

**ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS Y DE  
DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DOMINANTES DE *Agononida*, *Munida* Y  
*Munidopsis* EN EL CARIBE COLOMBIANO (Crustacea: Decapoda:  
Galatheidae)**

**Margarita Alejandra Fierro Rengifo**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS, DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
Bogotá D.C., 2004**

**ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS Y DE  
DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DOMINANTES DE *Agononida*, *Munida* Y  
*Munidopsis* EN EL CARIBE COLOMBIANO (Crustacea: Decapoda:  
Galatheidae)**

**Margarita Alejandra Fierro Rengifo  
112804**

**TRABAJO DE GRADO  
Presentado como requisito parcial para optar al título de  
BIÓLOGA**

**Director  
Dr. rer. nat. NÉSTOR HERNANDO CAMPOS CAMPOS  
Prof. Asoc. Instituto de Ciencias Naturales ICN  
Universidad Nacional**

**Codirectora  
ADRIANA BERMÚDEZ TOBÓN  
Cand. M. Sc. Biol. Mar  
MHNMC - INVEMAR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS, DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
Bogotá D.C., 2004**



## ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES ASPECTOS BIOLÓGICOS Y DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DOMINANTES DE LOS GÉNEROS *Agononida*, *Munida* Y *Munidopsis* EN EL CARIBE COLOMBIANO (CRUSTACEA: DECAPODA: GALATHEIDAE)

### MEAN BIOLOGICAL AND DISTRIBUTION ASPECTS STUDY OF GENUS *Agononida*, *Munida* AND *Munidopsis* DOMINANT SPECIES FROM COLOMBIAN CARIBBEAN SEA

#### RESUMEN

Se analizan los principales aspectos biológicos y de distribución de las especies dominantes de los géneros *Agononida*, *Munida* y *Munidopsis* del mar Caribe colombiano, con base en 1391 individuos de cinco especies, colectados durante las expediciones Macrofauna I y II que llevó a cabo el INVEMAR, entre 1998 y 2001. Estos se encuentran depositados en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia.

Para los análisis se tuvo en cuenta longitud de cefalotórax de los individuos, proporción de sexos, aspectos reproductivos como número de hembras ovadas y número de huevos, y parasitismo. Todas las variables tratadas se relacionaron con distribución geográfica y batimétrica de las poblaciones.

Se determinaron las mayores abundancias de *Agononida longipes*, *Munida forceps* y *Munidopsis riveroi* al norte de la desembocadura del río Magdalena, y de *Munida flinti* en la zona sur, como resultado de condiciones abióticas propias de cada sector, que se manifestaron igualmente en la proporción de sexos de las especies. *Munida forceps* y *Munidopsis erinaceus* son consideradas especies raras, siendo indicativo de preferencias hacia mayores profundidades.

Se observó dimorfismo sexual respecto a tallas, con mayores tamaños en hembras de *Agononida longipes* y *Munidopsis riveroi*. En *Munida forceps* y *Munidopsis erinaceus* no fue posible establecer el comportamiento de esta variable.

Se confirma segregación batimétrica de las especies *Agononida* y *Munida* con respecto a las de *Munidopsis*. Se relaciona con mayores tamaños de los individuos a mayores profundidades y con las estrategias reproductivas utilizadas por cada una de ellas. Los parásitos presentan baja incidencia.

#### ABSTRACT

Mean biological and distribution aspects of genus *Agononida*, *Munida* and *Munidopsis* dominant species from Colombian Caribbean sea have been analyzed, from 1391 individuals, belonging to five galatheid species, collected by INVEMAR Macrofauna I & II expeditions, between 1998 and 2001. The individuals are deposited in the Colombian Marine Natural History Museum.

Cephalothorax length, sex proportions, reproductive aspects, as number of carrying egg females and number of eggs per female was analyzed. The treated variables were related to populations with a geographical and bathymetrical distribution.

*Agononida longipes*, *Munida forceps* and *Munidopsis riveroi* mayor abundances were found at the north side of Magdalena river mouth and *Munida flinti* mayor abundance at the south zone, as a result of the abiothic conditions of each sector. They were also showed by sex proportions within species. *Munida forceps* and *Munidopsis erinaceus* were considered rare species, as an indicative of preferences by deeper profundities.

Sexual dimorphism related to sizes was observed, with *Agononida longipes* and *Munidopsis riveroi* bigger females. There was not possible to establish the behavior for this variable on both species.

*Agononida* and *Munida* species bathymetrical segregation from *Munidopsis* species was confirmed related to bigger individual sizes at deeper profundities, and to the reproductive strategies used by each specie. The parasites have small incidence in the zone.

#### PALABRAS CLAVES

Crustacea, Galatheidae, Caribe colombiano, Biología, Distribución.

#### KEY WORDS

Crustacea, Galatheidae, Colombian Caribbean Sea, Biology, Distribution.

**DIRECTOR: Néstor Hernando Campos Campos**

**CODIRECTOR: Adriana Bermúdez Tobón**

**Margarita Alejandra Fierro Rengifo (1980)**



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Colombia, por permitirme crecer en sus aulas, tanto académica como personalmente, al igual que a la Facultad de Ciencias y al Departamento de Biología.

Al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Benito Vives de Andrés”, INVEMAR, y a sus funcionarios, por permitir mi acceso al Museo de Historia Natural Marina de Colombia y las demás instalaciones. Adicionalmente, en unión con COLCIENCIAS, el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo, Justus Liebig Universität y Smithsonian Institution, por la cofinanciación y cooperación en los proyectos No. 2105-09-11248, 2105-09-10401 y 2105-13-07997.

A Néstor Campos, por su dirección y su impresionante paciencia... A Sven Zea, por confiar en mí y por su interés en mi trabajo. A Camilo García, que más que un profesor, es un amigo del que tengo gratos recuerdos.

A Daniel Rozo, por la realización de los mapas.

A los de Colecciones quienes me brindaron todas las herramientas pertinentes para este trabajo, además de la amistad de muchos.

A Adriana Bermúdez, definitivamente sin su ayuda y sin su empuje, esta tesis hasta de pronto hubiera terminado discutiendo sobre crustáceos inexistentes en el planeta Marte. Y no son solamente agradecimientos académicos: también gracias por estar ahí cada vez que yo lo necesitaba, por estar conmigo aún en la distancia, por ser mi hermana mayor en Santa Marta (y también en Bogotá), por velar por mi bienestar, por los consejos y por los regaños disimulados... Adri: sabes que ocupas un lugar muy importante en mi corazón... Gracias por lo que dije y por lo que no dije.

Al profe Germán Galvis, por confiar en mí tan ciegamente, sin su ayuda hubiera sido muy difícil la realización de mi tesis.

A las familias Gutiérrez Espinosa y Triana de los Ríos, por acogerme en sus hogares y colaborarame en la terminación del documento.

A mis amigos en Bogotá: Mariangeles, Arcadio, Paula, Monik, Carolina, Eugenio, Ana Paola, Hansen, Edna, Mafe, Grabris, Angela, Lidya, mis profes preferidas: Diana y Milena, Angélica,

---



Emerson, Lucho, Mario, los profes Eduardo Flórez, Enrique Zerda y Fabio Patiño, Tuto, Lina, Christihian, y otros tantos que quedan por fuera de esta lista, pero que siempre estuvieron conmigo: gracias de verdad.

A mis amigos en Santa Marta: Leito, Martica, Luzma, Lelieth, los Césares, Adri Fernández, Andia, la Mona, Andrea, Arturo, Rachellito, Patricia, Jimena, Camilo Andrés Platz, Cristina, la señora Mireya y su familia, Maria María y los niños, la señora Ana, Javi, Migue, a mi profe Cecil... mejor dicho: a todos aquellos que me aportaron algo en algún momento.

A mi mami, porque gracias a tu paciencia y amor cumplí la primera gran meta con una gran satisfacción en mi interior, y tanto esfuerzo te será recompensado de la mejor manera. A Iván, así sí me extrañó, no? A mi familia, por creer en mí.

A Santa Marta, esa ciudad mágica que me acogió, que tanto me enseñó y que me mostró que la vida es más que estar ahí, en un lugar, haciendo simplemente "algo". A la Costa Atlántica colombiana, su mar, sus paisajes, sus olores, sus colores, sus sonidos, su música, sus atardeceres, su arena de diversas texturas, su gente... su locura, ese algo incomparable que me hizo tan feliz.

Y finalmente a mi Colombia: por ser tan grande, tan diversa, tan hermosa. Por albergar en su tierra tantas diferencias que al final nos hacen uno solo.



## RESUMEN

Se analizan los principales aspectos biológicos y de distribución de las especies dominantes de los géneros *Agononida*, *Munida* y *Munidopsis* del mar Caribe colombiano, con base en 1391 individuos de cinco especies de galatéidos colectados durante las expediciones Macrofauna I y II que llevó a cabo el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”, INVEMAR, entre los años 1998 y 2001, y los cuales se encuentran depositados en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia, con sede en el mismo instituto.

Para los análisis se tuvo en cuenta la longitud de cefalotórax de los individuos, la proporción de sexos, aspectos reproductivos tales como número de hembras ovadas y número de huevos, y parasitismo. Todas las variables tenidas en cuenta se relacionaron con la distribución geográfica y batimétrica de las poblaciones, con el fin de caracterizar cada una de ellas.

Se determinó que las mayores abundancias de las especies *Agononida longipes*, *Munida forceps* y *Munidopsis riveroi* se presentan al norte de la desembocadura del río Magdalena, en el Caribe colombiano, y de *Munida flinti* en la zona sur, como resultado de las diferentes condiciones abióticas, propias de cada sector, las cuales se manifestaron igualmente en la proporción de sexos de las especies. *Munida forceps* y *Munidopsis erinaceus* son consideradas especies raras en el mar Caribe colombiano, por el escaso número de individuos colectados, siendo indicativo de preferencias hacia mayores profundidades.

También se observó dimorfismo sexual respecto a las tallas, con mayores tamaños en hembras de *Agononida longipes* y *Munidopsis riveroi*. En *Munida flinti* se manifestó la presencia de dos cohortes solapadas. En *Munida forceps* y *Munidopsis erinaceus* no fue posible establecer el comportamiento de esta variable.

También se confirma la segregación batimétrica de las especies de *Agononida* y *Munida* con respecto a las especies de *Munidopsis*, y se relaciona con mayores tamaños de los individuos a mayores profundidades y con las estrategias reproductivas utilizadas por cada una de ellas. Los parásitos bopíridos y rizocéfalos presentan una baja incidencia en el sector.

---



## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>.....</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>2. ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.1. MARCO GEOGRÁFICO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2. GEOMORFOLOGÍA GENERAL .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3. CLIMATOLOGÍA.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4. OCEANOGRAFÍA.....</b>	<b>23</b>
<b>2.5 ECORREGIONES DEL CARIBE COLOMBIANO.....</b>	<b>24</b>
2.5.1. Guajira (GUA).....	25
2.5.2. Palomino (PAL).....	25
2.5.3. Tayrona (TAY).....	26
2.5.4. Magdalena (MAG).....	26
2.5.5. Golfo de Morrosquillo (MOR).....	27
2.5.6. Archipiélagos Coralinos (ARCO).....	27
2.5.7. Darién (DAR).....	27
2.5.8. Ecorregión Caribe Oceánico (COC).....	28
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. FASE DE LABORATORIO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>31</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1. <i>Agononida longipes</i> (A. Milne-Edwards, 1880).....</b>	<b>36</b>
4.1.1. Diagnósis.....	36



---

4.1.3. Tallas y proporción de sexos .....	36
4.1.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax.....	37
4.1.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones .....	41
4.1.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades .....	44
4.1.4. Reproducción.....	44
4.1.4.1. Talla mínima de reproducción.....	44
4.1.4.2. Forma y tamaño de los huevos.....	44
4.1.4.3. Fecundidad .....	45
4.1.4.4. Relación fecundidad con el tamaño del cefalotórax .....	45
4.1.5. Parasitismo .....	45
4.1.2. Distribución .....	46
<b>4.2. <i>Munida flinti</i> Benedict, 1902.....</b>	<b>46</b>
4.2.1. Diagnósis .....	46
4.2.3. Tallas y proporción de sexos .....	47
4.2.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax .....	47
4.2.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones .....	53
4.2.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades .....	54
4.2.4. Reproducción.....	55
4.2.4.1. Talla mínima de reproducción.....	55
4.2.4.2. Forma y tamaño de los huevos.....	55
4.2.4.3. Fecundidad .....	55
4.2.4.4. Relación fecundidad con el tamaño del cefalotórax .....	55
4.2.5. Parasitismo .....	56
4.2.2. Distribución .....	56
<b>4.3. <i>Munida forceps</i> A. Milne-Edwards, 1880.....</b>	<b>56</b>
4.3.1. Diagnósis .....	56
4.3.3. Tallas y proporción de sexos .....	57
4.3.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax .....	58
4.3.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones .....	62
4.3.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades .....	62
4.3.4. Reproducción.....	63
4.3.4.1. Talla mínima de reproducción.....	63
4.3.4.2. Forma y tamaño de los huevos.....	63
4.3.4.3. Fecundidad .....	63
4.3.4.4. Relación fecundidad con el tamaño del cefalotórax .....	63
4.3.5. Parasitismo .....	63

---



---

4.3.2. Distribución .....	64
<b>4.4. <i>Munidopsis erinaceus</i> (A. Milne-Edwards, 1880) .....</b>	<b>64</b>
4.4.1. Diagnósis .....	64
4.4.3. Tallas y proporción de sexos .....	64
4.4.3.1. Relación entre longitud y ancho del Cefalotórax. ....	65
4.4.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones .....	67
4.4.4. Reproducción.....	67
4.4.4.1. Talla mínima de reproducción.....	67
4.4.4.2. Forma y tamaño de los huevos.....	67
4.4.4.3. Fecundidad .....	67
4.4.4.4. Relación fecundidad con el tamaño de cefalotórax .....	67
4.4.5. Parasitismo .....	68
4.4.2. Distribución .....	68
<b>4.5. <i>Munidopsis riveroi</i> Chace, 1939 .....</b>	<b>68</b>
4.5.1. Diagnósis .....	68
4.5.3. Tallas y proporción de sexos .....	68
4.5.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax .....	69
4.5.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones .....	74
4.5.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades .....	74
4.5.4. Reproducción.....	75
4.5.4.1. Talla mínima de reproducción.....	75
4.5.4.2. Forma y tamaño de los huevos.....	75
4.5.4.3. Fecundidad .....	75
4.5.4.4. Relación fecundidad con tamaño de cefalotórax.....	75
4.5.5. Parasitismo .....	75
4.5.2. Distribución .....	76
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>77</b>
<b>5.1. DISTRIBUCION GEOGRÁFICA Y BATIMÉTRICA.....</b>	<b>77</b>
<b>5.2. TALLAS .....</b>	<b>82</b>
<b>5.3. ASPECTOS REPRODUCTIVOS .....</b>	<b>86</b>
<b>5.4. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS .....</b>	<b>89</b>
<b>5.5. PARASITISMO .....</b>	<b>92</b>



---

<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>107</b>

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de las ecorregiones del mar Caribe colombiano. Proporcionado por la oficina SIG del INVEMAR.....	29
Figura 2. Vista dorsal de un ejemplar macho de <i>Agononida longipes</i> . Fuente SIBM.....	36
Figura 3. Relación longitud/ancho del cefalotórax de <i>Agononida longipes</i> colectados en el mar Caribe colombiano (n= 793). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza..	37
Figura 4. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de <i>Agononida longipes</i> en general (n= 793).....	38
Figura 5. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada sexo de <i>Agononida longipes</i> . (m= 386, h= 136, hov= 271).....	39
Figura 6. Proporción de sexos de <i>Agononida longipes</i> por intervalos de longitud de cefalotórax (n=796). Los valores negativos indican mayor número de hembras.....	40
Figura 7. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de longitud del cefalotórax en <i>Agononida longipes</i> (n=419). Los valores negativos indican mayor número de hembras ovadas.....	40
Figura 8. Proporción de grupos de <i>Agononida longipes</i> por ecorregión y profundidad. A. Proporción machos : hembras (n=809). Los valores negativos indican mayor número de hembras. B. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas (n= 419). Los valores negativos indican mayor número de hembras ovadas. ....	43
Figura 9. Vista dorsal de un ejemplar de <i>Munida flinti</i> . Fuente SIBM.....	47
Figura 10. Relación longitud/ancho del cefalotórax de <i>Munida flinti</i> del mar Caribe colombiano (n= 266). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza. ....	48
Figura 11. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de <i>Munida flinti</i> en general (n= 266). ....	49
Figura 12. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada sexo de <i>Munida flinti</i> . (m= 108, h= 90, hov= 68).....	50
Figura 13. Proporción de sexos de <i>Munida flinti</i> por intervalos de LC (n=266).....	51

---



Figura 14. Proporción de hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de LC en <i>Munida flinti</i> (n=157). .....	51
Figura 15. Proporción de sexos de <i>Munida flinti</i> por ecorregión y profundidad (n=266). .....	52
Figura 16. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas de <i>Munida flinti</i> por ecorregión y profundidad (n=161). .....	53
Figura 17. Vista dorsal de un ejemplar de <i>Munida forceps</i> . Fuente SIBM. ....	57
Figura 18. Relación longitud/ancho del cefalotórax de <i>Munida forceps</i> del mar Caribe colombiano (n= 57). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza. ....	58
Figura 19. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de <i>Munida forceps</i> en general (n= 57). .....	59
Figura 20. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada sexo de <i>Munida forceps</i> (m= 39, h= 13, hov= 5). .....	60
Figura 21. Proporción de sexos vs. intervalos de longitud del cefalotórax en <i>Munida forceps</i> (n= 57). .....	61
Figura 22. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de longitud de cefalotórax en <i>Munida forceps</i> (n= 18). .....	61
Figura 23. Proporción de sexos de <i>Munida forceps</i> por ecorregión y profundidad. (n=57). .....	62
Figura 24. Vista dorsal de un ejemplar de <i>Munidopsis erinaceus</i> . Fuente SIBM. ....	65
Figura 25. Relación largo/ancho del cefalotórax de <i>Munidopsis erinaceus</i> (n= 17). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza. ....	66
Figura 26. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de <i>Munidopsis erinaceus</i> en general (n= 17). .....	66
Figura 27. Vista dorsal de un ejemplar de <i>Munidopsis riveroi</i> . Fuente SIBM. ....	69
Figura 28. Relación longitud/ancho del cefalotórax de <i>Munidopsis riveroi</i> del mar Caribe colombiano (n= 236). .....	70
Figura 29. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de <i>Munidopsis riveroi</i> en general (n= 236). .....	70
Figura 30. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada grupo de <i>Munidopsis riveroi</i> (m= 135, h= 31, hov= 70). .....	72
Figura 31. Proporción sexos vs. intervalos de longitud de cefalotórax en <i>Munidopsis riveroi</i> (n= 236) .....	72
Figura 32. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de longitud de cefalotórax en <i>Munidopsis riveroi</i> (n= 236). .....	73
Figura 33. Proporción de sexos de <i>Munidopsis riveroi</i> por ecorregión y profundidad (n= 237). ....	73
Figura 34. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas de <i>Munidopsis riveroi</i> por ecorregión, a 500 m de profundidad (n= 98). .....	74



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número de individuos colectados, según la profundidad y la especie (M= machos, H= hembras no ovadas, Hov= hembras ovadas).....	35
Tabla 2. Número de individuos colectados según la ecorregión y la especie (M= machos, H= hembras no ovadas, Hov= hembras ovadas).....	35
Tabla 3. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de <i>Agononida longipes</i> . Los valores son suministrados en mm (n= 793, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas). .....	38
Tabla 4. Comparación de longitud del cefalotórax de hembras ovigeras de <i>Agononida longipes</i> entre ecorregiones. Los valores que denotan diferencias significativas se resaltan en <b>negrilla</b> . .....	42
Tabla 5. Número de individuos de <i>Agononida longipes</i> parasitados.....	45
Tabla 6. Distribución de <i>Agononida longipes</i> en el mar Caribe colombiano. ....	46
Tabla 7. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de <i>Munida flinti</i> . Los valores son suministrados en mm (n= 266, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas).....	49
Tabla 8. Comparaciones entre longitud del cefalotórax de machos de <i>Munida flinti</i> entre profundidades. Los valores que denotan diferencias significativas se resaltan en <b>negrilla</b> . ....	54
Tabla 9. Distribución de <i>Munida flinti</i> en el Caribe colombiano. ....	56
Tabla 10. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de <i>Munida forceps</i> . Los valores son suministrados en mm ( n= 57, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas).....	59
Tabla 11. Distribución de <i>Munida forceps</i> en el Caribe colombiano.....	64
Tabla 12. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de <i>Munidopsis erinaceus</i> . Los valores son suministrados en mm (n= 17, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas). .....	67
Tabla 13. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de <i>Munidopsis riveroi</i> . Los valores son suministrados en mm (n= 236, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas). .....	71
Tabla 14. Número de individuos de <i>Munidopsis riveroi</i> parasitados.....	75
Tabla 15. Distribución de <i>Munidopsis riveroi</i> Chace, 1939 en el Caribe colombiano.....	76

---



## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de distribución de <i>Agononida longipes</i> a lo largo del mar Caribe colombiano. Los círculos representan número de individuos por estación. ....	108
Anexo 2. Relación Largo/Ancho de cefalotórax en los grupos de <i>Agononida longipes</i> del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza. ....	109
Anexo 3. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de <i>Agononida longipes</i> por ecorregión. (GUA= Guajira, PAL= Palomino, TAY= Tayrona, MAG= Magdalena, ARCO= Arrecifes Coralinos, DAR= Darién, n= 386). ....	110
Anexo 4. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de <i>Agononida longipes</i> por ecorregión . (GUA= Guajira, PAL= Palomino, TAY= Tayrona, MAG= Magdalena, ARCO= Arrecifes Coralinos, DAR= Darién, n= 136). ....	111
Anexo 5. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras ovadas de <i>Agononida longipes</i> por ecorregión (GUA= Guajira, PAL= Palomino, TAY= Tayrona, MAG= Magdalena, ARCO= Arrecifes Coralinos, DAR= Darién, n= 271). ....	112
Anexo 6. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de <i>Agononida longipes</i> por profundidad. (n= 386). ....	113
Anexo 7. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de <i>Agononida longipes</i> por profundidad. (n= 136). ....	114
Anexo 8. Mapa de distribución de <i>Munida flinti</i> a lo largo del mar Caribe colombiano. Los círculos representan número de individuos por estación. ....	115
Anexo 9. Relación Largo/Ancho de cefalotórax en los grupos de <i>Munida flinti</i> del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza. ....	116
Anexo 10. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de <i>Munida flinti</i> por ecorregión. (n= 108). ....	117
Anexo 11. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de <i>Munida flinti</i> por ecorregión. (n= 90). ....	118
Anexo 12. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras ovadas de <i>Munida flinti</i> por ecorregión. (n= 68). ....	119
Anexo 13. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de <i>Munida flinti</i> por profundidad. (n= 108). ....	120
Anexo 14. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de <i>Munida flinti</i> por profundidad. (n= 90). ....	121
Anexo 15. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras ovadas de <i>Munida flinti</i> por profundidad (n= 68). ....	122
Anexo 16. Mapa de distribución de <i>Munida forceps</i> a lo largo del Caribe colombiano. Los círculos representan número de individuos por estación. ....	123



---

Anexo 17. Relación Largo/Ancho de cefalotórax en los grupos de <i>Munida forceps</i> del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza. ....	124
Anexo 18. Distribución de frecuencias de LC de machos de <i>Munida forceps</i> para cada ecorregión. (n= 39). ....	126
Anexo 19. Distribución de frecuencias de LC de machos de <i>Munida forceps</i> para cada profundidad. (n= 39). ....	127
Anexo 20. Mapa de distribución de <i>Munidopsis erinaceus</i> . Los círculos representan número de individuos por estación. ....	128
Anexo 21. Relación Largo/Ancho de cefalotórax en los grupos de <i>Munidopsis erinaceus</i> del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza .....	129
Anexo 22. Mapa de distribución de <i>Munidopsis riveroi</i> . Los círculos representan número de individuos por estación. ....	130
Anexo 23. Relación LC/AC en machos de <i>Munidopsis riveroi</i> del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza. ....	131

---



## INTRODUCCIÓN

El océano comprende una gran variedad de ecosistemas naturales que ofrecen al hombre múltiples beneficios, tales como alimento, medicinas y materias primas, convirtiéndolo en patrimonio de cada país. Por esta razón, entre otras, debe ser protegido y manejado de forma que se busque su utilidad dentro de un punto de vista conservacionista, que incluya tanto el conocimiento básico de los ecosistemas que lo conforman como su vinculación activa y racional a la economía de la sociedad. Esta conciencia de protección del medio marino ha sido desarrollada por los países costeros a lo largo del siglo XX, la cual se concretó con el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, CDB, en el año 1992, donde éstos fueron los principales temas abordados (Hernández, 2000) y a partir del cual se elaboraron diversos documentos en los cuales los ambientes marinos y costeros adquirieron mayor importancia, llegando a su punto máximo en la Decisión IV/5 del Mandato de Jakarta (INVEMAR, 2000), donde se precisa, entre otras, la necesidad de un uso sostenible de los recursos costeros y marinos, y se respeten tanto los intereses económicos como la integridad de los ecosistemas.

Colombia, en calidad de nación signataria del anterior mandato, está respondiendo a éste por medio del Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera, PNIBM, el cual plantea estrategias de protección, conservación y manejo sostenible de los componentes de la biodiversidad marina y costera para el desarrollo de la ciencia y la tecnología por medio del conocimiento básico de los mismos (INVEMAR, 2000), lo cual sustenta la investigación básica de los ecosistemas marinos, anexando con fuerza el país al grupo de naciones con recorrido académico en el área de ciencias del mar.

Desde 1997 se han llevado a cabo investigaciones en el mar Caribe colombiano, a cargo del Grupo de Investigación sobre Taxonomía, Sistemática y Ecología Marina, (GTSEM), del INVEMAR, en co-financiación con entidades nacionales e internacionales y la participación de docentes de la Universidad Nacional de Colombia. Estos estudios han ampliado considerablemente el conocimiento de la biodiversidad marina del Caribe, puesto que, de las 900 especies colectadas que abarcan los principales grupos (moluscos, crustáceos, peces, equinodermos y corales), el 50% fueron registradas por primera vez en el área como resultado de las expediciones Macrofauna I y II y aproximadamente el 3% son nuevas para la ciencia.

En el campo de la carcinología, se han formulado proyectos relacionados con la identificación y análisis de complejos de especies, además de la determinación y caracterización de poblaciones



---

específicas que ayuden a comprender los procesos de especiación en la plataforma continental colombiana. Para este cometido se escogieron inicialmente dos grupos de crustáceos decápodos anomuros: la familia Porcellanidae, por su riqueza de especies, y la familia Galatheidae por su riqueza y abundancia, además de ser grupos de importancia evolutiva, puesto que los dos presentan estrechas relaciones filogenéticas entre sí. Para lograr los objetivos contemplados, es necesario complementar los estudios ya realizados con estudios biológicos, iniciando con la familia Galatheidae, en búsqueda de una información básica que ayude en la explicación de la actual distribución de las familias de anomuros galatéidos en el Caribe.

Los estudios relacionados con la biología de galatéidos en el mar Caribe colombiano, son prácticamente nulos y la distribución de los mismos está registrada sólo en presencia-ausencia. Por esta razón, este trabajo pretende establecer la distribución de las especies más dominantes y frecuentes de la familia Galatheidae: *Agononida longipes* (A. Milne-Edwards, 1880), *Munida flinti* Benedict, 1902, *M. forceps* A. Milne-Edwards, 1880, *Munidopsis erinaceus* (A. Milne-Edwards, 1880) y *M. riveroi* Chace, 1939 en el Caribe colombiano, así como las variaciones en los principales aspectos biológicos de las poblaciones, como son tallas, sexos y aspectos reproductivos (entre los cuales se encuentran el número de hembras ovadas y número de huevos). También se determinó el efecto producido por la presencia de parásitos en las poblaciones.

---



## 1. MARCO TEÓRICO

Colombia presenta una alta diversidad de especies marinas (INVEMAR, 2000), característica de las regiones tropicales y subtropicales (Hendrickx, 1993), contando con el 10% de la biodiversidad mundial a este nivel. En los ambientes marinos se estiman aproximadamente 1900 especies de peces, 970 de crustáceos, 2200 de moluscos, 150 de corales y 290 de equinodermos (Ardila *et al.*, 2002).

Los primeros estudios en aguas colombianas fueron realizados por expediciones extranjeras entre las cuales se destacan los cruceros norteamericanos adelantados en la década de los 60's: *Thomas G. Thompson 001*, *John E. Pillsburi*, *Oregon II*, *Discoverer*, *Columbus Iselin* y *James M. Guilles*, que incluyeron territorios colombianos dentro de las estaciones de muestreo (Álvarez *et al.*, 1995, Bermúdez, 2000). Posteriormente se llevaron a cabo cuatro expediciones colombianas: El *B/ Chocó*, en 1970, con ocho cruceros de exploración interinstitucional del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), el INVEMAR y el Instituto SMITHSONIAN (Expedición *CIOH-INVEMAR-SMITHSONIAN*), con arrastres entre 60 y 380 m de profundidad, en donde aproximadamente el 45% del material fue registrado por primera vez para el área o fueron nuevas especies para la ciencia (Bermúdez, 2000), y dos expediciones realizadas por el INVEMAR, Macrofauna I y II entre 1998 y 2001. Estas últimas comprendieron parte del talud continental del Caribe colombiano (Macrofauna I) con arrastres a 300 y 500 m de profundidad, y parte del talud continental (Macrofauna II), con arrastres a 20, 70, 150, 300 y 500 m.

Los estudios llevados a cabo en estas dos últimas expediciones, a cargo del Grupo de Investigación sobre Taxonomía, Sistemática y Ecología Marina (GTSEM) del INVEMAR, han ampliado considerablemente el conocimiento de la biodiversidad marina del Caribe colombiano. De las 900 especies encontradas durante las expediciones INVEMAR-Macrofauna I y II que abarcan los principales grupos de fauna marina (moluscos, crustáceos, peces, equinodermos y corales), el 50% fueron registradas por primera vez en el área y aproximadamente el 3% son nuevas para la ciencia. Los estudios realizados con los individuos colectados se han centrado en su identificación y clasificación, dependiendo de la profundidad y la localización geográfica en la que fueron encontrados para determinar la distribución de las especies. Esta información hace parte de la base de datos del Sistema de Información en Biodiversidad Marina (SIBM) del INVEMAR.

Dentro de los taxa mencionados, los crustáceos decápodos ocupan un lugar importante, tanto ecológica como económicamente. En la actualidad, se conocen más de 10000 especies a escala



---

mundial, distribuidos tanto en hábitats marinos, en agua dulce y terrestres (Ardila *et al.*, 2002), lo que hace del orden Decapoda el más abundante y diverso dentro de la Clase Malacostraca (Abele, 1982). En Colombia, se encuentran registradas cerca de 530 especies de decápodos para el mar Caribe y 420 para el Pacífico, con posibilidades de aumento en el número de las mismas a medida que se incrementen las exploraciones (Ardila *et al.*, 2002). Esta alta diversidad se ve favorecida por la variada geomorfología que presentan los fondos oceánicos, los cuales se ven influidos por regímenes climáticos e hidrodinámicos (Ardila *et al.*, 2002), que a su vez afectan las poblaciones de crustáceos, debido a que los ensamblajes de decápodos en una región se ubican en diferentes zonas y a distintas profundidades dependiendo de los requerimientos bióticos y abióticos de las especies que los conforman (p. ej. alimenticios, variables fisicoquímicas, tipo de sedimento, ciclo diario, distribución de otras especies) (Abele, 1974).

La importancia de las familias *Galatheidae* Samouelle, 1819, *Chirostylidae* Ortmann, 1892 y *Lithodidae* Samouelle, 1819 del infraorden *Anomura* Macleay, 1838 radica en que las especies de estas familias hacen parte importante de la fauna depredadora y detritívora del bentos, además de ser transportadores potenciales de carbono orgánico para otras comunidades cercanas (Chevaldoneé & Olu, 1996) desempeñando un papel de estabilizadores de las comunidades (Romero *et al.*, 2001).

Por otra parte, las familias *Porcellanidae* Harwort, 1825 y *Galatheidae* Samouelle, 1819 proporcionan un buen modelo para realizar estudios poblacionales, taxonómicos, sistemáticos y filogenéticos por ser familias con una alta riqueza y abundancia en el mar Caribe colombiano, empleando para ello diferentes aproximaciones, desde la biología de las especies, hasta la morfometría geométrica y la información molecular, entre otras. Las estrechas relaciones filogenéticas existentes entre las dos familias pueden proporcionar información relevante para los procesos de especiación desarrollados en la plataforma continental colombiana (Navas, *com pers.*).

Morfológicamente, la familia *Galatheidae* Samouelle, 1819 se caracteriza por presentar un caparazón más largo que ancho, frecuentemente ornamentado con líneas transversales ciliadas, rostro distinguible y fuertemente agudo, proyectándose entre los ojos, con pedúnculo ocular alargado. Cada antena tiene cuatro articulaciones pedunculares. Los quelípedos son marcadamente alargados y delgados. El abdomen se encuentra doblado sobre sí mismo pero no completamente por debajo del tórax. Tercer, cuarto y quinto pares de pleópodos presentan dimorfismo sexual (Navas *et al.* 2004).



A nivel mundial, las características biológicas y de distribución de las poblaciones de *Agononida*, *Munida* y *Munidopsis* son poco conocidas o se encuentran en literatura dispersa (Hartnoll *et al.*, 1992; Creasey *et al.*, 2000). Una de las primeras observaciones de los aspectos biológicos y de desarrollo en galatéidos fue realizada por Benedict (1902) sobre las diferencias en los tamaños de los huevos de las hembras de los géneros *Munida* y *Munidopsis*. Sin embargo, el inicio de las investigaciones sobre los aspectos biológicos de galatéidos se da con los estudios sobre el desarrollo larval, crecimiento de los individuos, epizootos y parásitos y distribución de individuos del género *Munida* Leach, 1820 realizado por Rayner (1935).

El trabajo de Glynn (1961) aportó información sobre las tallas y las proporciones de sexos de 150 individuos de *Pleuroncodes planipes* de la bahía de Monterrey, California y el de Williams & Brown (1972) mostró los datos obtenidos sobre proporciones de sexos, aspectos reproductivos y medidas de longitud de cefalotórax, relacionado con dimorfismo sexual en poblaciones de *Munida iris* colectadas en la plataforma continental de Carolina del Norte. Markham (1975) y Wenner & Windsor (1979) registran a *Munidion longipedis* infestando individuos de *Agononida longipes* y de *Munida iris iris* en el Atlántico occidental, proponiendo que las especies de *Munidion spp.* parecen ser altamente específicas, además de sugerir que existen mudas simultáneas tanto para el hospedero como para el invasor. Está también el estudio de Gore (1979) en galatéidos del Atlántico occidental, en donde determina entre cuatro y cinco etapas larvales para *Munida*, con presencia de pleópodos en la última etapa, y tres etapas para *Munidopsis* Whiteaves, 1874, con presencia de pleópodos en cada una de ellas.

Posteriormente los trabajos de Wenner (1982) con especies de estos mismos géneros, procedentes del Atlántico occidental, confirma las diferentes estrategias reproductivas entre *Munida* (con huevos pequeños) y *Munidopsis* (huevos grandes), además de observarse una posible estacionalidad en la fecundidad, manifestada en el mayor tamaño de las hembras ovadas en la población con respecto a los machos y a las hembras no ovadas en la época de colecta. En este trabajo, Wenner registra poca incidencia de parásitos en los individuos de las poblaciones de *Munida* y *Munidopsis* e incluye a *Agononida longipes* (A. Milne-Edwards, 1880) y *Munida forceps* A. Milne-Edwards, 1880, entre otras, en la lista de especies distribuidas a lo largo del mar Caribe.

Otros estudios de la biología de las especies de galatéidos sugieren que la distribución de las larvas se encuentra determinada por factores externos tales como la disponibilidad alimenticia, la temperatura y la salinidad. Además, al parecer, la variabilidad en el número de etapas larvales en los galatéidos es un mecanismo que incrementa las oportunidades de supervivencia y reclutamiento en ambientes cambiantes, como lo sugiere el trabajo de Christiansen & Anger (1990), en su estudio de etapas larvales de *Galathea intermedia* Lilljeborg (1851) basándose en el trabajo de Gore (1979).



Dentro de los estudios encaminados a dilucidar la historia de vida de galatéidos está el de Dover & Williams (1991) quienes indican que el hábitat no define el tamaño de la puesta ni el desarrollo larval de los individuos, encontrando además una correlación entre el tamaño del cefalotórax del parental y dos variables: el tamaño de los huevos y el tamaño de la puesta.

Los trabajos de Auriolles-Gamboa (1992) con la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860) muestran un comportamiento migratorio durante el año, que parece depender de la disponibilidad alimenticia en la zona a donde se desplazan, sugiriendo que la temperatura define la distribución y la abundancia del alimento, y por ende, de la población de langostilla y muestra las diferentes etapas de la historia de vida de los individuos, con etapas larvales y juveniles pelágicas, adultos de tamaño medio, combinando la fase bentónica con la fase pelágica, y adultos de mayor tamaño estrictamente bentónicos.

Así como las larvas se ven afectadas por los factores ambientales, se han observado variaciones del tamaño de los adultos y las proporciones de sexos como lo demuestra el trabajo de Guzmán-Vizcarra & Auriolles-Gamboa (1992) en el que analizaron la distribución de frecuencia de longitudes estándar de caparazón (LEC) y la proporción de sexos de una población de *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860) de Baja California, teniendo en cuenta latitud y profundidad, y encontraron diferencias significativas entre los meses de verano y los de invierno respecto a cada variable, las cuales parecen estar relacionadas con la temperatura del sedimento y del agua, los fenómenos de surgencia y la época de reproducción. Así mismo, Serrano-Padilla & Auriolles-Gamboa (1992) sugirieron la existencia de agentes selectivos en los machos que favorecen el desarrollo de la quela, el peso y el incremento en el ancho del caparazón, más que del largo, caracteres relacionados posiblemente con la conducta reproductiva. Sin embargo, Wolff & Aroca (1995) observaron que el crecimiento absoluto de los individuos de la especie *Cervimunida johni* Porter, 1903, es similar entre los sexos y parece oscilar durante el año en función de la temperatura y la disponibilidad de alimento.

Trabajos más recientes sobre la biología y distribución de galatéidos confirman patrones comportamentales descritos en trabajos anteriores. Por ejemplo, el estudio de la langostilla de la costa pacífica de Baja California, registra el arribo de la población a aguas someras durante la época de reproducción, que coincide con la de alta disponibilidad alimenticia, lo que incrementa las probabilidades de supervivencia para las larvas y mejores condiciones para los parentales (Auriolles-Gamboa & Pérez-Flores, 1997). El estudio de Gramitto & Frogliá (1998) en *Munida intermedia* A. Milne Edwards & Bouvier, 1899 del Mar Adriático proporciona información acerca de la fecundidad relacionada con tamaño y época del año y el parasitismo; y Sanz-Brau *et al.* (1998)



sugieren que la dinámica de la población de *Munida iris* A. Milne-Edwards, 1880 está definida principalmente por la profundidad a la que ésta se encuentre. El trabajo de Melo (1999) incluye en su catálogo sobre la distribución de los crustáceos decápodos del litoral brasilero varias especies de los géneros *Munida* y *Munidopsis*, registrados también para Colombia.

Se destacan los estudios de Creasey *et al.* (2000) con el estudio biológico de una población de *Munidopsis scobina* Alcock, 1894, teniendo en cuenta tallas, proporción de sexos y presencia de parásitos en la población, entre otras variables y el de Konishi & Saito (2000) con *Agononida incierta* (Henderson, 1888) y *Munida striola* Macpherson y Baba, 1993 del Pacífico norte, en condiciones de laboratorio, definiendo la morfología larval de cada una de éstas, y comparándolas con las larvas de otros seis géneros de galatéidos. En cuanto a distribución en el mar Caribe colombiano, encontramos el trabajo de Navas *et al.* (2003), con nuevos registros de especies de la familia Galatheidae para el mar Caribe colombiano.



## 2. ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. MARCO GEOGRÁFICO

La costa Caribe colombiana se encuentra ubicada en la zona suroccidental del mar Caribe, desde las coordenadas 18°4' latitud Norte y 77°19' longitud Oeste, zona de Cabo Tiburón, en la frontera con Panamá, hasta 11°50' N y 71°18' O, zona de Castilletes, en la frontera con Venezuela (INVEMAR, 2002) con una extensión de 1600 km aproximadamente (Ardila *et al.*, 2002)

### 2.2. GEOMORFOLOGÍA GENERAL

El relieve submarino del territorio colombiano es el resultado de diversos procesos que han modificado su morfología, tanto por movimientos de la placa Caribe y los cambios en el nivel del mar, como por fenómenos erosivos y deposicionales (Tabares *et al.*, 1996).

La cuenca colombiana es el accidente de mayores dimensiones, receptora de sedimentos, con muchos rasgos geomorfológicos de amplitud considerable. Está ubicada en el sector oeste de la placa Caribe, y limitada al norte por el escarpe Hess, al este por la cordillera Beata, al sur por la deformación del Caribe (taludes Zenú y Caribaná) y al oeste por el talud continental de Costa Rica y Panamá (Tabares *et al.*, 1996).

El talud Caribaná comienza aproximadamente en la isóbata de 200 m, desde la cual se observa un incremento en la pendiente, desde inclinaciones de 3.2%, entre el espolón Santa Marta y el valle Guajira, hasta del 6.5%, en la zona sur del mar Caribe colombiano. Se caracteriza por presentar dos regiones, una altamente accidentada, con cañones, valles, colinas, espolones, cuencas, escarpes y abanicos, debido a fenómenos de compresión y cizallamiento producidos por la subducción de la placa Caribe bajo el continente, y otra región con pendientes más suaves y con pocos accidentes geomorfológicos (Tabares *et al.*, 1996).

La Plataforma Colombiana se encuentra bordeando aproximadamente 900 km de costa, presentando amplitudes variables desde este punto y los 200 m de profundidad, donde la pendiente aumenta, dando lugar al talud continental Caribaná. Sus puntos máximos y mínimos se encuentran distribuidos a lo largo de la misma, y va desde amplitudes casi nulas, como es el caso de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, pasando por descensos graduales hacia



el talud, como en la desembocadura del río Magdalena, hasta extensiones de 75 km, en el golfo de Morrosquillo (Tabares *et al.*, 1996).

### 2.3. CLIMATOLOGÍA

El Caribe colombiano presenta dos períodos climáticos anuales destacables, influidos por los desplazamientos norte-sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT): Un primer período seco, que va desde diciembre hasta marzo y un segundo período, lluvioso, comprendido entre abril a noviembre (Andrade, 1993).

El primer período se caracteriza por el posicionamiento de la ZCIT hacia el sur del Caribe, lo que da lugar a la circulación constante y fuerte de los Alisios (Molina, 1993), e influyen considerablemente sobre los movimientos de las masas de agua de la región, dando como resultado el fenómeno de surgencia en determinadas zonas. El segundo período es el resultado de la posición de la ZCIT sobre la masa de tierra de Centro y Suramérica, con el debilitamiento y direccionamiento variable de los vientos, lo que es favorable para la formación de fuertes precipitaciones (Andrade, 1993; Molina, 1993), con un fuerte gradiente de precipitación que desciende del suroeste (golfo de Urabá) al noreste (península de la Guajira) (Molina, 1990). Se presentan períodos de transición entre las etapas anteriores: uno corto de sequía (junio-septiembre, denominado Veranillo de San Juan) y otro de mayor pluviosidad (marzo-mayo).

### 2.4. OCEANOGRAFÍA

Las condiciones oceanográficas del Caribe colombiano se encuentran determinadas por la temperatura, salinidad, concentración de nutrientes y turbidez (Márquez, 1982), las cuales se ven modificadas a lo largo del año.

La circulación oceánica en el Caribe colombiano depende de dos factores principales: La corriente del Caribe (en conjunto con los vientos Alisios provenientes del este) mueve la masa de agua dirección oeste (Márquez, 1982; Cabrera, 1993), y la contracorriente del suroccidente del Caribe, proveniente del golfo de Urabá, paralela a la costa, con dirección noreste (Márquez, 1982; Donoso, 1990).

Este patrón de movimiento de agua se modifica estacionalmente según la influencia de los vientos Alisios, que son la causa principal del evento de surgencia en la inmediaciones de la Guajira (Andrade, 1993; Cabrera, 1993) y en menor escala en el departamento del Magdalena, debido al desvío que le ocasionan a la contracorriente suroccidental y al desplazamiento de las aguas superficiales costeras hacia mar adentro (Márquez, 1982), produciendo un transporte vertical de la masa de agua proveniente de la capa subtropical subsuperficial (Cabrera, 1993), lo que provoca



---

una disminución en la temperatura (a 22°C aproximadamente), un aumento en la salinidad (36.6-37) y en la concentración de nutrientes, produciendo cambios biológicos y ecológicos considerables.

Cuando los vientos Alisios disminuyen la velocidad por la desviación de la ZCIT hacia el norte y se inicia el periodo lluvioso, la contracorriente del suroccidente toma fuerza llevando a cabo una fertilización de las aguas a lo largo de la costa, gracias al transporte de sedimentos provenientes de los ríos que desembocan en el Caribe, entre ellos el Atrato, el Sinú, y el Magdalena. Este hecho se evidencia por el aumento de la turbidez y de los nutrientes disueltos y por el descenso en la penetración de la luz y en la salinidad superficial (Márquez, 1982; Andrade, 1993). Como consecuencia de este evento, se produce un incremento en la abundancia de plancton, y por ende, en la productividad, siendo este hecho relevante al este del río Magdalena (Márquez, 1982).

## **2.5 ECORREGIONES DEL CARIBE COLOMBIANO**

Márquez (1982) subdivide al Caribe colombiano en tres sectores, los cuales presentan diferencias ecológicas:

Un primer sector desde la Guajira hasta el puerto de Santa Marta, el cual se ve sometido a la influencia periódica de aguas de surgencia. Un segundo sector, desde Ciénaga hasta Punta Galeras, con influencia del río Magdalena, y un tercer sector, desde Punta Galeras hasta Panamá, cuyas características están determinadas por el giro ciclónico de las corrientes marinas del extremo suroccidental del Caribe.

Actualmente se han definido siete (7) ecorregiones costeras y una (1) oceánica para el Caribe colombiano (INVEMAR, 2000) (Figura 1), establecidas teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

Grado de influencia continental en cuanto a aportes de aguas dulces, sedimentos y contaminantes por descargas de ríos y ciénagas.

1. Amplitud, rasgos geomorfológicos y tipos de sedimentos de la plataforma continental.
2. Rasgos geomorfológicos de la costa.
3. Ocurrencia estacional o permanente de aguas subsuperficiales.
4. Grado de exposición o nivel de energía del oleaje.
5. Presencia de unidades ecológicas particulares o de mosaicos de éstas.
6. Productividad biológica de la columna de agua y de los ecosistemas costeros.



7. Cada ecorregión costera abarca la zona comprendida entre la línea de costa y la isóbata de 200 m (Figura 1).

#### 2.5.1. Guajira (GUA)

Se define desde los límites fronterizos con Venezuela (Castilletes) hasta la ciudad de Riohacha (Ardila *et al.*, 2002). Esta región se caracteriza por presentar una plataforma continental predominantemente ancha y una costa baja, con la mayoría de fondos de naturaleza arenosa, aunque con excepciones, puesto que algunas zonas presentan sedimentos de tipo lodoso. Debido a que es una región expuesta en los flancos N, E, NE y NO, el litoral está expuesto a oleaje de gran energía. Sin embargo, existen zonas donde se forman accidentes geográficos que lo protegen en cierta manera del oleaje dominante, como por ejemplo, el afloramiento de rocas sedimentarias en el Cabo de la Vela. La influencia de descargas continentales es escasa, pues presenta un clima desértico y pocas escorrentías superficiales. Aún así, las aguas costeras tienden a ser turbias, ya que los sedimentos están en constante resuspensión. La principal característica de la región es la ocurrencia de la surgencia de las aguas subsuperficiales, lo que trae consigo un descenso importante en la temperatura, y un incremento en la salinidad y en la concentración de nutrientes en las masas superficiales. Este fenómeno determina en gran parte la actividad biológica elevada, la abundancia relativa de algunos recursos pesqueros y la composición característica de ciertas comunidades de fondo. Presenta pocas zonas de manglar y formaciones coralinas, pero allí se encuentran las praderas de fanerógamas y de macroalgas más grandes del país (INVEMAR, 2000).

#### 2.5.2. Palomino (PAL)

Comprende la zona ubicada entre Riohacha y la desembocadura del río Piedras (Ardila *et al.*, 2002), aledaña al río Palomino. Presenta una costa abierta de alta energía, predominantemente baja y sus playas son amplias, de grano grueso. La plataforma continental presenta este tipo de grano en las partes someras, contrario a lo que ocurre en las zonas profundas, donde el sedimento es de tipo lodoso. Las condiciones fisicoquímicas de las aguas costeras no se ven alteradas por la influencia de descargas continentales, ya que los ríos provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta, que desembocan allí, son de tramo corto, escaso caudal y con poca carga de sedimentos. El fenómeno de surgencia es perceptible solamente en la parte oriental de la región. Alrededor de las lagunas costeras de Camarones y en la desembocadura del río Dibulla, se encuentran manglares de estructura simple, y no se han registrado representantes de praderas de fanerógamas ni de corales en la zona (INVEMAR, 2000).



### 2.5.3. Tayrona (TAY)

Se extiende desde el río Piedras hasta el balneario El Rodadero (Ardila *et al.*, 2002), y sus características son definitivamente determinadas por las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, las cuales se proyectan al mar, produciendo una alternancia de cabos rocosos y ensenadas con playas. La plataforma continental está prácticamente ausente, encontrándose profundidades mayores de 200 m relativamente cerca de la costa. La influencia de descargas continentales es escasa, sin embargo, presenta un gradiente que aumenta hacia el suroeste, debido a los aportes de la Ciénaga Grande de Santa Marta, los ríos Manzanares y Gaira y de las aguas servidas provenientes de la ciudad de Santa Marta.

Los fondos marinos son predominantemente rocosos o arenosos en las partes someras, y lodosos en las profundas (Márquez, 1982; INVEMAR, 2000), y se presenta una gran diversidad de ambientes en espacios reducidos debido a gradientes amplios en la energía del oleaje, la sedimentación y la circulación de las aguas producidos por la morfología variada de la zona. En los primeros meses del año se observan fenómenos de surgencia, lo que se ve reflejado en las condiciones bióticas particulares que se dan como respuesta a las bajas temperaturas de las aguas (INVEMAR, 2000).

### 2.5.4. Magdalena (MAG)

Va desde Punta Gloria hasta la Bahía de Cartagena (Ardila *et al.*, 2002) y se caracteriza por ser influenciado por descargas directas e indirectas del río Magdalena. Esta ecorregión se clasifica en tres subregiones, la primera, desde Punta Gloria a Bocas de Ceniza, con influencia directa de las descargas de la Ciénaga Grande de Santa Marta y del río Magdalena, por lo que las aguas costeras son turbias en su mayoría, con salinidad algo reducida y las playas, de aspecto bajo, conformadas por arenas litoclásticas de grano medio a fino. La segunda, correspondiente al sistema de lagunas, pantanos y caños de la Ciénaga Grande de Santa Marta, con gradientes de salinidad marcadamente estacionales, escasa profundidad, con aguas turbias y fondos lodosos, además de ser productiva biológicamente. La tercera y última subregión, desde Bocas de Ceniza hasta la Bahía de Cartagena, que recibe la descarga continental del río Magdalena por su desembocadura o por los sistemas de ciénagas y caños asociados. Presenta una plataforma amplia, con fondos lodosos, y se dan procesos de erosión y acreción litoral (INVEMAR, 2000).



#### 2.5.5. Golfo de Morrosquillo (MOR)

Comprende la región desde punta Barú hasta la desembocadura del río Sinú (Ardila *et al.* 2002), recibiendo la descarga continental de este río, adicional a las del canal del Dique y a las de otros ríos de menor caudal. Su costa es baja, y la energía del oleaje es predominantemente baja, debido a que los cuerpos de agua son semicerrados (bahía de Barbacoas, golfo de Morrosquillo, bahía de Cispatá). Los sedimentos de la zona son de textura fina, en su mayoría, y se observan manglares desarrollados en los diversos sistemas laguno-estuarinos. Las praderas de fanerógamas son características de la región (INVEMAR, 2000).

#### 2.5.6. Archipiélagos Coralinos (ARCO)

Abarca la zona que contiene las áreas de naturaleza rocosa, islas, archipiélagos y bajos coralinos, desde la isóbata de 40 m hasta el límite externo de la plataforma continental (Ardila *et al.*, 2002). Se caracteriza por presentar aguas transparentes, con poca influencia de descargas continentales, y la amplia presencia de mosaicos, donde se combinan sedimentos bioclásticos, formaciones coralinas, praderas de fanerógamas y manglares (INVEMAR, 2000).

#### 2.5.7. Darién (DAR)

Desde la desembocadura del río Sinú hasta cabo Tiburón, incluyendo el Golfo de Urabá (Ardila *et al.*, 2002). Esta ecorregión se encuentra altamente influenciada por las descargas continentales de los ríos Sinú, Atrato y otros de menor caudal, lo que divide la zona en tres partes. Presenta, como características generales, fondos lodosos en su gran mayoría y una plataforma continental relativamente ancha. La primera subregión comprende la zona entre el río Sinú y Punta Arenas (Antioquia), con una costa baja, erosiva y conformada predominantemente por playas y acantilados bajos de material poco cohesivo. Las aguas son turbias cerca de la costa, pero se tornan transparentes en áreas de mayor profundidad. Los manglares, corales y praderas de fanerógamas son poco representados en este sitio. La segunda subregión va desde Punta Arenas a Acandí (Chocó), y su principal característica es la influencia directa del río Atrato, produciendo aguas costeras turbias, con salinidad reducida y poco agitadas. La costa es baja y presenta grandes extensiones de manglares bien desarrollados. La tercera y última región va desde Acandí hasta Cabo Tiburón, presenta un oleaje de energía baja a media, con litoral rocoso de acantilados, producto de las estribaciones de la Serranía del Darién. Las aguas son relativamente transparentes, por lo que se presentan algunos mosaicos de corales y praderas de fanerógamas (INVEMAR, 2000).



#### 2.5.8. Ecorregión Caribe Oceánico (COC)

Esta zona corresponde a todas las áreas marinas jurisdiccionales de Colombia a partir de la isóbata de 200 m. Se caracteriza por presentar aguas predominantemente transparentes, con escasa influencia de descargas continentales y fondos de lodos muy finos, a los cuales se encuentran asociadas comunidades de organismos abisales (INVEMAR, 2000).

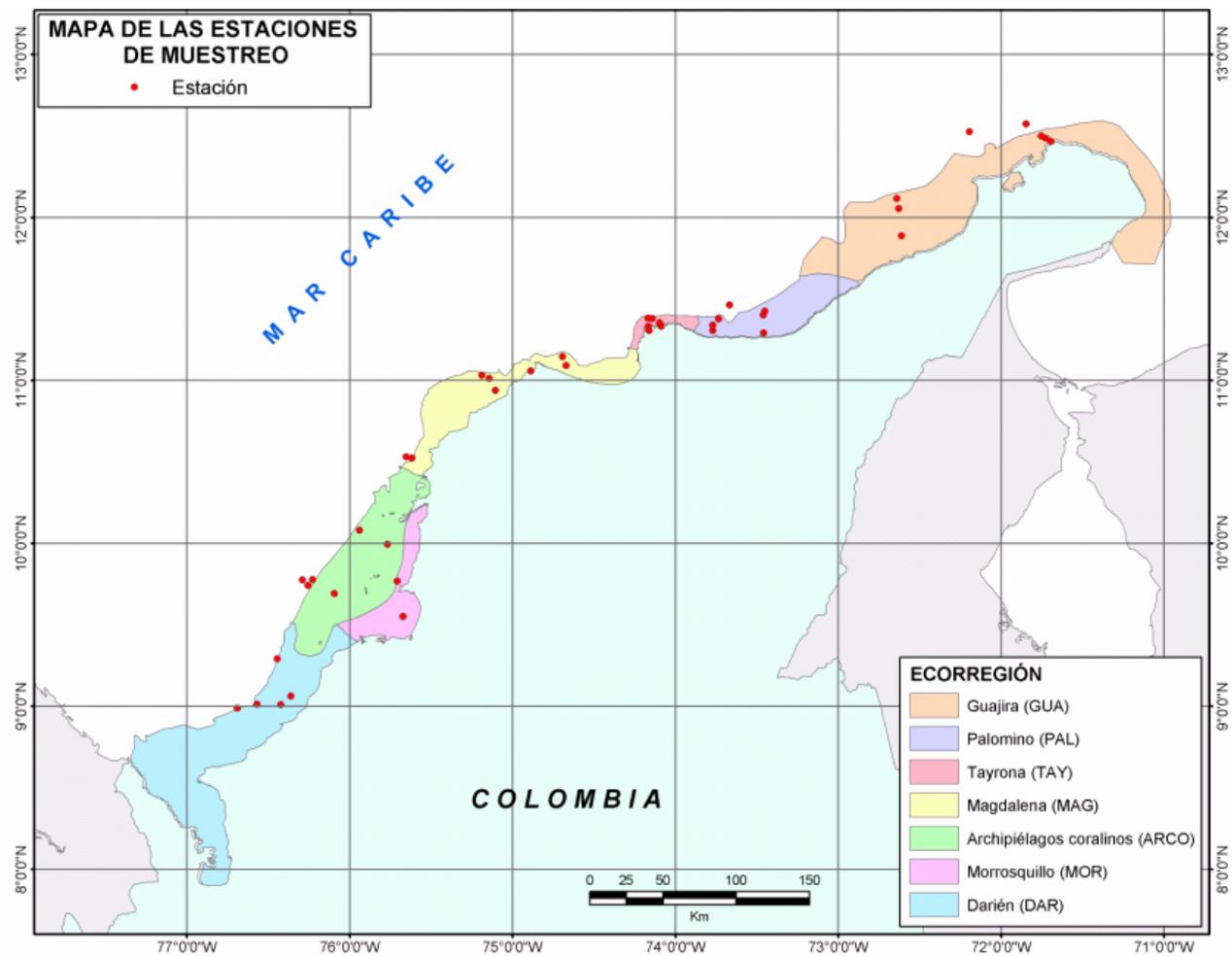


Figura 1. Mapa de las ecorregiones del mar Caribe colombiano. Proporcionado por la oficina SIG del INVEMAR.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado fue colectado durante las expediciones Macrofauna I y II, en los años 1998 y 2001, realizadas por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis (INVEMAR), a bordo del buque de investigaciones B/I Ancón. El buque cuenta con un winche con dos tambores, cada uno con 750 m de cable de acero (1.25 cm de diámetro) con aparejos de pesca y una bodega refrigerada de 8 m<sup>3</sup>, para almacenamiento de muestras. Para los arrastres se empleó una red demersal de cuatro tapas, tipo “semi-ballon”, con dos compuertas metálicas tipo “V”(91 cm x 63 cm), diseñada y construida por Marinovich Trawl Co., Inc.

Los arrastres en las dos expediciones, se realizaron a una velocidad de 3 nd y tiempo de 10 minutos (comenzando desde la finalización del calado y el inicio del izado de la red); con base en cartas de navegación y perfiles batimétricos, se seleccionaron seis estaciones por ecorregión, ubicando tres estaciones en un intervalo de profundidad de 250-350 m y tres entre 450-550 m, durante el proyecto Macrofauna I y dos estaciones en cada una de las isóbatas de 20, 70 y 150 m durante Macrofauna II. En esta última expedición, se realizaron muestreos adicionales sobre el talud continental en una estación posicionada en la isóbata de 300 m y otra en la de 500 m en las seis ecorregiones, con el fin de corroborar la composición determinada en Macrofauna I y confirmar la repetitividad del muestreo (Bermúdez, *com. pers.*). En cada estación se realizaron dos arrastres paralelos a la isóbata correspondiente, en sitios que ofrecieran fondos arrastrables, los cuales se caracterizan por presentar una distancia mínima de 3 Km de fondo blando y plano. El material colectado se lavó en un tamiz de ojo de malla de 0.2 mm y se limpió con agua de mar. Adicionalmente, se tomaron datos sobre la apariencia de los sedimentos en la red y el perfil de fondo e imágenes digitales de las especies. Toda la información taxonómica de las especies colectadas durante dichas expediciones está disponible a través de la base de datos del SIBM y en la página web del INVEMAR.

#### 3.1. FASE DE LABORATORIO

En el laboratorio, los individuos de cada una de las especies fueron sexados teniendo en cuenta la posición de los gonoporos (en la coxa del tercer pereiópodo en las hembras y en la coxa del quinto pereiópodo en los machos) (Gramitto & Frogliá, 1998) y la presencia de gonópodos en machos. Se definieron los siguientes grupos: machos, hembras no ovadas y hembras ovadas. Se determinó la longitud del cefalotórax (LC), desde el borde posterior de la órbita hasta el borde posterior del



mismo, a lo largo de la línea media, y el ancho (AC) del cefalotórax, tomando la medida de la parte más ancha del cefalotórax de cada individuo, con un calibrador digital marca Kanon, con un margen de error de 0.001 mm. Se examinó la presencia o ausencia de parásitos bopíridos y/o rizocéfalos, con observación directa en las cavidades branquiales del individuo para los primeros y en el abdomen para los segundos. En el caso de advertirse la presencia de bopíridos en algún ejemplar, se midió la longitud total del parásito, desde la región cefálica anterior al margen posterior de los urópodos, para las hembras, y desde la región cefálica anterior hasta el margen posterior del pleón, para los machos, según la metodología propuesta por Wenner & Windsor (1979).

Adicionalmente se determinó el número de huevos en la puesta de las hembras ovadas. En las especies estudiadas del género *Munidopsis* Whiteaves, 1874 y en *Munida forceps* (A. Milne-Edwards, 1880), se realizó el conteo directo de los huevos presentes en los ocho pleópodos. En los individuos con una gran cantidad de huevos por puesta (>100) como los de *Munida flinti* Benedict, 1902 y de *Agononida longipes* (A. Milne-Edwards, 1880) se estableció una ecuación lineal de tipo

$$Y = m(3I) + b$$

donde Y = número total de huevos y 3I = número total de huevos en el tercer pleópodo. Esta ecuación relaciona el número aproximado de huevos totales en cada hembra con el total de huevos del tercer pleópodo.

Para hallar la ecuación se determinó el número de huevos por hembra mediante el conteo directo de los mismos de la masa total de diez hembras ovadas y del número de huevos de los terceros pleópodos respectivos y se realizó la regresión lineal, encontrándose un alto índice de correlación. Adicionalmente, se midió el diámetro de 15 huevos de cada hembra ovada, escogidos al azar, los cuales fueron desprendidos del tercer pleópodo, tomando la medida del diámetro máximo y el diámetro mínimo.

Todos los individuos de cada lote se marcaron con un número consecutivo, sujeto al abdomen, teniendo en cuenta además el número del lote y la estación en la cual fue colectado. Las hembras ovadas fueron empacadas individualmente en bolsas, con sus respectivos huevos, para evitar mezclarlos con las de otras hembras.

### 3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron consignados en una matriz básica realizada en Excel, teniendo en cuenta la especie, la ecorregión y la profundidad donde fueron colectados los individuos. No se incluyeron en la matriz los individuos colectados en el muestreo de las expediciones (200 m y 400 m de profundidad). Los datos fueron evaluados con los programas estadísticos Systat 9 de SPSS y Statistica 6.0 de Statsoft, Inc.



---

Se determinó la proporción de machos : hembras, en la población en general y en cada una de las ecorregiones y profundidades, utilizando la ecuación propuesta por Creasey *et al.* (2000):

$$S_0 = (M - H) / (M + H)$$

donde M = número de machos en la muestra y H = número de hembras en la muestra.

Por medio de la prueba *Chi cuadrado*, se determinaron las diferencias entre la proporción observada de la proporción 1:1 esperada, con nivel de significancia del 0,05%.

Adicionalmente se determinó la proporción hembras: hembras ovadas con la misma ecuación, teniendo en cuenta intervalos de LC y modificando el orden de los términos de la siguiente manera:

$$S_o = (H - Hov) / (H + Hov)$$

donde H = número de hembras no ovadas y Hov = número de hembras ovadas.

El análisis de la variación en el tamaño del caparazón se llevó a cabo con una población definitiva de 1371 individuos debido a que se retiraron de la matriz aquellos a los que no fue posible tomar una u otra medida (por pérdida de caparazón, deformidad considerable por parasitismo, etc). Sin embargo, los individuos sin medidas (20 individuos) fueron tomados en cuenta para determinar la proporción de sexos en la población y el grado de infestación por parásitos.

Para cada especie se determinó la media, mediana, rangos de distribución, tanto muestrales como intercuartílicos, desviación y error estándar y coeficiente de variabilidad de LC y AC y se realizó la regresión lineal entre las variables LC y AC para la población total y para cada uno de los grupos establecidos (machos, hembras no ovadas y hembras ovadas). La distribución de los datos de LC de la poblaciones de las cinco especies fueron evaluadas con la prueba Kolmogorov-Smirnov. Las comparaciones entre ecorregiones y profundidades de los grupos previamente definidos en cada especie fueron evaluadas con ANOVA para las que presentaban distribución normal, y con la prueba Kruskal-Wallis para las no normales. Este proceso se llevó a cabo para las poblaciones en general y para cada uno de los grupos con un nivel de significancia de 0.05%.

Para la reproducción, se estableció la media y el error estándar de los diámetros mayores y menores de los huevos y del número total de huevos por hembra ovada, y se muestra la ecuación resultante de la regresión lineal para la obtención de este último dato. Posteriormente se determinó la relación entre fecundidad (número de huevos) y LC, por medio de regresión lineal.

Se determinó el número de individuos parasitados en cada una de las especies y las LC tanto de hospederos como de bopíridos.



Para cada una de las especies se presentan mapas de distribución en el Caribe colombiano desarrollados mediante la estructuración de una base de datos geográfica y el montaje de la salida gráfica con el software ArcGIS 8.2, producido por la casa ESRI.



## 4. RESULTADOS

Se trabajó un total de 1391 individuos pertenecientes a las cinco especies de la familia Galatheidae Samouelle, 1819, resultado de las exploraciones Macrofauna I y II en el mar Caribe colombiano, entre los años 1998 y 2001. *Agononida longipes* presentó la mayor abundancia, con 806 individuos (57.94%), seguida por *Munida flinti*, con 274 (19.69%) y *Munidopsis riveroi*, con 237 (17.04%).

Los individuos fueron colectados a partir de los 70 m de profundidad, con predominio a los 300 m (67.07% del total de individuos colectados), seguidos por el 22.36% a los 500 m. *A. longipes* es la especie dominante a 300 m de profundidad (79.64% de los individuos colectados a esta profundidad), mientras que *M. riveroi* fue dominante a 500 m (72.67%). *Munida forceps* fue abundante en las dos profundidades, pero fue considerablemente mayor a los 300 m (92.98% del total de individuos de esta especie). *M. flinti* estuvo presente a 300 m, y fue la única especie colectada a 70 m de profundidad, con un individuo, y a los 150 m, con 146 individuos (53.3% de los individuos de la especie). *Munidopsis erinaceus* está restringida a los 500 m, con sólo 17 individuos. (Tabla 1).

En lo referente a la distribución geográfica, la mayor parte de los individuos se concentró en la ecorregión PAL (26.47%) y en segundo lugar GUA con el 23.36% del total de individuos colectados. La menor abundancia se registró en la ecorregión DAR (5.74%) (Tabla 2).



Tabla 1. Número de individuos colectados, según la profundidad y la especie (M= machos, H= hembras no ovadas, Hov= hembras ovadas).

Profundidad	Especie															Total indiv.
	<i>Agononida longipes</i>			<i>Munida flinti</i>			<i>Munida forceps</i>			<i>Munidopsis erinaceus</i>			<i>Munidopsis riveroi</i>			
	M	H	Hov	M	H	Hov	M	H	Hov	M	H	Hov	M	H	Hov	
70				1												1
150				41	62	43										146
300	364	123	256	70	30	26	37	11	5				7	2	2	933
500	26	22	15	1			2	2		6	5	6	128	30	68	311
Total indiv.	390	145	271	113	92	69	39	13	5	6	5	6	135	32	70	1391

Tabla 2. Número de individuos colectados según la ecorregión y la especie (M= machos, H= hembras no ovadas, Hov= hembras ovadas)

Ecorregión	Especie															Total indiv.
	<i>Agononida longipes</i>			<i>Munida flinti</i>			<i>Munida forceps</i>			<i>Munidopsis erinaceus</i>			<i>Munidopsis riveroi</i>			
	M	H	Hov	M	H	Hov	M	H	Hov	M	H	Hov	M	H	Hov	
GUA	142	55	93	3	1	1	20	6	3				1			325
PAL	93	40	56	12	13	3	16	5	2	3	4	3	66	21	32	369
TAY	84	21	62	12	7	10	3	1		3	1	3	40	4	22	273
MAG	59	26	50	6	8	1		1					15	3	5	174
ARCO	4	1		58	45	46							9	3	4	170
DAR	8	2	10	21	19	8							4	1	7	80
Total indiv.	390	145	271	112	93	69	39	13	5	6	5	6	135	32	70	1391



#### 4.1. *Agononida longipes* (A. Milne-Edwards, 1880)

##### 4.1.1. Diagnosis

Cefalotórax con bordes arqueados, casi tan largo como ancho. Esta especie se distingue por la longitud de los pereiópodos, que se extienden más allá de los quelípedos, y por la espina rostral que es más corta que las supraorbitales, excepto en algunos juveniles que la presentan ligeramente más larga (Pequegnat & Pequegnat, 1970). Los ejemplares de esta especie presentan el cefalotórax y el abdomen de color naranja, con líneas transversales de tubérculos rojos, bien marcadas. Quelípedos y pereiópodos con franjas de color rojo alternadas con franjas blancas y puntos rojos sobre la superficie (Figura 2). Huevos azules. Baba & Saint Laurent (1995) determinan el nuevo género *Agononida* debido a la ausencia de gonópodos en el primer somite abdominal de los machos (Navas *et al.*, 2003).



Figura 2. Vista dorsal de un ejemplar macho de *Agononida longipes*. Fuente SIBM.

##### 4.1.3. Tallas y proporción de sexos

Los rangos de tallas de la población fueron LC 5.5-21.0 mm, AC 4.9-18.7 mm con rangos intercuartílicos de LC de 12.5–16.1 mm y de 11.4–15.0 mm de AC y con medianas de 14.6 mm LC y 13.5 mm AC. Las tallas medias del largo y el ancho de cefalotórax para la población en general se indican a continuación; se definió un coeficiente de variabilidad del 21.3% para LC y del 22.2% para AC.

$$LC = 14.0 \pm 0.1 \text{ mm}$$

$$AC = 13.0 \pm 0.1 \text{ mm}$$

Las desviaciones estándar para LC y AC son 3.0 mm y 2.9 mm, respectivamente



#### 4.1.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax.

Se realizó una regresión lineal entre LC (como variable independiente) y AC (como variable dependiente) y entre AC (como variable independiente) y LC (como variable dependiente) de todos los individuos de la especie. Se encontró un coeficiente de correlación más alto en la primera relación ( $r = 0.99$ ,  $r^2 = 0.99$ ), la cual es descrita por la siguiente ecuación:

$$AC = -0,4227 + 0,95356 LC$$

Los valores de la pendiente menores de 1 son indicativo de medidas de AC siempre menores que LC (Figura 3). Esto último se ve reflejado a su vez en la regresión lineal de cada uno de los grupos establecidos (Anexo 2).

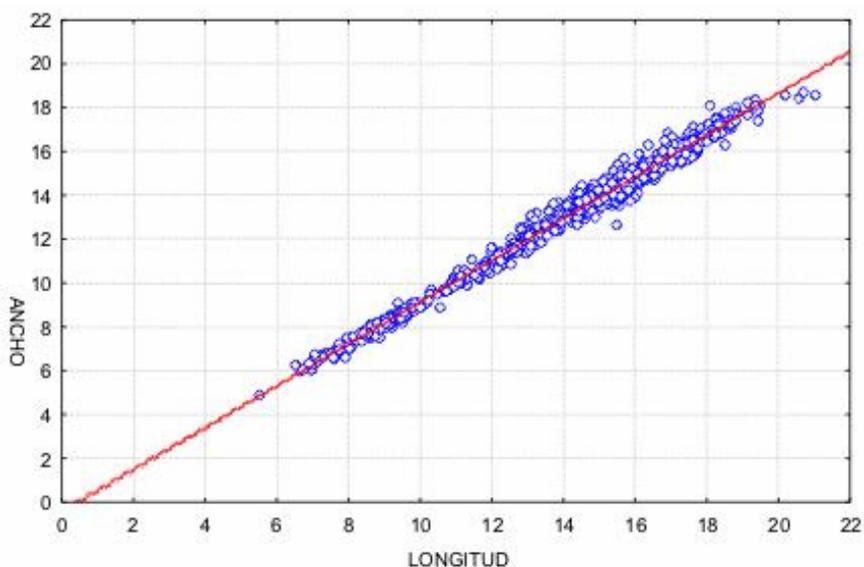


Figura 3. Relación longitud/ancho del cefalotórax de *Agononida longipes* colectados en el mar Caribe colombiano ( $n = 793$ ). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.

Los datos de LC de *A. longipes* no presentan una distribución normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d = 0.096$ ,  $p < 0.01$ ) (Figura 4), y las mayores frecuencias se encuentran en el intervalo 14-16 mm.

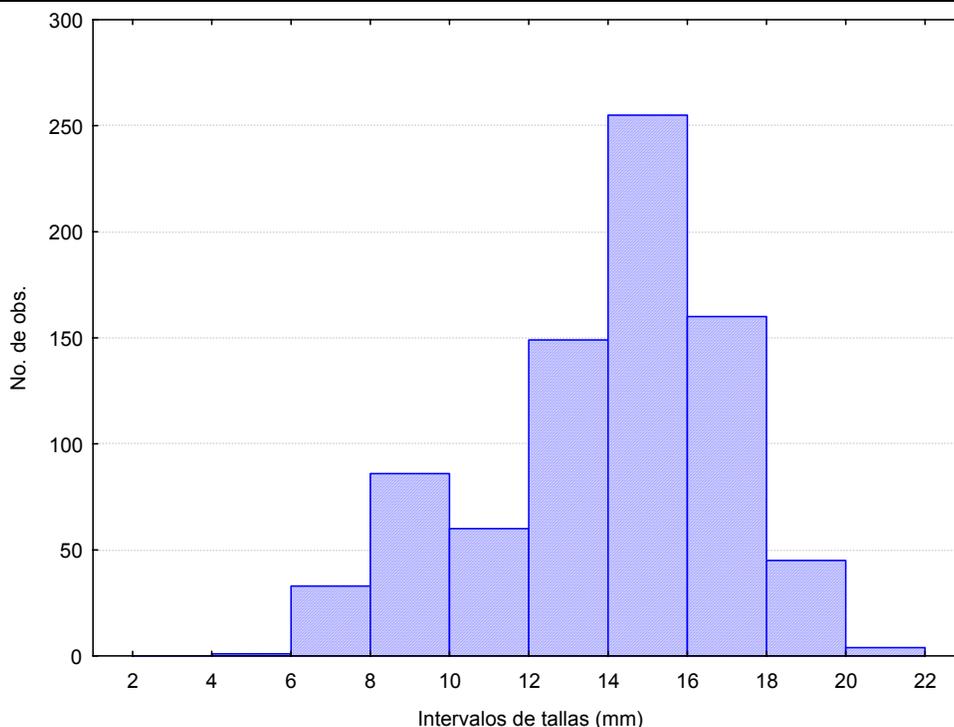


Figura 4. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de *Agononida longipes* en general (n= 793).

La proporción de sexos de toda la población de *A. longipes* colectada en el Caribe colombiano presentó un valor de -0.03, lo que indica ligeramente un mayor número de hembras (51.3% hembras, 48.7% machos). Sin embargo, este valor no se desvía significativamente de la proporción 1:1 esperada, o de 0, según la ecuación de Creasey *et al.* (2000) (Prueba  $\chi^2 = 0.558$ , gl= 1).

Estadísticamente se presentaron diferencias significativas en la medida de LC entre los grupos establecidos para este estudio (machos, hembras no ovadas y hembras ovadas, Prueba Kruskal-Wallis  $H(2, N=793)=128,547$ ,  $p=0,00$ ). Las medidas de tendencia central de cada uno de éstos se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de *Agononida longipes*. Los valores son suministrados en mm (n= 793, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas).

	m	h	hov
<b>Rango general</b>	5,5 - 21,0	6,7 -20,6	10,9 - 20,2
<b>Rango intercuartílico</b>	11,58 - 15,79	9,4 - 14,4	15,4 - 15,8
<b>Mediana</b>	14,39	12,2	15,6
<b>Talla promedio</b>	13,6 ± 3,1	12,1 ± 3,1	15,6 ± 1,8

Los datos de LC de los machos muestran una distribución no normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0.10820$ ,  $p<0.01$ ) con tendencia hacia los tamaños más grandes, los cuales presentan mayores



frecuencias de LC, entre 14-16 mm, con el 31.6% del número total de machos. Este intervalo corresponde también con el máximo de concentración de las hembras ovadas (42.1%).

Este valor muestra la mayor concentración de hembras ovadas en este intervalo que los machos y una distribución más estrecha que en machos y significa una media mayor para las hembras ovadas (13.6 mm para machos y 15.6 mm para hembras ovadas). Los valores para la longitud de las hembras ovadas presentan un rango más reducido en relación a los otros grupos (10-22 mm), y un pico de frecuencias en el intervalo 14 a 16 mm. Los datos de LC de este grupo presentan distribución normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0,03703$ ,  $p> 0,20$ ).

Las frecuencias de tallas (LC) en las hembras no ovadas cumplen con una distribución normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0.11108$ ,  $p<0.1$ ). La frecuencia más alta de las hembras no ovadas se encuentra en el intervalo 8-10 mm, seguido por el de 12-14 mm, con pocos ejemplares correspondientes a tamaños intermedios (entre 10 y 12 mm) y a tamaños mayores de 18 mm. Sin embargo, éstas presentan frecuencias medianamente similares en los intervalos, con la mayoría de los individuos, entre 8 y 16 mm (Figura 5).

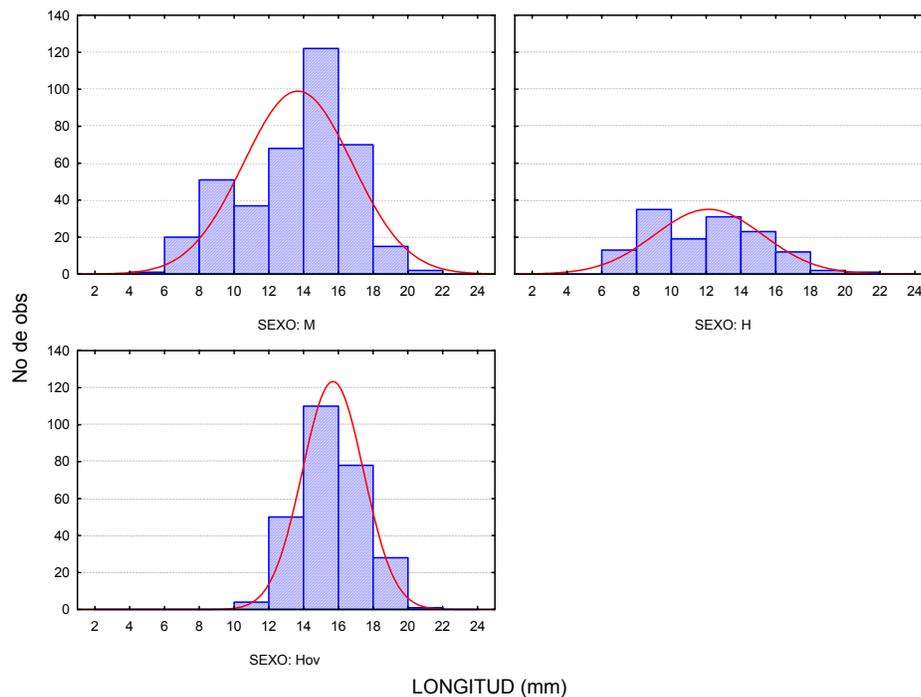


Figura 5. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada sexo de *Agononida longipes*. (m= 386, h= 136, hov= 271).

La proporción machos : hembras totales por intervalo de LC muestra el predominio de los machos en las tallas menores hasta aproximadamente 11 mm LC. A partir de los intervalos siguientes, las



hembras muestran dominancia, con el punto máximo en el intervalo 18-20 mm, donde constituyen el 75% de la población (Figura 6).

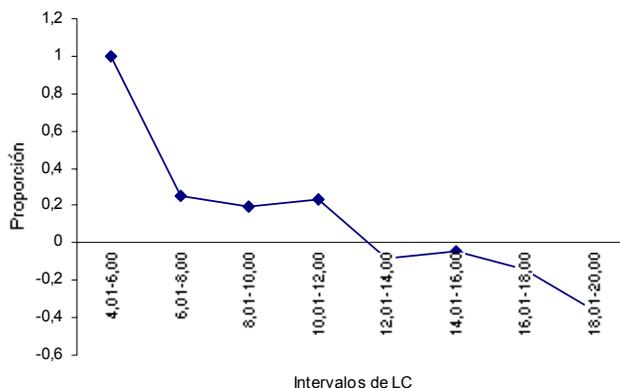


Figura 6. Proporción de sexos de *Agononida longipes* por intervalos de longitud de cefalotórax (n=796). Los valores negativos indican mayor número de hembras.

El mayor aporte del grupo de las hembras (n= 419) a la proporción de sexos, según los intervalos de LC, correspondió a las hembras ovadas (n= 274), las cuales dominaron en las tallas mayores, indicando igualmente una talla mínima que caracteriza a las hembras maduras en estado de reproducción (Figura 7), que abarca aproximadamente desde los 12 a los 20 mm, aunque se encontraron hembras no ovadas con tamaños similares, lo que puede reflejar la pérdida de huevos durante la colecta o que posiblemente ya habían desovado.

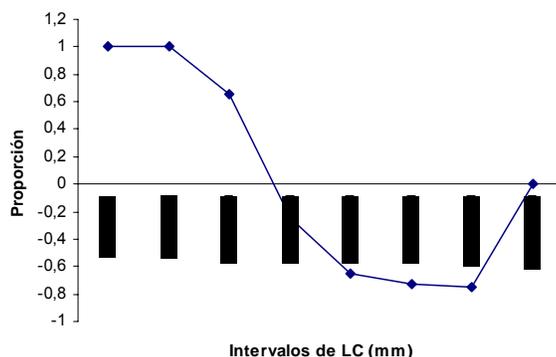


Figura 7. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de longitud del cefalotórax en *Agononida longipes* (n=419). Los valores negativos indican mayor número de hembras ovadas.

La proporción machos : hembras no presentaron diferencias significativas entre ecorregiones ni entre profundidades. En las ecorregiones GUA, PAL y TAY a 300 m de profundidad éstos fueron próximos a 0, indicando igual cantidad de machos y hembras (Figura 8A). Según la ecuación de Creasey *et al.* (2000), los valores negativos de la proporción reflejan un mayor número de hembras



en la muestra, hecho que se presenta en las ecorregiones MAG y DAR (-0.13 y -0.2, respectivamente). La proporción presenta valores mínimos en la ecorregión GUA (-0.3) y PAL (-0.08) con un aumento paulatino de machos en dirección norte-sur, y un pico en la ecorregión ARCO (0.5) (Figura 8A).

La mayoría de las hembras colectadas a 300 m (382 individuos) eran ovadas (259 individuos), con la proporción menor en la ecorregión DAR (-0.6), seguida de TAY (-0.5). En la ecorregión ARCO a 500 m no se colectaron hembras no ovadas. De las hembras colectadas a 500 m (37 individuos) de profundidad, 40.5% estaban ovadas. No se colectaron hembras sin huevos en las ecorregiones MAG ni DAR, pero predominaron en las ecorregiones GUA y ARCO, e igualaban en número a las hembras ovadas en la ecorregión PAL (Figura 8B).

#### 4.1.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones

No se encontraron diferencias significativas en la LC para machos entre ecorregiones (Prueba Kruskal-Wallis  $H(5, N= 386)= 4,307$   $p= 0,506$ ). La ecorregión ARCO presentó el rango más estrecho, debido justamente a los pocos individuos colectados en este sector (cuatro individuos), por lo cual posiblemente no se muestra el verdadero comportamiento de LC en esta ecorregión. DAR presentó individuos con tallas predominantemente grandes, pero el tamaño de la muestra en este sector no permite afirmar que este rango sea la tendencia de los machos en este sector.

La moda de LC en machos para todas las ecorregiones, se encuentra en el intervalo 14-16 mm, con un mayor número de individuos en la ecorregión GUA, en donde se colectó la mayoría de los machos de *A. longipes* (139 individuos, 36.01% del total de machos). Las ecorregiones PAL y TAY presentaron el 46% de los machos, con 24.09% para PAL y con 21.50% para la ecorregión TAY y en la ecorregión MAG tan sólo el 15.28% de los machos totales (Anexo 3).

Igualmente no se presentan diferencias significativas de la LC en hembras no ovadas entre ecorregiones (ANOVA  $F= 0,585$ ,  $p= 0,712$ ). Los rangos intercuartílicos de este grupo son similares, y el rango muestral más amplio se presentó en la ecorregión GUA, trazado a partir de la medida de 52 individuos. En esta ecorregión se presentan dos picos de LC: en el intervalo 8-10 mm y en el de 14-16 mm, mientras que en la ecorregión PAL, el intervalo modal es 12-14 mm. La proporción de hembras sin huevos es menor para las otras ecorregiones, con modas en el intervalo 8-10 mm para TAY y 12-14 para MAG (Anexo 4).

Se determinaron diferencias significativas en la LC de las hembras ovadas entre ecorregiones (ANOVA  $F= 12,768$   $p= 0,0$ ), separándose la ecorregión GUA de las demás (tabla 4).



Tabla 4. Comparación de longitud del cefalotórax de hembras ovigeras de *Agononida longipes* entre ecorregiones. Los valores que denotan diferencias significativas se resaltan en **negrilla**.

	ECORREGION	{1} 14,718	{2} 16,259	{3} 15,772	{4} 16,063	{5} 17,167
1	GUA		<b>0,000021</b>	<b>0,002697</b>	<b>0,000323</b>	<b>0,006422</b>
2	PAL	<b>0,000021</b>		0,500899	0,974381	0,718938
3	TAY	<b>0,002697</b>	0,500899		0,896323	0,302010
4	MAG	<b>0,000323</b>	0,974381	0,896323		0,545886
5	DAR	<b>0,006422</b>	0,718938	0,302010	0,545886	

Los histogramas del anexo 5 permiten visualizar más fácilmente las tendencias de tallas en cada ecorregión. Se presenta el mayor número de hembras ovadas en GUA, y la LC se distribuye entre 10 y 20 mm, a diferencia de las que se colectaron hacia el sur, donde los datos se concentran en mayores tamaños, principalmente en la ecorregión MAG. Ésta, en unión con PAL y TAY, poseen rangos de tallas similares, y TAY presenta el rango intercuartílico más estrecho de la zona (GUA 13.63-15.73 mm, PAL 14.91-17.51 mm y TAY 14.43-16.89 mm). Las medianas en este grupo de ecorregiones se encuentran en el rango de 14.5-17.5 mm. En la ecorregión ARCO no se encontraron hembras ovadas.

Las hembras ovadas con menores tamaños se presentaron en la ecorregión GUA, donde las tallas se concentraron principalmente entre los intervalos de 12-17 mm, mientras que en las otras ecorregiones las mayores frecuencias de hembras ovadas se encuentran a partir de los 15 hasta 19 mm aproximadamente.

Debido a la poca cantidad de individuos colectados en DAR (10 hembras ovadas), posiblemente el rango de las tallas se amplíe, sin embargo, los tamaños encontrados en esta ecorregión son de los mayores que se presentan en el Caribe.

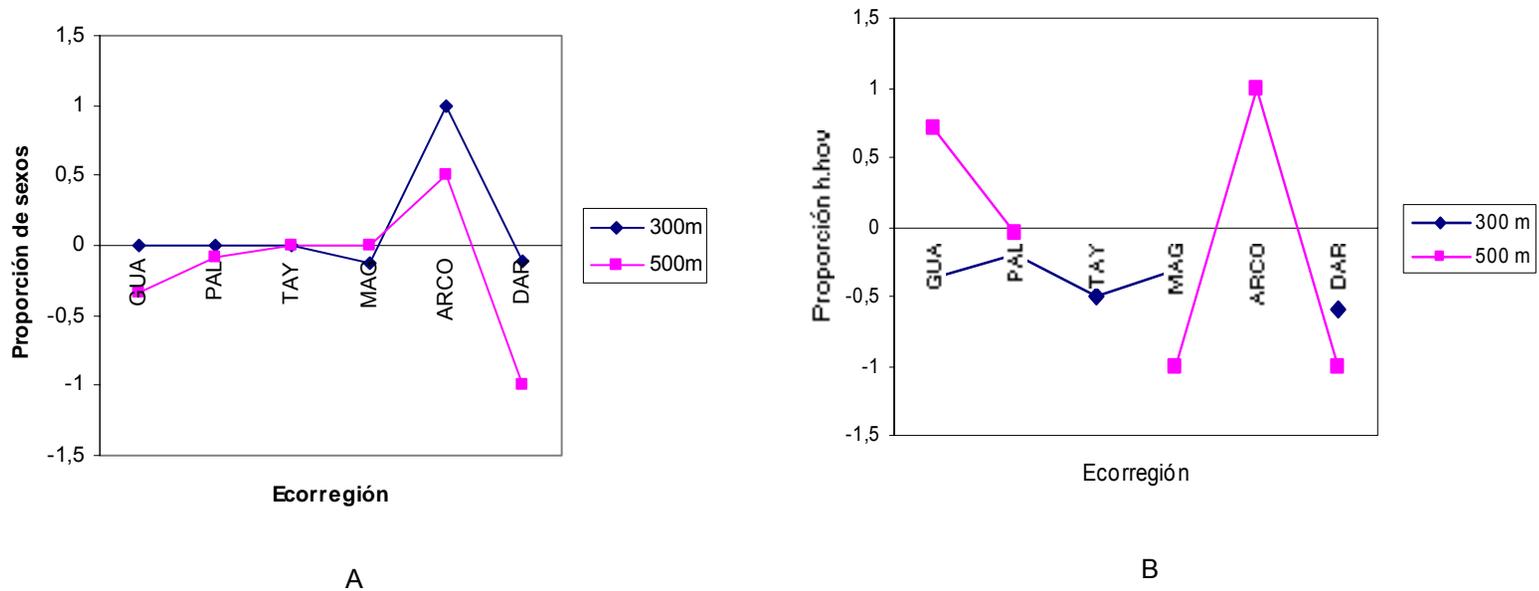


Figura 8. Proporción de grupos de *Agononida longipes* por ecorregión y profundidad. A. Proporción machos : hembras (n=809). Los valores negativos indican mayor número de hembras. B. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas (n= 419). Los valores negativos indican mayor número de hembras ovadas.



#### 4.1.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades

No se encontraron diferencias significativas de la LC para machos entre profundidades ( $H(1,386)=0,105$ ,  $p=0,746$ ). El rango menor de la LC se determinó en los ejemplares de 500 m de profundidad (Anexo 6), indicando mayor variabilidad de tamaños a los 300 m.

La mayoría de machos fueron colectados a los 300 m de profundidad (360 individuos), con la mayor frecuencia en el intervalo 14-16 mm.

Existen diferencias significativas de la LC en hembras no ovadas entre profundidades (ANOVA  $F=12,17$ ,  $p=0,001$ ). A pesar de que el rango general de la LC para las hembras no ovadas es similar para las dos profundidades, y que se da una diferencia del número de individuos entre ellas (114 individuos colectados a 300 m y 22 a 500 m), a 500 m parecen predominar las tallas mayores. Sin embargo, el número escaso de individuos colectados a esta profundidad puede estar sesgando el rango de LC característico de la misma.

A los 300 m de profundidad, las tallas pequeñas predominan, principalmente en los intervalos 8-10 mm y 12-14 mm, mientras que a los 500 m la mayor frecuencia se presenta entre los 12 y los 16 mm, a pesar de no contar con suficiente material (Anexo 7).

No se encontraron diferencias significativas entre la longitud de cefalotórax de las hembras ovadas por profundidad (ANOVA  $F=3,450$   $p=0,064$ ).

#### 4.1.4. Reproducción.

##### 4.1.4.1. Talla mínima de reproducción

La hembra ovada de menor tamaño se colectó en la ecorregión GUA a 300 m de profundidad (LC 10.9 mm AC 10.3 mm).

##### 4.1.4.2. Forma y tamaño de los huevos

Los huevos de *A. longipes* presentan forma esférica y elipsoidal, con un promedio de diámetro mayor de  $0.56 \pm 0.003$  mm y menor de  $0.52 \pm 0.002$  mm. Se observaron huevos en diferentes estadios de desarrollo en algunas hembras, se observó la mancha ocular, característica del estado avanzado de desarrollo de la larva.



#### 4.1.4.3. Fecundidad

El número de huevos por hembra osciló entre 100 y 5953, con un promedio de  $1360.3 \pm 53.6$ . Estos valores se determinaron teniendo en cuenta la regresión lineal

$$H_{\text{totales}} = 4,90(3l) + 99,77$$

Donde  $H_{\text{totales}}$  = huevos totales en la puesta y  $3l$  = número de huevos en el tercer pleópodo, con un índice de correlación  $r^2 = 0,955$ .

#### 4.1.4.4. Relación fecundidad con el tamaño del cefalotórax

Teniendo en cuenta la regresión lineal realizada entre LC y el número de huevos en la puesta y entre AC y el número de huevos, se determinó una correlación baja entre estas variables (LC:  $r = 0,55$ ,  $r^2 = 0,30$ , AC:  $r = 0,59$ ,  $r^2 = 0,34$ ), indicando que el número total de huevos en la puesta no está determinado por el tamaño del cefalotórax del individuo. Esto puede deberse a la pérdida de huevos durante la colecta del material, encontrándose hembras de tamaños mayores con pocos huevos.

#### 4.1.5. Parasitismo

De 809 individuos colectados, 25 se encontraban parasitados por bopíridos (2.1% del total de individuos) o rizocéfalos (0.9%) (Tabla 5):

Tabla 5. Número de individuos de *Agononida longipes* parasitados.

Ecorregión	Tipo de parásito	
	Bopírido	Rizocéfalo
GUA	12	4
PAL	4	2
TAY	0	1
MAG	0	1
DAR	1	0
Total	17	8

Se localizaron 14 bopíridos en la cavidad branquial del lado izquierdo, y tres en la del lado derecho. El rango de LC de los 25 individuos de *A. longipes* parasitados va desde 10.6 a 19.3 mm, con una proporción de sexos de 0.41, indicando una tendencia hacia la parasitación de machos (no se tomó en cuenta AC, debido a la deformación causada por el parásito).



Para los parásitos bopíridos, se determinó la longitud en sólo nueve hembras y dos machos. La deformación del cefalotórax en varios ejemplares sirvió como evidencia de la presencia de parásitos que no fueron encontrados. Los bopíridos hembras colectados presentan LC dentro del rango 7-13.3 mm y los dos machos encontrados presentan tamaños de LC de 1,9 y 3,9 mm.

Con respecto a rizocéfalos, se encontraron ocho individuos de *A. longipes* parasitados, de los cuales, cuatro eran machos, con un rango de LC de todos los individuos parasitados de 13.82-21.02 mm.

#### 4.1.2. Distribución

Esta especie se distribuye a lo largo del Caribe colombiano, a partir de los 300 m de profundidad, quedando incluido en el rango observado por Takeda & Okutani (1983), quienes la registran entre los 40 y los 730 m (Anexo 1). La mayor abundancia se encontró en la zona norte del mar Caribe, a 300 m de profundidad, en la ecorregión GUA, con 268 individuos (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución de *Agononida longipes* en el mar Caribe colombiano.

Profundidad	Ecorregión						Total indiv
	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	DAR	
300	268	154	168	134	4	18	746
500	21	35	-	1	1	2	60
Total	289	189	168	135	5	20	806

Los fondos sedimentarios en los cuales fueron encontrados los individuos eran de tipo lodoso.

#### 4.2. *Munida flinti* Benedict, 1902

##### 4.2.1. Diagnósis

Cefalotórax con márgenes arqueados. Espinas supraoculares subparalelas y ascendentes, alcanzando la mitad de la córnea. Espina orbital externa seguida por cuatro espinas laterales pequeñas. Espina orbital externa seguida por cuatro espinas laterales pequeñas. Área gástrica con dos pares de espinas posteriores a las supraoculares, un par epigástrico bien desarrollado y una protogástrica más pequeña; una espina parahepática a cada lado del caparazón, formando un hexágono con las espinas anteriores, una espina postcervical a cada lado del caparazón; áreas branquial y hepática anterior desarmadas; una espina sobre el surco mesocardiaco. Margen posterior del caparazón con un par de espinas. El resto del caparazón inerme. Los ejemplares de esta especie presentan el cefalotórax y el abdomen cruzados por líneas rojizas con cerdas;



espacios entre las líneas más claras; regiones branquiales de un rojo más fuerte que el resto de la superficie; cutícula ligeramente iridiscente. Quelípedos y pereiópodos cubiertos con gránulos naranja esparcidos sobre la superficie, franjas de color naranja más fuerte cercanas al margen anterior de cada articulación. Gonópodos en el primer y segundo somites abdominales de los machos (Navas *et al.* 2003). Presenta una espina media fuerte en la parte posterior del cuarto somite abdominal (Pequegnat & Pequegnat 1970) (Figura 9).



Figura 9. Vista dorsal de un ejemplar de *Munida flinti*. Fuente SIBM.

#### 4.2.3. Tallas y proporción de sexos

Los rangos de tallas de la población fueron LC 6,0-18,6 mm, AC 4,8-18,6 mm con rangos intercuartílicos de LC 8,3-13,7 mm y de 6,8-11,8 mm para AC, con medianas de 18,4 mm LC y 8,6 mm AC. Las tallas medias de longitud y ancho del cefalotórax para la población se indican a continuación; se definió un coeficiente de variabilidad del 30.7% para LC y 33.3% para AC.

$$LC = 11.1 \pm 0.2 \text{ mm}$$

$$AC = 9.3 \pm 0.2 \text{ mm}$$

Las desviaciones estándar fueron 3.4 mm LC y 3.1 mm AC.

##### 4.2.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax

Se realizó la regresión lineal entre LC (como variable independiente) y AC (como variable dependiente) y entre AC (como variable independiente) y LC (como variable dependiente). Se



encontró un coeficiente de correlación más alto en la primera relación ( $r = 0.99$ ,  $r^2 = 0.99$ ), la cual es descrita por la siguiente ecuación:

$$AC = -0,7576 + 0,90734 LC$$

con valores de AC siempre menores que LC en todos los individuos (Figura 10). Esto último se ve reflejado a su vez en la regresión lineal de cada uno de los grupos establecidos (Anexo 9).

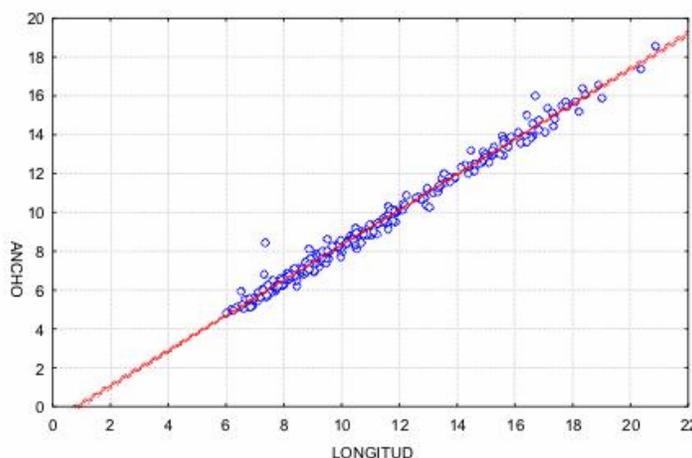


Figura 10. Relación longitud/ancho del cefalotórax de *Munida flinti* del mar Caribe colombiano (n= 266). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.

Los valores de longitud de cefalotórax no cumplen con una distribución normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d=0,19588$ ,  $p<0,01$ ) (Figura 11), y las mayores frecuencias se encuentran en el intervalo 8-10 mm.

Según la ecuación de Creasey *et al.* (2000), los valores negativos resultantes de la ecuación que define las proporciones de sexos, son producto de la tendencia hacia la presencia de hembras, lo que ocurrió en la población de *M. flinti* en general, para la que el valor fue igual a -0.19, que se desvía significativamente de la proporción 1:1 esperada, o "0", según la ecuación de Creasey *et al.* (2000) (Prueba  $X^2 = 9.398$ ,  $gl= 1$ ).

Estadísticamente, se encontraron diferencias significativas entre grupos (machos, hembras no ovadas y hembras ovadas) con respecto a la variable LC (Prueba Kruskal-Wallis  $H(2, N= 266)= 37,278$ ,  $p=0,00$ ), indicando longitudes diferenciales en cada uno de los mismos. Las medidas de tendencia central de los grupos establecidos se describen en la tabla 7.

Los machos presentan una tendencia hacia tamaños menores, con las mayores frecuencias en los intervalos 6-10 mm (39.8% de los machos colectados). Los tamaños intermedios (10-18 mm)



presentan frecuencias más uniformes, las cuales van disminuyendo hasta el intervalo 20-22 mm, con dos individuos de tallas mayores que las de las hembras sin huevos.

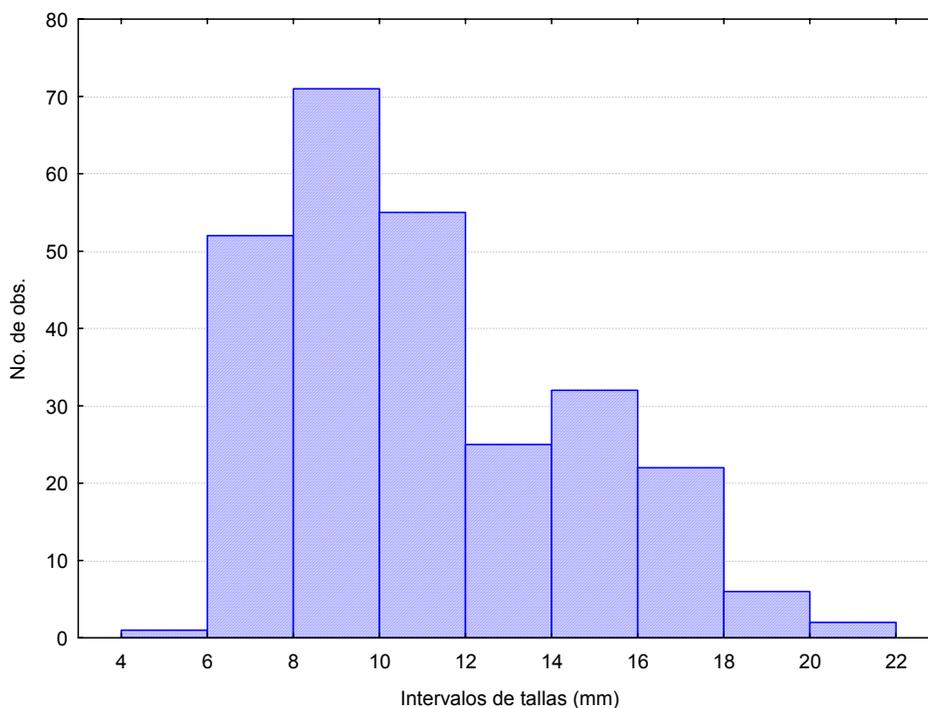


Figura 11. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de *Munida flinti* en general (n= 266).

Tabla 7. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de *Munida flinti*. Los valores son suministrados en mm (n= 266, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas).

	m	h	hov
<b>Rango general</b>	6,2 - 20,9	6,0 - 19,0	7,5 - 17,9
<b>Rango intercuartílico</b>	8,5 - 14,6	7,6 - 10,5	10,1 - 15,1
<b>Mediana</b>	11,3	11,3	11,6
<b>Talla promedio</b>	11,8 ± 3,7	9,4 ± 2,7	12,2 ± 2,9

Las hembras no ovadas presentan un rango de tallas de 6 a 20 mm, con las mayores frecuencias en los primeros intervalos (87.8% de las hembras no ovadas entre 6-12 mm). Los rangos siguientes se encuentran escasamente representados (12.2% de las hembras no ovadas colectadas). El rango de LC de este grupo es más amplio que el de las hembras ovadas (con el rango entre 10 y 18 mm), sugiriendo con este último la existencia de tallas promedio de reproducción (Figura 12).

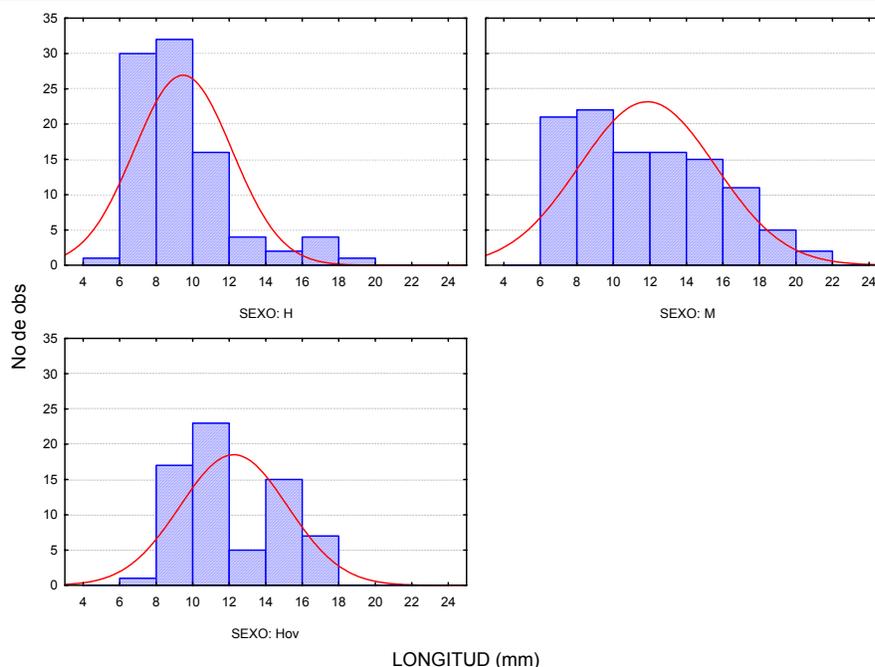


Figura 12. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada sexo de *Munida flinti*. (m= 108, h= 90, hov= 68).

Las mayores frecuencias de longitud del cefalotórax de machos se encuentran de 8 a 10 mm. Este grupo presentó una distribución normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0,12966$ ,  $p<0,10$ ).

La longitud de cefalotórax de las hembras no ovadas no cumple con una distribución normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0,15648$ ,  $p<0,05$ ). Las frecuencias mayores se encuentran en el rango 8-10 mm, seguido por el intervalo 6-8 mm.

Las hembras ovadas presentaron una distribución normal para LC (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0,14149$ ,  $p<0,15$ ), donde las frecuencias más altas se ubicaron en el intervalo 10-12 mm, seguido por el intervalo 8-10 mm.

La relación machos : hembras teniendo en cuenta los intervalos de LC muestra predominio de hembras en las tallas menores hasta aproximadamente 12 mm y de machos en el intervalo 12-14 mm. Entre los intervalos 14-20 mm, la relación es cercana a cero, lo que indica que la cantidad de hembras y machos con estas tallas es similar (Figura 13).

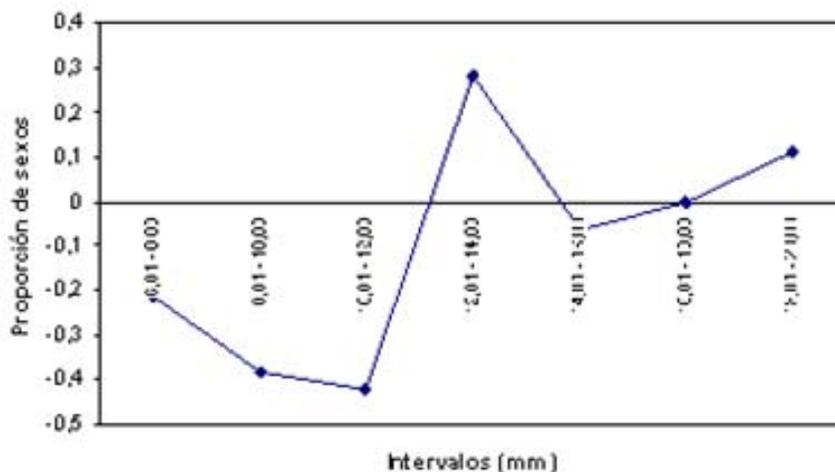


Figura 13. Proporción de sexos de *Munida flinti* por intervalos de LC (n=266).

La proporción hembras no ovadas : hembras ovadas refleja el predominio de las segundas en el intervalo 10-18 mm (Figura 14), constituyendo este intervalo como un posible rango óptimo para la reproducción en *M. flinti*. Se encontraron hembras no ovadas con tamaños superiores, lo que puede indicar pérdida de huevos por estrés al ser colectados, o que habrían desovado.

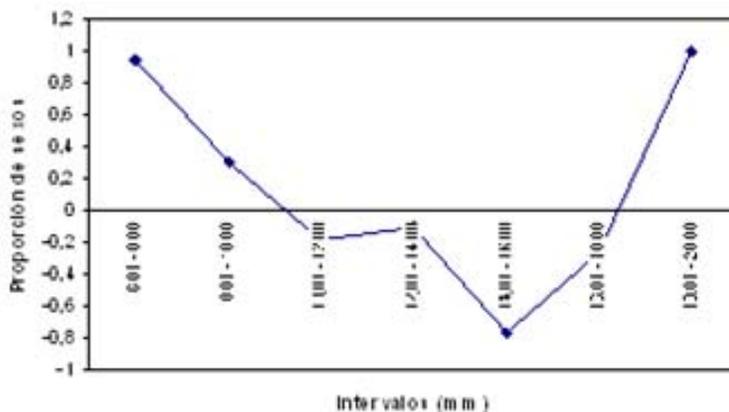


Figura 14. Proporción de hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de LC en *Munida flinti* (n=157).

En lo referente a la proporción de sexos de la población de *M. flinti* en el Caribe colombiano según las ecorregiones y las profundidades, se presenta una mayor abundancia de las hembras en las ecorregiones MAG y ARCO, a 150 m de profundidad (Prueba  $\chi^2 = 4.5$  para MAG y 26.04 para ARCO,  $gl= 1$ ).

Es importante destacar que no se colectó ningún individuo de *M. flinti* en la ecorregión GUA a esta profundidad. En el caso de la profundidad de 300 m, los machos predominan en todas las



ecorregiones, con excepción de PAL, donde la relación machos:hembras tiene un valor de  $-0.5$  (con 1 macho y 3 hembras) y en la ecorregión DAR, donde se encontraron 14 individuos de cada sexo (Figura 15).

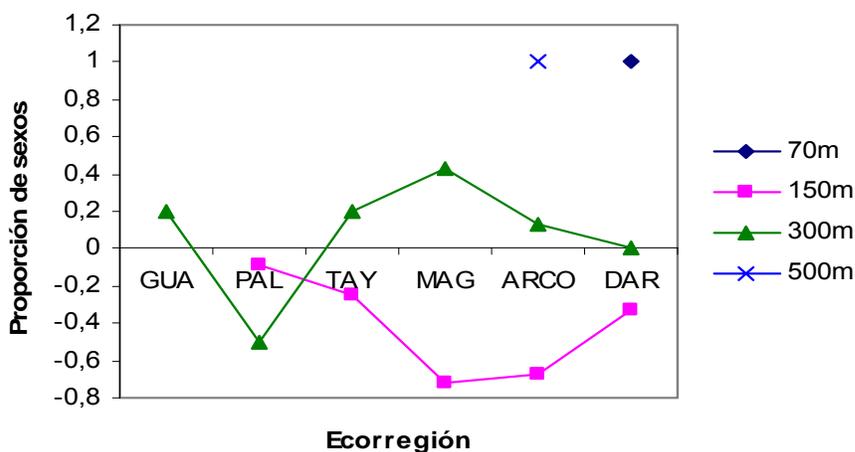


Figura 15. Proporción de sexos de *Munida flinti* por ecorregión y profundidad (n=266).

El 42.9% del número total de hembras colectadas en las dos profundidades estaban ovadas, principalmente a los 150 m, en las ecorregiones TAY y ARCO, donde la proporción fue  $-0.07$  y  $-0.05$ , respectivamente (43 individuos, correspondiente al 62.3% de las hembras ovadas colectadas en total). En las otras ecorregiones dominaron las hembras no ovadas. A 300 m de profundidad, las ecorregiones ARCO y DAR presentaron el mayor número de hembras ovadas (16 y 5 individuos, respectivamente).

Las proporciones de hembras no ovadas:hembras ovadas fueron  $0.06$  y  $0.29$ , lo que significa una cantidad similar tanto de hembras no ovadas como de ovadas en ARCO y predominantemente no ovadas en DAR. En las demás ecorregiones se colectaron pocos individuos (8 individuos, 14.3% de las hembras colectadas a 300 m), de las cuales tres no tenían huevos y fueron colectadas en las ecorregiones GUA y PAL (1 y 2, respectivamente, Figura 16).

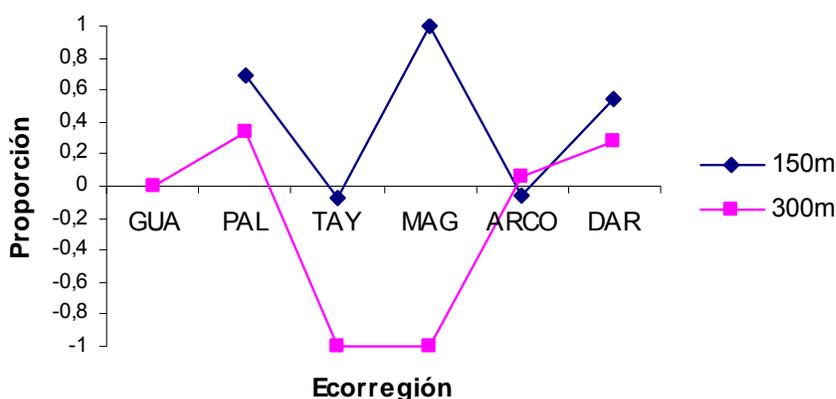


Figura 16. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas de *Munida flinti* por ecorregión y profundidad (n=161).

#### 4.2.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones

Se determinaron diferencias significativas entre las ecorregiones con respecto a la longitud de cefalotórax en machos (ANOVA,  $F = 5,259$ ,  $p = 0,0$ ). El mayor número de machos se registró en la ecorregión ARCO (55 individuos) seguido por DAR, con 22 ejemplares. Los datos de LC de los machos en la zona sur del Caribe colombiano presentan las mayores medianas, indicando la presencia de machos más grandes en este sector. Se observa un descenso en el valor de la mediana hacia las ecorregiones del norte, siendo PAL el sector que alberga los individuos más pequeños.

En la ecorregión ARCO se colectó el 50.9% de los machos. Las mayores frecuencias para las tallas del grupo en esta ecorregión se encuentran entre los 10 y los 16 mm LC, con 34 individuos (61.8%). Las tallas menores y mayores a este intervalo corresponden a 12 y 9 individuos, respectivamente, por lo que la distribución de tallas en esta ecorregión tiene cierta homogeneidad. En la ecorregión DAR, a pesar que se colectaron pocos ejemplares, se presenta una moda en el intervalo 8-12 mm, y homogeneidad total en los intervalos siguientes. En las ecorregiones PAL y TAY se colectaron 12 ejemplares en cada una; TAY con la moda en el intervalo 8-10 mm, que es mayor a la moda de la ecorregión PAL, con un intervalo entre 6-8 mm. En GUA y MAG se colectaron 3 y 6 individuos, respectivamente (Anexo 10).

Con respecto a las hembras no ovadas, se presentaron diferencias significativas de LC entre ecorregiones (Prueba Kruskal-Wallis  $H(5, N = 90) = 18,093$   $p = 0,0028$ ). Las ecorregiones DAR y ARCO presentaron los rangos más amplios (6-20 mm con 18 individuos en DAR y 4-18 mm con 44



individuos en ARCO). La moda en DAR correspondió al intervalo 8-10 mm, seguido por el de 10-12 mm. En DAR se presentó la misma moda, seguida por el intervalo 6-8 mm.

Los individuos colectados en las otras ecorregiones presentaron rangos de LC menores (6-10 mm). Las hembras sin huevos de menor tamaño se colectaron en la ecorregión MAG con tamaños en el intervalo 6-8 mm. En GUA se colectó un solo individuo (Anexo 11).

Se determinaron diferencias significativas de LC para hembras ovadas entre ecorregiones (ANOVA  $F= 2,409$ ,  $p= 0,046$ ). Las hembras ovadas de menor tamaño se presentaron en TAY, mientras que las más grandes en DAR y ARCO. En esta última se colectó el mayor número de hembras ovadas, con una moda en el intervalo 10-11 mm, seguido por el de 11-12 mm. En las ecorregiones GUA, PAL y MAG, el número de individuos no fue representativo (1, 3 y 1, respectivamente), lo que no permite dilucidar el comportamiento de variables (Anexo 12).

#### 4.2.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades

Se determinaron diferencias significativas de la LC en machos entre profundidades (ANOVA  $F= 20,593$ ,  $p= 0,0$ ). Estas diferencias son más marcadas entre las profundidades de 150 y 300 m (tabla 8); en las profundidades 70 y 500 m se colectó sólo un ejemplar en cada uno.

Tabla 8. Comparaciones entre longitud del cefalotórax de machos de *Munida flinti* entre profundidades. Los valores que denotan diferencias significativas se resaltan en **negrilla**.

	PROF	{1} 8,22	{2} 8,893	{3} 13,413	{4} 18,2
1	70		0,998615	0,610208	0,09117
2	150	0,998615		<b>0,000138</b>	0,12950
3	300	0,610208	<b>0,000138</b>		0,67024
4	500	0,091176	0,129501	0,670242	

Se determinaron las mayores tallas del cefalotórax en machos a 300 m de profundidad, con 68 individuos, en el rango 6.8-20.9 mm, y con mayor proporción principalmente entre los tamaños 10.5-16 mm. Los tamaños predominantes a 300 m de profundidad se encuentran en el intervalo 5.5-10.3 mm. La tendencia de los datos de LC de machos a 150 m de profundidad hacia los tamaños menores se visualiza en el anexo 13, con una moda en el intervalo 6-8 mm, mientras que a 300 m de profundidad, estas medidas son mayores, concentrados en los intervalos 12-16 mm.

Sólo se colectaron hembras no ovadas a 150 y 300 m de profundidad, y se encontraron diferencias significativas para la LC entre las dos profundidades (Prueba Kruskal-Wallis  $H(1, N= 90)= 27,98$   $p=$



0,0). La moda de la variable LC correspondió al intervalo 6-8 mm, seguido por el de 8-10 mm. La mayoría de las hembras no ovadas se colectaron a los 150 m de profundidad (60 individuos). Las hembras no ovadas de mayores tamaños se ubican preferiblemente a mayores profundidades, en este caso a 300 m, con valores de LC en el intervalo 10-12 mm principalmente, seguido por el de 8-10 mm. (Anexo 14).

Se determinaron diferencias significativas entre profundidades con respecto a LC en hembras ovadas (ANOVA  $F= 264,857$ ,  $p= 0,000$ ). Las hembras ovadas de mayor tamaño se colectaron a 300 m. Los rangos fueron 7.5-12.2 mm para la profundidad de 150 m y 12.3-17.9 mm para los 300 m. La moda de LC para hembras ovadas en la profundidad de 150 m se encuentra en el intervalo de 10-11 mm, seguido por el de 11-12 mm, mientras que la moda a 300 m está en el intervalo 15-16 mm, seguido por el de 17-18 mm (Anexo 15).

#### 4.2.4. Reproducción

##### 4.2.4.1. Talla mínima de reproducción

La talla mínima de una hembra ovada fue de 7.5 mm LC y 6.0 mm AC en la ecorregión TAY, a 150 m de profundidad.

##### 4.2.4.2. Forma y tamaño de los huevos

Los huevos de *M. flinti* presentan formas esféricas y elipsoides, con un promedio del diámetro mayor de  $0,51 \pm 0,008$  mm y del diámetro menor  $0,45 \pm 0,006$  mm. Se encontraron huevos con presencia de mancha ocular en algunas de las hembras.

##### 4.2.4.3. Fecundidad

El número de huevos por hembra osciló entre 47 y 5471, con un promedio de  $1286,8 \pm 119,32$ . Estos valores se determinaron teniendo en cuenta la regresión lineal

$$H_{\text{totales}} = 5,52(3I) + 41,46$$

Donde  $H_{\text{totales}}$  = huevos totales en la puesta y  $3I$  = número de huevos en el tercer pleópodo, con un índice de correlación  $r^2 = 0,92$ .

##### 4.2.4.4. Relación fecundidad con el tamaño del cefalotórax

La regresión lineal realizada entre LC de las hembras ovadas y el número de huevos en la puesta y entre AC y el número de huevos arrojó una correlación baja entre estas variables, con coeficientes



de correlación  $r^2 = 0,66$  para LC y  $r^2 = 0,38$  para AC, los cuales indican que el número total de huevos en la puesta no está determinado por el tamaño del cefalotórax del individuo.

#### 4.2.5. Parasitismo

De 274 individuos colectados, cinco de *M. flinti* estaban parasitados por isópodos bopíridos (0.73%) o rizocéfalo (1.1%), distribuidos entre las ecorregiones ARCO y DAR (1 bopírido y un rizocéfalo en dos hembras no ovadas en ARCO y 1 bopírido en una hembra no ovada y 2 rizocéfalos en un macho y en una hembra no ovada, en la ecorregión DAR).

El rango de LC de las dos hembras parasitadas por bopíridos va desde 9.0 mm hasta 11.3 mm. El rango de LC de los individuos parasitados por rizocéfalos está entre 6.6 mm y 12.6 mm.

#### 4.2.2. Distribución

Esta especie se distribuye a lo largo del Caribe colombiano, a partir de los 150 m de profundidad, quedando incluido en el rango registrado por Melo (1999) y Melo-Filho & Melo (2001), entre 11 y 315 m (Anexo 8). La mayor abundancia se encontró en la ecorregión ARCO, a 150 m y 300 m de profundidad, con 71 y 77 individuos, respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9. Distribución de *Munida flinti* en el Caribe colombiano.

Profundidad	Ecorregión						Total indiv.
	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	DAR	
70						1	1
150		24	24	8	71	19	146
300	5	4	5	7	77	28	126
500					1		1
Total	5	28	29	15	149	48	274

A 150 m de profundidad en la ecorregión TAY y en un sector de PAL (Dibulla), el sustrato es duro, señal de compactación de los sedimentos. En las demás ecorregiones y profundidades, es blando, de textura lodosa.

### 4.3. *Munida forceps* A. Milne-Edwards, 1880

#### 4.3.1. Diagnósis

Rostro ascendente. Espinas supraoculares subparalelas, ascendentes y cortas, no alcanzando la córnea. Cefalotórax con los márgenes levemente arqueados. Espina orbital externa sobre el ángulo



anterolateral del caparazón, seguido por cinco espinas más pequeñas; área gástrica con una serie de espinas epigástricas fuertes; una espina parahepática; una espina sobre cada una de las regiones branquiales anteriores y una espina postorbital fuerte a cada lado; una espina postcervical a cada lado del caparazón; el resto del caparazón inerme. Líneas transversales bien espaciadas y distinguibles. Esternón liso, inerme; surco esternal profundo en la parte media. Quelas largas y muy fuertes. Gonopodos en el primer y segundo somites abdominales de los machos (Figura 17). Caparazón con franjas lilas posteriores al surco cervical, región branquial y hepática; el espacio entre las franjas de color amarillento y líneas transversales del cefalotórax anaranjadas. Abdomen con manchas lilas intercaladas con manchas amarillas sobre los segmentos. Quelípedos y pereiópodos de color naranja. Mero de los quelípedos con una mancha roja sobre el borde anterolateral dorsal, terminando en una punta blanca, superficie ventral con una mancha roja en el margen anterior interno (Navas *et al.*, 2003).



Figura 17. Vista dorsal de un ejemplar de *Munida forceps*. Fuente SIBM.

#### 4.3.3. Tallas y proporción de sexos

Los rangos para la longitud y ancho de cefalotórax fueron 6.1-26.3 mm y 5.0-20.9 mm respectivamente, con rangos intercuartílicos de 13.0 mm-18,6 mm LC y 10,0 mm-14,4 mm AC y medianas de 15.0 mm para LC y 11,5 mm para AC. Los valores medios de la longitud y el ancho del cefalotórax para la población en general se indican a continuación; se definió un coeficiente de variabilidad del 28.9% para LC y del 30.3% para AC.

$$LC = 15.6 \text{ mm} \pm 0.6 \text{ mm}$$

$$AC = 12.1 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$$



Las desviaciones estándar para LC y AC son 4.6 mm y 3.7 mm, respectivamente. Estos valores de coeficientes de variación elevados, en unión con los valores de errores estándar, son el reflejo de la deficiencia del muestreo con respecto a esta especie, pues no se tiene el número suficiente de individuos para establecer un rango más preciso de tamaños de cefalotórax.

#### 4.3.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax.

Se presentó una relación lineal entre las dos variables con un coeficiente de correlación ( $r = 0.99$ ,  $r^2 = 0.99$ ) descrita por la ecuación

$$AC = -0.5297 + 0,8136 LC$$

con valores de AC siempre menores que LC en todos los individuos (Figura 18). Esto último se ve reflejado a su vez en la regresión lineal de cada uno de los grupos establecidos (Anexo 17).

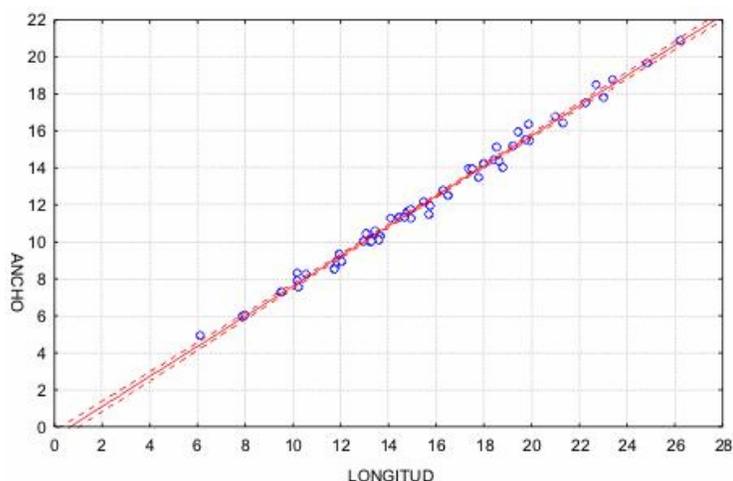


Figura 18. Relación longitud/ancho del cefalotórax de *Munida forceps* del mar Caribe colombiano ( $n= 57$ ). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.

Los datos de LC de la población de *M. forceps* cumplen con una distribución normal (Figura 19) (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0.08668$ ,  $p>0.20$ ) pero se analizarán con pruebas no paramétricas debido al poco número de individuos. La moda para LC se situó en el intervalo 10-15 mm.

La proporción de sexos de la población de *M. forceps* presentó en general un valor de 0.02, lo que indica mayor presencia de machos en el Caribe colombiano; la relación difiere significativamente de la proporción 1:1 esperada, o 0, según la ecuación de Creasey *et al.* (2000) (Prueba  $X^2= 7.893$ ,  $gl= 1$ ).

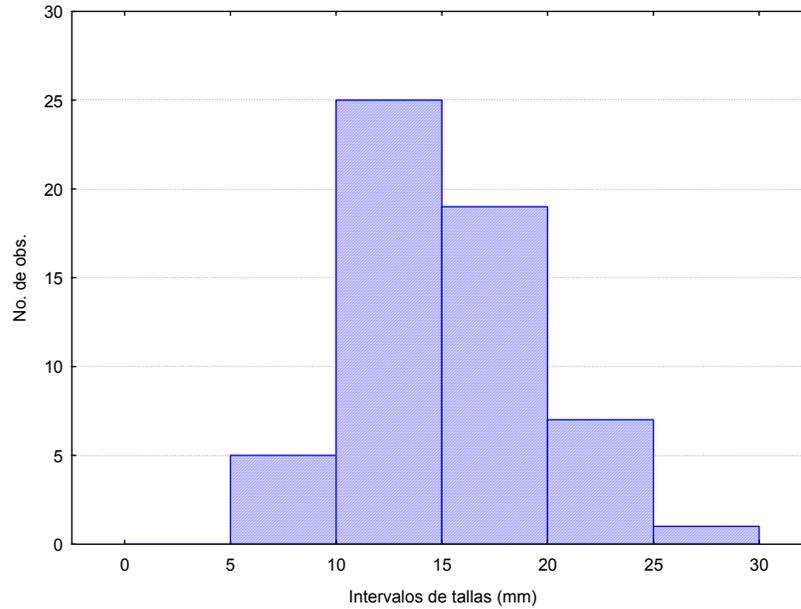


Figura 19. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de *Munida forceps* en general (n= 57).

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas de la LC con respecto a los grupos (machos, hembras no ovadas y hembras ovadas) ( $H(2, N= 57)= 1,888$   $p= 0,389$ ), lo que incluye a todos los individuos dentro de un mismo rango de tamaños. Las medidas de tendencia central de los grupos establecidos se describen en la tabla 10.

Sin embargo se observan los mayores tamaños de la población en los machos (que alcanzan un tamaño máximo de 26.3 mm) (Figura 20) y las hembras ovadas tienen la talla promedio mayor, pero debido al poco número de individuos colectados de cada sexo, no es posible establecer que esta condición se cumpla.

Tabla 10. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de *Munida forceps*. Los valores son suministrados en mm ( n= 57, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas).

	m	h	hov
<b>Rango general</b>	6,1 - 26,3	10,2 - 23,0	14,7 - 19,7
<b>Rango intercuartílico</b>	11,8 - 18,6	13,1 - 14,8	
<b>Mediana</b>	15,5	13,6	17,4
<b>Talla promedio</b>	15,6 - 4,9	14,8 ± 3,8	17,5 ± 2,1

Los machos presentan las mayores frecuencias en las tallas entre 10-20 mm para LC. La mayor frecuencia de longitud del caparazón de las hembras no ovadas (13 individuos) se encuentra en el intervalo 12-14 mm (61.5%). Para los demás intervalos, el número de hembras sin huevos es menor y de distribución homogénea, es decir, cada intervalo está representado por igual número



de hembras no ovadas. Las cinco hembras ovadas de *M. forceps* colectadas en el Caribe se encuentran en el intervalo 14-20 mm.

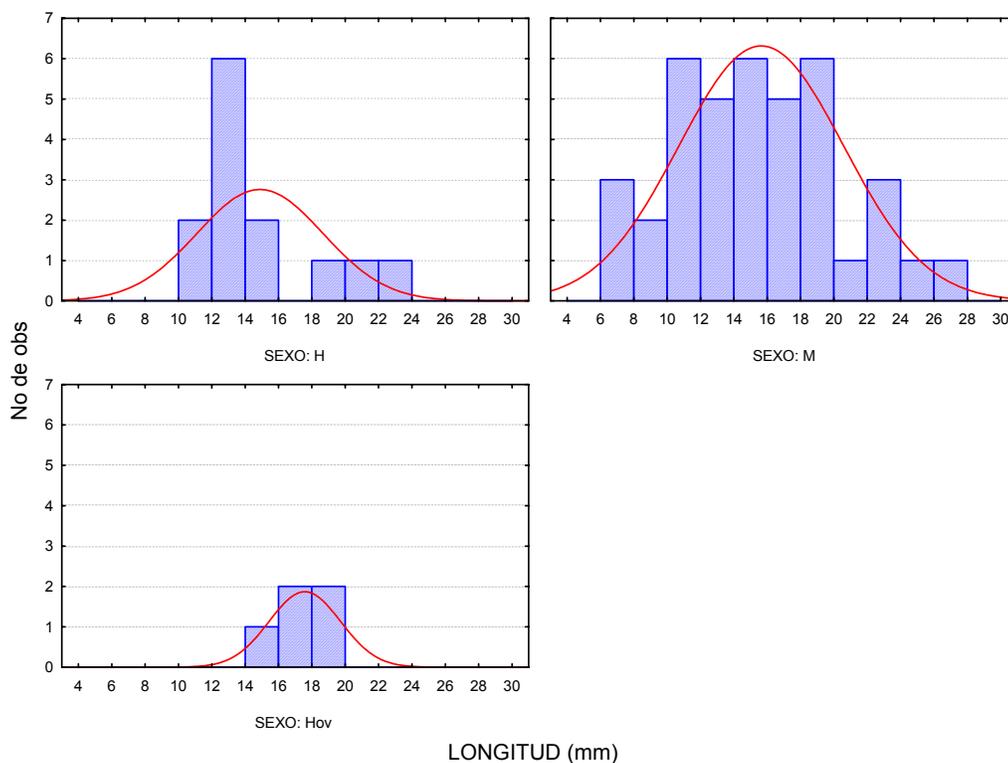


Figura 20. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada sexo de *Munida forceps* (m= 39, h= 13, hov= 5).

La relación machos:hembras teniendo en cuenta los intervalos de LC, muestra un predominio de machos en casi la totalidad de los intervalos, con excepción de los intervalos 12-14 mm, en el que el número de individuos de cada sexo es similar (-0.09) y del intervalo 20-22 mm, para el cual no se colectó ningún individuo. Las 18 hembras medidas presentan tallas entre los 10 y los 22 mm (Figura 21).

Solamente se colectaron dos hembras a 500 m de profundidad, en las ecorregiones GUA y MAG, con LC 18.7 mm y 23.0 mm respectivamente, y no estaban ovadas. Las hembras sin huevos se presentan en todos los rangos de LC, desde los 10 hasta los 24 mm, con excepción del intervalo 16-18 mm. Las cinco hembras ovadas colectadas de *M. forceps* tienen longitudes de caparazón en el rango 14-20 mm (Figura 22).

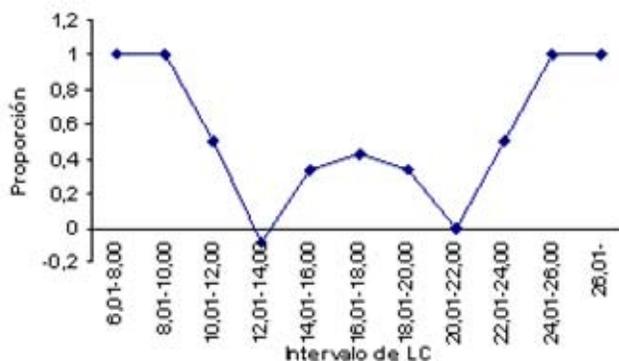


Figura 21. Proporción de sexos vs. intervalos de longitud del cefalotórax en *Munida forceps* (n= 57).

A pesar de contar con pocos individuos, es posible que las hembras ovadas de mayor tamaño hayan perdido sus huevos en el momento de la captura o hayan liberado los huevos recientemente.

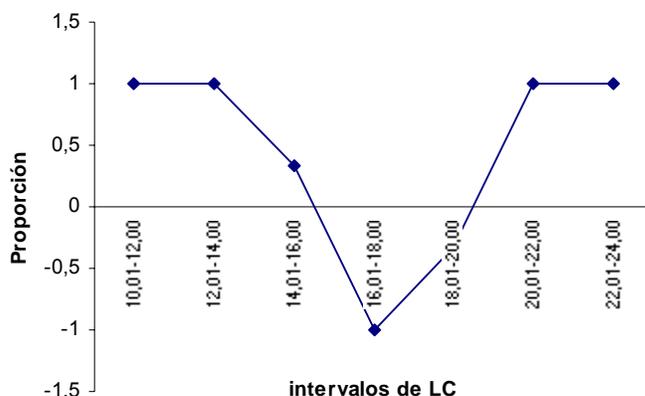


Figura 22. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de longitud de cefalotórax en *Munida forceps* (n= 18).

La mayoría de los individuos se colectaron a 300 m de profundidad, con una tendencia considerable hacia los machos, reflejado en el valor positivo de la proporción, con excepción de la ecorregión MAG, donde se presentó una hembra sin huevos. En los 500 m de profundidad se capturaron cuatro individuos, dos de cada sexo y uno en cada ecorregión. Estos datos no representan de manera acertada las proporciones de cada sexo en cada ecorregión (Figura 23).

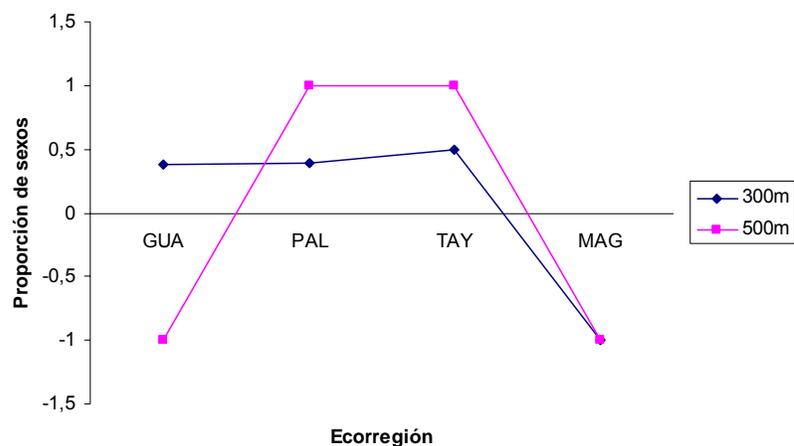


Figura 23. Proporción de sexos de *Munida forceps* por ecorregión y profundidad. (n=57).

#### 4.3.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones

No se encontraron diferencias significativas en la longitud del cefalotórax de los machos, entre las tres ecorregiones en que se colectaron (Prueba Kruskal-Wallis  $H(2, N= 39)= 2,519$   $p= 0.284$ ).

En la ecorregión GUA se observó un pico de frecuencias en el intervalo 10-12 mm, con cuatro individuos, mientras que en PAL, la moda se situó entre 14 y 16 mm LC. La distribución de LC en la ecorregión TAY es homogénea, con un individuo en los intervalos 14-16 mm, 16-18 mm y 20-22 mm (Anexo 18).

No se encontraron diferencias entre ecorregión con respecto a LC (Prueba Kruskal-Wallis  $H(3, N= 13)= 6.71$ ,  $p= 0.082$ ) en hembras no ovadas, como tampoco para las hembras ovadas (Prueba Kruskal-Wallis  $H(3, N= 57)= 4,01$ ,  $p= 0,26$ ).

#### 4.3.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades

No se encontraron diferencias significativas entre profundidades con respecto a la LC de los machos (Prueba Kruskal-Wallis  $H(1, N= 39)= 0,146$ ,  $p= 0,702$ ). Se debe destacar que la mayoría de individuos se colectaron a 300 m de profundidad (37 individuos).

Para esta variable en machos, las mayores frecuencias a 300 m, se encuentran en los intervalos 10-12 mm, 14-16 mm y 18-20 mm (Anexo 19). Para los 500 m de profundidad, los intervalos fueron 12-14 mm y 20-22 mm, representado cada uno con un único individuo.



Se determinaron diferencias entre profundidades con respecto a la LC de hembras no ovadas (Kruskal-Wallis  $H(1, N= 13)= 3.896$ ,  $p= 0,05$ ). Esto se debe a que 11 de los 13 individuos se colectaron a 300 m de dad. El rango de LC del grupo incluye valores desde 10,2 hasta 21,0 mm, con la mayor frecuencia en el intervalo 12-14 mm (6 individuos).

No se encontraron diferencias entre profundidades con respecto a LC de hembras ovadas (Kruskal-Wallis  $H(1, N= 57)= 2,249$ ,  $p= 0,134$ ).

#### 4.3.4. Reproducción

##### 4.3.4.1. Talla mínima de reproducción

La hembra ovada de menor tamaño medía LC 14.7 mm y AC 11.3 mm, colectada en la ecorregión PAL a 300 m de profundidad.

##### 4.3.4.2. Forma y tamaño de los huevos

Presentan formas esféricas y elipsoidal, con diámetro promedio mayor de  $0.72 \pm 0.044$  mm y menor de  $0.57 \pm 0.03$  mm. No se presentaban huevos en estado avanzado de desarrollo.

##### 4.3.4.3. Fecundidad

El número de huevos por hembra oscila entre 88 y 2584.

##### 4.3.4.4. Relación fecundidad con el tamaño del cefalotórax

El coeficiente de correlación de la regresión entre el número de huevos por hembra y la longitud del cefalotórax del ejemplar, y de la regresión entre el número de huevos por hembra y el ancho del cefalotórax no son "significativos" ( $r= 0,37$ ,  $r^2 = 0,14$  para LC y  $r= 0,27$ ,  $r^2 = 0,072$  para AC), debido posiblemente al poco material presente en el estudio.

#### 4.3.5. Parasitismo

El único ejemplar parasitado fue un macho de 15.8 mm LC 11.9 mm AC, localizado en la ecorregión GUA a 300 m de profundidad, con un rizocéfalo.



#### 4.3.2. Distribución

Esta especie está presente en la parte norte del Caribe colombiano, a partir de los 300 m de profundidad, correspondiendo al rango registrado por Melo-Filho & Melo (2001), quienes la encontraron entre los 73 y los 426 m (Anexo 16), aunque también está documentada la colecta de un individuo a 630 m durante la expedición “Challenger” (Henderson, 1885, 1888). La mayor abundancia se presenta en la ecorregión GUA a los 300 m de profundidad (Tabla 11).

Tabla 11. Distribución de *Munida forceps* en el Caribe colombiano.

Profundidad	Ecorregión				Total indiv.
	GUA	PAL	TAY	MAG	
300	28	22	3	0	53
500	1	1	1	1	4
Total	29	23	4	1	57

Todos los individuos fueron colectados en fondos lodosos.

#### 4.4. *Munidopsis erinaceus* (A. Milne-Edwards, 1880)

##### 4.4.1. Diagnósis

Rostro casi recto, con un par de espinas laterales divergentes. Cefalotórax fuertemente convexo, con surco gástrico posterior bien marcado. región gástrica del caparazón prominente, con dos pares de espinas, las anteriores más largas y situadas en línea con los ojos; región cardiaca con cuatro espinas; regiones branquiales con tres espinas; margen frontal con espinas postantennales; margen posterior desarmado; margen lateral con cuatro espinas; superficie del caparazón cubierta por cerdas firmes y curvas. Pedúnculo ocular y córnea sin espinas, córnea más ancha que el pedúnculo. Segmento basal de la antena con una espina; segundo segmento con dos. en las hembras los dactilos están en contacto en toda su extensión y en los machos los dactilos se tocan sólo en los extremos. Segundo a cuarto par de pereiópodos muy espinosos. Los ejemplares presentan todo el cuerpo de un color rojizo fuerte, quelípedos y pereiópodos de color naranja más claro (Figura 24) (Navas *et al.*, 2004).

##### 4.4.3. Tallas y proporción de sexos

Los rangos de tallas de la población fueron LC 9.3-16.3 mm AC 7.3-12.6 mm, con rangos intercuartílicos de LC 10.7-13.9 mm y de 8.3-11.2 mm de AC, y medianas de 12.3 mm LC y 9.4 mm AC. La talla media para el largo de cefalotórax fue de 12.4 mm  $\pm$  0.5 mm y para el ancho 9.9 mm  $\pm$  0.4 mm, con coeficientes de variación del 17.5% para LC y del 16.8% para AC. Las desviaciones



estándar para LC y AC son 2.8 mm y 1.7 mm respectivamente. Los valores de error estándar amplios y los coeficientes de variabilidad ponen de manifiesto la deficiencia del muestreo con respecto a esta especie.



Figura 24. Vista dorsal de un ejemplar de *Munidopsis erinaceus*. Fuente SIBM.

#### 4.4.3.1. Relación entre longitud y ancho del Cefalotórax.

Se presentó una relación lineal entre las dos variables con un coeficiente de correlación ( $r = 0.96$ ,  $r^2 = 0.91$ ) descrita por

$$AC = -0.8145 + 0,7281 LC$$

con valores de AC siempre menores que LC en todos los individuos (Figura 25). Esto último se ve reflejado a su vez en la regresión lineal de cada uno de los grupos establecidos (Anexo 21).

Los datos presentan una moda en el intervalo 10-11 mm, seguida por un segundo pico en el intervalo 12-13 mm, para LC. La distribución de las frecuencias de individuos en los demás intervalos son más homogéneos (Figura 26).

La proporción de sexos de la población de *M. erinaceus* presentó un valor de -0.29, lo que indica mayor número de hembras en el Caribe colombiano, mas no difiere significativamente de la proporción 1:1 esperada (Prueba  $X^2 = 1.47$ ,  $gl = 1$ )

La proporción machos:hembras en la ecorregión PAL fue -0.4, a diferencia de la proporción para la ecorregión TAY, que fue de -0.14. Significa que hay una mayor abundancia de machos en TAY que en PAL.

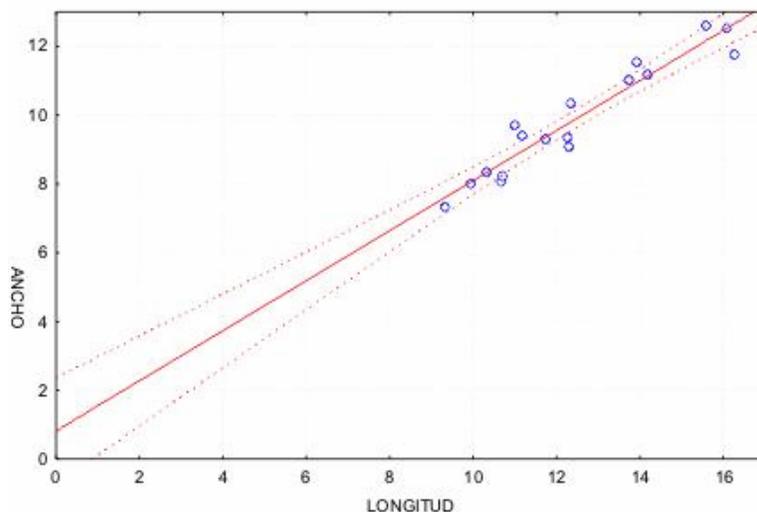


Figura 25. Relación largo/ancho del cefalotórax de *Munidopsis erinaceus* (n= 17). Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.

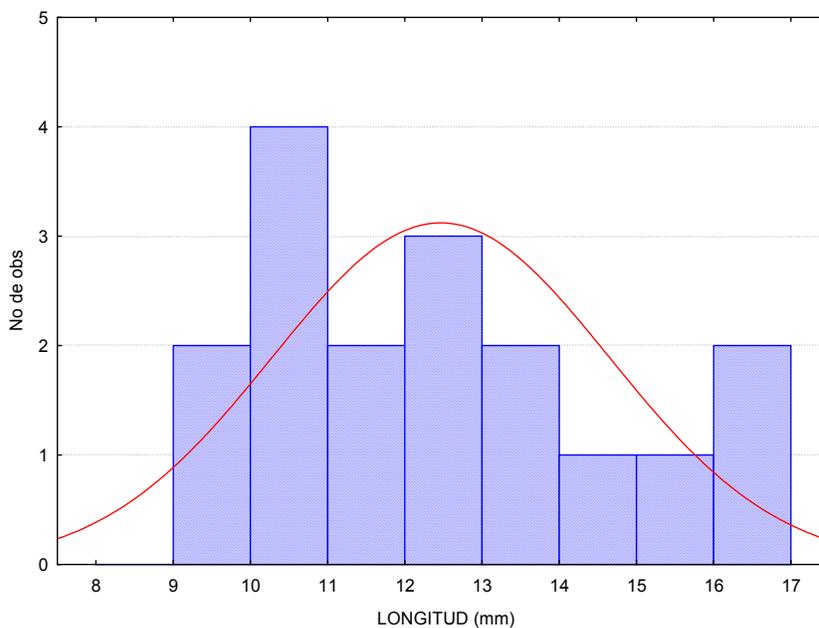


Figura 26. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de *Munidopsis erinaceus* en general (n= 17).

La proporción hembras no ovadas : hembras ovadas en la ecorregión PAL fue 0.14 y -0.5 en TAY, indicando mayor cantidad de hembras sin huevos en la primera ecorregión (4 individuos).

No existen diferencias significativas de LC entre grupos ( $H(2, N=17)= 3,646, p= 0,056$ ).



Las medidas de tendencia central de los grupos establecidos se describen en la tabla 12, con 6 machos, 5 hembras no ovadas y 6 hembras ovadas.

Tabla 12. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de *Munidopsis erinaceus*. Los valores son suministrados en mm (n= 17, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas).

	m	h	hov
<b>Rango general</b>	11,2 - 16,3	9,3 - 16,1	10,3 - 14,2
<b>Rango intercuartílico</b>	12,3 - 15,6	9,9 - 12,3	10,7 - 12,3
<b>Mediana</b>	13,8	10,7	11,4
<b>Talla promedio</b>	13,8 ± 1,9	11,7 ± 2,7	11,7 ± 1,4

#### 4.4.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones

No se encontraron diferencias entre ecorregión con respecto a LC ( $H(1, 6) = 0.048$   $p = 0,827$ ).

#### 4.4.4. Reproducción

##### 4.4.4.1. Talla mínima de reproducción

La hembra ovada de menor tamaño medía 10.3 mm LC y 8.3 mm AC, de la ecorregión PAL.

##### 4.4.4.2. Forma y tamaño de los huevos

Los huevos de *M. erinaceus* presentan formas esféricas y elipsoides, con predominio de esta última. El promedio del diámetro mayor fue  $1,21 \pm 0,06$  mm y el promedio del diámetro menor  $1,09 \pm 0,06$  mm. No se encontraron huevos con mancha ocular.

##### 4.4.4.3. Fecundidad

El número de huevos osciló entre 1 y 62.

##### 4.4.4.4. Relación fecundidad con el tamaño de cefalotórax

El coeficiente de correlación de la regresión lineal entre LC y el número de huevos por hembra fue muy bajo ( $r = 0.18$ ,  $r^2 = 0,03$ ), por lo cual se deduce que estas dos variables no se encuentran relacionadas entre sí. Comportamiento similar se observó en la regresión de AC y el número de huevos, donde  $r = 0.30$  y  $r^2 = 0,09$ . Como para las otras especies estudiadas, es posible que exista una correlación entre estas dos variables, pero los pocos individuos colectados no permiten confirmarlo.



---

#### 4.4.5. Parasitismo

Se encontraron tres machos en la ecorregión PAL parasitados con rizocéfalos. Los tamaños de cefalotórax de cada uno fueron 9.9 mm LC 8.0 mm AC; 11.2 mm LC 9.4 mm AC y 12.3 mm LC 9.1 mm AC.

#### 4.4.2. Distribución

Se observa una distribución limitada para esta especie, restringida a las ecorregiones PAL y TAY, a 500 m de profundidad, que corresponde al rango registrado por Shuler-Mayo (1974), quien la colectó a profundidades, desde 311 a 1374 m (Ver anexo 20). Presenta diez individuos en la primera ecorregión y siete en la segunda.

Todos los individuos fueron colectados en fondos lodosos.

### 4.5. *Munidopsis riveroi* Chace, 1939

#### 4.5.1. Diagnósis

Rostro desarmado, en forma de caperuza, convexo dorsalmente, ápice agudo. Márgenes del cefalotórax y superficie dorsal sin espinas, con algunas áreas tuberculadas elevadas sobre la región gástrica; margen frontal con un lóbulo postantenal. Ojos desarmados. Pereiópodos sin epípoditos. Segundo, tercer y cuarto somites abdominales con dos carinas transversales y cada una con un diente medial redondeado. Los ejemplares vivos presentan el abdomen, la superficie dorsal del cefalotórax y los quelípedos de color rosado, tubérculos sobre el cefalotórax de un color más oscuro, apéndices caminadores y paredes laterales del cefalotórax blancas (Figura 27) (Navas *et al.*, 2003).

#### 4.5.3. Tallas y proporción de sexos

Los rangos de tallas para los individuos colectados fue LC 3.7-15.9 mm, AC 2.9-13.1 mm, con rangos intercuartílicos de LC 10.1-12.7 mm y AC 9.0-11.0 mm, con medianas de LC 11.1 mm y AC 9.9 mm. La talla media para el largo de cefalotórax fue de LC =  $11.1 \pm 0.1$  mm y para el ancho fue de AC =  $9.8 \pm 0.1$  mm; con un coeficiente de variabilidad de 19.5% para LC y 19.6% para AC.

Las desviaciones estándar fueron 2.2 mm LC y 1.9 mm AC, lo que muestra precisión en la determinación de las medias en la población.



Figura 27. Vista dorsal de un ejemplar de *Munidopsis riveroi*. Fuente SIBM.

#### 4.5.3.1. Relación entre longitud y ancho del cefalotórax

Se realizó la regresión lineal entre LC (como variable independiente) y AC (como variable dependiente) y la regresión lineal entre AC (como variable independiente) y LC (como variable dependiente). Se encontró un coeficiente de correlación más alto en la primera relación ( $r = 0,98860$ ), la cual es descrita por la siguiente ecuación:

$$AC = 0,06254 + 0,88351 LC$$

y valores de AC siempre menores que LC en todos los individuos (Figura 28). Esto último se ve reflejado a su vez en la regresión lineal de cada uno de los grupos establecidos (Anexo 23).

Los datos de LC y AC de *M. riveroi* no cumplen con una distribución normal ( $d = 0,09464$ ,  $p < 0,05$ , Figura 29). La moda se encuentra en el intervalo 10-12 mm.

La proporción de sexos de la población de *M. riveroi* en general presentó un valor de 0.14, lo que indica mayor número de machos en el Caribe colombiano, presentando una diferencia significativa con respecto a la proporción 1:1 esperada (Prueba  $X^2 = 4.898$ ,  $gl = 1$ ).

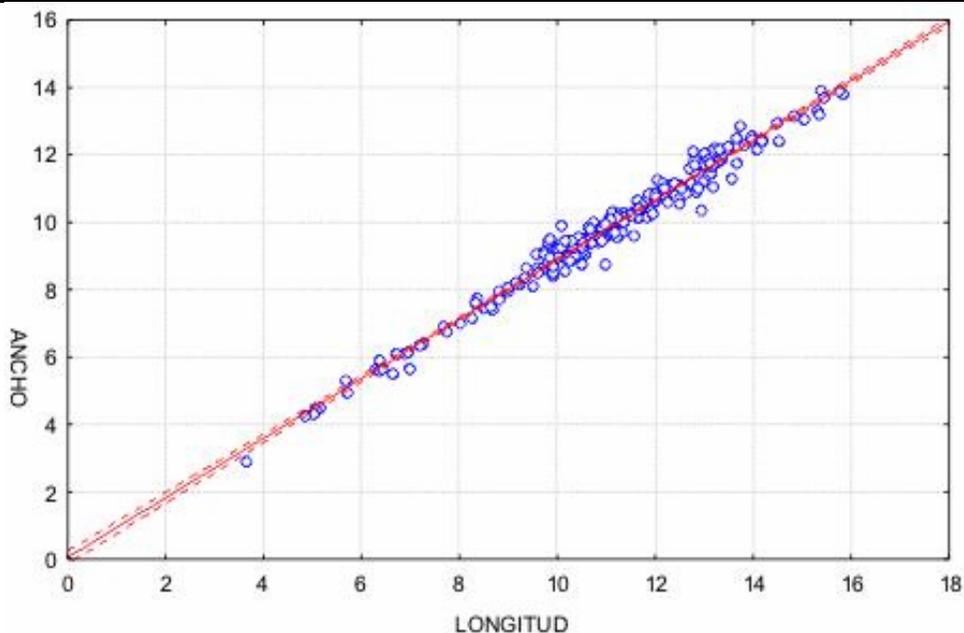


Figura 28. Relación longitud/ancho del cefalotórax de *Munidopsis riveroi* del mar Caribe colombiano (n= 236).

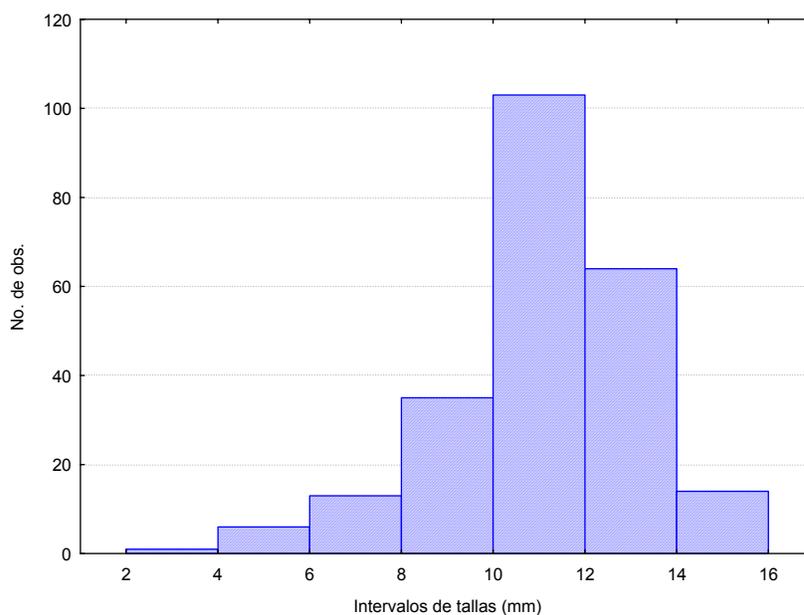


Figura 29. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de *Munidopsis riveroi* en general (n= 236).

Los valores de LC presentaron diferencias significativas entre grupos (Prueba Kruskal-Wallis (2, N=236)=98.43 p=0,0) indicando longitudes diferenciales en cada uno de los grupos establecidos para este estudio. Las medidas de tendencia central de los grupos establecidos se describen en la tabla 13.



Tabla 13. Medidas de tendencia central y tallas promedio de los individuos de *Munidopsis riveroi*. Los valores son suministrados en mm (n= 236, m= machos, h= hembras no ovadas, hov= hembras ovadas).

	<b>m</b>	<b>h</b>	<b>hov</b>
<b>Rango general</b>	3,7 - 13,6	5,1 - 14,5	10,1 - 15,9
<b>Rango intercuartílico</b>	9,9 - 11,3	7,3 - 11,4	12,1 - 13,7
<b>Mediana</b>	10,5	9,2	13
<b>Talla promedio</b>	10,4 ± 1,8	9,5 ± 2,4	13,0 ± 1,3

Las mayores frecuencias de tallas para los machos se encuentran entre 10-12 mm y no cumplen con una distribución normal (Prueba Kolmogorov-Smirnov  $d= 0,16454$ ,  $p<0,0$ ). Los datos de longitud de cefalotórax de las hembras no ovadas presentan distribución normal ( $d=0,09024$ ,  $p>0,20$ ), con una moda en el intervalo 10-12 mm. Aunque los valores de las modas son similares, la cantidad de hembras no ovadas colectadas es muy pequeña comparada con los machos, lo que no permite hacer una comparación entre los dos grupos.

La mayoría de las hembras colectadas estaban ovadas. Este grupo presentó una distribución normal ( $d= 0,08751$ ,  $p>0,20$ ) con la moda en el intervalo 12-14 mm. El rango de las LC de las hembras ovadas significó tamaños más grandes que los machos y las hembras no ovadas (Figura 30).

En la relación machos:hembras teniendo en cuenta los intervalos de LC, se observa que las hembras predominan en los rangos siguientes a los 11 mm aproximadamente, hasta llegar a un máximo de -1, indicativo de presencia exclusiva de hembras (Figura 31).

Las hembras ovadas se presentan a partir de los 10 mm LC, con muy pocas hembras sin huevos en estos intervalos, indicativo de posible pérdida de huevos durante la colecta (Figura 32).

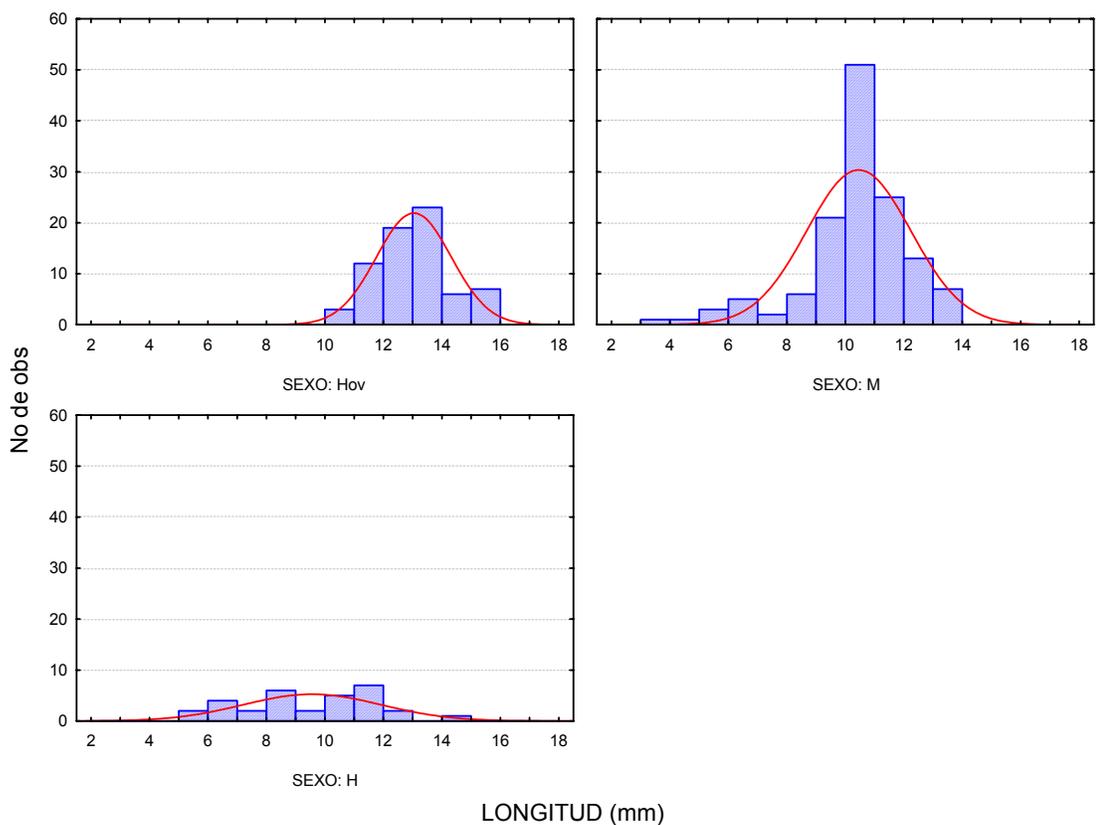


Figura 30. Distribución de frecuencias de longitud del cefalotórax de cada grupo de *Munidopsis riveroi* (m= 135, h= 31, hov= 70).

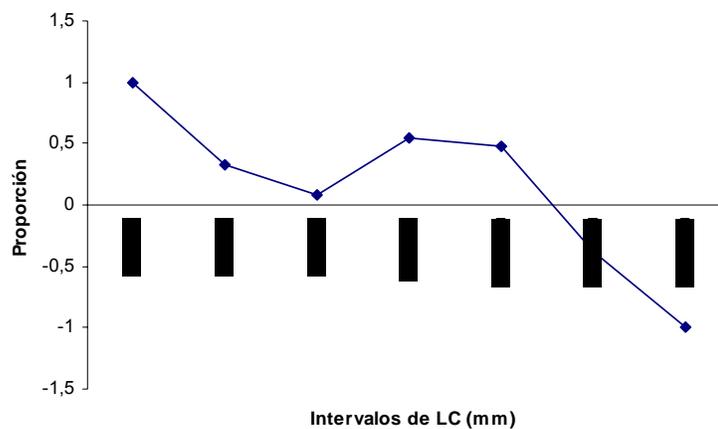


Figura 31. Proporción sexos vs. intervalos de longitud de cefalotórax en *Munidopsis riveroi* (n= 236).

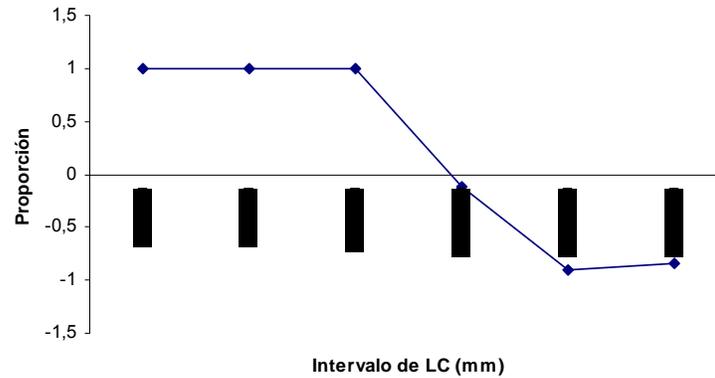


Figura 32. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas vs. intervalos de longitud de cefalotórax en *Munidopsis riveroi* (n= 236).

El 95.8% del total de individuos de *M. riveroi* en el Caribe colombiano se colectaron a los 500 m de profundidad, en la ecorregión PAL principalmente, donde la cantidad de individuos de cada sexo es similar, reflejado en una proporción cercana a 0 (0.1, con 65 machos y 53 hembras). En las siguientes regiones, TAY y MAG, las proporciones de sexos aumenta positivamente (0.2 y 0.3, respectivamente), indicando un número mayor de machos en cada una de ellas. En la ecorregión ARCO se colectaron seis individuos, cuya proporción sexual fue igual a 0, seguida por DAR, donde el valor de la proporción fue negativo (-0.3), indicando mayor número de hembras, con ocho individuos contra cuatro machos. En la ecorregión GUA se colectó un único individuo macho, al igual que la ecorregión PAL a 300 m de profundidad. A 300 m de profundidad se determinó un mayor número de machos, reflejado en el valor positivo de la proporción de sexos, 0.2 (Figura 33).

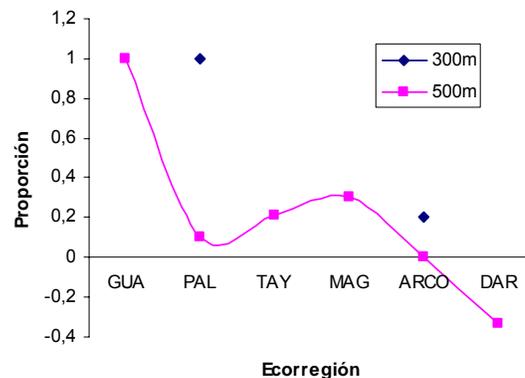


Figura 33. Proporción de sexos de *Munidopsis riveroi* por ecorregión y profundidad (n= 237).

La mayoría de las hembras de *M. riveroi* colectadas en el Caribe colombiano eran hembras ovadas (69.6%). El mayor número de individuos de este grupo se presentó en la ecorregión PAL a 500 m (53 individuos), seguida por TAY en la misma profundidad (26 individuos), reuniéndose en estas



dos ecorregiones el 77.5% de las hembras de la especie. La proporción hembras no ovadas:hembras ovadas a 500 m en todas las ecorregiones tuvieron valores negativos, es decir, mayor cantidad de hembras ovadas, con las proporciones más bajas en TAY y DAR (-0.7 y -0.8, respectivamente). El mayor número de hembras ovadas se colectó en PAL (32 individuos), dando como resultado una proporción -0.21. En las demás ecorregiones y a partir de MAG, se observa un descenso relativo en el número de hembras sin huevos (Figura 34). A los 300 m se colectaron cuatro hembras en ARCO, de las cuales dos estaban ovadas.

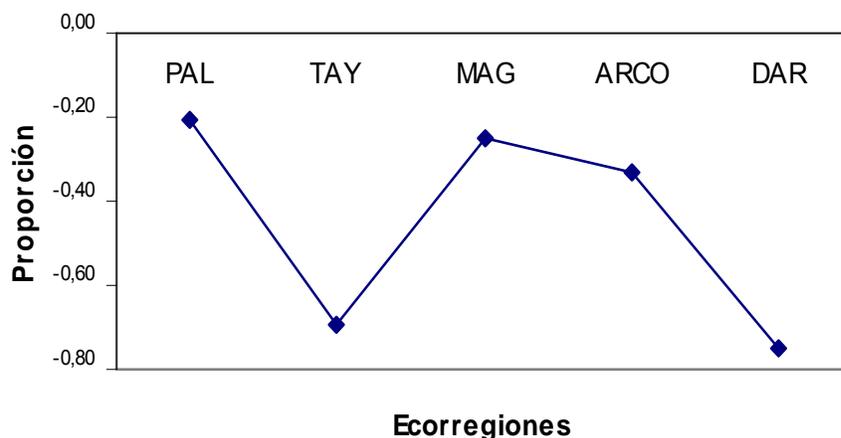


Figura 34. Proporción hembras no ovadas : hembras ovadas de *Munidopsis riveroi* por ecorregión, a 500 m de profundidad (n= 98).

#### 4.5.3.2. Comparación de longitud del cefalotórax entre ecorregiones

No se encontraron diferencias significativas entre ecorregiones con respecto a LC de machos ( $H(5, N= 135)= 7.784$   $p=0,169$ ), ni de hembras no ovadas ( $F= 1.105$ ,  $p= 0,375$ ) ni de hembras ovadas ( $F= 1.455$   $p= 0,226$ ).

#### 4.5.3.3. Comparación de longitud del cefalotórax entre profundidades

No se encontraron diferencias significativas entre profundidades en LC en machos ( $H(1, N= 135)= 1.149$   $p=1.149$ ), ni en hembras no ovadas (ANOVA  $F= 2.133$ ,  $p= 0,155$ ) ni hembras ovadas ( $F= 0.301$   $p= 0.585$ ).



#### 4.5.4. Reproducción

##### 4.5.4.1. Talla mínima de reproducción

La hembra ovada de menor tamaño corresponde a un ejemplar colectado en la ecorregión MAG a 500 m de profundidad (LC 10.1 mm AC 9.2 mm).

##### 4.5.4.2. Forma y tamaño de los huevos

Los huevos de *M. riveroi* presentan formas esféricas y elipsoides, con predominio de esta última. El promedio del diámetro mayor fue  $1.4 \pm 0.01$  mm y el promedio del diámetro menor  $1.3 \pm 0.01$  mm. No se encontraron huevos con mancha ocular.

##### 4.5.4.3. Fecundidad

El número de huevos por hembra oscila entre 2 y 148.

##### 4.5.4.4. Relación fecundidad con tamaño de cefalotórax

Se realizó la regresión lineal entre el número de huevos y LC ( $r = 0,47$ ,  $r^2 = 0,22$ ) y entre el número de huevos y AC ( $r = 0,51$ ,  $r^2 = 0,26$ ). Ninguna de las anteriores explica con eficacia la relación, indicando poca dependencia del número de huevos con respecto al tamaño del cefalotórax.

#### 4.5.5. Parasitismo

De los 237 individuos colectados de *M. riveroi*, seis estaban parasitados (tabla 14).

Tabla 14. Número de individuos de *Munidopsis riveroi* parasitados.

	Bopírido	Rizocéfalo
GUA	0	1
PAL	1	2
TAY	0	1
ARCO	0	1

La mayoría de parásitos encontrados eran rizocefalos (solo un individuo presentó un bopírido hembra de 7,7 mm LC). Todos los ejemplares parasitados eran machos.



---

#### 4.5.2. Distribución

Esta especie se distribuye a lo largo del Caribe colombiano, con concentraciones mayores en la ecorregión Palomino. Se encontró a partir de los 300 m de profundidad, ampliando el rango de distribución batimétrica descrito por Shuler-Mayo (1974), desde los 338 hasta los 914 m de profundidad (Anexo 22). La mayor abundancia se encontró en la ecorregión PAL con 118 individuos a 500 m de profundidad (Tabla 15).

Tabla 15. Distribución de *Munidopsis riveroi* Chace, 1939 en el Caribe colombiano.

Profundidad	Ecorregión						Total indiv.
	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	DAR	
300	0	1	0	0	10	0	11
500	1	118	66	23	6	12	226
Total	1	119	66	23	16	12	237

Los individuos fueron colectados sobre fondos lodosos.



## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. DISTRIBUCION GEOGRÁFICA Y BATIMÉTRICA

Es difícil encontrar una explicación satisfactoria para la distribución de las especies de crustáceos bentónicos en un área determinada. Entre las variables que influyen en la distribución se encuentran la cantidad y tipo de fuentes alimenticias, cuya disponibilidad depende de las variaciones en el medio físico y químico ocasionadas por estacionalidades (Sastry, 1983). Otras variables involucradas son los regímenes hidrodinámicos y los lugares de refugio (Vegas, 1971; Wilkens *et al.*, 1990), éstos últimos definidos por el tipo de sustrato en el cual se encuentran los organismos. El tipo de sedimento, unido a las condiciones abióticas tales como la temperatura, el flujo de agua, el contenido de material orgánico y la descomposición gradual, la sedimentación, la presencia de surgencias y la permeabilidad del sedimento para el intercambio de gases disueltos (Díaz-Pulido, 1998) también influyen en la composición y estructura de las comunidades bentónicas, siendo marcadamente diferente la composición faunística de áreas arenosas y áreas fangosas.

La densidad de la macrofauna en la plataforma continental del Caribe colombiano varía según la región, con la menor en el golfo de Morrosquillo y las más altas en la Guajira (INVEMAR, 2002), lo que puede atribuirse a dos tipos de ambientes diferentes: el primero, con una alta perturbación física y fondos inestables formados por altos contenidos de cieno, producto de la descarga del río Sinú. El segundo, con fondos de arenas muy finas y baja influencia de los ríos de la Guajira, debido a caudales reducidos, unido al efecto de la surgencia, que proporciona una entrada sustancial de alimento al bentos (INVEMAR, 2002).

En la zona norte del mar Caribe colombiano, los aportes de sedimento son suministrados principalmente por el río Magdalena, considerado como el mayor contribuyente de agua dulce en el Caribe y la fuente principal de sedimentación terrígena de la cuenca colombiana (Blanco, 1988; Tabares *et al.*, 1996). Los sedimentos del río Magdalena entran al cañón próximo a su desembocadura (Verette, 1985), regulados por la contra-corriente litoral (Pujos *et al.*, 1986) y se depositan a grandes profundidades a lo largo de los cuatro cañones y el valle presentes en el talud. Los deslizamientos periódicos de sedimento producidos por la acción de las corrientes de turbidez del río mismo hacen que este sector sea una zona heterogénea (Tabares *et al.*, 1996). En la época de vientos Alisios, las masas de aguas afectan el suroeste de Bocas de Ceniza, y cuando los vientos son mínimos, se desplazan perpendicularmente a la costa, alcanzando áreas marinas de



Haití, República Dominicana y Jamaica y continuando en algunas ocasiones hacia la Guajira (Barona, 1967; Corredor, 1981; Pujos *et al.*, 1986; Blanco, 1988; Andrade & Thomas, 1988; Andrade, 1993; Andrade, 1995). Es probable que debido a estas condiciones particulares, el comportamiento del río Magdalena pueda influir considerablemente en la fauna bentónica del talud continental colombiano, reflejándose en la distribución preferencial de las especies dependiendo de los requerimientos de cada una.

En la parte norte del Caribe colombiano, las especies *A. longipes*, *M. flinti* y *M. forceps* se capturaron juntas en cuatro estaciones ubicadas en las ecorregiones GUA, PAL y TAY; y *M. flinti* y *M. forceps* no se colectaron simultáneamente sin la presencia de *A. longipes*. La captura conjunta de estas especies también ha sido sugerida por Melo-Filho & Melo (2001) que resalta la presencia simultánea de *A. longipes*, *M. flinti* y *M. forceps* en dos estaciones ubicadas entre Torres (Brasil) y Maldonado (Uruguay) y de *M. forceps*, *M. flinti* y *Munida iris* en algunas de las estaciones de la costa del Brasil, siendo colectadas en fondos de arena gruesa, arena fina y lodo, arena fina, lodo y conchas, arena y cascajo, arena y limo, arena y conchas, cascajo, limo, arcilla y lodo, arena y lodo, y arcilla, indicando que estas especies pueden habitar ambientes con sedimentos de texturas diversas.

Teniendo en cuenta la variedad de los sedimentos en los que fueron colectadas las especies en Brasil (Melo-Filho & Melo, 2001), se puede sugerir que la distribución de las especies de *Agononida* y *Munida* en el Caribe colombiano no depende principalmente de la textura de éste, el cual fue generalmente lodoso en las zonas de muestreo, sino que posiblemente existen otras variables relacionadas que influyan de forma más directa sobre la distribución de los individuos.

*A. longipes* es una de las especies de galatéidos más comunes del Atlántico occidental (Wenner, 1982), encontrándose a lo largo de todo el Caribe colombiano. Esta especie se encuentra preferiblemente en el talud superior entre 270 y 729 m de profundidad (Pequegnat & Pequegnat, 1970; Melo-Filho & Melo, 2001), con mayores abundancias en el Caribe colombiano a los 300 m y en las ecorregiones de la zona norte (GUA, PAL, TAY y MAG), en donde representó el 19% de la abundancia total de los crustáceos encontrados a esta profundidad (Cruz, 2001). Esta abundancia significativa, en la parte norte del Caribe, puede estar relacionada con las condiciones abióticas, tales como los aportes de sedimentos proporcionados por el Magdalena, mayor productividad primaria y la influencia de las corrientes. Este último constituye uno de los principales factores de la dispersión de las especies de invertebrados marinos (Levinton, 1995), por lo tanto, es posible que la deriva estacional de las aguas del Magdalena (Pujos *et al.*, 1986), en conjunto con las corrientes del Caribe y la contracorriente litoral, dé lugar a la dispersión de las larvas planctónicas de *A. longipes* y de otras especies a lo largo de la costa y hacia mar adentro, en dirección principalmente



norte, determinando de esta forma la distribución de la especie y generando zonas con determinada composición faunística, que dependen de los beneficios proporcionados por las condiciones ambientales para el desarrollo de los individuos (Bakun, 1985). El efecto de las corrientes sobre la distribución y abundancia de una especie se ha observado también para *Pleuroncodes planipes* en la costa suroeste de Baja California, México (Gómez-Gutiérrez & Sánchez-Ortiz, 1997).

En la parte norte del Caribe colombiano a 300 m de profundidad, *A. longipes* muestra una mayor concentración de hembras ovadas en GUA y TAY, sugiriendo la presencia de una zona de “guardería”. Este tipo de comportamiento ha sido observado en otras especies de la familia Galatheidae, como en *Pleuroncondes planipes* en Punta Eugenia y Bahía Magdalena, en donde se asocia la mayor abundancia de hembras ovadas con zonas de alta productividad (Gómez-Gutiérrez & Sánchez-Ortiz, 1997), lo que aseguraría beneficios alimenticios para los parentales y para la sobrevivencia de las larvas (Auriolles-Gamboa & Pérez-Flores, 1997).

En las ecorregiones ARCO y DAR la cantidad de machos de *A. longipes* superó la de hembras, en ambas profundidades, sin embargo la abundancia de esta especie fue baja comparada con la encontrada en la parte norte a 300 m de profundidad y no es posible describir con certeza el comportamiento de las proporciones de sexo. La baja abundancia de *A. longipes* en estas ecorregiones pueden atribuirse a factores abióticos propios del golfo de Morrosquillo y del golfo de Urabá.

También se ha observado la preferencia de los galatéidos por ciertos tipos de fondos y de condiciones abióticas. En el caso de *Munida flinti*, los registros muestran una distribución amplia, en el costado occidental americano, que va desde el golfo de México, Antillas, Guyana, Colombia y Brasil hasta Uruguay y en un rango batimétrico de 16 a 219 m (Pequegnat & Pequegnat, 1970; Takeda & Okutani, 1983; Melo 1999; Melo-Filho & Melo, 2001; Navas *et al.*, 2003) lo que podría indicar una alta adaptabilidad de la especie a diferentes condiciones abióticas de la plataforma y talud continental. Sin embargo, en el golfo de México se han encontrado algunas preferencias de las especies de los géneros *Agononida* y *Munida* por aguas tropicales, con fondos de carbonatos relacionados con temperaturas relativamente altas (Pequegnat & Pequegnat, 1970). En el área del mar Caribe colombiano se reportó que cerca del 80% de los lechos marinos del golfo de Morrosquillo están cubiertos por material calcáreo, proveniente de la destrucción de grandes zonas arrecifales, mezclados con partículas lodosas transportadas y depositadas en la plataforma (Molina *et al.*, 1995). *M. flinti* presentó el mayor número de individuos en esta ecorregión (ARCO), seguida de las ecorregiones PAL y TAY, estas últimas caracterizadas por presentar superficies duras, con presencia de lodo en las muestras. Las condiciones de fondo, los hábitos excavadores y detritívoros de la especie son, posiblemente, algunos de los factores que determinan la presencia



---

predominante de *M. flinti* en la ecorregión ARCO en el Mar Caribe colombiano y que pueden delimitar la distribución de especies como *A. longipes* y *M. forceps*.

Los Galatheidae junto con los Chirostylidae, son especies oportunistas en otros ambientes (p.e. fosas hidrotermales) presentando hábitos depredadores y carroñeros, y aprovechando el incremento en la productividad de las zonas (Chevaldoneé & Olu, 1996). Además, se ha establecido que la densidad de las poblaciones de otras especies de la familia (p.e. *Munidopsis polymorpha*) son reguladas principalmente por la disponibilidad alimenticia y de refugios (Wilkens *et al.*, 1990). Es posible que, a pesar de la alta productividad de PAL y TAY, y de que exista poca competencia intraespecífica (Aurioles-Gamboa & Pérez-Flores, 1997) el sustrato de la zona no ofrezca suficientes refugios, dando lugar a una baja densidad poblacional de *M. flinti* en estas ecorregiones.

*M. forceps* se concentró en la zona norte del Caribe colombiano, desde GUA hasta MAG, predominantemente a los 300 m de profundidad. La especie ha sido registrada en un rango de 203 a 476 m (Roberts, 1977, en Wenner, 1982) y 80 a 338 m (Melo, 1999; Melo-Filho & Melo, 2001). En el golfo de México, se presentan mayores concentraciones de individuos de *M. forceps* en la zona Este del golfo sobre la plataforma continental (Soto, 1980). La presencia de *M. forceps* hacia la zona norte del mar Caribe colombiano puede indicar una preferencia por zonas con condiciones especiales en el sedimento.

Las especies menos abundantes fueron *Munida forceps* y *Munidopsis erinaceus*, con 57 individuos la primera y 17 la segunda. Teniendo en cuenta que se consideran como raras aquellas especies cuyas poblaciones son biológicamente viables aunque son escasas de manera natural, y tienen espacios naturales de distribución reducida o están restringidas a hábitats muy específicos (<http://www.ine.gob.mx/ueajei/norma59f.html>, 01/03/04), estas dos se pueden considerar como raras en el área de muestreo.

Algunas de las especies del género *Munidopsis* presentan hábitos excavadores, como en el caso de *Munidopsis erinaceus* y *Munidopsis riveroi*, lo cual puede verse favorecido en fondos lodosos (Pequegnat & Pequegnat, 1970; Wenner, 1982), como los encontrados en los sitios de muestreo. En el Mar Caribe colombiano la especie predominante del género fue *M. riveroi* con registros de distribución desde 338 hasta 914 m (Shuler-Mayo, 1974). La baja abundancia de *M. erinaceus* puede deberse principalmente a preferencias por profundidades mayores, como lo indican los registros de la especie entre 311 y 1574 m de profundidad (Shuler-Mayo, 1974).

En general, las especies de la familia Galatheidae tienden a mostrar preferencias por zonas profundas (Pequegnat & Pequegnat, 1970; Bermúdez, 2000; Cruz, 2001) como una consecuencia



de la relación entre la estructura de la comunidad y la profundidad. La distribución de los organismos se refleja en la zonación vertical de los mismos en las plataformas y taludes continentales (Mayer & Piepenburg, 1996; Labropoulou & Kostikas, 1999; Vides, 1999) y está regulada por las condiciones abióticas tales como presión, salinidad, concentración de oxígeno, productividad primaria y secundaria, estructura trófica de los organismos y tipo de desarrollo y dispersión de las especies dominantes, lo cual es muy importante para establecer regímenes o tipos de vida para organismos bentónicos (Levinton, 1995; Mayer & Piepenburg, 1996). En el Mar Caribe colombiano se encontró que *A. longipes* y *M. forceps* predominan a 300 m de profundidad y *M. flinti* a 150 m. En estos sitios, el sedimento es principalmente de tipo lodoso, característica de los fondos marinos profundos (Márquez, 1982; INVEMAR, 2000) y presenta grados diferentes de compactación. *M. erinaceus* y *M. riveroi* pertenecieron de forma casi exclusiva o exclusivamente a los 500 m, coincidiendo con Pequegnat & Pequegnat (1970) y Wenner (1982), quienes indican que las especies de los géneros *Agononida* y *Munida* se encuentran segregadas batimétricamente de las especies del género *Munidopsis*, teniendo éstas últimas mayores frecuencias y abundancias a mayor profundidad.

Estas diferencias pueden estar determinadas por las condiciones fisiológicas de las especies y marcar la diferencia en las distribuciones en profundidad de las poblaciones de *Agononida*, *Munida* y *Munidopsis*, donde cada especie presenta adaptaciones para las diferentes concentraciones de oxígeno en su medio, como puede ser el tamaño de los individuos (a mayor tamaño, mayor tolerancia respiratoria) (Burd, 1988; Creasey *et al.*, 2000).

Se ha demostrado que algunas de las especies de la familia Galatheidae, como *Pleuroncodes planipes* y *Munida quadrispina* presentan un grado elevado de independencia respiratoria de la concentración de oxígeno, y usualmente se encuentran condiciones hipóxicas en sus ambientes naturales (Quetin & Childress, 1976). En *Munida rugosa* se observó que la hemolinfa de los animales de aguas profundas parece tener menos afinidad con el oxígeno que en los animales de aguas más someras (Zainal *et al.*, 1992). Esta especie, junto con *Munida sarsi* son relativamente inactivas, con consumo de oxígeno moderadamente bajo, y muestran cierta habilidad para mantener la independencia respiratoria durante la hipoxia, con diferencias significativas entre sí en la afinidad de la hemocianina de cada una de las especies hacia el oxígeno. Parece ser que el oxígeno unido a la hemocianina actúa como reserva en caso de períodos de actividad, o es liberado durante exposiciones a hipoxia, mientras que en condiciones normales de oxígeno, la hemocianina da sólo una cantidad limitada de este gas a los tejidos y el oxígeno destinado a los tejidos proviene del gas disuelto en la hemolinfa. Además, se sugieren diferencias entre especies en el tiempo requerido para la recuperación de períodos de anaerobiosis (descenso en la concentración de lactato en la hemolinfa) (Zainal *et al.*, 1992).



Así mismo, el tamaño de los ejemplares puede ser el factor que determine la tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno. Para *A. longipes* y *M. flinti* se observó que los mayores tamaños de los ejemplares se encuentran a mayores profundidades coincidiendo con el comportamiento de *Pleuroncodes planipes* en la costa occidental de Baja California, que presenta mayores tallas conforme aumenta la profundidad, sobre todo en la parte norte de la costa, aunque en otros lugares las tallas tienden a ser homogéneas (Guzmán-Vizcarra & Aureoles-Gamboá, 1992). Teniendo en cuenta la relación del tamaño de LC con la profundidad y con la capacidad de soportar hipoxia, también se puede suponer que pueden encontrarse mayores tamaños en *M. forceps*, *M. erinaceus* y *M. riveroi* en mayores profundidades a las registradas en este trabajo.

## 5.2. TALLAS

Los valores de LC de la población de *A. longipes* muestran el predominio de ejemplares de tallas grandes (entre 14-16 mm) principalmente machos y hembras ovadas, con número semejante de individuos en los dos grupos. Sin embargo, los tamaños promedio para cada uno de los grupos (hembras ovadas, hembras no ovadas y machos) presentan diferencias significativas, siendo las hembras ovadas más grandes en promedio, seguidas por los machos y las hembras no ovadas. Esta tendencia hacia los mayores tamaños en las hembras ovadas también fue observada en la población de *M. riveroi* sugiriendo velocidades de crecimiento diferencial entre machos y hembras, como ocurre en varias especies (Wenner, 1972; Petriella & Boschi, 1997; Creasey *et al.*, 2000) o algún grado de dimorfismo sexual en las dos especies.

Se ha determinado que animales de la misma edad tienen pesos y tallas distintos, en respuesta a las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento, entre otros factores (Petriella & Boschi, 1997). Estudios realizados en crustáceos demostraron que los animales pueden ampliar el rango de LC a mayores tamaños, como respuesta a las condiciones favorables de comida (Williams & Turner, 1986). Los errores estándar observados en LC de las poblaciones de las especies trabajadas en el Caribe colombiano indican que las medidas tomadas tienen buen grado de precisión (MacDonald & Pitcher, 1979) y las desviaciones estándar calculados dan lugar a pensar que las condiciones en las cuales se están desarrollando los individuos presentan ciertas restricciones que controlan las poblaciones.

En el caso de *A. longipes* y *M. riveroi* del Caribe colombiano, las hembras son dominantes en los tamaños mayores de LC, a partir de los 11 mm aproximadamente. Este tipo de comportamiento diferencial del crecimiento en machos y hembras se ha observado en otras especies de crustáceos como en el caso de *Munidopsis scobina*, las hembras presentan una velocidad de crecimiento mayor que los machos (Creasey *et al.*, 2000), y alcanzan tamaños mayores que éstos, dominando



así en los intervalos mayores. También es posible que las proporciones de machos sean relativamente uniformes en los tamaños menores, y disminuyan a medida que aumentan los tamaños de LC como ocurre en algunos crustáceos (Wenner, 1972), incluyendo otros decápodos (p.e. *Hyas coarctatus* e *Inachus dorsettensis*) (Hartnoll *et al.*, 1993).

La diferencia entre los promedios de LC entre sexos, puede tomarse también como un carácter de dimorfismo sexual, el cual se entiende como la presencia de características distintivas entre machos y hembras, aparte de las sexuales primarias (Serrano-Padilla & Auriol-Gamboa, 1992), las cuales, en los crustáceos, pueden variar desde pequeñas diferencias como se observa en algunas especies, hasta diferencias conspicuas, como ocurre en las formas parasíticas (Sastri, 1983). En el presente estudio, se encontraron diferencias significativas en cuanto a LC entre los grupos establecidos (machos, hembras no ovadas y hembras ovadas) en las poblaciones de *A. longipes*, *M. flinti* y *M. riveroi*, por lo que puede tomarse como un tipo de dimorfismo en estas especies.

El crecimiento diferencial, también puede interpretarse desde el punto de vista del período de la muda y de la intermuda, reflejado en velocidades de crecimiento diferentes entre sexos y por ende diferente número de mudas anuales para cada uno de ellos (Petriella & Boschi, 1997). El crecimiento se lleva a cabo con la eliminación del exoesqueleto, lo cual es seguido por un incremento súbito en el tamaño del individuo, debido a la absorción de agua que ocurre antes del endurecimiento del tegumento por incorporación de las sales de calcio provenientes de la hemolinfa. El crecimiento en crustáceos es un proceso discontinuo, debido a la rigidez del exoesqueleto que no permite el crecimiento del individuo en la etapa intermudal, y está determinado por el sexo, puesto que ciertos procesos reproductivos tales como maduración gonadal, modifican el ciclo de muda. El ritmo del crecimiento varía con la edad del individuo: en etapas tempranas del crecimiento (postlarva, juvenil y subadulto) el crecimiento es variable, las mudas son más frecuentes y el tiempo intermudal es casi igual para machos y hembras. Debido a que los tiempos de maduración de los individuos es diferente, es posible que un sexo se desarrolle primero que el otro. A partir de este punto del ciclo de vida, el crecimiento se torna constante y la tasa de crecimiento decrece con la edad, llegando asintóticamente al largo máximo, encontrándose así individuos longevos cuyo crecimiento se detiene, a pesar de seguir experimentando mudas (Hartnoll, 1983; Petriella & Boschi, 1997; Gramitto & Frogli, 1998).

Es importante tener en cuenta que, en las hembras, el crecimiento y madurez sexual puede estar ligado no sólo a condiciones ambientales (como disponibilidad alimenticia y condiciones hidrográficas como temperatura del agua), sino también a condiciones fisiológicas (Roa & Tapia, 1998). El crecimiento y ciclo de la muda en las hembras ovadas se ven afectados durante el período de reproducción presentándose variaciones en la duración de la intermuda asociadas a la



---

época de reproducción, como por ejemplo en *Artemesia longinaris* y *Pleuroncodes monodon*, donde se observó que el grado máximo de maduración ovárica se alcanza en etapa de premuda, y durante el lapso en que los huevos se encuentran adheridos a los pleópodos no ocurre cambio del exoesqueleto (Petriella & Bridi, 1992; Petriella & Boschi, 1997; Gramitto & Frogliola, 1998).

Para *M. flinti*, la distribución de LC de la población en el Caribe presentó un patrón diferente al observado en *A. longipes*. Se encontró una concentración de individuos hacia las tallas menores, principalmente entre los 8 y los 10 mm, con mayor número de hembras no ovadas y las LC de los machos muestran un descenso gradual en las frecuencias a medida que las tallas aumentan.

Se ha observado que en algunos galatéidos, las hembras tienen tasas de crecimiento menores que en los machos (Burd & Jamieson, 1986) lo cual puede ser la respuesta ante ciertas condiciones del ambiente, que implican una inversión energética mayor en la producción y carga de los huevos que en el crecimiento de los machos. La carencia de esta doble función reproductiva en los machos da lugar a mayores amplitudes de las tallas (Roa & Tapia, 1998).

También se observaron, en *M. flinti*, distribuciones de tallas con diferentes picos, apoyadas por la proporción de sexos según los intervalos de LC, lo cual puede indicar la presencia de diferentes grupos de edad (MacDonald & Pitcher, 1979), y por ende del encuentro de cohortes de diferentes épocas del año que posiblemente estén coexistiendo hasta cierto nivel, lo que implica el solapamiento de diferentes generaciones (Sanz-Brau *et al.*, 1998), como puede ocurrir en *Munida rutilanti* (Sanz-Brau *et al.*, 1998), en *Munida gregaria* (cuyos individuos pueden sobrevivir en el bentos como adultos más de un año) y en *Munida iris* (Zeldis, 1985 en Sanz-Brau *et al.*, 1998). La bimodalidad en las distribuciones de tallas puede ser indicativo de dos cohortes, o de la entrada de otro grupo en otra etapa de desarrollo, provenientes de otras cohortes (Sanz-Brau *et al.*, 1998), lo que da lugar a pensar que las hembras ovadas de *M. flinti* pueden hacer parte de una cohorte anterior. Este solapamiento de generaciones genera diferencias en las distribuciones de tallas que únicamente se reducirán cuando la generación antigua desaparezca, en este caso, las hembras ovadas, y cuando los machos y hembras de la nueva generación alcancen tamaños mayores, lo cual ocurriría justo antes del inicio de la próxima época de reproducción, cuando las hembras ovadas alcancen nuevamente grandes porcentajes (Sanz-Brau *et al.*, 1998).

Las hembras (y la población en general) de *M. flinti*, se localizaron principalmente a los 150 m de profundidad con mayores proporciones en MAG y ARCO seguidas por PAL, TAY y DAR; mientras que los machos dominaron a 300 m. Este fenómeno puede tener varias explicaciones: 1. es posible que las hembras de *M. flinti* presenten hábitos excavadores al igual que las hembras de *Munida sarsi* del Atlántico nororiental (Hartnoll *et al.*, 1992), reduciendo la probabilidad de captura 2. la



presencia de fenómenos de migración diferencial como los observados en otros crustáceos (Wenner, 1972; Hartnoll *et al.*, 1993), tales como *Cancer pagurus* (Hartnoll *et al.*, 1993), *Geryon trispinosus* (Creasey *et al.*, 2000) y *Galathea squamifera* (Bourbon, 1962) a menores profundidades en la época de desarrollo embrionario, aunque este comportamiento no ha sido documentado para *M. flinti*, ni para ninguna de las especies del presente trabajo; y 3. errores debidos al muestreo y al bajo número de individuos colectados a estas profundidades. En la ecorregión ARCO se encontró una proporción hembras no ovadas : hembras ovadas de *M. flinti* próxima a cero, lo que sugiere que la colecta se realizó en la época de reproducción y que la ecorregión es el centro principal de producción de huevos de la especie. El menor número de hembras no ovadas presentes en las otras ecorregiones, hacen suponer que las condiciones abióticas en esos lugares no son las más adecuadas para el desarrollo de las mismas, o que la oportunidad de copulación es escasa (Sastry, 1983), puesto que se esperaría encontrar hembras ovadas durante el año, debido a la reproducción continua de las especies en el trópico (Petriella & Boschi, 1997).

La distribución de tallas de *M. forceps* muestra una moda en el intervalo 10-15 mm, representado principalmente por machos. A pesar de saberse que la transición de fase inmadura a madura ocurre en un rango de tallas estrecho (Roa, 1993), en esta especie no es fácilmente reconocible este rango debido a los pocos individuos colectados. Es posible también que exista en esta especie un mayor efecto del crecimiento diferencial con mayores velocidades de crecimiento en los machos (Wilkens *et al.*, 1990), y tasas lentas en las hembras, de forma similar a lo observado en *M. quadrispina* (Burd & Jamieson, 1986). Otra posible explicación para la baja abundancia de hembras ovadas en una población, es la inversión elevada de energía en el proceso reproductivo y su reducción en la protección contra la depredación (Sanz-Brau *et al.*, 1998), debido a la elevada exposición a sus enemigos, posiblemente peces demersales (Wolff & Aroca, 1995; Roa & Tapia, 1998). Sin embargo, no es posible determinar cuáles de estos factores están determinando el comportamiento de la población en este trabajo ya que no se puede establecer si la época del año en la que fueron colectados los individuos es la correspondiente a la del inicio o la plena reproducción de la población.

La exclusividad de algunas especies en determinadas regiones y profundidades, y el desarrollo prominente en tamaño, como se encontró en *M. forceps* en la zona norte del Caribe colombiano, puede deberse al posible confinamiento de la población, suponiendo un menor gasto de energía en movimiento e incrementando la tasa metabólica, lo que lleva a completar sus ciclos de vida más rápidamente y a mayores tamaños (Roa & Tapia, 1998).

En lo relativo a *M. erinaceus* los pocos especímenes no permiten establecer ningún patrón de distribución de LC en los individuos.



---

### 5.3. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Los crustáceos tienen un par de cromosomas sexuales heteromórficos, con lo que se esperaría que las proporciones de sexos en los huevos producidos sean 1:1 (Ginsburger-Vogel & Charniaux-Cotton, 1982; Creasey *et al.* 2000). Sin embargo, las diferencias en porcentajes de machos y hembras pueden ser atribuidas a varios factores, los cuales han sido expuestos por Wenner (1972), Palma & Arana (1996) y Creasey *et al.* (2000), entre los cuales se encuentran: a) Reversión sexual causada por parasitismo, donde se da lugar a la castración del hospedero, (Ritchie & Høeg, 1981; Wenner, 1982), o en la protandria, en la cual la reversión sexual, de machos a hembras, se da en individuos de las tallas intermedias y es descrita en poblaciones en donde la proporción de machos es mayor en los tamaños menores con una disminución sigmoideal en los tamaños mayores; b) Crecimiento diferencial entre sexos (Wenner, 1972), la cual es la hipótesis que mejor describe la distribución de las abundancias de las especies colectadas durante este trabajo.

Los resultados obtenidos durante este trabajo difieren de los dados por algunos autores, respecto a la proporción de sexos. En *A. longipes* se encontró una proporción 1:1 en el Caribe colombiano mientras que las proporciones encontradas en el Atlántico Medio difiere considerablemente de la esperada 1:1, al igual que en *Munida valida* (Wenner, 1982), con tendencia a un mayor número de hembras. En *M. flinti*, el valor negativo de la proporción de sexos de la población, difiere del encontrado en la plataforma continental del noreste del golfo de México, donde el número de machos y hembras fue similar (Soto, 1980). Los valores de la proporción de sexos de *M. forceps* indican mayor cantidad de machos en la población en general y no se conocen otros estudios de la especie en donde se haga referencia a las proporciones de sexo. Respecto a *M. riveroi* la proporción de sexos presentó una desviación significativa de la esperada 1:1 donde los machos son más numerosos, al igual que lo encontrado en *Munidopsis scobina* (Creasey *et al.*, 2000).

El exceso de machos en la fase previa a la madurez puede ser parcialmente atribuida a que éstos gastan en promedio más tiempo creciendo en esta etapa que después de ella (Hartnoll *et al.*, 1993). También se ha postulado que las tasas de mortalidad pueden tener influencia sobre las proporciones sesgadas hacia hembras más grandes, debido a la reducción de la sobrevivencia de machos en la etapa posterior a la pubertad, debido al incremento en la susceptibilidad a la predación (Hartnoll *et al.*, 1993). En poblaciones de *Emerita analoga* se ha observado que los machos pueden presentar tasas de mortalidad más altas en etapas adultas más tempranas que las hembras, reflejado en medias de tamaños más pequeñas (Wenner, 1972). Adicionalmente, teniendo en cuenta no sólo el tamaño del cefalotórax, sino también el desarrollo experimentado en características sexuales secundarias, como las quelas, las cuales pueden ser más prominentes en este sexo, los machos pueden ser más grandes que las hembras en la etapa adulta. Esto puede



convertirse en una desventaja, puesto que no le permite al macho camuflarse fácilmente, incrementando su susceptibilidad a los depredadores, lo que se traduce en una tasa de supervivencia más elevada en las hembras en la etapa posterior a la madurez (Hartnoll *et al.*, 1993).

El comportamiento diferencial entre sexos también puede significar reducción en la población de alguno de los sexos, por exposición a los predadores. Un ejemplo de este último tipo de adaptaciones son los machos de *Kalliapseudes schubarti* (Peracarida), que deben ubicar y copular con el mayor número de hembras posible (Sastry, 1983). Debido a que en los ambientes bentónicos la dificultad de conseguir machos es mayor, la cópula se convierte en un evento oportunístico, alejado de patrones temporales dependientes de condiciones ambientales y a las genotípicas propiamente dichas. Esto implica mayor desplazamiento por parte de los machos y, por ende, mayor exposición a los depredadores (Sastry, 1983; Turra & Souza, 2003) y reducción en la población de machos. Así, las abundancias y las proporciones de sexos pueden cambiar de una región a otra dependiendo de las condiciones y adaptaciones particulares de las especies.

La proporción de sexos para *A. longipes* a 300 m de profundidad es cercana a 1:1, que supone condiciones abióticas aptas para el desarrollo de las poblaciones, ya que los ambientes en el mar profundo presentan baja densidad poblacional y baja disponibilidad alimenticia y se caracterizan por presentar mayor cantidad de hembras (Sastry, 1983). Por el contrario, a los 500 m de profundidad en la ecorregión GUA, el número de hembras es ligeramente mayor que la de machos (sin desviarse significativamente de la proporción esperada 1:1) y se presenta una menor abundancia de la especie. Esto supone que la disponibilidad de nutrientes es ligeramente menor a 500 m de profundidad, debida principalmente al proceso de degradación de los detritos en la columna de agua (Sanders & Hessler, 1969)

Para *M. erinaceus* se presentó mayor cantidad de hembra en la población en el Caribe colombiano, mas no existe una diferencia significativa respecto a la proporción 1:1 esperada. Con respecto a *M. forceps*, las proporciones a 300 m tienden hacia los machos desde GUA hasta TAY. Debido a que la separación de sexos por causa de una asociación reproductiva, que justifique la mayor abundancia de hembras no es factible en esta especie (Creasey *et al.*, 1997), es posible que las hembras hayan evadido las redes de captura debido a su comportamiento excavador, similarmente al género *Munidopsis* (Pequegnat & Pequegnat, 1970; Wenner, 1982). Los pocos individuos colectados no proporcionan una clara visión de las proporciones de sexos a lo largo del área de muestreo. Esto no implica que no se pueda ver un patrón de distribución de sexos. En algunos trabajos se han realizado las proporciones de sexos a pesar del bajo número de ejemplares colectados como en el caso de las poblaciones de *Munida iris* (Williams & Brown, 1972) y en *Munida sarsi* y *Munida tenuimana* (Burse, 1978).



La distribución por sexos de *M. riveroi* muestra proporciones similares en las ecorregiones de la parte norte del Caribe, y un ligero aumento en el número de machos en dirección sur. Se presentan, además, proporciones de sexo cercanas a cero en PAL, TAY y MAG lo que sugiere mejores condiciones abióticas para las poblaciones de esta especie en estas ecorregiones, debidas probablemente a las condiciones del sedimento (Rex *et al.*, 2000).

El tamaño al cual ocurre la madurez sexual de un individuo, es un rasgo importante en la historia de vida de una especie, con consecuencias en el crecimiento de la población. La naturaleza de la muda en la pubertad varia entre especies o aún entre poblaciones con diferente distribución. Al final de la muda juvenil, ocurren cambios morfológicos, además de la gametogénesis, lo cual representa el inicio de la madurez sexual e implica un gasto de energía mayor. La cantidad de energía utilizada en estos aspectos depende de varios factores como la calidad y cantidad de alimento, la eficiencia de la asimilación, eficiencia o economía metabólica, la competencia por la demanda en el proceso de crecimiento somático, edad y factores ambientales (Sastry, 1983).

En este punto del ciclo de vida de las hembras, la producción inicial de huevos da lugar a masas incompletas, y podría constituir una señal química para atraer a los machos. Posteriormente se forman masas de huevos completas al momento de la fecundación, en hembras ya completamente maduras y en proceso de crecimiento (Tapella *et al.*, 2002). Es de esperarse que las hembras con las mayores tallas de LC serán las portadoras de las masas de huevos más grandes, ya que el hecho de poseer un amplio volumen abdominal implica una mayor capacidad de porte de masas de huevos (Clarke, 1993; Chacur & Negreiros, 1999). Además, esta estrategia puede deberse a que los huevos crecen considerablemente durante su desarrollo y es difícil que todos los huevos fecundados lleguen a la eclosión, así que para compensar la pérdida se producen muchos más huevos de los que llegarán al final del proceso, maximizando así el número de larvas generadas (Corey & Reid, 1991).

En el mar Caribe colombiano, no se encontró relación entre el tamaño de LC de las hembras ovadas con el número de huevos, a pesar de que para la mayoría de especies se reporta esta relación directa, como en *Munida subrugosa* (Tapella *et al.*, 2000) y *Exhippolydina oplophoroides* (camarón espino) (Chacur & Negreiros, 1999). Sin embargo, Sastry (1983) reporta algunas especies con relaciones no muy claras entre las variables. Es probable que el proceso de colecta y manipulación del material haya causado una pérdida notable en el número de huevos y por consiguiente errores en la estimación de las relaciones entre la longitud del caparazón y el número de huevos.



#### 5.4. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS

La selección natural implica que las estrategias reproductivas consistan en respuestas a los factores más importantes que regulan el éxito reproductivo (Bakun, 1985), puesto que de esto depende la tasa de desarrollo y el tamaño de las larvas en el momento de la eclosión (Sastry, 1983; Chacur & Negreiros, 1999). En resumen, el tamaño y el número de huevos tienen una importancia en las estrategias de historias de vida y en la ecología de las especies (Sastry, 1983).

En diversos estudios, incluyendo el presente, se han anotado las diferencias en tamaños entre los huevos de las especies de los géneros *Agononida*, *Munida* y *Munidopsis*, siendo los de *Agononida* y *Munida* pequeños y formando grandes masas, mientras que en *Munidopsis* son pocos huevos de mayor tamaño (Benedict, 1902; Vance, 1973 a, b; Gore, 1979; Wenner, 1982; Hines, 1986; Dover & Williams, 1991; Konishi & Saito, 2000, Tapella *et al.*, 2002). De las especies de los géneros *Galathea*, *Munida*, *Cervimunida*, *Munidopsis* y *Pleuroncodes*, *Munidopsis* presenta el desarrollo larvario más abreviado, con zoeas que tienen el cuerpo más largo y partes bucales rudimentarias (Konishi & Saito, 2000), experimentando, posiblemente, la mayor parte del desarrollo en el huevo, surgiendo como una forma próxima a la adulta (Gore, 1979).

Existe una tendencia a la clasificación de los huevos de invertebrados bentónicos dependiendo de su tamaño y número en la puesta. Estas variables reflejan la cantidad de energía disponible para la producción de gametos, lo cual es controlado genética y fenotípicamente (Sandifer & Smith, 1979; Sastry, 1983; Chacur & Negreiros, 1999) y son características de cada especie (Sastry, 1983). Huevos pequeños y numerosos son típicos de organismos con larvas planctotróficas, las cuales se desarrollan en el plancton y presentan varios estadios larvales que varían según el grupo. Entre los organismos con este mecanismo reproductivo se encuentran las especies del género *Munida*, las cuales presentan un desarrollo larvario con cuatro o cinco etapas de zoea (Gore, 1979; Konishi & Saito, 2000) presentando variabilidad en la morfología y el número de etapas larvales, determinada por factores externos como alimento, temperatura y salinidad (Sulkin, 1978; Christiansen & Anger, 1990). Los huevos grandes y escasos están presentes en organismos con larvas lecitotróficas, las cuales presentan pocos estadios larvales, metabolizando la energía almacenada en el huevo (Thorson, 1950; Vance, 1973b; Dover & Williams, 1991), como en el caso de las especies del género *Munidopsis*.

Vance (1973 a, b) desarrolló modelos que intentan evaluar la eficiencia de las alternativas planctotróficas y lecitotróficas, concluyendo que los dos procesos son extremos resultantes de la transición evolutiva entre uno y otro y que los pasos intermedios no fueron ecológicamente viables. Este proceso evolutivo se vio moldeado por factores externos que actuaron como fuerzas selectivas favoreciendo los diferentes métodos de desarrollo bajo diferentes condiciones (Sandifer



& Smith, 1979). Aparentemente, la planctotrofia es más eficiente, cuando la disponibilidad alimenticia es óptima y la depredación es baja y la lecitotrofia es mejor cuando una o las dos condiciones anteriores fallan (Vance, 1973 a, b). Estos modelos predicen adicionalmente, que existen presiones selectivas sobre las larvas lecitotróficas en períodos largos de deficiencia alimenticia.

El desarrollo planctotrófico se considera una característica avanzada evolutivamente, y está acompañado por una reducción significativa en la vulnerabilidad alimenticia (Sulkin, 1978). Estos organismos tienen la capacidad de tomar sustancias orgánicas en concentraciones extraordinariamente diluidas, lo que les permite mantener su metabolismo en zonas con poca materia particulada, incrementando su tamaño a medida que se desarrollan, y al mismo tiempo minimizando la posibilidad de morir en el plancton por escasez alimenticia (Hines, 1986). Además, debido al tamaño pequeño de los huevos, requieren poca inversión energética por parte de los parentales y la dispersión de las larvas en el medio marino es más amplia (Hines, 1986), lo cual parece ser una de las razones que explican la distribución de *A. longipes* y *M. flinti* a lo largo del Caribe colombiano, que les ofrece condiciones abióticas variadas en las diferentes ecorregiones, proporcionando así mismo diferentes grados de disponibilidad alimenticia. Las poblaciones planctotróficas soportan y superan fluctuaciones del medio, gracias a su alta tasa de natalidad (Margalef, 1982), pero así mismo experimentan alta mortalidad debido posiblemente a mayor depredación y a fuentes alimenticias altamente diluidas (Vance, 1973b; Hines, 1986; Levinton, 1995) que no soportan toda la población. También se ha observado que en el ciclo reproductivo de las especies planctotróficas existe una sincronización entre la disponibilidad alimenticia, la morfología del huevo y el desarrollo de la larva (Thorson, 1950), sobre todo en zonas con alta producción primaria, la cual está unida implícitamente a un incremento en las ofertas de alimento (Wilkens *et al.*, 1990; Gómez-Gutierrez & Sánchez-Ortiz, 1997).

En cuanto a la posición ecológica de este tipo de especies en niveles tróficos, las altas tasas reproductivas, combinadas con alta mortalidad indican especies transportadoras de energía en la cadena, y manifiesta una posición inferior en la red (Margalef, 1982). A partir de ésto, y de la abundancia significativa de *A. longipes* y de *M. flinti* en el mar Caribe colombiano, se puede deducir que estas especies constituyen una parte importante en la cadena trófica del bentos marino colombiano.

El tamaño de los huevos es la primera variable que permite predecir los patrones de fecundidad, dispersión y ecología general de las larvas (Vance, 1973 a y b; Hines, 1986), y no están definidos por el hábitat (Dover & Williams, 1991). Se debe tener en cuenta que la variación en los tamaños de los huevos de una misma especie puede estar definida por la diferencia de hidratación de los



mismos (Margalef, 1982) y la cantidad de huevos puede variar debido a pérdidas accidentales de huevos por fertilización incompleta (Chacur & Negreiros, 1999). El tamaño del huevo de individuos planctotróficos, expresado en volumen, está delimitado por estrechos rangos (menores a  $0.2 \text{ mm}^3$ ) y requieren mínimas condiciones para llevar a cabo los procesos bioquímicos necesarios para la formación de los embriones (Dover & Williams, 1991). Suponiendo huevos esféricos, el diámetro aproximado de huevos de especies con desarrollo planctotrófico sería de 0.6 mm, lo que coincidiría con los valores encontrados en las especies de *Agononida* y *Munida* del mar Caribe colombiano. El tamaño del huevo de especies lecitotróficas, expresado en volumen, está delimitado por amplios rangos (cerca de  $10.8 \text{ mm}^3$ ) en donde los tamaños menores corresponden a las tallas en las cuales los recursos energéticos destinados para la embriogénesis y el desarrollo, están en el mínimo nivel. Así, si se suponen huevos esféricos, se tendrá un diámetro aproximado de 2.2 mm para este tipo de especies (Dover & Williams, 1991).

Para *A. longipes* del Atlántico medio los diámetros de huevos se encuentran entre 0.5-0.7 mm y entre 2693-9327 huevos por hembra (Wenner, 1982), siendo similares a los encontrados en el Caribe colombiano. *M. flinti* y *M. forceps* presentaron diámetros de huevos un poco mayores y masas de huevos relativamente menores con respecto a *A. longipes*, lo cual puede reflejar cierta desventaja de estas especies ante las condiciones ambientales, las cuales parecen ser más aptas para el desarrollo de *A. longipes*, manifestado en la distribución amplia de esta especie y en la limitada de *M. flinti* y *M. forceps*.

*M. erinaceus* y *M. riveroi* tienen huevos con diámetros mayores que en las especies de los géneros *Agononida* y *Munida* y menor cantidad de huevos por puesta, lo cual es típico de huevos con larvas lecitotróficas. Este tipo de desarrollo supone bajas tasas de mortalidad y cierto "cuidado parental", con larvas en avanzado estado de desarrollo enfrentándose al medio desde una etapa tardía (Saint-Laurent, 1979; Chacur & Negreiros, 1999), lo que significa mayores ventajas para sobrevivir, minimizando la depredación, maximizando la selección alimenticia por medio de la independencia trófica a las fluctuaciones de alimento en el plancton y madurando sexualmente más rápido que otras especies (Vance, 1973b; Margalef, 1982; Hines, 1986).

Las ventajas que suponen los huevos grandes y larvas con pocas etapas de desarrollo para las especies del género *Munidopsis*, están relacionadas con la distribución de los individuos de las especies a mayores profundidades que los del género *Munida*. En el talud, conforme aumenta la profundidad, la disponibilidad de alimento de origen planctónico disminuye (Paula, 1987), simultáneamente se presenta un descenso en la temperatura, lo que determina el desarrollo de los huevos y el crecimiento de las larvas (Thorson, 1950; Paula, 1987; Tapella *et al.*, 2002), en donde las bajas temperaturas reducen el número de etapas preadultas posteriores a la eclosión (Vance, 1973a). Estas condiciones abióticas de las grandes profundidades en general se extrapolan al mar



---

Caribe colombiano, siendo ésta posiblemente la explicación de esta estrategia reproductiva en *M. erinaceus* y *M. riveroi*

## 5.5. PARASITISMO

Uno de los problemas que afrontan los galatéidos en su ambiente natural es el parasitismo al que están expuestos por parte de bopíridos (Malacostraca: Isopoda: Bopyridae) y rizocéfalos (Cirripedia: Rhizocephala) principalmente (Reinhard, 1958; Bourdon, 1972; Williams & Brown, 1972; Wenner & Windsor, 1979; Ritchie & Høeg, 1981; Wenner, 1982; Gore, 1983; Markham, 1988). Los bopíridos son crustáceos parásitos de las cavidades branquiales de decápodos, en las cuales, debido a la presencia del isópodo, se forman protuberancias laterales en el caparazón del hospedero (Benedict, 1902; Bursey, 1978) y pueden causar castración debido a que no permiten la formación del vitelo en los oocitos (Creasey *et al.*, 2000).

En el mar Caribe colombiano se encontró un bajo porcentaje de infestación por bopíridos en los géneros *Agononida* y *Munida* variando entre 0.7 y 2.1% y en *Munidopsis*, 0.4% comparado con otras investigaciones en donde se registran niveles de infestación para *Munidopsis* entre el 2-10% (Wenner & Windsor, 1979; Squires, 1990; Creasey *et al.* 2000) y para *Munida iris*, 10% (Williams & Brown, 1972).

En las especies de galatéidos colectadas en el mar Caribe colombiano el efecto de los bopíridos parece tener consecuencias diferentes para las especies. Los individuos infestados de *A. longipes* muestran un rango amplio de LC, lo que sugiere que la presencia del bopírido no interrumpe el normal desarrollo del hospedero como lo sugieren Creasey *et al.* (2000). Mientras que, en *M. flinti*, el rango de LC de la población infestada es menor comparado con el rango de LC en la población total, lo que sugiere un aumento en la mortalidad conforme aumenta la edad del animal parasitado (Petriella & Boschi, 1997).

Otro de los parásitos encontrados en este trabajo fueron los rizocéfalos, cirrípedos altamente modificados que parasitan principalmente decápodos (Ritchie & Høeg, 1981) y presentan un cuerpo sacular con ausencia de placas calcáreas, apéndices y segmentación. Se han encontrado rizocéfalos que parasitan especies tanto de *Munida* como de *Munidopsis*, siendo las más generalistas una especie del género *Lernaeodiscus* y una del género *Cyphosaccus*. También se ha registrado a *Boschmaia munidicola* para *Munida irrasa* y para *Munidopsis rostrata* una especie de *Sacculina* (Wenner, 1982). La presencia de rizocéfalos incluye el desarrollo de caracteres femeninos en el hospedero, generando cuidado parental por parte del hospedero hacia el parásito, debido a la imitación del mismo a una masa de huevos (Ritchie & Høeg, 1981; Creasey *et al.*,



2000), proporcionando como consecuencias adicionales la inhibición de mudas y el retraso en el desarrollo de las gónadas o su atrofia, siendo este último el efecto más importante en la densidad de las poblaciones (Ruppert & Barnes, 1996; Petriella & Boschi, 1997).

El tamaño más pequeño del individuo parasitado por rizocéfalos en *M. flinti* fue menor que el tamaño de la hembra ovada más pequeña. Al parecer los rizocéfalos parasitan individuos de menor tamaño (juveniles) e inducen la madurez en el hospedero, lo que permite a los parásitos reproducirse primero justamente en uno de los momentos más vulnerables del ciclo de vida del hospedero (ecdisis) (Creasey *et al.*, 2000). El nivel de infestación por rizocéfalos reportado para el género *Munidopsis* se encuentra entre 1-5% (Wenner, 1982; Creasey *et al.*, 2000).



## 6. CONCLUSIONES

Las especies de galatéidos estudiadas presentaron diferencias en cuanto a abundancias y a las variables biológicas, relacionadas con las ecorregiones y las profundidades. Este efecto puede estar relacionado con diferentes condiciones abióticas, determinadas, en parte, por los aportes del río Magdalena y por la deriva estacional de éste, beneficiando el desarrollo de las poblaciones de *Agononida longipes*, *Munida forceps* y *Munidopsis riveroi* hacia el norte del Caribe y a *Munida flinti* hacia la zona del golfo de Morrosquillo.

Se confirmó la segregación batimétrica entre los géneros *Agononida*, *Munida* y *Munidopsis*, donde las especies del último se encuentran presentes a mayores profundidades.

Las especies *Munida forceps* y *Munidopsis erinaceus* fueron consideradas especies raras en los muestreos, debido al escaso número de individuos colectados, lo que no permitió dilucidar claramente el comportamiento biológico de las mismas.

Existe un dimorfismo sexual con respecto al tamaño de cefalotórax en las poblaciones de los galatéidos estudiados en el Caribe colombiano, debido a las diferentes velocidades de crecimiento entre los sexos.

En las poblaciones de *Munida flinti* se manifestó un solapamiento de generaciones de diferentes cohortes en el momento de la captura, que representa la finalización de la época de reproducción para la cohorte antigua y el crecimiento de los individuos provenientes de la cohorte reciente.

La cantidad similar de individuos de cada sexo de *Agononida longipes* en el Caribe colombiano es indicativo de condiciones aptas para el desarrollo de esta población.

Las zonas de mayor concentración de hembras ovadas de *Agononida longipes*, se ubicaron en las ecorregiones GUA y TAY, las cuales se destacan por presentar alta productividad. ARCO fue establecida como el área de mayor abundancia de hembras ovadas de *Munida flinti*.

*Agononida longipes*, *Munida flinti* y *Munida forceps* presentan tamaños y cantidad de huevos que coinciden con estrategias reproductivas de organismos planctotróficos. Las características de los huevos de *Munidopsis erinaceus* y *Munidopsis riveroi* son típicas de organismos lecitotróficos.



Se resalta la importancia de *Agononida longipes* y *Munida flinti* en la cadena trófica del bentos marino colombiano, debido a las abundancias significativas y a las estrategias reproductivas.

El índice de infestación de bopíridos y rizocéfalos en las especies estudiadas son bajas en el Caribe colombiano.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

ABELE, L. G. 1974. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Ecology* 55: 156-161.

ABELE, L.G. 1982. The biology of Crustacea. Volume 1. Systematics, the fossil record and biogeography. Academy Press, New York, 319 p.

ÁLVAREZ, L., J. AGUILERA, C.A. ANDRADE & P. NOWAK. 1995. Caracterización general de la zona de surgencia en la Guajira colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fís. Nat.* 9 (75): 679.

ANDRADE, C.A. 1993. Análisis de la velocidad del viento en el Mar Caribe. *Bol. Cient. CIOH* 13: 33-44.

ANDRADE, C.A. 1995. Variabilidad anual del contenido de carbón orgánico en la superficie del mar Caribe occidental observada desde el CZCS. *Bol. Cient. CIOH.*, 16: 15-24.

ANDRADE, C.A. & Y. THOMAS. 1988. Sedimentos en suspensión e hidrodinámica al sureste del río Magdalena, Mar Caribe (Colombia). *Bol. Cient. CIOH.* 8: 27-34.

ARDILA, N., G.R. NAVAS & J. REYES. (Eds.). 2002. Libro Rojo de invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio del Medio Ambiente. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.

AURIOLES-GAMBOA, D. 1992. Inshore-offshore movements of pelagic red crab *Pleuroncodes planipes* (Decapoda: Anomura: Galatheididae) off the Pacific coast of Baja California Sur, México. *Crustaceana* 62 (1): 71-84.

AURIOLES-GAMBOA, D. & R. PÉREZ-FLORES. 1997. Seasonal and bathymetric changes in feeding habits of the benthic crab *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheididae) off the Pacific coast of Baja California Sur, México. *Crustaceana* 70 (3): 272-287.



BABA, K. & M. DE SAINT-LAURENT. 1995. Crustacea Decapoda: Revision of the genus *Bathymuida* Balss, 1914, and description of six new related genera (Galatheidae). In: A. Crossnier (Ed.) Résultats des Campagnes Musorstom. Mem. Mus. Natn. Hit. Nat., 15 (168): 443 – 501

BAKUN, A. 1985. Comparative studies and the recruitment problem: searching for generalizations. CalCOFI Rep. XXVI: 30-40.

BARONA, O. 1967. Sistemas de corrientes del mar Caribe este especialmente seria Venezuela. Tesis Lic. Biol. Universidad de Oriente. Venezuela. 42p.

BENEDICT, J. 1902. Description of a new genus and forty-six new species of crustaceans of the family Galatheidae with a list of the known marine species. Proc. U.S. Nat. Mus. 26 (1311): 243-334.

BERMUDEZ, A. 2000. Diversidad y distribución de los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300-500 m de profundidad) en la parte norte del Caribe colombiano. Trabajo de Grado, Biología. Universidad Nacional de Colombia. 399 p.

BLANCO, J.A. 1988. Las variaciones ambientales estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. M.Sc. Biología Marina. 60p.

BOURBON, R. 1962. Ponte et migration chez *Galathea squamifera*. Bull. Soc. Lorr. Sci. 2: 28-36.

BOURDON, R. 1972. Sur quelques Bopyridae (Crustacea: Isopoda) parasites de Galathéides. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. 66: 817-838.

BURD, B., 1988. Comparative grill characteristics of *Munida quadrispina* (Decapoda, Galatheidae) from different habitat oxygen condition. Can. J. Zool. 66: 2320-2323.

BURD, B. & G. JAMIESON. 1986. Biology and commercial potential of galatheid crabs in British Columbia. On Abstracts, 1986 Annual Meeting of National Shellfisheries Association, Seattle, Washington. pp. 112-113.

BURSEY, C. 1978. Histopathology of the parasitization of *Munida iris* (Decapoda: Galatheidae) by *Munidion irritans* (Isopoda: Bopyridae). Bull. Mar. Sci. 28 (3): 566-570.



---

CABRERA, E. 1993. Estudio de las características oceanográficas del Caribe colombiano, Región III, Zona 1, PDCTM. Bol. Cient. CIOH 13: 19-32.

CHACUR, M. & M. NEGREIROS. 1999. Aspectos biológicos do Camarão-espinho *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthius, 1948) (Crustacea, Caridea, Hippolytidae). Rev. Bras. Biol. 59 (1): 173-181

CHEVALDONEÉ, P & K. OLU. 1996. Occurrence of anomuran crabs (Crustacea: Decapoda) in hidrothermal vent and cold-seep communities: a review. Proc. Biol. Soc. Wash. 109 (2): 286-298.

CHRISTIANSEN, M. & K. ANGER. 1990. Complete larval development of *Galathea intermedia* Lilljeborg reared in laboratory culture (Anomura: Galatheididae). Jour. Crust. Biol. 10 (1): 87-111.

CLARKE, A. 1993. Reproductive trade-offs of caridean shrimps. Functional Ecology 7: 411-419.

COREY, S. & M. REID. 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. Crustaceana 60 (3): 270-294.

CORREDOR, J. 1981. Apuntes sobre la circulación costera en el Caribe noroccidental colombiano. Bol. Cient. CIOH., 3: 3-8.

CREASEY, S., A.D. ROGERS, P.A. TYLER, C.M. YOUNG & J.D. GAGE. 1997. The population biology and genetics of the deep-sea spider crab *Encephaloides armstrongi* Wood-Mason 1891 (Decapoda: Majidae). Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. 352B: 365-379.

CREASEY, S., A. ROGERS, P. TYLER, J. GAGE & D. JOLLIVER. 2000. Genetic and morphometric comparisons of squat lobster, *Munidopsis scobina* (Decapoda: Anomura: Galatheididae) populations, with notes on the phylogeny of the genus *Munidopsis*. Deep Sea Res. II 47: 87-118.

CRUZ, N. 2001. Caracterización de los Crustáceos Decápodos de la Franja Superior del Talud Continental (300-500 m prof) en la parte sur del Caribe Colombiano. Trabajo de Grado, Biología. Universidad Nacional de Colombia. 348 pp.

DIAZ-PULIDO, G. 1998. Ecosistemas marinos y costeros. En: Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia. Tomo I Diversidad Biológica. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 64-66p.



DONOSO, M. 1990. Circulación de las aguas en el Mar Caribe. Memorias de VII Seminario de las Ciencias y Tecnologías del Mar. Comisión Colombiana de Oceanografía. 345-356.

DOVER, C. Van & A. WILLIAMS. 1991. Egg size in squat lobsters (Galatheoidea): Constrain and freedom. Crustacean Egg Reproduction. Ed. Wenner, A. and Kuris, A.A- Balkema/ Rotterdam/ Brookfield.

GINSBURGER-VOGEL, T. & H. CHARNIAUX-COTTON. 1982. Sex determination. En: Abele, L.G. (Ed.), The biology of Crustacea. Vol 2, Embriology, Morphology and Genetics. Academic Press, New York, 257-281.

GLYNN, P. 1961. The first recorded mass stranding of pelagic red crabs, *Pleuroncodes planipes*, at Monterrey Bay, California, since 1859, with notes on their biology. Calif. Fish and Game 47 (1): 97-101.

GOMEZ-GUTIERREZ, J. & C.A. SÁNCHEZ-ORTIZ. 1997. Larval drift and population structure of the pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) (Crustacea: Galatheidae) off the southwest coast of Baja California, Mexico. Bull. Mar. Sci. 61 (2): 305-325.

GORE, R. 1979. Larval development of *Galathea rostrata* under laboratory conditions, with a discussion of larval development in the Galatheidae (Crustacea: Anomura). Fish. Bull. 76 (4): 781-806.

GORE, R. 1983. Notes on rares species of *Munidopsis* (Anomura: Galatheidae) and *Ethusina* (Brachyura: Dorippidae) collected by the *USNS Bartlett* in the Venezuela Basin, Caribbean Sea. Proc. Acad. Nat. Scie. Phil. 135: 200-217.

GRAMITO, M., & C. FROGLIA. 1998. Notes on the Biology and growth of *Munida intermedia* (Anomura: Galatheidae) in the western Pomo Pit (Adriatic Sea) J. Nat. Hist. 32: 1553-1566.

GUZMAN-VIZCARRA, E. & D. AURIOLES-GAMBOA. 1992. Variación invierno-verano en la distribución de tallas, sexos y densidad promedio de la langostilla (*Pleuroncodes planipes* Stimpson, 1860) en la costa occidental de Baja California. Proc. San Diego Soc. Nat. Hist. 21:1-8.

HARTNOLL, R. 1983. Strategies of Crustacean Growth. En: Papers from the Conference on the Biology and Evolution of Crustacea. Australian Museum Memoir 18. Sydney.



---

HARTNOLL, R.G., A.L. RICE & M.J. ATTRILL. 1992. Aspects of the biology of the galatheid genus *Munida* (Crustacea, Decapoda) from the Porcupine Seabight, Northeast Atlantic. *Sarsia* 76: 231-246.

HARTNOLL, R.G., A.D. BRYANT & P. GOULD. 1993. Size distribution in spider crab populations – spatial and temporal variation. *Jour. Crust. Biol.* 13 (4): 647-655.

HENDERSON, J. R. 1885. Diagnosis of the new species of Galatheidea collected during the “Challenger” Expedition. *Ann. Mag. Nat. Dist.* 5 (16): 407-421.

HENDERSON, J. R. 1888. Report on the Anomura collected by H.M.S. “Challenger” during the years 1873-76. *Rep. Sci. Res. Voy.H.M.S. dur. years 1873-76, Zool.*, 27: 1-221.

HENDRICKX, M. 1993. Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México* 64 (1): 1-16.

HERNANDEZ, A.M. 2000. Colombia, compromisos y responsabilidades en el marco internacional de la biodiversidad marina y costera. En: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS “JOSE BENITO VIVES DE ANDREIS”. 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Díaz-Merlano, J.M. y D.I. Gómez-López (eds). Santa Marta. INVEMAR, FONADE, MMA. 83 p.

HINES, A. 1986. Larval problems and perspectives in life histories of marine invertebrates. *Bull. Mar. Sci.* 39 (2): 506-525.

INVEMAR. 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Díaz-Merlano, J.M. y D.I. Gómez-López (eds). Santa Marta. INVEMAR, FONADE, MMA. 83 p.

INVEMAR. 2002. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: año 2001. Ospina-Salazar, G.H.; Acero, A. (Eds). Medellín: Cuartas Impresores. 178 pp. (Serie de Publicaciones Periódicas / INVEMAR ; no. 8). 178 p.

Instituto Nacional de Ecología. México: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/norma59f.html>. 01/03/04.



KONISHI, K. & T. SAITO. 2000. Larvae of the deep sea squat lobsters, *Agononida incerta* (Henderson, 1888) and *Munida striola* Macpherson and Baba, 1993 with notes on larval morphology of the family (Crustacea: Anomura: Galatheidae). Zool. Sci. 17:1021-1029.

LABROPOULOU, M. & I. KOSTIKAS. 1999. Patterns of resource use in deep-water decapods. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol 184: 171-182.

LEMAY, M. 1998. Manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe. Informe Técnico. N. ENV 128. Washington, D.C.

LEVINTON, 1995. Marine Biology. Function, Biodiversity and Ecology. Ed. Oxford University Press. New York.

MACDONALD, P. & T. PITCHER. 1979. Age-groups from size frequency data: A versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board. Can. 36: 987-1001.

MARGALEF, R. 1982. Ecología. Ed. Omega. Barcelona. 951p.

MARKHAM, J. 1975. A review of the bopyrid isopod genus *Munidion* Hansen, 1897. Parasitic on galatheid crabs in the Atlantic and Pacific Oceans. Bull. Mar. Sci. 25 (3):422-441.

MARKHAM, J. 1988. Descriptions and revisions of some species of Isopoda Bopyridae of the north western Atlantic ocean. Zool. Verhandelingen 246: 3-63.

MARQUEZ, G. 1982. Los sistemas ecológicos marinos del sector adyacente a Santa Marta, Caribe colombiano I: Generalidades. Ecol. Trop. 2 (1): 5-13.

MAYER, M. & D. PIEPENBURG. 1996. Epibenthic community patterns on the continental slope off East Greenland at 75°N. Mar. Ecol. Prog. Ser. 143: 151-164.

MELO, G.A SCHMIDT de. 1999. Manual de identificação dos crustacea decapoda do litoral brasileiro: anomura, thalassinidea, palinuridea, astacidea/ Gustavo Augusto Schmidt de Melo. – São Paulo: Plêiade/ FAPESP. 551 p.

MELO-FILHO, G. A. S. & G. A. S. DE MELO. 2001. Espécies do gênero *Munida* Leach (Custacea, Decapada, Galatheidae) colectadas entre Torres (Rio Grande do Sul, Brasil) e Maldonado (uruguay) pelo Programa Rio Grande do Sul (PRS I-II, GEDIP). Revta bras. Zool. 18 (4): 1177-1196.



---

MOLINA, A. 1990. Estudio geológico de la plataforma continental Caribe (Santa Marta-Punta Morro Hermoso) En: Memorias del VII Seminario de Ciencias y Tecnologías del Mar. 120-140p.

MOLINA, A. 1993. Estudio sedimentológico y morfológico de la plataforma continental Caribe entre el sector de Santa Marta y punta Morro Hermoso. Bol. Cient. CIOH 14: 67-77.

MOLINA, A., C. MOLINA, L. GIRALDO, C. PARRA & P. CHEVILLOT. 1995. Dinámica marina y sus efectos sobre la geomorfología del golfo de Morrosquillo. Bol. Cient. CIOH 15: 93-113.

NAVAS, G., A. BERMUDEZ, N. CRUZ & N. CAMPOS. 2003. Galatéidos (Decapoda, Anomura, Galatheidae) del Caribe colombiano, incluyendo doce primeros registros. Bol. Invest. Mar. Cost. 32: 183-218.

PALMA, S. & P. ARANA. 1996. Método rápido de determinación del sexo en el erizo comestible *Loxechinus albus* (Molina, 1792) y su aplicación en estudios biológico-pesqueros. Invest. Mar., Valparaíso 24: 123-130.

PAULA, J. 1987. Seasonal distribution of Crustacea Decapoda larvae in S. Torpes bay, South-western Portugal. Inv. Pesq. 51: 267-275.

PEQUEGNAT, W. y PEQUEGNAT, L. 1970. Deep-Sea anomurans of superfamily Galatheoidea with descriptions of two new species. En: Contribution on the Biology of the Gulf of México. Texas A&M. University Oceanographic Studies . Pequegnat y Chace Editors.

PETRIELLA, A. & E. BOSCHI. 1997. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. Investi. Mar. Valparaíso 25: 135-157.

PETRIELLA, A. & R. BRIDI. 1992. Variaciones estacionales del ciclo de muda y la maduración ovárica del camarón *Artemisia longinaria* Bate. Frente Marítimo 11 (A): 85-92.

PUJOS, M., J. PAGLIARDINI, R. STEER, G. VERNETTE & O. WEBER. 1986. Influencia de la contracorriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión en el río Magdalena. Bol. Cient. CIOH 6:3-15.

QUETIN, L.B. & J.J. CHILDRESS. 1976. Respiratory adaptations of *Pleuroncodes planipes* to its environment off Baja California. Mar. Biol., Berlin 38: 327-344.



RAYNER, G.W. 1935. The Falkland species of the crustacean genus *Munida*. Discovery Rep. 10: 209-245.

REINHARD, E. 1958. Rhizocephala of the family Peltogastridae parasitic on West Indian species of Galatheidae. Proc. U.S. Nat. Mus. 108 (3403): 295-307.

REX, M.A., C.T. STUART & G. COYNE. 2000. Latitudinal gradients of species richness in the deep-sea benthos of the North Atlantic. PNAS 7 (8): 4082-4085.

RITCHIE, L. & J.T. HØEG. 1981. The life history of *Lernaediscus porcellanae* (Cirripedia: Rhizocephala) and co-evolution with its porcellanid host. Jour. Crust. Biol. 1 (3): 334-347.

ROA, R. 1993. Annual growth and maturity function of squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. Mar. Ecol. Prog. Ser. 97: 157-166.

ROA, R. & F. TAPIA. 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 167: 185-196.

ROMERO, C., G. LOVRICH & F. TAPPELLA. 2001. Rol trófico de los galatéidos en los ecosistemas bentónicos. En: Noveno Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR). Santos-Martínez, A. (Ed.). Unibiblos. 535p.

RUPPERT, E. & R. BARNES. 1996. Zoología de los Invertebrados. Ed. Mac Graw Hill Interamericana. México. 1114p.

SAINT-LAURENT, M., 1979, Ver une nouvelle classification des Crustacés Décapodes Reptantia. Bull. Off. Natn. Pêch. Tunisie, 3: 15-31.

SANDERS, H. & R. HESSLER. 1969. Ecology of the deep sea benthos. Science 163: 1419-1423.

SANDIFER, P.A. & T.I. SMITH. 1979. Possible significance of variation in the larval development of palaemonid shrimp. J. exp. Mar. Biol. Ecol. 39: 55-64.

SANZ-BRAU, A., F., MEZQUITA & S. SANZ. 1998. Seasonality in the reproductive biology of a shelf-dwelling galatheid (Crustacea: Decapoda): an example from a western Mediterranean population of *Munida rutilanti*. Cah. Biol. Mar. 39: 185-195.



---

SASTRY, A. N., 1983, Ecological aspects of reproduction, pp. 179-270. *In*: F. J. Vernberg, W. B. Vernberg (eds.), *The Biology of Crustacea*. Environmental adaptations, New York, Academic Press. Vol. 8, 383p

SERRANO-PADILLA, A.V. & AURIOLES-GAMBOA, D. 1992. Dimorfismo sexual en la langostilla, *Pleuroncodes planipes* Stimpson, 1860 (Crustacea: Decapoda: Galatheidae). *Proc. San Diego Soc. Nat. Hist.* 13: 1-5.

SHULER-MAYO, 1974. The systematics and distribution of the deep-sea genus *Munidopsis* (Crustacea, Galatheidae) in the western Atlantic Ocean. Dissertation Ph.D., University of Miami, xii+432 p.

SOTO, L. 1980. Decapod crustacea shelf-fauna of the northeastern gulf of Mexico. *An. Centro Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México* 7 (2): 79-110.

SQUIRES, H. 1990. Decapod Crustacea of the Atlantic coast of Canada. *Can. Bull. Fish. Aqu. Sci.* 221: 352p.

SULKIN, S. 1978. Nutritional requirements during larval development of the portunid crab, *Callinectes sapidus* Rathbun. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 34: 29-41.

TABARES, N., J.M. SOLTAU, & J. DIAZ. 1996. Caracterización geomorfológica del Sector Suroccidental del Mar Caribe. *Bol. Cient. CIOH.* 17:3-16.

TAKEDA, M. y OKUTANI, T. 1983. Crustaceans and mollusks trawled off Suriname and French Guiana. Japan Marine Fishery, Resource Research Center. 354p.

TAPPELLA, F., G. LOVRICH, C. ROMERO & S. THATJE. 2002. Reproductive biology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) in the Beagle Channel, Argentina. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 82: 589-595.

THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev.* 25: 1-45.

TURRA, L. & E. SOUZA. 2003. Population biology and distribution of the tanaid *Kalliapseudes schubarti* Mañé-Garzón, 1949, in an intertidal flat in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 63 (3): 469-479.



VANCE, R. 1973a. On reproductive strategies in marine benthic invertebrates. *Am. Nat.* 107 (955): 339-352.

VANCE, R. 1973b. More on reproductive strategies in marine benthic invertebrates. *Am. Nat.* 107 (955):353-361.

VEGAS, M. 1971. Introducción a la ecología del bentos marino. Secretaría General de los Estados Americanos. Washington. 98p.

VERNETTE, G. 1985. La plataforma continental Caribe colombiana. La importancia del diapirismo arcilloso sobre la morfología y la sedimentación. Tesis de doctorado en Ciencias. Universidad de Bordeaux I. 387p.

VIDES, M. 1999. La macroinfauna de fondos blandos del Golfo de Salamanca (Caribe colombiano), estructura especial y dinámica temporal. Tesis Biol. Mar. UJTL. 130p.

WENNER, A.W. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. *Am. Nat.* 106 (949): 231-350.

WENNER, E. 1982. Notes on the distribution and biology of Galatheidae and Chyrostilidae (Decapoda: Anomura) from the middle Atlantic Bight. *Jour. Crust. Biol.* 2 (3): 360-377.

WENNER, E. & N. WINDSOR. 1979. Parasitism of galatheid crustaceans from the Norfolk Canyon and Middle Atlantic bight by Bopyrid Isopods. *Crustaceana* 37 (3): 293-303.

WILKENS, H., J. PARZEFALL & A. RIBOWSKI. 1990. Population biology and larvae of the anchialine crab *Munidopsis polymorpha* (Galatheidae) from Lanzarote (Canary Islands). *Jour. Crust. Biol.* 10 (4): 667-675.

WILLIAMS, A.B. & W.S. BROWN. 1972. Notes on structure and parasitism of *Munida iris* A. Milne Edwards (Decapoda: Galatheidae) from North Carolina, USA. *Crustaceana* 22: 303-308.

WILLIAMS, A. & R. TURNER. 1986. Squat lobsters (Galatheidae: *Munidopsis*) associated with mesh-enclosed wood panels submerged in the deep sea. *Jour. Crust. Biol.* 6 (3): 617-624.

WOLFF, M. & T. AROCA. 1995. Dinámica poblacional y pesquería del langostino amarillo *Cervimunida johni* Porter, (Decapoda: Galatheidae) off the coast of Coquimbo, Northern Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso* 30 (1): 57-70.



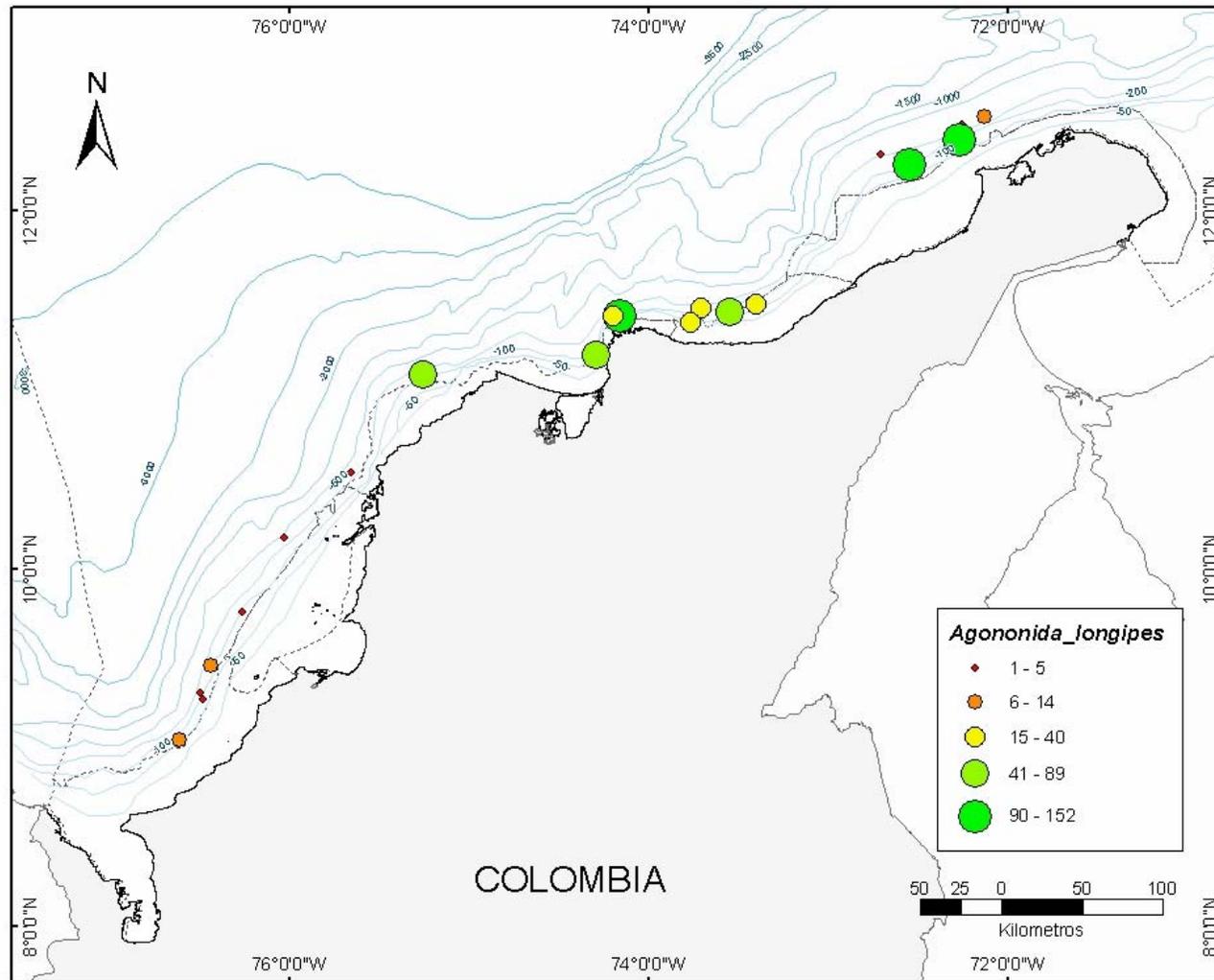
Margarita A. Fierro Rengifo 2004

---

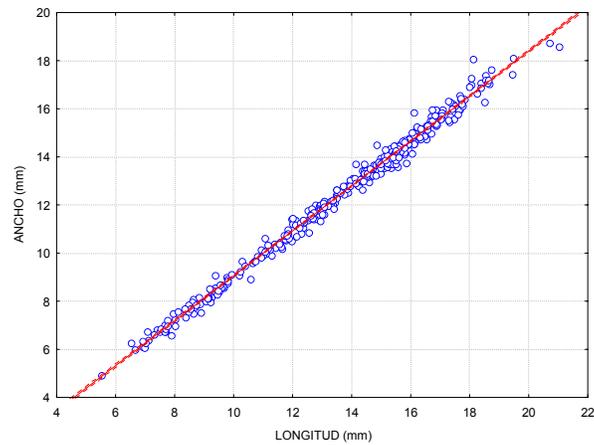
ZAINAL, K.A., A.C. TAYLOR & R.J.A. ATKINSON. 1992. The effect of temperature and hypoxia on the respiratory physiology of the squat lobsters, *Munida rugosa* and *Munida sarsi* (Anomura, Galatheidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 110A (3): 557-567.



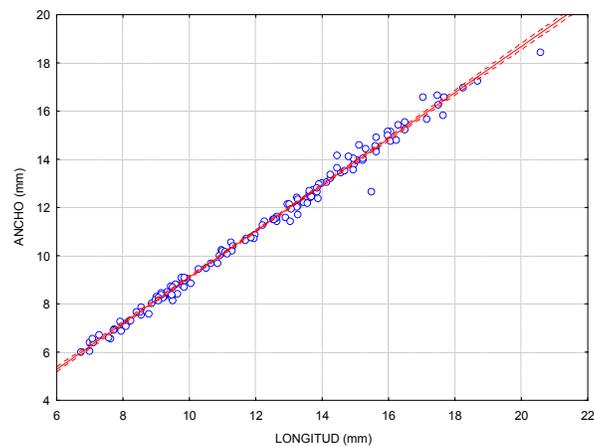
## ANEXOS



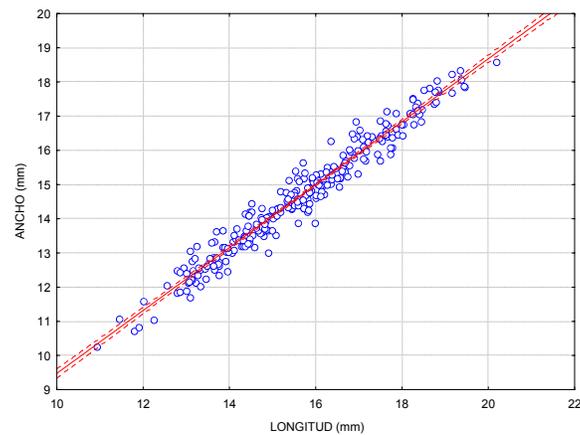
Anexo 1. Mapa de distribución de *Agonida longipes* a lo largo del mar Caribe colombiano. Los círculos representan número de individuos por estación.



A. Machos  $AC = -0,2875 + 0,93442 LC$ ,  $r = 0,99617$ ,  $r^2 = 0,9923$ ,  $n = 286$ .

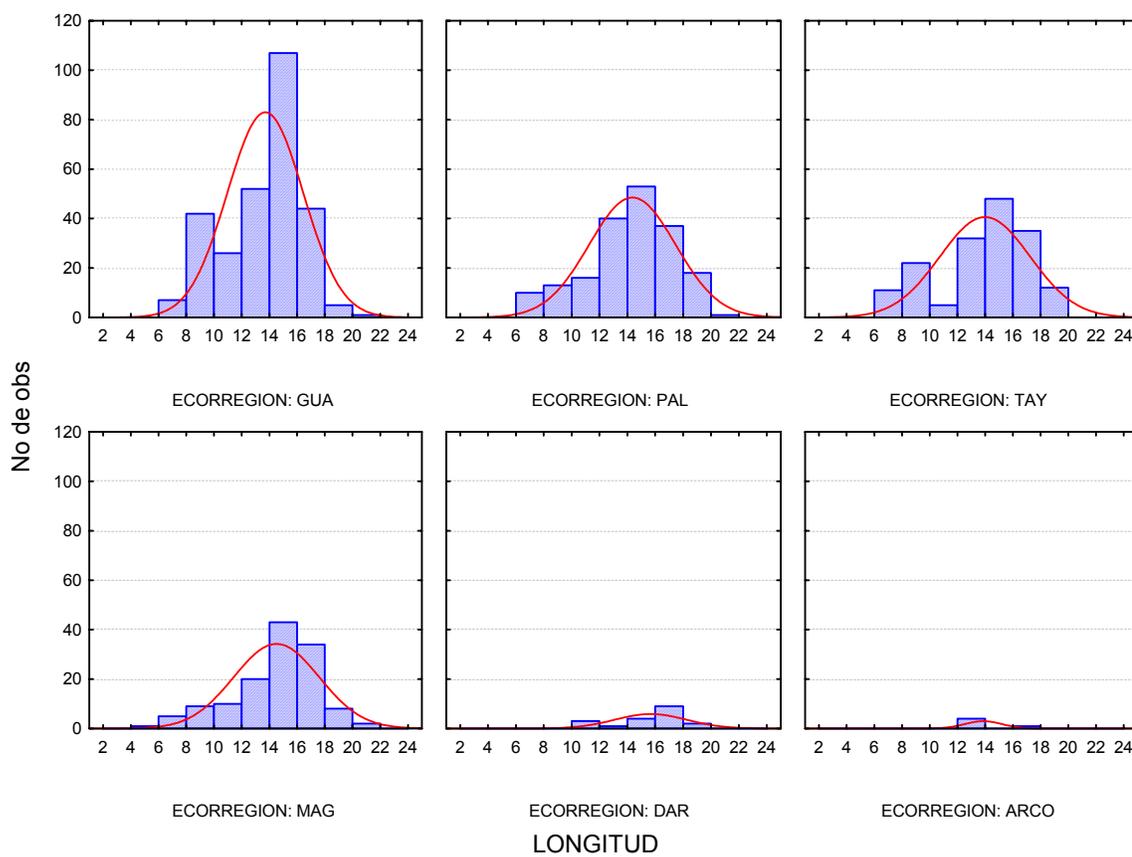


B. Hembras no ovadas  $AC = -0,4586 + 0,95699 LC$ ,  $r = 0,99572$ ,  $r^2 = 0,9914$ ,  $n = 136$ .

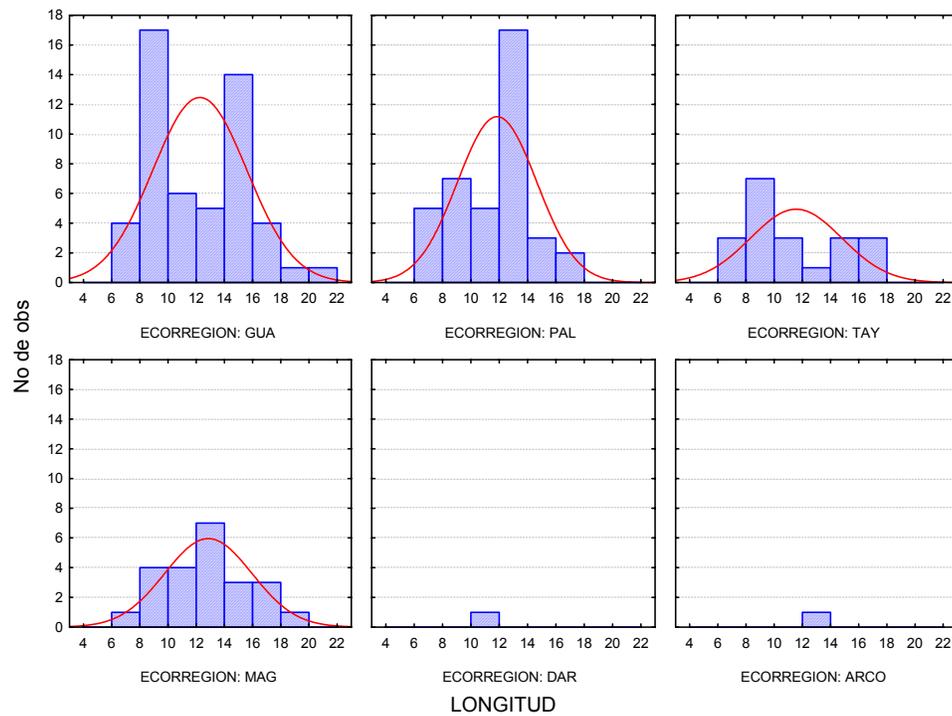


C. Hembras ovadas  $AC = 0,27081 + 0,92041 LC$ ,  $r = 0,97808$ ,  $r^2 = 0,9565$ ,  $n = 271$ .

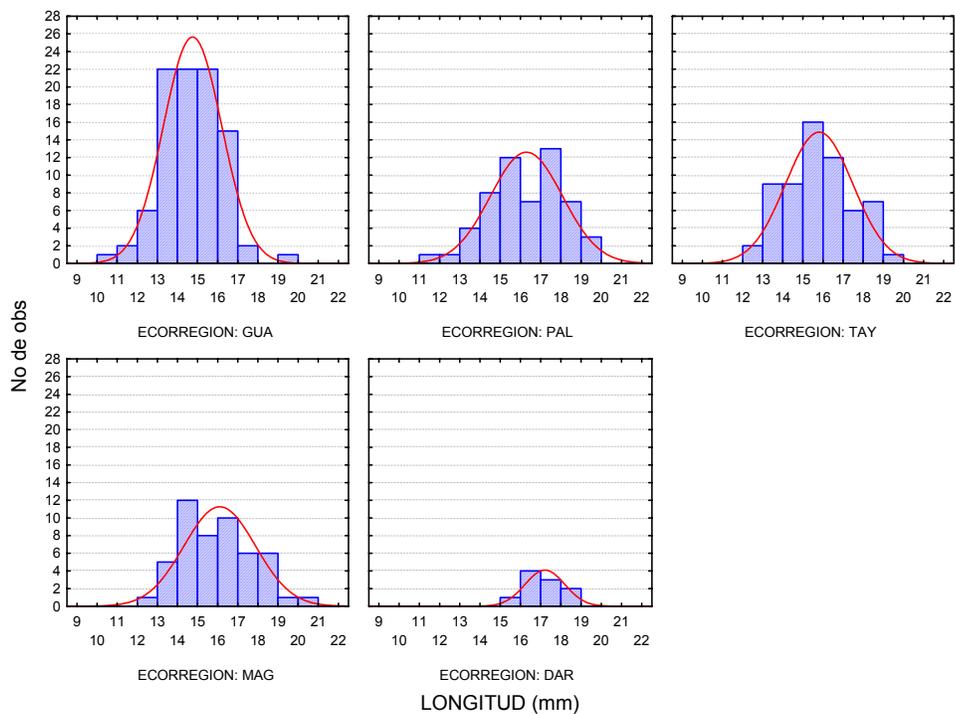
Anexo 2. Relación Largo/Ancho de cefalotórax en los grupos de *Agononida longipes* del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.



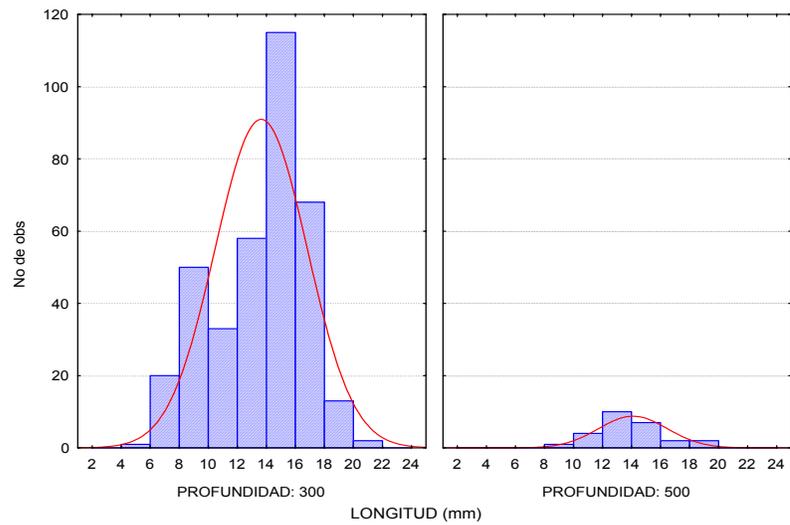
Anexo 3. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de *Agononida longipes* por ecorregión. (GUA= Guajira, PAL= Palomino, TAY= Tayrona, MAG= Magdalena, ARCO= Arrecifes Coralinos, DAR= Darién, n= 386).



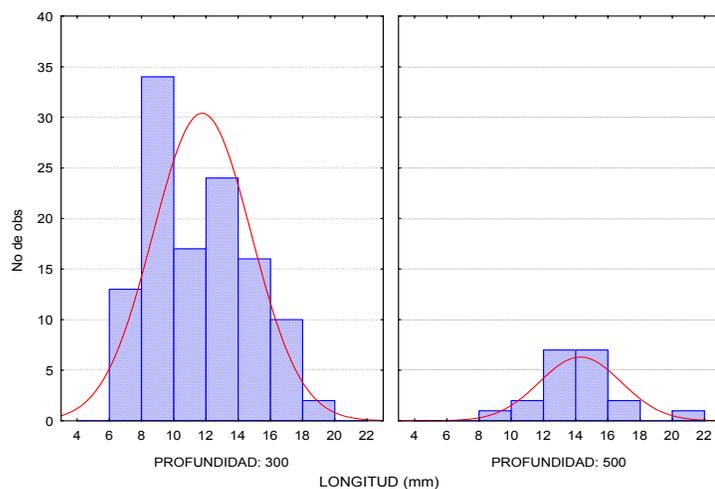
Anexo 4. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de *Agonida longipes* por ecoregión . (GUA= Guajira, PAL= Palomino, TAY= Tayrona, MAG= Magdalena, ARCO= Arrecifes Coralinos, DAR= Darién, n= 136).



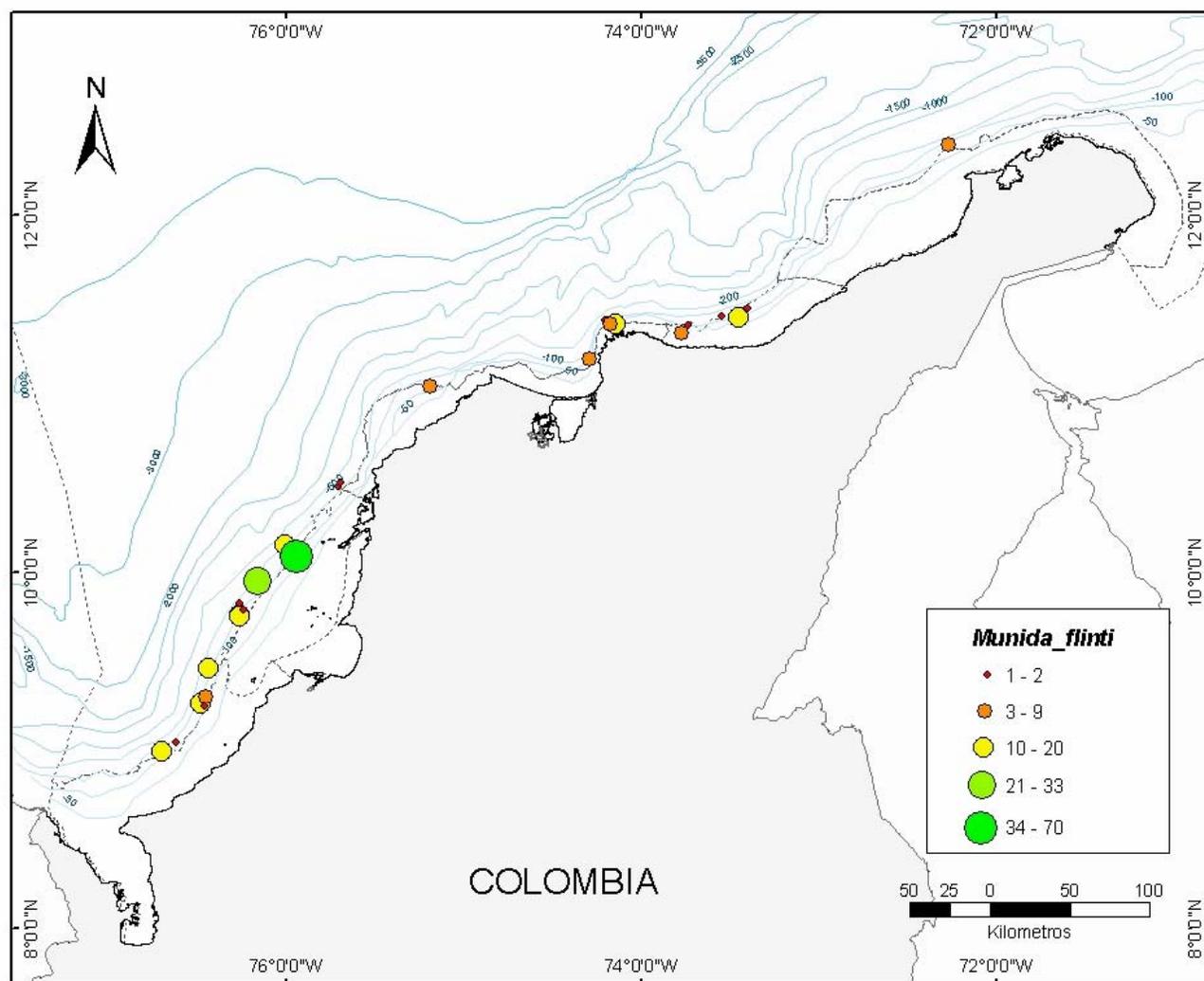
Anexo 5. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras ovadas de *Agononida longipes* por ecorregión (GUA= Guajira, PAL= Palomino, TAY= Tayrona, MAG= Magdalena, ARCO= Arrecifes Coralinos, DAR= Darién, n= 271).



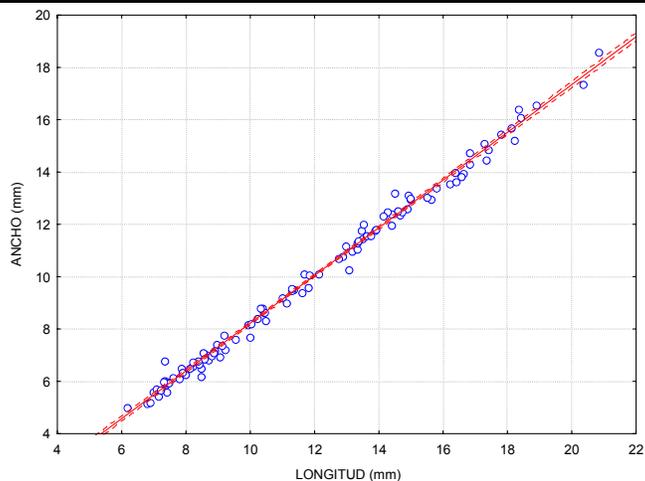
Anexo 6. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de *Agononida longipes* por profundidad. (n= 386).



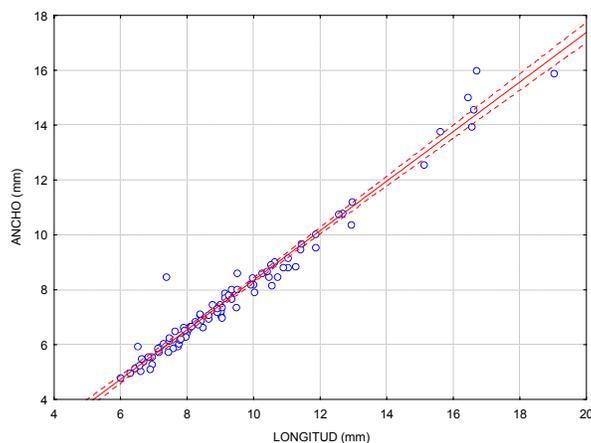
Anexo 7. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de *Agonida longipes* por profundidad. (n= 136).



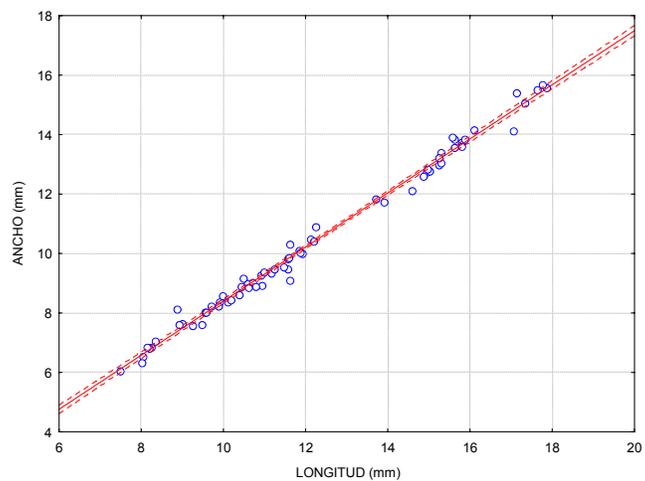
Anexo 8. Mapa de distribución de *Munida flinti* a lo largo del mar Caribe colombiano. Los círculos representan número de individuos por estación.



A. Machos  $AC = -0,8955 + 0,91194 LC$ ,  $r = 0,99670$ ,  $r^2 = 0,99341$  (n= 108).

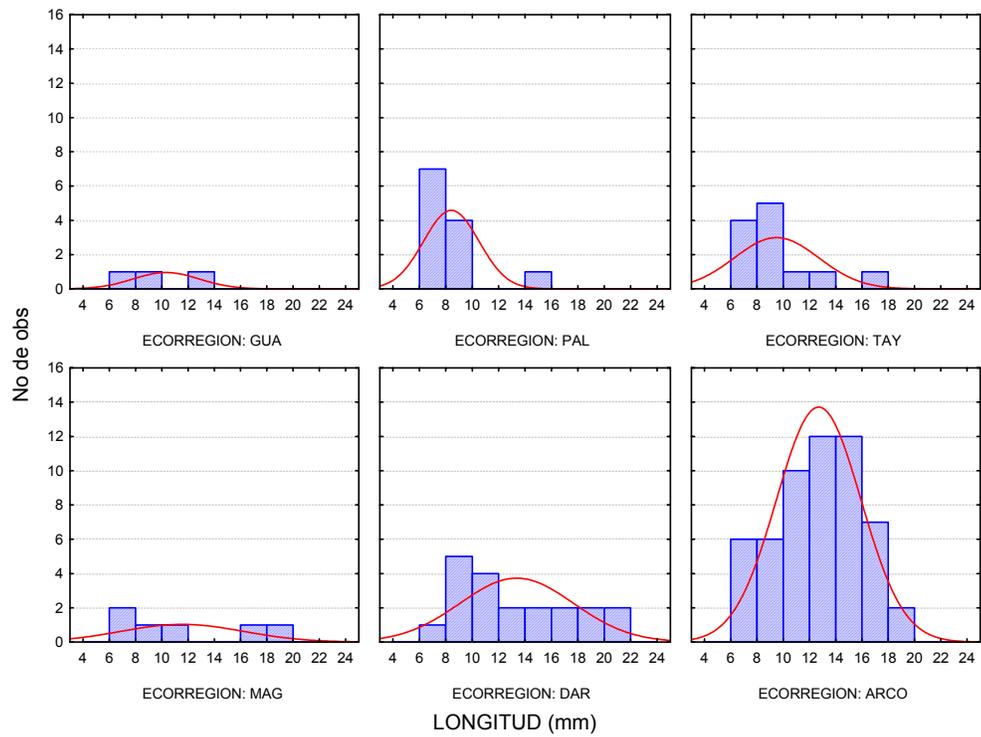


B. Hembras no ovadas  $AC = -0,6777 + 0,90265 LC$ ,  $r = 0,98469$ ,  $r^2 = 0,96961$  (n= 90).

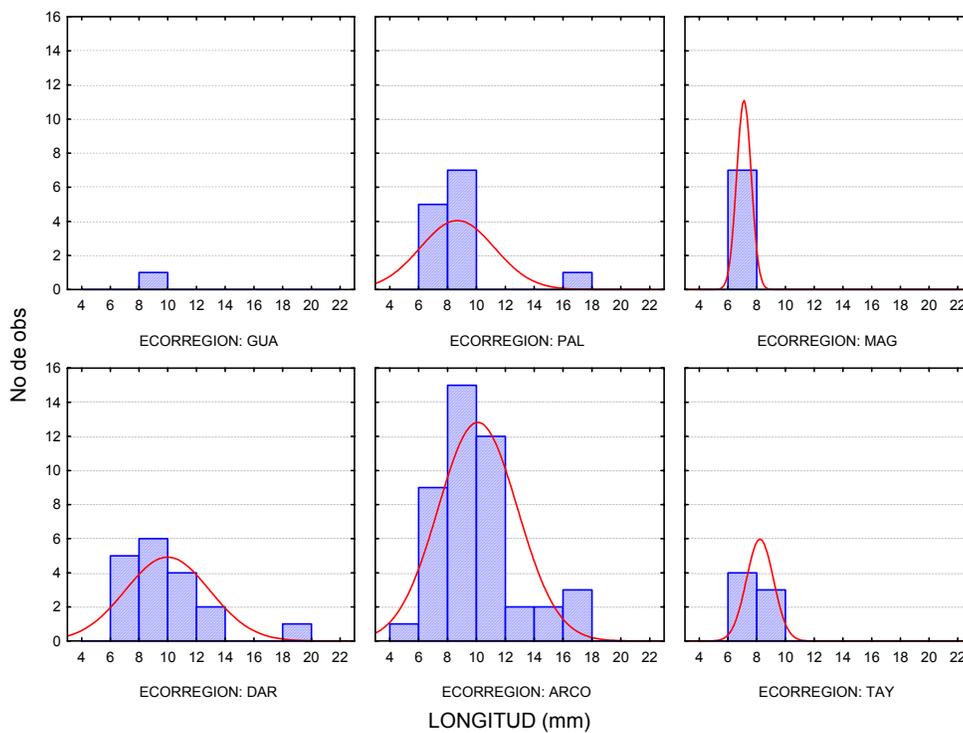


C. Hembras no ovadas  $AC = -0,7047 + 0,91002 LC$ ,  $r = 0,99560$ ,  $r^2 = 0,99122$  (n= 68).

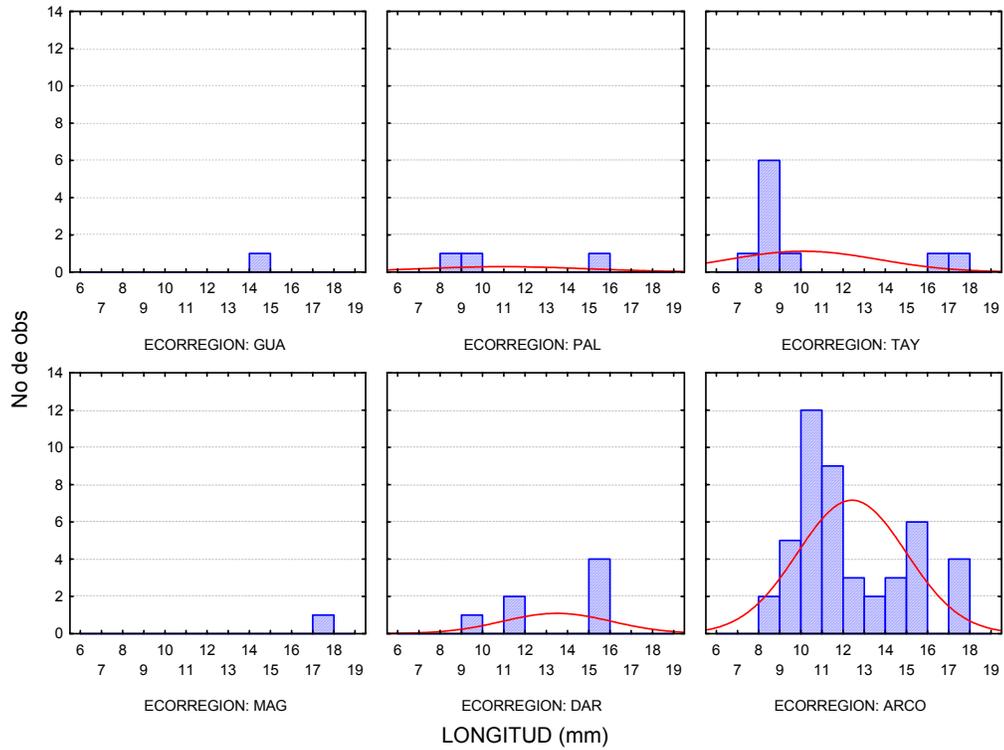
Anexo 9. Relación Largo/Ancho de cefalotórax en los grupos de *Munida flinti* del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.



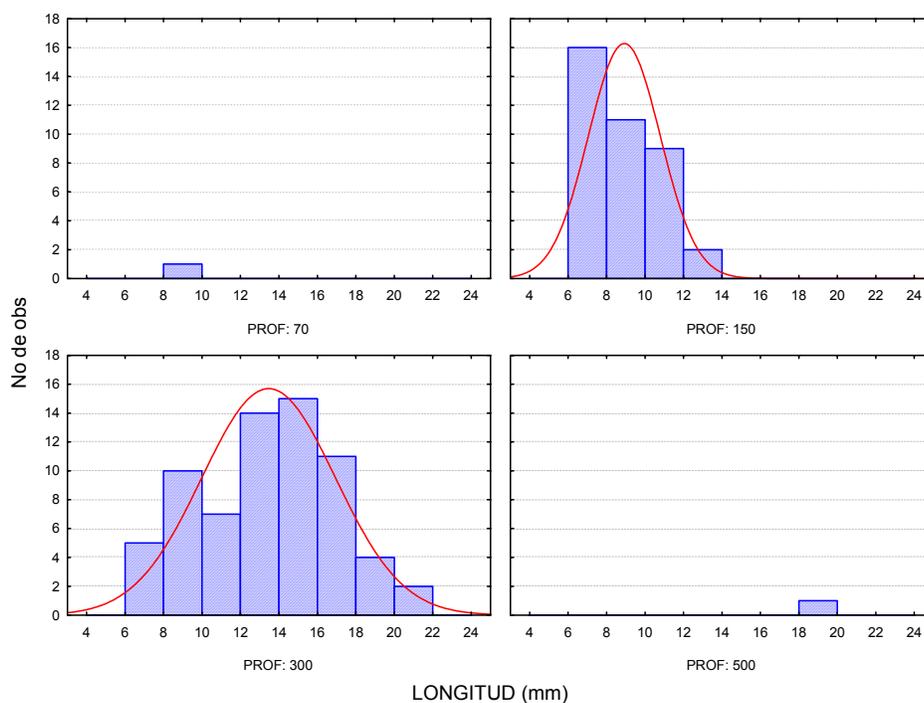
Anexo 10. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de *Munida flinti* por ecoregión. (n= 108).



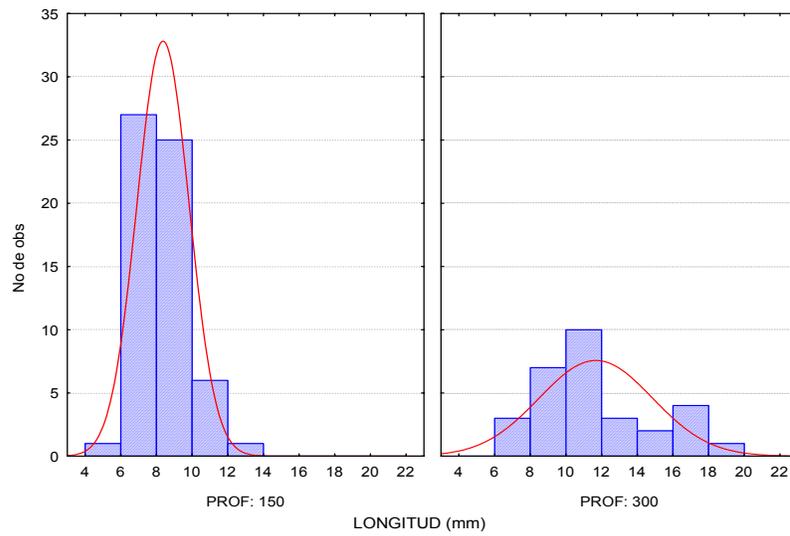
Anexo 11. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de *Munida flinti* por ecoregión. (n= 90).



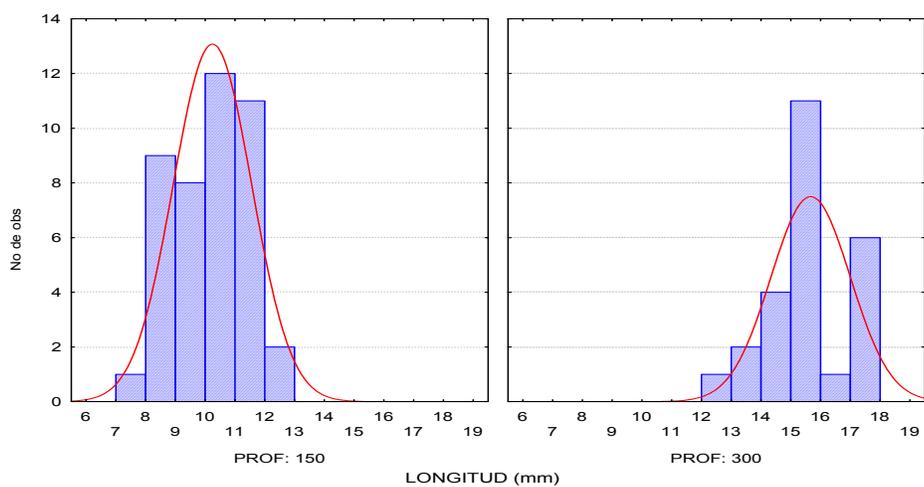
Anexo 12. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras ovadas de *Munida flinti* por ecoregión. (n= 68).



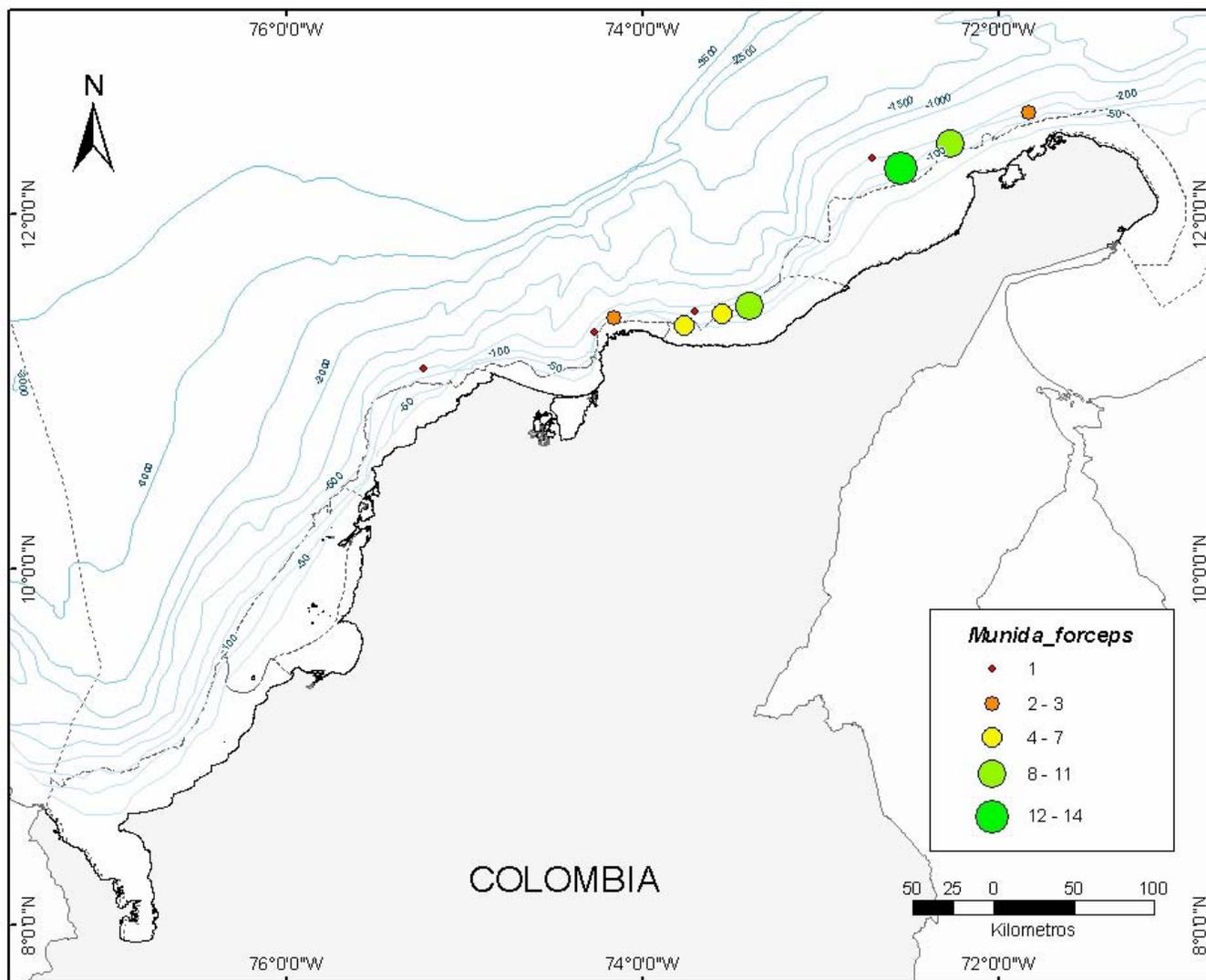
Anexo 13. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de machos de *Munida flinti* por profundidad. (n= 108).



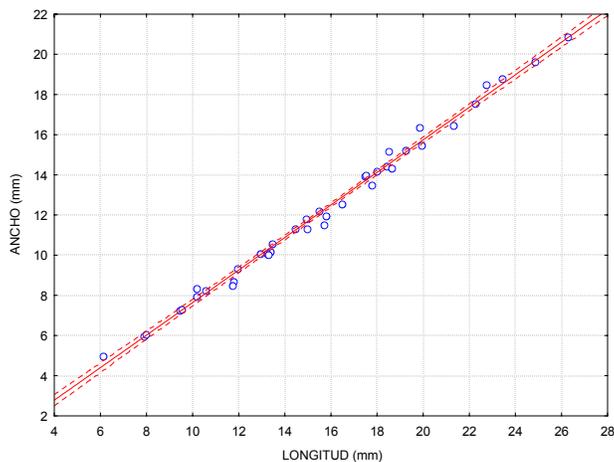
Anexo 14. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras no ovadas de *Munida flinti* por profundidad. (n= 90).



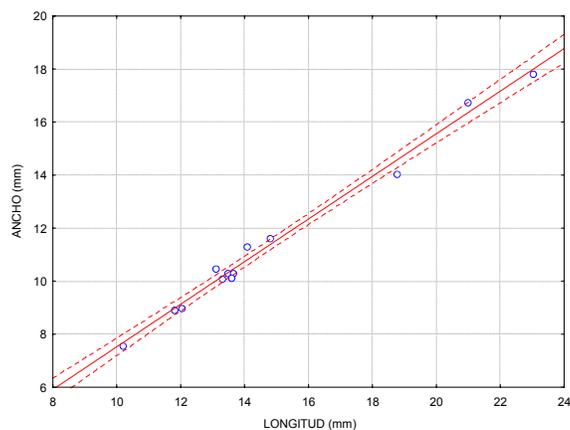
Anexo 15. Distribución de frecuencias de longitud de cefalotórax de hembras ovadas de *Munida flinti* por profundidad (n= 68).



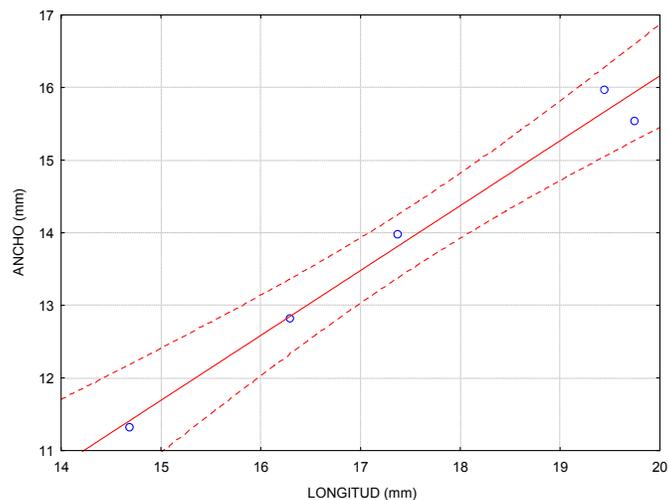
Anexo 16. Mapa de distribución de *Munida forceps* a lo largo del Caribe colombiano. Los círculos representan número de individuos por estación.



A. Machos  $AC = -0.4611 + 0.81021 LC$ ,  $r = 0.99657$ ,  $r^2 = 0.99315$  ( $n = 39$ ).



B. Hembras no ovadas  $AC = -0.5103 + 0.80340 LC$ ,  $r = 0.99470$ ,  $r^2 = 0.98943$  ( $n = 18$ ).

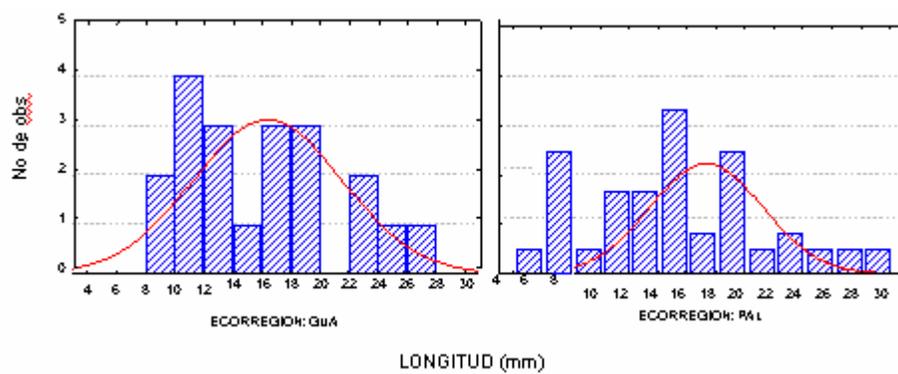


C. Hembras ovadas  $AC = -1.7170 + 0.89390 LC$ ,  $r = 0.99054$ ,  $r^2 = 0.98117$  ( $n = 5$ ).

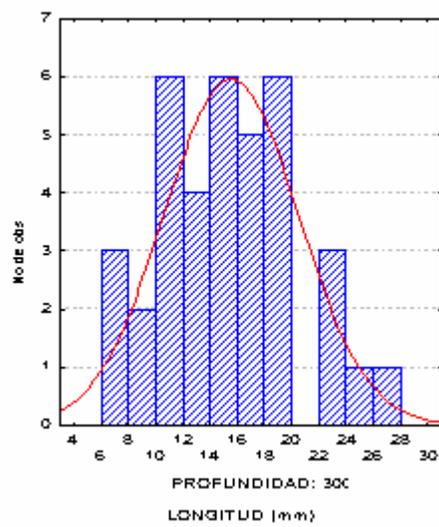
Anexo 17. Relación Largo/Ancho de cefalotórax en los grupos de *Munida forceps* del mar Caribe colombiano.

Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.

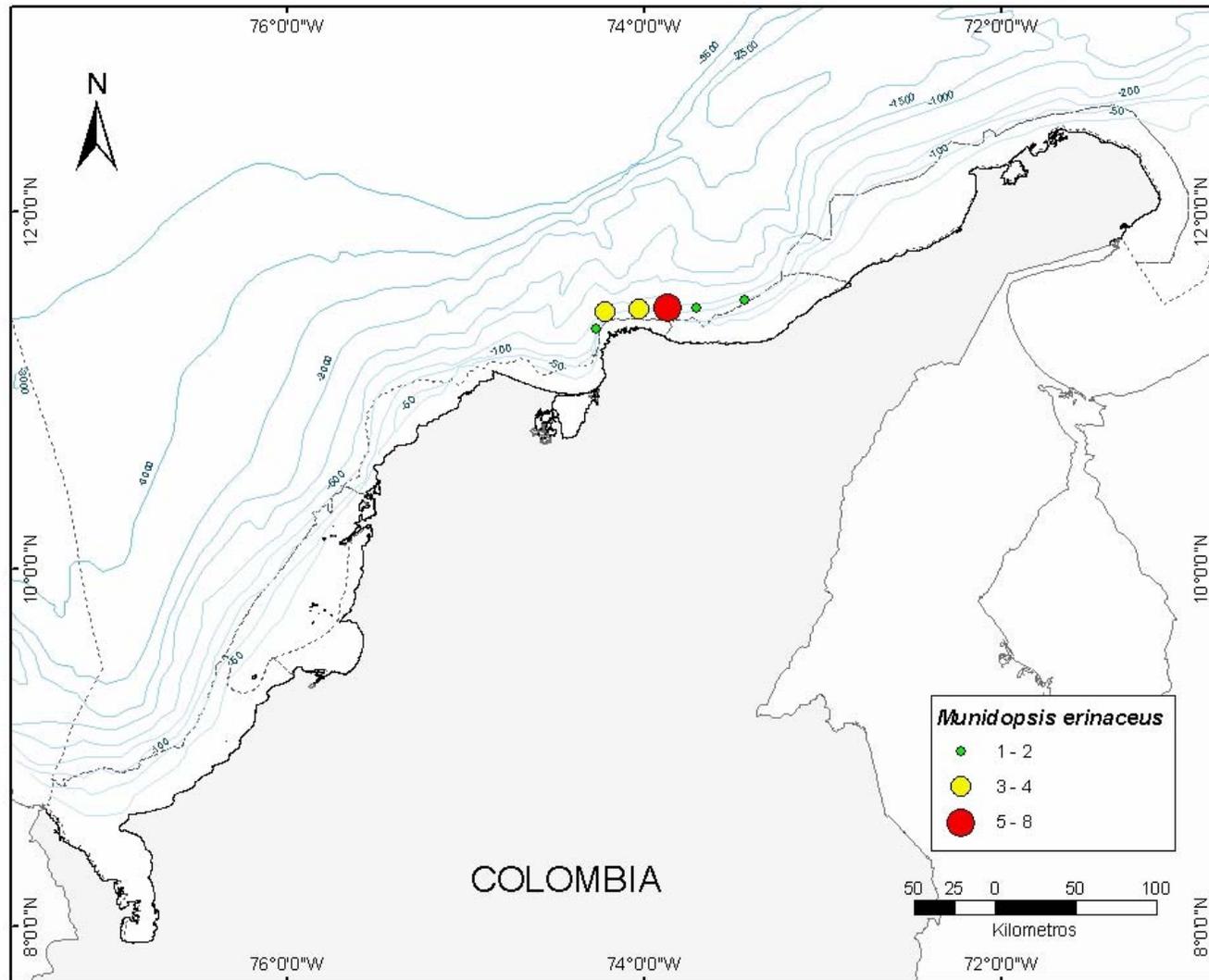




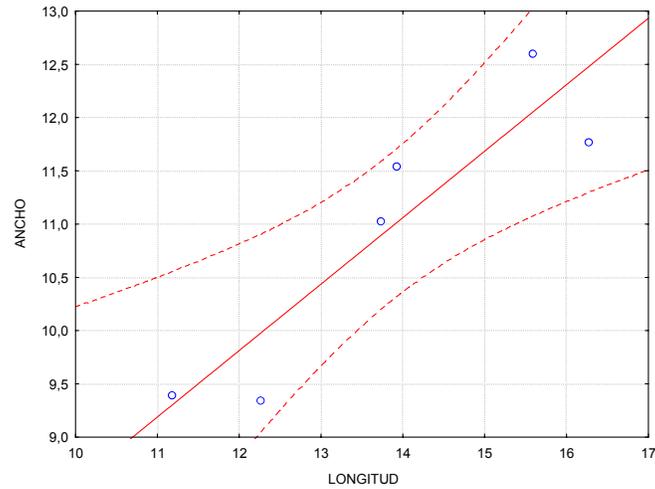
Anexo 18. Distribución de frecuencias de LC de machos de *Munida forceps* para cada ecorregión. (n= 39).



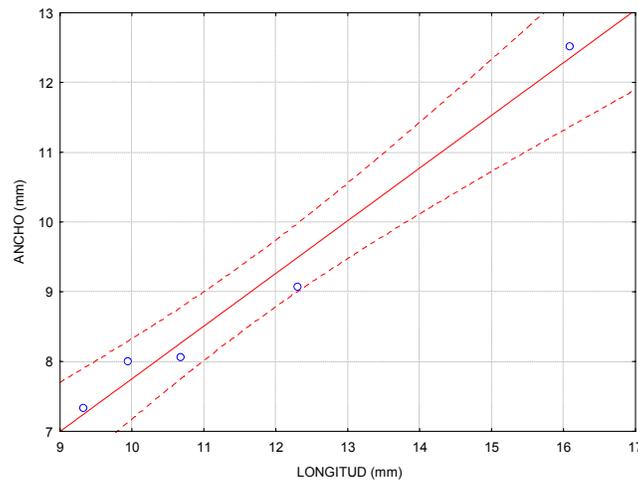
Anexo 19. Distribución de frecuencias de LC de machos de *Munida forceps* para cada profundidad. (n= 39).



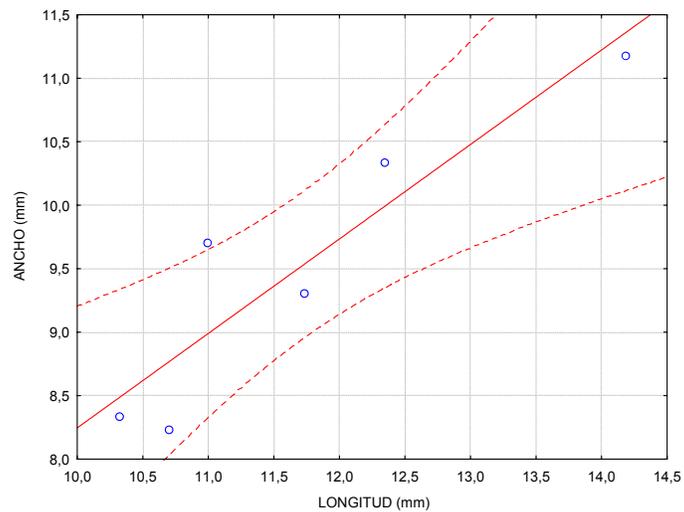
Anexo 20. Mapa de distribución de *Munidopsis erinaceus*. Los círculos representan número de individuos por estación.



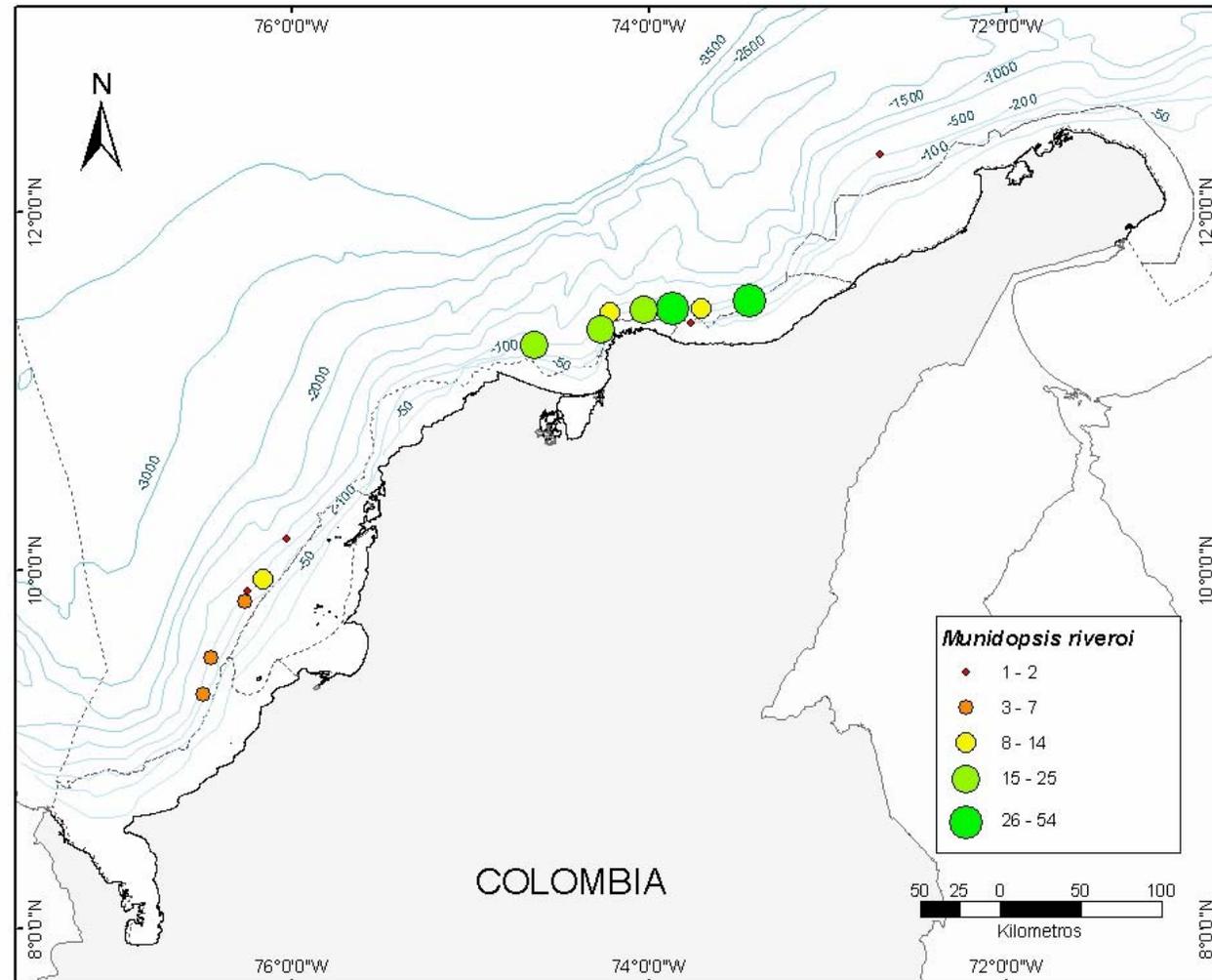
A. Machos  $AC = -2.3245 + 0.62401 LC$ ,  $r = 0.90996$ ,  $r^2 = 0.82803$



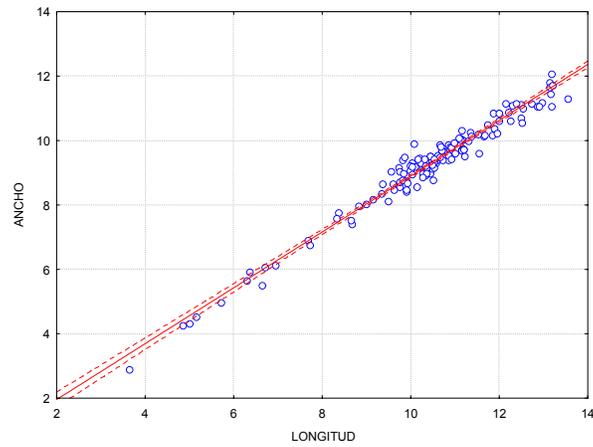
B. Hembras no ovadas  $AC = 0,2013 + 0,75512 LC$ ,  $r = 0,99018$ ,  $r^2 = 0.98046$



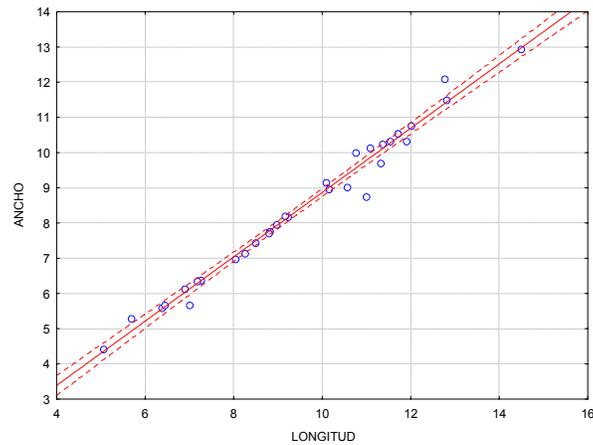
C. Hembras ovadas  $AC = 0.80361 + 0.74421 LC$ ,  $r = 0,91709$ ,  $r^2 = 0,84105$ ,  $n = 6$



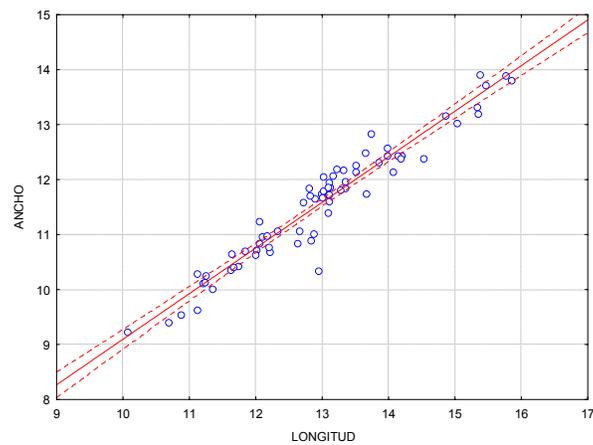
Anexo 22. Mapa de distribución de *Munidopsis riveroi*. Los círculos representan número de individuos por estación.



A. Machos  $AC = -0,22478 + 0,86707 LC$ ,  $r = 0,96395$ ,  $r^2 = 0,9292$ ,  $n = 135$ .



B. Hembras  $AC = -0,2676 + 0,91335 LC$ ,  $r = 0,99069$ ,  $r^2 = 0,98147$ ,  $n = 31$ .



C. Hembras ovígeras  $AC = 0,85175 + 0,82949 LC$ ,  $r = 0,96387$ ,  $r^2 = 0,92905$ ,  $n = 70$ .

Anexo 23. Relación LC/AC en machos de *Munidopsis riveroi* del mar Caribe colombiano. Las líneas punteadas denotan intervalo del 95% de confianza.

