

Macroinfauna bentónica en la plataforma continental del Caribe norte colombiano

Bello-Escobar, S. ^{1*}; Ardila N. ^{2,3}., Núñez-Ricardo, S. ⁴ , Sanjuan-Muñoz, A. ⁵

^{1, 2, 5} Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Grupo de Investigación Dinámica y Manejo de Ecosistemas Marino-Costeros (DIMARCO). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

³ División de Biología Marina, ECOMAR Consultoría Ambiental

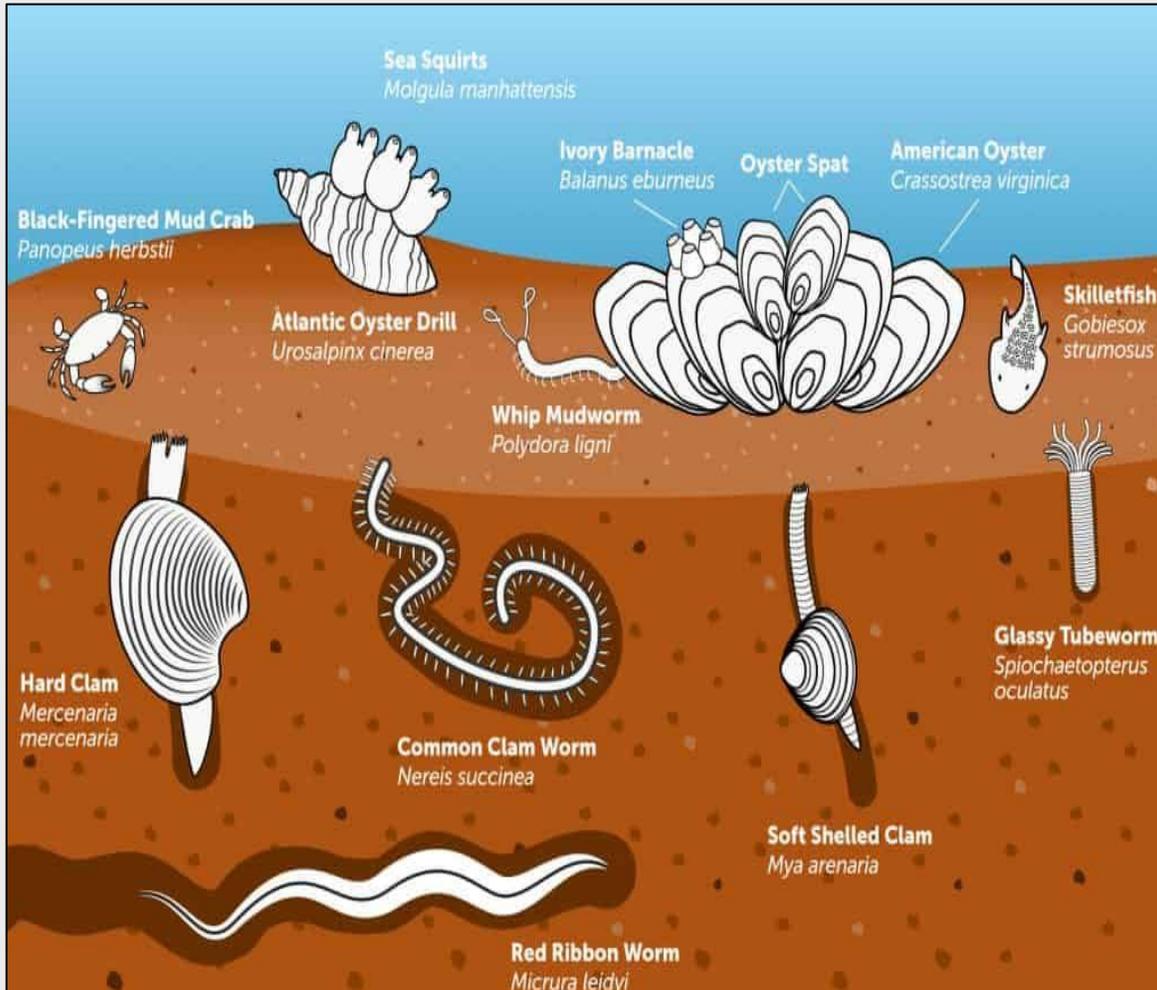
⁴ Grupo de Investigación en Manejo y Conservación de Fauna, Flora y Ecosistemas Estratégicos Neotropicales (MIKU) y Grupo en Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT), Universidad del Magdalena.

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD AMBIENTAL MARINA DEL CARIBE NORTE COLOMBIANO COMO EJES PARA EL DESARROLLO REGIONAL DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA GUAJIRA Y EL MAGDALENA: ANÁLISIS A PARTIR DEL ACOPLE DE LOS COMPONENTES ATMOSFÉRICO, OCEANOGRÁFICO Y BIOLÓGICO

**CONVOCATORIA 748 de COLCIENCIAS
PARA PROYECTOS DE CTeI EN CIENCIAS DEL MAR PARA LA REGIÓN
CARIBE 2016**

Sedimentos (fondos blandos).

(Woodin y Jackson, 1979; Díaz, 2015)



<https://curiosoando.com/infauna-y-epifauna>

INTRODUCCIÓN

Factores determinantes de la composición y la estructura

Las corrientes

El oleaje

El contenido de materia orgánica

Partículas sedimentarias

Salinidad

Temperatura

Oxígeno disuelto



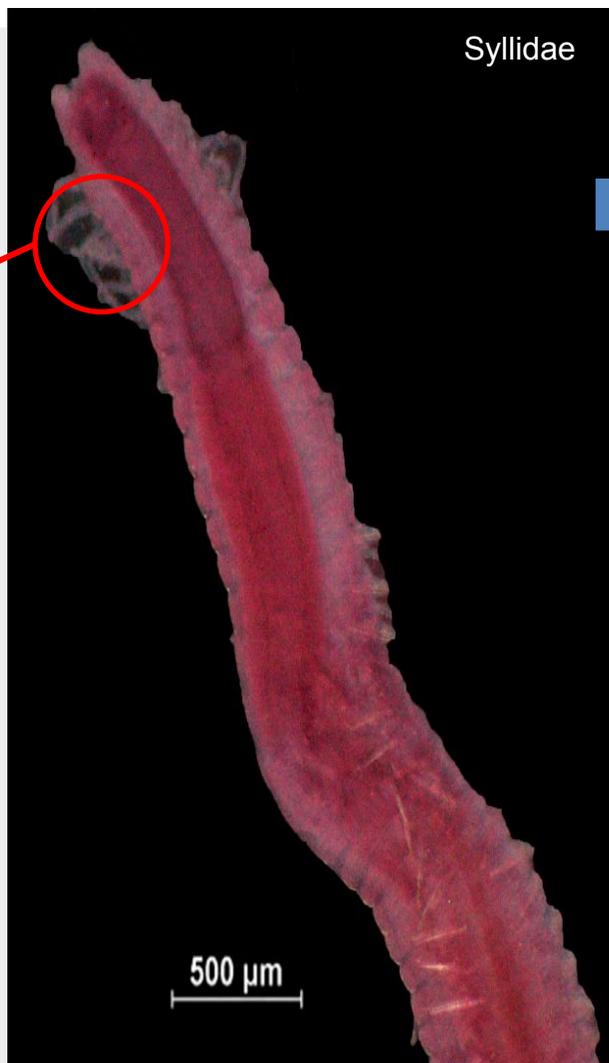
(Sebens, 1991; Parada *et al.*, 1993; Freire *et al.*, 2002).

Importancia de la comunidad macrobentónica infaunal

Contaminantes



Composición, diversidad, abundancia y biomasa.



- ❖ Indicadores de condiciones ambientales locales.
- ❖ Técnica sensible y efectiva de detección de cambios en el ambiente.

Rodríguez Gómez (1979)

Dueñas (1980)

Laverde Catillo y Rodríguez (1987)

Rodríguez Gómez (1988)

Guzmán Alvis y Díaz (1993)

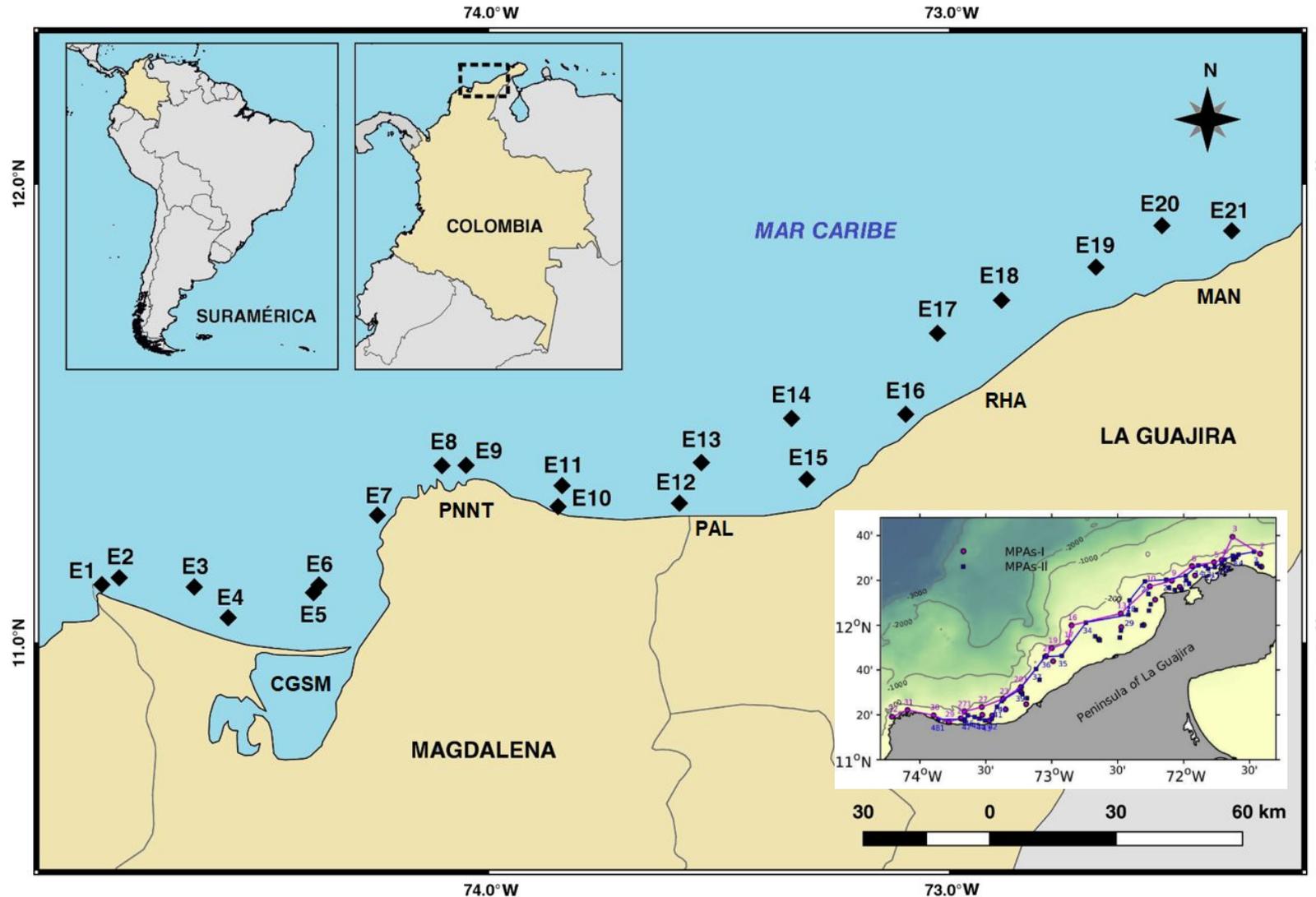
Guzmán Alvis y Solano (1997)

Sánchez Armenta *et al.* (2011)

Barrios *et al.* (2011)

Caracterizar el ensamblaje macrobentónico infaunal asociado a la plataforma continental del Caribe norte colombiano, teniendo en cuenta su relación con las variables fisicoquímicas del agua y de los fondos blandos.

ÁREA DE ESTUDIO



METODOLOGÍA

ÉPOCAS

2018

Época Seca (**SC**): Mayo

Época Lluviosa (**LL**): Noviembre

14 estaciones en seca
15 estaciones en lluviosa
(Paramo et al., 2011; Paramo et al., 2012)

ESTRATOS DE PROFUNDIDAD

Somero (**S**) → 7 a 60 m

Profundo (**P**) → 80 a 150 m

Cuatro masas de agua
(Correa-Ramírez et al., 2020)

FASE DE CAMPO



Embarcación



Colecta de sedimento



Muestra sin tamizar



Tamizaje



Análisis fisicoquímico



Análisis de macrobentos



Datos CTDO

FASE DE LABORATORIO

Sedimentos

METODOLOGÍA



Metales pesados
Mercurio, Cobre,
Cadmio, Cromo, Plomo,
Níquel y Zinc

(Eleftheriou y Mcintyre, 2005)

Macroinfauna bentónica

- ◆ Familia.
- ◆ Biomasa = método de peso húmedo.



Granulometría



Materia orgánica



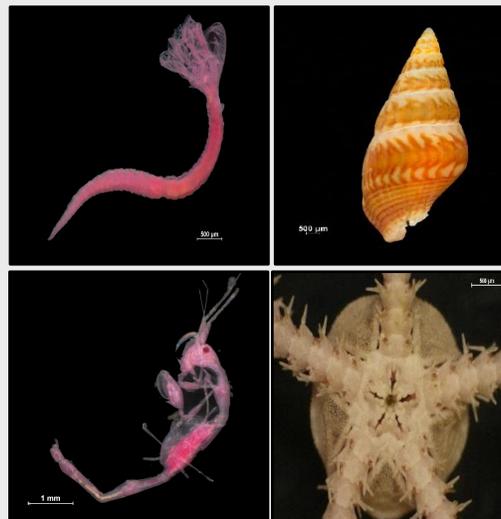
Carbonato de calcio



Lavado de la muestra

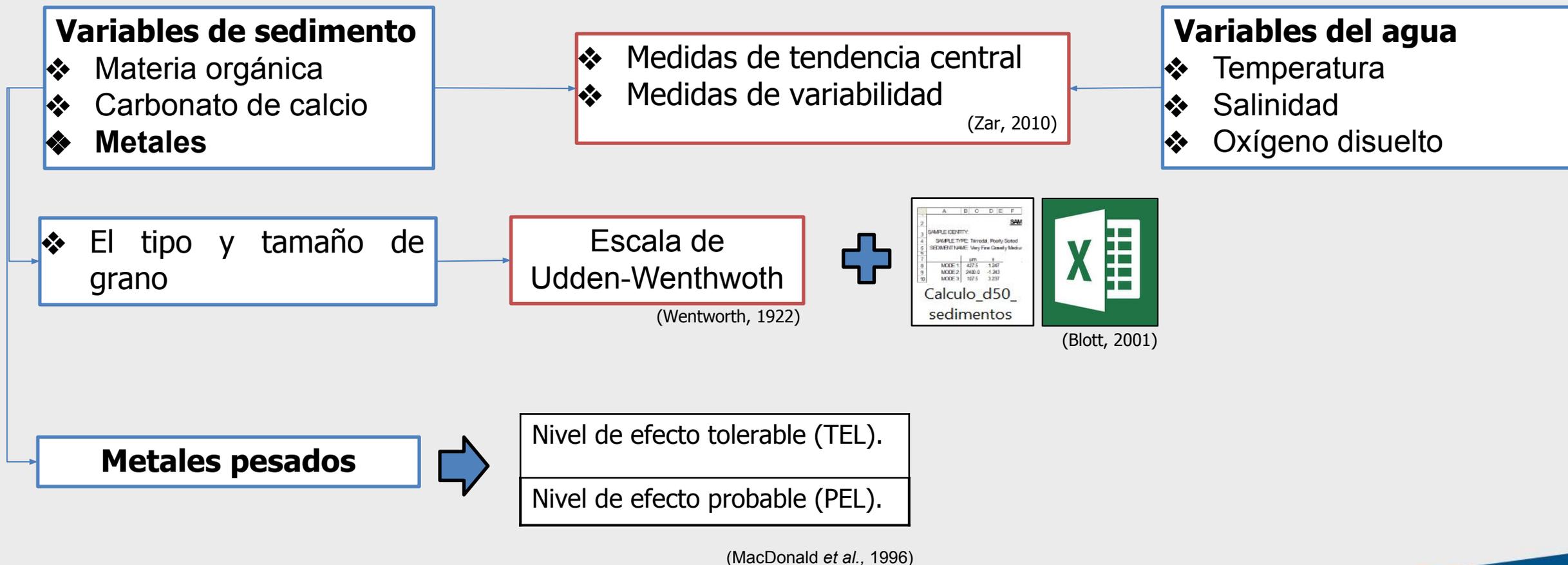


Separación por grupos

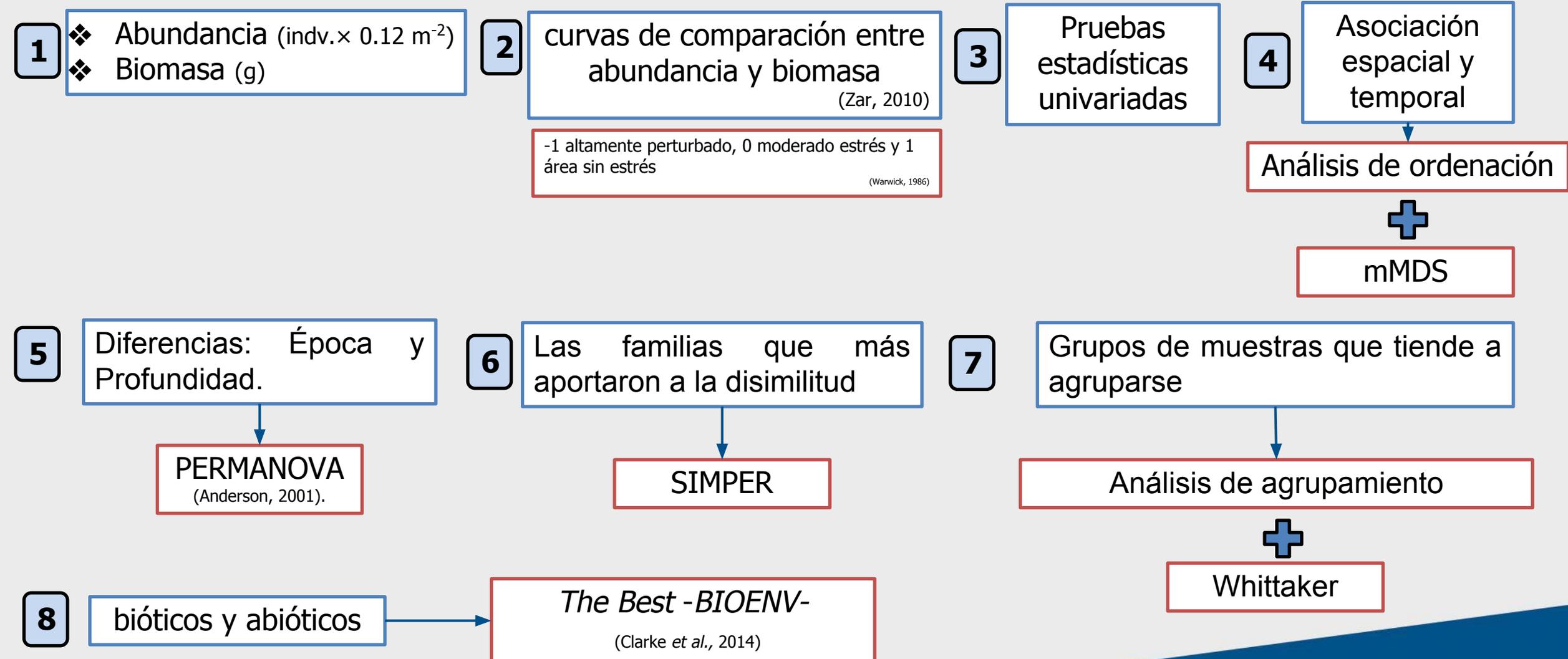


FASE DE GABINETE

Análisis de sedimentos y agua



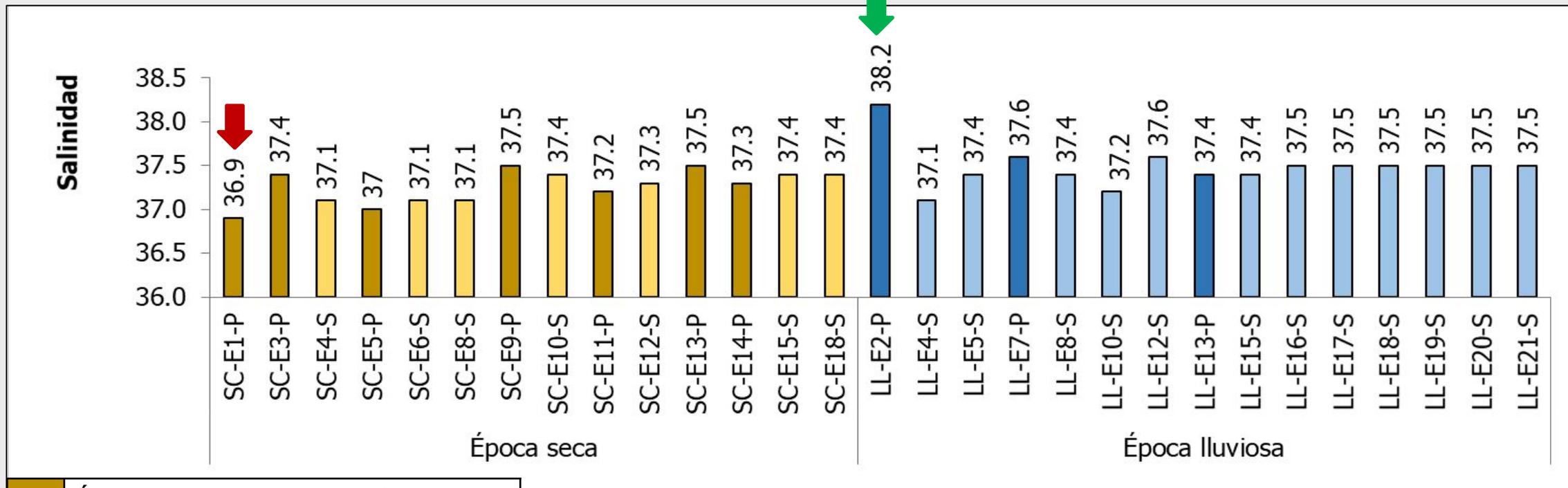
FASE DE GABINETE Análisis del ensamblaje macrobentónico infaunal



Características de la columna de agua

La salinidad

polihalina (>34-38; Knox, 2001)

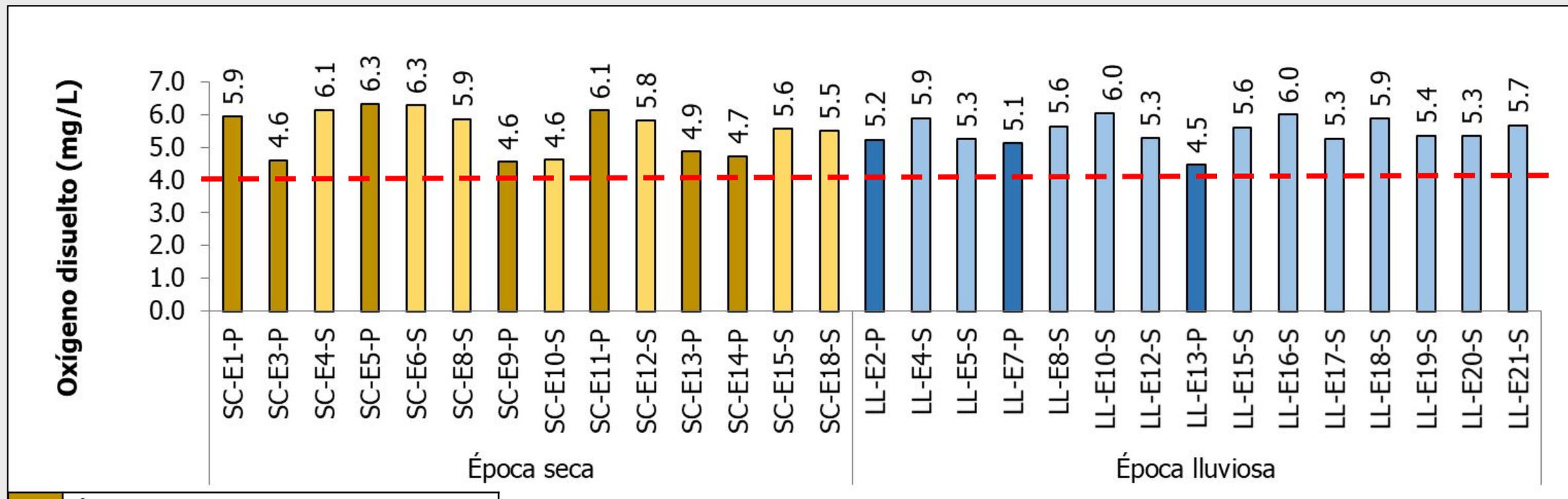


	Época Seca – estrato profundo.
	Época Seca – estrato somero.
	Época Lluviosa – estrato profundo.
	Época Lluviosa – estrato somero.

Características de la columna de agua

Oxígeno disuelto

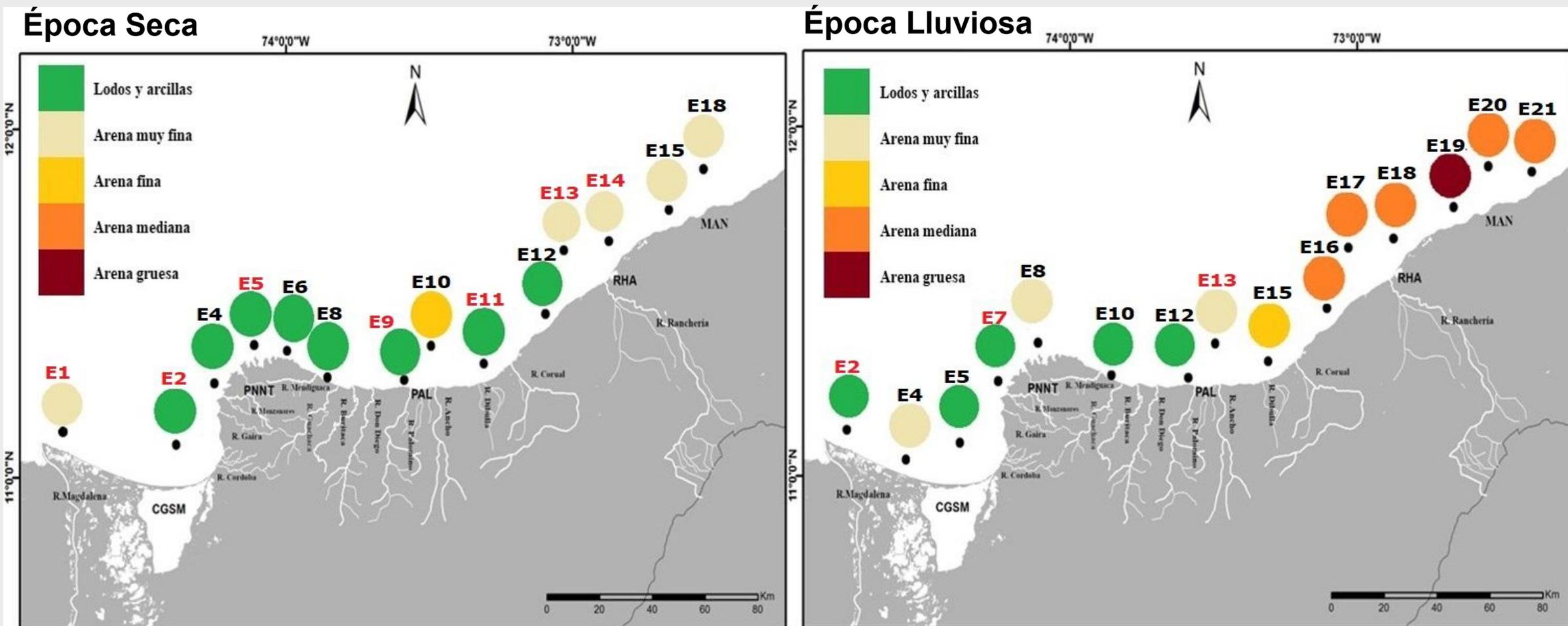
(MinSalud, 1984)



	Época Seca – estrato profundo.
	Época Seca – estrato somero.
	Época Lluviosa – estrato profundo.
	Época Lluviosa – estrato somero.

Decreto 3930 de 2010
Preservación de la flora y fauna marina

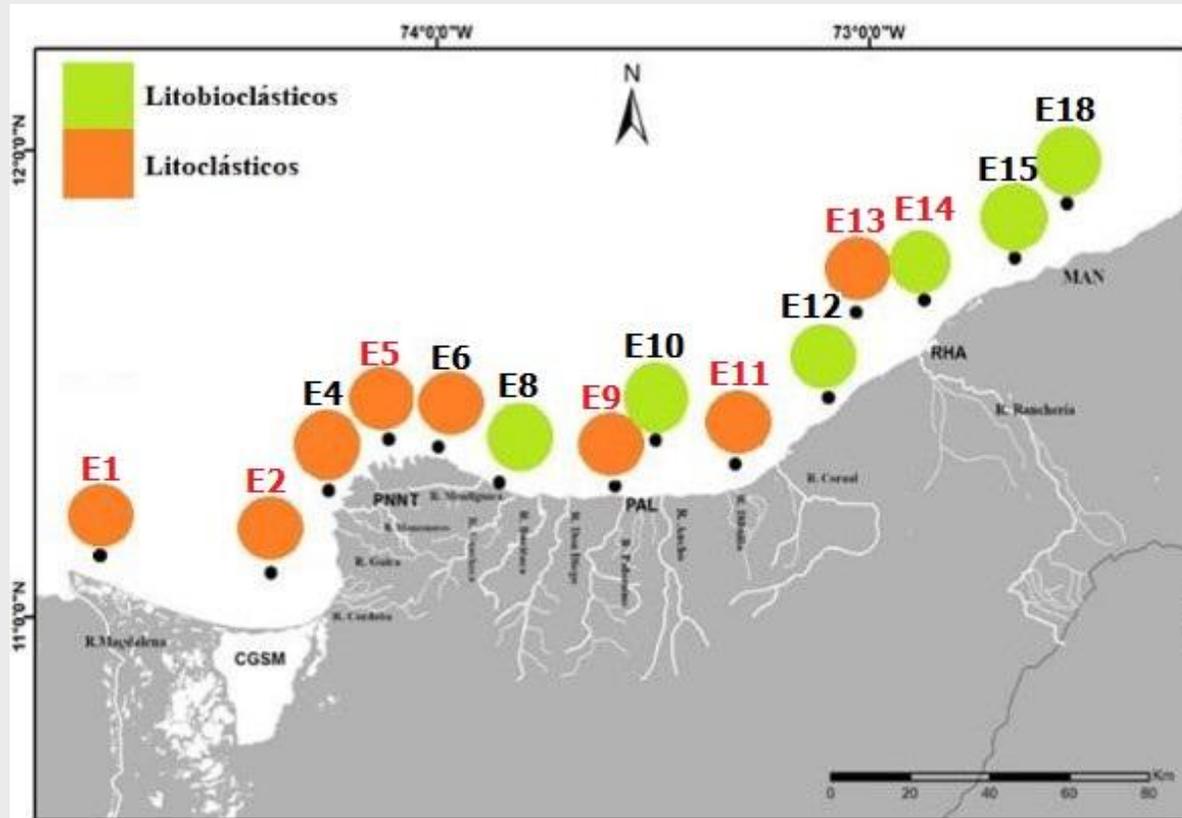
Características físicas y químicas del sedimento



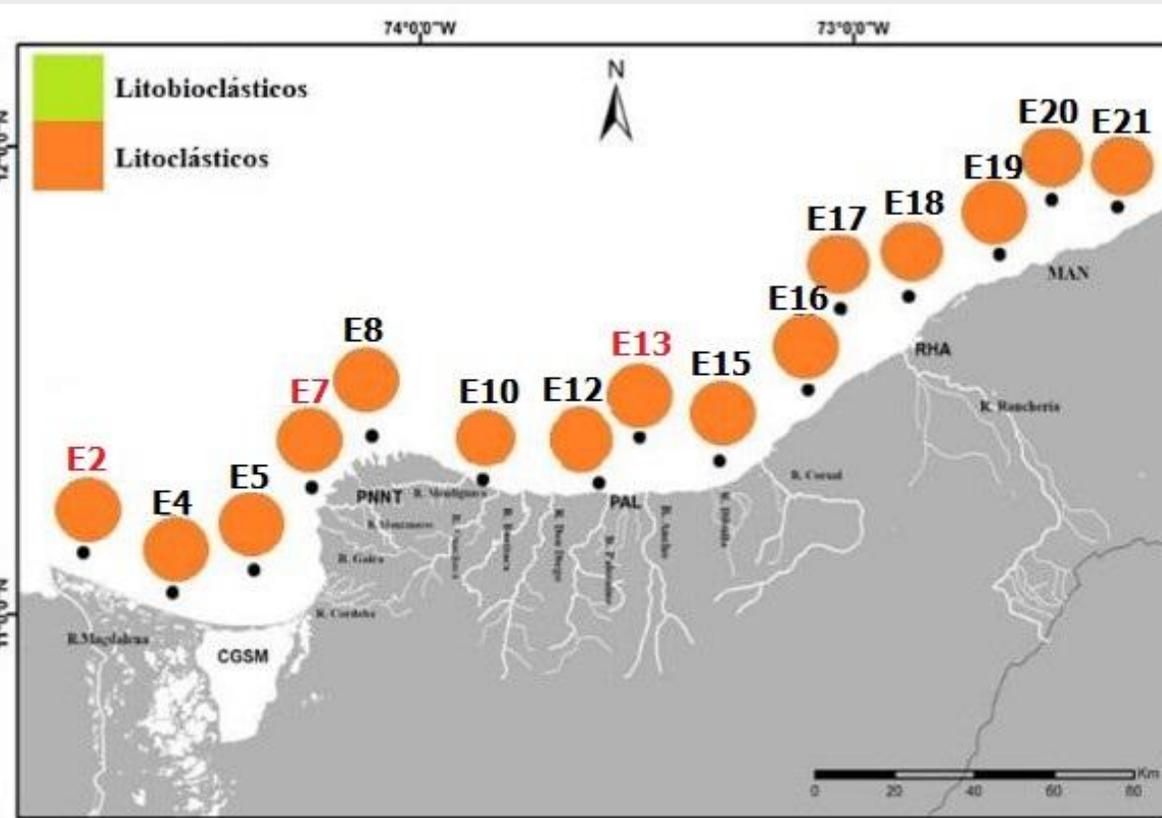
Lodos y arcillas (cieno o limos) en las muestras evaluadas (44.8 %).

Carbonato de Calcio (Cc)

Época seca



Época Lluviosa



CORPOGUAJIRA e INVEMAR (2012)
 Rangel-Buitrago y Idarraga-García (2010)
 Paramo *et al.* (2012)

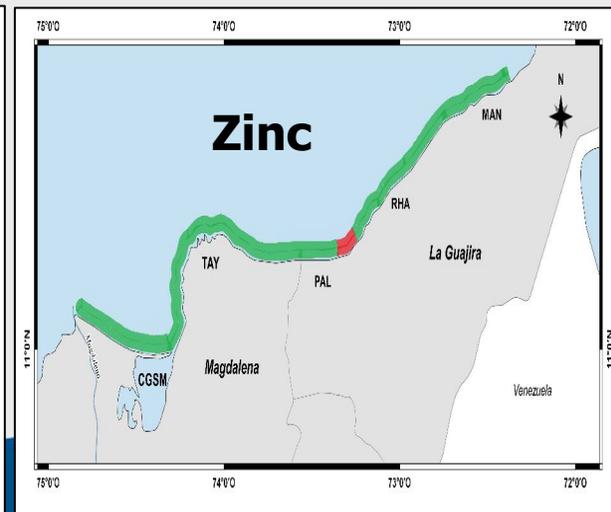
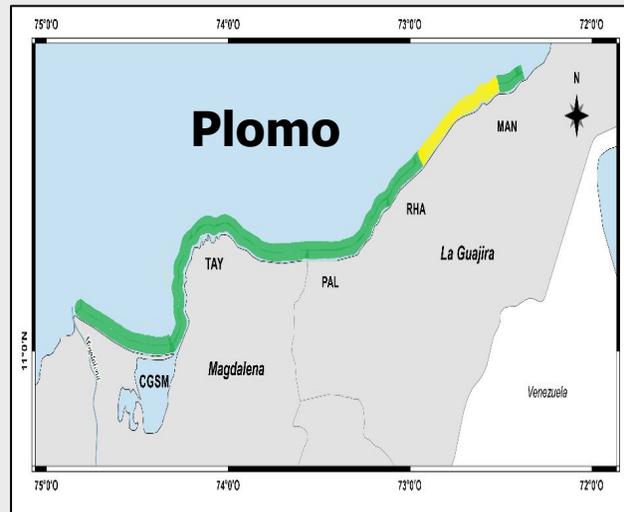
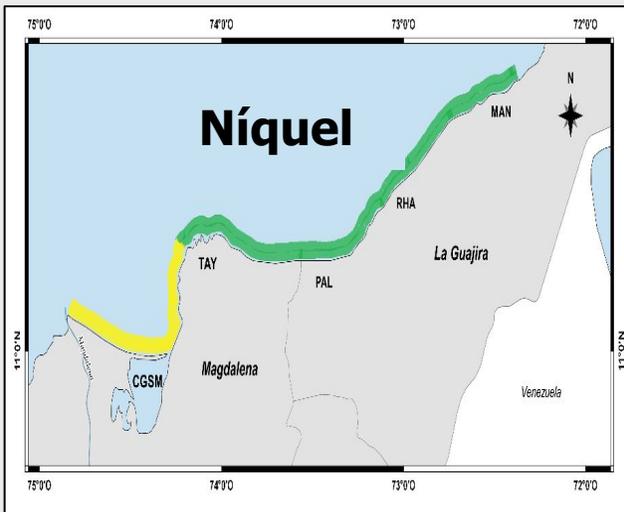
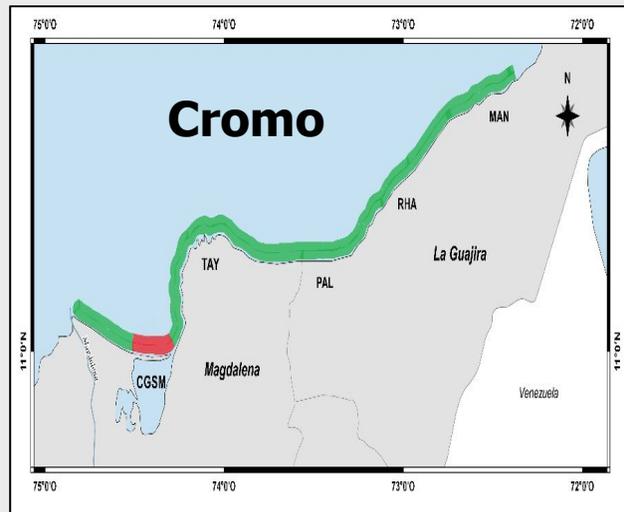
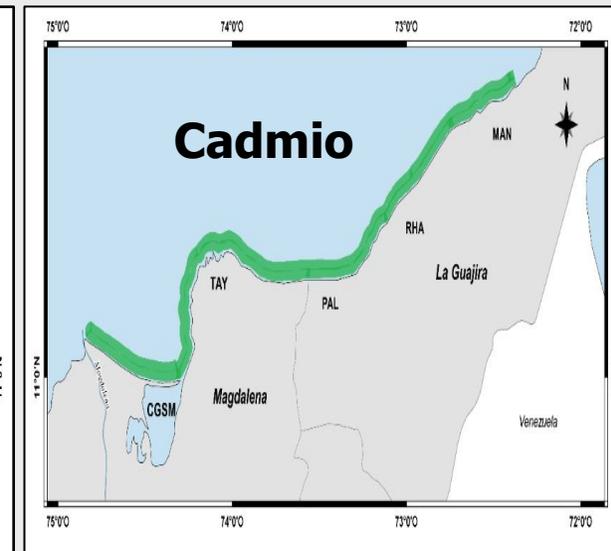
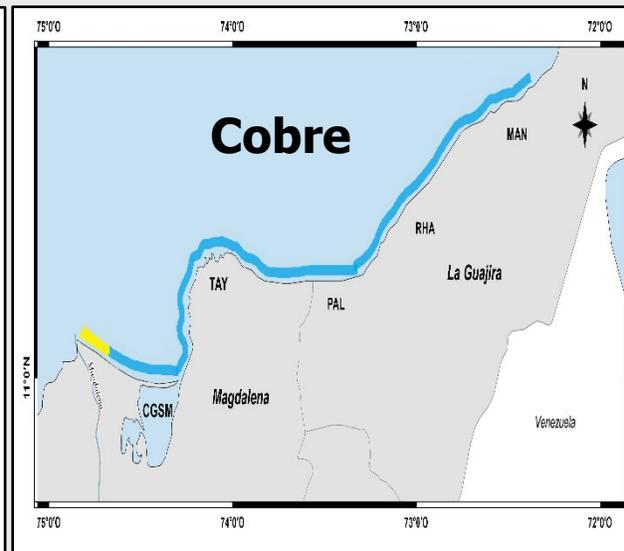
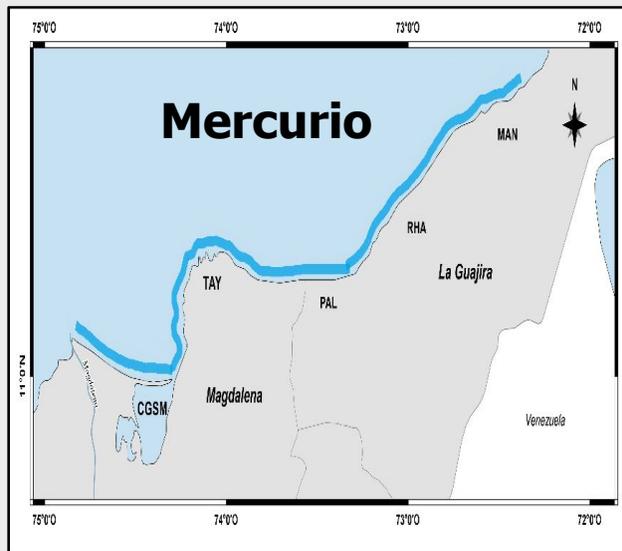
Litoclástico

Características químicas del sedimento

Metales pesados

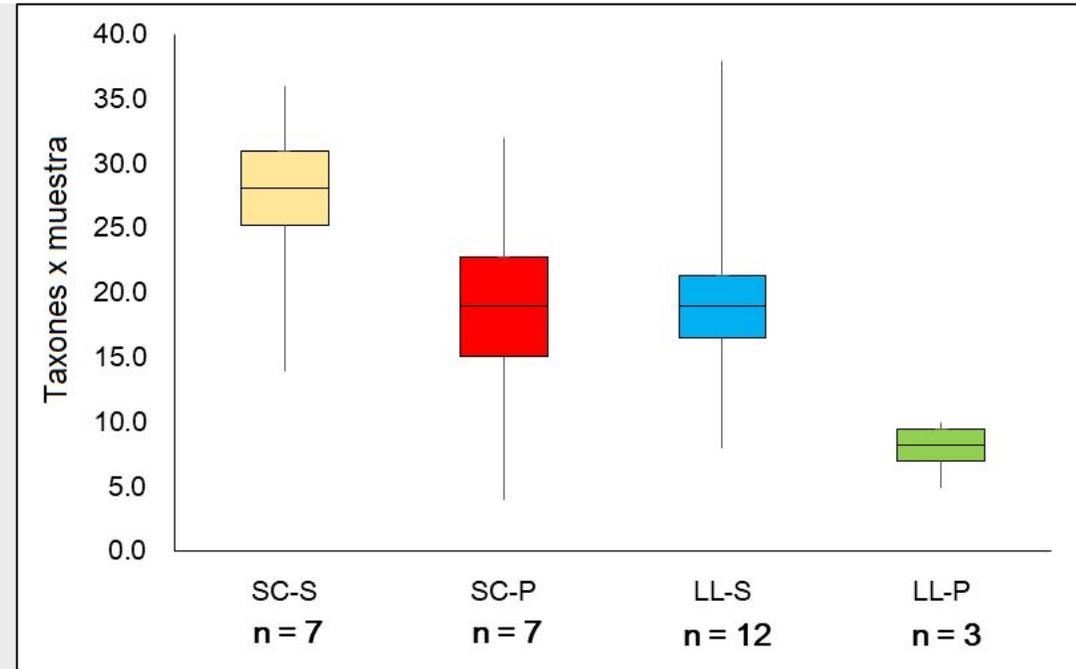
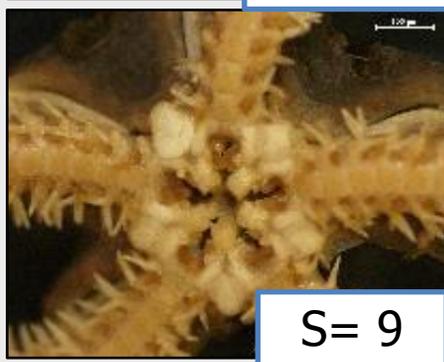
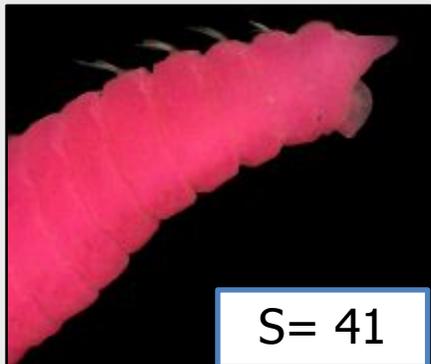
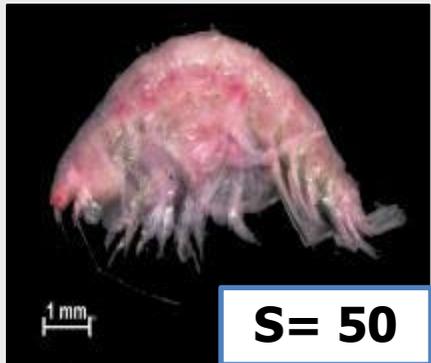
-  Límite de detección del equipo.
-  Menor al nivel de efecto tolerable (<TEL).
-  Mayor al nivel de efecto tolerable (>TEL).
-  Mayor al nivel de efecto probable (>PEL)

MacDonald, 1996



Composición del ensamblaje

129 taxones
(117 familias y 12 morfotipos)



Número de taxones (taxones × muestra). Promedio (línea horizontal) ± error estándar (rectángulo vertical). Valores máximos y mínimos (líneas verticales).

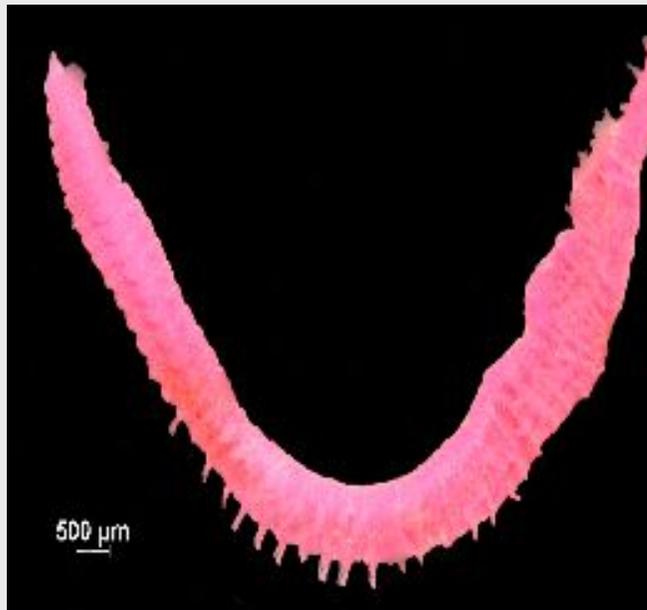
Variable	Prueba	Factor	Estadístico	P	G.L.
S	ANOVA 2 vías	Época	8.79	0.007	1
		Profundidad	9.81	0.004	1
		Interacción	0.01	0.920	1, 25

Composición del ensamblaje

Estandarización: área de 0.1 m².

Gotelli and Colwell (2001) y Cox *et al.* (2017)

Autor	Lugar	Taxones × 0.1 m ⁻²
Guzmán Alvis y Díaz (1993)	Santa Marta / Golfo de Salamanca	2.5
Córdoba (1997)	Bahía del Rodadero- Pozos Colorados	3.1
Trujillo <i>et al.</i> (2009)	La Guajira	3.6
Este estudio (2018)	Magdalena, La Guajira	129



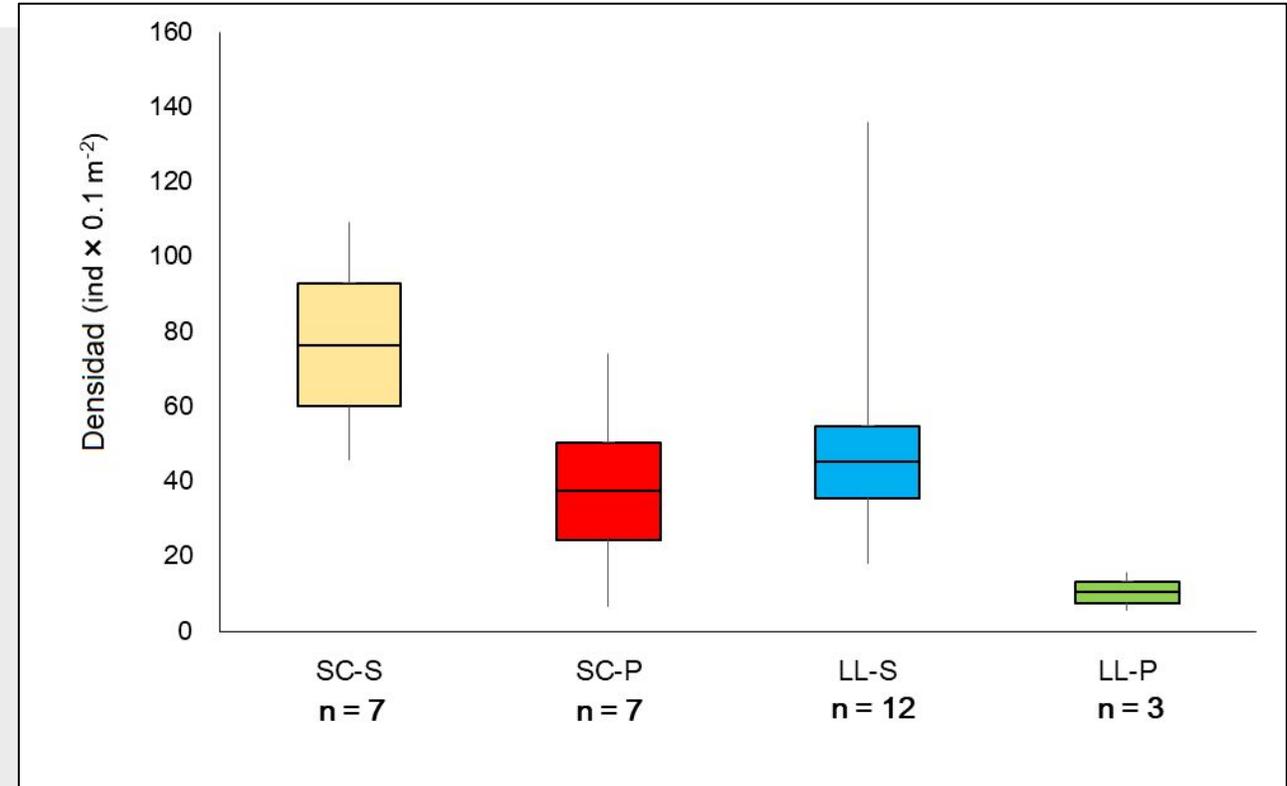
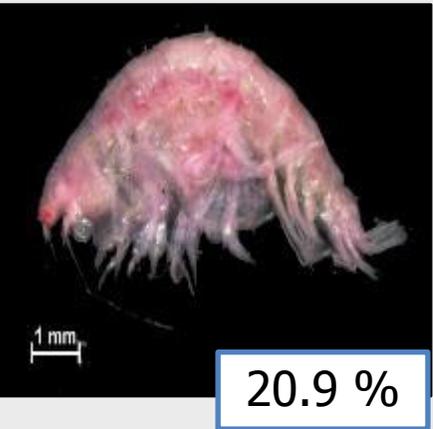
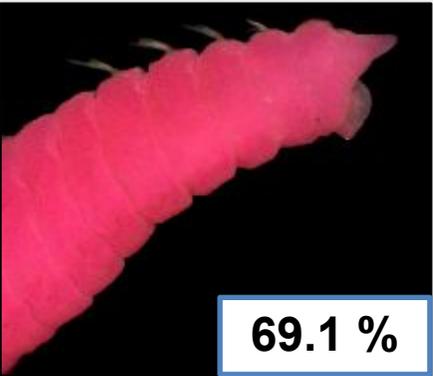
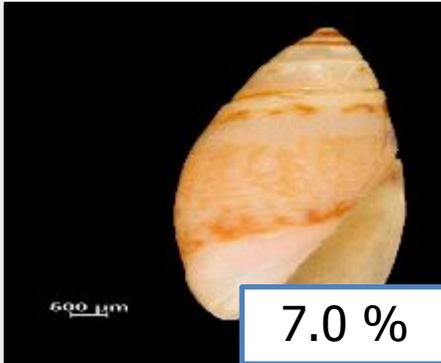
✓ Absorben sustancias de la descomposición de la MO
(Cuomo, 1985).

✓ Estadio larval planctónico
(Cuomo, 1985)

Bioacumulan, disminuyen o aumentan la abundancia.
(Fernández Rodríguez y Londoño Mesa, 2015)

Abundancia del ensamblaje

1649 individuos
(47.4 ± 6.9 ind \times
 0.1 m^{-2})



Densidad promedio (ind \times 0.1 m^{-2}). Promedio (línea horizontal) \pm error estándar (rectángulo vertical). Valores máximos y mínimos (líneas verticales).

Variable	Prueba	Factor	Estadístico	P	G. L.
N	ANOVA 2 vías	Época	7.72	0.010	1
		Profundidad	13.76	0.001	1
		Interacción	0.81	0.377	1, 25

Abundancia del ensamblaje

Autor	Lugar	Profundidad (m)	Colector	# de individuos / 0.1 m ²
Córdoba (1997)	Bahía del Rodadero- Pozos Colorados	14 a 62	Draga van veen	468.19
Mejía y Chacín (1999)	Inmediaciones del río Gaira	1 a 6	Draga van veen	132.60
Gúzman-Alvis and Solano (1997)	Mingeo-La Guajira	6 a 22	Draga van veen	166.33
Este estudio (2018)	Magdalena y La Guajira	7 a 150	Draga van veen	47.4

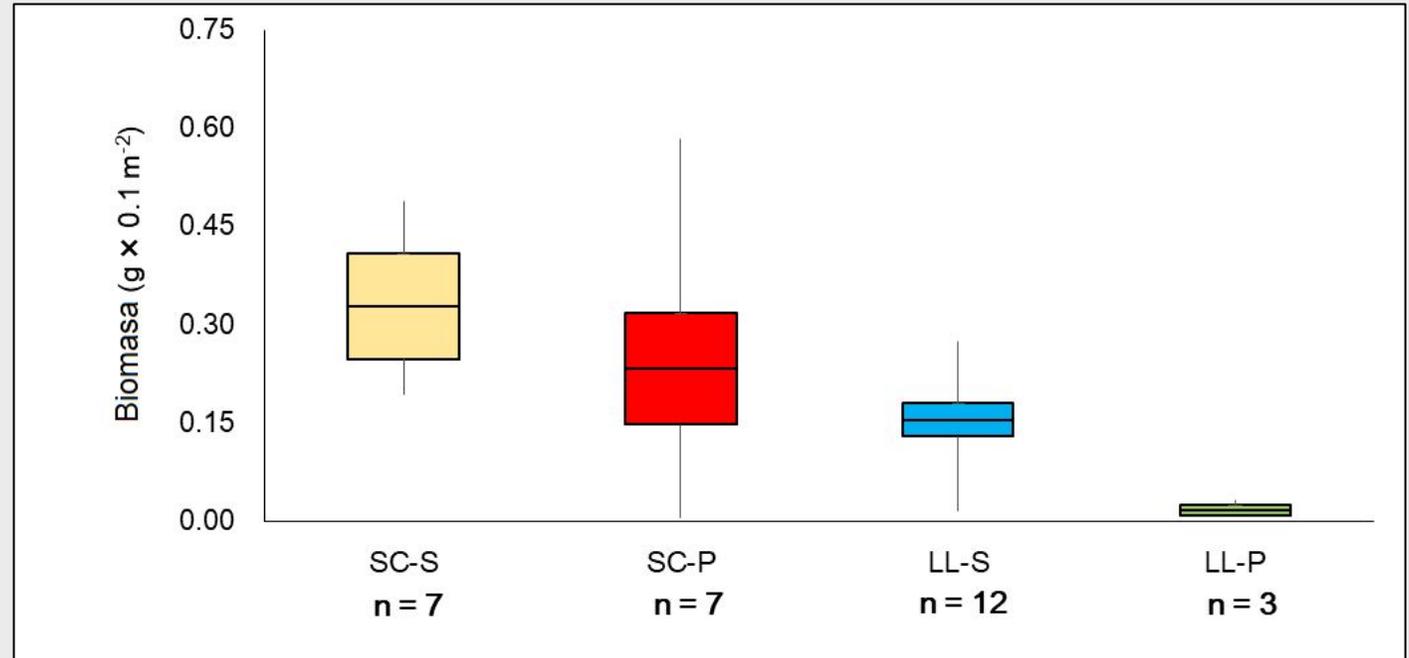
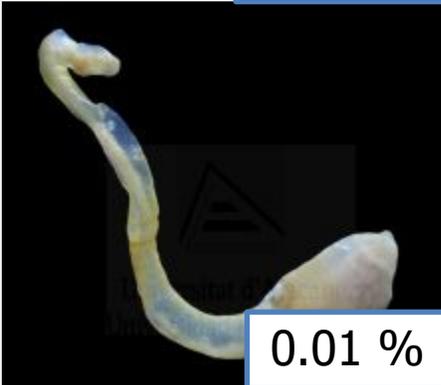
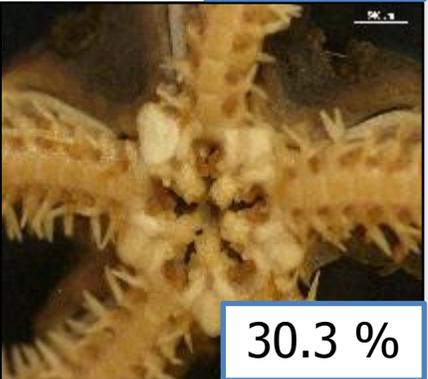
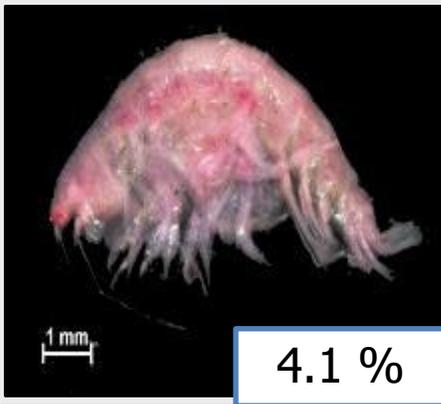
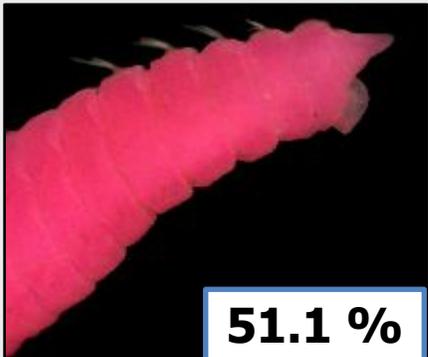
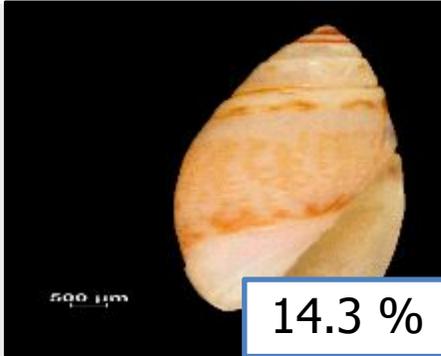


Disponibilidad de recurso (alta productividad).

(López, 1997; Pearson y Rosenberg, 1987; Margalef, 1989),

Biomasa del ensamblaje

6.1 g
($0.18 \pm 0.03 \text{ g} \times 0.1 \text{ m}^{-2}$)



Biomasa húmeda ($\text{ind} \times 0.1 \text{ m}^{-2}$). Promedio línea horizontal, EE rectángulo vertical y valores máximos y mínimos líneas verticales.

Variable	Prueba	Factor	Estadístico	P	G. L.
B	ANOVA 2 vías	Época	5.69	0.025	1
		Profundidad	7.94	0.009	1
		Interacción	0.05	0.086	1, 25

Biomasa del ensamblaje

Autor	Sector	Tipo de colector	$g \times 0.1 m^{-2}$
Córdoba (1997)	Rodadero y Pozos Colorados	Draga van veen	3.9
Gúzman-Alvis and Solano (1997)	Mingeo-La Guajira	Draga van veen	0.2
Trujillo <i>et al.</i> (2009)	La Guajira	Draga van veen	0.4
Este estudio (2018)	Magadelan y La Guajira	Draga van veen	0.18 ± 0.03



Corriente del río Gaira y posiblemente los desechos urbanos

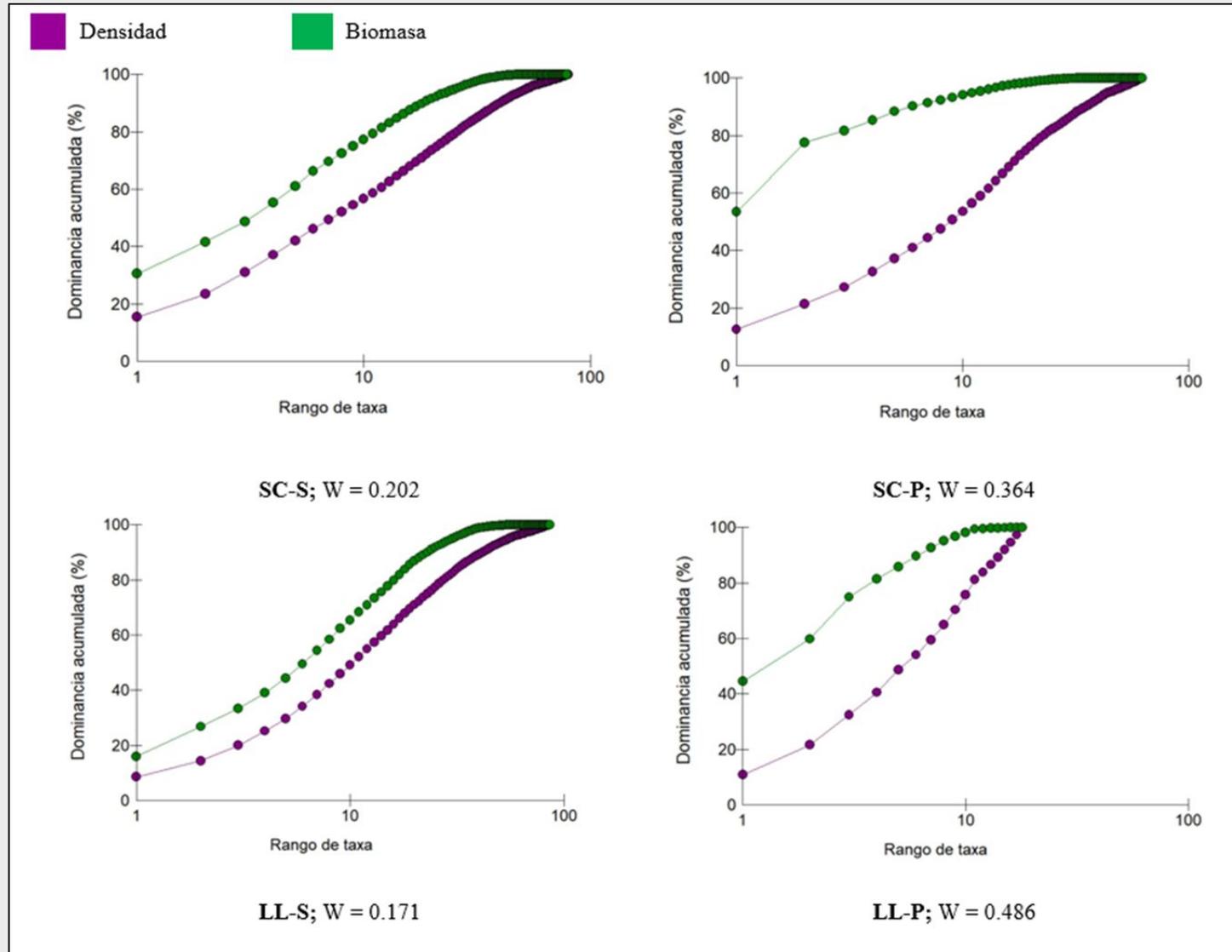


Cercanas a fuentes con alta carga orgánica (ríos o aguas residuales industriales)

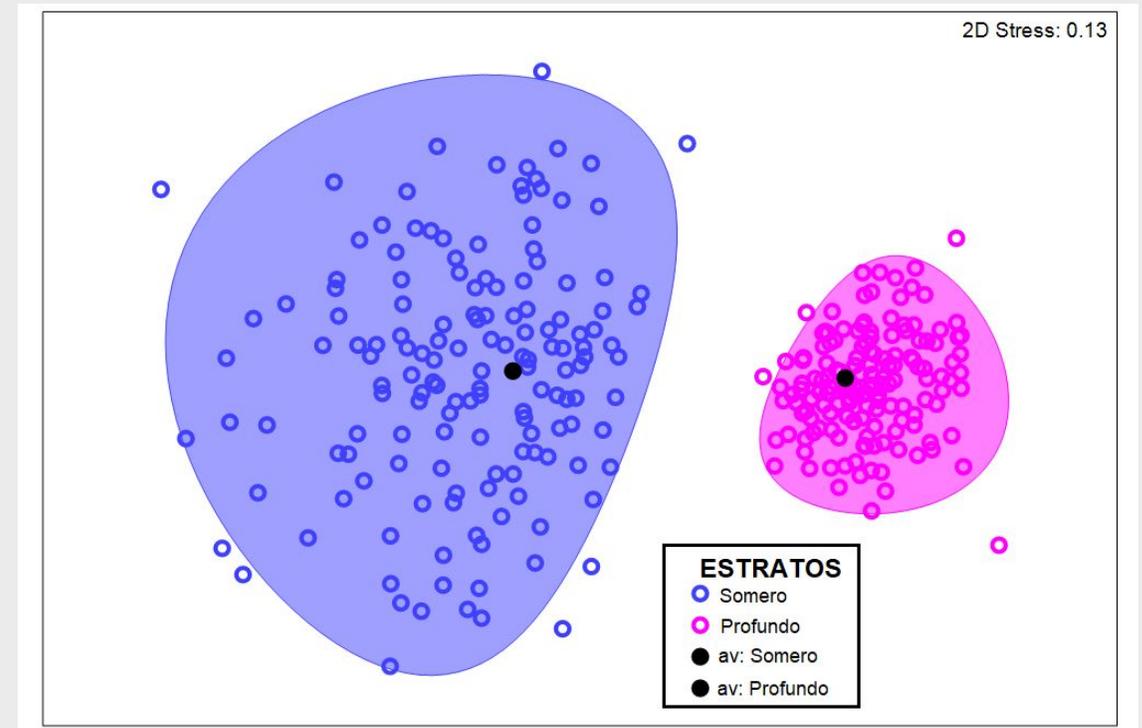
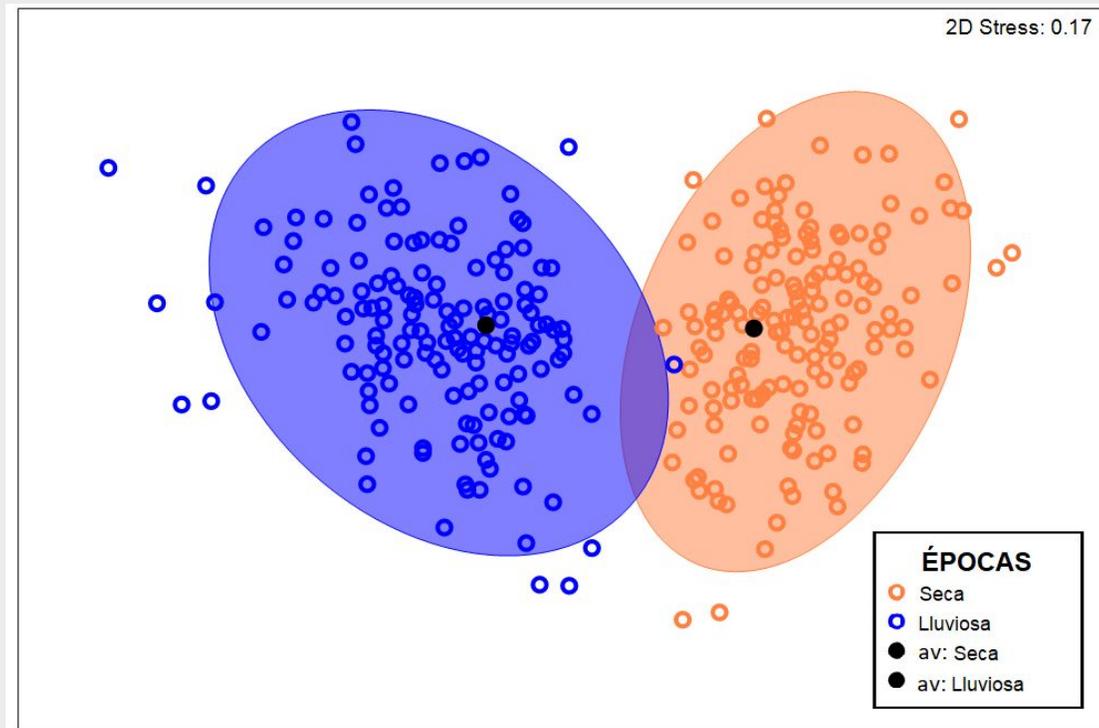
Curva de abundancia y biomasa

Biomasa

Abundancia



Asociaciones biológicas

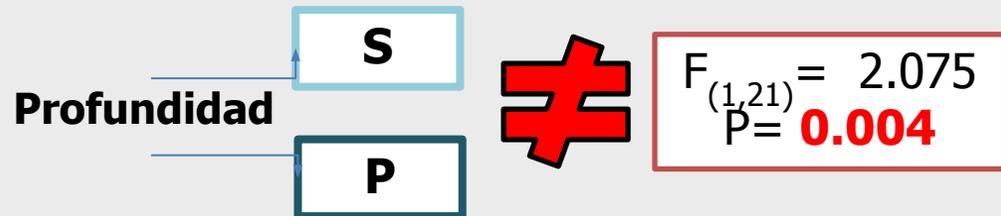
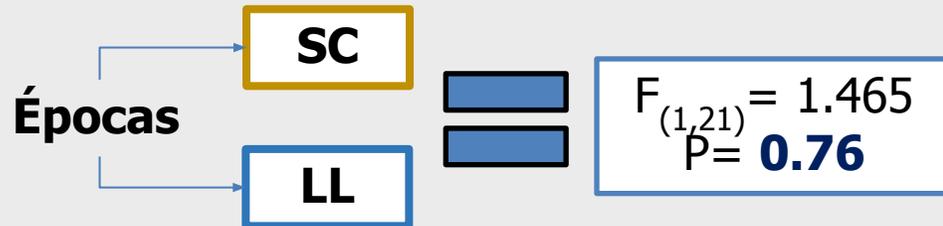


Ordenación del escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de los promedios de bootstraps (95 %) de los centroides de épocas (a) y profundidades (b) para el ensamblaje de la macroinfauna.

Ensamblaje macrobentónico infaunal

Análisis multivariado

PERMANOVA



SIMPER

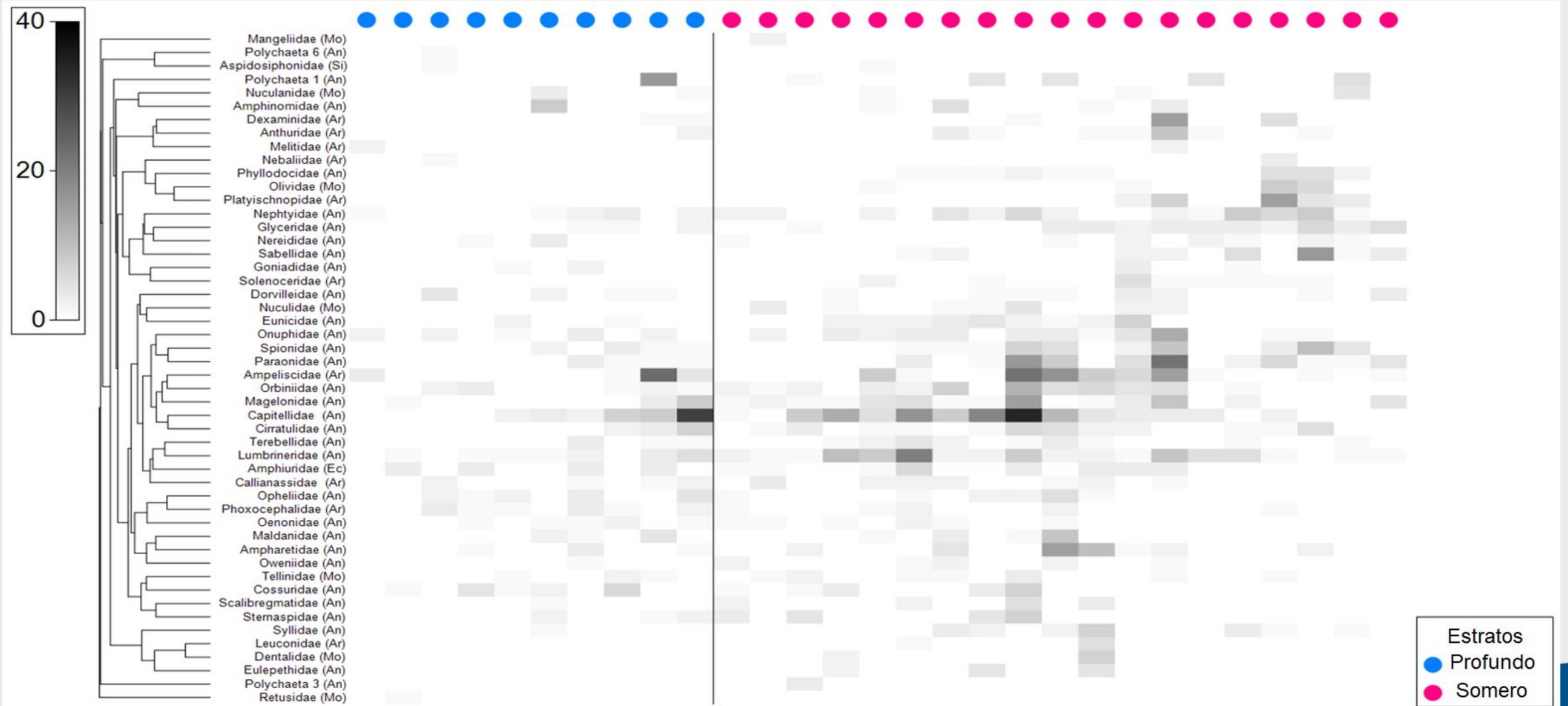
Total: 50 taxas

promedio de disimilitud de 81.3 %.

Familia	Contribución
Capitellidae	9.1 %
Ampeliscidae	5.2 %
Lumbrineridae	5.12 %

- Guzmán Alvis *et al.* (2001)
- Sánchez Armenta *et al.* (2011)
- Barrios *et al.* (2011)

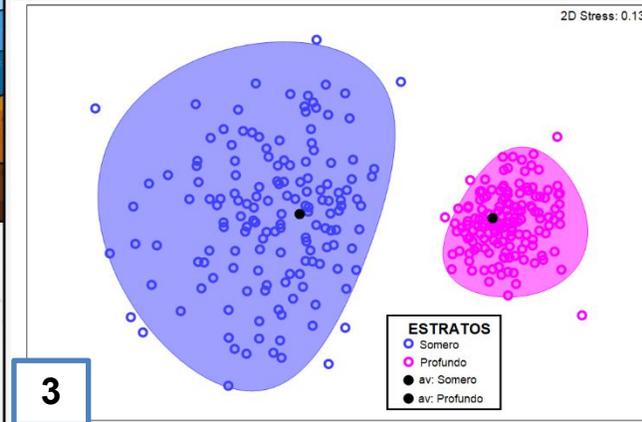
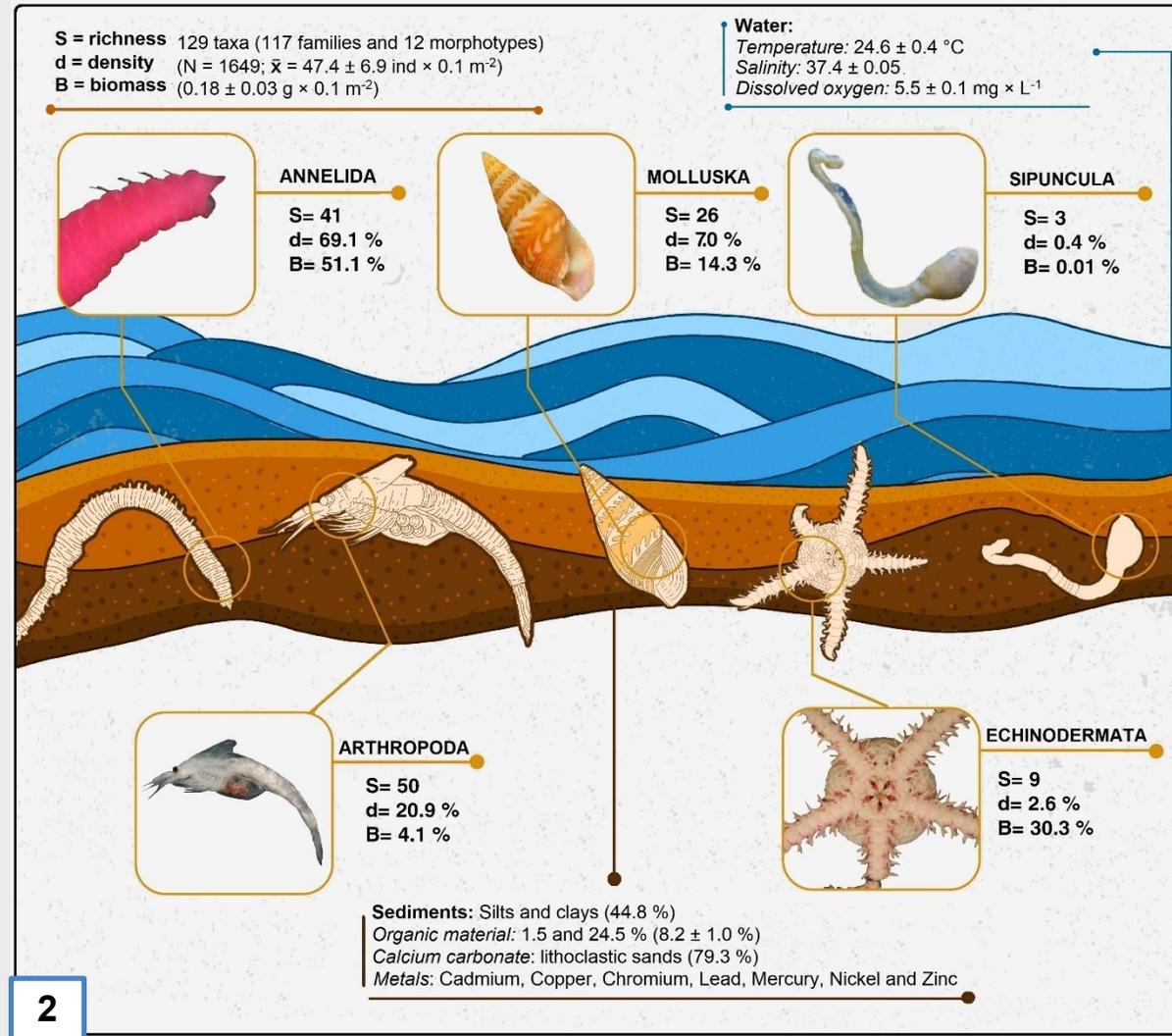
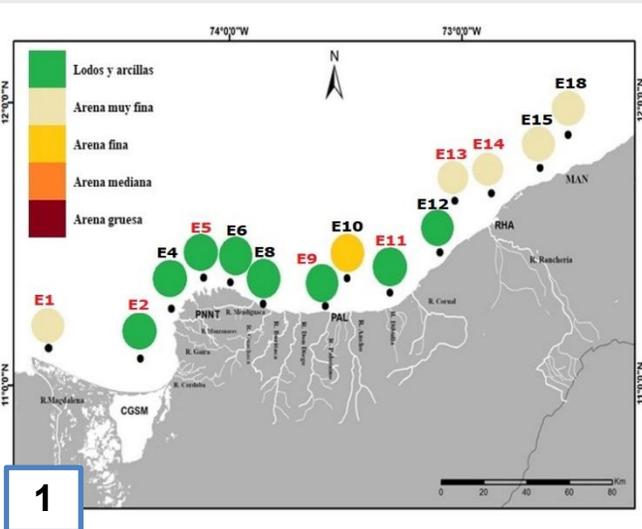
Ensamblaje macrobentónico infaunal



Relación variables abióticas con bióticas

Combinación de ocho (8) variables que son consideradas en las 10 mejores correlaciones armónicas de Spearman (ρ_w).

ρ_w	Salinidad	Temperatura	Materia orgánica	Carbonato de calcio	Tamaño medio del grano	Arena mediana	Lodos y arcillas	Pb	Zn	Ni
0.584	x	x		x	x		x			
0.576	x	x		x	x	x	x			
0.570	x	x		x		x	x			
0.570	x	x	x	x	x	x				
0.569	x	x		x			x			
0.568	x	x	x	x	x		x			
0.565	x	x		x	x		x	x		
0.564	x	x		x	x		x		x	
0.561	x	x	x	x		x	x			
0.561	x	x		x	x		x			x



- Barrios, E., Trujillo, C. y Sánchez-Armenta, T. (2011). Macroinfauna asociada a fondos blandos en el costado sur de la bahía de Taganga, Caribe colombiano durante la época de lluvias. *Intropica*. 6(1), 71-88.
- Córdoba, T.M. (1997). Macrofauna bentónica asociada a fondos blandos de la plataforma continental de Pozos Colorados y el Rodadero, Caribe colombiano. (Tesis de pregrado no publicada). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta.
- Correa-Ramírez, M., Ricaurte, C., Rodríguez-Santana, A. and Paramo, J. (2020). The Southern Caribbean upwelling system off Colombia: Water masses and mixing processes. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 155, 103145. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2019.103145>.
- CORPOGUAJIRA & INVEMAR. (2012). Atlas marino costero de La Guajira. Santa Marta, Colombia: Serie de Publicaciones Especiales de Invenmar.
- Cuomo, C. (1985). Sulphide as a larval settlement cue for *Capitella* sp I. *Biogeochemistry* 1(2), 169–181.
- Eleftheriou, A. and McIntyre, A. (2005). *Methods for the study of marine benthos*, third ed. Blackwell Science.
- Establier, R., Blasco, J., Gómez, A. y Escobar, D., (1984). Materia orgánica en los sedimentos de la bahía de Cadíz y las zonas de marismas y salinas. *Invest. Pesq.* 48, 285-301.
- Fernández-Rodríguez, V. y Londoño-Mesa, M. (2015). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) como indicadores biológicos de contaminación marina: casos en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 18(1), 189-204.
- Freire, J., Bernárdez, C., Corgos, A., Fernández, L., González-Gurriarán, E., Sampedro, M.P. and Verísimo, P. (2002). Management strategies for sustainable invertebrate fisheries in coastal ecosystems of Galicia (NW Spain). *Aquat. Ecol.* 36(1), 41-50.
- Gúzman-Alvis, A. y Díaz, J. (1993). Distribución espacial de la taxocenosis anelida-mollusca en la plataforma continental del golfo de Salamanca, Caribe colombiano. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín.* 22, 45-59. [10.25268/bimc.invenmar.1993.22.0.406](https://doi.org/10.25268/bimc.invenmar.1993.22.0.406).
- Guzmán-Alvis, A. y Solano, O. (1997). Estructura de la taxocenosis Annelida-Mollusca en la región de Mingueo, La Guajira (Caribe colombiano). *Bol. Invest. Mar. Cost.* 26, 35-52. [10.25268/bimc.invenmar.1997.26.0.362](https://doi.org/10.25268/bimc.invenmar.1997.26.0.362).
- Knox, G.A. (2001). *The ecology of seashore*. CRC Press, Boca Ratón.
- Kang, T., Qiumei, W., Peng, L., Wenyou, H., Biao, H., Bin, S., Yunqiao, Z., Bong-Oh, K., Kyungsik, C., Jongseong, R. Jong, S. andTieyu, W. (2020). Ecological risk assessment of heavy metals in sediments and water from thecoastal areas of the Bohai Sea and the Yellow Sea. *Environ. Int.* 136, 105512. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105512>
- Laverde-Castillo, J.J. y Rodríguez-Gómez, H. (1987). Lista de los poliquetos registrados para el Caribe colombiano, incluyendo comentarios sobre su zoogeografía. *An. Inst. Invest. Mar. Punta de Betín.* 17, 95-112. [10.25268/bimc.invenmar.1987.17.0.458](https://doi.org/10.25268/bimc.invenmar.1987.17.0.458).
- López, A. (1997). Caracterización espacio-temporal de la taxocenosis Mollusca-Crustacea-Echinodermata, en la ensenada de Pozos Colorados y sectores aledaños, Caribe colombiano. (Tesis de pregrado no publicada). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta.
- MacDonald, D.D., Carr, R.S., Calder, F.D., Long, E.R. and Ingersoll, C.G. (1996). Development and evaluation of sediment quality guidelines for Florida coastal waters. *Ecotoxicology*, 5(4), 253-278. <https://doi.org/10.1007/BF00118995>.
- Margalef, R., 1989. *Biología*. Ediciones Omega S.A., Barcelona.
- Mejía, I. y Chacín, T. (1999). Caracterización de la macrofauna de fondos blandos en la zona adyacente a la desembocadura del río Gaira, bahía el Rodadero, y su relación con los contenidos de materia orgánica durante septiembre de 1997-enero de 1998. (Tesis de pregrado no publicada). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta.
- MinSalud (Ministerio de Salud y Protección Social). (2010). Decreto No. 3930 del 25 de octubre de 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III - Libro II del decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Bogotá. 29 p.
- Navarro, E. y Sabater, S. (2004). Contaminación de los ríos por metales pesados. *Investigación y Ciencia* 336, 26-31.
- Parada, J., Lastra, M., Sánchez, A. y Mora, J. (1993). Ecología descriptiva de la macrofauna bentónica de un área afectada por dragados periódicos próxima al puerto de Santander. *Revista IEO*, 391-398.
- Paramo, J., Correa, M. y Núñez, S. (2011). Evidencias de desacople físico-biológico en el sistema de surgencia en La Guajira, Caribe Colombiano. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 46(3), 421-430. [http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572011000300011](https://doi.org/10.4067/S0718-19572011000300011).
- Paramo, J., Espinosa, L., and Posada, B., Núñez, S. y Benavides, S. (2012). Spatial Distribution of Sediments in the Northern Zone of the Colombian Caribbean. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 41(1), 9-28.
- Parsons, T., Talajashi, M. and Hargrave, B. (1984). *Biological oceanographic processes*, third ed. Pergamon Press, New York.
- Pearson, T.H. and Rosenberg, R. (1978). Feast marine and famine: structuring factors in marine benthic communities. In: Gee, J., Giller P.S. (Eds.), *Organization of communities past and present. The 27th symposium of the British Ecological Society Aberystwyth 1986*. Blackwell scientific publications, London, pp. 373-391.
- Rangel-Buitrago, N. y dárrega-García, J. (2010). Geología general, morfología submarina y facies sedimentarias en el margen continental y los fondos oceánicos del mar Caribe colombiano. En: INVEMAR (Ed.), *Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano*. INVEMAR, Santa Marta, Colombia, Publicaciones especiales No. 20, pp. 29-52.
- Rodríguez-Gómez, H. (1979). Poliquetos de aguas someras colectados en las islas del Rosario. *An. Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*, 11, 27-29.
- Rodríguez-Gómez, H. (1988). Contribución al conocimiento de los anélidos (Annelida: Polychaeta) de aguas someras en la Bahía de Nenguange, Parque Nacional Natural Tayrona. *Acta Cient. Tecnol. INDERENA*, 2: 403-443.
- Sánchez-Armenta, T., Trujillo-Arcila, C. y Barrios-Vásquez, E. (2011). Las comunidades macrobentónicas asociadas a fondos blandos en el costado sur de la bahía de Taganga, Caribe Colombiano, durante la época seca. *Intropica* 6(1), 89-100.
- Sebens, K.P. (1991). Habitat structure and community dynamics in marine benthic systems. *Habitat Structure*, 1, 211-234.
- Solano, O., Cortés, F y Ruíz-López, J. (2001). *Ambientes y Comunidades de Fondos Blandos*. Gorgona Marina, 65-77.
- Trujillo, C., Sosa, Z. y Linero, K. (2009). Estructura de la macroinfauna asociada a los fondos blandos del Caribe norte colombiano. *Intropica* 4, 101–112.
- Warwick, R. (1993). Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations *Austral Ecol.* 18, 63-80. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00435.x>.
- Wentworth, C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.* 30, 377-392. <https://www.jstor.org/stable/30063207>.
- Zar, J.H. (2010). *Biostatistical analysis. Upper Saddle River*. Prentice-Hall, New York.



GRACIAS

200 μ m

500 μ m

0.5 mm

500 μ m

1 mm

1 mm

1000 μ m