

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**ASOCIACIONES ENTRE EPIBIONTES Y LOS OCTOCORALES *PLEXAURA FLEXUOSA* Y *PLEXAURA HOMOMALLA* (CNIDARIA, OCTOCORALLIA) EN DOS LOCALIDADES DEL LITORAL CENTRAL VENEZOLANO**

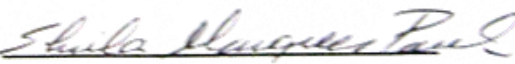
**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**


Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por el Br. **Luis Antonio Felaco Duran** como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología.


Tutor: Sheila Marques Pauls

CARACAS, VENEZUELA  
FEBRERO 2011

Quienes suscriben, miembros del Jurado designado por el Consejo de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado "Asociaciones entre epibiontes y los octocorales *Plexaura flexuosa* y *Plexaura homomalla* (Cnidaria, Octocorallia) en dos localidades del Litoral Central Venezolano", presentado por el Br. Luis Antonio Felaco Duran, titular de la Cédula de Identidad no. 19.171.771, a los fines de cumplir con el requisito para optar al título de Licenciado en Biología, consideramos que este trabajo cumple con los requisitos exigidos por esta Casa de Estudios y es aprobado en nombre de la Universidad Central de Venezuela por el Jurado examinador, abajo firmantes, en la ciudad de Caracas a los 18 días del mes de febrero de 2011.

  
Prof. Sheila Marques Pauls  
C.I. 80.852.308  
TUTOR

  
Prof. Luis Miguel Márquez  
C.I. 10.506.538  
JURADO (U.S.B.)

  
Prof. Estrella Villamizar  
C.I. 5.413.694  
JURADO (U.C.V.)





Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Biología  
Dirección

## CONSTANCIA

El Consejo de la Escuela de Biología, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, certifica que en su sesión del día 02/03/2011, acordó otorgar la **Mención Honorífica** al Trabajo Especial de Grado del bachiller **Felaco D. Luis A.**, titular de la cédula de identidad No. 19.171.771; titulado: "Asociaciones entre epibiontes y los octocorales *Plexaura flexuosa* y *Plexaura homomalla* (Cnidaria, Octocorallia) en dos localidades del Litoral Central Venezolano."; considerando la originalidad, independencia y creatividad en la elaboración del mismo, así como la sobresaliente calidad del trabajo escrito y la presentación oral.

Constancia que se expide a petición de la parte interesada a los nueve días del mes de marzo del año dos mil once.

  
  
Dra. Guillermina Alonso  
Presidenta del  
Consejo de la Escuela de Biología

GA/br.-

**DEDICATORIA:**

*A mi abuelo, Federico Duran de quien heredé el amor por el mar*

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios por que sin el nada fuera posible.
- A mi familia por el apoyo incondicional desde el principio (con especial mención a “Asopapá” y “Fundamamá” por los recursos suministrados para la realización de la tesis).
- A Ana por estar siempre conmigo y soportarme.
- Al Centro de Actividades Subacuáticas BIOSub por haberme enseñado tantas cosas y por su apoyo logístico y en campo durante la realización de esta tesis y otros proyectos .
- A todos mis amigos que han ido y venido a lo largo de toda la carrera dejándome alguna enseñanza y muy buenos momentos.
- A Sheila por ser como mi mamá en la universidad, por sus consejos, las largas conversaciones filosóficas y por su tutoría en esta tesis.
- A Cesar Fischer, a Danny, a Luigi, a Asdrúbal y a Geraldine y todo el personal de Puerto Escondido Dive Center por todo el apoyo en campo y por ser parte integral en mi formación como profesional del buceo.
- A Víctor Hugo Aguilar y Juan José Cruz (y todos los que integran su laboratorio) por las asesorías estadísticas, las conversaciones interesantes y las ocasionales birras.

## TABLA DE CONTENIDOS

---

	Páginas
INDICE DE TABLAS-----	v
INDICE DE FIGURAS-----	vi
INDICE DE ANEXOS-----	ix
RESUMEN-----	xi
INTRODUCCION-----	1
OBJETIVOS-----	7
ÁREA DE ESTUDIO-----	8
MATERIALES Y METODOS-----	11
Métodos de campo-----	11
Métodos de laboratorio-----	14
Análisis de datos-----	14
Análisis estadísticos-----	15
RESULTADOS-----	17
Parámetros hidrográficos-----	17
Octocorales-----	19
Epibiontes-----	25
Aglomerados de epibiontes-----	41
Comunidad de epibiontes-----	46
Experimento de regeneración y colonización-----	49
DISCUSION-----	55
Parámetros hidrográficos-----	55
Estructura de tallas de octocorales-----	56
Prevalencia de epibiontes-----	57
Riqueza y abundancia de epibiontes-----	58
Distribución de los epibiontes en las colonias-----	61
Aglomerados de epibiontes-----	63
Experimento de regeneración y colonización-----	64
CONCLUSIONES-----	66
BIBLIOGRAFIA-----	67
ANEXOS-----	72

## INDICE DE TABLAS

---

	Páginas
<b>Tabla 1.</b> Medidas de altura de las colonias evaluadas y perímetro del eje axial de <i>Plexaura flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare -----	19
<b>Tabla 2.</b> Abundancia de epibiontes registrados sobre colonias de <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare.-----	28
<b>Tabla 3.</b> Abundancia de epibiontes por zona (basal, media y apical) sobre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare-----	34
<b>Tabla 4.</b> Tallas (cm) de <i>Dendrostrea frons</i> (N= 435) en ambas localidades y ambas especies de octocoral-----	40
<b>Tabla 5.</b> Tallas (cm) de <i>Pteria colymbus</i> (N= 335) en ambas localidades y ambas especies de octocoral-----	40
<b>Tabla 6.</b> Tallas (cm) de <i>Cyphoma gibbosum</i> (N= 58) en ambas localidades y ambas especies de octocoral-----	40
<b>Tabla 7. Cobertura lineal (cm)</b> de <i>Millepora alcicornis</i> (N= 39) en ambas localidades y ambas especies de octocoral----- -----	41
<b>Tabla 8.</b> Distancia promedio de los aglomerados de epibiontes desde la base de las colonias de <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Playa los Indios y la Ensenada Manare.-----	43
<b>Tabla 9.</b> Composición y abundancia de organismos que conforman los aglomerados de epibiontes encontrados sobre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Playa los Indios y en la Ensenada Manare.-----	45
<b>Tabla 10.</b> Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de <i>Plexaura flexuosa</i> (Pf) en Playa Los Indios.-----	52
<b>Tabla 11.</b> Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de <i>Plexaura homomalla</i> (Ph) en Playa Los Indios.-----	53
<b>Tabla 12.</b> Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de <i>Plexaura flexuosa</i> (Pf) en la Ensenada Manare.-----	54
<b>Tabla 13.</b> Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de <i>Plexaura homomalla</i> (Ph) en la Ensenada Manare.-----	55

## INDICE DE FIGURAS

	Páginas
<b>Figura 1.</b> Costas venezolanas con la ubicación del Litoral Central y de las dos localidades de muestreo (Google Earth, consultado 01/10/2009).-----	9
<b>Figura 2.</b> Vista aérea de Playa Los Indios (Chuspa) con el sector de la costa rocosa evaluada (Google Earth, consultado 29/05/2010). -----	10
<b>Figura 3.</b> Vista aérea de la Ensenada de Manare (Cepe) con el sector de la costa rocosa evaluada (Google Earth, consultado 01/10/2009).-----	10
<b>Figura 4.</b> Esquema para ilustrar las diferentes mediciones realizadas a las colonias de octocoral, la ubicación de las 3 zonas (basal, media y apical) y ejemplos de epibiontes comunes sobre colonias de octocorales.-----	12
<b>Figura 5.</b> Esquema mostrando la posición y área denudada del cenénquima en las colonias de octocoral sujetas al experimento (modificada de Patton 1972).-----	13
<b>Figura 6.</b> Jaulas de malla metálica y la ubicación de las tizas sobre las colonias de octocoral (modificado de Patton 1972).-----	14
<b>Figura 7.</b> Temperaturas superficiales promedio mensuales del agua ( $\pm$ DE) durante los años 2005 – 2010 para las proximidades de las localidades de Ensenada de Manare y Playa los Indios-----	15
<b>Figura 8.</b> Movimiento del agua expresado como índice de disolución (g/h) total para las localidades de Ensenada de Manare y Playa los Indios.-----	16
<b>Figura 9.</b> Movimiento del agua expresado como índice de disolución (g/h) en ambas localidades (Ensenada de Manare y Playa los Indios) en las tres zonas del octocoral.-----	18
<b>Figura 10.</b> Frecuencia de tallas en base a la altura de colonias de (A) <i>Plexaura flexuosa</i> en la localidad de Playa Los Indios (B) <i>Plexaura flexuosa</i> y (C) <i>Plexaura homomalla</i> en la Ensenada Manare.-----	21
<b>Figura 11.</b> Frecuencia de tallas del perímetro basal del eje axial de colonias de: (A) <i>Plexaura flexuosa</i> en Playa los Indios (B) <i>P. flexuosa</i> y (C) <i>P. homomalla</i> en la Ensenada Manare.-----	22
<b>Figura 12.</b> Proporción relativa de colonias de <i>Plexaura flexuosa</i> con y sin epibiontes en Playa los Indios, y Ensenada Manare.-----	23
<b>Figura 13.</b> Proporción relativa de colonias de <i>Plexaura homomalla</i> con y sin epibiontes en Ensenada de Manare.-----	24
<b>Figura 14.</b> Número de epibiontes por colonia de: (A) <i>Plexaura flexuosa</i> en Playa los Indios, (B) <i>P. flexuosa</i> y (C) <i>P. homomalla</i> en la Ensenada de Manare.-----	25
<b>Figura 15.</b> (A) Proporción de riqueza de especies por grupo de epibiontes y (B) Proporción relativa del número de individuos por grupo de epibiontes de <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios.-----	29
<b>Figura 16.</b> (C) Proporción de riqueza de especies por grupo de epibiontes y (D) Proporción relativa del número de individuos por grupo de epibiontes de <i>P. flexuosa</i> en la Ensenada Manare.-----	29
<b>Figura 17.</b> (E) Proporción de riqueza de especies por grupo de epibiontes y (F) Proporción relativa del número de individuos por grupo de epibiontes de <i>P. homomalla</i> en la Ensenada Manare.-----	30
<b>Figura 18.</b> Número de individuos y su proporción relativa de especies de moluscos epibiontes de <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios.-----	31
<b>Figura 19.</b> Número de individuos y su proporción relativa de especies de moluscos epibiontes de <i>P. flexuosa</i> en la Ensenada Manare.-----	31



<b>Figura 20.</b> Número de individuos y su proporción relativa de especies de moluscos epibiontes de <i>P. homomalla</i> en la Ensenada de Manare.-----	31
<b>Figura 21.</b> Proporción relativa de los tres grupos funcionales de algas encontrados sobre (A) <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios (B) <i>P. flexuosa</i> y (C) <i>P. homomalla</i> en la Ensenada de Manare.-----	32
<b>Figura 22.</b> Proporción relativa de epibiontes por zona en las colonias de (A) <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios, (B) <i>P. flexuosa</i> y (C) <i>P. homomalla</i> en la Ensenada de Manare.-----	35
<b>Figura 23.</b> Índices de diversidad de Shannon por zona en ambas especies de octocorales y para ambas localidades.-----	36
<b>Figura 24.</b> Índices de diversidad de Simpson por zona en ambas especies de octocorales y para ambas localidades.-----	36
<b>Figura 25.</b> Proporción de individuos de <i>Pteria colymbus</i> , <i>Dendrostrea frons</i> y <i>Cyphoma gibbosum</i> registrados en las tres zona del octocoral <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios.-----	37
<b>Figura 26.</b> Proporción de individuos de <i>Pteria colymbus</i> , <i>Dendrostrea frons</i> y <i>Cyphoma gibbosum</i> registrados en las tres zonas del octocoral <i>P. flexuosa</i> en Ensenada Manare.-----	37
<b>Figura 27.</b> Proporción de individuos de <i>Pteria colymbus</i> , <i>Dendrostrea frons</i> y <i>Cyphoma gibbosum</i> registrados en las tres zonas (basal, media y apical) del octocoral <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare.-----	38
<b>Figura 28.</b> Número de organismos y ubicación de los diferentes grupos funcionales de algas sobre las colonias de <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios.-----	38
<b>Figura 29.</b> Número de organismos y ubicación de los diferentes grupos funcionales de algas sobre las colonias de <i>Plexaura flexuosa</i> en la Ensenada Manare.-----	39
<b>Figura 30.</b> Número de organismos y ubicación de los diferentes grupos funcionales de algas sobre las colonias de <i>Plexaura homomalla</i> en la Ensenada Manare.-----	39
<b>Figura 31.</b> Frecuencias de tallas en base al perímetro (cm) de los aglomerados de (A y B) <i>Plexaura flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare y (C) <i>Plexaura homomalla</i> en Ensenada Manare.-	42
<b>Figura 32.</b> Número y proporción de aglomerados de epibiontes registrados en las tres zonas de los octocorales (basal, media y apical) en ambas localidades.-----	43
<b>Figura 33.</b> Ordenación multidimensional (MDS) de los centroides correspondientes a los datos de epibiontes en las zonas basal, media y apical de las colonias de <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare. -----	46
<b>Figura 34.</b> Ordenación multidimensional (MDS) de los centroides correspondientes a los datos de epibiontes en las zonas basal, media y apical de las colonias de <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare. -----	47
<b>Figura 35.</b> Residuales estandarizados para los epibiontes más abundantes de las tres zonas (basal, media y apical) de <i>P. flexuosa</i> de playa los Indios.-----	48
<b>Figura 36.</b> Residuales estandarizados para los epibiontes más abundantes de las tres zonas (basal, media y apical) de <i>P. flexuosa</i> en Ensenada Manare.-----	48
<b>Figura 37.</b> Residuales estandarizados para los epibiontes más abundantes de las tres zonas (basal, media y apical) de <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare.-----	49
<b>Figura 38.</b> Regeneración (cm) de lesiones producidas artificialmente al cenénquima de la base de colonias de (A) <i>Plexaura flexuosa</i> en Playa Los Indios, y (C) en Ensenada Manare y (B) 2 colonias de <i>Plexaura homomalla</i> en Playa los Indios y (D) 9 en la Ensenada Manare.-----	50

**Figura 39.** Regeneración promedio (cm) de: (A) *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios y (C) en Ensenada Manare, (B) *Plexaura homomalla* en Playa los Indios y (D) en la Ensenada Manare.-----51

**Figura 40.** (A-C) Etapas del proceso de regeneración del cenénquima en las semanas 0, 2 y 6 respectivamente, (D-I) epibiontes colonizadores del eje de gorgonina que se establecieron sobre varias colonias sujetas el experimento.-----54

## INDICE DE ANEXOS

	Páginas
<b>Anexo 1.</b> Características de las 5 colonias de <i>Plexaura homomalla</i> En Playa los Indios.-----	72
<b>Anexo 2.</b> Permanova de una vía para las alturas de <i>P. flexuosa</i> en Ensenada Manare y Playa los Indios.-----	72
<b>Anexo 3.</b> Permanova de una vía para los perímetros <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare.-----	72
<b>Anexo 4.</b> Permanova de una vía para las alturas de <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare.-----	72
<b>Anexo 5.</b> Permanova de una vía para los perímetros de <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare.-----	72
<b>Anexo 6.</b> Permanova para la riqueza de especies entre <i>P. flexuosa</i> de Playa los Indios y Ensenada Manare.-----	73
<b>Anexo 7.</b> Permanova para la riqueza de especies entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare.-----	73
<b>Anexo 8.</b> Permanova para la abundancia de especies entre <i>P. flexuosa</i> de Playa los Indios y Ensenada Manare.-----	73
<b>Anexo 9.</b> Permanova para la abundancia de especies entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare.-----	73
<b>Anexo 10.</b> Permanova para los moluscos sobre <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare.-----	74
<b>Anexo 11.</b> Permanova para los cnidarios sobre <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare-----	74
<b>Anexo 12.</b> Permanova para los crustáceos sobre <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare-----	74
<b>Anexo 13.</b> Permanova para los aglomerados sobre <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare -----	74
<b>Anexo 14.</b> Permanova para las algas sobre <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare-----	74
<b>Anexo 15.</b> Permanova para los poríferos sobre <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare-----	75
<b>Anexo 16.</b> Permanova para los moluscos entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare-----	75
<b>Anexo 17.</b> Permanova para los cnidarios entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare -----	75

<b>Anexo 18.</b> Permanova para los crustáceos entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare-----	75
<b>Anexo 19.</b> Permanova para las algas entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare-----	75
<b>Anexo 20.</b> Permanova para los aglomerados entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare -----	76
<b>Anexo 21.</b> Permanova para los poríferos entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare--	76
<b>Anexo 22.</b> Permanova para <i>Dendrostrea frons</i> sobre <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare-----	76
<b>Anexo 23.</b> Permanova para <i>Dendrostrea frons</i> entre <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> de Ensenada Manare-----	76
<b>Anexo 24.</b> Análisis SIMPER para <i>P. flexuosa</i> en Playa los Indios y Ensenada Manare-----	76
<b>Anexo 25.</b> Análisis SIMPER para <i>P. flexuosa</i> y <i>P. homomalla</i> en Ensenada Manare-----	79
<b>Anexo 26.</b> Regeneración (cm) de 9 colonias de <i>Plexaura flexuosa</i> (Pf) en Playa Los Indios-----	81
<b>Anexo 27.</b> Regeneración (cm) de dos colonias de <i>Plexaura homomalla</i> (Ph) en Playa los Indios-----	81
<b>Anexo 28.</b> Regeneración (cm) de 9 colonias de <i>Plexaura flexuosa</i> (Pf) en la Ensenada Manare-----	81
<b>Anexo 29.</b> Regeneración (cm) de <i>Plexaura homomalla</i> (Ph) en la Ensenada Manare-----	82
<b>Anexo 30.</b> Fotografías de algunos de los moluscos epibiontes: (A) <i>Dendrostrea frons</i> , (B) <i>Pinctada imbricata</i> , (C) <i>Pteria colymbus</i> , (D) Juvenil <i>P. colymbus</i> , (E-F) <i>Cyphoma gibbosum</i> -----	82
<b>Anexo 31.</b> Fotografías de algunos de los poríferos epibiontes: (A) <i>Tedania ignis</i> , (B) <i>Ircinia strobilina</i> e <i>I. felix</i> , (C) <i>Desmapsamma anchorata</i> , (D) <i>Dysidea etheria</i> , (E) <i>Callyspongia fallax</i> -----	83
<b>Anexo 32.</b> Fotografías de algunos de los cnidarios epibiontes: (A) <i>Solanderia gracilis</i> , (B) <i>Palythoa</i> sp, (C) <i>Millepora alcicornis</i> , (D) <i>Tubastrea coccinea</i> , (E) <i>Diploria strigosa</i> -----	83
<b>Anexo 33.</b> Fotografías de algunos de los crustáceos epibiontes: (A-B) <i>Neopontonides chacei</i> , (C) <i>Dardanus venosus</i> , (D) <i>Calcinus tibicen</i> , (E) <i>Pagurus brevidactylus</i> -----	84
<b>Anexo 34.</b> Fotografías de otros grupos de epibiontes (anélidos, equinodermos) y organismos asociados a los aglomerados de epibiontes (cordados): (A) <i>Hermodice carunculata</i> , (B) Tunicado no identificado, (C) Pez gobio, (D) <i>Astrophyton muricatum</i> , (E) <i>Ophiotrix suensonii</i> .-----	84

## RESUMEN

### ASOCIACIONES ENTRE EPIBIONTES Y LOS OCTOCORALES *PLEXAURA FLEXUOSA* Y *PLEXAURA HOMOMALLA* (CNIDARIA, OCTOCORALLIA) EN DOS LOCALIDADES DEL LITORAL CENTRAL VENEZOLANO

Por: Luis Felaco

Tutor: Sheila Marques Pauls

La colonización de nuevos sustratos es un fenómeno muy común en los ambientes marinos. De este proceso se deriva la epibiosis, que se define como la asociación predominantemente facultativa entre basibionte y epibionte. Las colonias de la mayoría de los octocorales desarrollan una superficie tridimensional, en ocasiones muy compleja, que favorece el reclutamiento de larvas presentes en la columna de agua, por lo cual pueden ser potencialmente colonizados por una alta diversidad de organismos epibiontes. La estructura de las comunidades epibióticas asociadas a octocorales es prácticamente desconocida y tampoco se sabe si estas comunidades varían con respecto a la especie de octocoral o la localidad. Por esto el objetivo de este trabajo fue evaluar la estructura y distribución de las comunidades de epibiontes asociados a los octocorales *Plexaura homomalla* y *P. flexuosa* en dos localidades del Litoral Central Venezolano (Ensenada Manare y Playa Los Indios). Se evaluaron un total de 1190 colonias, 422 de *Plexaura flexuosa* y 5 *P. homomalla* en Playa Los Indios y 424 colonias de *P. homomalla* y 339 de *P. flexuosa* en la Ensenada de Manare. Predominaron colonias con tamaños intermedios en ambas localidades y especies. De las 1185 colonias evaluadas, 776 colonias (65.5%) poseían epibiontes los cuales totalizaron 1808 entre individuos y aglomerados de epibiontes. Las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios presentaron una prevalencia de epibiontes del 72% (302 colonias) y de una forma muy similar en la Ensenada Manare el 70% (237 colonias) presentó epibiontes. *P. homomalla* presentó una proporción de colonias con epibiontes del 55 % (234 colonias), bastante inferior a las de *P. flexuosa*. Se registró un total de 34 especies de epibiontes pertenecientes a 7 Phyla (Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata y Chordata), de los cuales el 63.9% corresponde a especies sésiles y el 36.1% a especies móviles, además de 3 grupos funcionales de algas (calcáreas, filamentosas y macroalgas). El grupo más diverso fue el de los poríferos con 9 especies y el más abundante fue el de los moluscos con 836 individuos, correspondiendo al 52.6% de todos los individuos registrados. Más del 44 % de los epibiontes se ubicaron en la zona media de las colonias, seguido por la zona basal con más del 17% y la zona apical con más del 10%. También fueron registrados sobre las colonias de octocorales aglomerados o agregados de epibiontes, conformados mayoritariamente por los bivalvos *Dendrostroma frons* y *Pteria colymbus*, a los cuales se asocian a su vez una alta diversidad de otros organismos. Los aglomerados se encontraron predominantemente ubicados en la zona media de las colonias de octocoral, en una frecuencia por encima del 73 % para ambas especies y localidades. Conformando los aglomerados se encontraron 39 taxas divididos en 9 Phyla, y constituidos por 5 especies de poríferos, 2 cnidarios, varios grupos de moluscos, 6 grupos de crustáceos, algunos poliquetos, sipuncúlidos, equinodermos, briozoarios y tunicados. Se realizó un experimento para determinar si las lesiones en las que el eje del octocoral queda expuesto favorecen a la colonización. Se registró una alta variabilidad en la colonización de lesiones entre colonias. El tiempo mínimo de recuperación fue de 3 a 4 semanas en ambas especies y localidades, mientras que el máximo varió. Se observó que el establecimiento de algunas especies de epibiontes sobre los ejes de gorgonina retrasaba o impedía de algún modo la regeneración del cenénquima del octocoral. Los organismos que colonizaron el eje de gorgonina desnudo de los octocorales fueron en su mayoría algas, hidrozoarios y cirripedios. Se puede concluir que la comunidad de epibiontes es muy diversa, dominada por organismos filtradores y no presenta especificidad con las dos especies de octocoral.

#### **PALABRAS CLAVE:**

EPIBIONTES, OCTOCORALES, LITORAL CENTRAL, AGLOMERADOS, REGENERACIÓN, COLONIZACIÓN

## **INTRODUCCIÓN**

---

En la naturaleza los organismos interactúan con otros a distintos niveles, de diferentes formas y por diferentes períodos de tiempo. Estas interacciones pueden clasificarse en relación al beneficio que de ellas obtienen las especies asociadas. Existen básicamente tres grandes grupos de relaciones: las “neutras” donde al menos uno de los organismos asociados no se ve beneficiados y tampoco perjudicado por la asociación (inquilinismo, comensalismo). Las relaciones “mutualistas”, en las que existen beneficios de algún grado para ambos organismos involucrados; y por último las relaciones “antagónicas” en las que uno de los organismos se ve beneficiado, mientras que para el otro la relación es negativa (parasitismo, depredación) (Cognetti *et al.* 2001).

Estas asociaciones empiezan a establecerse tan pronto estructuras bióticas o abióticas son colonizadas por microorganismos, plantas o animales en los ambientes marinos; y dependen de al menos cuatro variables generales: la abundancia de los colonizadores potenciales; los parámetros hidrográficos (temperatura, nutrientes, radiación, entre otros), el tiempo de exposición del sustrato y por último las características fisicoquímicas del sustrato (rugosidad, color, toxicidad, etc.) o las defensas del organismo en contra de la colonización (Wahl y Bernard 1991).

Uno de los procesos de colonización de sustratos bióticos muy común en el ambiente marino es la epibiosis, la cual se define como la asociación predominantemente facultativa entre basibionte y epibionte. Siendo “epibiontes” todos aquellos organismos que se asientan sobre otro organismo y “basibionte”, el organismo sustrato Wahl (1989, 2009). Esta asociación puede ser favorable, neutra o tener efectos letales tanto para el epibionte como para el basibionte (Henrikson y Pawlik, 1998; Arias *et al.* 2006), aunque evidencias circunstanciales sugieren que la mayoría de los epibiontes son generalistas en la escogencia del sustrato donde se asientan (Wahl, 1999). La naturaleza de la asociación puede variar desde visitas ocasionales al hospedero en búsqueda de alimentación o refugio hasta una relación más permanente en la cual un miembro de la asociación vive y se alimenta sobre o en el otro (Goh *et al.* 1999).

Los octocorales son organismos muy conspicuos en las comunidades coralinas y de fondos duros y no están exentos de estas asociaciones. Las colonias de la mayoría de los octocorales gorgónidos son erectas y ramificadas; y debido al diseño estructural de los mismos, requieren de una pequeña área donde asentarse, pero poseen una gran superficie disponible como consecuencia del crecimiento ramificado vertical, además de un esqueleto flexible que les permite moverse con las

corrientes (Brusca y Brusca 2005). Sus colonias crean una superficie tridimensional en ocasiones muy compleja, que puede favorecer el reclutamiento de larvas presentes en la columna de agua, por lo cual pueden ser potencialmente colonizados por una alta diversidad de organismos epibiontes.

La epibiosis ha sido documentada en algunas especies de octocorales, específicamente en los gorgonáceos. Uno de los primeros estudios que hace referencia a los epibiontes sobre octocorales, es el de Cary (1914) quien menciona el sobrecrecimiento de *Millepora alcicornis* sobre *Gorgonia flabellum*. Posteriormente otros estudios apuntan a esta especie como la principal causa de daños y/o mortalidad de octocorales en varias localidades del Caribe (Bayer 1961, Kinzie 1970, 1974, Wahle 1980, 1995, Álvarez 1981, Yoshioka y Yoshioka 1991)

Otros organismos han sido reportados como epibiontes de octocorales como las algas (Kinzie 1973, 1974, Jordan y Nugent 1978, Álvarez 1981, Jordan 1989, Márquez 1994, Figueroa 1995, Weinbauer y Velimirov 1996), esponjas (McLean y Yoshioka 2007, 2008), camarones simbiotes Palaemonidae y anfípodos (Crales 1980, Heard 1986, Spott *et al.* 1995, Spotte y Bubucis 1996, Fransen 2002, Kumagai 2008, Marin y Paulay 2010) y moluscos principalmente bivalvos filtradores de los géneros *Pteria*, *Dendrostroma* y *Ostrea* (Halfield 1976, Álvarez 1981, Cantera *et al.* 1987, Mosquera 1991, Márquez 1994, Figueroa 1995).

Los epibiontes depredadores son los que interactúan de manera más directa con los octocorales. Algunos invertebrados (ej. *Cyphoma gibbosum*, *Hermodice carunculata*) producen lesiones por depredación directa del cenénquima que exponen el eje de gorgonina de la colonia, facilitando la colonización por otros epibiontes, como algas filamentosas, hidrocorales como *Millepora alcicornis* y otros organismos incrustantes (Kinzie 1974; Silveira y van't Hof 1977, Gerhart 1990).

Estos depredadores que se alimentan directamente del cenénquima son los epibiontes más estudiados principalmente las especies de gasterópodos de las familias Ovulidae (*Cyphoma* spp, *Neosimnia* spp, *Simnia* spp, entre otras), Familia Muricidae (*Coralliophillia caribaea*) y diversas especies de nudibranchios del género *Tritonia* (Halfield 1976, Miller 1981, Cronin *et al.* 1995).

Las especies de *Cyphoma* son uno de los pocos epibiontes que poseen una asociación específica con los octocorales; coevolucionaron juntos hasta el punto en que *C. gibbosum* es inmune a las prostaglandinas encontradas en *P. homomalla* (Gerhart 1986). Algunos estudios sobre movimiento y hábitos de alimentación de *C. gibbosum* durante tres semanas en St. Johns (Islas

Virgenes) evidenciaron que prefiere algunas especies de octocoral como *Gorgonia* spp y *Eunicea succinea* sobre otras especies (Birkeland y Gregory 1975). En otra localidad de las Islas Virgenes (St. Croix) la misma especie permanecía significativamente más tiempo sobre las especies de *Plexaura* (*Plexaura flexuosa*, *Plexaura homomalla*) y *Pseudoplexaura crucis* (Harvell y Suchanek 1987). En San Blas (Panamá) las especies preferidas eran *Pseudopterogorgia* spp, *Pseudoplexaura* spp y *P. homomalla* (Lasker *et al.* 1988). Lo que evidencia que debe haber alguna característica local de las colonias que motiven estas preferencias.

Sin embargo, se conoce que los octocorales poseen adaptaciones químicas y fisiológicas de defensa contra depredadores, epibiosis, competencia interespecífica por espacio y reproducción (Sammarco y Coll 1992). Muchos gorgonáceos producen metabolitos secundarios, siendo la mayoría terpenoides, compuestos nitrogenados, ácidos grasos y otros compuestos, además de escleritas calcificadas que sirven también como defensa en contra de depredadores (Sammarco y Coll 1992) y posiblemente en contra de la epibiosis (Van Alstyne *et al.* 1992). Se ignora la función biológica que puedan tener las altas concentraciones de prostaglandinas encontradas en el octocoral *Plexaura homomalla* (Pawlik y Fenical 1989). Se han propuesto diversas hipótesis para explicar esto, tales como la defensa química que estas sustancias podrían prestar en contra de peces e invertebrados depredadores (Pawlik y Fenical 1989). También como agentes alelopáticos o inhibidores de epibiosis ya que extractos de *P. homomalla* tienen efectos en contra del hongo *Aspergillus sidowi*, patógeno de la aspergillosis (Kim *et al.* 2000).

En cuanto a estudios sobre comunidades de epibiontes como tal, establecidas sobre octocorales, hay algunas contribuciones que describen cualitativamente las comunidades en base a composición de especies en octocorales de pequeño porte. De estos estudios el primero fue realizado por Patton (1972) en la costa Atlántica de EEUU (Beaufort Carolina del Norte) el cual hizo una exhaustiva descripción de las posibles interacciones entre distintas especies de epibiontes y el octocoral *Leptogorgia virgulata*, aunque sin aportar información cuantitativa. Posteriormente se publicaron trabajos semejantes en otras localidades, como en el Pacífico Colombiano (Isla de Gorgona), donde Cantera *et al.* (1987) estudiaron los moluscos, crustáceos y equinodermos asociados a *Lophogorgia alba*, mencionando a 9 especies en estrecha asociación con el octocoral y proporcionando descripciones de las mismas. En el Atlántico sur (Santa Catarina, Brasil) Kammers y Saalfeld (1987) identificaron sobre varias especies de octocorales, presentes en la localidad, una fauna constituida por especies de los mismos géneros mencionados en los trabajos anteriores. Otros



estudios fueron realizados en la costa atlántica de EEUU, como el de De Victor (2008) que hizo una breve descripción de los epibiontes encontrados sobre *Leptogorgia virgulata* y *L. hebes* en el South Atlantic Bright (Carolina del Sur) y afirmó que estos octocorales proveían hábitats con complejidad estructural para las comunidades de fondos rocosos. El estudio más reciente fue realizado en las costas de Georgia (Santuario Marino Gray's Reef) por Greene (2008), con las mismas especies de octocorales (*Leptogorgia hebes*, *L. virgulata*) además de *Titanideum fravenfeldii* y con el mismo enfoque que los trabajos anteriores.

En un estudio más amplio, tanto temporalmente como espacialmente Goh *et al.* (1999) registró 30 especies de epibiontes sobre un mínimo de 16 especies de octocorales de distintas tallas en varios arrecifes coralinos de Singapur (Pacífico), caracterizando las asociaciones en base a: frecuencia de ocurrencia, persistencia de la relación, categoría de asociación, localización del organismo (como epibionte o endobionte), tipo de dependencia y especificidad de un hospedero particular, pero tampoco hizo evaluaciones cuantitativas.

Información semicuantitativa de las comunidades epibióticas se puede encontrar en algunos estudios realizados en las costas de Venezuela, y si bien el enfoque principal de estos no eran los epibiontes, algunos proveen datos de prevalencia de epibiontes sobre colonias de octocoral, riqueza, composición de especies y abundancia. El primero de ellos, realizado por Álvarez (1981) es un estudio sobre factores de mortalidad de octocorales en el Parque Nacional Morrocoy; este autor encuentra que las dos causas principales son: la incrustación por *Millepora* sp y el derrumbe de las colonias, mientras que otros factores como la epibiosis (de la cual reporta algunas especies) y la abrasión no parecen incidir directamente sobre la mortalidad. En otro estudio de estructura poblacional de *Plexaura homomalla* en la isla de La Blanquilla, Mosquera (1991) registra la presencia de epibiontes sobre las colonias, de los cuales las algas filamentosas, las esponjas y los hidrozorios son los más abundantes. Márquez (1994) estudiando una comunidad de octocorales en la Isla Alcatraz (Parque Nacional San Esteban), relaciona la abundancia de algunas especies de epibiontes con especies de octocorales en particular, y menciona como epibiontes esponjas, *Palythoa* spp, *Millepora alcicornis*, *Pteria colymbus*, *Dendrostrea frons* y briozoarios, entre otros. Por último, Figueroa (1995) hace una evaluación de la estructura poblacional de *Muricea laxa* en la isla La Blanquilla y determina que las colonias sirven de sustrato y refugio para epibiontes tanto sésiles como móviles, todos mencionados en trabajos anteriores.

Aunque, se conocen los epibiontes más comunes que suelen encontrarse sobre colonias de octocorales, se desconoce la diversidad específica, patrones de abundancia y distribución de los epibiontes a lo largo de las colonias. Tampoco se conoce si estas comunidades varían entre especies de octocoral y entre localidades por efecto de parámetros ambientales.

Hay algunas características tanto bióticas como abióticas que pudiesen determinar o influenciar la estructura de las comunidades de epibiontes. La estructura física de las colonias es una de ellas, ya que poseen zonas diferenciadas morfológicamente (base de fijación al sustrato, ramificaciones, extremos de las ramas), las cuales están expuestas a distintos grados de movimiento del agua, y expuestas distintamente a posibles depredadores. También el tamaño de las colonias del octocoral, ya que generalmente los individuos más viejos o las zonas más antiguas del organismo tienden a presentar una mayor abundancia de epibiontes Wahl (2009).

Las lesiones producidas en las colonias de octocoral tanto por depredadores como por el roce entre ramas de la misma colonia, con colonias vecinas o con el sustrato, pueden facilitar el establecimiento de epibiontes directamente sobre el eje de gorgonina desnudo (Silveira & van't Hof 1977, Wahle 1983; ya que generalmente muchos de ellos no pueden establecerse sobre los tejidos vivos del octocoral, debido a varias causas y entre ellas por la producción de metabolitos secundarios alelopáticos o antiepibiosis (Sammarco y Coll 1992). Aunque esta posible colonización del eje sería un balance entre la rapidez con que una especie de octocoral regenera el cenénquima y la velocidad de crecimiento del epibionte.

También los parámetros ambientales locales como el movimiento del agua determinan no solo la presencia y distribución de octocorales (Kinzie 1973, Yoshioka y Yoshioka 1989), pero también la de otros organismos como los epibiontes y la habilidad de los mismos de sujetarse al sustrato (Schiel 2004). Además, aguas con flujo intenso de movimiento aumentan la eficiencia de filtración favoreciendo la presencia de organismos filtradores (Ekman *et al.* 1989). De igual modo, las aguas de surgencia ricas en nutrientes que inducen la producción de altas concentraciones de plancton, aumentando así el suministro de alimento para los filtradores, pueden determinar la abundancia de los mismos (Witman y Smith 2003), e indirectamente afectar la de los epibiontes de otros grupos tróficos.

En vista de que hasta el presente las investigaciones sobre epibiontes han estado enfocadas hacia parámetros cualitativos de las comunidades, se pretende con este estudio ampliar los

conocimientos que se tiene sobre estructura de estas comunidades, por medio de la determinación de la diversidad, abundancia y descripción de patrones de distribución de los epibiontes sobre colonias de los octocorales *P. flexuosa* y *P. homalla*. Estas especies están entre las más abundantes de las comunidades de octocoral de aguas someras del Caribe e importantes en la estructuración de las comunidades (Kinzie 1973, Opresko 1974, Sánchez *et al* 1997, Jordan 2002).

## **OBJETIVOS**

---

### **Objetivo General:**

Evaluar la estructura y distribución de las comunidades de epibiontes asociados a los octocorales *Plexaura homomalla* y *P. flexuosa* en dos localidades del Litoral Central Venezolano (Ensenada Manare y Playa Los Indios).

### **Objetivos específicos:**

- 1) Estimar la riqueza y composición de epibiontes sobre *Plexaura flexuosa* y *P. homomalla* presentes en dos localidades del Litoral Central Venezolano.
- 2) Estimar la abundancia de epibiontes presentes en las localidades de estudio.
- 3) Determinar si existe relación entre el tamaño de las colonias y la abundancia de epibiontes.
- 4) Determinar si existe relación entre la ubicación y abundancia de los epibiontes con alguna zona específica de la colonia de octocoral.
- 5) Determinar si existe alguna relación entre el movimiento del agua en cada localidad y las comunidades de epibiontes asociadas a octocorales.
- 6) Determinar si la presencia del eje de gorgonina expuesto favorece la colonización de epibiontes y si la regeneración del cenénquima varía respecto a las localidades y especies de octocorales.

## ÁREA DE ESTUDIO

---

El área de estudio se encuentra en el Litoral Central, el cual abarca el tramo de costa que se extiende por 280 km de este-oeste entre Cabo Codera y Puerto Cabello (Pannier 1986) (figura 1).

Playa Los Indios ( $10^{\circ}38'42''$  -  $10^{\circ}38'43''$  N,  $67^{\circ}16'41''$  –  $67^{\circ}16'47''$  W), está ubicada al este del poblado de Chuspa en el estado Miranda. Es una playa relativamente pequeña de aproximadamente 100 m de largo, con un fondo predominantemente arenoso y costas rocosas en ambos lados de la playa. La profundidad máxima es de aproximadamente 15 metros y presenta un desarrollo de comunidades coralinas sobre el sustrato rocoso con dominancia de octocorales, de los cuales la especie más conspicua es *Gorgonia ventalina* (figura 2).

La Ensenada de Manare se encuentra ubicada a aproximadamente 450 m al este de la playa de Cepe ( $10^{\circ}31'33''$ N y  $67^{\circ}30'38''$ W). Se caracteriza por poseer un afloramiento rocoso en su centro, con una forma casi circular y una profundidad máxima de aproximadamente 20 m en su costa norte. La comunidad coralina está igualmente establecida sobre fondos rocosos y dominada por octocorales, con alta abundancia de *Pseudoplexaura* spp, *Plexaura homomalla* y *Plexaura flexuosa*. La ensenada es intensamente utilizada para la práctica de pesca de calado, el buceo recreativo y otras actividades humanas, por lo cual está bastante intervenida (figura 3).

Estas dos localidades fueron escogidas debido a su gran abundancia de octocorales, por las diferencias que poseen en cuanto a batimetría e inclinación del sustrato, las cuales tienen influencia en el movimiento de las aguas costeras locales y pudiesen determinar la proporción y abundancia de epibiontes sésiles y móviles. Además poseen diferencias en cuanto a las temperaturas mínimas del agua durante los primeros meses del año. Playa Los Indios está sometida a la influencia del foco de surgencia estacional de Cabo Codera con temperaturas mínimas de  $21^{\circ}\text{C}$  y aguas ricas en nutrientes (Castellanos *et al.* 2002) las cuales favorecen el incremento del plancton, alimento principal de organismos filtradores (esponjas, bivalvos, tunicados), muchos de ellos epibiontes de octocorales.



**Figura 1.** Costas venezolanas con la ubicación del Litoral Central y de las dos localidades de muestreo (Google Earth, consultado 01/10/2009).



**Figura 2.** Vista aérea de Playa Los Indios (Chuspa) con el sector de la costa rocosa evaluada (Google Earth, consultado 29/05/2010).



**Figura 3.** Vista aérea de la Ensenada de Manare (Cepe) con el sector de la costa rocosa evaluada (Google Earth, consultado 01/10/2009).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

---

### **Métodos de campo**

#### **Octocorales**

Con el fin de caracterizar el tamaño de las colonias de octocoral y su posible relación con los epibiontes se midió con una cinta métrica la altura vertical máxima y el perímetro basal máximo del eje axial de las colonias de *Plexaura homomalla* y *Plexaura flexuosa*. En total fueron medidas 1190 colonias, 422 de *P. flexuosa* y 5 de *P. homomalla* en Playa Los Indios (Chuspa) y 339 de *P. flexuosa* y 424 de *P. homomalla* en la Ensenada de Manare (Cepe).

Las evaluaciones se realizaron entre febrero y julio de 2010, abarcando los meses en que Playa Los Indios se encuentra bajo la influencia del foco de surgencia estacional de Cabo Codera.

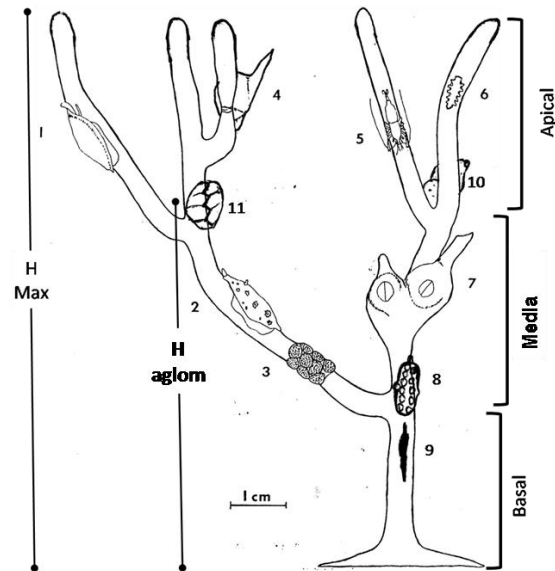
#### **Epibiontes**

Los epibiontes presentes sobre las colonias de octocorales fueron contados y los más abundantes medidos (moluscos y *Millepora alcornis*). Además se registró su ubicación en las colonias en base a tres zonas (basal, media y apical) (figura 4). La identificación de los epibiontes fue hecha en campo y en los casos en que ésta era dudosa o imposible, se colectaron muestras que fueron preservadas en alcohol 70%, etiquetadas y trasladadas a laboratorio para su posterior identificación y así conformar una colección de referencia.

Los aglomerados de epibiontes, de igual forma, fueron registrados y se les midió el perímetro máximo así como la altura a la que se ubicaban en relación con la base del octocoral. Se tomaron 9 muestras aleatoriamente de aglomerados en Playa Los Indios y 5 muestras en la Ensenada de Manare para la posterior identificación en laboratorio de las especies que lo componían.

Además, se realizó un registro fotográfico en campo de las especies de epibiontes presentes sobre las colonias de octocorales, con una cámara digital submarina, con el fin de ilustrar y elaborar un catálogo de referencia.

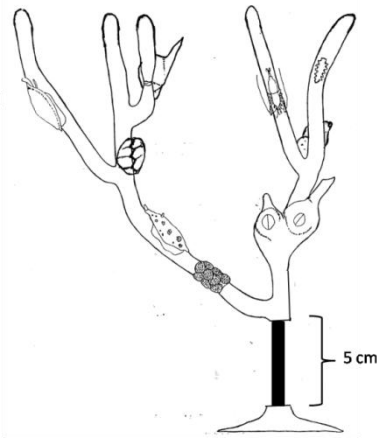




**Figura 4.** Esquema para ilustrar las diferentes mediciones realizadas a las colonias de octocoral, la ubicación de las 3 zonas (basal, media y apical) y ejemplos de epibiontes comunes sobre colonias de octocorales: 1-3) *Neosimnia* y masas de huevos, 4) *Pteria colymbus*, 5) camarón, 6) nudibranquio, 7) *Balanus*, 8-9) *Cyphoma* y cicatriz de alimentación, 10) esponja *Desmapsamma anchorata*, 11) aglomerados de *Dendrostrea frons* (modificado de Patton 1972).

### Experimento de regeneración y colonización

Se realizó un experimento en campo con el fin de determinar la tasa y el tiempo de regeneración del cenénquima y la posible colonización de organismos sobre el eje de gorgonina expuesto. El experimento fue realizado en ambas localidades con el fin de comparar, si habría diferencias entre las mismas. En cada localidad se desnudaron completamente porciones del cenénquima de aproximadamente 5 cm de longitud utilizando la cuchilla de una tijera y dejando al descubierto el eje axial sin tejidos o espículas (figura 5). Las heridas fueron realizadas en la parte basal de las colonias donde tanto el eje axial como el cenénquima son gruesos. El experimento fue realizado con 9 colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios y en Ensenada de Manare, además de 9 colonias de *P. homomalla* en Ensenada Manare y solo 2 en Playa Los Indios debido a la baja densidad de esta especie en la localidad. Todas las colonias estaban fijadas a sustrato rocoso y ubicadas entre 3 y 8 m de profundidad. Se realizó un seguimiento del experimento a cada dos semanas con el fin de observar la evolución de la regeneración, calcular la tasa de regeneración y registrar el establecimiento de organismos epibiontes. Para ello se midieron y se fotografiaron las lesiones hasta la regeneración total del cenénquima o la colonización irreversible de los epibiontes sobre el eje de gorgonina expuesto.



**Figura 5.** Esquema mostrando la posición y área denudada del cenénquima en las colonias de octocoral sujetas al experimento (modificada de Patton 1972).

## **Parámetros fisicoquímicos**

### **Temperatura superficial del agua**

Los valores de temperatura superficial promedio del agua fueron obtenidas para los últimos 5 años en base a imágenes de satélite tomadas de la página web <http://www.imars.usf.edu/cgi-bin/sst?site=scar&index=1&type=st&mode=daily>.

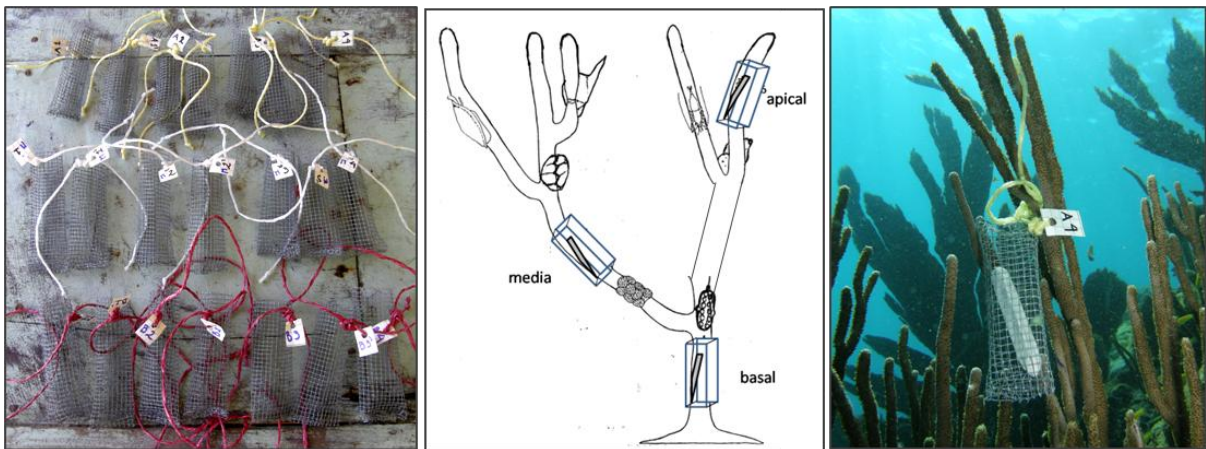
Se tomaron la mayor cantidad posible de datos mensuales en coordenadas cercanas a cada una de las localidades de estudio, los cuales fueron graficados como promedios mensuales totales desde el 2005.

### **Hidrodinamismo**

El movimiento del agua (corrientes, oleaje y mareas) fue estimado en cada localidad a través de un índice de disolución descrito por Doty (1971), quien propone que la tasa de disolución de una barra de tiza de carbonato de calcio es directamente proporcional a la velocidad de las corrientes, por esto puede ser usada como indicador del movimiento del agua. Las barras de tiza fueron previamente secadas en una estufa a 80 °C durante 48 horas y luego pesadas en una balanza analítica. En campo fueron colocadas en pequeñas jaulas de rejilla metálica y posteriormente amarradas a las ramas de al menos 3 colonias de octocorales, dos replicas por zona (basal, media y apical) (figura 6). Las tizas fueron retiradas luego de un período de 4 horas en Playa Los Indios y 5 horas en la Ensenada de Manare, posteriormente se colocaron en bolsas plásticas individuales donde fueron trasladadas al

laboratorio para ser secadas y pesadas nuevamente. Con estos valores se calculó el índice de movimiento de agua (o índice de disolución) por la diferencia de peso y utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de disolución (g/h)} = \frac{(\text{gramos iniciales} - \text{gramos finales})}{\text{Horas del ensayo}}$$



**Figura 6.** Jaulas de malla metálica y la ubicación de las tizas sobre las colonias de octocoral (esquema modificado de Patton 1972).

### **Métodos de laboratorio.**

En laboratorio los aglomerados de epibiontes fueron desintegrados, y los organismos que los componían, fueron cuantificados e identificados con ayuda de bibliografía especializada, además de realizarse un registro fotográfico de los mismos.

### **Análisis de datos**

#### ***Colonias de octocorales***

Los datos de altura de las colonias y perímetro basal fueron divididos en 10 intervalos de tallas y graficados en un histograma de distribución de frecuencia.

#### ***Prevalencia de epibiontes sobre octocorales***

Se calculó la proporción de colonias con y sin epibiontes y se graficó el número de epibiontes por colonia de octocoral para cada especie y localidad.

### ***Estructura comunitaria de los epibiontes***

Se describió la estructura comunitaria de los epibiontes por medio de la riqueza de especies, composición de especies, abundancia y distribución a lo largo de las colonias de octocorales para ambas especies y localidades, además de índices de diversidad por especie de octocoral, zona y localidad. Se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ) que es el más usado en ecología y es sensible a variaciones cuando el número de especies en la comunidad es pequeño (menor a 100), y el Índice de diversidad de Simpson que es sensible a especies dominantes.

También se reportó la talla mínima, máxima y promedio de los epibiontes más abundantes para las dos especies de octocoral y ambas localidades.

### ***Aglomerados de epibiontes***

Se elaboró un histograma de frecuencias de tallas con el perímetro de los aglomerados de epibiontes, los cuales fueron agrupados en 10 intervalos de tallas.

Para describir la comunidad que conforman los aglomerados se reportó la riqueza y composición de especies o grupos funcionales y la abundancia de los mismos.

### ***Experimento de regeneración y colonización***

Los resultados del experimento de colonización fueron tabulados y graficados, se elaboró una tabla para los datos de regeneración del cenénquima expresada como la porción del eje axial de gorgonina expuesto (en centímetros) y otra con los organismos que colonizaron el eje durante el período de tiempo del experimento.

### **Análisis estadísticos**

Se analizaron los datos con estadística no paramétrica ya que no cumplían con los supuestos de las pruebas paramétricas.

Para determinar si existían diferencias significativas entre el hidrodinamismo de las localidades se utilizó el análisis U de Mann- Witney, además, se realizaron análisis de Correlación de Spearman para determinar si existían relaciones significativas entre las tallas de los octocorales y la abundancia de epibiontes, en las distintas localidades y especies.

Para determinar si existían diferencias significativas entre las variables de altura y perímetro de las colonias de octocoral, riqueza y abundancia de epibiontes con relación a las especies *P. flexuosa* y *P. homomalla* y las localidades (Playa Los Indios y Ensenada Manare) se realizaron análisis de varianza basados en permutaciones (PERMANOVA) con el programa PRIMER (V6).

Por otra parte se utilizó un análisis de residuales de tablas de contingencia para determinar el grado de interacción presente entre las especies más abundantes y las zonas de cada especie de octocoral

Además, se utilizó la técnica de ordenación multidimensional (MDS) basado en una matriz de disimilitud de Bray-Curtis con datos no transformados y usando el centroide de los grupos de datos del número de individuos epibiontes de cada zona (basal, media y apical) de las colonias de *P. flexuosa* y *P. homomalla* en las dos localidades, con el fin de visualizar si existían patrones multivariados de distribución espacial entre distintas comunidades de epibiontes. Posteriormente se utilizó el análisis SIMPER para identificar los organismos responsables de las diferencias en la distribución espacial.

## RESULTADOS

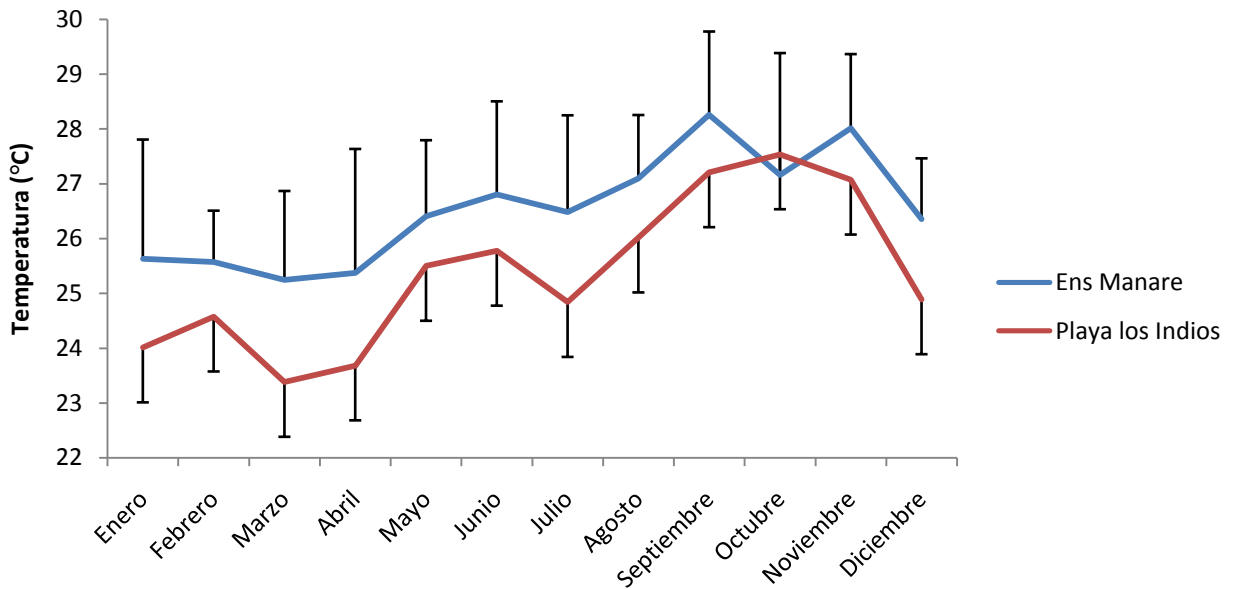
### Parámetros Hidrográficos

Los parámetros hidrográficos evaluados (temperatura superficial del agua e hidrodinamismo) presentaron variaciones entre las dos localidades durante el período de estudio.

#### *Temperatura superficial promedio*

La temperatura superficial promedio del agua presentó un mismo patrón para ambas localidades, con temperaturas inferiores en los primeros meses del año y más altas en el segundo semestre del año (figura 7). En Ensenada Manare las temperaturas fueron más uniformes y cálidas a lo largo del año (promedio anual 26.5 °C), mientras que en Playa Los Indios las variaciones de temperatura son más pronunciadas (promedio anual 25.2 °C)

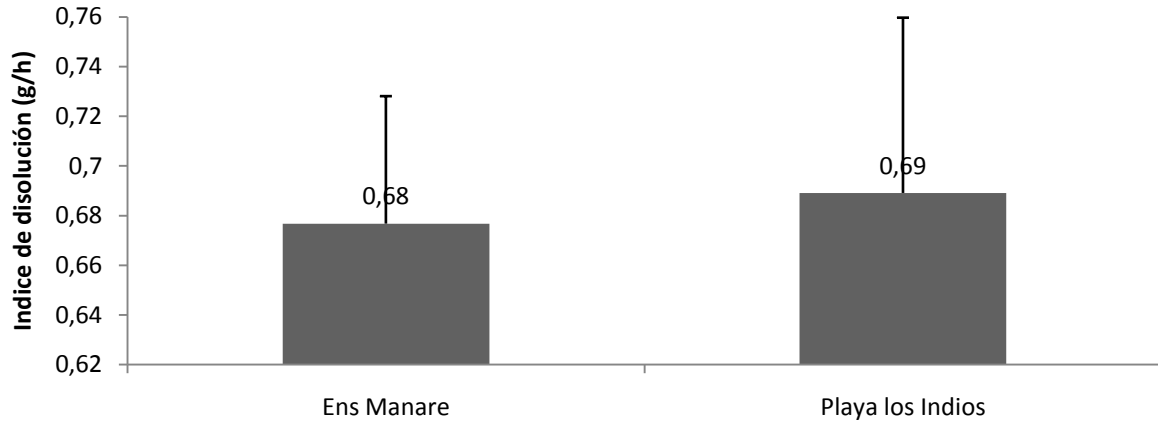
La temperatura superficial promedio del agua fue menor en la localidad de Playa Los Indios, presentando su promedio mínimo en el mes de Marzo (23.3 °C) y la temperatura promedio máxima fue registrada en la Ensenada de Manare en el mes de Septiembre con 28.2 °C.



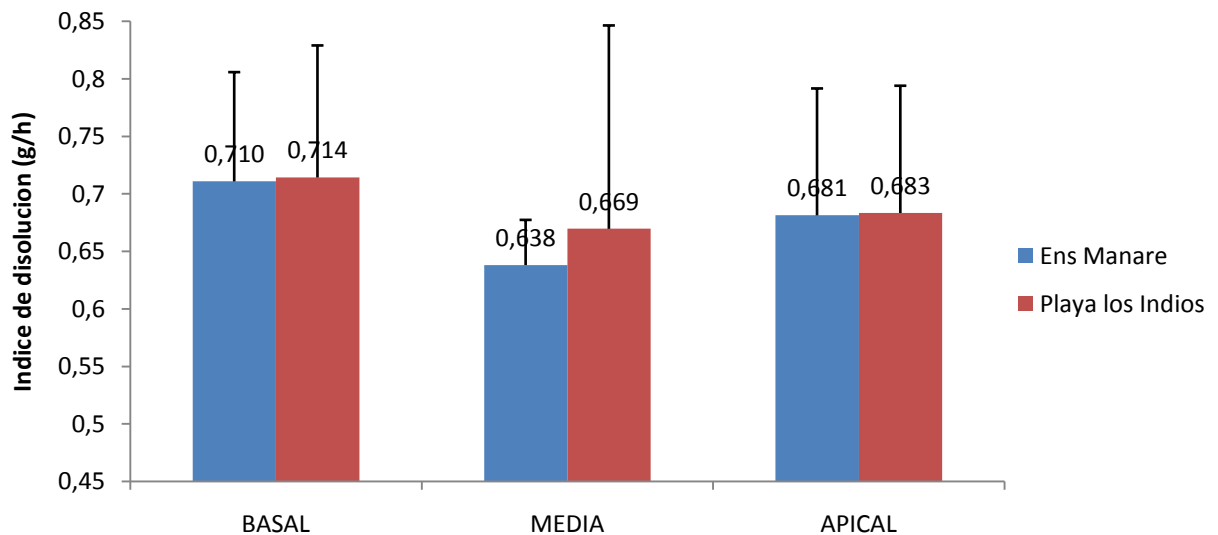
**Figura 7.** Temperaturas superficiales promedio mensuales del agua ( $\pm$  DE) durante los años 2005 – 2010 para las proximidades de las localidades de Ensenada de Manare y Playa Los Indios. Todos los datos fueron obtenidos de las imágenes satelitales de la página web <http://www.imars.usf.edu/>.

## Hidrodinamismo

El hidrodinamismo expresado como tasa de disolución no varió significativamente entre las dos localidades (U de Mann Whitney,  $U=7$ ,  $p=0.8852$ ) (figura 8). Este tampoco presentó variaciones entre las zonas de las colonias de octocoral (apical, media y basal) (figura 9).



**Figura 8.** Movimiento del agua expresado como índice de disolución (g/h) total para las localidades de Ensenada de Manare y Playa Los Indios (las barras indican la desviación estándar).



**Figura 9.** Movimiento del agua expresado como índice de disolución (g/h) en ambas localidades (Ensenada de Manare y Playa Los Indios) en las tres zonas del octocoral (apical, media y basal) (las barras indican la desviación estándar).

## Octocorales

### ***Estructura de tallas***

Se evaluaron un total de 1190 colonias, 422 de *Plexaura flexuosa* y 5 *P. homomalla* en Playa Los Indios (tabla 1), y 424 colonias de *P. homomalla* y 339 de *P. flexuosa* en la Ensenada de Manare.

La altura de las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios osciló entre un mínimo de 22 cm y un máximo de 150 cm con un promedio de 67.57 cm (DE  $\pm$ 21.7), mientras que el perímetro de la base del eje axial varió entre un mínimo de 5 cm, un máximo de 92 cm con un promedio de 21.01 cm (DE  $\pm$  10.6) (tabla 1).

*P. homomalla* en Playa Los Indios se encontró en muy baja densidad, registrándose solo 5 colonias con tallas entre 31 y 98 cm de alto y un perímetro basal del eje axial entre 14 y 35 cm (anexo 1).

Las colonias de *P. flexuosa* de Ensenada de Manare poseían dimensiones semejantes a las de Playa Los Indios, sus alturas variaron entre 13 y 150 cm con un promedio de 66.12 cm (DE  $\pm$  22.25), y un perímetro entre 3 y 57 cm promedio 15.77 cm (DE  $\pm$  7.86) (tabla 1).

En *P. homomalla* las tallas variaron entre un mínimo de 8 cm y un máximo de 147 cm de altura con un promedio de 57.87cm (DE  $\pm$  19.81) y perímetros entre 2 y 61 cm con promedio de 11.13 cm (DE  $\pm$  5.32) (tabla 1).

**Tabla 1.** Medidas de altura de las colonias evaluadas y perímetro del eje axial de *Plexaura flexuosa* y *P. homomalla* en Playa Los Indios y Ensenada Manare N= número de colonias, Prom= promedio, DE= desviación estándar, Min= mínimo, Max= máximo.

Localidades / especies	N	ALTURA (cm)				PERÍMETRO DEL EJE (cm)			
		Prom	DE	Min	Max	Prom	DS	Min	Max
<b>PLAYA LOS INDIOS</b>									
<i>Plexaura flexuosa</i>	422	67,57	21,70	22	150	21,01	10,60	5	92
<i>Plexaura homomalla</i>	5	79,80	27,60	31	98	20,80	8,40	14	35
<b>ENSENADA MANARE</b>									
<i>Plexaura flexuosa</i>	339	66,12	22,25	13	150	15,77	7,86	3	57
<i>Plexaura homomalla</i>	424	57,87	19,81	8	147	11,13	5,32	2	61



### ***Alturas de las colonias***

La estructura de tallas de las colonias de *Plexaura flexuosa* evaluadas en Playa Los Indios muestra una predominancia de colonias con tamaños intermedios entre 46 y 75 cm de alto, mientras que las alturas extremas presentan las menores abundancias (figura 10 A).

Las colonias de *P. flexuosa* evaluadas en Ensenada Manare presentaron la misma tendencia que las de Playa Los Indios, una predominancia de colonias con tamaños intermedios de 61 - 75 cm de alto (figura 10 B).

Las colonias más abundantes de *P. homomalla* en la Ensenada de Manare, presentaron predominancia de tallas intermedias entre 46 y 75 cm de altura (figura 10 C).

### ***Perímetro basal del eje axial de las colonias***

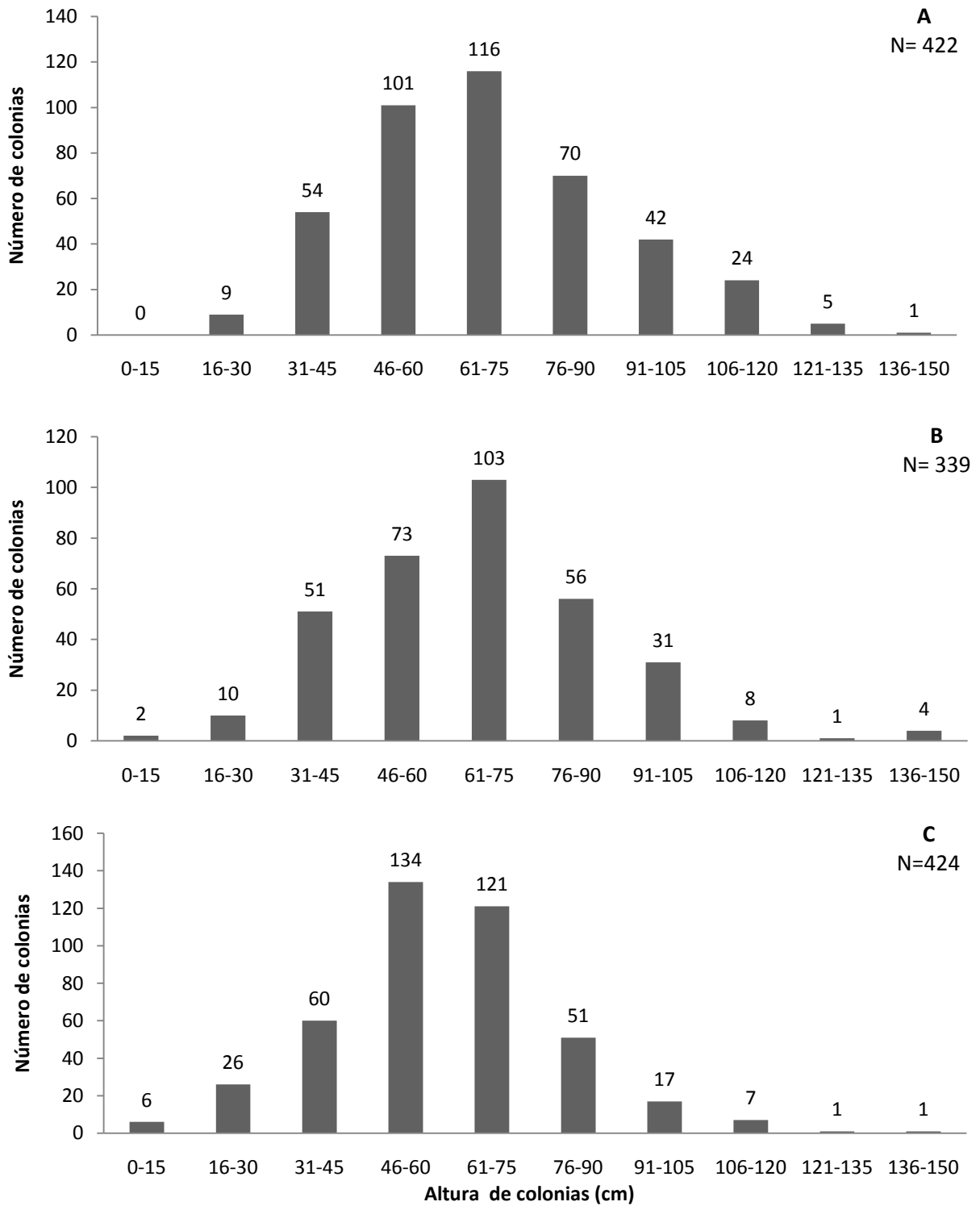
Por su parte la frecuencia de tallas del perímetro de la base del eje axial de las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios es positivamente asimétrica y sesgada hacia los valores comprendidos entre 10 y 27 cm de perímetro de la base (figura 11 A).

La frecuencia de tallas del perímetro basal del eje *P. flexuosa* en Ensenada Manare, presenta un patrón similar al de Playa Los Indios, positivamente asimétrico. Sin embargo, la distribución es estadísticamente diferente (Permanova, pseudo-F= 93.828, gl= 1, P> 0.01) (anexos 2 y 3), debido a la predominancia de perímetros menores comprendidos entre 10 y 18 cm (figura 11 B).

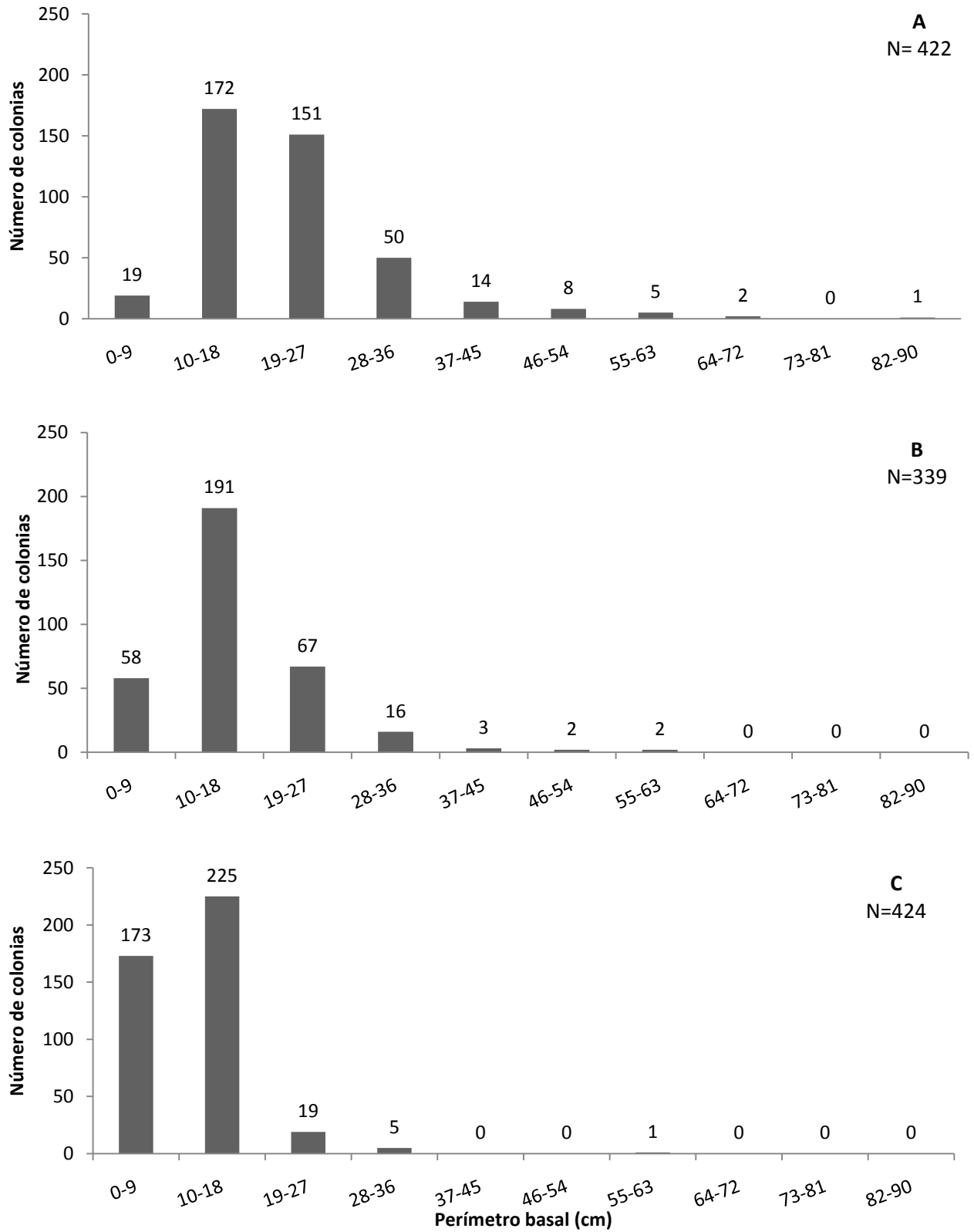
Del mismo modo, la mayoría de las colonias de *P. homomalla* en Ensenada Manare presentaron perímetros pequeños entre 10 y 18 cm (figura 11 C). Al comparar las alturas de las colonias evaluadas de *P. flexuosa* de Playa Los Indios con las de Ensenada Manare, no se encontraron diferencias significativas (Permanova, pseudo-F= 0.82366, gl= 1, P> 0.01), es decir, las dos poblaciones pueden considerarse iguales en cuanto a sus alturas. Por el contrario, existieron diferencias significativas en cuanto al perímetro de la base de las colonias, estas son más anchas en Playa Los Indios que en la Ensenada de Manare (Permanova, pseudo-F= 93.828, gl= 1, P> 0.01) (anexos 2 y 3).

Comparando las distribuciones de tallas de *P. flexuosa* con las de *P. homomalla* de Ensenada Manare se encontraron diferencias significativas tanto para las alturas de las colonias (Permanova pseudo-F= 29.224, gl= 1, P< 0.01) como para el perímetro basal del eje axial (Permanova, pseudo-F=

93.828,  $g_l = 1$ ,  $P < 0.01$ ), siendo las alturas y perímetros de *P. flexuosa* mayores que los de *P. homomalla* (anexos 4 y 5).



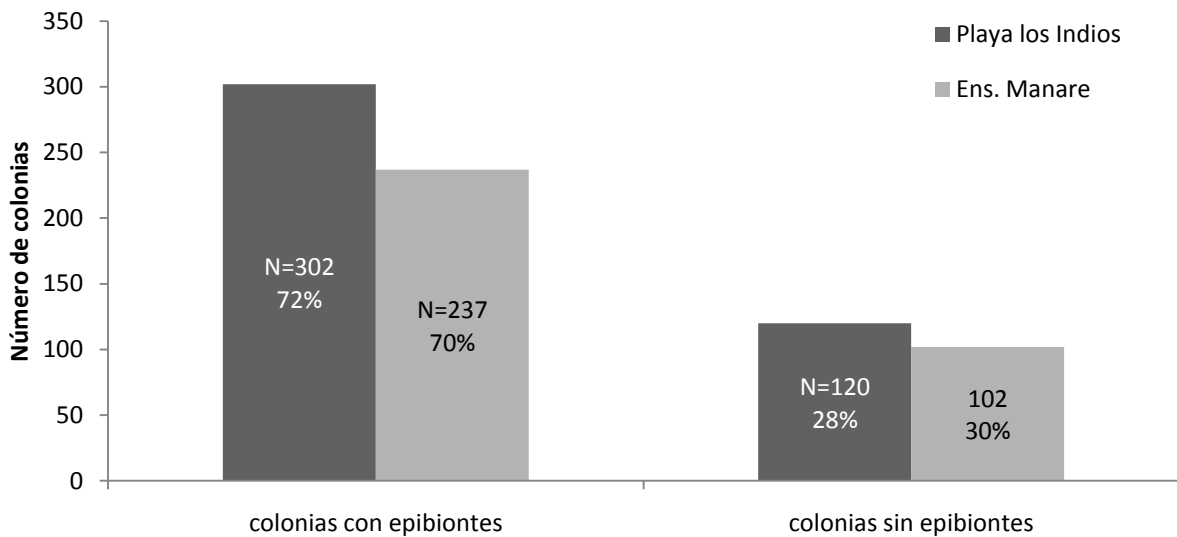
**Figura 10.** Frecuencia de tallas en base a la altura de colonias de (A) *Plexaura flexuosa* en la localidad de Playa Los Indios (B) *Plexaura flexuosa* y (C) *Plexaura homomalla* en Ensenada Manare.



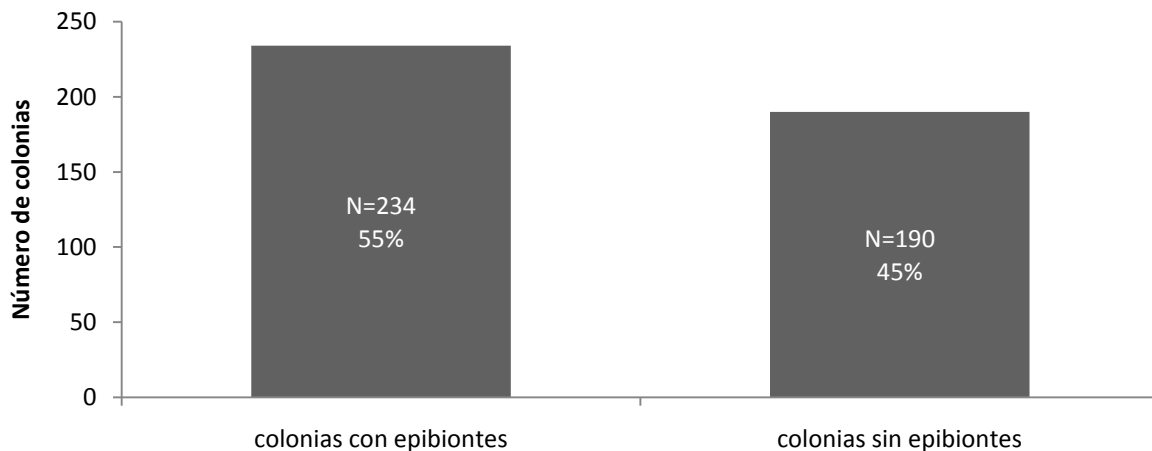
**Figura 11.** Frecuencia de tallas del perímetro basal del eje axial de colonias de: (A) *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios (B) *P. flexuosa* y (C) *P. homomalla* en Ensenada Manare.

## Prevalencia de epibiontes

De las 1185 colonias de octocoral evaluadas (excluyendo las 5 *P. homomalla* en Playa los Indios), 776 colonias (65.5%) poseían epibiontes los cuales totalizaron 1808 individuos incluyendo los aglomerados de epibiontes. Las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios presentaron una prevalencia de epibiontes del 72% (302 colonias) y de forma similar las de Ensenada Manare el 70% (237 colonias) presentaron epibiontes (figura 12). Por su parte, *P. homomalla* presentó una proporción de colonias con epibiontes del 55% (234 colonias), bastante inferior a las de *P. flexuosa* (figura 13).



**Figura 12.** Proporción relativa de colonias de *Plexaura flexuosa* con y sin epibiontes en Playa Los Indios, y Ensenada Manare.

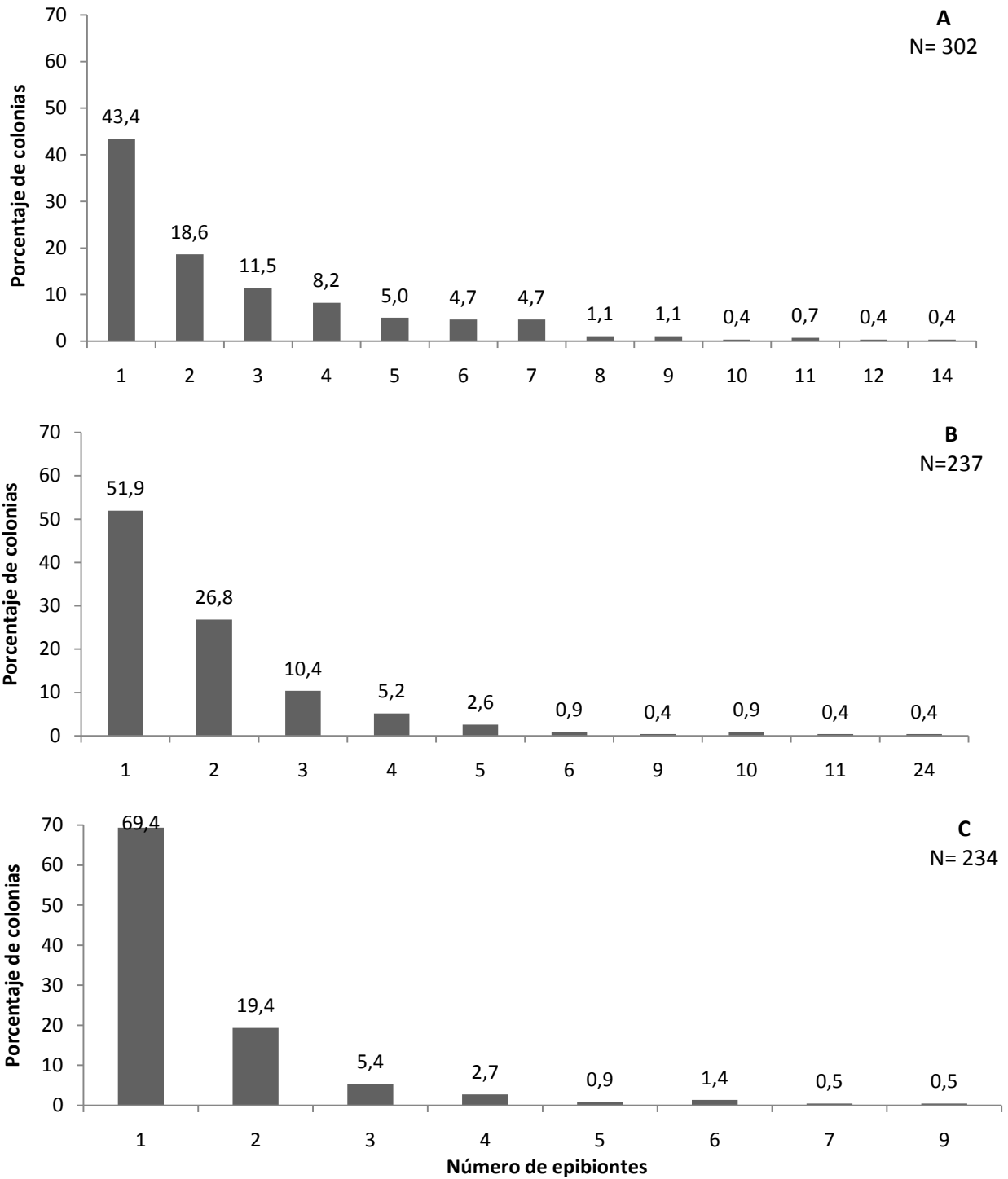


**Figura 13.** Proporción relativa de colonias de *Plexaura homomalla* con y sin epibiontes en Ensenada de Manare.

Al evaluar el número de epibiontes por colonia de *P. flexuosa* en Playa Los Indios se encontraron hasta 14 individuos y en Ensenada Manare 24 no obstante, el 43.4% de las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios registraron un solo epibionte, mientras que en Ensenada Manare fue el 51.9% (figura 14 A, B)

En las colonias de *P. homomalla* se registró un máximo de 9 epibiontes por colonia y la mayoría de las colonias, el 69.4% (154 colonias) presentaron solo un epibionte (figura 14 C).

Al relacionar la talla de las colonias con la presencia de epibiontes no se encontraron relaciones significativas entre la altura y el número de epibiontes sobre *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios (coeficiente de Correlación de Spearman,  $R_s=0.15$ ,  $p= 0.011$ ). Lo mismo ocurrió con las colonias de *P. flexuosa* ( $R_s=0.20$ ,  $p=0.0015$ ) y *P. homomalla* ( $R_s= 0.15$ ,  $p= 0.017$ ) en Ensenada Manare.



**Figura 14.** Número de epibiontes por colonia de: (A) *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios, (B) *P. flexuosa* y (C) *P. homomalla* en Ensenada de Manare.

## Epibiontes

### **Riqueza**

Se registró un total de 34 especies de epibiontes pertenecientes a 7 Phyla (Porifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata y Chordata) de estos el 63.9% son especies sésiles y el 36.1% especies móviles (tabla 2), además de 3 grupos funcionales de algas (calcáreas, filamentosas y macroalgas). De estos grupos el más diverso fue el de los poríferos con 9 especies.

Sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios se registró 24 especies y 26 en Ensenada Manare, y en la misma localidad sobre *P. homomalla* se registraron 27 especies (tabla 2). La composición de especies de algunos grupos varió entre localidades, la mayor riqueza de cnidarios ocurrió en Playa Los Indios sobre *P. flexuosa* con 6 de las 7 especies registradas. Con los crustáceos ocurre lo contrario, la mayor diversidad fue en Ensenada Manare sobre *P. homomalla*, donde se registraron las 7 especies y sobre *P. flexuosa* 5 (figuras 15 y 16). Cuando se compara la riqueza de epibiontes por colonia entre *P. homomalla* y *P. flexuosa* en Ensenada Manare no existen diferencias significativas entre las especies (Permanova, pseudo-F= 0.3063, gl= 1, P>0.01), sin embargo, comparando *P. flexuosa* entre ambas localidades se encuentra que existen diferencias significativas entre las mismas (Permanova, pseudo-F= 11,608, gl= 1, P<0.01) (anexos 6 y 7).

Algunas especies de epibiontes solamente fueron registradas en una de las localidades, como las esponjas *Callyspongia vaginalis* e *Ircinia strobilina* en Ensenada Manare, al igual que los gastrópodos *Coralliophila caribaea* y *Thais deltoides*, los crustáceos ermitaños *Dardanus venosus* y *Pagurus provenzanoi*, el cangrejo *Stenorhynchus seticornis* y los equinodermos. Las especies exclusivas de Playa Los Indios fueron solamente los hidrozoarios (tabla 2).

### **Abundancia**

En cuanto a la abundancia se encontró un total de 1580 epibiontes individuales, sin contabilizar los aglomerados de epibiontes debido a que fueron analizados por separado y tampoco los epibiontes sobre las 5 colonias de *P. homomalla* en Playa Los Indios. El grupo más abundante fue el de los moluscos con 836 individuos, correspondiendo al 52.6% de todos los individuos registrados, seguido por las algas con 26.2% (416 organismos).

Cuando se compara la abundancia absoluta de epibiontes (exceptuando las algas y los aglomerados) entre las dos localidades y entre las dos especies de octocorales, se evidencia, a

diferencia de la riqueza, que ésta es mucho mayor en Playa Los Indios sobre *P. flexuosa* con un 56.7% de todos los epibiontes (666 organismos). En Ensenada Manare sobre la misma especie se registró el 25.4% (298 organismos) y sobre *P. homomalla* el 17.9 % (210 organismos) (tabla 2). Estas diferencias son significativas entre las localidades para *P. flexuosa* (Permanova, pseudo-F= 18.709, gl= 1, P<0.01), y no significativas entre las dos especies de Ensenada Manare (Permanova, pseudo-F= 1.845, gl= 1, P>0.01) (anexos 8 y 9).

Esta diferencia en abundancia absoluta entre localidades es debida al grupo de los moluscos, específicamente a las especies de bivalvos *Dendrostrea frons* y *Pteria colymbus* que en Playa Los Indios, sobre *P. flexuosa* suman juntas el 47.5 % (558 individuos) de todos los epibiontes registrados en ambas localidades y especies de octocoral. No obstante, en Ensenada Manare las mismas especies de bivalvos poseen una abundancia absoluta mucho menor, independiente de la especie de octocoral: 10.2 % (121 individuos) en *P. flexuosa* y 7.8 % (92 individuos) en *P. homomalla* (tabla 2).

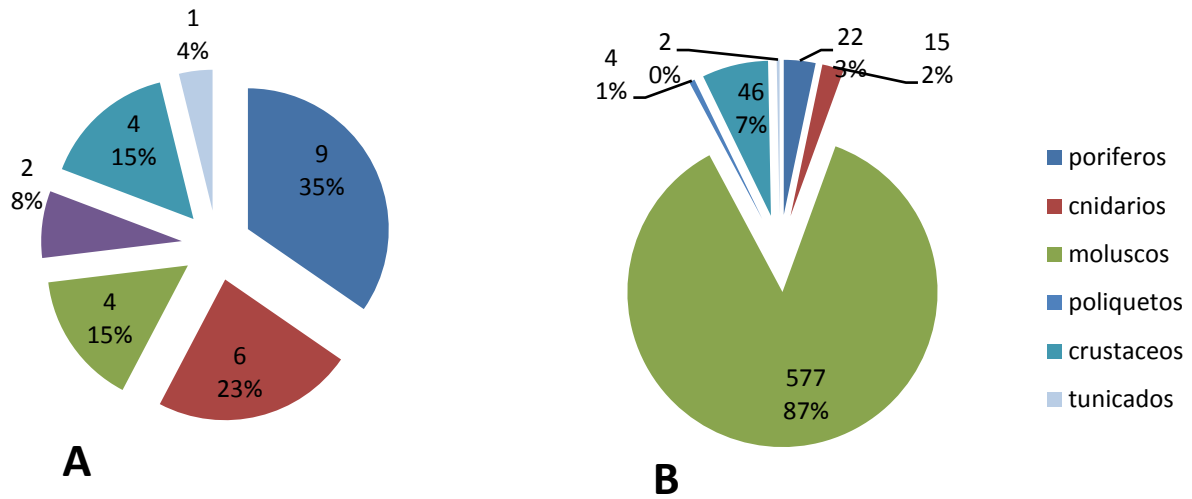
Al comparar las dos localidades en función de la abundancia de los grupos de organismos sobre *P. flexuosa*, se evidenció que hay diferencias significativas entre las localidades para la mayoría de los grupos, los cuales son más abundantes en Playa Los Indios: Moluscos (Permanova, pseudo-F= 35.137, gl= 1, P< 0.01), los Cnidarios (Permanova, pseudo-F= 3.6525, gl= 1, P< 0.01), los Crustáceos (Permanova Pseudo-F= 9.6697, gl= 1/684, P>0.01), las algas (Permanova, pseudo-F= 16.399, gl= 1, P< 0.01) y los aglomerados (Permanova, pseudo-F= 18.207, gl= 1, P< 0.01). Para las esponjas las diferencias entre localidades no son significativas. Tampoco hay diferencias significativas entre los grupos establecidos sobre las dos especies de octocoral de Ensenada Manare (anexos 10 - 21).

En términos de abundancia relativa del número de individuos, los moluscos poseen una dominancia del 87 % en Playa Los Indios sobre *P. flexuosa*, 46 % sobre la misma especie en Ensenada Manare y 58 % sobre *P. homomalla* (figuras 15-17).

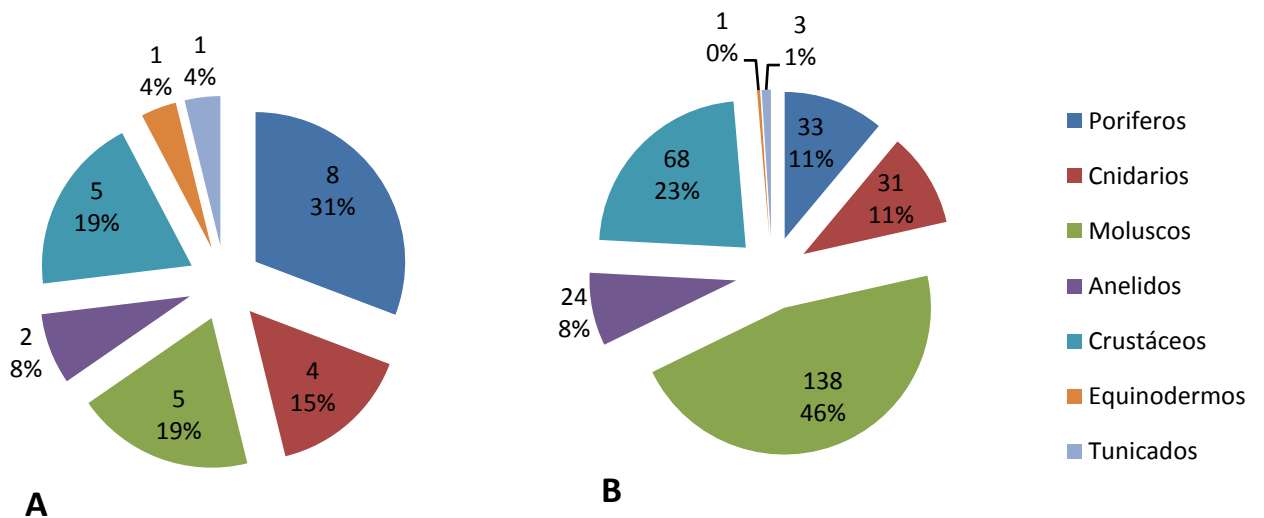


**Tabla 2.** Abundancia de epibiontes registrados sobre colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios, y *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Ensenada Manare.

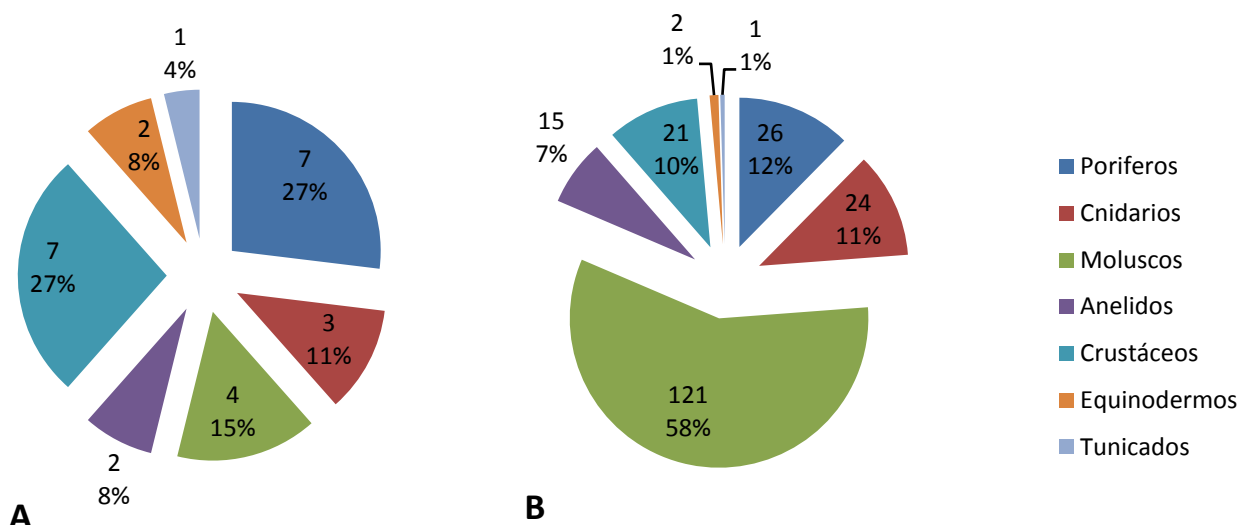
Phyla	Grupo funcional / TAXA	Playa Los Indios	Ensenada Manare		TOTAL
		<i>P. flexuosa</i>	<i>P. flexuosa</i>	<i>P. homomalla</i>	
	ALGAS CALCÁREAS	14	8	11	33
	ALGAS FILAMENTOSAS	63	95	80	238
	MACROALGAS	40	65	40	145
<b>Porifera</b>	<i>Callyspongia fallax</i>	2	2	2	6
	<i>Callyspongia vaginalis</i>	-	4	6	10
	<i>Desmapsamma anchorata</i>	1	7	7	15
	<i>Dysidea etheria</i>	1	2	-	3
	<i>Ircinia felix</i>	-	7	4	11
	<i>Ircinia strobilina</i>	-	4	2	6
	<i>Niphates erecta</i>	1	5	6	12
	<i>Phorbas amaranthus</i>	2	-	1	3
	<i>Tedania ignis</i>	15	2	1	18
	<b>Cnidaria</b>	<i>Diploria strigosa</i>	-	-	1
Hidrozoario: Aglaopheniidae		2	-	-	2
Hidrozoarios		3	11	7	21
<i>Millepora alcicornis</i>		5	18	16	39
<i>Palythoa caribaeorum</i>		1	1	-	2
<i>Solanderia gracilis</i>		1	-	-	1
<i>Tubastrea coccinea</i>		3	1	-	4
<b>Molusca</b>		<i>Coralliophila caribaea</i>	-	1	-
	<i>Cyphoma gibbosum</i>	18	16	24	58
	<i>Thais deltoides</i>	-	-	5	5
	<i>Dendrostrea frons</i>	290	94	51	435
	<i>Pinctada imbricata</i>	1	1	-	2
	<i>Pteria colymbus</i>	268	26	41	335
<b>Annelida</b>	<i>Hermodice carunculata</i>	2	6	2	10
	<i>Spirobranchus giganteus</i>	2	18	13	33
<b>Arthropoda</b>	<i>Calcinus tibicen</i>	18	7	4	29
	<i>Dardanus venosus</i>	-	2	5	7
	<i>Pagurus brevidactylus</i>	2	57	4	63
	<i>Pagurus provenzanoi</i>	-	1	1	2
	<i>Neopontonides chacei</i>	1	-	1	1
	<i>Stenorhynchus seticornis</i>	-	-	1	1
	<i>Balanus trigonus</i>	12	2	4	18
<b>Echinodermata</b>	<i>Astrophyton muricatum</i>	-	-	1	1
	<i>Ophiothrix suensonii</i>	-	1	1	2
<b>Chordata</b>	Tunicado	2	3	1	6
<b>Número total de individuos</b>		770	467	343	1580



**Figura 15.** (A) Proporción de riqueza de especies por grupo de epibiontes y (B) Proporción relativa del número de individuos por grupo de epibiontes de *P. flexuosa* en Playa Los Indios.



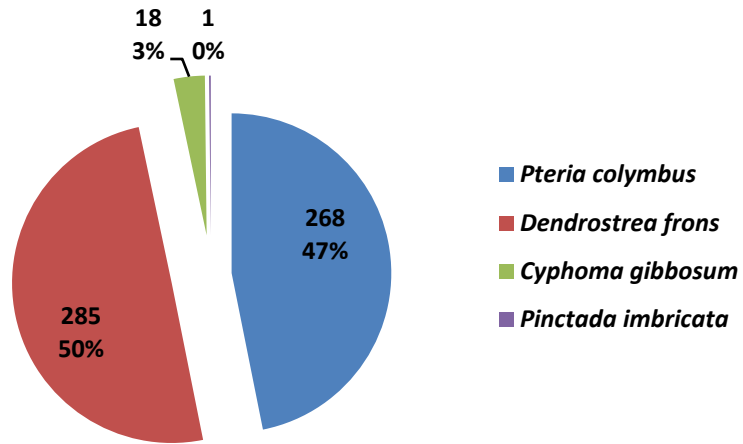
**Figura 16.** (A) Proporción de riqueza de especies por grupo de epibiontes y (B) Proporción relativa del número de individuos por grupo de epibiontes de *P. flexuosa* en Ensenada Manare.



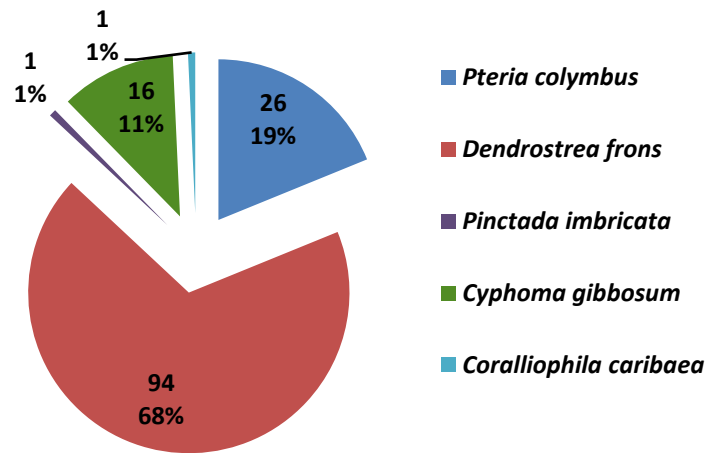
**Figura 17.** (A) Proporción de riqueza de especies por grupo de epibiontes y (B) Proporción relativa del número de individuos por grupo de epibiontes de *P. homomalla* en Ensenada Manare.

El grupo de los moluscos está constituido por 6 especies, sin embargo está dominado por solamente dos de ellas, los bivalvos *Pteria colymbus* y *Dendrostrea frons* en ambas localidades y ambas especies de octocoral. *D. frons* es la más abundante con un 42 % o más de individuos de moluscos en ambas localidades y especies de octocoral (figuras 18-20). Las diferencias de abundancia son significativas entre las localidades (Permanova, pseudo-F= 8.2204, gl= 1/684 P< 0.01) pero no entre las dos especies de octocorales de Ensenada Manare. Le siguen en abundancia *P. colymbus* y *Cyphoma gibbosum*, además de otras especies en muy bajas abundancias como *Coralliophila caribaea*, *Pinctada imbricata* y *Thais deltoides*, todas con solo un individuo (anexos 22 y 23). El análisis SIMPER muestra que los organismos que contribuyen en mayor medida a las diferencias entre localidades y entre zonas son *Pteria colymbus* y *Dendrostrea frons* para Playa Los Indios y algas filamentosas, macroalgas y nuevamente *D. frons* para Ensenada Manare (anexos 24 y 25).

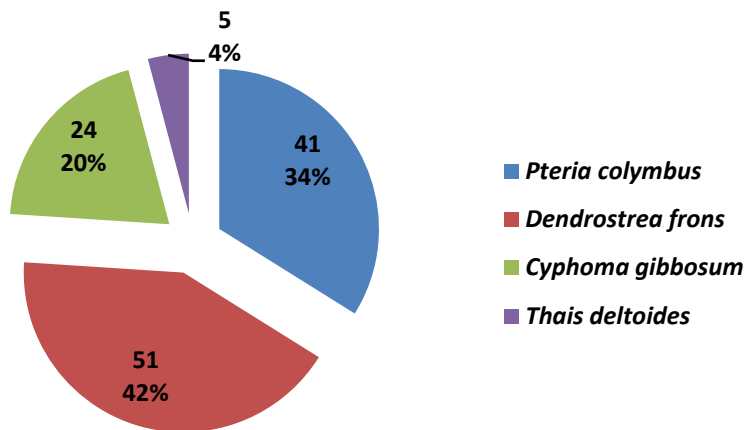
Se puede decir que la comunidad epibiótica está dominada por pocas especies que presentan una gran abundancia de individuos, seguida de muchas especies que pueden ser consideradas raras por haber sido registradas como máximo 3 veces en la totalidad de las colonias evaluadas. De estas, se reportó 16 especies sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios, 12 en *P. flexuosa* y 11 en *P. homomalla* en Ensenada Manare (tabla 2) (anexos 26-34).



**Figura 18.** Número de individuos y su proporción relativa de especies de moluscos epibiontes de *P. flexuosa* en Playa Los Indios.

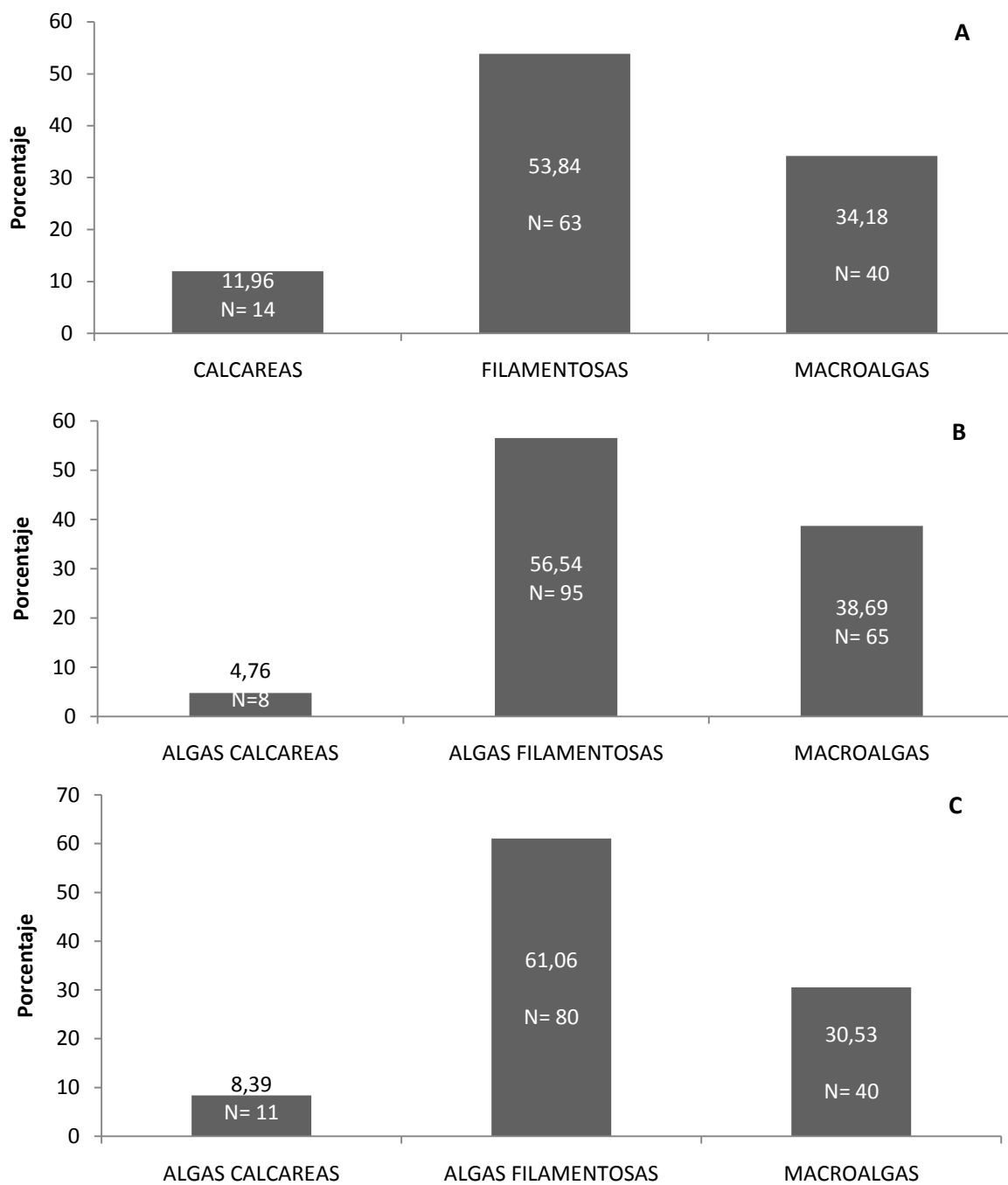


**Figura 19.** Número de individuos y su proporción relativa de especies de moluscos epibiontes de *P. flexuosa* en Ensenada Manare.



**Figura 20.** Número de individuos y su proporción relativa de especies de moluscos epibiontes de *P. homomalla* en la Ensenada de Manare.

Por su parte, entre las algas, el grupo funcional dominante en ambas localidades y ambas especies de octocoral fue el de las filamentosas, con una abundancia relativa por encima del 54%, seguido por las macroalgas y las algas calcáreas, las cuales presentaron las menores abundancias siendo siempre inferiores al 12 % (figura 21).



**Figura 21.** Proporción relativa de los tres grupos funcionales de algas encontrados sobre: (A) *P. flexuosa* en Playa Los Indios, (B) *P. flexuosa* y (C) *P. homomalla* en la Ensenada de Manare.

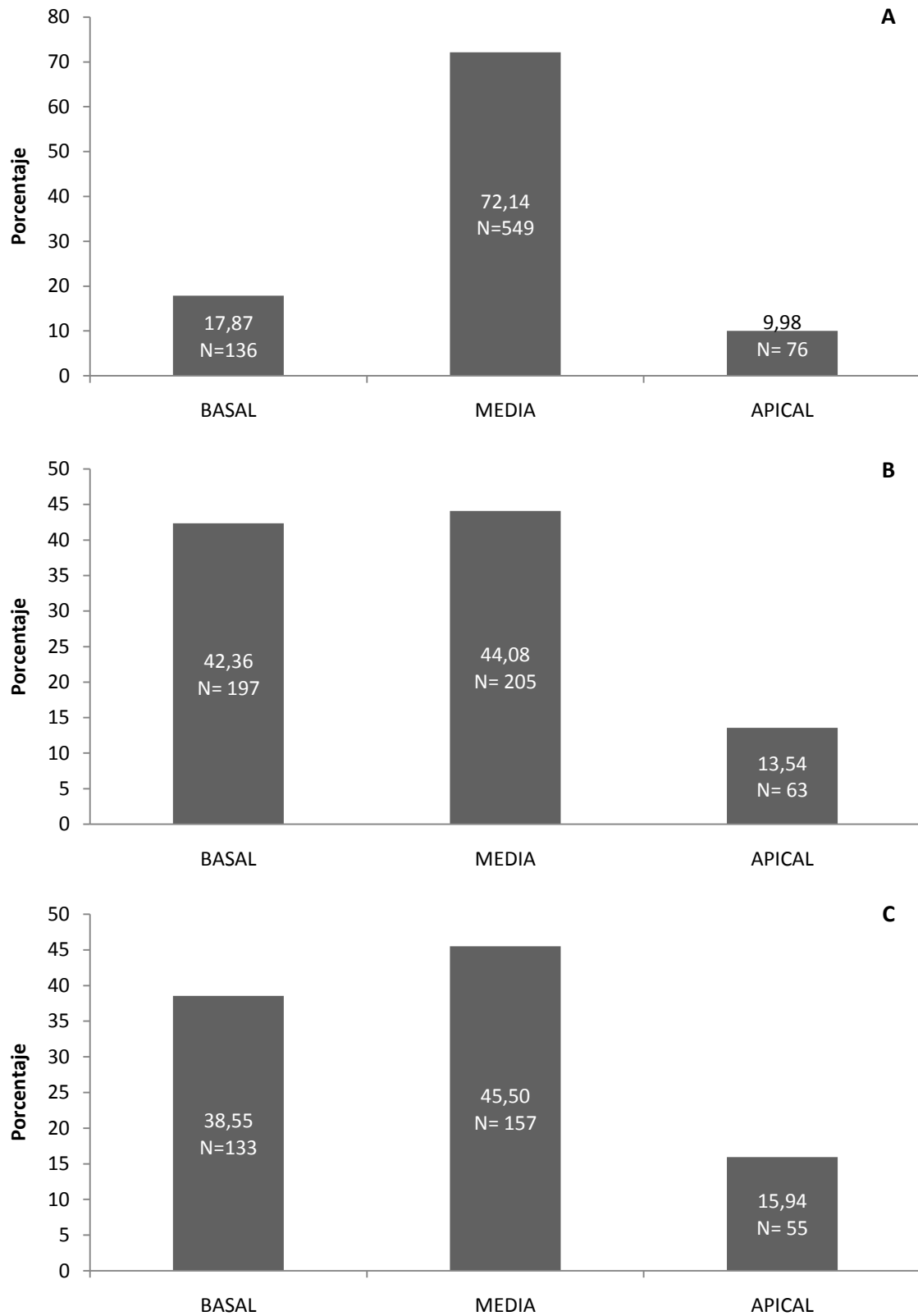
### ***Distribución de los epibiontes en las colonias***

La distribución espacial de epibiontes (excluyendo los aglomerados y sin hacer distinción sobre el tipo de epibiontes) sobre las colonias varió entre las zonas (basal, media y apical) y presentó un mismo patrón en ambas localidades y especies de octocoral. Más del 44 % de los epibiontes fueron encontrados ubicados en la zona media, seguido por la zona basal y por último la zona apical (figura 22); existiendo diferencias significativas en las abundancias totales entre las dos localidades en *P. flexuosa* (Permanova, pseudo-F= 4.906, gl= 2, P< 0.01).

En cuanto a la distribución espacial a lo largo de las colonias, discriminada por especies o grupos funcionales de algas, se encontraron algunos epibiontes distribuidos en todas las zonas de las colonias, como las algas, y el gastrópodo *Cyphoma gibbosum* (tabla 3). Por otro lado, algunas especies presentaron una distribución restringida a determinadas zonas, como los cnidarios *Palythoa caribaeorum* y *Solanderia gracilis* a la zona basal, otras especies fueron encontradas solo en la zona media, como los cangrejos ermitaños *Dardanus venosus* y *Pagurus provenzanoi*, mientras que en la zona apical se encontraron *Astrophyton muricatum* y otros organismos que también estaban presentes en las demás zonas (tabla 3).

**Tabla 3.** Abundancia de epibiontes por zona (basal, media y apical) sobre *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

Grupo funcional / taxa	Playa Los Indios			Ensenada Manare					
	<i>P. flexuosa</i>			<i>P. flexuosa</i>			<i>P. homomalla</i>		
	basal	media	apical	basal	media	apical	basal	media	apical
ALGAS CALCÁREAS	8	4	2	7	1	0	7	3	1
ALGAS FILAMENTOSAS	14	18	31	37	18	40	26	19	35
MACROALGAS	28	9	3	52	11	2	28	10	2
<i>Callyspongia fallax</i>	2	0	0	2	0	0	1	1	0
<i>Callyspongia vaginalis</i>	0	0	0	4	0	0	6	0	0
<i>Desmapsama anchorata</i>	1	0	0	2	5	0	0	4	0
<i>Dysidea etheria</i>	0	1	0	2	0	0	0	0	0
<i>Ircinia felix</i>	0	0	0	7	0	0	0	1	0
<i>Ircinia strobilina</i>	0	0	0	4	0	0	0	1	0
<i>Niphates erecta</i>	1	0	0	5	0	0	0	0	0
<i>Phorbas amaranthus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tedania ignis</i>	9	5	1	1	1	0	0	0	0
<i>Diploria strigosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Hidrozoario: Aglaopheniidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Hidrozoarios	0	3	0	7	2	2	0	3	2
<i>Millepora alcicornis</i>	5	0	0	17	1	0	0	1	0
<i>Palythoa caribaeorum</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Solanderia gracilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tubastrea coccinea</i>	3	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Coralliophila caribaea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cyphoma gibbosum</i>	4	11	3	2	13	1	1	20	3
<i>Thais deltoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Dendrostrea frons</i>	29	251	10	17	72	0	4	39	6
<i>Pinctada imbricata</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pteria colymbus</i>	19	227	22	3	23	0	2	36	3
<i>Hermodice carunculata</i>	0	0	2	3	2	1	0	0	1
<i>Spirobranchus giganteus</i>	1	1	0	18	0	0	0	0	0
<i>Calcinus tibicen</i>	7	10	1	0	7	0	0	4	0
<i>Dardanus venosus</i>	0	0	0	0	2	0	0	3	0
<i>Pagurus brevidactylus</i>	0	2	0	4	37	15	0	5	0
<i>Pagurus provenzanoi</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Neopontonides chacei</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Balanus trigonus</i>	4	7	1	0	2	0	2	2	0
<i>Astrophyton muricatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ophiothrix suensonii</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Tunicado	0	2	0	1	1	1	0	0	0

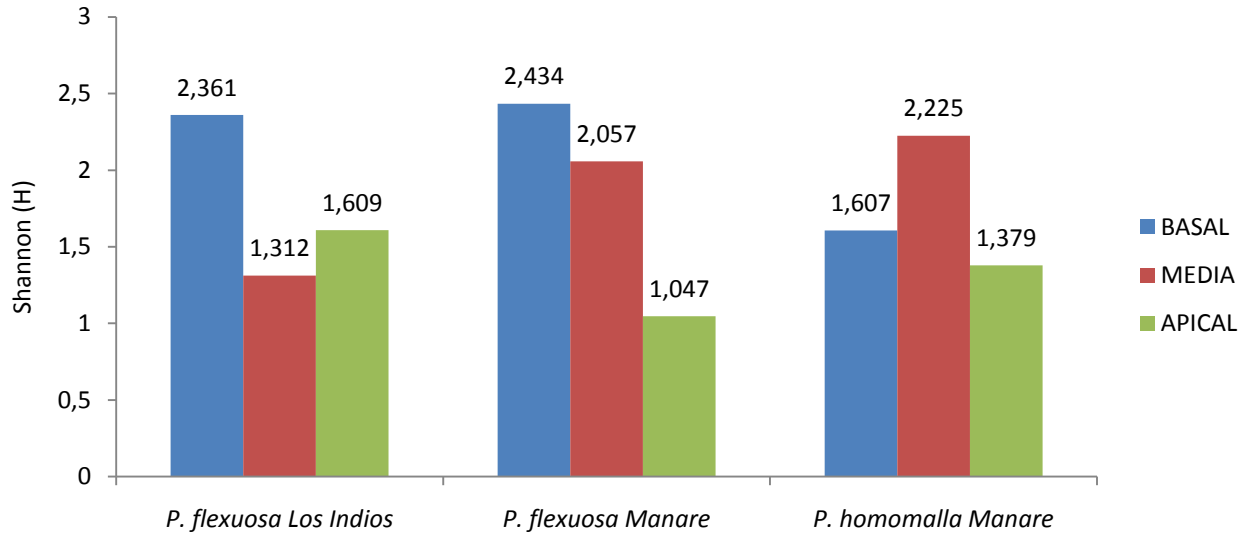


**Figura 22.** Proporción relativa de epibiontes por zona en las colonias de (A) *P. flexuosa* en Playa Los Indios, (B) *P. flexuosa* y (C) *P. homomalla* en la Ensenada de Manare.

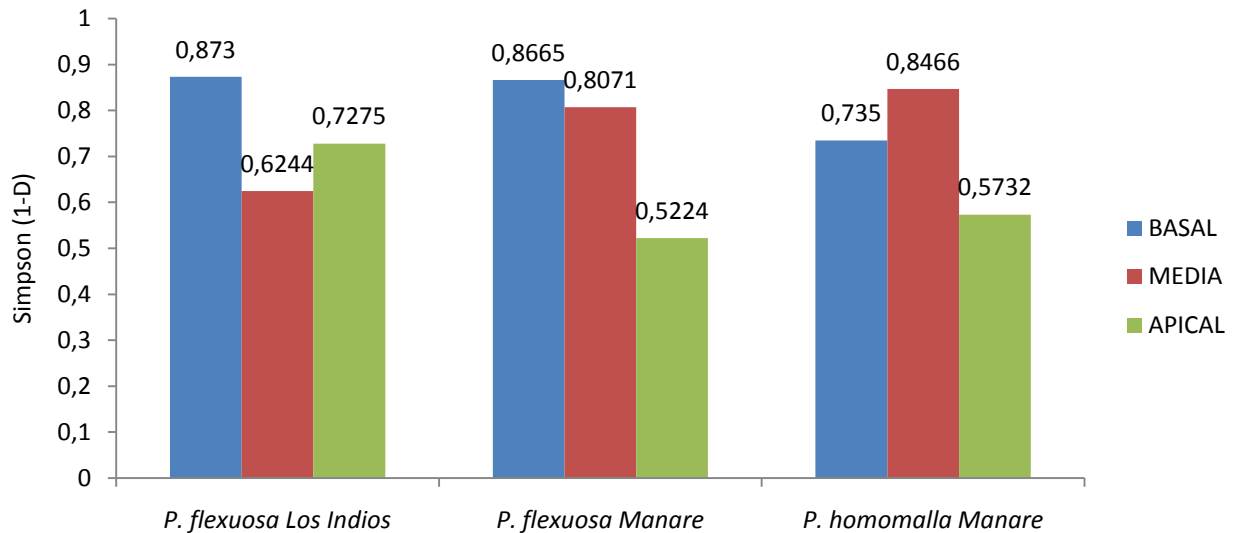


### Diversidad por zona

Los valores de los índices de diversidad variaron según la zona del octocoral y la localidad de estudio. En *P. flexuosa* la mayor diversidad fue en la zona basal, mientras que en *P. homomalla* en la zona media (figuras 23 y 24)



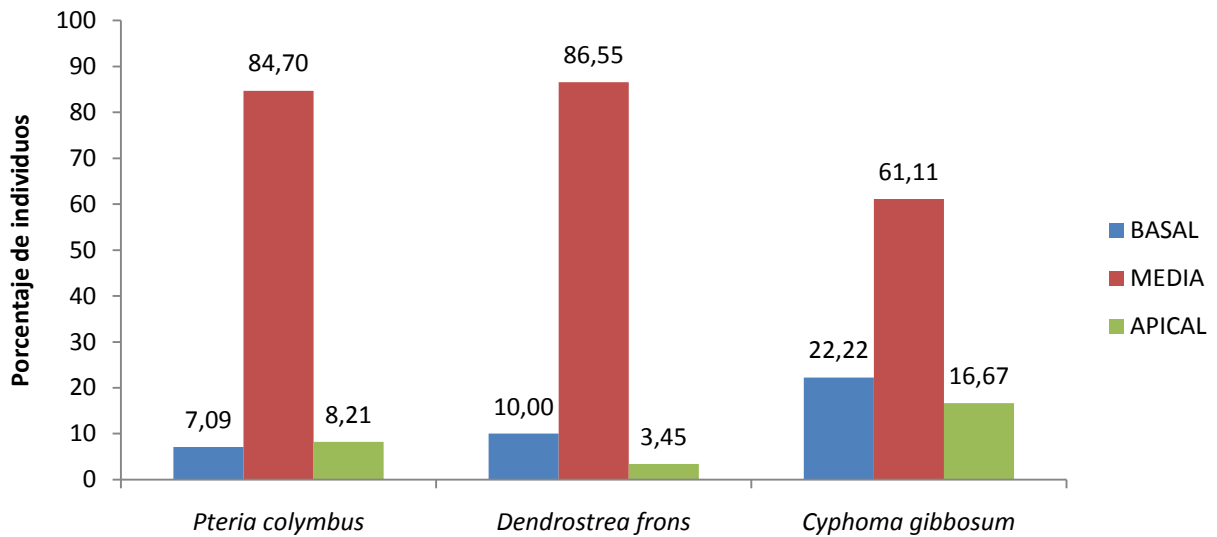
**Figura 23.** Índices de diversidad de Shannon por zona en ambas especies de octocorales y para ambas localidades.



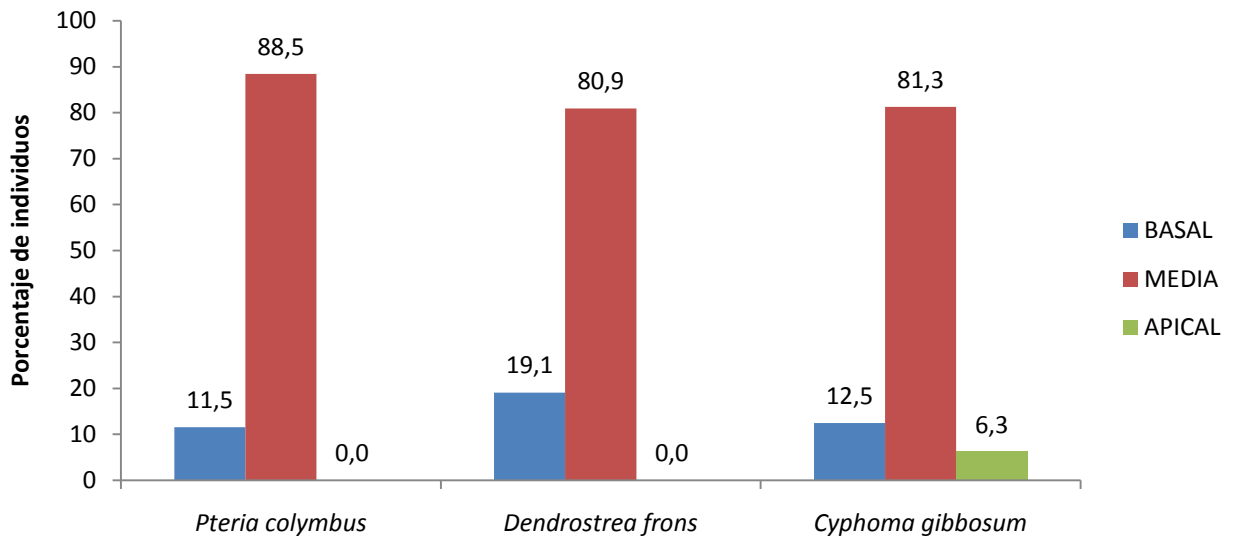
**Figura 24.** Índices de diversidad de Simpson por zona en ambas especies de octocorales y para ambas localidades.

### Distribución de moluscos

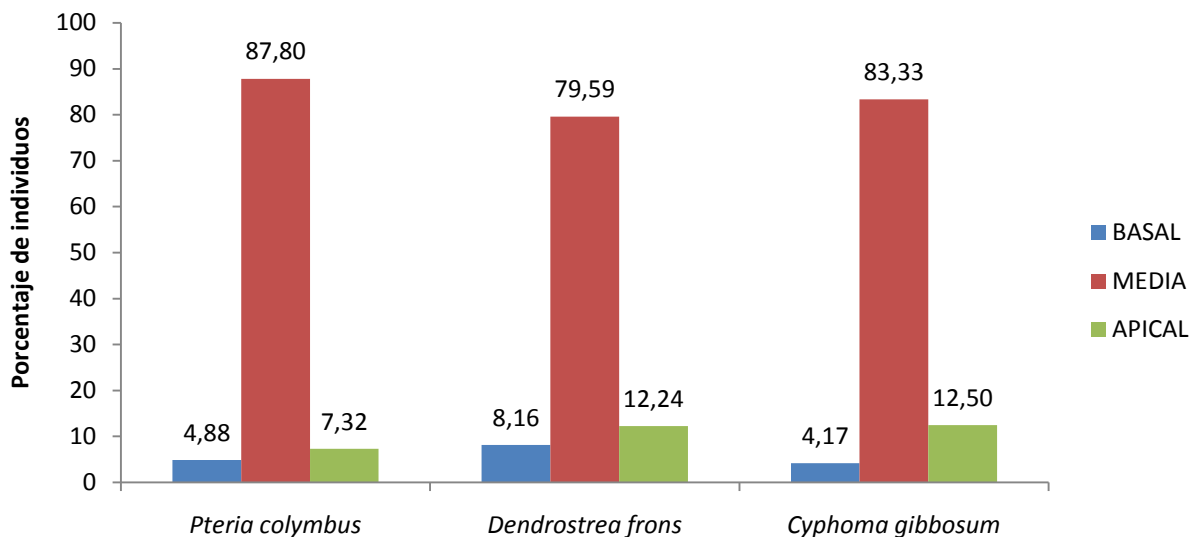
Los epibiontes más abundantes, los moluscos (*Pteria colymbus*, *Dendrostrea frons* y *Cyphoma gibbosum*) presentan diferencias significativas respecto a la zona del octocoral en la que se ubican (Permanova, pseudo-F= 8.9286, gl= 2, P< 0.01). Estos fueron encontrados distribuidos predominantemente en la zona media de las colonias de octocoral, en ambas especies y localidades, en más de 80 % para *P. colymbus* y *D. frons* y en más del 61 % para *C. gibbosum*; sin embargo, algunos individuos también fueron registrados en la zona basal y apical de las colonias (figuras 25-27).



**Figura 25.** Proporción de individuos de *Pteria colymbus*, *Dendrostrea frons* y *Cyphoma gibbosum* registrados en las tres zonas (basal, media y apical) del octocoral *P. flexuosa* en Playa Los Indios.



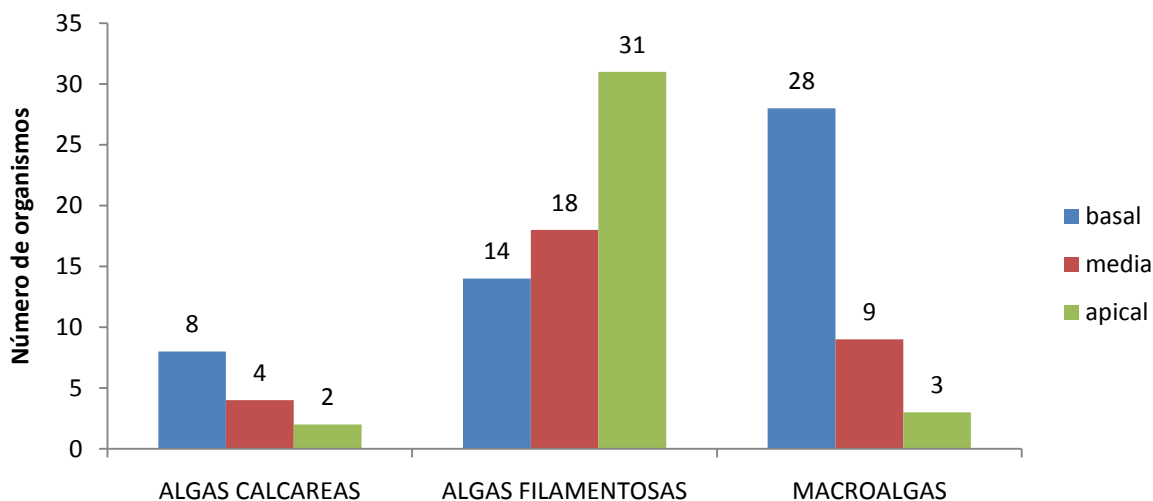
**Figura 26.** Proporción de individuos de *Pteria colymbus*, *Dendrostrea frons* y *Cyphoma gibbosum* registrados en las tres zonas (basal, media y apical) del octocoral *P. flexuosa* en Ensenada Manare.



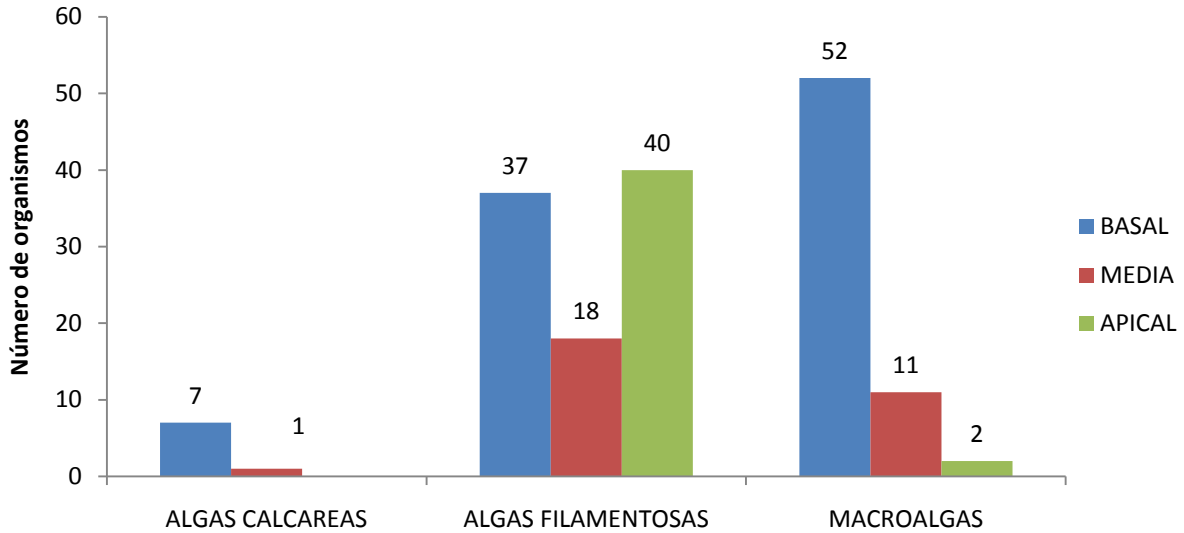
**Figura 27.** Proporción de individuos de *Pteria colymbus*, *Dendrostrea frons* y *Cyphoma gibbosum* registrados en las tres zonas (basal, media y apical) del octocoral *P. homomalla* en Ensenada Manare.

#### **Distribución de algas**

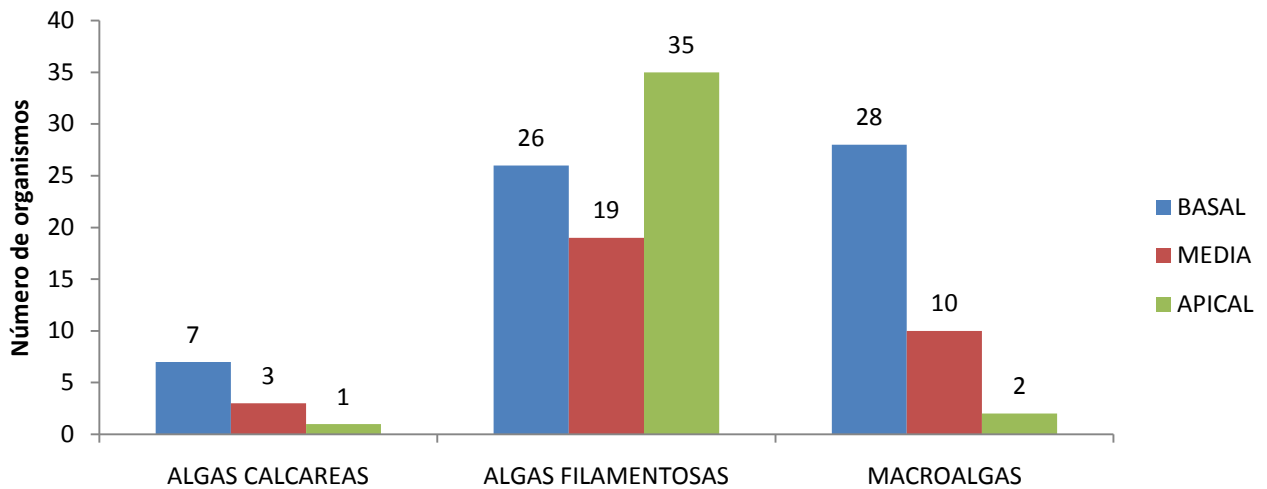
En cuanto a la distribución de las algas se encontró una dominancia de distintos grupos funcionales en distintas zonas. En ambas localidades y especies de octocoral, las algas presentaron el mismo patrón. Las calcáreas fueron encontradas en su mayoría en la zona basal de las colonias, lo mismo ocurrió con las macroalgas, mientras que las algas filamentosas presentaron las mayores abundancias en la zona apical de las colonias (figuras 28-30).



**Figura 28.** Número de organismos y ubicación de los diferentes grupos funcionales de algas sobre las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios.



**Figura 29.** Número de organismos y ubicación de los diferentes grupos funcionales de algas sobre las colonias de *Plexaura flexuosa* en Ensenada Manare.



**Figura 30.** Número de organismos y ubicación de los diferentes grupos funcionales de algas sobre las colonias de *Plexaura homomalla* en Ensenada Manare.

#### **Tallas de los epibiontes más abundantes**

Las tallas de los dos epibiontes más abundantes no presentaron diferencias pronunciadas entre las dos especies de octocoral y en ambas localidades, *D. frons* osciló entre un mínimo de 1 y un máximo de 8 cm con un promedio de 3.1 cm (tabla 4). En *P. colymbus* la variabilidad fue un poco mayor con individuos desde 0.5 a 10.5 cm y un promedio de 5.5 cm (tabla 5).

El gasterópodo *Cyphoma gibbosum* presentó la menor talla promedio de 2.2 cm en Playa Los Indios sobre las colonias de *P. flexuosa* y la mayor talla promedio de 2.9 cm sobre *P. homomalla* en

Ensenada Manare (tabla 6). La talla mínima registrada para *C. gibbosum* fue 0.3 cm correspondiente a un juvenil ubicado sobre *P. flexuosa* en Ensenada Manare y la máxima 4 cm (tabla 6).

De igual forma, la cobertura lineal de *Millepora alcicornis* presentó un promedio máximo de 9.18 cm sobre *P. flexuosa* en Ensenada Manare, y un mínimo de 4.35 cm sobre *P. homomalla* en la misma localidad (tabla 7).

En general las mayores tallas de epibiontes se registraron en *P. flexuosa* en Ensenada Manare con excepción de *C. gibbosum* el cual presentó las mayores tallas sobre *P. homomalla* en la misma localidad.

**Tabla 4.** Tallas (cm) de *Dendrostrea frons* (N= 435) en ambas localidades y ambas especies de octocoral

<i>Dendrostrea frons</i>			
	Playa Los Indios <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. homomalla</i>
<b>PROMEDIO</b>	3,07	3,11	3,0
<b>desviación estándar</b>	0,98	0,79	0,72
<b>MÍNIMO</b>	1	2	2
<b>MÁXIMO</b>	8	6	5

**Tabla 5.** Tallas (cm) de *Pteria colymbus* (N= 335) en ambas localidades y ambas especies de octocoral

<i>Pteria colymbus</i>			
	Playa Los Indios <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. homomalla</i>
<b>PROMEDIO</b>	5.50	5.71	5.40
<b>desviación estándar</b>	1.88	1.78	1.7
<b>MÍNIMO</b>	0.5	2	2
<b>MÁXIMO</b>	10	8	10.5

**Tabla 6.** Tallas (cm) de *Cyphoma gibbosum* (N= 58) en ambas localidades y ambas especies de octocoral

<i>Cyphoma gibbosum</i>			
	Playa Los Indios <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. homomalla</i>
<b>PROMEDIO</b>	2.26	2.55	2.90
<b>desviación estándar</b>	0.34	0.64	0.43
<b>MÍNIMO</b>	2	0,3	2
<b>MÁXIMO</b>	3	3	4

**Tabla 7.** Cobertura lineal (cm) de *Millepora alcicornis* (N= 39) en ambas localidades y ambas especies de octocoral.

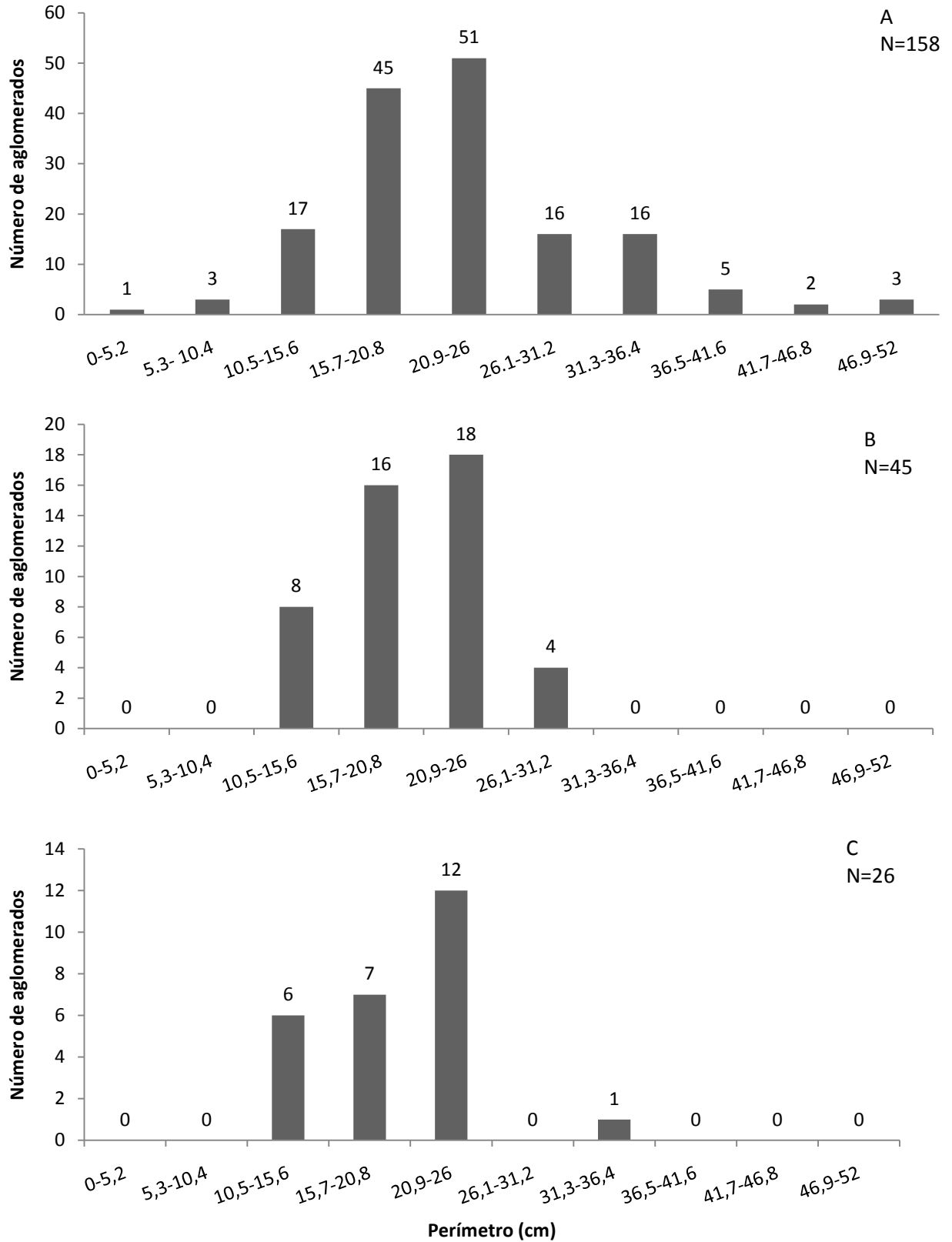
<i>Millepora alcicornis</i>			
	Playa Los Indios <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. flexuosa</i>	Ensenada Manare <i>P. homomalla</i>
<b>PROMEDIO</b>	7	9.18	4.35
<b>desviación estándar</b>	2.82	10.41	3.65
<b>MÍNIMO</b>	4	1	1
<b>MÁXIMO</b>	10	38	13

### Aglomerados de epibiontes

Además de los epibiontes sésiles y móviles, también fueron registrados sobre las colonias de octocorales aglomerados o agregados de epibiontes, conformados mayoritariamente por los bivalvos *D. frons* y *P. colymbus*, a los cuales se asocian una alta diversidad de otros organismos.

Se encontraron 158 aglomerados sobre 102 colonias de *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios, cuyo intervalo de tallas más frecuente estuvo comprendido entre 20.9 y 26 cm de perímetro, mientras que la talla mínima registrada fue de 5 cm y la máxima de 52 cm (figura 31). La distribución de estos aglomerados a lo largo de las colonias en función de la distancia desde la base de las colonias hasta el aglomerado, evidencia que la mayoría de los mismos fueron encontrados en la zona media de la mayoría de las colonias a un máximo de 85 cm de altura desde la base (tabla 8).

En Ensenada Manare, el número de aglomerados sobre las colonias tanto de *P. flexuosa* como de *P. homomalla* fue menor que en Playa Los Indios, 45 y 26 respectivamente. En *P. flexuosa* el intervalo de tallas predominante estuvo comprendido entre 20.9 y 26 cm de perímetro y fueron encontrados a una altura máxima de 70 cm desde la base. En *P. homomalla* el perímetro predominante se encontró entre 18 y 25 cm y fueron encontrados a una altura máxima de 62 cm del sustrato (figura 31 B y C, tabla 8).



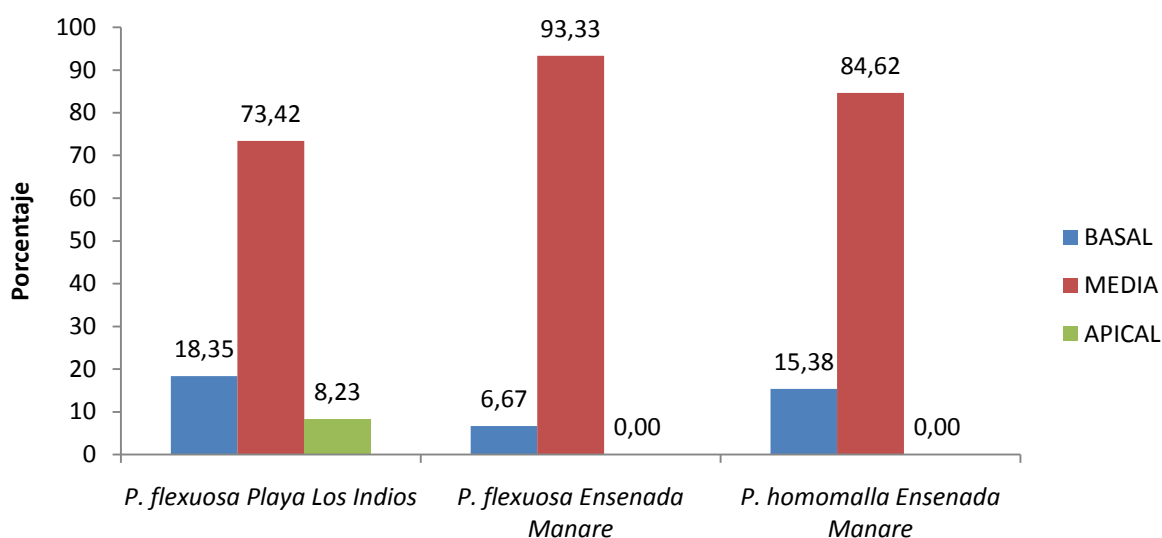
**Figura 31.** Frecuencias de tallas en base al perímetro (cm) de los aglomerados de: (A y B) *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare, (C) *Plexaura homomalla* en Ensenada Manare.

**Tabla 8.** Distancia (cm) promedio de los aglomerados de epibiontes desde la base de las colonias de *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Playa Los Indios y Ensenada Manare.

	<i>P. flexuosa</i> Playa Los Indios	<i>P. flexuosa</i> Manare	<i>P. homomalla</i> Manare
<b>Promedio</b>	29.17	31.86	26.92
<b>Desviación estándar</b>	17.07	14.92	16.41
<b>Mínimo</b>	0	4	0
<b>Máximo</b>	85	70	62

### ***Distribución de aglomerados en las colonias de octocoral***

Los aglomerados se encontraron predominantemente ubicados en la zona media de las colonias de octocoral, en una frecuencia por encima del 73 % para ambas especies y localidades. En *P. flexuosa* de Ensenada Manare, este valor asciende hasta el 93 % de los aglomerados en la zona media. Esta zona es seguida en abundancia de aglomerados por la zona basal con 18 % para *P. flexuosa* en Playa Los Indios y en Ensenada Manare, 6 % sobre *P. flexuosa* y 15 % en *P. homomalla*.



**Figura 32.** Número y proporción de aglomerados de epibiontes registrados en las tres zonas de los octocorales (basal, media y apical) en ambas localidades.



### ***Composición de los aglomerados.***

En los 14 aglomerados analizados las tallas variaron entre 13 y 33.5 cm de perímetro, y se encontraron organismos pertenecientes a 9 Phyla conformados por 5 especies de poríferos, 2 cnidarios, 7 especies de bivalvos e individuos de varios grupos de moluscos, representantes de 6 grupos de crustáceos, varios morfotipos de poliquetos, sipuncúlidos, equinodermos, briozoarios y tunicados (tabla 9).

El aglomerado de mayor tamaño (33.5 cm) presentó la mayor abundancia de individuos (432), mientras que los más pequeños (13 y 12 cm) presentaron una menor cantidad de individuos (24 y 26 respectivamente). Los organismos más abundantes en la mayoría de los aglomerados fueron el bivalvo *Dendrostroma frons* y el cirripedio *Balanus trigonus*. Estos dos organismos además conformaban la mayor parte de la estructura de los aglomerados y sobre ellos se asentaban los demás. Muchos aglomerados estaban recubiertos por esponjas demospongiarias y en su interior se encontraron pequeñas esponjas calcáreas. Además, una gran diversidad de crustáceos fue encontrada entre las oquedades de los mismos e incluso dentro de bivalvos como *D. frons* (algunos individuos de camarones *Pontonia* sp) (tabla 9).

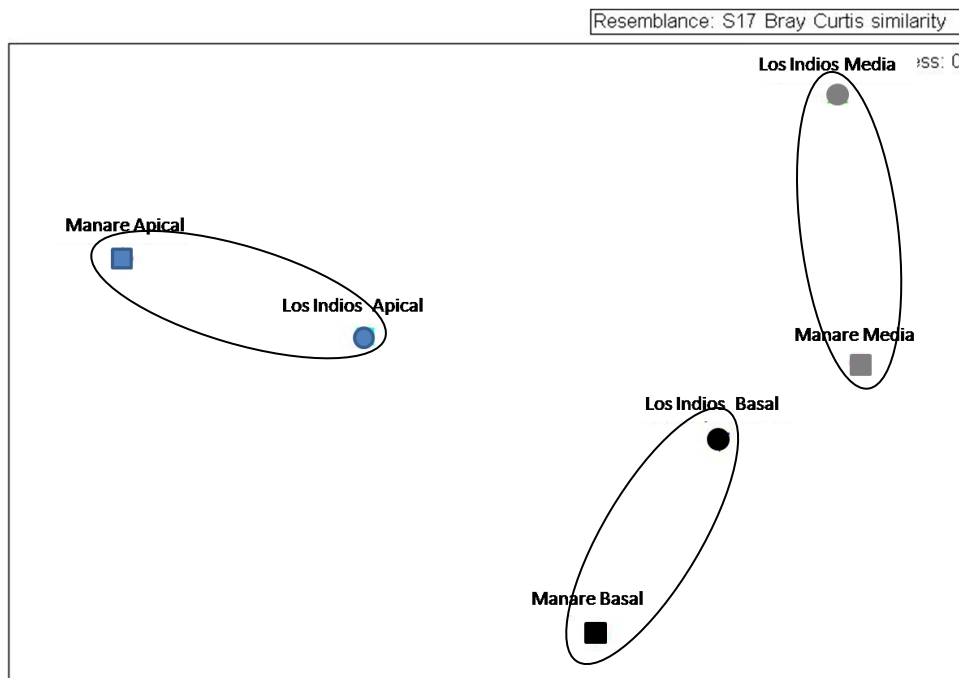
**Tabla 9.** Composición y abundancia (número de organismos) de especies y grupos de organismos que conformaban los aglomerados de epibiontes encontrados sobre *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Playa Los Indios y en Ensenada Manare (X= presencia).

Perímetro (cm)	Ensenada de Manare					Playa Los Indios								<i>P. homomalla</i> 30				
	<i>P. flexuosa</i>			<i>P. homomalla</i>		<i>P. flexuosa</i>												
	23	17	20	20	15	20	28	24	12	33	18	13	33,5					
<i>Callyspongia fallax</i>								x		x								x
<i>Clathria sp</i>	x																	
<i>Tedania ignis</i>									x									X
<i>Esponja calcárea</i>				x		x			x	x								X
<i>Zoántido</i>																		1
<i>Hidrozoarios</i>																		1
<i>Barbatia tenera</i>																		6
<i>Chama macerophylla</i>																		3
<i>Dendrostrea frons</i>	5		2			2												3
<i>Dendrostrea frons</i>	36	24	78	29	7	57	19	16	138	6	3		135					69
<i>Litophaga aristata</i>	2		6	2	14	1	1	1	1									2
<i>Ostrea sp</i>	4	9	5	33	36	29	4		29	1	2		18					18
<i>Pinctada imbricata</i>				1		5	2											2
<i>Pteria colymbus</i>	2					1	1			1	1		1					
Otros bivalvos	13	2	6	8	12	4	5	5		24	2							15
Gastrópodos varios	15	1	1	1	2				1				4		2		10	1
Gastrópodos Fissurellidae			1			2	1						1					4
Gastrópodos Acmaeidae						4												
Poliplacóforo						1							4					
Poliquetos varios	9	12	11		8	9	14	10	1	16	6		16					20
Sipuncúlidos	8		3	3	6	1	3	2	2	1	1		9					
Anfípodos	2		3	1		3	4						29	7			5	8
Isópodos	3																2	2
Ermitaños			1														2	
Camarón Alpheidae	5	3	2	4		4	3	5		8	1		11					4
Camarón Caridae	3												2					6
Cangrejo Majidae	1		1	4		1	1			12			3					9
Cangrejo Xantidae																		1
Cangrejo Pinnotheridae	1												1					
<i>Balanus trigonus</i>	10	54	58	14	8	24	54	70	6	121	17	14	184					90
<i>Petrolisthes sp</i>			4	1				3					8					4
<i>Paractaea sp</i>	1								1									1
<i>Pachycheles sp</i>	1		1						4				6				13	3
<i>Pontonia sp</i>			1	2		2	2			10			3					2
<i>Caprélido</i>																		1
<i>Eucidaris tribuloides</i>								1										
Ophiuroideos			2			1	7	3										3
<i>Briozoarios</i>													1					
Tunicados	12		5	13	9	5		4		12			3				4	16

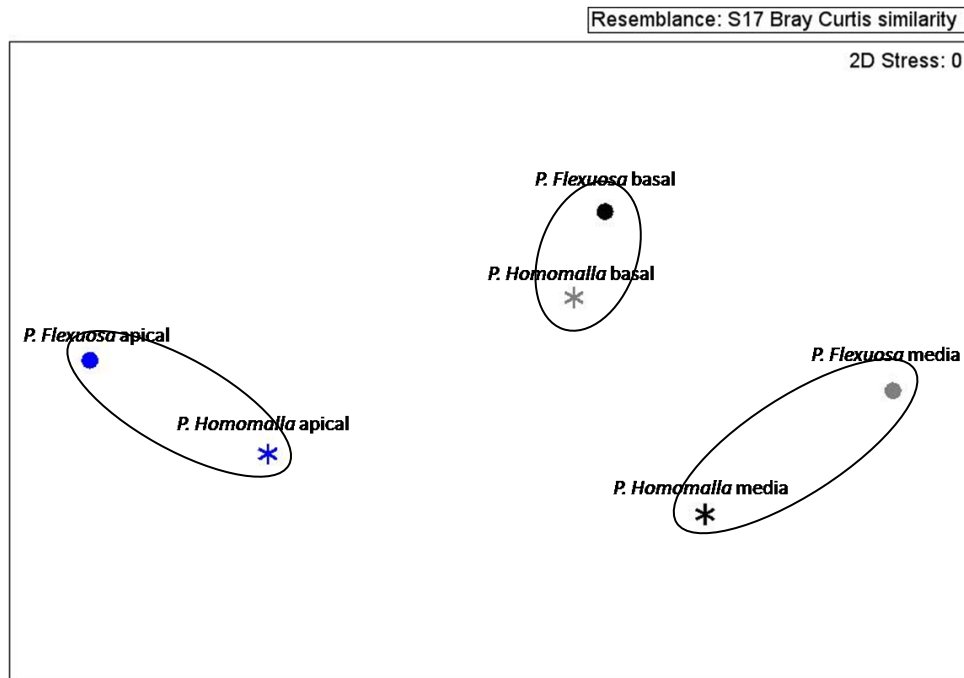
### Comunidad de epibiontes

La composición de las comunidades de epibiontes (incluyendo algas y aglomerados) en las tres zonas (basal, media y apical) de las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare presentan un patrón semejante en ambas localidades. Las mismas zonas de las colonias de distintas localidades se agrupan en el gráfico del MDS (figura 33), indicativo de una composición de epibiontes semejantes. Por otro lado, entre las tres zonas hay diferencias en cuanto a la composición de epibiontes, que es consistente con el patrón de separación de los centroides de los datos de las zonas en el gráfico del MDS. Las zonas basal y media están más cerca, lo que indica que se asemejan más entre si y a su vez se diferencian de la zona apical. Los epibiontes responsables de estas diferencias según el análisis SIMPER son principalmente el bivalvo *D. frons* y las algas calcáreas, filamentosas y macroalgas (anexos 24 y 25).

Un patrón semejante se observa con los datos de epibiontes de las tres zonas de las colonias de *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Ensenada Manare. La zona basal de las dos especies de octocoral se asemejan entre si y se agrupan en el gráfico, de igual forma ocurre con los datos para la zona media y la zona apical (figura 34).

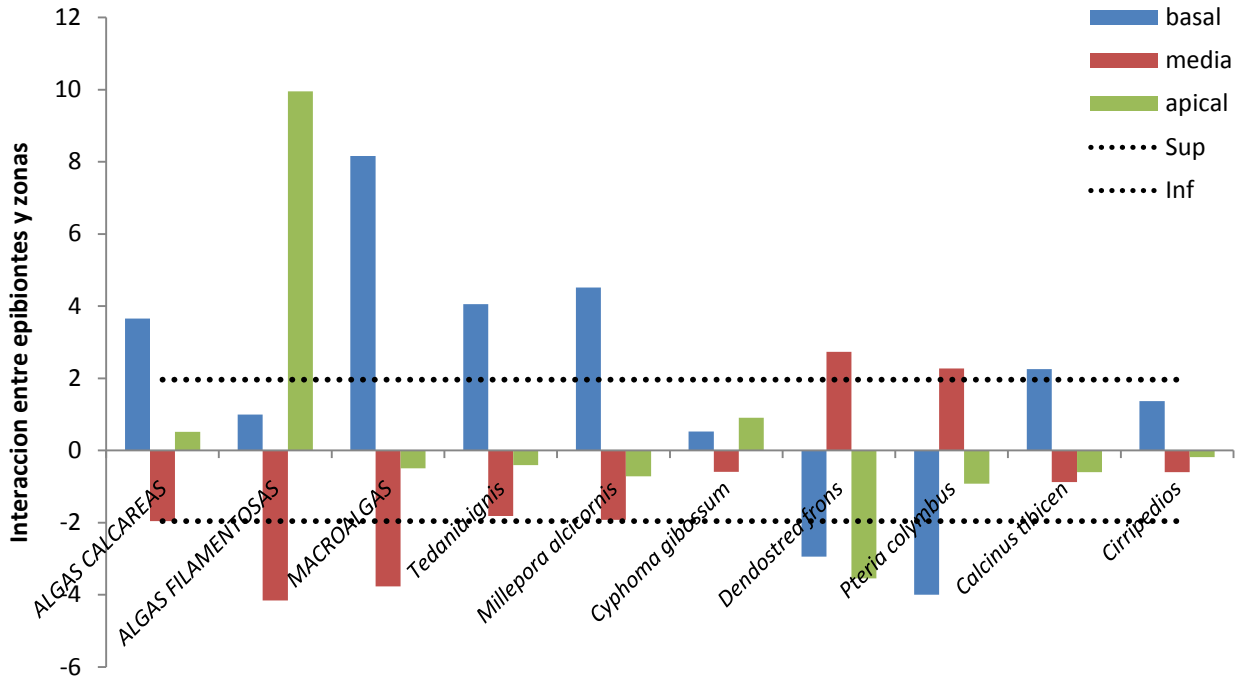


**Figura 33.** Ordenación multidimensional (MDS) de los centroides correspondientes a los datos de epibiontes en las zonas basal, media y apical de las colonias de *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare. Cada centroide de Playa Los Indios está basado en los datos de 302 colonias y los de Ensenada Manare en 237 colonias.

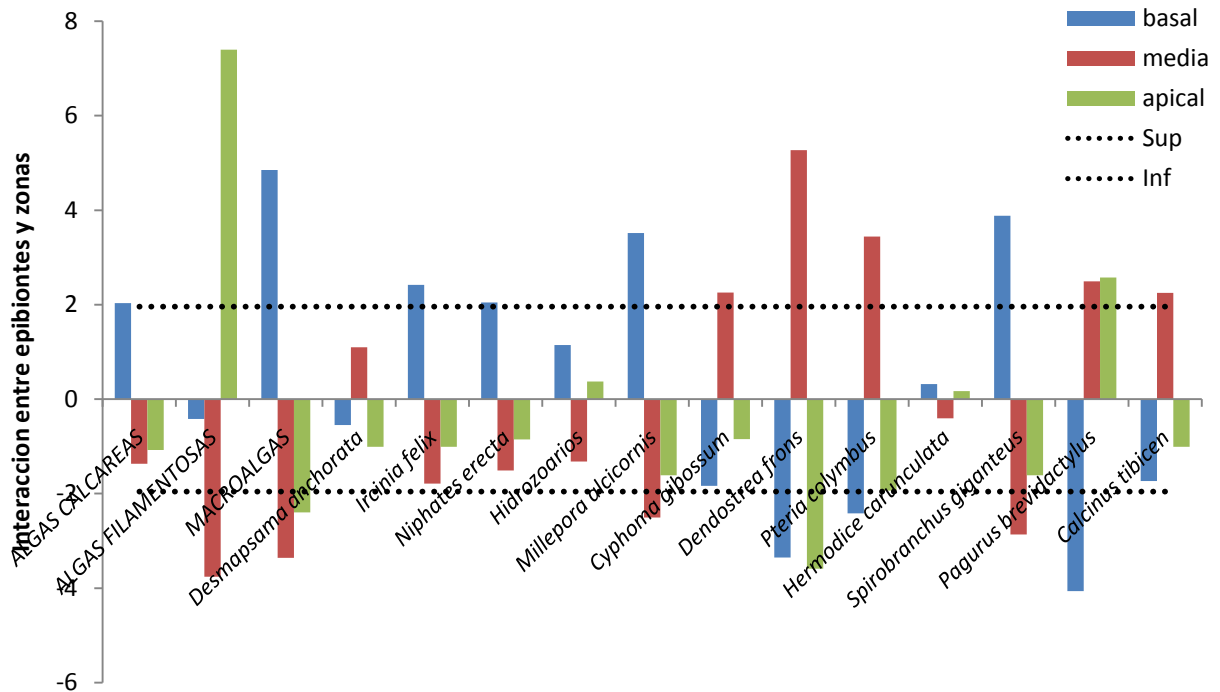


**Figura 34.** Ordenación multidimensional (MDS) de los centroides correspondientes a los datos de epibiontes en las zonas basal, media y apical de las colonias de *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Ensenada Manare. Cada centroide de *P. flexuosa* está basado en los datos de 237 colonias y los de *P. homomalla* en 234 colonias.

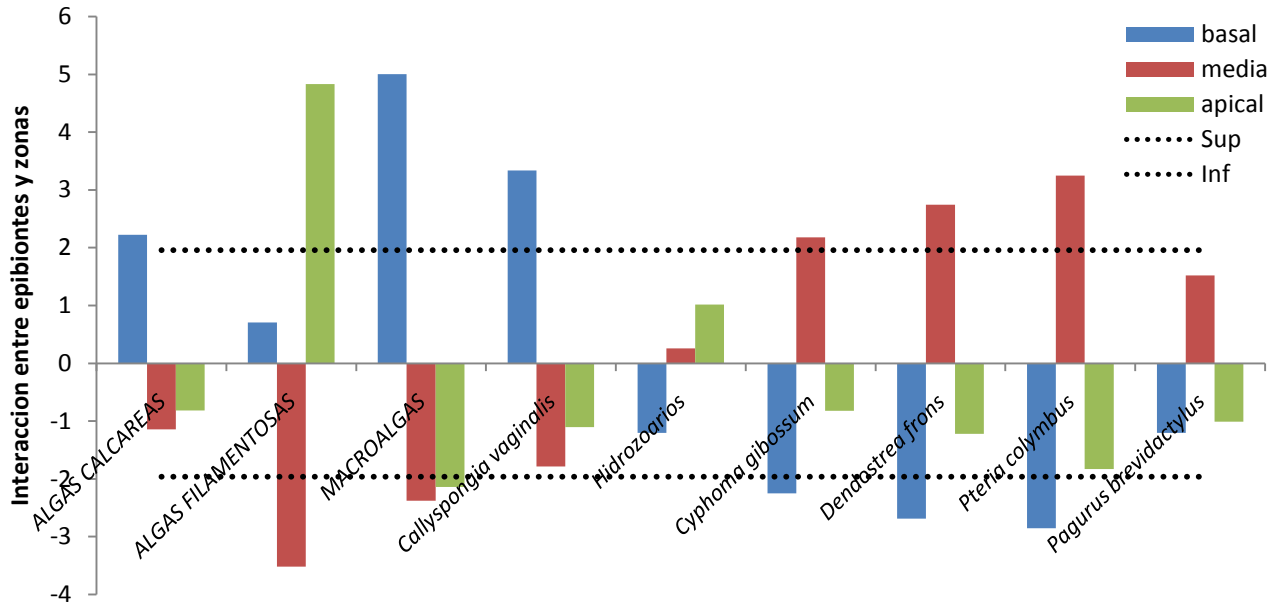
Existen epibiontes que presentan asociaciones significativamente positivas o negativas con las tres zonas (basal, media y apical) de las colonias de *P. flexuosa* y *P. homomalla* en las dos localidades (Chi-cuadrado, valor crítico 1.96,  $P < 0.05$ ). Las barras de las figuras que sobrepasan el valor crítico marcado con una línea punteada indican una asociación estadísticamente significativa de ese organismo con esa zona, ya sea negativa o positiva. Con la zona basal están asociadas las algas calcáreas, macroalgas, algunas esponjas como *Tedania ignis*, *Ircinia felix*, *Niphates erecta* y *Callyspongia vaginalis*, también el coral *M. alcicornis* y el serpúlido *Spirobranchus giganteus*. Con la zona media se asocian los moluscos (*C. gibbosum*, *D. frons* y *P. colymbus*) además de los ermitaños (*P. brevidactylus* y *C. tibicen*) y con la zona apical las algas filamentosas (figuras 35 - 37).



**Figura 35.** Residuales estandarizados para los epibiontes más abundantes de las tres zonas (basal, media y apical) de *P. flexuosa* de Playa Los Indios.



**Figura 36.** Residuales estandarizados para los epibiontes más abundantes de las tres zonas (basal, media y apical) de *P. flexuosa* en Ensenada Manare.



**Figura 37.** Residuales estandarizados para los epibiontes más abundantes de las tres zonas (basal, media y apical) de *P. homomalla* en Ensenada Manare.

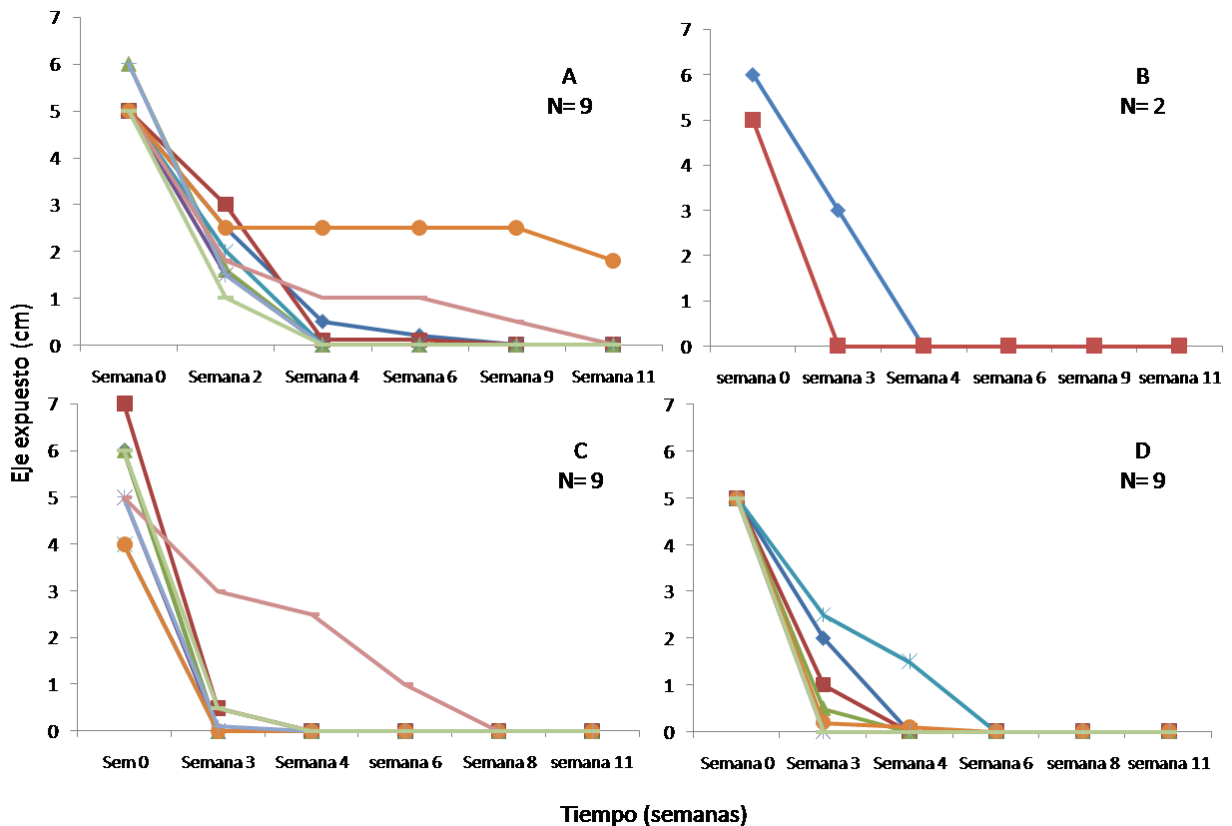
### **Experimento de regeneración y colonización**

En el experimento de regeneración del cenénquima y colonización se evaluaron 9 colonias de *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios y en Ensenada Manare, además de 9 colonias de *Plexaura homomalla* en Ensenada Manare y 2 en Playa Los Indios por su relativamente baja abundancia en esta localidad.

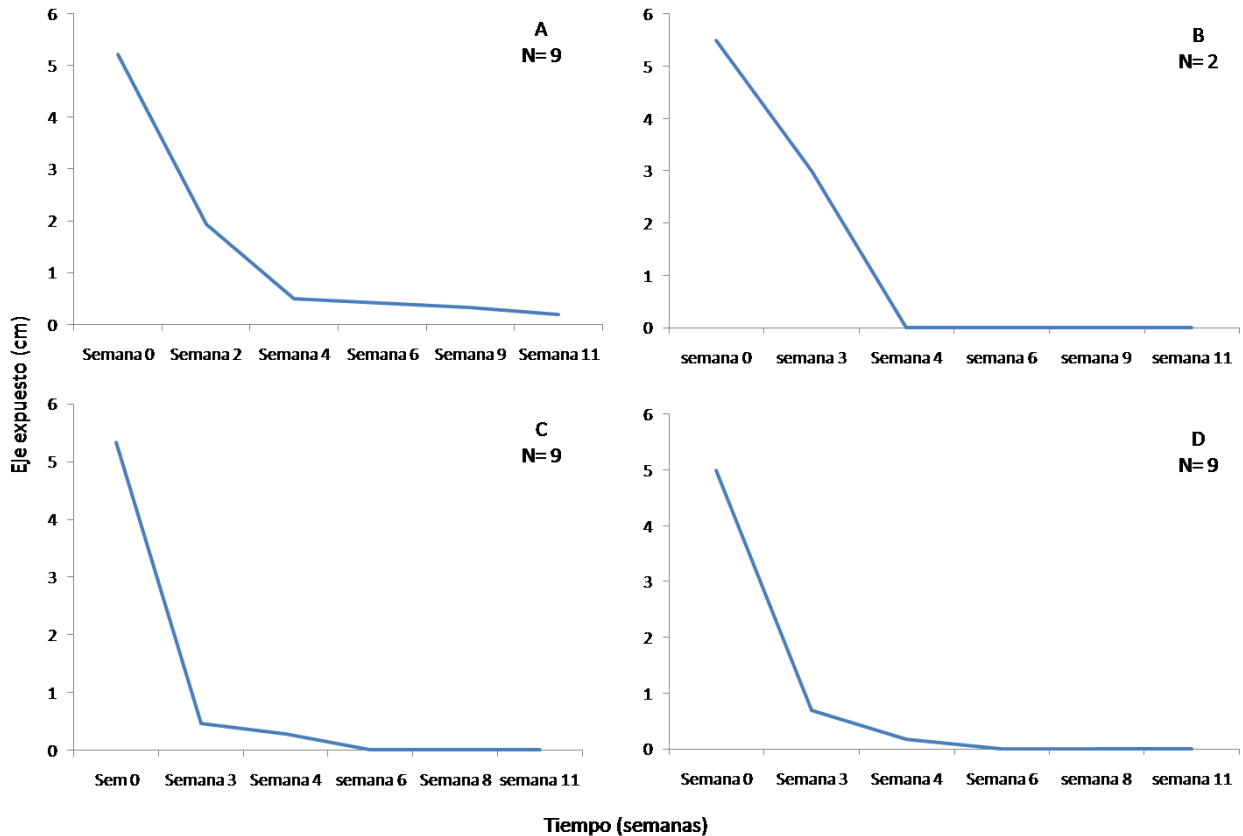
A excepción de una colonia de *P. flexuosa* en Playa Los Indios, todas las demás colonias fueron capaces de regenerar el tejido removido en un máximo de 9 semanas.

En cuanto al tiempo de regeneración se registró una alta variabilidad entre colonias, a lo largo del período de experimentación (figuras 38-40). Las colonias de *P. flexuosa* regeneraron el cenénquima en un intervalo de tiempo que varió entre 4 y 9 semanas en Playa Los Indios y entre 3 y 4 semanas en Ensenada Manare (anexos 26 - 29). Mientras que en las dos colonias de *P. homomalla* de Playa Los Indios, el tiempo de regeneración fue de 4 semanas y en Ensenada Manare varió entre 3 y 6 semanas. Es decir, el tiempo mínimo de recuperación fue de 3 a 4 semanas en ambas especies y localidades, mientras que el máximo varió.

La tasa de regeneración promedio para *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare fue de 1.3 y 2.1 mm día<sup>-1</sup> respectivamente, mientras que *P. homomalla* en las mismas localidades presentó una tasa de 2.0 y 1.9 mm día<sup>-1</sup> respectivamente.



**Figura 38.** Regeneración (cm) de lesiones producidas artificialmente al cenénquima de la base de colonias de: (A) *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios, y (C) en Ensenada Manare y (B) 2 colonias de *Plexaura homomalla* en Playa Los Indios y (D) 9 colonias en Ensenada Manare.



**Figura 39.** Regeneración promedio (cm) de: (A) *Plexaura flexuosa* en Playa Los Indios y (C) en Ensenada Manare, (B) *Plexaura homomalla* en Playa Los Indios y (D) en Ensenada Manare.

El eje axial de gorgonina desnudo de la mayoría de las colonias fue colonizado inicialmente por algas filamentosas. En Playa Los Indios, en dos de las nueve colonias de *P. flexuosa* se establecieron posteriormente colonias de hidrozoarios del género *Obelia* (tabla 10) y las dos colonias de *P. homomalla* fueron colonizadas por algas calcáreas (tabla 11). En Ensenada Manare, además de algas filamentosas, se registraron sobre *P. flexuosa* algas calcáreas (tabla 12). En *P. homomalla* la diversidad de colonizadores fue aún mayor: algas filamentosas, algas calcáreas, hidrozoarios y cirripedios (tabla 13). Al igual que en Playa Los Indios, la presencia de hidrozoarios en una de las colonias aparentemente produjo la paralización temporal de la regeneración ya que al desaparecer el hidrozoario la regeneración empezó nuevamente, en contraste, los cirripedios que se establecieron sobre el eje de gorgonina fueron recubiertos por el cenénquima.



**Tabla 10.** Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de *Plexaura flexuosa* (Pf) en Playa Los Indios.

colonias	semana 0	semana 2	semana 4	semana 6	semana 9	Semana 11
<b>Pf1</b>	-	algas filamentosas	algas filamentosas macroalgas	algas filamentosas	algas filamentosas	algas filamentosas
<b>Pf2</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Pf3</b>	-	algas filamentosas	-	-	-	-
<b>Pf4</b>	-	algas filamentosas	-	-	-	-
<b>Pf5</b>	-	algas filamentosas	algas filamentosas	-	-	-
<b>Pf6</b>	-	algas filamentosas <i>Obelia sp</i>	algas filamentosas <i>Obelia sp</i>	algas filamentosas <i>Obelia sp</i> sedimentos	algas filamentosas sedimentos	algas filamentosas sedimentos
<b>Pf7</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Pf8</b>	-	algas filamentosas	algas filamentosas <i>Obelia sp</i>	algas filamentosas <i>Obelia sp</i> sedimentos	algas filamentosas macroalgas <i>Obelia sp</i>	algas filamentosas
<b>Pf9</b>	-	algas filamentosas	-	-	-	-

**Tabla 11.** Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de *Plexaura homomalla* (Ph) en Playa Los Indios.

colonias	semana 0	semana 3	semana 6
<b>Ph1</b>	-	algas calcáreas	-
<b>Ph2</b>	-	algas calcáreas	-

**Tabla 12.** Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de *Plexaura flexuosa* (Pf) en Ensenada Manare.

colonias	semana 0	semana 3	semana 4	semana 8
Pf1	-	-	-	-
Pf2	-	algas filamentosas algas calcáreas	-	-
Pf3	-	-	-	-
Pf4	-	-	-	-
Pf5	-	-	-	-
Pf6	-	-	-	-
Pf7	-	algas filamentosas y calcáreas	-	-
Pf8	-	algas filamentosas y calcáreas	algas filamentosas algas calcáreas	algas filamentosas
Pf9	-	algas calcáreas	-	-

**Tabla 13.** Organismos colonizadores del eje de gorgonina de las colonias de *Plexaura homomalla* (Ph) en Ensenada Manare.

colonias	semana 0	semana 3	semana 4	semana 8
Ph1	-	algas filamentosas algas calcáreas	-	-
Ph2	-	-	-	-
Ph3	-	-	-	-
Ph4	-	-	-	-
Ph5	-	Cirripedios algas filamentosas algas calcáreas	Cirripedios algas filamentosas algas calcáreas	Cirripedios dentro del cenénquima
Ph6	-	hidrozoarios	hidrozoarios	-
Ph7	-	-	-	-
Ph8	-	-	-	-
Ph9	-	-	-	-



**Figura 40.** (A-C) Etapas del proceso de regeneración del cenénquima en las semanas 0, 2 y 6 respectivamente, (D-I) epibiontes colonizadores del eje de gorgonina que se establecieron sobre varias colonias sujetas al experimento.

## **DISCUSIÓN**

---

### ***Parámetros hidrográficos***

Los parámetros hidrográficos registrados para ambas localidades no presentan diferencias en cuanto a las temperaturas superficiales promedio mensuales del agua determinadas por satélite probablemente debido a errores en las mediciones del satélite cuando hay nubes sobre las localidades. Además, se determinó que tampoco existen diferencias estadísticas significativas en el hidrodinamismo (entendido como la suma de corrientes, oleaje y mareas) entre las localidades.

El movimiento del agua es un parámetro ambiental que determina la presencia y distribución de los octocorales (Kinzie 1973, Yoshioka y Yoshioka 1989). Además controla la habilidad de los organismos para sujetarse y permanecer adheridos a un sustrato (Schiel 2004). El hidrodinamismo (efecto de corrientes y oleaje juntas) determinados puntualmente entre 4 y 8 metros de profundidad en Playa Los Indios y Ensenada Manare, no varió significativamente entre ambas localidades durante el periodo de estudio (tasa de disolución de 0.68 g/h para Manare y 0.69 g/h para Playa Los Indios). Se esperaba que en Playa Los Indios los valores fuesen superiores debido a que la pendiente del fondo es menor, lo que generalmente intensifica el oleaje, pero, al ser una ensenada semi protegida del oleaje dominante, el movimiento del agua fue semejante al de Ensenada Manare, más abierta y expuesta. Ambas localidades poseen un hidrodinamismo moderado, pero superior a lo determinado para otras localidades del país con el mismo método y a profundidades semejantes, donde se registraron tasas de disolución que variaron entre 0.18 y 0.32 g/h en varias localidades de la bahía de Mochima por Noriega (1998), Siegert (2006) y Sánchez (2006) y en Isla larga (P.N. San Esteban) por Humanes (2005). Condición que es propicia para el establecimiento de octocorales y para albergar comunidades de epibiontes asociados a las colonias.

La velocidad del agua que fluye junto al fondo depende de la distancia al sustrato, debido al efecto de roce entre el agua y el sustrato. Las menores velocidades son encontradas junto al fondo y se incrementan a medida que se aleja del sustrato (Wainwright y Koehl 1976). El movimiento del agua determinado para las tres zonas de las colonias de octocoral (basal, media y apical) fue semejante en ambas localidades y tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las zonas, por lo cual los resultados no coinciden con el modelo descrito anteriormente. Esto puede deberse a la poca precisión del método de estudio utilizado, más que a una diferencia real con lo propuesto por otros autores.

### **Estructura de tallas de octocorales**

La frecuencia de tallas es uno de los parámetros utilizados para describir la estructura comunitaria o de poblaciones de organismos sésiles. En los octocorales, la altura de las colonias puede ser utilizada como un estimador de la edad en varias especies (Opresko 1974, Grigg 1977, Lasker y Coffroth 1983). La estructura etaria de una población de octocorales podría determinar la estructura comunitaria de sus epibiontes, ya que una de las principales variables para el establecimiento de comunidades epibióticas es el tiempo de exposición del sustrato, que en el caso de organismos vivos, está determinado por la longevidad del mismo (Wahl y Bernard 1991).

Las poblaciones de *P. flexuosa* y *P. homomalla* evaluadas en las dos localidades poseen distribuciones semejantes en cuanto a la altura de las colonias y el perímetro de la base. Se registró un predominio de colonias entre 45 y 75 cm de alto que según la distribución de frecuencia de tallas son tamaños intermedios, ya que las tallas máximas registradas en las dos localidades alcanzan 1.5 m de altura. Estos valores y patrón concuerdan con otras localidades para *P. flexuosa*, como en el Golfo de México (Jordan y Nugent 1978) y la Isla La Blanquilla (Mosquera 1991). Este tipo de distribución normal con baja abundancia de colonias pequeñas, indica un bajo reclutamiento o sobrevivencia de juveniles y alta sobrevivencia de colonias de tallas intermedias, lo que conlleva a la acumulación de grandes colonias dentro de la población (Lasker y Coffroth 1983). Las cuales podrían albergar epibiontes de mayor longevidad o lento crecimiento como corales y aglomerados de epibiontes.

### **Prevalencia de epibiontes**

Los valores de prevalencia de epibiontes sobre colonias de *P. flexuosa* (más del 70 %) y *P. homomalla* (55 %) de este estudio son relativamente altos cuando se comparan con otros realizados en el Caribe. Álvarez (1981) reporta un máximo de 15.3 % de prevalencia de epibiontes (sin incluir *Millepora sp*) en Morrocoy, mientras que Márquez (1994) registra una prevalencia de 18.97 % en Isla Alcatraz (P.N. San Esteban). Además, menciona que no todas las especies de octocorales son igualmente susceptibles a ser colonizadas y que algunas de las más susceptibles son precisamente *P. flexuosa* y *P. homomalla*.

En términos generales, la presencia y abundancia de epibiontes varía dependiendo del estadio ontogenético del epibionte, abundancia de larvas en el agua, entre estaciones del año y entre años (Wahl 2009). Los valores similares de prevalencia entre las colonias de *P. flexuosa* de ambas localidades (70 y 72 %) y la menor prevalencia en *P. homomalla* (55%) es indicativo de que además de

las variables mencionadas anteriormente, alguna característica o parámetro intrínseco a una de las dos especies pudiese también estar influenciando la colonización de epibiontes. Una de las causas puede ser la producción de metabolitos secundarios por parte de los gorgónidos, ya que se han encontrado evidencias de que juegan un papel importante al reducir o evitar la epibiosis (Targett *et al.* 1983, Bandurraga y Fenical 1985, Keifer *et al.* 1986, Gerhart *et al.* 1988). Se ha demostrado que las prostaglandinas producidas en altas concentraciones por *P. homomalla*, pueden ser efectivas para evitar la depredación por parte de algunos peces e invertebrados (Gerhart 1984, Pawlik y Fenical 1989, Van Alstyne y Paul 1992). Esto podría explicar en parte, la menor prevalencia de epibiontes sobre *P. homomalla* en comparación con *P. flexuosa* en la misma localidad (Ensenada Manare), ya que las dos especies poseen características morfológicas similares y comparten el mismo hábitat, por lo que se esperaría una prevalencia de epibiontes similar.

Estas diferencias entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* también son evidentes al comparar el número de epibiontes por colonia. Donde el número máximo de epibiontes por colonia en *P. homomalla* no sobrepasó a 9 individuos, y en *P. flexuosa* en la misma localidad se registraron hasta 24 individuos por colonia. Además, el número de colonias con un solo epibionte fue mayor en *P. homomalla* (69.4 %), que en *P. flexuosa* (51.9 %). Esto demuestra no solo la presencia de menos colonias de *P. homomalla* con epibiontes, sino que se encuentran en abundancias reducidas.

### **Riqueza y Abundancia de epibiontes**

La diversidad de especies de epibiontes encontrados sobre *P. flexuosa* y *P. homomalla* es muy similar, el total de 34 especies registradas entre las dos localidades y sobre las dos especies es levemente superior a la de otros estudios. Mosquera (1991) reporta 28 especies de epibiontes sobre *P. homomalla* en la Isla La Blanquilla. En Singapur, en el Pacífico, Goh (1999) encontró 30 especies de epibiontes sobre 16 especies de octocorales. Aunque, en octocorales de menor porte como *Leptogorgia virgulata* y *Lophogorgia alba* la riqueza es bastante inferior, oscilando entre 7 y 9 especies de epibiontes (Patton 1972, Cantera *et al.* 1987, De Victor 2008). Esta variabilidad puede deberse a una serie de factores que actúan en conjunto como la especie de basibionte en particular, la época del año, la variabilidad de los parámetros ambientales, disponibilidad de larvas en la columna de agua, entre otros (Wahl 2009).

La mayoría de los epibiontes encontrados sobre las dos especies de octocorales, como las algas, esponjas, cnidarios, poliquetos, cirripedios, y otros, también pueden ser encontrados fijados

sobre cualquier superficie dura que esté a disposición. La asociación de estos epibiontes con los octocorales es más bien fortuita, aunque algunas de ellas son reportadas reiteradamente en varios estudios. Por ejemplo, las especies de *Pteria* a pesar de que pueden ser encontradas adheridas a varios tipos de sustratos duros, son comunes sobre octocorales de aguas someras en varios océanos y mares: *P. colymbus* en el Caribe y Atlántico norte (Patton 1972, Hadfield 1976, Márquez 1994, De Víctor 2008), *P. hirundo* en el Atlántico sur (Kammers y Saalfeld 1987) y Mediterráneo (Weinberg y Weinberg 1979), *P. sterna* en el Pacífico Colombiano (Cantera *et al.* 1987) y *P. breviaiata* en el Pacífico oriental (Morton 1995).

Generalmente, la asociación específica entre un basibionte y un epibionte es rara, menos del 5 % de las especies ocurren exclusivamente sobre un hospedero (Wahl 2009). De las especies registradas en las dos localidades de estudio, solamente dos epibiontes presentan una asociación específica con los octocorales *Cyphoma gibbosum* y el diminuto camarón *Neopontonides chacei* que es una especie tropical Caribeña encontrada sólo sobre octocorales al igual que otras especies del género (Spotte *et al.* 1995). En un estudio realizado con *Pseudopterogorgia americana* en Turks y Caicos Spotte y Bubucis (1996) reportan que de 305 colonias muestreadas, 277 (el 90 %) contenían al menos un camarón de un total de 9 especies. Basados en estos datos posiblemente la diversidad y abundancia de camarones simbioses de octocorales en este estudio está subestimada debido al tipo de muestreo empleado y al pequeño tamaño de éstos crustáceos.

El otro epibionte asociado conspicuamente con especies de *Plexaura*, *Plexaurella* y *Pseudopterogorgia* (Bayer 1961) es el gastrópodo depredador *Cyphoma gibbosum* que se alimenta del cenénquima de estos, debido a que es inmune a las prostaglandinas producidas por los octocorales (Gerhart 1986). En este estudio *C. gibbosum* fue uno de los epibiontes móviles más abundantes en ambas localidades y sobre ambas especies de octocorales. Se ha estimado que *Cyphoma* puede remover alrededor del 32 % de la producción anual del cenénquima de los plexauridos, con lo cual se evidencia que las tasas de regeneración de la mayoría de los octocorales es mayor que la velocidad de consumo de *C. gibbosum* (Birkeland y Gregory 1975). Sin embargo, las heridas producidas por *C. gibbosum* sobre el cenénquima generalmente dejan el eje de gorgonina al descubierto por cierto tiempo, el cual puede ser colonizado por otros epibiontes evitando así la regeneración (Gerhart 1990).

Algunos epibiontes sésiles como las especies de algas, esponjas, hidrozoarios, corales y otros, sólo se fijan sobre el eje de gorgonina del octocoral que fue expuesto por alguna lesión o invaden la

colonia por la base. El grupo de las esponjas fue el más diverso, sin embargo, hay estudios que indican que la diversidad y abundancia de esponjas depende de la abundancia de octocorales en la localidad, ya que las mismas los utilizan como sustrato para adherirse. Una de las especies más abundantes fue *Desmapsamma anchorata*, que ha sido descrita como una especie que puede afectar negativamente a los octocorales por la posible producción de compuestos aleloquímicos que pueden causar mortalidad al octocoral (McLean y Yoshioka 2007). Sin embargo en nuestro estudio no se detectó ningún indicio de que la presencia de *D. anchorata* pudiera estar afectando negativamente a los octocorales.

Igual ocurre con los cnidarios registrados como *Solanderia gracilis*, *Tubastrea coccinea* y *Millepora alcicornis* todas consideradas epibiontes oportunistas y ocasionales. En muchos estudios se menciona que *M. alcicornis* produce daños a los octocorales al sobrecrecerlos y es señalada como una de las causas de mortalidad en algunas localidades (Kinzie 1974, Álvarez 1981, Yoshioka y Yoshioka 1991, Márquez 1994). Pero este comportamiento no se confirmó en este estudio, probablemente por las bajas abundancias de *M. alcicornis* y además por se encontraren ocupando sólo pequeñas áreas en la base de las colonias.

Otros epibiontes pueden fijarse directamente sobre el cenénquima del octocoral, como el bivalvo *Pteria colymbus* que por medio de los filamentos del biso se ancla directamente a las superficies vivas (Hadfield 1976, Patton 1972). *Dendrostrea frons* desarrolla proyecciones en la valva inferior, con las cuales rodea parcialmente las ramas del octocoral donde se asienta, y muchas veces estas proyecciones posteriormente son recubiertas por el cenénquima del octocoral. Se ha reportado que la presencia de estos bivalvos puede causar daños en el cenénquima exponiendo el eje axial a colonización por otros epibiontes sésiles (Patton 1972). También los ofiuroideos suspensívoros como *Astrophyton muricatum* se fijan directamente sobre las ramas enroscándose en las mismas, aparentemente sin producir daños.

La marcada diferencia en la abundancia de algunas especies de epibiontes como la de los bivalvos *P. colymbus* y *D. frons*, entre las dos localidades, puede estar relacionada con el foco de surgencia estacional de Cabo Codera que se extiende hasta la localidad de La Sabana y afecta Playa Los Indios durante los primeros meses del año. Este afloramiento de aguas frías (hasta 21 °C) ricas en nutrientes induce la producción de altas concentraciones de fitoplancton (Muller-Karger y Aparicio 1994, Castellanos *et al.* 2002) y subsecuentemente de zooplancton, aumentando así el suministro



alimenticio para los organismos filtradores, y a la vez determinando de manera directa la abundancia de los mismos (Witman y Smith 2003).

Las bajas abundancias de cirripedios que son también filtradores, posiblemente se debe a que colonizan directamente el eje de gorgonina desnudo que posteriormente es recubierto por el cenénquima (Álvarez 1981). Debido a esto es posible que hayan sido subestimados ya que permanecen debajo del cenénquima, solamente con un pequeño orificio por el cual sacan los cirros para alimentarse, lo que los hace prácticamente invisibles. Sin embargo, en los aglomerados de epibiontes sus abundancias son altas.

Al contrario de los epibiontes sésiles filtradores que dominaron en Playa Los Indios, las especies móviles fueron más abundantes en la Ensenada de Manare, principalmente los ermitaños. De los cuales algunas especies poseen hábitos gregarios y fueron registrados en algunos casos varios individuos sobre una misma colonia tal como lo menciona Kinzie (1974) para *P. homomalla* de aguas someras. El poliqueto *Hermodice carunculata* aunque fue encontrado en bajas abundancias, es un depredador que produce heridas que han sido mencionadas como facilitadoras para el establecimiento de comunidades de epibiontes (Martín y Losada 1991).

Las algas han sido citadas como uno de los epibiontes más abundantes adheridas a octocorales no solo sobre el cenénquima sino directamente sobre el eje de gorgonina (Kinzie 1974, Álvarez 1981, Marquez 1994, Weinbauer y Velimirov 1996). Son epibiontes temporales que crecen rápidamente en aguas someras con gran abundancia de nutrientes, y generalmente en localidades costeras cercanas a centros poblados como lo son Playa Los Indios y Ensenada Manare (Kinzie 1973, Lapointe 1997, Jompa y McCook 2003).

Las bajas abundancias de la mayoría de los epibiontes registrados sobre *P. homomalla* sugieren que podría existir algún factor que impide la colonización de organismos sobre las colonias de esta especie de octocoral, ya que, a pesar de la alta riqueza (26 especies), fue la que presentó la menor abundancia y prevalencia de epibiontes.

### ***Distribución de los epibiontes en las colonias***

Las colonias de *P. flexuosa* y *P. homomalla* poseen una morfología con zonas diferenciadas y una compleja estructura de ramificaciones, debido a esto se crean microhábitats en las colonias; los cuales permiten que algunos epibiontes se distribuyan en áreas muy específicas según sus

requerimientos, mientras que otros, más generalistas pueden ser encontrados en cualquier zona del octocoral. Además, la distribución también puede estar determinada por factores intrínsecos a la especie del octocoral, tales como una mayor concentración de metabolitos secundarios alelopáticos encontrados regularmente en las zonas apicales junto con una mayor abundancia de espículas en la zona basal de las colonias, como lo encontrado por Harvell y Fenical (1989) en colonias de *Pseudopterogorgia acerosa* y *P. rigida*.

La zona apical es el área más expuesta y la que recibe mayor incidencia de luz y turbulencia del agua, generalmente tiene una baja diversidad y abundancia de organismos, siendo colonizada mayoritariamente por algas filamentosas (Kinzie 1974), estas crecen rápidamente y pueden colonizar espacios muy reducidos como lesiones en el cenénquima, muy comunes en las zonas de mayor movimiento.

La mayoría de las ramas de las colonias se encuentran en la zona media, esta es un área que provee mayor protección para los epibiontes, tanto de depredadores, como del movimiento del agua el cual se piensa que debería disminuir por efecto de la barrera física que ofrecen las ramificaciones. Por esto, en esta zona es donde se localiza la mayoría de los epibiontes. Algunos, aunque se encuentran distribuidos en cualquier nivel de la colonia, como *Pteria colymbus* presentaron las mayores abundancias en esta zona, lo cual concuerda con el patrón de distribución presentado por *P. sterna* en el Pacífico sobre *Lophogorgia alba* (Cantera *et al.* 1987). Sin embargo, Patton (1972) menciona juveniles de *P. colymbus* distribuidos en varias zonas de colonias de *Leptogorgia virgulata* pero los individuos adultos grandes solo fueron encontrados en la zona basal, esto debido a que ésta especie de octocoral no alcanza grandes dimensiones y el peso de las *Pteria* de mayor tamaño pueden inclinar y/o derrumbar la colonia. Esto no sucede con las especies de *Plexaura* ya que son más robustas y grandes. La mayor abundancia de los bivalvos en la zona media también puede estar determinada por la capacidad de las larvas de poder seleccionar activamente sustratos menos expuestos a sedimentos o desgaste por arena (Hadfield 1976).

El gastrópodo depredador *Cyphoma gibbosum*, fue encontrado consumiendo el cenénquima principalmente en la zona media de las colonias, lo que coincide con lo encontrado por Harvell y Suchanek (1987) y Harvell y Fenical (1989), quienes mencionan que la mayoría de la depredación de *C. gibbosum* ocurría en la zona media y zonas cercanas a la base. Además, reportan que la zona de alimentación de *C. gibbosum* puede depender de la presencia de depredadores en la localidad. Por estos motivos, Harvell y Suchanek (1987) infieren que no existen preferencias por parte de *C.*

*gibbosum* hacia una zona específica del octocoral, sin embargo, en Ensenada Manare y Playa Los Indios, se registró una relación de interacción significativamente positiva con la zona media de las colonias (la menos expuesta), lo que pudiese estar determinado por una alta presión por parte de los depredadores de estos gastrópodos en las localidades.

Wahl (2009) menciona que generalmente, las zonas más antiguas de un organismo están sujetas a presentar más epibiosis. Pero, en las colonias de *P. flexuosa* y *P. homomalla* estudiadas, esto no se cumple de una forma tan estricta, ya que la zona más antigua (la zona basal) es también la más sujeta a disturbios físicos, cuando en tormentas, por efecto de mar de fondo, los granos de arena y pequeños guijarros golpean violentamente con esta zona, desprendiendo los organismos epibiontes adheridos. Probablemente por esto, tanto la riqueza como la abundancia de epibiontes en esta zona no fue tan alta como en otras zonas. Los organismos encontrados son más bien pesados, con estructuras esqueléticas de carbonato de calcio como algas calcáreas, corales, serpúlidos y otros que, aunque sin estructuras calcáreas pueden llegar a ser voluminosos como macroalgas y esponjas. La mayoría de estos organismos como las algas calcáreas se establecen sobre el eje de gorgonina desnudo, en áreas de lesiones producidas por depredadores o agentes físicos (Álvarez 1981). Otros organismos invaden el octocoral por la base, después de establecerse en zonas aledañas a la colonia como el serpúlido *Spirobranchus giganteus*, y muchas esponjas en las dos localidades de estudio. Se ha citado también, que *Millepora alcicornis* puede detectar la presencia de colonias de octocoral corriente arriba y subsecuentemente alterar su dirección y forma de crecimiento con el fin de eventualmente entrar en contacto con el octocoral y sobrecrecerlo desde la base (Wahle 1980). En cuanto a las esponjas, muchas especies se establecen en zonas inferiores de la colonia debido a los bajos niveles de luz alrededor de las mismas (Zea 1993).

Otros organismos móviles como el gastrópodo *Coralliophilla caribaea*, fueron encontrados en bajas densidades, generalmente en la zona basal de las colonias, tal como lo reporta Kinzie (1974) para *P. homomalla*, Miller (1981) para otros octocorales y Cantera *et al.* (1987) para otras especies de *Coralliophilla* sobre *Lophogorgia alba*. Los ermitaños por su parte, generalmente ascienden desde el sustrato rocoso a través de la base del octocoral y se movilizan por las ramas, estos fueron encontrados en su mayoría sobre la bifurcación de las ramas y posiblemente su abundancia por zona varía según las horas del día, lo cual no ha sido demostrado.

De una forma general la distribución de los epibiontes a lo largo de las colonias, en términos de zonas, tanto en las dos especies como en las dos localidades, es bastante similar; lo cual indica que

las características de los microhábitats creados en las zonas de las colonias son los factores determinantes en la distribución de los epibiontes y que las localidades y las especies de octocorales tienen menos importancia.

### ***Aglomerados de epibiontes***

Los aglomerados de epibiontes están conformados por una estructura básica de conchas de *Dendrostroma frons* y otros bivalvos fijados unos sobre otros. Los pioneros se fijan sobre el octocoral por medio de proyecciones de la valva inferior que rodean parcialmente las ramas donde se asientan como en el caso de *D. frons* o por los filamentos del biso en *P. colymbus*. En el caso de *D. frons* (el más abundante) las valvas irregulares, actúan a la vez como sustrato en el que larvas de otras *Dendrostroma* se asientan, y al crecer las proyecciones de sus valvas inferiores dejan espacios entre las conchas, formándose así un hábitat tridimensional con una alta complejidad estructural que facilita la colonización de distintas especies de organismos tanto sésiles como móviles a partir de larvas planctónicas (Guichard y Bourget 1998, Svane y Peterson 2001).

El número de bivalvos involucrados en los aglomerados parece estar relacionado con el tamaño de las colonias de octocoral y el peso del aglomerado en sí que la colonia puede soportar. Figueroa (1995) registró sobre *Muricea laxa* conglomerados con un máximo de 7 individuos de *D. frons*, mencionando que el peso de agrupaciones mayores que ésta podrían desprender la colonia del sustrato, ya que las mismas son delicadas y tienen un promedio de altura entre 20 y 30 cm. En *P. homalla* y *P. flexuosa* se registraron aglomerados con hasta 138 individuos de *D. frons* debido a que estas especies poseen colonias de mayor tamaño y son más robustas. Sin embargo, en campo se ha observado aglomerados que se han desintegrados, total o parcialmente, al adquirir cierto peso; probablemente porque los bivalvos basales que están sujetos a las ramas del octocoral ya no soportan el peso y se desprenden. Lo que confirma lo mencionado por Barnes (2001) que las conchas de *D. frons* son sustratos efímeros para los epibiontes.

A medida que nuevos individuos de *D. frons* y cirripedios se adhieren a los ya fijados, el aglomerado va aumentando en tamaño, se generan nuevas superficies disponibles, nuevos espacios y nichos, incrementándose el asentamiento de larvas y reclutamiento. Esta complejidad de hábitat es un factor importante en comunidades bénticas ya que aumenta la diversidad, abundancia y estructuración de las comunidades. En los aglomerados evaluados la riqueza varió de un mínimo de 5 especies a más de 20 especies en los de mayor tamaño, confirmando la alta diversidad específica encontrada por Barnes (2001) sobre valvas de *D. frons* fijadas directamente sobre fondos rocosos en

Mozambique, y por Mosquera (1991), quien menciona que encontró una gran abundancia de epibiontes sobre el bivalvo, pero no especifica a que especies o grupos taxonómicos pertenecen.

Los aglomerados de *D. frons* ofrecen ventajas para los invertebrados residentes en los mismos, por el aumento en la disponibilidad de alimento y la eficiencia de alimentación. La mayoría de los epibiontes de los aglomerados son organismos filtradores (bivalvos, cirripedios, tunicados y esponjas), cuyas larvas previo a la fijación detectan aguas con corrientes cargadas de partículas alimenticias (Ekman 1983, Young 1995), y cuanto mayor la intensidad del flujo de agua, mayor la disponibilidad de partículas por unidad de tiempo, lo cual aumenta la eficiencia de filtración (Ekman *et al.* 1989). Playa Los Indios y Ensenada Manare se encuentran en la costa central expuestas a un intenso movimiento de agua, por ello las comunidades de los aglomerados pueden albergar una gran abundancia de filtradores (más del 80% de los individuos) agrupados en pequeñas áreas. Los demás organismos, de distintos grupos tróficos, que se encuentran en el interior de los aglomerados, se benefician de las corrientes generadas por los bivalvos, las cuales proporcionan un suministro de agua rica en oxígeno y partículas alimenticias. Un ejemplo de ello son los camarones *Pontonia* sp que viven en la cavidad del manto de bivalvos de las familias Pteridae y Ostreidae (Fransen 2002, Marin y Paulay 2010), y en los aglomerados muchos de ellos fueron encontrados dentro de las conchas de *D. frons*.

Por último, otra ventaja que ofrecen los aglomerados a los organismos asociados, es la protección contra depredación, principalmente para los que viven en el interior de los mismos. Algunos de los aglomerados estudiados estaban parcial o totalmente recubiertos por esponjas muy delgadas (*Tedania ignis*) conformando una especie de barrera y aislando el interior del aglomerado del medio externo. Esta “barrera” pudiese a la vez controlar indirectamente el incremento en volumen del aglomerado, ya que nuevas larvas se verían imposibilitadas de establecerse por la presencia de la esponja.

### ***Regeneración del cenénquima y colonización del eje axial***

La regeneración del cenénquima de octocorales de aguas someras generalmente es rápida debido a que muchas lesiones dejan al descubierto el eje axial de gorgonina que puede ser un sustrato potencial para que larvas de epibiontes se asienten y eventualmente recubran la colonia del octocoral (Silveira y van't Hof 1977, Weinberg y Weinberg 1979). Las tasas de regeneración varían con el área de la colonia, con la zona del arrecife y la localidad y decrece a través del tiempo (Silveira y van't Hof 1977, Wahle 1983). Las tasas de regeneración promedio reportadas en la bibliografía para *P. homomalla* varían de 2.3 a 2.9 mmd<sup>-1</sup> entre distintas zonas de un arrecife en Jamaica (Wahle 1983).

La misma especie en Playa Los Indios y Ensenada Manare presentó tasas de regeneración de 2.0 y 1.9  $\text{mmd}^{-1}$  respectivamente. Para *P. flexuosa* Silveira y van't Hof (1977) determinaron tasas de regeneración de 1.13  $\text{mmd}^{-1}$  en Curazao. En Playa Los Indios y Ensenada Manare los valores encontrados fueron de 1.3 y 2.1  $\text{mmd}^{-1}$  respectivamente. Es decir, los valores obtenidos en este estudio son consistentes con los estudios previos.

La colonización del eje axial desnudo por parte de larvas o propágulos de organismos es variable entre localidades. Las algas filamentosas que se establecen en la primera semana sobre el eje axial no retardan el proceso de regeneración del cenénquima y son recubiertas por el mismo, según algunos autores (Martin y Losada 1991), mientras que otros reportan lo contrario, que las algas pueden inhibir el crecimiento del cenénquima (Silveira y van't Hof 1977). Esta contradicción pudiera ser explicada por la presencia de diferentes especies de algas en cada estudio, las cuales poseen distintas propiedades físicas, químicas o biológicas (Jompa y McCook 2003). En este estudio, tanto *P. homomalla* como en *P. flexuosa* las algas que se establecieron aparentemente no inhibieron el proceso de regeneración, ya que el crecimiento del cenénquima continuó hasta cerrarse la lesión.

Sin embargo, colonias de hidrozoarios del género *Obelia* que se establecieron sobre el eje axial de *P. flexuosa* en Playa Los Indios, aparentemente produjeron una paralización del proceso de regeneración, y este volvió a activarse cuando los hidrozoarios desaparecieron. Lo mismo ocurrió en *P. homomalla* en Ensenada Manare pero con otra especie de hidrozoario. Hay registros de que algunas especies de hidrozoarios producen compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otros hidrozoarios (Kato *et al.* 1967). Lo que sugiere que pudiesen también paralizar la regeneración de octocorales, ya que en una de las colonias de Playa Los Indios los estolones del hidrozoario se extendieron por encima del cenénquima en ambos lados de la lesión, hasta una distancia de aproximadamente 5 cm y aparentemente desintegraron la superficie del cenénquima en las áreas de contacto y aledañas.

En este estudio se han descrito patrones de diversidad, abundancia y distribución de epibiontes sobre las colonias de octocorales de las especies *P. flexuosa* y *P. homomalla* con lo que ahora se pueden realizar estudios que involucren modelos explicativos y estudios experimentales de manipulación para determinar los procesos y mecanismos que estructuran estas comunidades (Underwood *et al.* 2000).

## CONCLUSIONES

---

- Se registró una alta diversidad de epibiontes sobre los octocorales *Plexaura flexuosa* y *Plexaura homomalla* en las dos localidades estudiadas, encontrándose al menos 34 especies de invertebrados, además de algas filamentosas, calcáreas y macroalgas.
- La abundancia total de epibiontes fue mayor en Playa Los Indios en comparación con Ensenada Manare.
- La comunidad de epibiontes estuvo dominada por organismos filtradores específicamente por los bivalvos *Pteria colymbus* y *Dendrostrea frons*.
- No existe relación entre la altura de las colonias de octocorales y la abundancia de epibiontes presentes sobre ellas.
- Existen diferencias entre las comunidades epibióticas de las dos especies de octocorales de Ensenada Manare, siendo la abundancia de epibiontes mayor en *Plexaura flexuosa* que sobre *Plexaura homomalla*.
- Los epibiontes estaban localizados mayoritariamente en la zona media de las colonias de los octocorales para ambas especies y localidades.
- La creación de sustrato secundario por aglomeración de *D. frons* y otros bivalvos incrementa la riqueza de epibiontes sobre los octocorales albergando especies no encontradas directamente sobre estos.
- El movimiento del agua no varió estadísticamente de forma significativa, por lo cual no se pudo determinar si este afecta a las comunidades epibióticas.
- La tasa de regeneración del cenénquima fue similar para ambas especies y localidades y comparable con otros estudios.
- Las lesiones producidas en el octocoral, en las que el eje de gorgonina quedó expuesto permiten la colonización de algunos epibiontes y dependiendo de la especie y la tasa de crecimiento del epibionte, este puede paralizar temporalmente el proceso de regeneración o ser recubierto por el cenénquima.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Álvarez, A. 1981. Estudio de algunos factores de mortalidad de octocorales del Parque Nacional de Morrocoy, Estado Falcón. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Arias, J., Zea, S., Newmark, F., Santos, M. 2006. Determinación de la capacidad antiepibiótica de los extractos orgánicos crudos de las esponjas marinas *Cribrochalina infundibulum* y *Biemna cribaríá*. *Boletín de Investigaciones Marino Costeras*. **35**: 91-101.
- Bandurraga, M.M, Fenical, W. 1985. Isolation of muricins evidence of a chemical adaptation against fouling in the marine octocoral *Muricea fructifera* (Gorgonacea). *Tetrahedron* **41**: 1057-1065.
- Barnes, D.K.A. 2001. The contribution of secondary space to benthic taxon richness of a coral reef colonisation of *Dendrostroma frons*. *Marine Ecology*. **22**: 189-200.
- Bayer, F.M. 1961. The shallow-water Octocorallia of the West Indian region. *Studies of Fauna of Curacao and other Caribbean Islands* **12**: 1-373.
- Brusca, R.C., Brusca, G.J. 2005. *Invertebrados*. McGraw Hill e Interamericana, Madrid.
- Birkeland, C., Gregory, B. 1975. Foraging behavior and rates of feeding of the gastropod *Cyphoma gibbosum* (Linnaeus). *Natural History Museum of Los Angeles County Science Bulletin*. **20**: 57-67.
- Cantera, J.R., Prahl, H., Neira, R. 1987. Moluscos, crustáceos y equinodermos asociados a la gorgonia *Lophogorgia alba* (Duchassaing y Michelotti, 1864) en Isla de Gorgona, Colombia. *Boletín Ecotrópica* **17**: 3-13.
- Cary, L.R. 1914. Observations on the growth rate and oecology of gorgonians. *Publication of the Carnegie Institute of Washington*. **182**: 79-90.
- Castellanos, P., Varela, R., Muller-Karger, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarojo AVHRR. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* **154**: 55-76.
- Cognetti, G., Sara, M., Magazzu, G. 2001. *Biología Marina*. Editorial Ariel S.A., Barcelona, España.
- Cronin, G., Hay, M.E., Fenical, W., Lindquist, N. 1995. Distribution, density, and sequestration of host chemical defenses by the specialist nudibranch *Tritonia hamnerorum* found at high densities on the sea fan *Gorgonia ventalina*. *Marine Ecology Progress Series*. **119**: 177-189.
- De Victor, S.T. 2008. *Leptogorgia virgulata* (sea whip), *L. hebes* (regal sea fan), and their associates species. Southeastern Regional Taxonomic Center. [http://www.dnr.sc.gov/marine/sertc/species\\_month.htm](http://www.dnr.sc.gov/marine/sertc/species_month.htm). [consulta 19 octubre 2009].
- Doty, M.S. 1971. Measurement of water movement in reference to benthic algal growth. *Botany Marine* **14**: 32-35.
- Ekman, J.E. 1983. Hydrodynamic processes affecting benthic recruitment. *Limnological Oceanography* **28**: 241-257.
- Ekman, J.E., Petersen, C.H., Cahalan, J.A. 1989. Effects of flow speed, turbulence, and orientation on growth of juvenile bay scallops *Argopecten irradians concentricus* (Say). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **132**: 123-140.
- Figueroa, M. 1995. Autoecología del octocoral *Muricea laxa* (Verrill, 1864) en la Isla de La Blanquilla, Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Coordinación de Biología, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela, 83 pp.



- Fransen, C.H.J.M. 2002. Taxonomy, phylogeny, historical biogeography, and historical ecology of the genus *Pontonia* Latreille (Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Zoologische Verhandelingen, Leiden*, **336**: 1–433.
- Gerhart, D.J. 1984. Prostaglandin A: an agent of chemical defense in the Caribbean gorgonian *Plexaura homomalla*. *Marine Ecology Progress Series*. **19**: 181-187.
- Gerhart, D.J. 1986. Gregariousness in the gorgonian-eating gastropod *Cyphoma gibbosum*: tests of several possible causes. *Marine Ecology Progress Series* **31**: 255-263.
- Gerhart, D.J. 1990. Fouling and gastropod predation: consequences of grazing for a tropical octocoral. *Marine Ecology Progress Series*. **62**: 103-108.
- Gerhart, D.J., Rittschof, D.J. Mayo, S.W. 1988. Chemical ecology and search for marine anti-fouling. *Journal of Chemical Ecology*. **14**: 1905-1917.
- Goh, K., Ng K., Chou M. 1999. Notes on the shallow water gorgonian associated fauna on coral reefs in Singapore. *Bulletin of Marine Science*. **65**(1): 259-282.
- Greene, K. 2008. Invertebrate endofauna associated with sponge and octocoral epifauna at Gray's Reef National Marine Sanctuary off the coast of Georgia. MSc thesis, School of the College of Charleston, Georgia, USA.
- Grigg, R.W. 1977. Population dynamics of two gorgonian corals. *Ecology* **58**: 278-290.
- Guichard, F., Bourget, E. 1998. Topographic heterogeneity, hydrodynamics, and benthic community structure: a scale dependent cascade. *Marine Ecology Progress Series* **171**: 59-70.
- Hadfield, G. 1976. Molluscs associated with living tropical corals. *Micronesica*. **12**: 133-148.
- Harvell, C.D., Fenical, W. 1989. Chemical and structural defenses of Caribbean gorgonians (*Pseudopterogorgia* spp): Intracolony localization of defense. *Limnological Oceanography*. **34**: 382-389.
- Harvell, D., Suchanek, T. 1987. Partial predation on tropical gorgonians by *Cyphoma gibbosum* (Gastropoda). *Marine Ecology Progress Series*. **38**: 37-44.
- Henrikson A.A., Pawlik J.R. 1998 Seasonal variation in biofouling of gels containing extracts of marine sponges. *Biofouling* **12**: 245–255.
- Humanes, A. 2005. Análisis morfológico de tres especies de coral en Isla Larga Parque Nacional San Esteban. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela.
- Jompa, J., McCook, L.J. 2003. Coral- algal competition: macroalgae with different properties have different effects on corals. *Marine Ecology Progress Series*. **258**: 87-95.
- Jordan, E. 2002. Gorgonian distribution patterns in a coral reefs environments of the Gulf of Mexico: evidence of sporadic ecological connectivity? *Coral Reefs* **21**: 205-215.
- Jordan, E., Nugent, R.S. 1978. Evaluación poblacional de *Plexaura homomalla* (Esper) en la costa noreste de la Península de Yucatán (Octocorallia). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. Nac. Autón. México*. **5**: 189-200.
- Kammers, M., Saalfeld, K. 1987. Octocorallia (Cnidaria, Anthozoa) e fauna associada da costa catarinense: observações preliminares. Anais do II Seminario sobre Ciencias do Mar, Florianópolis, Brasil. p: 32-38.
- Kato, M., Hirai, E., Kakinuma, Y. 1967. Experiments on the coaction among hydrozoan species in the colony formation. *Science Report of Tohoku University, ser 4 (Biol.)*. **33**: 359-373.
- Keifer P.A., Rinehart, K.L. Jr, Hooper, I.R. 1986. *Renilla* fouling antifouling diterpenes from the sea-pansy *Renilla reniformis* (Octocorallia). *Journal of Organic Chemistry* **51**: 4450- 4454.
- Kim, K., Kim, P.D., Alker, A.D., Harvell, C.D. 2000. Chemical resistance of gorgonian corals against fungal infections. *Marine Biology*. **137**: 393-401.
- Kinzie, R.A 1974. *Plexaura homomalla*: The biology and ecology of a harvestable marine resource. *Studies in Tropical Oceanography*. **12**: 22-38

- Kinzie, R.A. 1973. The zonation of West Indian gorgonians. *Bulletin of Marine Sciences* **23**: 93-155.
- Kumagai, H. 2008. Role of food source and predator avoidance in habitat specialization by an octocoral-associated amphipod. *Oecologia* **155**: 739-749.
- Lapointe, B.E. 1997. Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida. *Limnological Oceanography* **42**:1119–1131
- Lasker, H.R., Coffroth, M.A. 1983. Octocoral distributions at Carrie Bow Cay, Belize. *Marine Ecology Progress Series*. **13**: 21-28.
- Marin, I., Paulay, G. 2010. *Pinnotherotonia rumphiusi* gen. et sp. nov., a new furry bivalve-associated pontonine shrimp (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Palau. *Zootaxa* **2636**: 37-48.
- Márquez, M. 1994. Estructura de una comunidad de octocorales en Isla Alcatraz con organismos incrustantes. Trabajo Especial de Grado, Coordinación de Biología, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- Martin, A., Losada, F. 1991. Regeneración de heridas causadas por el poliqueto anfinomido *Hermodice carunculata* sobre corales escleractinidos, hidrocorales y octocorales (Cnidaria). *Ecotrópicos*. **4**: 18-26
- McLean, E.L., Yoshioka, P.M. 2007. Associations and interactions between gorgonian and sponges. pp: 443-448. In: M.R. Custodio, G. Lobo-Hajdu, E. Hajdu y G. Muricy (eds) Porifera Research: biodiversity, innovation and sustainability. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 684 pp.
- Miller, C. 1981. Cnidarian prey of the snails *Coralliophila abbreviata* and *C. caribaea* (Gastropoda: Muricidae) in Discovery Bay, Jamaica. *Bulletin of Marine Science*. **31**(4): 932-934.
- Morton, B., 1995. The biology and functional morphology of *Pteria breviaiata* (Bivalvia: Pterioidea), epizoic on gorgonians in Hong Kong. *Journal of Zoology (London)* **236**: 223–241.
- Mosquera, E. 1991. Contribución al conocimiento de la autoecología del octocoral *Plexaura homomalla* en la Isla La Blanquilla, Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Coordinación de Biología, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.
- Muller-Karger, F., Aparicio R. 1994. Mesoscale processes affecting phytoplankton abundance in the southern Caribbean Sea. *Continental Shelf Research* **14**: 199–221.
- Noriega, N. 1998. Caracterización de las comunidades de erizos presentes en praderas de *Thalassia testudinum* y comunidades coralinas de la Bahía de Mochima. Parque Nacional Mochima. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela. Caracas. 97 pp.
- Opresko, D.M. 1974. Recolonization and regrowth of a population of the gorgonian *Plexaura homomalla*. In: Bayer, F. M. & Weinheimer, A.J. (eds) Prostaglandins from *Plexaura homomalla*: ecology, utilization and conservation of a major medical marine resource a symposium. Studies in Tropical Oceanography. **12**: 101-110.
- Pannier, F. 1986. Las costas venezolanas, un reto y una oportunidad para la investigación, conservación y gestión ambiental. *Boletín de la Academia de Ciencias. Físicas, Matemáticas y Naturales*. **133/134**: 55-155.
- Patton, W. 1972. Studies on the animal symbionts of the gorgonian coral, *Leptogorgia virgulata* (Lamarck). *Bulletin of Marine Science*. **22**: 419-430.
- Pawlik, J. Fenical, W. 1989. A re-evaluation of the ichthyodeterrent role of prostaglandins in the Caribbean gorgonian coral *Plexaura homomalla*. *Marine Ecology Progress Series*. **52**: 95-98.
- Sammarco, P., Coll, J. 1992. Chemical adaptations in the Octocorallia: evolutionary considerations. *Marine Ecology Progress Series*. **88**: 93-104.

- Sánchez, A. 2006. Evaluación espacial y temporal de las comunidades bénticas presentes en la costa litoral rocosa de la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 90 pp.
- Sanchez, J.A., Diaz J.M., Zea S. 1997 Gorgonian communities in two contrasting environments on oceanic atolls of the Southwestern Caribbean. *Bulletin of Marine Sciences* **61**: 453-465.
- Schiel, D.R. 2004. The structure and replenishment of rocky shore intertidal communities and biogeographic comparisons *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **300**: 309-342.
- Siegert, B. 1990. Efecto de nutrientes provenientes de una laguna de oxidación, y los parámetros ambientales sobre las densidades de zooxantelas y las enfermedades de los Cnidarios *Condylactis gigantea* y *Diploria strigosa* en la Bahía de Mochima, Parque Nacional Mochima. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 90 pp.
- Silveira, F.L., van't Hof, T. 1977. Regeneration in the gorgonian *Plexaura flexuosa* (Cnidaria, Octocorallia). *Bijdragen tot de Dierkunde*. **47**: 98-108.
- Spotte S., Bubucis P.M., Overstreet R.M. 1995. Caridean shrimps associated with the slimy sea plume (*Pseudopterogorgia americana*) in midsummer at Guana Island, British Virgin Islands, West Indies. *Journal of Crustacean Biology* **15**: 291-300.
- Spotte, S., P.M. Bubucis 1996. Diversity and abundance of caridean shrimps associated with the slimy sea plume *Pseudopterogorgia americana* at Pine Cay, Turks and Caicos Islands, British West Indies. *Marine Ecology Progress Series* **133**: 299-302.
- Svane I., Peterson J.K. 2001. On the problems of epibioses, fouling and artificial reefs, a review. *P.S.Z.N. Marine Ecology* **22**:169-188.
- Targett, N.M., Bishop, S.S., McConnell O.J., Yoder J.A. 1983. Antifouling agents against the benthic marine diatom, *Navicula salinicola*; homarine from the gorgonians *Leptogorgia virgulata* and *L. setacea* and analogs. *Journal of Chemical Ecology* **9**: 817 -829.
- Underwood, A.J., Chapman M.G., Connell S.D. 2000. Observations in Ecology: you can't make progress on processes without understanding the patterns. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **250**: 97-115.
- Van Alstyne, K.L. y Paul, V.J. 1992. Chemical and structural defenses in the sea fan *Gorgonia ventalina*: Effects against generalist and specialist predators. *Coral Reefs* **11**: 155-159.
- Wahl, M. 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series*. **58**: 175-189.
- Wahl, M. 2009. Epibiosis: ecology, effects and defenses. pp: 61-72 en: M. Wahl. (ed.), *Marine Hard Bottom Communities*, Springer-Verlag, Berlin.
- Wahl, M., Bernard B. 1991. Marine epibiosis. III. Possible antifouling defense adaptations in *Polysyncraton lacazei* (Giard) (Didemnidae, Ascidiacea). *Experimental Marine Biology and Ecology* **145**: 49-63.
- Wahl, M., Mark, O. 1999. The predominantly facultative nature of epibiosis: experimental and observational evidence. *Marine Ecology Progress Series*. **58**: 175-189.
- Wahle, C. 1980. Detection, pursuit and overgrowth of tropical gorgonians by milleporid hydrocorals: Perseus and Medusa revisited. *Science* **209**: 689-691.
- Wahle, C.M. 1983. Regeneration of injuries among Jamaican Gorgonians: the roles of colony physiology and environment. *Biological Bulletin*. **165**: 778-790.
- Wainwright, S.A., Koehl, M.A. 1976. The nature of flow and the reaction of benthic cnidaria to it. pp: 5-21. In: G. O. Mackie (ed.) *Coelenterate ecology and behavior*. Plenum Press, New York, 744 pp.

- Weinbauer, M.G., Velimirov, B. 1996. Population dynamics and overgrowth of the sea fan *Eunicella cavolini* (Coelenterata: Octocorallia). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **42**: 583-595.
- Weinberg, S., Weinberg, F. 1979. The life cycle of a gorgonian *Eunicela singularis* (Asper, 1794). *Bijdragen tot de Dierkunde*. **48**: 127-140.
- Witman, J.D., Smith F. 2003. Rapid community change at a tropical upwelling site in the Galapagos Marine Reserve. *Biodiversity and Conservation* **12**: 25–45.
- Yoshioka, P.M., Yoshioka, B.B 1989. A multispecies multiscale analysis of spatial pattern and its application to shallow water gorgonian community. *Marine Ecology Progress Series*. **54**: 257-264.
- Yoshioka, P.M., Yoshioka, B.B. 1991. A comparison of the survivorship and growth of shallow-water gorgonian species of Puerto Rico. *Marine Ecology Progress Series* **69**: 253-260.
- Young, C.M. 1995. Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life. pp: 249-278. In: L. McEdwards (ed.) *Ecology of marine invertebrate larvae*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Zea, S. 1993. Cover of sponges and other sessile organisms in a rocky and coral reef habitats of Santa Marta, Colombian Caribbean Sea. *Caribbean Journal of Science* **29**: 75-88.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Características de las 5 colonias de *Plexaura homomalla* evaluadas en Playa Los Indios.

Perímetro (cm)	Altura (cm)	zona	epibionte	#	tamaño	aglomerados	Altura (cm)	Perímetro (cm)
21	88	MEDIA	-	-	-	2	49	41
							52	12
35	95	MEDIA	-	-	-	1	51	28
19	87	-	-	-	-	-	-	-
14	31	-	-	-	-	-	-	-
15	98	MEDIA	<i>Dendrostrea frons</i>	1	2.4	-	-	-

**Anexo 2.** Permanova de una vía para las alturas de *P. flexuosa* en Ensenada Manare y Playa Los Indios (gl: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, MS: cuadrados medios, pseudo-F: pseudo F calculado por PERMANOVA, perms: número de permutaciones alcanzadas, P: P-valor, MC: Monte Carlo)

Fuente	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Localidad	1	398,55	398,55	0,82366	0,36	638	0,344
Res	759	3,67E+05	483,87				
Total	760	3,68E+05					

**Anexo 3.** Permanova de una vía para los perímetros *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare.

Fuente	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	4051	4051	93,828	0,001*	541	0,001
Res	761	32856	43,175				
Total	762	36907					

**Anexo 4.** Permanova de una vía para las alturas de *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Ensenada Manare.

Fuente	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Especie	1	12806	12806	29,224	0,001*	647	0,001
Res	761	3,33E+05	438,19				
Total	762	3,46E+05					

**Anexo 5.** Permanova de una vía para los perímetros de *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Ensenada Manare

Fuente	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	5176	5176	57,452	0,001*	646	0,001
Res	759	68381	90,093				
Total	760	73556					

**Anexo 6.** Permanova para la riqueza de especies entre *P. flexuosa* de Playa Los Indios y Ensenada Manare.

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	6,0083	6,0083	11,608	0,002	998	0,002
Zo	2	12,185	6,0923	11,771	0,001	997	0,001
Lo x zo	2	1,6607	0,83034	1,6042	0,21	999	0,198
Res	684	354,03	0,51759				
Total	689	380,06					

**Anexo 7.** Permanova para la riqueza de especies entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Ensenada Manare.

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	0,10992	0,10992	0,3063	0,575	993	0,588
Zo	2	6,5925	3,2962	9,185	0,002	999	0,001
Es x zo	2	0,35647	0,17823	0,49664	0,615	999	0,602
Res	566	203,12	0,35887				
Total	571	210,36					

**Anexo 8.** Permanova para la abundancia de especies entre *P. flexuosa* de Playa Los Indios y Ensenada Manare.

fuelle	gl	SC	CM	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	66036	66036	18,709	0,001	998	0,001
Zo	2	2,73E+05	1,36E+05	38,62	0,001	999	0,001
Lo x zo	2	34633	17317	4,906	0,001	999	0,001
Res	684	2,41E+06	3529,7				
Total	689	2,84E+06					

**Anexo 9.** Permanova para la abundancia de especies entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	6957,3	6957,3	1,845	0,056	997	0,071
Zo	2	2,64E+05	1,32E+05	34,943	0,001	998	0,001
Es x zo	2	11843	5921,7	1,5704	0,054	999	0,058
Res	566	2,13E+06	3770,8				
Total	571	2,42E+06					

**Anexo 10.** Permanova para los moluscos sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	73,54	73,54	35,137	0,001	996	0,001
Zo	2	236,27	118,13	56,443	0,001	997	0,001
Lo x zo	2	37,374	18,687	8,9286	0,001	999	0,002
Res	684	1431,6	2,0929				
Total	689	1936,1					

**Anexo 11.** Permanova para los cnidarios sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms
Lo	1	0,22995	0,22995	3,6525	0,009	999
Zo	2	1,0577	0,52887	8,4005	0,001	997
Lo x zo	2	0,30529	0,15264	2,4246	0,019	999
Res	684	43,063	6,30E-02			
Total	689	44,913				

**Anexo 12.** Permanova para los crustáceos sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	5,7987	5,7987	9,6697	0,001	999	0,001
Zo	2	2,9683	1,4841	2,4749	0,04	996	0,061
Lo x zo	2	2,8299	1,4149	2,3595	0,084	999	0,063
Res	684	410,18	0,59968				
Total	689	421,17					

**Anexo 13.** Permanova para los aglomerados sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

Fuente	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	6,1743	6,1743	18,207	0,001	999	0,001
Zo	2	14,446	7,2229	21,299	0,001	999	0,001
Lo x zo	2	0,27451	0,13725	0,40473	0,697	999	0,653
Res	684	231,96	0,33912				
Total	689	259,18					

**Anexo 14.** Permanova para las algas sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	4,0572	4,0572	16,399	0,001	993	0,001
Zo	2	34,031	17,016	68,778	0,001	998	0,001
Lo x zo	2	0,92117	0,46059	1,8617	0,18	997	0,151
Res	684	169,22	0,2474				
Total	689	212,38					

**Anexo 15.** Permanova para los poríferos sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	3,60E-02	3,60E-02	0,47861	0,482	997	0,507
Zo	2	2,6538	1,3269	17,641	0,001	999	0,001
Lo x zo	2	9,48E-02	4,74E-02	0,63045	0,522	999	0,521
Res	684	51,448	7,52E-02				
Total	689	54,616					

**Anexo 16.** Permanova para los moluscos entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	0,45966	0,45966	0,54028	0,4619	9831	0,4654
zo	2	81,967	40,983	48,171	0,0001	9944	0,0001
Es x zo	2	0,92476	0,46238	0,54348	0,5835	9944	0,5861
Res	565	480,69	0,85079				
Total	570	563,23					

**Anexo 17.** Permanova para los cnidarios entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms
Es	1	3,07E-04	3,07E-04	3,67E-03	0,94	993
Zo	2	2,3509	1,1754	14,073	0,001	996
Es x zo	2	1,43E-02	7,13E-03	8,54E-02	0,926	999
Res	566	47,275	8,35E-02			
Total	571	49,712				

**Anexo 18.** Permanova para los crustáceos entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	4,375	4,375	6,7454	0,003	998	0,006
Zo	2	3,547	1,7735	2,7343	0,04	999	0,049
Es x zo	2	2,005	1,0025	1,5457	0,222	999	0,191
Res	566	367,11	0,6486				
Total	571	376,54					

**Anexo 19.** Permanova para las algas entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	9,54E-02	9,54E-02	0,3502	0,533	999	0,548
Zo	2	26,32	13,16	48,328	0,001	998	0,001
Es x zo	2	1,2237	0,61183	2,2469	0,106	998	0,107
Res	566	154,12	0,2723				
Total	571	182,79					



**Anexo 20.** Permanova para los aglomerados entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

Fuente	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	0,12706	0,12706	1,0156	0,321	996	0,326
Zo	2	9,1755	4,5877	36,67	0,001	998	0,001
Es x zo	2	0,63968	0,31984	2,5565	0,077	999	0,074
Res	566	70,811	0,12511				
<b>Total</b>	<b>571</b>	<b>81,434</b>					

**Anexo 21.** Permanova para los poríferos entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	1,81E-02	1,81E-02	0,18202	0,657	998	0,65
Zo	2	3,6003	1,8001	18,064	0,001	999	0,001
Es x zo	2	7,23E-03	3,61E-03	3,63E-02	0,962	999	0,975
Res	566	56,403	9,97E-02				
<b>Total</b>	<b>571</b>	<b>60,061</b>					

**Anexo 22.** Permanova para *Dendrostrea frons* sobre *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Lo	1	10,02	10,02	8,2204	0,002	998	0,005
Zo	2	74,343	37,171	30,495	0,001	999	0,001
Lo x zo	2	6,6374	3,3187	2,7227	0,088	999	0,081
Res	684	833,74	1,2189				
<b>Total</b>	<b>689</b>	<b>960,52</b>					

**Anexo 23.** Permanova para *Dendrostrea frons* entre *P. flexuosa* y *P. homomalla* de Ensenada Manare

fuelle	gl	SC	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Es	1	0,61908	0,61908	1,2386	0,259	998	0,271
Zo	2	20,997	10,498	21,004	0,001	999	0,001
Es x zo	2	1,0128	0,50642	1,0132	0,37	998	0,373
Res	566	282,91	0,49984				
<b>Total</b>	<b>571</b>	<b>307,25</b>					

**Anexo 24.** Análisis SIMPER para *P. flexuosa* en Playa Los Indios y Ensenada Manare.

Grupo Playa Los Indios, similaridad promedio 24.53

especies	Abund prom	Sim prom	Sim/SD	Contrib%	acum.%
<i>Pteria colymbus</i>	0.72	10.38	0.50	42.32	42.32
<i>Dendrostrea frons</i>	0.77	6.74	0.39	27.49	69.81
Aglomerados	0.41	4.89	0.31	19.94	89.75

Grupo Ensenada Manare, similaridad promedio: 19.15

<b>especies</b>	<b>Abund prom</b>	<b>Sim prom</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>acum.%</b>
algas filamentosas	0.30	7.09	0.29	36.99	36.99
macroalgas	0.20	5.56	0.26	29.04	66.04
<i>Dendrostrea frons</i>	0.29	2.62	0.20	13.69	79.73
aglomerado	0.14	2.00	0.17	10.42	90.15

Grupos Playa Los Indios (PI) y Ensenada Manare (EM), Similaridad promedio 89.99

<b>especies</b>	<b>Grupo PI</b>		<b>Grupo EM</b>		<b>Contrib%</b>	<b>acum.%</b>
	<b>Abund prom</b>	<b>Abund prom</b>	<b>Diss prom</b>	<b>Diss/SD</b>		
<i>Dendrostrea frons</i>	0.77	0.29	18.56	0.79	21.84	21.84
<i>Pteria colymbus</i>	0.72	0.08	15.45	0.73	18.18	40.01
aglomerado	0.41	0.14	12.47	0.67	14.67	54.68
algas filamentosas	0.17	0.30	8.36	0.53	9.83	64.52
macroalgas	0.10	0.20	7.22	0.48	8.50	73.02
<i>Pagurus brevidactylus</i>	0.01	0.17	3.67	0.30	4.31	77.33
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.05	0.05	3.07	0.29	3.61	80.94
<i>Calcinus tibicen</i>	0.05	0.02	2.06	0.23	2.43	83.37
<i>Millepora alcicornis</i>	0.01	0.06	2.03	0.23	2.39	85.76

Examinando los grupos zona (en ambas localidades)

Grupo media, similaridad promedio: 24.12

<b>especies</b>	<b>Abund prom</b>	<b>Sim prom</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>acum.%</b>
<i>Pteria colymbus</i>	0.73	9.88	0.49	40.97	40.97
<i>Dendrostrea frons</i>	0.94	7.60	0.41	31.49	72.46
aglomerado	0.45	5.38	0.32	22.30	94.77

Grupo basal, similaridad promedio: 15.12

<b>especies</b>	<b>Abund prom</b>	<b>Sim prom</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>acum.%</b>
macroalgas	0.29	7.68	0.31	50.77	50.77
algas filamentosas	0.21	3.53	0.21	23.35	74.13
aglomerado	0.13	1.01	0.12	6.71	80.84
<i>Dendrostrea frons</i>	0.19	1.01	0.12	6.66	87.49

Grupo apical, similaridad promedio 46.21

<b>especies</b>	<b>Abund prom</b>	<b>Sim prom</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>acum.%</b>
algas filamentosas	0.70	43.41	0.93	93.95	93.95

Grupos media y basal, Disimilaridad promedio: 89.91

especies	Grupo media	Grupo basal	Diss prom	Diss/SD	Contrib%	acum.%
	Abund prom	Abund prom				
<i>Dendrostrea frons</i>	0.94	0.19	19.64	0.81	21.85	21.85
<i>Pteria colymbus</i>	0.73	0.09	13.89	0.68	15.45	37.30
aglomerado	0.45	0.13	13.20	0.69	14.68	51.98
macroalgas	0.06	0.29	9.66	0.58	10.74	62.72
algas filamentosas	0.10	0.21	8.18	0.52	9.10	71.82
<i>Pagurus brevidactylus</i>	0.11	0.02	3.40	0.27	3.78	75.60
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.07	0.02	3.04	0.28	3.38	78.97
<i>Millepora alcicornis</i>	0.00	0.09	2.71	0.28	3.01	81.98
<i>Calcinus tibicen</i>	0.05	0.03	2.15	0.24	2.39	84.37
algas calcáreas	0.01	0.06	1.96	0.26	2.18	86.55

Grupos media y apical, Disimilaridad promedio: 86.85

especies	Grupo media	Grupo apical	Diss prom	Diss/SD	Contrib%	acum.%
	Abund prom	Abund prom				
algas filamentosas	0.10	0.70	20.38	1.04	23.47	23.47
<i>Dendrostrea frons</i>	0.94	0.15	19.57	0.78	22.54	46.01
<i>Pteria colymbus</i>	0.73	0.22	16.70	0.77	19.23	65.24
aglomerado	0.45	0.11	13.23	0.68	15.23	80.47
macroalgas	0.06	0.07	3.39	0.33	3.91	84.38
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.07	0.04	3.33	0.30	3.83	88.21

Grupos basal y apical, Disimilaridad promedio: 84.01

especies	Grupo basal	Grupo apical	Diss prom	Diss/SD	Contrib%	acum.%
	Abund prom	Abund prom				
algas filamentosas	0.21	0.70	25.67	1.17	30.55	30.55
macroalgas	0.29	0.07	12.63	0.64	15.03	45.59
<i>Dendrostrea frons</i>	0.19	0.15	8.18	0.45	9.74	55.32
<i>Pteria colymbus</i>	0.09	0.22	6.38	0.39	7.60	62.92
aglomerado	0.13	0.11	5.95	0.40	7.08	70.01
<i>Millepora alcicornis</i>	0.09	0.00	3.48	0.29	4.14	74.15
algas calcáreas	0.06	0.02	2.50	0.27	2.98	77.12
<i>Spirobranchus giganteus</i>	0.07	0.00	2.12	0.22	2.53	79.65
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.02	0.04	1.96	0.22	2.34	81.99
<i>Pagurus brevidactylus</i>	0.02	0.15	1.90	0.17	2.26	84.25
<i>Hermodice carunculata</i>	0.01	0.03	1.53	0.19	1.82	86.06

**Anexo 25.** Análisis SIMPER para *P. flexuosa* y *P. homomalla* en Ensenada Manare.

Zona basal, similaridad promedio: 14.86

especies	Abund prom	Sim prom	Sim/SD	Contrib%	acum.%
macroalgas	0.31	7.68	0.31	51.69	51.69
algas filamentosas	0.24	4.60	0.24	30.94	82.62
<i>Millepora alcicornis</i>	0.13	1.15	0.12	7.74	90.36

Zona media, Similaridad promedio: 12.98

especies	Abund prom	Sim prom	Sim/SD	Contrib%	acum.%
<i>Dendrostrea frons</i>	0.49	4.26	0.26	32.85	32.85
aglomerado	0.28	3.49	0.23	26.87	59.72
algas filamentosas	0.16	1.95	0.16	15.02	74.74
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.15	1.12	0.12	8.64	83.38
<i>Pteria colymbus</i>	0.26	1.03	0.13	7.92	91.30

Zona apical, similaridad promedio: 59.88

Especies	Abund prom	Sim prom	Sim/SD	Contrib%	acum.%
algas filamentosas	0.82	59.42	1.29	99.24	99.24

Grupos basal y media, Disimilaridad promedio: 93.43

especies	Grupo basal	Grupo media	Diss prom	Diss/SD	Contrib%	acum.%
	Abund prom	Abund prom				
<i>Dendrostrea frons</i>	0.08	0.49	14.33	0.62	15.34	15.34
macroalgas	0.31	0.09	12.59	0.67	13.47	28.81
algas filamentosas	0.24	0.16	12.40	0.64	13.28	42.09
aglomerado	0.02	0.28	9.89	0.54	10.58	52.67
<i>Pteria colymbus</i>	0.02	0.26	6.76	0.41	7.23	59.90
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.01	0.15	5.66	0.38	6.06	65.96
<i>Millepora alcicornis</i>	0.13	0.01	4.63	0.36	4.95	70.92
<i>Pagurus brevidactylus</i>	0.02	0.18	4.48	0.31	4.79	75.70
<i>Spirobranchus giganteus</i>	0.12	0.00	3.58	0.30	3.83	79.53
<i>Desmapsamma anchorata</i>	0.02	0.04	2.44	0.25	2.61	82.14
algas calcáreas	0.06	0.02	2.10	0.27	2.25	84.39
Hidrozoario	0.04	0.02	1.60	0.23	1.72	86.11

Grupos basal y apical, Disimilaridad promedio: 81.88

especies	Grupo basal		Grupo apical			
	Abund prom	Abund prom	Diss prom	Diss/SD	Contrib%	acum.%
algas filamentosas	0.24	0.82	29.35	1.31	35.85	35.85
macroalgas	0.31	0.04	13.85	0.67	16.91	52.76
<i>Millepora alcicornis</i>	0.13	0.00	5.13	0.36	6.26	59.02
<i>Dendrostrea frons</i>	0.08	0.12	5.10	0.31	6.23	65.25
<i>Spirobranchus giganteus</i>	0.12	0.00	4.05	0.30	4.95	70.20
Hidrozoario	0.04	0.04	2.53	0.26	3.08	73.28
algas calcáreas	0.06	0.01	2.28	0.26	2.78	76.06
<i>Pteria colymbus</i>	0.02	0.03	2.04	0.22	2.49	78.56
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.01	0.04	2.03	0.22	2.47	81.03
<i>Pagurus brevidactylus</i>	0.02	0.16	1.83	0.16	2.24	83.27
<i>Niphates erecta</i>	0.04	0.00	1.73	0.20	2.12	85.38

Grupos media y apical, Disimilaridad promedio 87.34

especies	Grupo media		Grupo apical			
	Abund prom	Abund prom	Diss prom	Diss/SD	Contrib%	acum.%
algas filamentosas	0.16	0.82	27.70	1.32	31.71	31.71
<i>Dendrostrea frons</i>	0.49	0.12	15.11	0.62	17.30	49.01
aglomerado	0.28	0.00	9.70	0.52	11.10	60.11
<i>Pteria colymbus</i>	0.26	0.03	7.30	0.42	8.36	68.47
<i>Cyphoma gibbosum</i>	0.15	0.04	6.64	0.42	7.61	76.08
<i>Pagurus brevidactylus</i>	0.18	0.16	5.49	0.33	6.29	82.36
macroalgas	0.09	0.04	4.39	0.35	5.02	87.39

**Anexo 26.** Regeneración (cm) de 9 colonias de *Plexaura flexuosa* (Pf) en Playa Los Indios (los resultados que se presentan para cada localidad corresponden a la porción en centímetros expuestos del eje de gorgonina desde el denudado del cenénquima).

colonias	Semana 0	Semana 2	Semana 4	Semana 6	Semana 9	Semana 11	Tasa de regeneración (mm d <sup>-1</sup> )
Pf1	5	2.5	0.5	0.2	0	0	0.8
Pf2	5	3	0.1	0.1	0	0	0.8
Pf3	6	1.6	0	0	0	0	2.1
Pf4	5	1.5	0	0	0	0	1.8
Pf5	5	2	0.3	0	0	0	1.2
Pf6	5	2.5*	2.5*	2.5*	2.5**	1.8	0.6
Pf7	6	1.5	0	0	0	0	2.1
Pf8	5	1.8	1	1	0.5*	0	0.6
Pf9	5	1	0	0	0	0	1.8

**Notas:**

\*= presencia de hidrozoarios del género *Obelia*

\*\*= desaparición de hidrozoarios del género *Obelia*

**Anexo 27.** Regeneración (cm) de dos colonias de *Plexaura homomalla* (Ph) en Playa Los Indios.

	semana 0	semana 3	Semana 4	Tasa de regeneración (mm d <sup>-1</sup> )
Ph1	6	3	0	2.1
Ph2	5	0.5	0	1.8

**Anexo 28.** Regeneración (cm) de 9 colonias de *Plexaura flexuosa* (Pf) en Ensenada Manare

colonias	Semana 0	Semana 3	Semana 4	Semana 8	Tasa de regeneración (mm d <sup>-1</sup> )
Pf1	6	0	0	0	2.9
Pf2	7	0.5	0	0	2.5
Pf3	6	0	0	0	2.9
Pf4	5	0	0	0	2.4
Pf5	4	0	0	0	1.9
Pf6	4	0	0	0	1.9
Pf7	5	0.1	0	0	1.8
Pf8	5	3	2.5	0	0.9
Pf9	6	0.5	0	0	2.1

**Anexo 29.** Regeneración (cm) de 9 colonias de *Plexaura homomalla* (Ph) en Ensenada Manare

colonias	Semana 0	Semana 3	Semana 4	Semana 6	Tasa de regeneración (mm d <sup>-1</sup> )
Ph1	5	2	0	0	1.8
Ph2	5	1	0	0	1.8
Ph3	5	0.5	0	0	1.8
Ph4	5	0	0	0	2.4
Ph5	5	2.5´	1.5	0´´	1.2
Ph6	5	0.2*	0.1**	0	1.2
Ph7	5	0	0	0	2.4
Ph8	5	0	0	0	2.4
Ph9	5	0	0	0	2.4

**Notas:**

´= presencia de cirripedios menores a 5 mm

´´= presencia de cirripedios recubiertos por el cenénquima

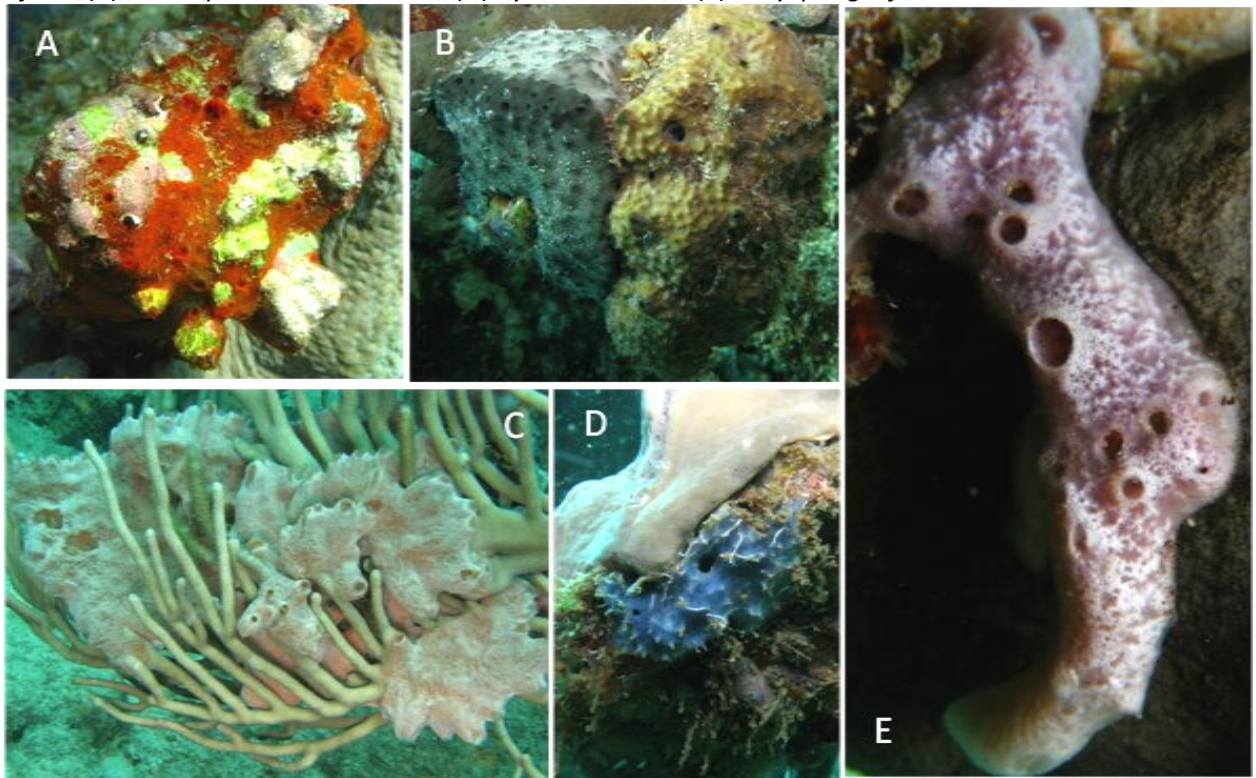
\*= presencia de hidrozoarios

\*\*= desaparición de hidrozoarios

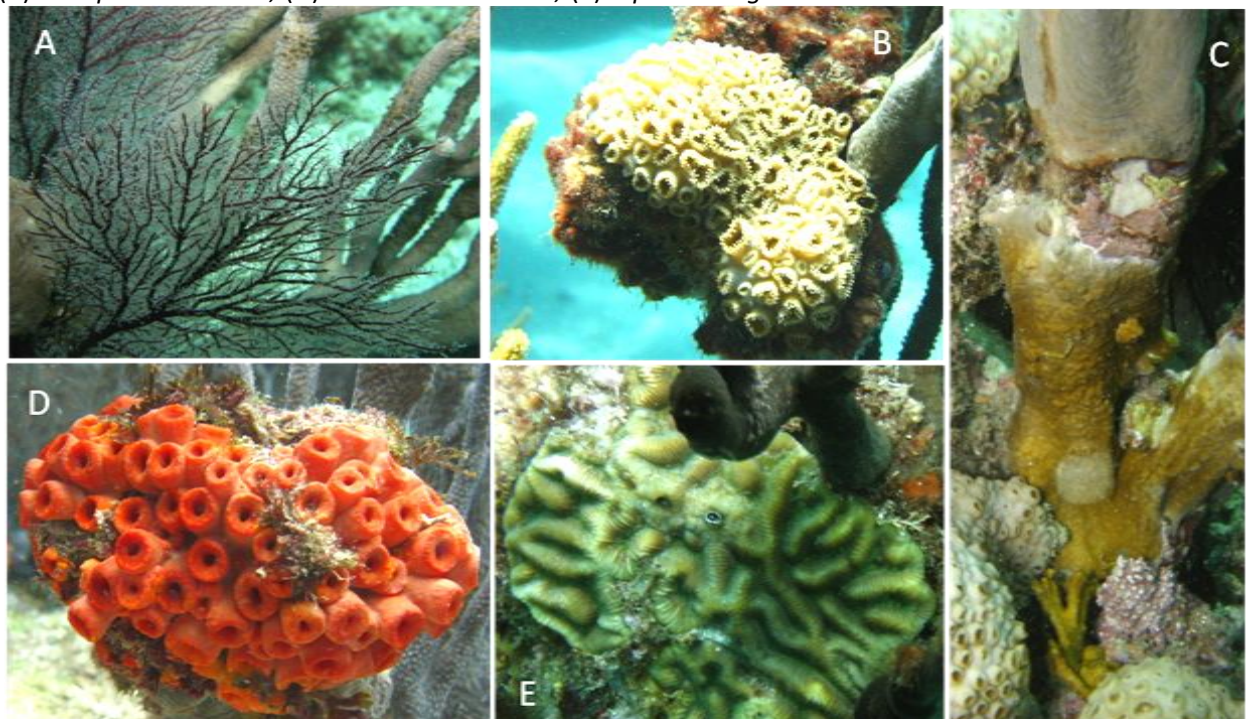
**Anexo 30.** Fotografías de algunos de los moluscos epibiontes: (A) *Dendrostrea frons*, (B) *Pinctada imbricata*, (C) *Pteria colymbus*, (D) Juvenil *P. colymbus*, (E y F). *Cyphoma gibbosum*



**Anexo 31.** Fotografías de algunos de los poríferos epibiontes: (A) *Tedania ignis*, (B) *Ircinia strobilina* e *I. felix*, (C) *Desmapsamma anchorata*, (D) *Dysidea etheria*, (E) *Callyspongia fallax*.

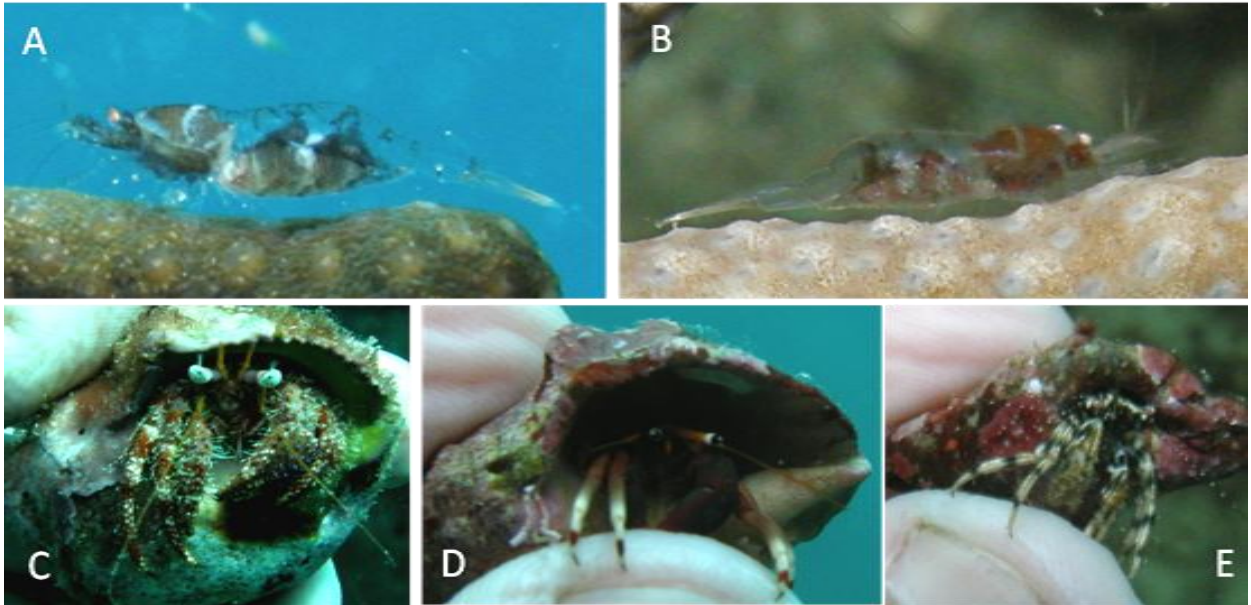


**Anexo 32.** Fotografías de algunos de los cnidarios epibiontes: (A) *Solanderia gracilis*, (B) *Palythoa* sp., (C) *Millepora alcicornis*, (D) *Tubastrea coccinea*, (E) *Diploria strigosa*.





**Anexo 33.** Fotografías de algunos de los crustáceos epibiontes: (A-B) *Neopontonides chacei*, (C) *Dardanus venosus*, (D) *Calcinus tibicen*, (E) *Pagurus brevidactylus*.



**Anexo 34.** Fotografías de otros grupos de epibiontes (anélidos, equinodermos) y organismos asociados a los aglomerados de epibiontes (cordados): (A) *Hermodice carunculata*, (B) Tunicado no identificado, (C) Pez gobio, (D) *Astrophyton muricatum*, (E) *Ophiotrix suensonii*.

