

*L. 1999*

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

**“ FIJACIÓN DE MITÍLIDOS SOBRE COLECTORES ARTIFICIALES EN LA  
BAHÍA DE TODOS SANTOS BAJA CALIFORNIA MÉXICO.”**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
O C E A N O L O G O  
PRESENTA:  
SERGIO CURIEL RAMÍREZ GUTIÉRREZ**

**ENSENADA, B. C.,**

**FEBRERO DE 1999**

## RESUMEN

En México el cultivo comercial del mejillón se inició en Ensenada, Baja California en 1987, utilizando balsas flotantes. Actualmente la técnica de cultivo empleada son las líneas largas sumergidas de origen francés. Este cultivo depende de la obtención de semillas del medio natural de colectores artificiales (organismos de 0.250 mm a 30 mm). Sin embargo, existen pocos estudios sobre el tipo de colector idóneo, la distribución por tallas, así como si se presentan diferencias en la fijación de mitílidos de acuerdo a la profundidad en la zona de cultivo. Con objeto de probar la captación de semillas en diferentes tipos de colectores en la zona de cultivo perteneciente a la empresa "BGB", se colocaron como colectores trozos de cuerdas de polipropileno, nylon, algodón con polipropileno, fibra sintética comercial y estropajo (*Luffa sp*, Cucurbitacea) a 2m y 5m de profundidad, la superficie aproximada de estos colectores fue de 196cm<sup>2</sup>. Los colectores se reemplazaron aproximadamente cada 31 ± 9 días durante un año (diciembre 1994 a noviembre 1995). El asentamiento registrado durante el período de estudio presentó un patrón similar para todos los colectores, el mayor asentamiento ocurre en diciembre y enero y decrece para los siguientes meses. Las tallas de los mitílidos más abundantes observados durante el estudio fue de entre los 0.250mm a 1.599mm, lo cual indica que el asentamiento pertenece a larvas pediveliger competentes que se fijaron y se desarrollaron en los colectores, esta fijación representa el 91% de la fijación total para la profundidad de 2m y el 93% para la profundidad de 5m. Los resultados anteriores sugieren que el mejor material para coleccionar semilla de mejillón en la zona es la fibra sintética comercial, sin embargo, presenta problemas durante la manipulación, por lo tanto en términos de captación de semillas de forma comercial se recomienda el uso de la cuerda de polipropileno, la cuerda de nylon y la cuerda de algodón con polipropileno. La fibra sintética es recomendable para estudios científicos en el campo y en laboratorio.

**“ FIJACIÓN DE MITÍLIDOS SOBRE COLECTORES ARTIFICIALES EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS BAJA CALIFORNIA MÉXICO.”**

**T E S I S  
QUE PRESENTA:  
SERGIO CURIEL - RAMÍREZ GUTIÉRREZ**

**Aprobada por:**




---

**Presidente del Jurado  
Dr. Jorge A. Cáceres Martínez**

---

**Sinodal Propietario  
Oc. Lewis Samson McAnally S.**



---

**Sinodal Propietario  
Oc. Fernando García Pamanes**

Dedico esta tesis a todos aquellos que vienen de tras de mí, tanto en el ámbito personal, como en el profesional.

- Agradezco a mis padres por la confianza y el apoyo brindado durante estos años lejos de casa.
- Al Dr. Jorge A. Cáceres Martínez, que en lugar de ser un Director de tesis, es un amigo y ejemplo a seguir, así como al proyecto interno del CICESE 623106 en el cual eh desarrollado este trabajo.
- A la familia Rojo de la Vega por permitirme ser parte de la familia.
- A mi amiga Rebeca Vásquez Yeomans por compartir tantos momentos juntos.
- A mis sinodales Fernando García Pamanes y Lewis Samson McAnally S. por todas las sugerencias realizadas en la tesis.
- A todos los que de alguna manera pertenecen al Laboratorio de Patología de Moluscos Bivalvos del CICESE, por todos los momentos compartidos en las buenas y en las malas.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	I
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	IV
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1.- Biología y distribución del mejillón.....	1
1.2.- Explotación comercial del mejillón en el mundo.....	2
1.2.1.- Pesquería.....	2
1.2.2.- Cultivo.....	3
1.3.- Explotación comercial del mejillón en México.....	3
1.3.1.- Pesquería.....	3
1.3.2.- Cultivo.....	4
1.4.- Importancia de la semilla en el cultivo del mejillón.....	4
1.5.- Estudios sobre la fijación y tipos de colectores utilizados en la captación de semillas de mejillón para el cultivo.....	5
<b>II. HIPÓTESIS</b> .....	9
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	9
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	10
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	12
5.1.- Colectores.....	12
5.2.- Muestreo.....	12
5.2.1.- Sustitución de los colectores.....	12
5.2.2.- Registro de las variables ambientales.....	12
5.3.- Manipulación y separación de postlarvas de los colectores.....	13
5.4.- Clasificación, conteo e identificación de postlarvas.....	13
5.5.- Análisis estadísticos.....	14
<b>VI. RESULTADOS</b> .....	15
6.1.- Fluctuación anual del asentamiento de mitílidos en los colectores.....	15
6.2.- Comparación de la fijación de los colectores respecto a la profundidad...	17
6.3.- Distribución de las tallas de mejillones en los colectores.....	18
6.3.1.- Cuerda de polipropileno a 2m y 5m.....	18
6.3.2.- Cuerda de Nylon a 2m y 5m.....	18

6.3.3.- Cuerda de Algodón con polipropileno a 2m y 5m.....	21
6.3.4.- Fibra sintética comercial a 2m y 5m.....	21
6.3.5.- Estropajo a 2m y 5m.....	24
6.4.- Presencia de otras especies en los colectores.....	25
6.5.- Variables ambientales.....	25
<b>VII. DISCUSIONES.....</b>	<b>26</b>
7.1.- Identificación de las especies de mitílidos.....	26
7.2.- Fluctuación del asentamiento del mejillón durante el ciclo anual.....	26
7.3.- Distribución por tallas.....	28
7.4.- Comparación entre el uso de colectores artificiales.....	29
7.5.- Fijación de acuerdo a la profundidad.....	30
<b>VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>IX. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>34</b>

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1.- Localización del cultivo del mejillón <i>Mytilus galloprovincialis</i> dentro de la Bahía de Todos Santos, Ensenada, B. C., México.....	11
Fig. 2.- Colectores utilizados durante el estudio.....	14
Fig. 3.- Fijación obtenida durante el período de estudio para los colectores de la profundidad de 2m y 5m.....	16
Fig. 4.- Distribución de la fijación de mitílidos en la Bahía de Todos Santos B. C., en el período de diciembre 94 a noviembre 95.....	17
Fig. 5.- Distribución por tallas de mitílidos durante el período de estudio para la profundidad de 2m y 5m, utilizando el colector (CP).....	19
Fig. 6.- Distribución por tallas de mitílidos durante el período de estudio para la profundidad de 2m y 5m, utilizando el colector (CN).....	20
Fig. 7.- Distribución por tallas de mitílidos durante el período de estudio para la profundidad de 2m y 5m, utilizando el colector (CAP).....	22
Fig. 8.- Distribución por tallas de mitílidos durante el período de estudio para la profundidad de 2m y 5m, utilizando el colector (FS).....	23
Fig. 9.- Distribución por tallas de mitílidos durante el período de estudio para la profundidad de 2m y 5m, utilizando el colector ( E ).....	24
Fig. 10.- Abundancia de organismos pertenecientes a las familias asociadas en la fijación de mitílidos sobre los colectores durante el estudio.....	25
Fig. 11.- Porcentaje de fijación de mitílidos de acuerdo a su talla durante el período de estudio.....	29

## I.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Biología y distribución del mejillón.

Los mejillones son moluscos bivalvos cuya concha se encuentra formada por dos valvas iguales de carbonato de calcio, cubiertas externamente por una capa protectora llamada periostraco. Su forma es puntiaguda en el extremo anterior (umbo) y ancha en el posterior. En el borde antero - dorsal presenta el ligamento, el cual interviene en la apertura de las valvas. La articulación de una valva con la otra se realiza por medio de la charnela. La cara interna de la concha es lisa, nacarada, con iridiscencia, en la cual se observan las huellas de los músculos aductores (anterior y posterior), así como la línea paleal (Durán, *et al.* 1990). Los mejillones son organismos sésiles y viven adheridos unos con otros, o bien a las rocas u otro tipo de sustrato, mediante el biso.

Los mejillones son organismos gonocóricos, sin diferencias externas entre los machos y las hembras. Sin embargo, la coloración del cuerpo blando puede indicarnos el sexo, siempre y cuando el organismo esté maduro. En general, una coloración rojiza se relaciona con las hembras y para los machos una coloración blanquecina. Los mejillones son activos filtradores de partículas suspendidas, siendo la base principal de su dieta los diversos elementos del plancton y detritus (Ruíz, 1978). Se distribuyen desde el hemisferio Norte al hemisferio Sur en aguas boreales y templadas. Los mejillones pertenecientes al género *Mytilus*, ocupan un porcentaje alto en la cobertura de la zona intermareal, los cuales llegan a formar extensas poblaciones en la zona rocosa (Gosling, 1992). Los bancos de mejillones se pueden encontrar hasta los 12m de profundidad (Bernáldez, 1987). Dentro del género *Mytilus* existen tres especies importantes para el consumo humano debido a su abundancia y su valor nutritivo:

*Mytilus galloprovincialis*, *Mytilus edulis* y *Mytilus californianus*, presentando estas especies la siguiente distribución geográfica (Gosling, 1992).

***Mytilus galloprovincialis***

En el hemisferio Norte: en el Sur de California EUA, en la Península de Baja California-México, Japón, Hong Kong, China, Corea, en el mar Negro, España, Portugal, Francia, Inglaterra y en las Islas de Shetland y Orkney. En el hemisferio Sur: en Australia, Tasmania y Nueva Zelanda.

***Mytilus edulis***

En el hemisferio Norte: en el mar Blanco, Rusia, al sur de Francia, Islandia, al sur de África y en las Islas Falkland y Kerguelen. En el hemisferio Sur: en Perú, Chile y Argentina.

***Mytilus californianus***

En el hemisferio Norte: desde Alaska hasta Bahía Magdalena Baja California Sur, México.

1.2.- Explotación comercial del mejillón en el mundo

1.2.1.- Pesquería

La pesquería del mejillón se remonta a los antiguos asentamientos humanos, tales como los de la costa gallega, España en el siglo IV A. C y el de Roma durante el siglo I D. C. El consumo de bivalvos y en especial el de la ostra, fue importante para las familias nobles y el clero en el siglo XVI, esto se evidencia en los depósitos de conchas de almejas, ostras y mejillones, denominados "concheros" (Cáceres - Martínez y Figueras, 1997a). Actualmente, el mejillón representa una industria importante en varios países, debido a su importancia económica y su alto valor nutritivo (Durán, *et al.*

1990). La importancia de este recurso a motivado la implementación del cultivo a nivel comercial.

### 1.2.2.- Cultivo

El método de cultivo de estacas ( Bouchots ), que realizaban los franceses en el siglo XVIII, es el más antiguo de los utilizados en Europa y el que posiblemente dio origen a la miticultura en el viejo continente. A mediados del siglo XIX, los cultivos comenzaron a adquirir importancia en los países europeos como Holanda e Italia. En Barcelona, España, el mejillón se comenzó a cultivar a principios del siglo XX (Durán, *et al.* 1990).

Actualmente, el cultivo del mejillón es el más importante de los cultivos de moluscos bivalvos a nivel mundial por su volumen de producción, realizándose el cultivo en 42 países. La producción mundial para 1988 fue de 1, 173, 507 tm (FAO, 1990). Los principales productores son: China (36.61%), España (17.86%), Italia (7.27%), Holanda (6.61%), Dinamarca (6.18%), Francia (4.67%) y el 20.8% restante lo producen los demás países productores (Gosling, 1992) (Anexo I).

## 1.3.- Explotación comercial del mejillón en México

### 1.3.1.- Pesquería

Desde la antigüedad, las personas de la costa comían mejillones y otros moluscos de la zona intermareal. Esto se observa en los "concheros" encontrados a lo largo de la Península de Baja California, como el caso del conchero encontrado cerca de una cueva en Punta Negra, al Norte de la Península, el cual data de hace 8,890 años. Así como el conchero encontrado en Bahía de los Ángeles de 6,100 años, Punta Cabras con 6,400 años y en Bahía de San Quintín 6,165 años. *Mytilus californianus* es la especie más abundante dentro de los concheros (90%). Por lo que los mejillones,

abulones, ostiones y algunos otros moluscos fueron importantes en la alimentación de los Playanos (nativos de la zona) (Cáceres - Martínez, 1997a). La pesquería del mejillón en Baja California, comenzó a registrarse oficialmente a partir de 1961, cuando las empacadoras empezaron a incursionar en el mercado de este molusco. Su máxima producción se alcanza en 1981 con 800 t, la cual decae para 1983, con tan solo 71 t, debido a la sobre explotación de los bancos naturales de la zona intermareal, los cuales no se recuperaban rápidamente (Bernáldez, 1987).

#### 1.3.2.- Cultivo

El primer cultivo de mejillón a escala piloto comercial en México fue llevado a cabo por la empresa MARTESANOS, S.A de C.V en 1985, en Ensenada Baja California, utilizando el sistema de cultivo de balsas flotantes (Cáceres - Martínez, 1997a), sin embargo esta empresa se vio afectada por la tormenta ocurrida en el invierno de 1988, la cual fue considerada como la más fuerte ocurrida desde hacia 100 años (tormenta de los 100 años), destruyendo las balsas mejilloneras (Rangel, 1990). Actualmente en Ensenada, B. C, se cultiva el mejillón a nivel comercial por la empresa "BGB", mediante el uso de líneas largas sumergidas (Cáceres - Martínez, 1997a). Esta empresa obtiene una producción de 150 t/año (Guevara, comunicación personal).

#### 1.4.- Importancia de la semilla en el cultivo del mejillón.

La colecta de estadios postlarvales y juveniles del mejillón de la naturaleza es el método más práctico y económico para cultivar mejillones (Gosling, 1992., Cáceres - Martínez, 1997a., Cáceres - Martínez y Figueras, 1997a). La disponibilidad natural de fuentes de semillas de mejillón sin necesidad de recurrir a la producción de larvas en laboratorio ha sido fundamental para el desarrollo del cultivo del mejillón (Andreu, 1976., Hickman, 1992). Por lo tanto las operaciones de cultivo del mejillón alrededor

mejillón alrededor del mundo tradicionalmente se han desarrollado en áreas donde hay disponibilidad de semilla todos los años (Mason, 1976). Los estudios sobre recolección de semilla del medio natural se han orientado, en diversas regiones del mundo, a determinar el tiempo y abundancia de la fijación, localizar y abrir nuevas áreas para cultivo y desarrollar sistemas eficientes para la colecta de semilla (Bohle, 1967, Dare, 1973, Hrs-Brenko, 1973, Dare y Davies, 1975, Dare, 1976, 1980, Dare *et al.* 1983, Margus y Teskeredzic, 1986, Salas y García, 1987, Tursi *et al.* 1990, Cáceres - Martínez *et al.* 1993, Fuentes y Molares, 1994, McGrath *et al.* 1994, Molares y Fuentes, 1995, Cáceres - Martínez y Figueras, 1997b). A pesar de que el tiempo y la abundancia de la fijación puede variar de un año a otro (King *et al.* 1989), los estudios de fijación han permitido hacer predicciones sobre los mejores meses y condiciones para la colecta de semilla (Dare *et al.* 1983). El conocimiento preciso de la ocurrencia de la fijación es la base para el desarrollo y mantenimiento de actividades de cultivo.

1.5.- Estudios sobre la fijación y tipos de colectores utilizados en la captación de semillas de mejillón para el cultivo.

#### **En el mundo:**

Existen varios estudios sobre la fijación y utilización de colectores artificiales relacionados con la obtención de semilla del medio natural. Entre ellos destaca Bohle (1967) quien realiza estudios sobre la fijación de larvas de *Mytilus edulis* en Noruega sobre colectores suspendidos (Pedazos de plástico de Poliestireno), y registra la fijación más abundante en junio y julio. Cáceres - Martínez *et al.* (1993) estudian la fijación de *Mytilus galloprovincialis* por un período de 12 meses sobre colectores artificiales (cabos de nylon), en las rocas expuestas de la Ría de Vigo, en la cual se presentan los asentamientos más importantes de mayo a septiembre, McGrath *et al.*

(1994) estudian la fijación de *M. edulis* sobre colectores artificiales (fibras de nylon), en las costas de Irlanda, donde registran que la fijación en los colectores pertenece a larvas pediveliger competentes (300 - 800µm), la mayor fijación se presenta en noviembre. Fuentes y Molares (1994) estudian el asentamiento de *M. galloprovincialis* en las bateas de la Ría de Arosa, por un período de 12 meses, sobre colectores rectangulares de fibra de jute, donde registran el asentamiento más importantes de marzo a septiembre en las profundidades de 1, 5 y 9m, sin embargo el número de organismos asentados disminuye conforme se incrementa la profundidad. Molares y Fuentes (1995) estudian el asentamiento de *M. galloprovincialis* en la zona intermareal de la Ría de Arosa, por un período de 12 meses en colectores rectangulares de fibra de jute, donde se obtiene que la fijación más importante se presenta de julio a septiembre. Cáceres-Martínez y Figueras (1997b) estudian la fijación de *M. galloprovincialis* a diferentes profundidades (1, 5 y 10m), sobre las bateas de la Ría de Vigo, en colectores artificiales (malla de cabello animal plastificado), durante los meses de abril - agosto y establecen que no existen diferencias estadísticas en la fijación de acuerdo a la profundidad en la zona de estudio. Hunt y Scheibling (1998) estudian la fijación de *Mytilus trossulus* y *M. edulis* en la ensenada de Arándano Nueva Escocia, Canadá sobre las rocas de la costa expuestas al oleaje y obtienen que la fijación de los organismos entre las tallas de 0.5 – 1.9mm se presenta entre septiembre y octubre, representando del 72 al 100% de los organismos fijados.

### **En México**

En México existen cinco estudios sobre la fijación y utilización de colectores artificiales para la obtención de semillas de mitílidos del medio natural, de los cuales tres se realizaron en el ejido Eréndira, el cual se localiza a 80Km al sur de la ciudad de

sustratos naturales o artificiales se puede dar por larvas pediveliger competentes o por postlarvas arrastradas por las corrientes (dispersión) (Davies 1974, King *et al.* 1989, Cáceres-Martínez *et al.* 1993, 1994), este patrón de asentamiento presenta una importancia práctica para los productores de mejillón, por que su conocimiento en un área dada puede mejorar la oportunidad de coleccionar semilla de la naturaleza (Cáceres-Martínez y Figueras, 1998). Sin embargo, dentro de la Bahía de Todos Santos no hay estudios científicos que puedan corroborar o mejorar las prácticas de colecta de semilla de los productores.

Ensenada, los estudios antes mencionados son los de Chí y García (1983) y Salas y Olivas (1983) estos autores realizan estudios sobre el reclutamiento de *Mytilus californianus* sobre el biso de los mejillones adultos. Chí y García (1983) determinan que el valor mínimo de asentamiento durante el período de estudio ocurrió en el otoño y el máximo a mediados de primavera. Salas y Oliva (1983), encontraron el máximo asentamiento durante el invierno y el mínimo a finales de verano. Monje (1983) realiza un estudio sobre la fijación de *M. californianus*, empleando colectores artificiales (fibra de nylon y fibra de vidrio), tanto en la zona intermareal como en el sistema de cultivo (longline) con los resultados obtenidos establece que el asentamiento de las larvas de *M. californianus* aumenta con la profundidad en los primeros 5m y reporta dos períodos de fijación, el primero ocurre a finales del verano y el segundo a principios de invierno. Orozco (1982) realiza estudios sobre la fijación de *Mytilus galloprovincialis* sobre colectores artificiales (cabo de nylon, cabo de nylon con palos de pino transversales a la cuerda principal, cabo de nylon con un tramo de cuerda de nylon transversal a la cuerda principal, desechos de redes, banda de baquetas y bandas tejidas de nylon), en la Bahía de Todos Santos, donde establece que los asentamientos de *M. galloprovincialis* para la zona ocurren principalmente en primavera. García Pámanes (1986) estudia la fijación de *M. galloprovincialis* en la Bahía de Todos Santos, en la zona de cultivo pertenecientes a la empresa MARTESANO S..A de C.V en donde obtiene que la fijación de semilla más importante se presenta de noviembre – febrero. Los productores de mejillón en la zona colocan sus colectores (cabos de polipropileno) desde finales de noviembre hasta diciembre (Sergio Guevara, comunicación personal), este período de fijación esta establecido con base en la experiencia del productor. Por otro lado se sabe que la colonización de los mejillones, *Mytilus sp* sobre

## II.- HIPÓTESIS.

La fijación y la distribución por tallas de mitílidos sobre diferentes colectores a 2 y 5m de profundidad en un punto de la Bahía de Todos Santos es diferente a lo largo de un año.

## III.- OBJETIVO GENERAL.

Determinar la fluctuación en la fijación de mitílidos para un punto de la Bahía de Todos Santos durante un ciclo anual en diferentes materiales (colectores), así como la distribución de tallas de los mitílidos asentados sobre los colectores estudiados y comparar dicha fijación a dos profundidades.

## OBJETIVOS PARTICULARES.

- 1.- Determinar cuando ocurre y cuanto dura la estación de fijación de mejillón en el punto estudiado sobre diferentes colectores a dos profundidades (2m y 5m).
- 2.- Comparar el uso de diferentes colectores para la captación de semillas de mitílidos del medio natural.
- 3.- Determinar la distribución por tallas de los mitílidos asentados sobre los colectores utilizados.
- 4.- Determinar el porcentaje de larvas pediveliger competentes y postlarvas fijadas durante el estudio sobre diferentes colectores.

#### IV.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La Bahía de Todos Santos Baja California, México se localiza entre los paralelos  $31^{\circ} 45'$  -  $31^{\circ} 59'$  N y los meridianos  $116^{\circ} 36'$  -  $116^{\circ} 45'$  O, se encuentra delimitada al Norte por Punta San Miguel y al sur por Punta Banda y las islas de todos Santos, su área aproximada es de  $116 \text{ Km}^2$ . Dentro de la Bahía, hacia la zona conocida como Rincón de Ballenas se localiza el cultivo comercial del mejillón azul *Mytilus galloprovincialis*, perteneciente a la empresa "BGB", esta empresa utiliza el sistema de cultivo tipo francés de líneas largas sumergidas, el sistema esta compuesto por una línea madre sumergida a una profundidad de 5m de la cual cuelgan las cuerdas que sostienen a los mejillones denominadas (calcetines), estas miden entre 7m y 10m de largo, la zona cuenta con una profundidad aproximada de 30m (Alvarez, 1971), siendo el fondo de tipo arenoso (Cáceres - Martínez, 1997a), la zona presenta una alta productividad debido a que se encuentra en la dirección de la corriente litoral que se establece entre la isla Sur y Punta Banda con dirección Sureste la cual acarrea una gran cantidad de nutrientes (Castro, 1987) (fig. 1).



Fig. 1.- Localización del cultivo del mejillón *Mytilus galloprovincialis* dentro de la Bahía de Todos Santos, Ensenada, B. C., México.

## V.- MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar el ciclo anual de la fijación de mitílidos en un punto de la zona de cultivo perteneciente a la empresa "BGB" dentro de la Bahía de Todos Santos, se tomo como base la información obtenida por los diversos autores que han realizado estudios de fijación sobre colectores artificiales y se buscaron materiales filamentosos adecuados para la colecta de semilla de mitílidos en la zona, considerando su manipulación y disponibilidad en la localidad, por lo cual se eligieron como colectores trozos de cuerdas de 25cm de largo por 2.5cm de diámetro ( $196\text{cm}^2$ ) de polipropileno (CP), nylon (CN), algodón con polipropileno (CAP) y trozos de 28cm de largo por 7cm de ancho ( $196\text{cm}^2$ ) de fibra sintética comercial Scotchbrite (FS) y trozos de estropajo natural *Luffa sp* (Cucurbitacea) (E) de un tamaño similar a la fibra sintética, en la tabla I se muestra el área promedio de los colectores. Cabe destacar que las superficies de los colectores estudiados son aproximadas, ya que el problema del calculo práctico de la superficie de materiales filamentosos no ha sido resuelto, esto es debido a que además de que su superficie filamentososa es muy variable, se coloniza por algas y otros organismos que afectan su superficie. Un colector de cada material fue colocado sobre unas estructuras de PVC, las cuales se sumergieron a 2m y 5m de profundidad en la zona de cultivo (fig. 2), aproximadamente en esta profundidad los productores colocan sus colectores para la colecta de semillas. Los colectores se sustituyeron cada  $31(\pm 9)$  días durante un año (diciembre 94 - noviembre 95), se registró la salinidad y temperatura superficial de la zona de muestreo, con un refractómetro de mano ( $1\text{‰}$  de precisión) y un termómetro ( $1^\circ\text{C}$  de precisión). Los colectores se transportaron individualmente en bolsas de polietileno al laboratorio, en donde se dividieron en tres partes iguales con objeto de contar con pseudoreplicas, las cuales se sometieron a un

lavado con cloro al 10% durante 5 minutos para eliminar la materia orgánica y facilitar con esto el desprendimiento de los mejillones. Después de este proceso, los colectores se lavaron con agua corriente y se colocaron sobre tamices de 90  $\mu\text{m}$  y se secaron en una estufa a 70°C durante 24h. Pasado este tiempo se separó la semilla de forma manual y el material obtenido se depositó en viales previamente etiquetados. Posteriormente, estas muestras se separaron con la ayuda de diferentes tamices (90 $\mu\text{m}$ , 180 $\mu\text{m}$ , 250 $\mu\text{m}$ , 355 $\mu\text{m}$ , 500 $\mu\text{m}$  y 710 $\mu\text{m}$  ) esto permitió separar la muestra por fracciones y así facilitar la medición, identificación y el conteo de los organismos, así como establecer los rangos de las tallas por tamiz. Las mediciones y los conteos se llevaron acabo con la ayuda de un vernier Digimatic (0.1mm precisión) para los mejillones >5mm y los mejillones <5mm se contaron y midieron con la ayuda de un microscopio estereoscópico dotado con un micrómetro ocular. Para calcular el crecimiento de los mejillones fijados durante el período de estudio (anexo II), se tomaron en cuenta las tallas máximas y mínimas reportadas en la literatura para larvas pediveliger competentes de *Mytilus sp* (Rees 1950, Bayne 1965, Aguirre 1979, Widdows 1991). Se consideraron como asentamientos recientes a los mejillones con tallas de entre 0.250 - 0.470 mm (media de 0.337mm para los 2m y de 0.335mm para los 5m). Además, el crecimiento de las postlarvas de *Mytilus sp* [ c.a 25  $\mu\text{m d}^{-1}$  entre los 15-17°C ( Bayne 1964, Aguirre 1979 )] fue utilizado para estimar el crecimiento de los mejillones asentados durante el período de muestreo. Estas tallas se utilizaron para separar las fijaciones, por lo que únicamente individuos que excedieron el crecimiento esperado durante el tiempo de muestreo se consideraron como fijaciones de postlarvas producto de la dispersión. Para determinar el efecto de la profundidad y del

tipo de colectores en la fijación se realizó una prueba Anova/Manova (Statistica 4.5 software para PC), considerando el siguiente modelo:

$$\#_{org} = \mu + \text{colector} + \text{profundidad} + \text{mes} + \text{colector} \times \text{profundidad} + \text{error}.$$

Donde:

$\#_{org}$  (variable dependiente) es el número de organismos registrados,  $\mu$  es la media global de la que se parte. Las profundidades y los colectores se tomaron como variables independientes (factores) y como covariable al mes debido a que la fluctuación de fijación en todos los colectores fue similar durante el período de estudio y el colector por la profundidad se consideró como el efecto de su interacción. Es importante subrayar que el uso de las pseudoreplicas utilizadas para este estudio es limitado, (Hurlbert, 1984). Sin embargo, es importante mencionar que los estudios de fijación en colectores artificiales en el medio natural presentan importantes limitaciones tanto logísticas (trabajo, tiempo y costo del estudio), así como metodológicas (el número de colectores, el tiempo de muestreo y el equipo operativo).



Fig. 2.- Muestra los colectores utilizados durante el estudio.

Tabla I.- Muestra los valores del área promedio para los diferentes colectores.

Colector	Área aproximada ( cm <sup>2</sup> )	Desv.est. ±
CP	201.58	4.53
CN	196.34	0
CAP	204.19	7.85
FS	196.5	0
E	195.51	7.5

## VI.- RESULTADOS

### 6.1.- Fluctuación anual del asentamiento de mitílidos en los colectores.

Las fluctuaciones de la fijación durante el período de estudio sobre los diferentes colectores se muestran en la figura 3. En general, sobre todos los colectores se detectó una fluctuación similar, la fijación comienza a aumentar en diciembre y alcanza su mayor valor en enero (en estos dos meses se obtuvo el 78.35% del total de la fijación registrada durante todo el estudio) y permaneció baja durante los otros meses. Esta fluctuación general fue más evidente en el colector FS donde se obtuvo la mayor cantidad de semilla (4313 mitílidos), le siguió el colector E (2540 mitílidos), el colector CP (2478 mitílidos) y el colector CN (2175 mitílidos). El colector en donde se registró la menor fijación fue el CAP (1259 mitílidos). La pérdida de los colectores CAP y E en enero impidió su comparación. Durante los meses de escasa fijación estas diferencias no son claras. La debilidad del colector E favoreció su pérdida frecuente durante el período de estudio. El análisis estadístico indicó que no hubo diferencias significativas entre los tipos de colectores estudiados y la fijación ( $F=2.1811$ ,  $P=0.0712$ , Anexo III).

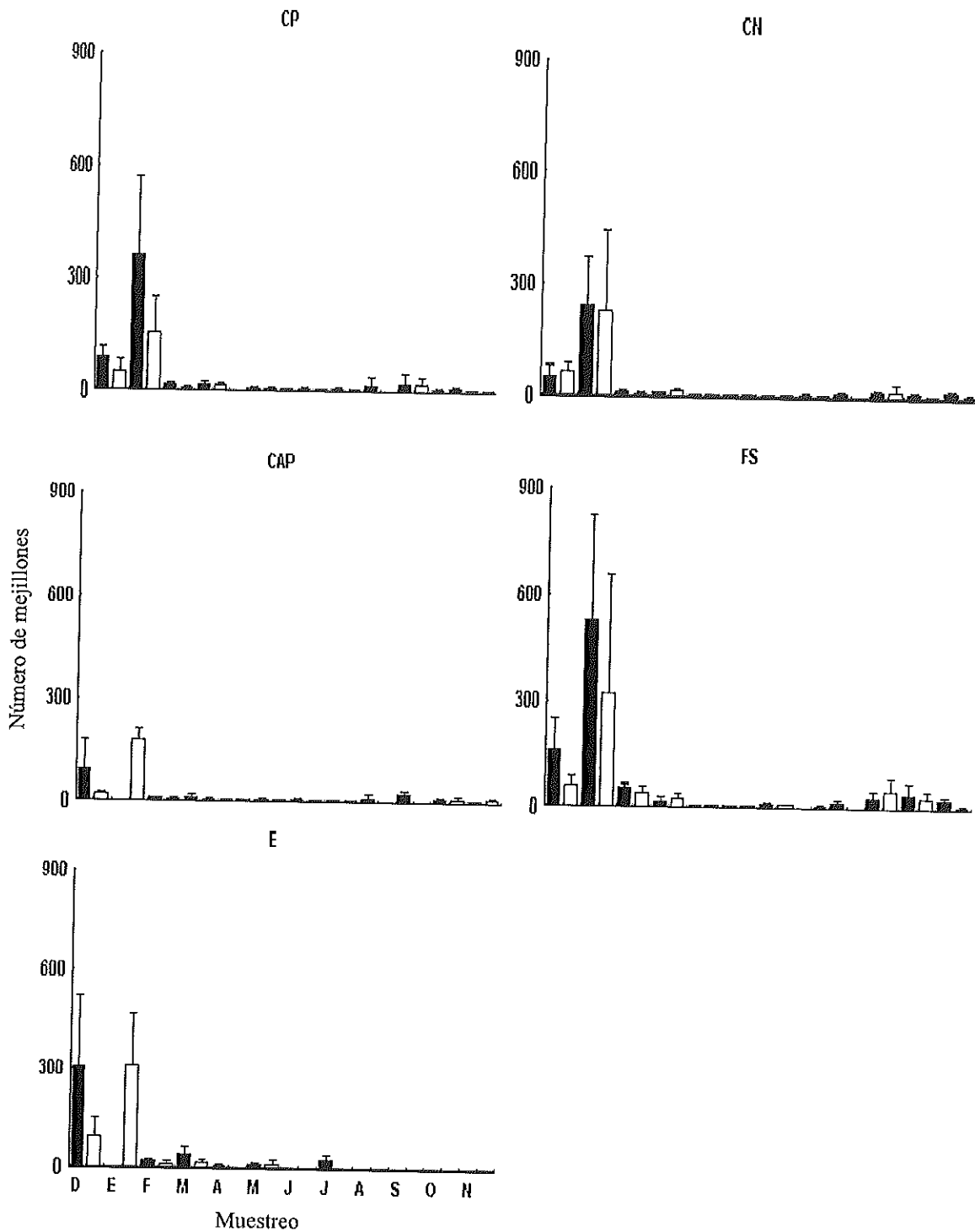


Fig. 3.- Los histogramas muestran la fijación obtenida durante el estudio. La barra negra representa la profundidad de 2m y la blanca los 5m.

## 6.2.- Comparación de la fijación de los colectores respecto a la profundidad

La fijación de mitílidos fue similar tanto en los colectores como en las profundidades. Tomando en cuenta el número de organismos fijados en ambas profundidades, se observa una tendencia de mayor fijación de mitílidos para la profundidad de 2m que para la profundidad de 5m durante el período de estudio. Estas diferencias se observan durante diciembre y enero para el colector CP, en enero en el colector CN, en diciembre en el colector CAP, en diciembre y enero en el colector FS y en diciembre en el colector E. Sin embargo, durante los meses de baja fijación estas diferencias no son tan claras. La diferencia en la fijación entre las profundidades desde el punto de vista estadístico no fue significativamente diferente ( $F=0.92$ ,  $P=0.34$ ) (Anexo III) (fig. 3 y 4).

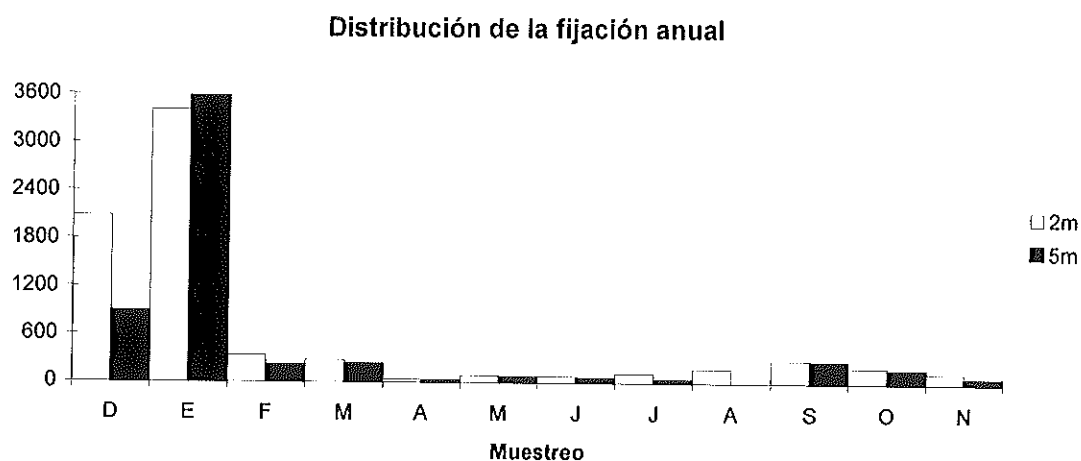


Fig. 4.- Distribución de la fijación de mitílidos en la Bahía de Todos Santos B. C., durante el período de diciembre de 1994 a noviembre de 1995. La barra blanca denota la profundidad de 2m y la negra los 5m.

### 6.3.- Distribución de las tallas de mejillónes en los colectores

#### 6.3.1.- Cuerda de polipropileno (CP) a 2m y 5m

Durante el período de muestreo el rango de tallas registrado varió entre los 0.250mm y 5.99 mm para los 2m de profundidad y, entre los 0.250mm y 10.32mm para los 5 m de profundidad. Dadas las tallas de asentamiento de larvas pediveliger competentes y su crecimiento teórico esperado durante la permanencia del colector bajo el agua (Anexo II), solamente el 9% y el 7% de la misma se consideraron como fijación de postlarvas producto de la dispersión, tal es el caso de enero y febrero en donde se presenta una postlarva de 5.99mm y de 10.32mm para la profundidad de 2m y 5m respectivamente (fig. 5).

#### 6.3.2.- Cuerda de Nylon (CN) a 2m y 5m

Durante el período de muestreo el rango de tallas registrada varió entre los 0.250mm y 3.74mm para los 2m de profundidad y, entre los 0.250mm y 1.599mm para los 5 m de profundidad. Dadas las tallas de asentamiento de larvas pediveliger competentes y su crecimiento teórico esperado durante la permanencia del colector bajo el agua (Anexo II), solamente el 9% y el 7% de la misma se consideraron como fijación de postlarvas producto de la dispersión, tal es el caso de enero donde se presenta una postlarva de 3.74mm para la profundidad de 2m (fig. 6).

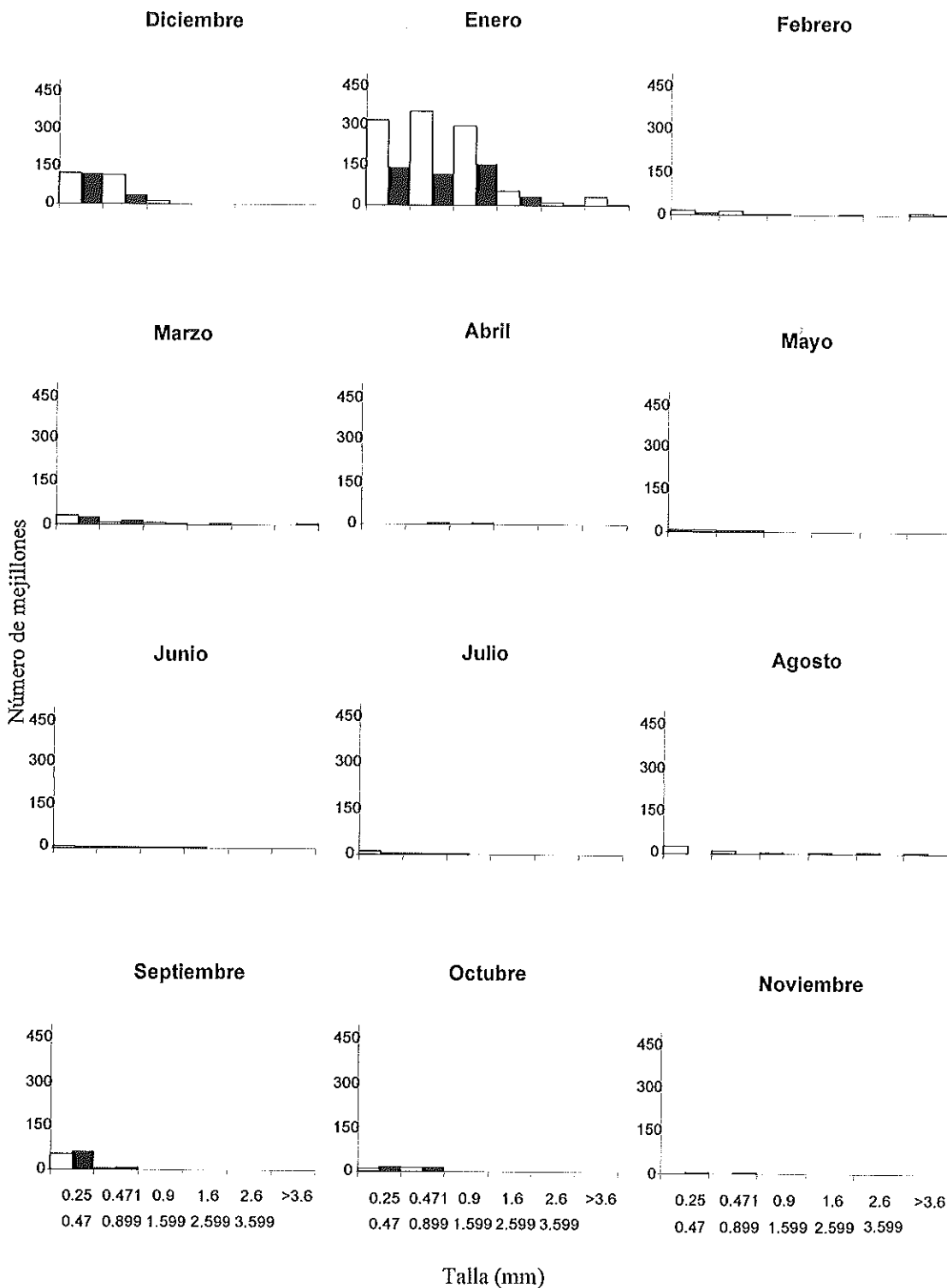


Fig. 5.- Captación de mitílidos durante el período de estudio, utilizando el colector (CP). La barra blanca representa la profundidad de 2m y la negra los 5m.

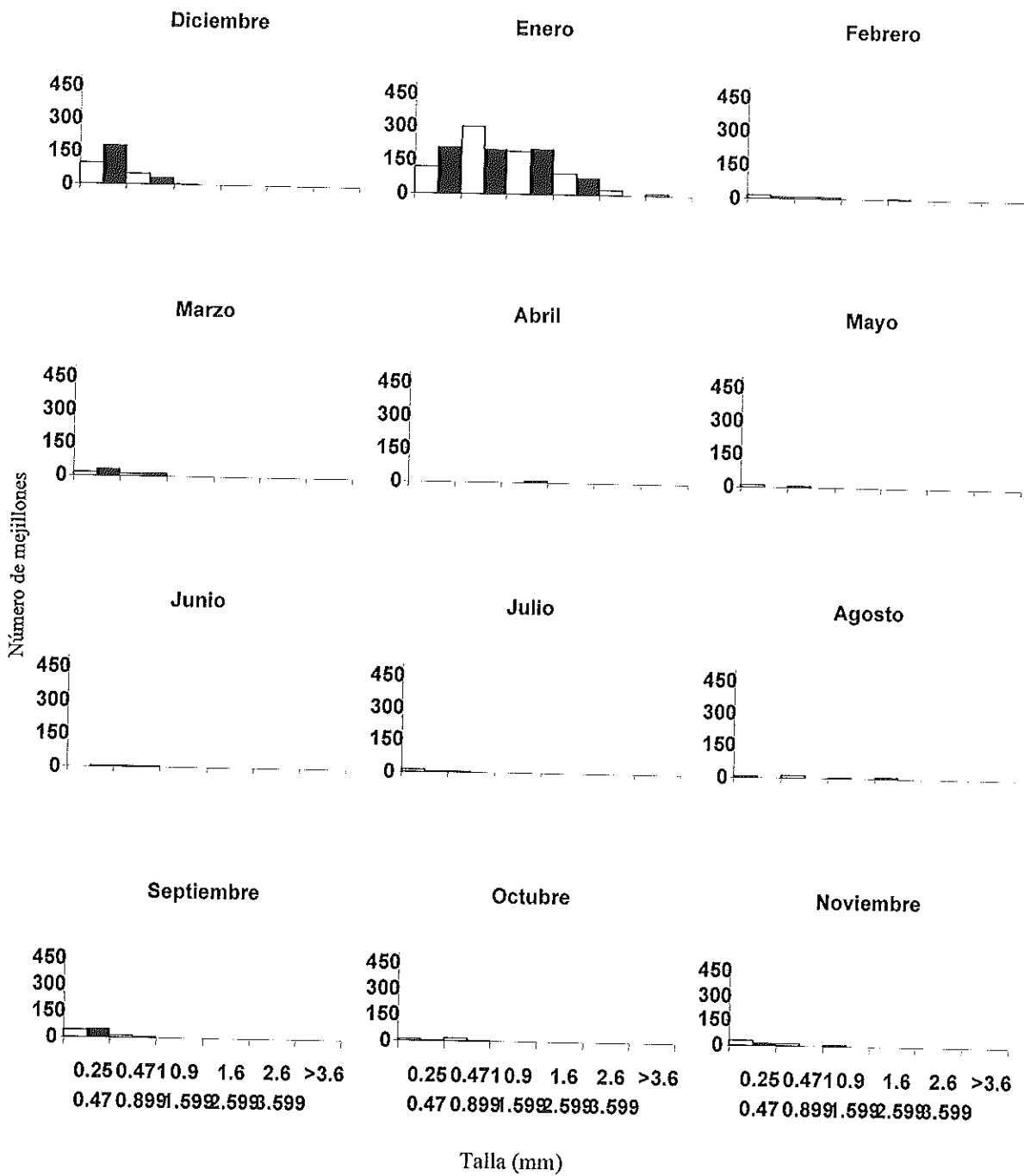


Fig. 6.- Captación de itilidos durante el período de estudio, utilizando el colector (CN). La barra blanca representa la profundidad de 2m y la negra los 5m.

### 6.3.3.- Cuerda de Algodón con polipropileno (CAP) a 2m y 5m

Durante el período de muestreo el rango de tallas registrada varió entre los 0.250mm y 5.33mm para los 2m de profundidad y, entre los 0.250mm y 1.599mm para los 5 m de profundidad. Dadas las tallas de asentamiento de larvas pediveliger competentes y su crecimiento teórico esperado durante la permanencia del colector bajo el agua (Anexo II), solamente el 9% y el 7% de la misma se consideraron como fijación de postlarvas producto de la dispersión, tal es el caso de agosto donde se presenta una postlarva de 5.33mm para la profundidad de 2m (fig. 7).

### 6.3.4.- Fibra sintética comercial ( FS ) a 2m y 5m

Durante el período de muestreo el rango de tallas registrada varió entre los 0.250mm y 12.49mm para los 2m de profundidad y, entre los 0.250mm y 1.599mm para los 5 m de profundidad. Dadas las tallas de asentamiento de larvas pediveliger competentes y su crecimiento teórico esperado durante la permanencia del colector bajo el agua (Anexo II), solamente el 9% y el 7% de la misma se consideraron como fijación de postlarvas producto de la dispersión, tal es el caso de abril donde se presenta una postlarva de 12.49mm para la profundidad de 2m (fig. 8).

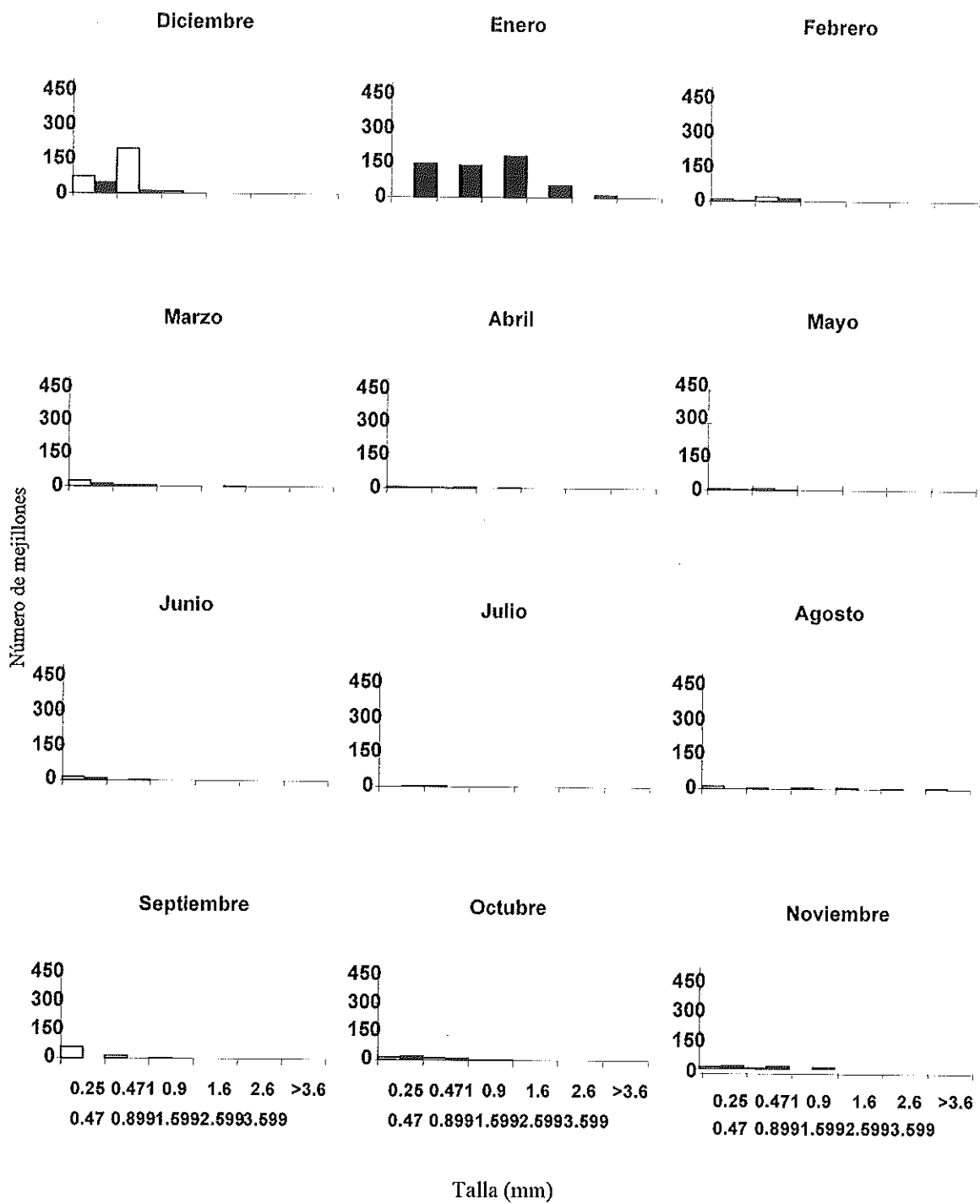


Fig. 7.- Captación de mitílidos durante el período de estudio, utilizando el colector (CAP). La barra blanca representa la profundidad de 2m y la negra los 5m.

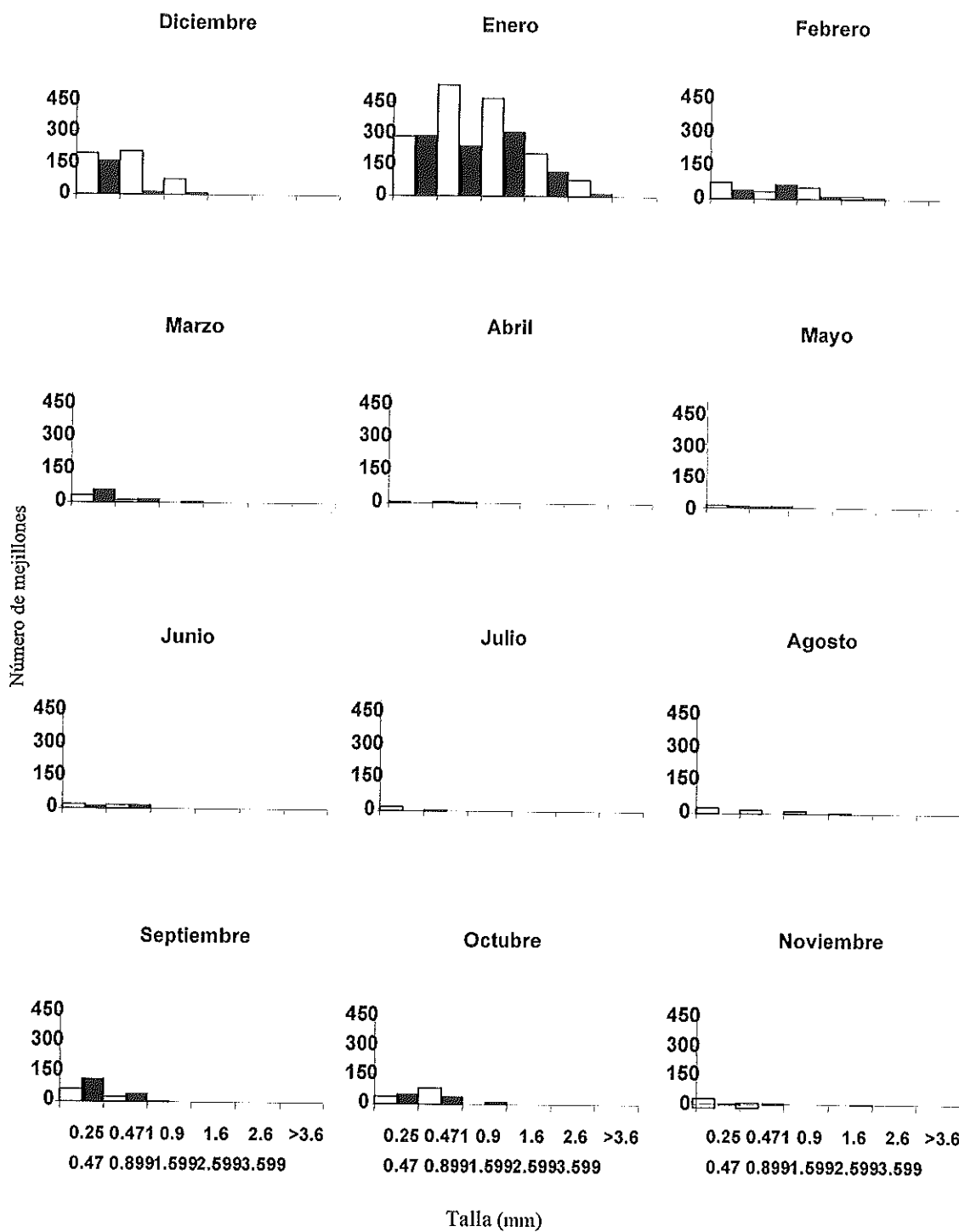


Fig. 8.- Captación de mitílidos durante el período de estudio, utilizando el colector (FS). La barra blanca representa la profundidad de 2m y la negra los 5m.

6.3.5.- Estropajo ( E ) a 2m y 5m

Durante el período de muestreo el rango de tallas registrada varió entre los 0.250mm y 3.70mm para los 2m de profundidad y, entre los 0.250mm y 1.599mm para los 5 m de profundidad. Dadas las tallas de asentamiento de larvas pediveliger competentes y su crecimiento teórico esperado durante la permanencia del colector bajo el agua (Anexo II), solamente el 9% y el 7% de la misma se consideraron como fijación de postlarvas producto de la dispersión, tal es el caso de enero donde se presenta una postlarva de 3.70mm para la profundidad de 2m (fig. 9).

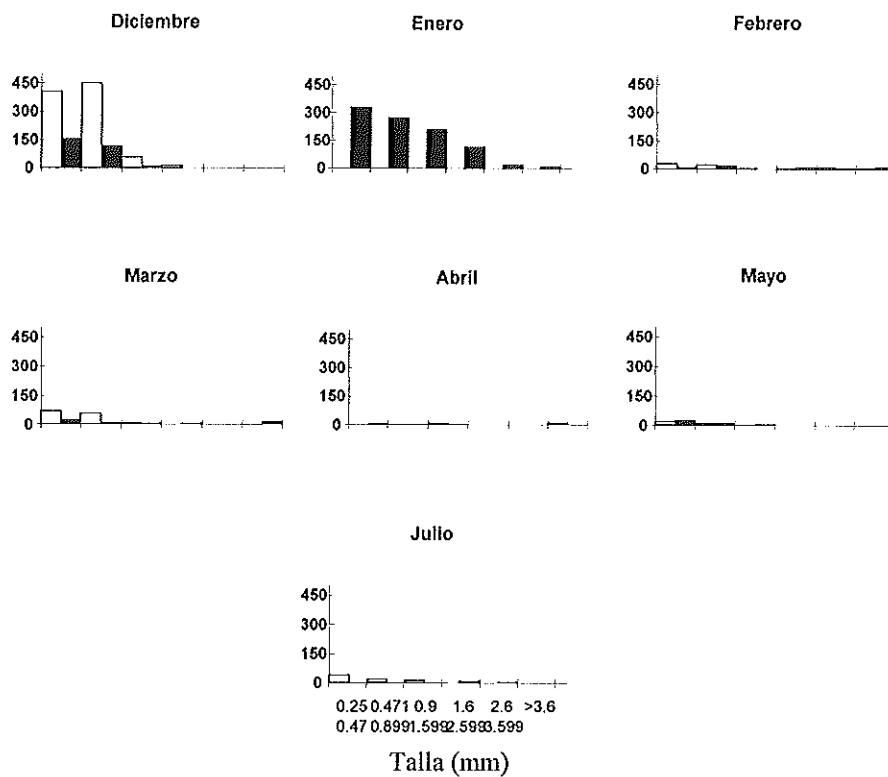


Fig. 9.- Captación de mitílidos durante el período de estudio, utilizando el colector (E), la barra blanca representa la profundidad de 2m y la negra los 5m.

#### 6.4.- Presencia de otras especies en los colectores

Durante el período de estudio se encontraron otras familias de bivalvos y gasterópodos en los colectores, tal es el caso de Arcidae, Pectinidae, Pteriidae, Veneridae, Fissurellidae y Littorinidae (Brusca, 1980), que representan el 25.05% y el 19.50% de la fijación total obtenida para la profundidad de 2m y 5m, respectivamente. De estas, la familia más abundante durante todo el estudio fue la Arcidae con el 12.99% para la profundidad de 2m y 9.93% para la profundidad de 5m, siguiendo en abundancia la familia Veneridae con el 6.14% para la profundidad de 2m y 5.19% para la profundidad de 5m y la de menor abundancia fue la Fissurellidae con el 0.02% encontrándose únicamente en la profundidad de 2m (figura 10).

#### 6.5.- Variables ambientales.

Los valores promedios anuales registrados de salinidad y temperatura durante el período de estudio fueron de  $36.57\text{‰} \pm 1.51\text{‰}$  y de  $18.76^{\circ}\text{C} \pm 1.58^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

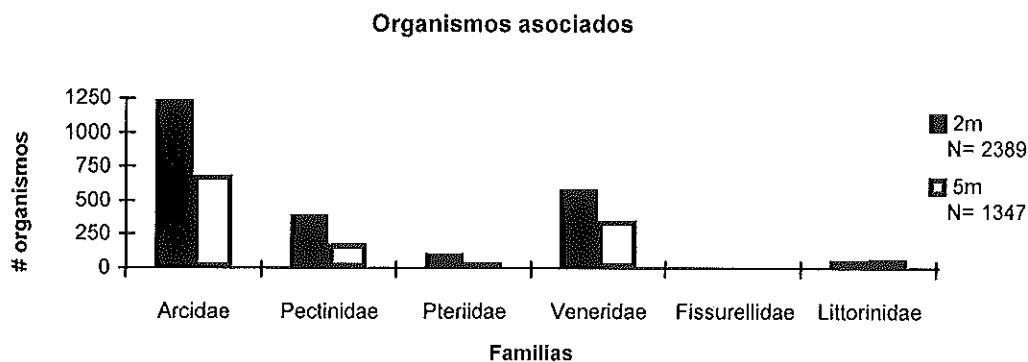


Fig. 10.- Abundancia de organismos pertenecientes a las Familias asociadas en la fijación de mitílidos sobre los colectores durante el estudio.

## VII DISCUSIONES

### 7.1.- Identificación de las especies de mitílidos

Es importante hacer notar que *Mytilus californianus* predomina en las zonas rocosas oceánicas de la Bahía de Todos Santos, por el contrario *Mytilus galloprovincialis* es predominante de las áreas protegidas de la Bahía, por lo cual *M. californianus* raramente es observado en la zona de cultivo. Sin embargo, ocasionalmente se puede encontrar a *M. californianus* en cuerdas decultivo. Esto sugiere que larvas de esta especie puede sobrevivir a las condiciones ambientales de la zona de cultivo, entonces es razonable asumir que algunas de las larvas fijadas en los colectores durante el período de estudio pertenecen a *M. californianus*. La identificación morfológica de los mejillones en tallas <3mm es prácticamente imposible (Rees, 1950; Loozanof *et al.* 1966; Lutz, 1976; Hines, 1979; Lutz y Hidu, 1979; Fuller y Lutz, 1989; Castañeda, 1997), para resolver este punto es necesario realizar estudios más detallados, tales como identificación utilizando técnicas de genética molecular como en el caso de Hunt y Scheibling, (1998) quienes identifican a *Mytilus trossolus* y *Mytilus edulis* en tallas <5mm utilizando la Reacción en Cadena de la Polimeraza (PCR).

En este caso he considerado que la gran mayoría de los mitílidos encontrados en los colectores pertenecen a la especie *Mytilus galloprovincialis* dada su abundancia en la zona de cultivo y, como detallaré más adelante, al hecho de que el desove más importante de esta especie en la región ocurre a finales de otoño.

### 7.2.- Fluctuación del asentamiento del mejillón durante el ciclo anual.

Los resultados obtenidos durante el estudio, muestran que la mayor fijación se presenta a principios del **invierno**, tanto para los colectores como para las

profundidades (figuras 3 y 4). Estos resultados, en principio, no concuerdan con los obtenidos por Orozco (1982), la cual establece que la fijación en la Bahía de Todos Santos se presenta en primavera. Sin embargo, esta autora realizó sus observaciones en mejillones de 1.5 a 3cm, lo que indica que en realidad estos ejemplares se habían fijado mucho antes de lo estimado. Adicionalmente, los resultados concuerdan con los obtenidos por García Pamanes (1986) que encuentra que la fijación importante de *M. galloprovincialis* en la Bahía de Todos Santos se presenta de noviembre a febrero, así como también concuerdan con las observaciones empíricas de la empresa (BGB), la cual cultiva en la zona mejillones, ya que han colocado sus colectores a partir de las últimas dos semanas de noviembre y todo diciembre, desde 1991. Los presentes resultados sugieren además que la reproducción de *Mytilus galloprovincialis* en la zona es a finales del otoño, esto es tomando en consideración que el período de vida larvaria de esta especie es de 20 a 30 días después de los cuales ocurre la fijación (Bayne, 1976; Sigurdsson *et al.* 1976; Gosling, 1992; De Blok y Tan Maas, 1977). Adicionalmente, estudios realizados en el sur de California (Hines, 1979 y Suchanek, 1981) indican que el período reproductivo de *M. galloprovincialis* ocurre a finales de otoño.

Es importante señalar que pueden ocurrir variaciones interanuales en los períodos reproductivos de esta especie en caso de que ocurran variaciones en las condiciones naturales del lugar (Seed y Suchanek, 1992), sin embargo, por lo general la estación de reproducción se mantiene lo cual permite predecir procesos de asentamiento posteriores (Gosling, 1992, Cáceres-Martínez and Figueras, 1998).

### 7.3.- Distribución por tallas

Existen algunos trabajos realizados en diferentes partes del mundo en donde establecen la fijación de mitílidos de acuerdo a su talla. Sin embargo dentro de la Bahía de Todos Santos no se cuenta con ningún trabajo que relacione esta fijación por talla. Este tipo de estudios son importantes ya que con ellos se puede saber si la fijación que se presenta en la zona corresponde a fijaciones de larvas pediveliger competentes o a fijaciones de postlarvas debidas a desprendimientos del sustrato por condiciones ambientales (procesos que pueden ocurrir en épocas posteriores a las esperadas, tomando en cuenta el ciclo reproductivo de la especie) (Mc Grath et al., 1988; Cáceres-Martínez et al. 1993, 1994; Lasiak y Barnard, 1995) . Como se muestra en la sección de resultados, la presencia de ejemplares con tallas mayores a las esperadas considerando el crecimiento ocurrido sobre los colectores durante su permanencia bajo el agua, nos permite afirmar que, al menos una pequeña proporción de los organismos encontrados sobre los colectores corresponden a postlarvas dispersadas por las corrientes. Esto concuerda con el hecho de que la extensión de diáspersión de postlarvas se encuentra más o menos limitada a la cercanías de bancos de mejillones (Cáceres-Martínez et al.1994; Cáceres-Martínez y Figueras, 1997b, 1998). La presencia de postlarvas de 12.49mm registrada en este estudio concuerda con el el tamaño máximo registrado para postlarvas que se encuentran en dispersión en el plancton, el cual es de aproximadamente 10mm (Beukema y Vlas, 1989., Cáceres-Martínez y Figueras, 1997b).

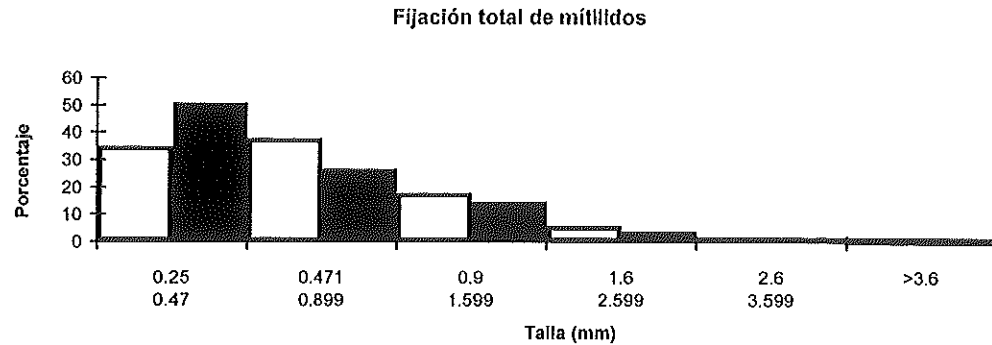


Fig. 11.- Porcentaje de la fijación de mitílidos de acuerdo a su talla, durante el período de estudio. La barra blanca representa la profundidad de 2m y la negra los 5m.

#### 7.4.- Comparación entre el uso de colectores artificiales.

La preferencia o características de colectores para la fijación de mejillón ha sido ampliamente estudiada ( DeBlok y Geelen, 1958; Bohle, 1971; Davies, 1974; Dare et al. 1983; Eyster y Pechenik 1987; King et al. 1990; Cáceres-Martinez et al. 1994) y se ha encontrado que los sustratos rugosos y filamentosos son los mejores para la fijación de mejillón. Esto se ha relacionado por el uso del filamento mucoso de contacto que es secretado por larvas pediveliger competentes y postlarvas para adherirse al sustrato, su longitud y naturaleza mucosa dan como resultado que se "atore" fácilmente en superficies filamentosas y rugosas (De Block y Tan Maas, 1977; Cáceres-Martinez et al. 1994). Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente la comparación cuantitativa entre el uso de colectores filamentosos artificiales es muy difícil por su propia naturaleza y por las modificaciones que ocurren cuando están bajo el agua. En estudios de laboratorio en donde se utilizan pequeñas piezas de sustrato y las condiciones ambientales están bajo control, el análisis de imágenes a probado ser una herramienta útil para calcular la superficie de los sustratos y hacer comparaciones cuantitativas (Cáceres-Martinez et al. 1994). Esta técnica difícilmente se puede aplicar

a grandes colectores usados en estudio de campo. En estas circunstancias una comparación útil entre el uso de colectores filamentosos artificiales está relacionada con su durabilidad, facilidad de manejo y objetivos de su uso. Apesar de que en análisis estadístico no mostró diferencias significativas respecto a la cantidad de semilla de mejillón obtenida en cada colector, hubo una tendencia de una mayor fijación en la fibra sintética comercial, esto nos permite sugerir el uso de esta fibra para estudios científicos en el campo y en laboratorio, pero, su manejo para propósitos comerciales es limitado debido a la dificultad para extraer la semilla en comparación con el uso de los colectores CP, CN y CAP, mismos que se recomiendan para propósitos comerciales. Finalmente el uso del colector E es limitado debido a su debilidad para el manejo y su poca durabilidad en el mar.

#### 7.5.- Fijación de acuerdo a la profundidad.

Dentro de la Bahía de Todos Santos, no se cuenta con ningún estudio publicado que compare la fijación de mitílicos de acuerdo a la profundidad, por ello la importancia de este estudio, en donde se obtuvo que la fijación para las profundidades estudiadas, no fue diferente desde el punto de vista estadístico ( $F= 917306$ ,  $P= 0.3389$ ), esto puede ser explicado asumiendo que las condiciones a las profundidades estudiadas eran uniformes. Resultados similares son obtenidos por Cáceres - Martínez y Figueras (1997b), para la Ría de Vigo, quienes registran que el asentamiento no es significativamente diferente entre las profundidades comparadas (1, 5 y 10m), también coinciden con los resultados de Fuentes y Molares (1994), en balsas mejilloneras de la Ría de Arosa, España, quienes indican que no existen diferencias en la fijación para los primeros cinco metros de profundidad. Sin embargo, estos resultados son opuestos

a los del estudio de Molares y Fuentes (1995), en la zona rocosa de la Ría de Arosa, donde establecen que si existe diferencia en la fijación con respecto a la profundidad, estos autores asumen estas diferencias por efecto de la termoclina. Sin embargo, es necesario confirmar esta información mediante un diseño experimental más amplio (ver Hulbert, 1984).

## VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- En el punto estudiado de la Bahía de Todos Santos existe fijación de mitílicos durante todo el año, sin embargo esta fijación es mayor a principios de invierno.
- Las tallas más frecuente de los organismos fijados durante el estudio, se registro de los 0.250mm a 1.599mm.
- El asentamiento de organismos por dispersión durante el período de estudio fue del 9% para los 2m y del 7% para los 5m, presentándose en los meses de diciembre, enero, febrero y agosto principalmente.
- Durante el estudio no se detectaron diferencias estadísticamente significativas de la fijación entre los colectores.

### RECOMENDACIONES

- Los colectores se pueden introducir a finales de noviembre con el fin de asegurar el asentamiento de la semillas, sin embargo, esto se debe complementar con estudios de fijación interanuales en varios puntos de la zona.
- Todos los materiales utilizados como colectores para la captación de semillas de mitílicos mostraron buenos resultados, sin embargo, para la obtención de semillas a nivel comercial se recomienda la cuerda de polipropileno (CP), debido a que este material es de fácil manejo en el cultivo, así como de fácil adquisición en la localidad en grandes volúmenes, y para fines de investigación se recomienda el uso de la fibra sintética (FS), y el estropajo (E), debido a que estos colectores nos brindan una buena información sobre la fijación en la zona y su manipulación en el laboratorio es fácil.

- Se requiere el tener una identificación más precisa para los organismos  $< 0.899\text{mm}$ , por lo que se pueden tomar las siguientes herramientas para este caso: estudios de isoenzimas (electroforesis), y la utilización de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).

## IX LITERATURA CITADA.

- Aguirre, M. P (1979). Biología del mejillón ( *M. edulis* ) de cultivo de la Ría de Vigo. Boln. Inst. esp. Oceanogr. 5(3): 107 - 160.
- Alvarez, S. G. L (1971). Medición de corrientes superficiales en la Bahía de Todos Santos, B. C. Tesis Profesional. UABC. Ensenada. 54 pp.
- Andreu, B. (1976). El cultivo del mejillón en Europa II. Aspectos biológicos y ecológicos., enemigos y parásitos. Anais. Acad. bras. Ciênc. 47 suplemento:23-35
- Bayne, B. L (1964). Primary and secondary settlement in *mytilus edulis* L. (Mollusca). J. Anim. Ecol. 33: 513 - 528.
- Bayne, B. L (1965). Growth and the delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L.) Ophelia 2: 1 - 47.
- Bayne, B. L (1976). Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge. 506 pp. Bernáldez, C. A. (1987). La pesquería del mejillón en Baja California. Acuavisión., II(10): 30 - 31.
- Bernáldez, C. A. (1987). La pesquería del mejillón en Baja California. Acuavisión., II(10): 30 - 31.
- Beukema, J. J and de Vlas. (1989). Tidal-current transport of thread-drifting postlarval juveniles of the bivalve *Macoma balthica* from the Wadden Sea to the North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 52:193-200.
- Bohle, B. (1967). Settlement of mussel larvae *Mytilus edulis* on suspended collectors in Norwegian waters. In. Crips, D. J. (De). Fourth European Marine Biological Symposium. Cambridge University Press, London, p. 63 - 69.

- Bohle, B. (1971). Settlement of mussel larvae *Mytilus edulis* on suspend collectors in Norwegian water 63-69 pp. In: D. J. Crisp (Ed.). Proceedings of the Fourth European Marine Biological Symposium, Bangor. Cambridge University Press, London.
- Brusca, C. R. (1980). Common intertidal invertebrates of Gulf California. The University of arizona Press. Second Edition. 513 pp.
- Cáceres - Martínez. J, J. A. F. Robledo, A. Figueras. (1993). Settlement of mussel *Mytilus galloprovincialis* on an exposed rocky shore in Ría de Vigo, NW Spain. Mar. Ecol. prog. Ser. 93: 195- 198.
- Cáceres - Martínez. J, J. A. F. Robledo, A. Figueras. (1994). Settlement and post-larvae behaviour of *Mytilus galloprovincialis*: field and laboratory experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 112: 107-117.
- Cáceres - Martínez. J (1997a). Mussel fishery and culture in Baja California, México: History, present status, and future. NOAA Techinal Report NMFS 128. 41-55 pp.
- Cáceres - Martínez. J, R. Vásquez - Yeomans. (1997b). Metazoan Parasites and Pearls in coexisting Mussel Species: *Mytilus californianus*, *Mytilus galloprovincialis* and *Septifer bifurcatus*, from an exposed rocky shore in Baja California Northwestern México. The Veliger (en prensa).
- Cáceres - Martínez, J. and A. Figueras. (1997a). The mussel, Oysters, Clam, and Pectinid Fisheries of Spain. In U. S. Dep. Commer, NOAA. Tech. Rep. NMFS 129. p. 165 - 190.

- Cáceres - Martínez, J. and A. Figueras. (1997b). Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) colonization of artificial substrates in the Ria de Vigo (NW Spain). Journal of Shellfish Research.
- Cáceres - Martínez, J. and A. Figueras. (1998). Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) colonization on artificial substrates in the Ria de Vigo of NW Spain. Journal of Shellfish Research, Vol.17, N<sup>o</sup> 1, 153-157.
- Castañeda, N. K. (1997). Presencia y distribución de postlarvas y juveniles de mitílidos competidores en un litoral expuesto del Pacífico de Baja California, México. Tesis Profesional. UABC. Ensenada. 69 pp.
- Castro, L. E. 1987. Variación espacial y temporal en la biomasa del zooplancton de la Bahía de Todos Santos, B.C; México, octubre 1982 a septiembre 1983. Tesis profesional. UABC. Ensenada. 58pp.
- Chí, B. G. y P. E. A. García (1983). Estudios preliminares sobre la biología, ecología y explotación comercial de *Mytilus californianus* en Baja California. Tesis Profesional, UABC. Ensenada. 180 pp.
- Dare, P. J. (1973). The stocks of young mussels in Morecambe Bay, Lancashire. Shellfish information leaflet. Minist. Agric. Fish. Food Lond. N<sup>o</sup>. 28:1-14.
- Dare, P. J. (1976). Settlement, growth, and production of mussel, *Mytilus edulis* L; in Morecambe Bay, England. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food Lond; Ser. II; 28: 1-25.
- Dare, P. J. (1980). Mussel cultivation in England and Wales. Minist. Agric. Fish. Food Lond. N<sup>o</sup>. 50:1-18.

- Dare, P. J and G. Davies (1975). Experimental suspended culture of mussels (*Mytilus edulis* L.) in Wales using spat transplanted from a distant settlement ground. *Aquaculture*, 6:257-274.
- Dare, P. J, D. B. Edwards, G. Davies ( 1983 ). Experimental collection and handling of spat mussels ( *Mytilus edulis* L ) on ropes for intertidal cultivation. *Fish. Res. Tech. Rep. Minist. Agric. Fish. Fd, Directorate Fish. Res; Loweatoff 74: 1 - 23.*
- Davies, G. (1974). A method for monitoring the spatfall of mussel (*Mytilus edulis* L.). *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 36:27-34.
- De Blok, J. W and H. J. Geelen. (1958). The substratum required for the settling of mussel (*Mytilus edulis* L.). *Arch Néerl. Zool. Vol. Jubilare, 13(1):446-460.*
- De Blok, J. W and M. Tan Maas. (1977). Function of byssus threads in Young postlarval *Mytilus*. *Nature.* 267:558.
- Durán, N. C, C. R. Acuña, C. J. Santiago (1990). El mejillón. *Biología, cultivo y comercialización. Fundación Caixa Galicia ( aula del mar ) La coruña.* 183 pp.
- Eyster, L. S and A. J. Pechenik. (1987). Attachment of *Mytilus edulis* L. Larvae on algal and byssal filaments in enhanced by water agitation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 114:99-110.
- Fuentes, J, J. Molares (1994). Settlement of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors suspended from raft in the Ría de Arousa ( NW of Spain ): annual pattern and spatial variability. *Aquaculture* 122(1994) 55 - 62.
- Fuller, S. C and Lutz, R. A. (1989). Shell morphology of larval and postlarval mytilids from the northwestern Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.,* 69: 181 - 218.
- Gosling, E. (1992). *The mussel Mytilus: ecology, physiology, genetics and culture.* Elsevier. Amsterdam. 589 pp.

- Hickman, R. W. (1992). Mussel cultivation. In: E. Gosling (Editor), the mussel *mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier Science Publisher, B. V; Amsterdam, 465-510 p.
- Hines, H. A. (1979). Effects of a Thermal Discharge on Reproductive Cycle in *Mytilus edulis* and *Mytilus californianus* (Mollusca, Bivalvia). Fishery Bulletin: Vol. 77, N<sub>o</sub> 2 499-503 pp.
- Hrs-Brenko, M. (1973). The study of mussel larvae and their settlement in Vela Draga Bay (Pula, the northern Adriatic Sea). Aquaculture 2:173-182.
- Hunt, L. H; E. R. Scheibling. (1998). Spatial and temporal variability of patterns of colonization by mussels (*Mytilus trossulus*, *M. edulis*). On a wave-exposed rocky shore. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 167:155-169.
- Hurlbert, S. H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs, 54(2)187-211pp.
- King, P.A; D. McGrath & E. M. Gosling. (1989). Reproduction and settlement of *Mytilus edulis* on an exposed rocky shore in Galway, West coast of Ireland. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 69:355-365.
- Lasiak. T. A and T. C. E. Barnard (1995). Recruitment of the brown mussel *Perna perna* onto natural substrata: a refutation of the primary/secondary settlement hypothesis. Mar. Ecol. Prog. Ser. 120:147-153.
- Loosanof, V. L; C. H. Davies and P. E. Chanely. (1966). Dimensions and Shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. Malacologia. 25.
- Lutz, R. A and Hidu, H. (1979). Hinge morphogenesis in the shell of larval and early postlarval mussel (*Mytilus edulis* L. and *Modiolus modiolus* L.) J. Mar. Biol. Ass. U.K., 59: 111 - 121.

- Margus, D; E. Teskeredzic. (1986). Settlement of mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck) on rope collectors in the estuary of the river Krka, Yugoslavia. *Aquaculture*. 55:285-296.
- Mason, J. (1976). Cultivation. In: Bayne (Editor), *Marine Mussels: their ecology and physiology*. Cambridge University Press, Cambridge. 385-410 p.
- McGrath, D, A. P. King, E. M. Gosling (1988). Evidence for the direct settlement of *Mytilus edulis* larvae on adult mussel beds. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 47: 103 - 106.
- McGrath, D, A. Pauline, R. King and Mary (1994). conditionig of artificial substrata and settlement of the Marine mussel *Mytilus edulis* L .: A field experiment. *Biology and Enviroment: Precceding of Royal Irish Academy*. 94B. No 1 53 - 56.
- Monje, F. J. F (1983). Experimentos sobre fijación de juveniles del mejillón *Mytilus californianus* en colectores artificiales y estudios de crecimiento para dos especies de mejillón (*M. californianus* y *M. galloprovincialis* ) en cultivo experimental en la costa de Eréndira, B. C, México. Tesis Profesional. UABC. Ensenada. 117 pp.
- Molares, J, J. Fuentes (1995). Recruitment of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on collectors situaded on the intertidal zone in the Ría de Arousa ( NW Spain ). *Aquaculture* 138(1995) 131 - 137.
- Orozco, Z. E. S. Ma. (1982). Adaptación de la técnica Española en el semicultivo de mejillón (*M. galloprovincialis* y *M. californianus*) en la Bahía de Todos Santos. Tesis Profesional. UABC. Ensenada. 53 pp.
- Rangel, D. C. (1990). El cultivo de moluscos marinos en México. In. E. G de la Lanza and J. L. Arredondo (Eds). *La acuicultura en México: de los conceptos a la producción*. Inst. Biol., Univ. Autónoma Méx. p. 107 - 138.

- Rees, C. B (1954). Continuous plankton records: the distribution of lamellibranch larvae in the North Sea. 1950 - 51. Bull. mar. ecol. 4: 21 - 46.
- Ruíz, D. Ma. (1978). Recursos pesqueros de las costas de México. Editorial Limusa. México. 131 pp.
- Salas, G. A and García, P. L; (1987). Estudios básicos y experiencias en el cultivo de mejillón por el IIO en Baja California. Memorias del encuentro regional sobre producción de mejillón (cultivo, industrialización, comercialización y consumo) 17-19 de noviembre de 1987. Ensenada B.C. México. 69-113.
- Salas, G. E. A., P. A. Oliva (1983). Características poblacionales del Bivalvo *Mytilus californianus* y algunos aspectos sobre su comunidad en la costa de Eréndira, B. C. Tesis Profesional. UABC. Ensenada. 184 pp.
- Seed, R and T. H. Suchanek. (1992). Population and community ecology of *Mytilus*. In: Gosling E. (editor). The Mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology. Genetics and Culture. Elsevier. Amsterdam. 87-157 pp.
- Sigurdsson, J. B., C. W. Titman y P. A. Davies. (1976). The dispersal of young postlarval bivalve mollusc by byssus threads. Nature. 262: 386 - 387.
- Suchanek, T. H. (1981). The Role of Disturbance in the Evolution of Life History Strategies in the Intertidal Mussel *Mytilus edulis* and *Mytilus californianus*. Oecologia (Berl) 50:143-152.
- Tursi, A; A. Matarrese; G. Costantino, R; Pollicoro, E; Cecere. C; Caroppo, C. (1990). Settlement periods of mussel larvae on artificial substrata, dipped in the " Mar piccolo" and the " Mar Grande" of Taranto (Southern Italy). Oebalia 26:87-97.
- Widdows, J (1991). Physiology ecology of mussel larvae. Aquaculture 94: 147 - 163.

China	Perú	Marruecos
España	Turquía	México
Italia	Inglaterra	Uruguay
Holanda	Albania	Portugal
Dinamarca	Australia	Bulgaria
Francia	Canadá	Noruega
USA	Yugoslavia	Polinesia Francesa
Tailandia	Singapur	India
Alemania	Argentina	Africa del Sur
Corea	Grecia	Ecuador
Chile	Rusia	Egipto
Nueva Zelandia	Suiza	Indonesia
Filipina	Malasia	Brasil
Irlanda	Venezuela	Samoa del Este

Anexo I.- Países productores de mejillones, tomado de Gosling, 1992.

PRUEBA: ANOVA / MANOVA

	Df Effect	Ms Effect	Df Error	Ms Error	F	p- level
Profundidad	1	7817.59	286	8533.2	0.92	0.34
Colector	4	18612.28	286	8533.2	2.18	0.07
Meses	4	4347.06	286	8533.2	0.51	0.73

Anexo II.- Muestra los valores de la prueba estadística realizada a los datos obtenidos durante el período de estudio ( dic. 94 - nov. 95 ).

Fecha de remplazo del colector	Permanencia del colector bajo el mar (días)	Espectativa teórica del tamaño (mm) para la prof. 2m	Espectativa teórica del tamaño (mm) para la prof. 5m
15.12.94	35	1.212	1.210
08.02.95	54	1.687	1.685
27.02.95	19	0.812	0.810
29.03.95	30	1.087	1.085
25.04.95	27	1.012	1.010
18.05.95	23	0.912	0.910
16.06.95	29	1.062	1.060
13.07.95	27	1.012	1.010
24.08.95	42	1.387	1.385
28.09.95	35	1.212	1.210
30.10.95	32	1.137	1.135
22.11.95	23	0.912	0.910

Anexo III.- Espectativa del tamaño máximo de los mitílidos durante el estudio.