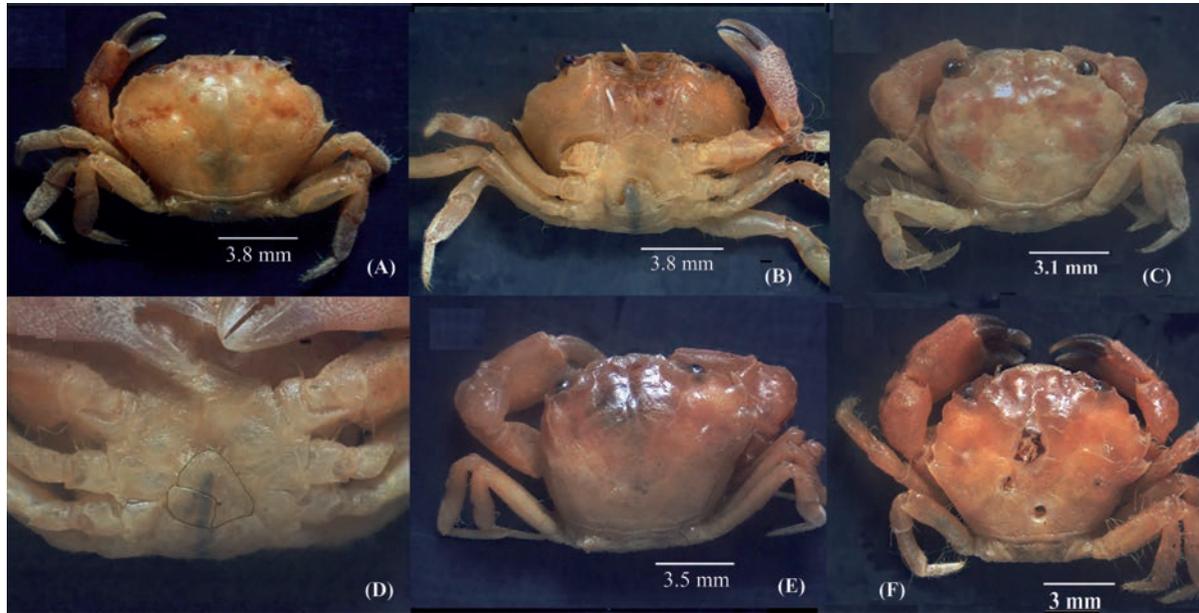


Figura 4. (A) Ejemplar del género *Eurypanopeus* cf. A. en vista dorsal. (B) En vista ventral. (C) Vista dorsal de un ejemplar de la superfamilia Xanthoidea no identificable. (D). Vista ventral, destacando el abdomen. (E) Ejemplar pertenecientes a la superfamilia Xanthoidea no es identificable. (F) *Panopeus* sp., cf., con perforaciones del caparazón.

En el ejemplar de la figura 4F, además de la pérdida de la simetría, se presenta deformidad de los dientes del borde anterolateral izquierdo, los cuales son de tamaño menor y más redondeados que los del derecho; la órbita izquierda está deforme y presenta necrosis en el caparazón, causada, probablemente, por bacterias quitinolíticas del grupo *Flavobacter* y *Vibrio*, al igual que en el ejemplar de la figura 3A.

En la tabla 1 se presenta el número de individuos con malformación por estación de muestreo y su porcentaje en relación con el número total de individuos recolectados por muestreo, así como la relación entre el periodo de muestreo y el número total de cangrejos deformes (138). El mayor porcentaje de individuos con deformidad se presentó durante el primer periodo de muestreo (junio de 2005) en la estación Punta Nisperal, con un 24,4 % de individuos deformes, seguido por el muestreo de marzo de 2006 en la misma estación, con un 11,6 % de ejemplares, pertenecientes todos a la superfamilia Xanthoidea. En esta estación los individuos con malformaciones se presentaron en tres de los cuatro muestreos, a excepción del de diciembre de 2005. Punta Nisperal fue la única estación en la que se recolectaron ejemplares deformes pertenecientes a la familia Goneplacidae durante los muestreos de junio y septiembre de 2005. Durante el muestreo de septiembre, el mayor número de cangrejos deformes se recolectó en Caño Salado.

Se recolectaron en total 138 individuos con malformaciones; en el mes de junio se recolectó el mayor número de cangrejos deformes (77 individuos, 55,8 % de ellos con malformaciones), seguido del mes de marzo (31 individuos,

22,46 % con malformaciones), en tanto que el menor número se recolectó durante el muestreo de diciembre. El 87 % de los cangrejos deformes se recolectaron en Punta Nisperal, en tanto que en cada una de las otras dos estaciones el porcentaje fue de 9 %.

En la figura 5 se resume el valor de las precipitaciones en el área durante todo el periodo de muestreo. Al comparar el periodo de mayor incidencia de malformaciones con las precipitaciones (junio de 2005), se observa una concordancia de este valor con los del incremento de las lluvias en la región, lo que se explicaría por el aumento en la descarga de sustancias contaminantes que acompaña las lluvias. El menor porcentaje de cangrejos deformes se presentó en el mes de diciembre de 2005, que corresponde a la época de disminución de las precipitaciones en la región, con el consecuente cambio en las condiciones ambientales, lo que implica menos contaminantes.

En la bahía de Cispatá se adelantó recientemente un estudio sobre la contaminación por metales pesados (**Marrugo-Negrete & Paternina-Uribe, 2011**, informe no publicado), en el que se registra la descarga en el río Sinú de diferentes metales, entre ellos el mercurio, que en su forma metal-orgánica causa teratogénesis y cáncer (**Español-Cano, 2006**).

Es importante resaltar que el alto porcentaje de malformaciones en Punta Nisperal se debe probablemente a la influencia que ejerce el caño Sicará sobre la bahía, uniendo al río Sinú con la ciénaga de Soledad para finalmente desembocar en Punta Nisperal. Entre la cabecera del caño Sicará y la ciénaga de Soledad se localizan los proyectos agropecuarios de cultivos de tilapia y camarón de Agrosoledad, en el corregimiento

Tabla 1. Se presenta el número total de individuos con deformidades, por estación y período de muestreo. CS: Caño Salado, CM: Caño Mocho, PN: Punta Nisperal; # D: Número de deformes por muestreo y estación, # T: Número total individuos por muestreo y estación, % D: Porcentaje de deformes en relación con el número total de individuos, por estación y muestreo.

Estación	Taxon	Junio/05			Septiembre/05			Diciembre/05			Marzo/06		
		# D	# T	% D	# D	# T	%D	# D	# T	% D	# D	# T	% D
CS	Xanthoidea	0	45	0	9	93	9.68	0	275	0	0	0	0
CM	Xanthoidea	6	55	10.91	0	153	0	0	108	0	3	73	4,11
PN	Goneplacidae	2	283	0.71	13	205	6.34	0	288	0	0	241	0
	Xantoidea	69	283	24.38	0	205	0	8	288	2.78	28	241	11.62
Total deformes		77			22			8			31		
% por muestreo		27.21			10.73			2.78			12.86		
% por número total deformes		55.8			15.94			5.8			22.46		

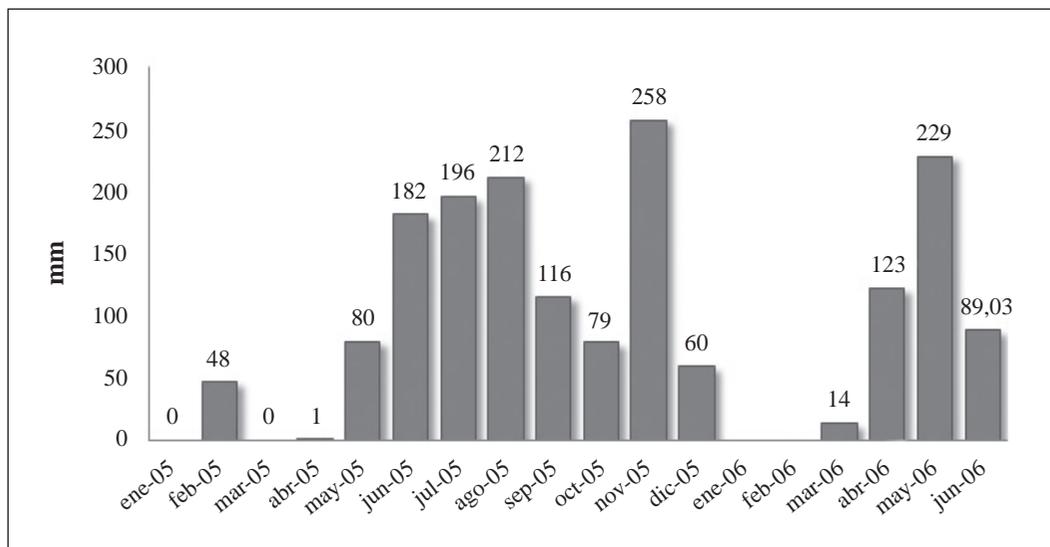


Figura 5. Precipitación mensual durante el período enero 2005 – junio 2006 (Fuente: IDEAM, 2007, estación Villa Marcela, San Antero).

de La Doctrina, y de Agrotijó, en el municipio de San Antero, los cuales drenan de la ciénaga misma (en el caso de la C.I. Agrosoledad) o tributan en ella, descargando material de desecho de diferentes cultivos en la zona de manglar.

Sanchez et al., (1997) mencionan que en 1993 la Corporación Autónoma de los Valles del Sinú y San Jorge, CVS, dentro del Plan de Ordenamiento Forestal del manglar, promueve la apertura de un canal que comunica el Caño Sicará con la Ciénaga de Mestizos, obra con la que se pretendía recuperar 20 ha de salitral. También por contrato con CVS, en septiembre de 1995 se abre otro canal que une la Ciénaga de Navío con Caño Salado, para recuperar 400 ha de salitral. Cabe recordar que estos canales son recorridos diariamente por los pescadores usando palanca y resuspendiendo material de turba.

De acuerdo con **Noga, et al., (2000)**, quienes hacen una descripción detallada de varias de las enfermedades presentes en la jaiba azul, la mayoría de las afecciones que se presentan en cangrejos, como las que se muestran en las figuras 3B (quela

derecha) y 4F (parte posterior del cefalotorax), corresponde a lesiones causadas por bacterias (lesiones melanizadas ulceradas). Estos autores enumeran 15 especies de bacterias quitinolíticas de los géneros *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Plesiomonas*, *Pseudomonas*, *Serratia* y *Vibrio*, y describen en detalle los cuatro diferentes grados de afectación; de acuerdo con **Cobb & Castro (2006)**, las lesiones en el caparazón se deben principalmente a la acción de bacterias de los géneros *Flavobacter* y *Vibrio*.

De acuerdo con **Gregati, et al., (2009)**, la gran prevalencia de malformaciones y enfermedades del caparazón en crustáceos está asociada con el estrés ambiental, la acuicultura intensiva y la contaminación del medio; además, sostienen que la mayoría de las afectaciones ocurren durante el período de la muda.

En la figura 6 se presentan los contenidos totales de mercurio medidos por **Marrugo-Negrete & Paternina-Urbe (2011)** en sedimentos de las áreas de muestreo. Estos

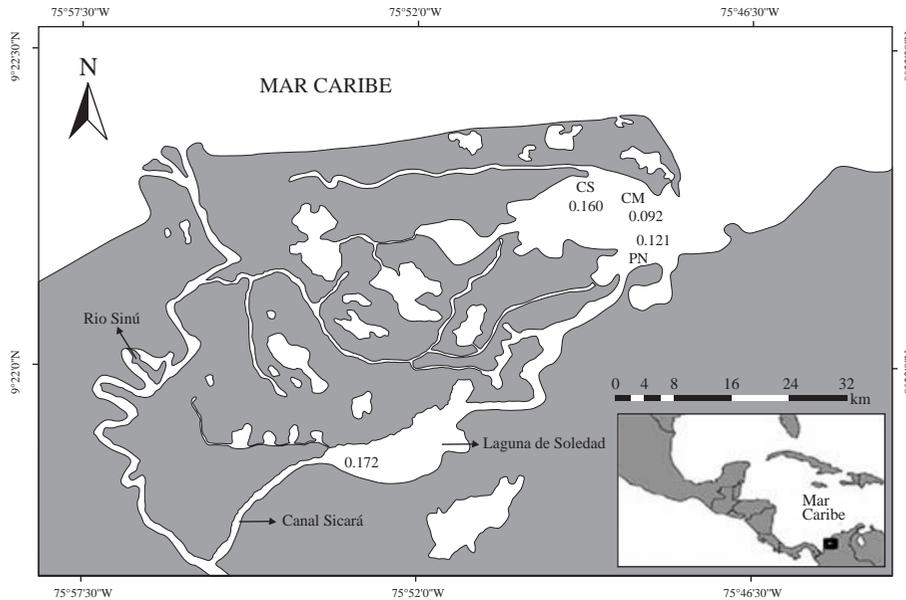


Figura 6. Contenidos de mercurio en sedimentos en la Bahía de Cispatá, en las estaciones de recolección de cangrejos deformes. (Modificado de Marrugo y Paternina, 2011).

autores registraron concentraciones entre 0,092 y 0,172 mg/kg de sedimento seco, igualmente determinaron contenido elevado de otros elementos como cobre (30,54 a 53,24 mg/kg), cromo (11,87 a 22,64 mg/kg) y plomo (0,11 a 0,19 mg/kg). Se debe anotar que tanto el mercurio como el plomo forman compuestos organometálicos cuya toxicidad puede afectar múltiples procesos metabólicos en los organismos expuestos.

Los valores determinados por **Marrugo-Negrete & Paternina-Uribe** (2011), se encuentran por debajo de los reportados en diferentes partes del mundo, como los encontrados en la bahía Alemana, en Alemania, que fluctúan entre 0,2 y 1,6 ppm (**Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen**, 1980).

Iannacone & Alvariño (2003) determinaron el efecto tóxico del mercurio sobre las larvas del cangrejo topo *Emerita analoga*, sin embargo, dicho estudio no registró los efectos subletales, pues su objetivo era determinar las dosis letales. Las concentraciones usadas por estos autores son superiores (entre 14,2 y 7,48 $\mu\text{g/l}$ a las 48 y 96 horas, respectivamente), a las registradas por **Marrugo-Negrete & Paternina-Uribe** (2011). En general, los efectos subletales se presentan en los momentos más sensibles del ciclo de vida de los cangrejos, como son los estadios postlarvales o en periodos de muda. Esto explicaría por qué las malformaciones se presentan con mayor frecuencia en cierto período del año.

Con base en las observaciones hechas, se concluye que el mayor porcentaje de cangrejos deformes se presentó en la estación Punta Nisperal. Este porcentaje se determinó en el muestreo de junio de 2005, periodo en el cual se observó un incremento de las lluvias, lo que aumentó la escorrentía.

Dicha estación está influenciada directamente por las descargas del río Sinú a través del caño Sicará. La descarga de mercurio se da por esta vía y constituye una posible causa de teratogénesis.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Agradecimientos

El proyecto FCB-14-04 fue financiado por el Centro de Investigaciones de la Universidad de Córdoba (CIUC) y contó con el apoyo del CECIMAR (contribución No. 411) y la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Agradecemos a A. Merchán por la revisión del documento.

Bibliografía

- Álvarez-León, R., Mendoza, L. A., Vernet, G.** 2003. Factores de formación de las lagunas costeras del suroeste del Caribe colombiano. *Acta Cient. Venez.* **54** (3): 180 – 188.
- Campos, N. H.** 1999. Interacción de las comunidades de crustáceos decápodos asociados a tres hábitats vegetales en la Bahía de Chengue, Caribe Colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* **23**: 575-582.
- Campos, N. H., Navas, G., Bermúdez, A., Cruz, N.** 2005. Los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300 – 500 m) del mar Caribe colombiano. *Monografías de fauna de Colombia.* Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales. 272 p. ISBN: 958 – 701 – 585 – 1.
- Campos, N. H., Navas, G. R., Bermúdez, A.** 2010. Riqueza y distribución geográfica de los crustáceos decápodos del Mar Caribe colombiano, 83 – 99. En Campos, N. H., A.

- Acero y J. E. Mancera (Eds.). Cuadernos del Caribe No. 14. Contribuciones en Ciencias del Mar en Colombia, La Investigación en Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Colombia, 30 años de la Biología Marina, Gráficas Ducal Ltda., Bogotá, D. C., 146 p.
- Castaño, A., Urrego, L., Bernal, G.** 2010. Dinámica del manglar en el complejo lagunar de Cispatá (Caribe colombiano) en los últimos 900 años. *Rev. Biol. Trop.*, **58** (4): 1347-1366.
- Cobb, J. S. & K. Castro, M.** 2006. Shell disease in lobsters: A synthesis. Fisheries Center, University of Rhode Island, USA. 18 p.
- Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen.** 1980. Umweltprobleme der Nordsee. Verlag Koglhhammer GmBh, Stuttgart. 503 p.
- Dueñas, P. R., Campos, N. H., Quirós, J. A.** 2012. Los crustáceos decápodos del departamento de Córdoba, Colombia. Ed. Académica Española, Saarbrücken, 258 p.
- Español-Cano, S.** 2006. Toxicología del mercurio: 60-127. En: Academia Nacional de Medicina (E). Seminario internacional sobre clínica del mercurio. Memorias. Editorial Kimpres Ltda. Bogotá, D. C. 260 p.
- Estela, F. & López-Victoria, M.** 2005. Aves de la parte baja del río Sinú, Caribe colombiano: inventario y ampliaciones de distribución. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, **34**: 7-42.
- Gregati, R. A. & Negreiros-Fransozo, M. L.** 2009. Occurrence of shell disease and carapace abnormalities on natural population of *Neohelice granulata* (Cruatacea: Verunidae) from a tropical mangrove forest, Brazil. *Mar. Biod. Rec.*, 2; e60, Publicado en línea: 1-3. Consultada el 28 de octubre de 2014. http://www.vims.edu/research/departments/eaah/programs/crustacean/research/lobster_shell_disease/Lobster-Project-Resources/Publications/Lobster-pdf-files/2009%20Gregati%20and%20Franzoso%20shell%20disease%20and%20carapace%20deformities%20in%20neohelice.pdf
- Ianncone-Oliver, J. A. & Alvaríño-Flores, L.** 2003. Efecto ecotoxicológico agudo del mercurio sobre larvas del "Muy Muy" *Emerita analoga* (Stimpson) (Decapoda: Hippidae) procedentes de cuatro localidades de Lima. *Ecol. Aplic.*, **2** (1): 111-115.
- Lira, C., Hernández, G., Bolaños, J. A.** 2003. Un caso de malformación en *Pachycheles serratus* (Decapoda: Pordellanidae) *Rev. Biol. Trop.* 51, Supl. 4: 149-151.
- Marrugo-Negrete, J. L. & Paternina-Urbe, R.** 2011. Evaluación de la contaminación por metales pesados en la Ciénaga La Soledad y Bahía de Cispatá, cuenca del bajo Sinú, Departamento de Córdoba. Informe final, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Química. 121 p.
- Noga, E. J., Smolowitz, R., Khoo, L. H.** 2000. Pathology of shell disease in the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, (Decapoda, Portunidae). *J. Fish Diseases.* **23**: 389-399.
- Quirós, J. A. & Campos, N.H.** 2010. Dinámica espacial de crustáceos decápodos asociados a céspedes algales en el departamento de Córdoba, Caribe colombiano. *Acta Biol. Colomb.* **15** (3): 89-104.
- Quirós, J. A., Dueñas, P. R., Campos, N. H.** 2012. Crustáceos decápodos asociados a ensamblajes macroalgales en el litoral rocoso de Córdoba, Caribe colombiano. *Rev. MVZ Córdoba* **17** (1): 2834 - 2845.
- Rangel-Churrio, O.** 2004. Caracterización de la fauna y flora de los humedales cordobeses. Informe final, Convenio interadministrativo entre la Corporación Autónoma de los Valles del Sinú y San Jorge y la Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Rathbun, M.** 1930. The cancrioid crabs of America of the family Euryalidae, Portunidae, Atelecidae, Cancridae and Xanthidae. Smithsonian Institution. United States National Museum Bulletin, Washington, 508 p.
- Sánchez, H., Álvarez-León R., Pinto F., Sánchez A. S., Pino J. C., García I., Acosta M. T.** 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. En: H. Sánchez y R. Álvarez-León Eds., Ministerio del Medio Ambiente, Proyecto PD/171/91 REV 2 (F) Fase 1, Organización Internacional de Maderas Tropicales, OIMT. Bogotá, D.C., 511 p.
- Williams, A.** 1984. Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States. Maine to Florida. Smithsonian Inst. Press. 18, 550 p.