

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS

FIJACION DE LARVAS DE ALMEJA *Lyropecten subnodosus* EN
CAMARAS DE FLUJO DESCENDENTE Y EFICIENCIA
COMPARATIVA DE SUSTRATOS ARTIFICIALES

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O

PRESENTA

HONORIO GONZALEZ RAMOS

ENSENADA B.C

NOVIEMBRE, 1994

**FIJACION DE LARVAS DE ALMEJA *Lyropecten subnodosus* EN
CAMARAS DE FLUJO DESCENDENTE Y EFICIENCIA
COMPARATIVA DE SUSTRATOS ARTIFICIALES**

TESIS

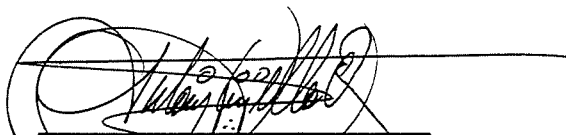
QUE PRESENTA:

HONORIO GONZALEZ RAMOS

APROBADA POR:


PRESIDENTE DEL JURADO

OC. FERNANDO A. GARCIA PAMANES


SINODAL

M.C. ANTONIO TRUJILLO ORTIZ


SINODAL

OC. RAUL YEPIZ VELAZQUEZ

RESUMEN

Se evaluaron cámaras de flujo descendente con sustrato adicional y sin él como sistema de fijación para obtener semilla de *Lyropecten subnodosus* en laboratorio. El sistema se comparó con el empleado por el IIO (Instituto de Investigaciones Oceanológicas). Las láminas (sustrato adicional) que se probaron fueron plástico con ondulaciones orientadas de manera horizontal, acrílico, fibra de vidrio y plástico con ondulaciones orientadas de manera vertical. Las profundidades que se analizaron fueron de 0 a 7.5 cm, y de 7.5 a 15 cm de profundidad. La larva empleada para el experimento era competente para la fijación y metamorfosis (190µm). La fijación se llevó a cabo en 15 días. La sobrevivencia alcanzada en las cámaras de flujo descendente fue mayor (30%), que en los colectores empleados por el IIO (9%). El sistema de cámaras sin sustrato adicional fue más eficiente que el sistema de cámaras con sustrato adicional. Existió diferencia significativa entre los sistemas de fijación ($P<0.05$). Se observaron diferencias significantes entre los materiales utilizados para la fijación de semilla ($P<0.05$), siendo mayor en el material plástico, seguido de la fibra de vidrio, y en menor grado el acrílico. No se observó una clara preferencia de *Lyropecten subnodosus* para fijarse en sustratos rugosos. Se concluye que las cámaras de flujo descendente ofrecen mayores rendimientos en la fijación de *Lyropecten subnodosus* que el sistema empleado por el IIO, que el material plástico fue el sustrato más eficiente de los tres empleados, y que el estrato más profundo presenta fijaciones más altas.

DEDICATORIA

A mi señora madre "**Dolores Ramos G.**" que con su inagotable amor, abnegación e innumerables sacrificios logró darme fuerza para conquistar esta meta.

A la memoria de mi **PADRE** (QEPD) con cariño. " Lo logré".

A "**Lolita**" por que con todo el apoyo incondicional que me brindo fue posible terminar el camino trazado . Muchas gracias.

A Jorge e Irma, Arturo y Paty, Martha y Agustín, Marty y Marcos, Ely y Oscar, Rubén y Mary con toda mi admiración por su ayuda, confianza, estímulo y comprensión.

A Lorena por su ayuda espiritual brindada.

A mis sobrinos por que con su presencia llenaron la vida de cada miembro de la familia, los quiero "**DIABLILLOS**".

A ELDA con amor, cariño y admiración.

AGRADECIMIENTOS

Al Oc. Fernando A. García Pámanes director de este trabajo por el valioso apoyo brindado durante la elaboración del mismo.

Al M.C. Antonio Trujillo Ortiz por el tiempo dedicado durante las asesorías del análisis estadístico y correcciones de este trabajo.

Al Oc. Raúl Yepiz Velazquez por las acertadas críticas durante las correcciones del trabajo.

Al Oc. Luís E. García Pámanes por haberme permitido trabajar dentro de su proyecto "Estudios Iniciales Para la Producción de Semilla de la Almeja Garra de León *Lyropecten subnodosus*"

Al Oc. Guillermina Chi Barragán, Oc. Octavio Medina "Cumy" y Javier García Pámanes, por su ayuda durante el desarrollo de este trabajo. Mis mas sinceros agradecimientos.

A mis compañeros de la generación XXXVIII-TOTOPLOID'S por que su compañía hizo mas divertido el camino.

CONTENIDO

	Página
1.0. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo	8
2.0. MATERIALES Y METODOS	9
3.0. RESULTADOS	14
3.1. Cámaras de Flujo Descendente	14
3.2. Cámaras con Sustrato Adicional	17
3.2.1. Fijación en función del tipo de material	17
3.2.2. Fijación en función al tipo de superficie (textura)	18
3.3. Fijación en Función a la Profundidad	18
3.3.4. Fijación en función de la orientación de la ondulación en el material plástico	22
4.0. DISCUSIONES	27
4.1. Evaluación de la Fijación en las Cámaras de Flujo Descendente	28
4.1.1. Fijación en función al tipo de material	31
4.1.2. Fijación en función a la profundidad	32
4.1.3. Fijación en función al tipo de superficie (textura)	34
4.1.4. Fijación en función de la orientación de la ondulación	34
5.0. CONCLUSIONES	36
6.0. LITERATURA CITADA	37

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Cámara de flujo descendente	10
Figura 2. Comparación porcentual de la fijación en los sistemas de fijación. La porción achurada corresponde a la malla y la porción en blanco corresponde a la pared.	16
Figura 3. Comparación de la fijación en los componentes de las cámaras con sustrato adicional.	19
Figura 4. Comparación porcentual de la fijación en los diferentes materiales empleados como sustrato adicional (Láminas) en las cámaras de fijación.	20
Figura 5a. Porcentaje de fijación en función de la profundidad en la superficie lisa de cada tipo de lámina. Las barras en blanco corresponden a la parte superior, y las achuradas la parte inferior de la columna de agua (OH: material plástico con ondulaciones horizontales; AC: acrílico; FV: fibra de vidrio; OV: material plástico con ondulaciones verticales).....	25
Figura 5b. Porcentaje de fijación en función de la profundidad en la superficie rugosa de cada tipo de lámina, las barras en blanco corresponden a la parte superior, y las achuradas a la parte inferior de columna de agua. (OH: material plástico con ondulaciones horizontales; AC: acrílico; OV: material plástico con ondulaciones verticales).	26

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla I.	Comparación de la fijación de los dos sistemas.....15
Tabla II.	Resultados del análisis de varianza paramétrico de dos vías para el tipo de sistema de fijación y el lugar de la fijación pared-malla.15
Tabla III.	Resultados del análisis de varianza paramétrico de dos vías para el tipo de material de la lámina en función de la profundidad.21
Tabla IV.	Resultados del análisis de varianza paramétrico de tres vías para la orientación de la ondulación en las láminas de plástico.23
Tabla V.	Resultados del análisis de varianza paramétrico de tres vías para la fijación en función de la superficie (textura).24

FIJACION DE LARVAS DE ALMEJA *Lyropecten subnodosus* EN CAMARAS DE FLUJO DESCENDENTE Y EFICIENCIA COMPARATIVA DE SUSTRATOS ARTIFICIALES

1.0. INTRODUCCION

Las escalopas, nombre genérico aplicado a varias especies de la familia Pectinidae, son uno de los moluscos bivalvos de mayor aceptación en todo el mundo. La producción de este grupo de moluscos, basada en la explotación de las poblaciones naturales, ha alcanzado los límites posibles de expansión y, en muchos casos, la sobreexplotación ha disminuido considerablemente los stocks en diversos países (FAO, 1989).

El cultivo de la escalopa *Patinopecten yessoensis* permitió a Japón incrementar su producción de 5000 a 100,000 toneladas por año, convirtiéndose en el principal productor (Ventilla, 1982). Posteriormente, otros países han buscado desarrollar una industria acuicultural de otras especies de escalopas basándose, en gran medida, en las técnicas empleadas en Japón (Catagna, 1975; Félix-Pico *et al.*, 1980; Aiken, 1988; Ramírez-Filippini y Cáceres-Martínez, 1990; Cáceres-Martínez *et al.*, 1990; Chew, 1993; Walker, 1993).

Un ejemplo extraordinario del potencial de esta actividad es el éxito obtenido en la República Popular de China desde hace algunos años. Partiendo de 26 ejemplares de almeja catarina, utilizados como reproductores obtenidos en Estados Unidos, este país incrementó su producción a 130, 000 toneladas anuales en un período de 9 años (Chew, 1993).

En el noroeste de México existen 28 especies de escalopas (Keen, 1971), de las cuales *Euvola (Pecten) vogdesi* (almeja voladora), *Argopecten^t circularis* (almeja catarina) y *Lyropecten subnodosus* (almeja garra de león), son las especies que más se explotan por su alto interés comercial (Baqueiro-Cárdenas *et al.*, 1982). La almeja voladora fue comercialmente extinguida por la irracional explotación en el Golfo de California, y la almeja catarina ha sido extraída en grandes volúmenes en Baja California Sur en los últimos años (Tripp-Quezada, 1985 ; Félix-Pico, 1975). Al igual que en el caso de los otros pectinidos, las poblaciones de la almeja garra de león también están siendo sometidas a una explotación desmedida. Debido al potencial económico de estas especies, y al estado de las poblaciones naturales, se ha despertado el interés en el desarrollo de técnicas acuiculturales de pectinidos en México (Félix-Pico, *et al.*, 1980; Tripp-Quezada, 1985; Carvajal, 1987; Reyes-Sosa, 1987; Cáceres-Martínez *et al.*, 1990).

Lyropecten subnodosus se distribuye desde la laguna Guerrero Negro, en Baja California, hasta Perú, incluyendo el Golfo de California (Keen, 1971). Bernard (1988) señala un rango latitudinal que va desde los 5° sur hasta los 28° norte; sin embargo la especie es reportada de manera excepcional hasta la isla Santa Catalina, California, EUA, ubicada a los 33° de latitud norte (Strachan *et al.*, 1968). La especie ha sido poco estudiada, y su distribución batimétrica comprende desde la zona intermareal hasta los 110 m de profundidad, mientras que el rango térmico abarca de los 10° a los 27°C (Bernard, 1988).

De acuerdo a Félix-Pico (1993), la época reproductiva en la Laguna Ojo de Liebre se extiende de agosto a diciembre. Investigadores del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, han cultivado esta especie hasta tallas comerciales a partir de semilla obtenida del medio natural mediante colectores artificiales. No obstante, estas investigaciones no han alcanzado un gran desarrollo, ya que la fijación de semilla en el medio natural es escasa y variable (Carvajal, 1987). De igual manera, Cáceres-Martínez (comunicación personal¹) cultivó la especie empleando semilla captada del medio natural.

1. UABCS, La Paz, B.C.S.

La adaptación y/o desarrollo de técnicas del cultivo adecuadas a la especie se había visto frenada por la escasa disponibilidad de juveniles para su engorda. Lo anterior motivó intentar producir juveniles en criaderos por diversas instituciones, aunque sin éxito, por la dificultad para transportar a los progenitores, criar los estadios larvales o lograr su metamorfosis.

Carvajal (1987) realizó trabajos sobre el desarrollo larval, fracasando en el intento de llegar a la metamorfosis y obtener fijaciones. En septiembre^t de 1992, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC, inició estudios orientados a la producción de semilla en el laboratorio logrando la metamorfosis y fijación sobre costales cebolleros. A pesar de este adelanto, la sobrevivencia en esta etapa fue baja (García-Pámanes, comunicación personal²).

Si bien las técnicas básicas de producción de semilla de bivalvos fueron desarrolladas desde hace más de 2 décadas (Loosanoff y Davis, 1963), es bien conocida la necesidad de adaptarlos a cada especie en particular.

2. IIO, Ensenada, B.C.

Diversos autores señalan que la metamorfosis y postmetamorfosis son las etapas más críticas para estas especies de pectinidos, dificultando la sobrevivencia hasta su etapa juvenil (Catagna, 1975; Bourne *et al.*, 1989). De acuerdo con los últimos autores, las altas mortalidades pudieran estar asociadas a problemas nutricionales o por un manejo impropio en virtud de la extrema fragilidad de los juveniles tempranos.

Para obtener semilla de escalopa, tanto del medio natural como en el laboratorio, el método de fijación más común es utilizando colectores, técnica diseñada por los japoneses, y empleado con buenos resultados (Lee y Jo, 1980; Reyes-Sosa, 1985; Tripp-Quezada, 1985; Singh-Cabanillas, 1987; Singh-Cabanillas y Bojórquez, 1987; Ruíz-Verdugo y Cáceres-Martínez, 1990; Bourne *et al.*, 1989; Sumpton *et al.*, 1990, y Chew, 1993).

Muchas especies de bivalvos preferentemente se fijan a materiales duros o filamentosos (Bayne, 1976; Bardach *et al.*, 1986). Algunas especies como ostiones y mejillones muestran preferencia por sustratos con superficie rugosa o discontinua (Maas Geesteranum, 1942; Baker, 1992).

Los materiales empleados en la colecta de semilla incluyen sustratos de origen orgánico e inorgánico. La colecta de pectinidos, usando sustratos artificiales, ha tenido un gran éxito en diversas localidades. Entre los colectores más empleados se encuentran los costales cebolleros de nylon con material sintético en su interior como cuerda sintética, malla vexar o netlon,

nylon monofilamentoso, red agallera monofilamentosa y césped artificial, (Lee y Jo, 1980; Tripp-Quezada, 1985; Reyes-Sosa, 1985; Cropp, 1989; Singh-Cabanillas, 1987; Ruíz-Verdugo y Cáceres-Martínez, 1990; Cáceres-Martínez *et al.*, 1990; Parsons, 1988; Chislett, 1988; Sumpton *et al.*, 1990; Tobias-Sánchez y Cáceres-Martínez, 1990; Ambrose Jr. *et al.*, 1992; García-Pámanes (comunicación personal) .

Existe una amplia diversidad de materiales orgánicos empleados como sustratos en la fijación como corteza de árbol, ramas, hoja de palmera, concha de escalopa y yute (Culliney, 1974; Motoda, 1977; Ventilla, 1982; Bourne *et al.*, 1989; Chew, 1993).

En el laboratorio, también se emplea la fijación directa en los tanques en donde se desarrolla la larva (Román-Cabello y Pérez-Camacho, 1976; Poole, 1991; Bourne *et al.*, 1989; Helm, 1988), así como la fijación en cámaras de flujo descendente, método que se han empleado con éxito en la fijación de varias especies de moluscos bivalvos (Fournier, 1988; Bourne *et al.*, 1989; Poole, 1991). Este sistema permite mantener a las larvas con una incidencia constante sobre el sustrato, además permite el desarrollo de la semilla hasta juvenil, evitando con esto las altas mortalidades durante la remoción de la semilla de los sustratos iniciales (Ventilla, 1982; Bourne y Hodgson, citados por Townsend *et al.*, 1991).

En este trabajo se probarán cámaras de flujo descendente, con y sin sustrato artificial, con el fin de determinar cuál ofrece el mayor porcentaje de fijación en organismos de la especie *Lyropecten subnodosus* después de haber sufrido la metamorfosis para tener un abastecimiento seguro de semilla en actividades tanto de investigación como de cultivo.

1.1. Objetivos

1. Evaluar el empleo de cámaras con flujo descendente como sistema de fijación de las larvas de *Lyropecten subnodosus* en contraste con el sistema anteriormente empleado en el IIO.
2. Contrastar la eficiencia de la fijación en cámaras con y sin sustrato adicional.
3. Determinar la efectividad de diferentes materiales como sustratos en las cámaras de fijación.
4. Evaluar la fijación en función del efecto que produce la dirección de la corriente con la superficie del sustrato.
5. Evaluar la efectividad de las superficies irregulares en la fijación de *Lyropecten subnodosus*.

2.0. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en uno de los laboratorios de acuicultura del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California.

El sistema de fijación consistió en tres cámaras rectangulares de acrílico en forma de pecera de 112 cm de largo, 27.5 cm de ancho y 29 cm de alto, la parte inferior estaba cubierta con red nytex de 130 μm de luz de malla (Fig.1).

Como variante de este sistema, se utilizaron tres cámaras similares a las descritas anteriormente en las que se incluyeron tres tipos de láminas sintéticas como fibra de vidrio, acrílico y material plástico. Las dimensiones de las láminas fueron de 27.5 X 15 cm. Cada tipo de lámina estuvo representado por tres réplicas que fueron distribuidas de manera aleatoria a lo largo de la cámara.

Todas las cámaras se colocaron aleatoriamente a media agua en un tanque rectangular (1500 lts) con agua de mar filtrada a través de cartuchos de 10, 5, 1 μm , y esterilizada con luz ultravioleta. La temperatura se mantuvo controlada en el rango de 24° a 26°C con calentadores de 300 W.

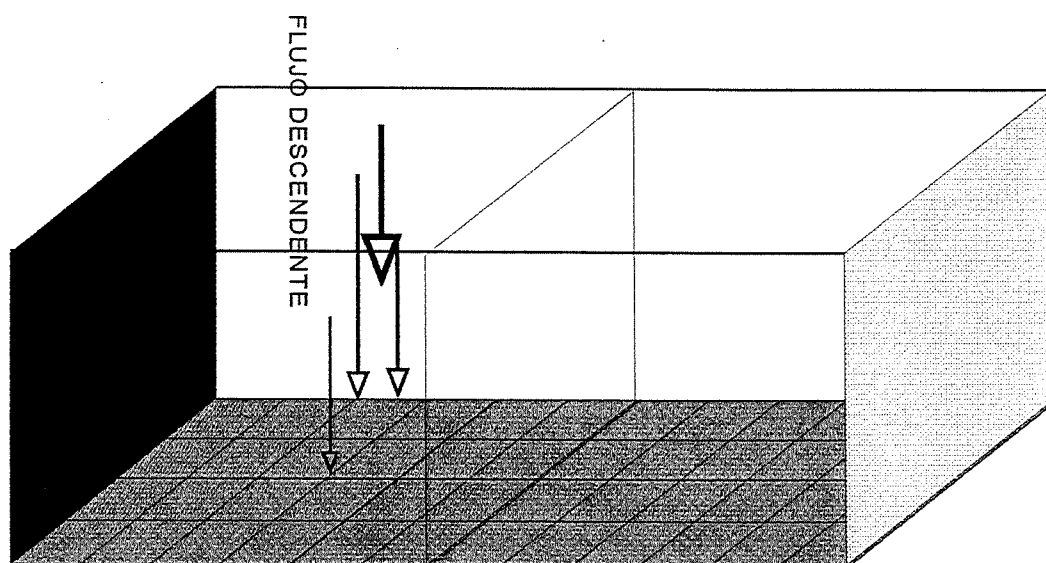


Figura 1. CAMARA DE FLUJO DESCENDENTE

Debido a que el movimiento del agua incrementa el porcentaje de fijación y metamorfosis (Crisp y Meadows, 1962; Hodgson y Bourne, 1988) el agua se mantuvo circulando de manera constante con una bomba de 1/40 HP.

Se emplearon larvas obtenidas de un desove llevado a cabo en el laboratorio. Los organismos maduros se trajeron de la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur. El desarrollo larval se llevó a cabo en tanques cónicos de 1800 lts. La densidad fue de 1 organismo/ml. Los cambios de agua se realizaron cada 2 días. Las larvas se alimentaron con *Isochrysis* Var. *galbana* aff. *tahitiana* en una ración de 30 000 a 80,000 cel/ml, de acuerdo al grado de desarrollo.

El experimento dio inicio cuando los organismos alcanzaron el estado pediveliger, es decir, cuando eran competitivos (190 μ m). Se colocaron 30 000 larvas en cada cámara, tomando los criterios de Hadfield (1978), Lucas y Tritar (1989), como son :

(1) aparición de mancha ocular; (2) formación de conglomerados de larvas formando cadenas (estalactitas), y (3) presencia de un pie bien desarrollado con forma cilíndrica y cilios pronunciados.

Durante el experimento, la dieta consistió de una mezcla de *Isochrysis* Var. *galbana* aff. *tahitiana* y *Thalassiosira pseudonana* en una relación 1:1, iniciando con 30 000 cel/ml, la cual se fue aumentando de acuerdo al crecimiento de los organismos hasta llegar a 50 000 cel/ml.

El sistema de fijación no fue drenado totalmente, evitando con esto la remoción y exposición de las larvas. El agua se cambio cada tercer día, usando flujo continuo durante un período de tiempo necesario para reemplazar 1.5 veces del volumen contenido en el tanque.

Cuando se observó que la larva no nadaba (aproximadamente 3 semanas), se esperó un tiempo para que la semilla aumentara su tamaño y se pudiera realizar la evaluación con facilidad. La semilla se desprendió del sustrato con ayuda de un pincel de punta delgada.

Durante la evaluación o conteo de la semilla, las láminas se dividieron en dos estratos, de 0 a 7.5 y de 7.5 a 15 cm de ancho, para poder determinar el efecto de la profundidad sobre la fijación.

El porcentaje de sobrevivencia en la fijación de cada cámara se determinó a través de la relación de semilla contada y larvas colocadas al inicio del experimento, posteriormente se calculó el promedio de sobrevivencia de todas las cámaras.

Los datos obtenidos se analizaron con ayuda del paquete estadístico STATGRAPHICS 4.0. Se aplicó la prueba de homogenidad de varianzas de Cochran, Baetlett y Hartley, y la normalidad se probó por la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Cuando los datos no satisfacían los requerimientos para un análisis estadístico paramétrico se aplicaba la transformación adecuada. Posteriormente, se aplicaron análisis de varianzas

(ANOVA) de dos y tres vías, y pruebas *a posteriori* de comparación múltiple en los casos que se presentaron diferencias significantes (Sokal y Rohlf, 1981).

3.0. RESULTADOS

Durante la primera semana del experimento, se observó una gran cantidad de larva nadando en los sistemas de fijación, la cual fué disminuyendo en forma gradual, alcanzado la fijación total hasta el quinceavo día.

3.1. Cámaras de Flujo Descendente

Después de dos semanas de haber logrado la fijación total dentro de las cámaras, se evaluó la fijación en la pared y en malla (fondo) de las mismas, así como en las láminas empleadas como sustrato adicional dentro del sistema con esta característica. La fijación promedio en el sistema con sustrato adicional fue de 8 648 semillas, mientras que en las cámaras sin sustrato adicional el promedio fue de 9 348 semillas, lográndose una sobrevivencia de 28.83 % y 31.16%, respectivamente (Tabla1)

El número de semillas asentadas en la pared y malla (fondo) de ambos tipos de sistema presentó varianzas homogéneas ($P \geq 0.05$), procediendo a realizar un análisis de varianza paramétrico de dos vías, observándose una diferencia significativa para el tipo de sistema, y para la fijación en malla-pared dentro del sistema ($P < 0.05$). No se presentó interacción significativa entre el tipo de sistema y el lugar de la fijación malla-pared dentro de éste ($P \geq 0.05$; Tabla II).

Tabla I. Comparación de la fijación de los dos sistemas.

Cámara	Con sustrato adicional (No. de semillas)	Sin sustrato adicional (No. de semillas)
1	8,122	8,745
2	9,170	10,370
3	-	8,928
Promedio	8,646	9,34
% Sobrevivencia	28.83	31.16

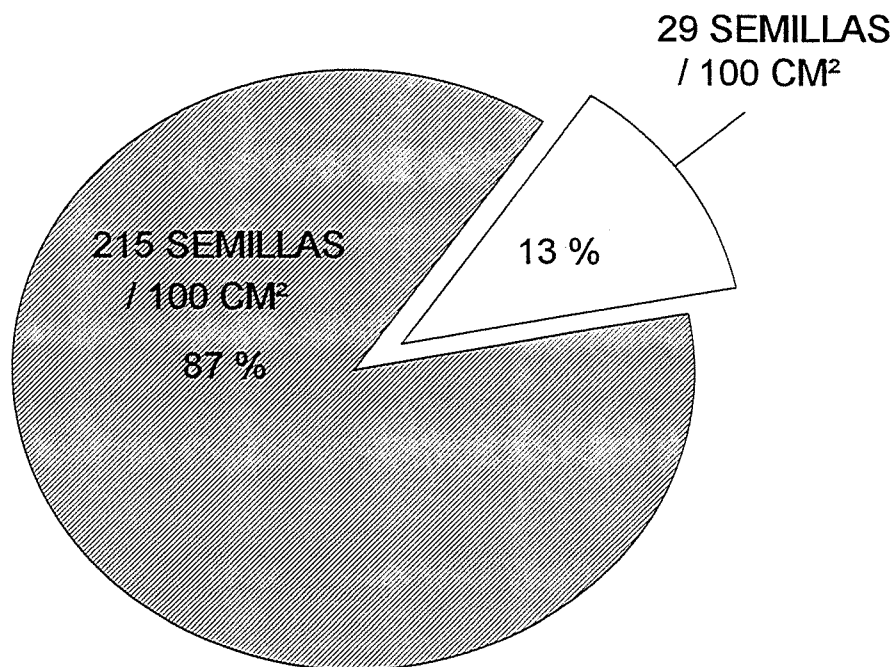
Tabla II. Resultados del análisis de varianza paramétrico de dos vías para el tipo de sistema de fijación y el lugar de la fijación pared-malla.

Fuente de variación	SC (Suma de Cuadrados)	gl (Grados de Libertad)	CM (Cuadrados Medios)	F	P (Nivel de Significancia)
Sistemas	0.42	1	0.42	6.8	*
Lugar	1.3	1	1.3	20.84	*
Sist-Lugar	0.18	1	0.18	2.8	NS
Error	0.5	8	0.06		
Total	2.4	11			

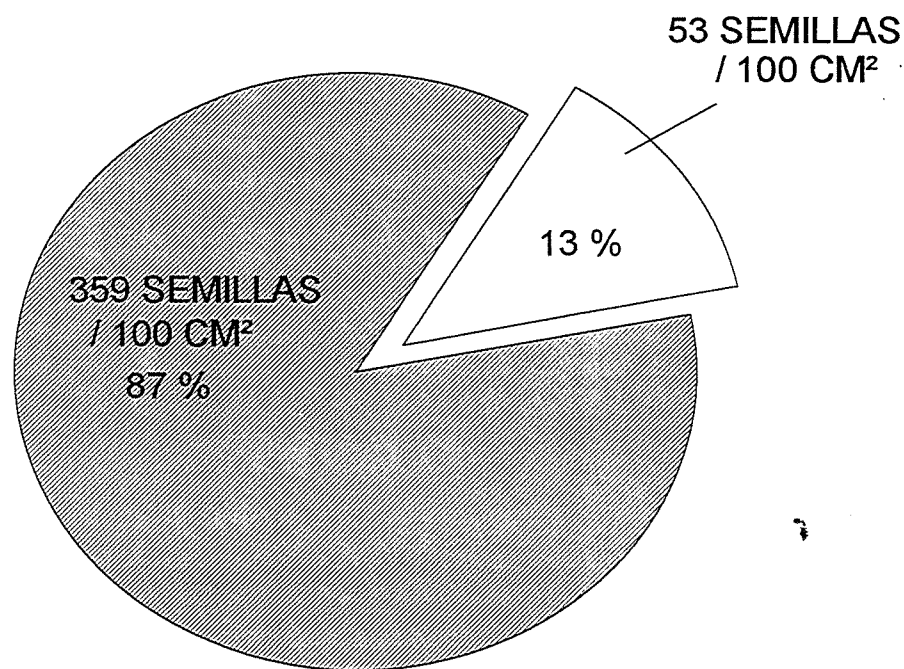
* = Significante ($P < 0.05$)

NS = No Significante ($P \geq 0.05$)

Lugar = Fijación pared-malla



SISTEMA CON SUSTRATO ADICIONAL



SISTEMA SIN SUSTRATO ADICIONAL

FIGURA 2. COMPARACION PORCENTUAL DE LA FIJACION EN LOS SISTEMAS DE FIJACION. LA PORCION ACHURADA CORRESPONDE A LA MALLA Y LA PORCION EN BLANCO CORRESPONDE A LA PARED.

La pared y malla de los sistemas de fijación presentaron la misma relación porcentual en la fijación, independientemente del tipo de sistema de fijación (Fig. 2).

3.2. Cámaras con Sustrato Adicional

El asentamiento en este sistema presentó los siguientes resultados: (1) el sustrato adicional (láminas) rindió un promedio de 2 619 semillas, equivalente a 17 semillas en 100 cm²; (2) la pared de la cámara captó 2 339 semillas, dando una relación de 29 semillas en 100 cm², y (3) en la malla o fondo del sistema se asentó un promedio de 3 688 semillas dando una fijación de 215 semillas en 100 cm². En la figura 3 se observa el porcentaje de fijación que corresponde a cada componente del sistema con sustrato adicional.

3.2.1 Fijación en función del tipo de material.

Los organismos mostraron una preferencia para la fijación sobre la lámina de material plástico, puesto que este captó el mayor número de semilla con respecto a las de fibra de vidrio y acrílico (Fig.4). En promedio, el material plástico obtuvo 50 semillas/100 cm², la fibra de vidrio 36

semillas/100cm², y el acrílico 18 semillas/100 cm². Las pruebas estadísticas mostraron una diferencia significativa para el tipo de material ($P < 0.05$; Tabla III).

3.2.2. Fijación en función al tipo de superficie (textura)

Durante el experimento se observó una ligera preferencia de los organismos para asentarse en la superficie rugosa de las láminas. Las pruebas estadísticas indican que no existió diferencia significativa para el tipo de superficie ($P \geq 0.05$), aunque se presentó una interacción significativa ($P < 0.05$) con el tipo de sustrato (Tabla V), no existiendo con la profundidad y la orientación de la ondulación en el material plástico (Tabla IV).

3.3.3. Fijación en función a la profundidad

La fijación en función a la profundidad se presenta en las figuras 5a y 5b, donde se observa una marcada preferencia de las larvas para fijarse en la parte inferior de las láminas (7.5 a 15 cm); es decir, en la parte más profunda de la columna de agua, disminuyendo la fijación en la parte superior de las mismas (0 - 7.5 cm), independientemente de las características de las láminas como tipo de material, superficie y orientación de la ondulación.

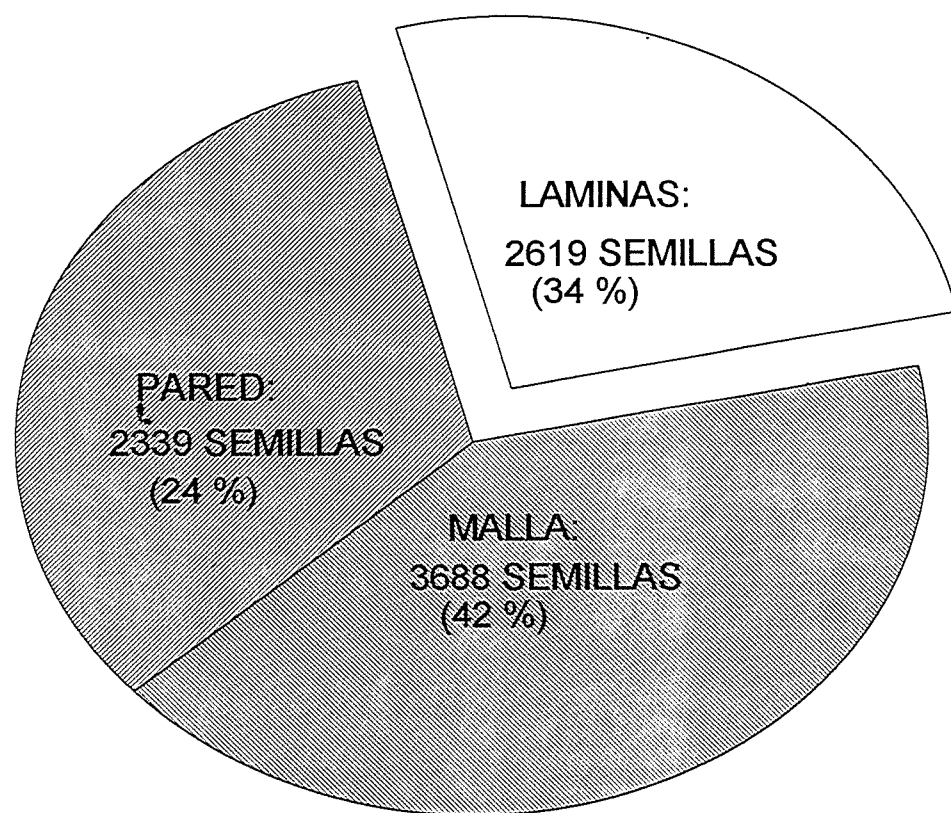


FIGURA 3. COMPARACION DE LA FIJACION EN LOS COMPONENTES DE LAS CAMARAS CON SUSTRATO ADICIONAL.

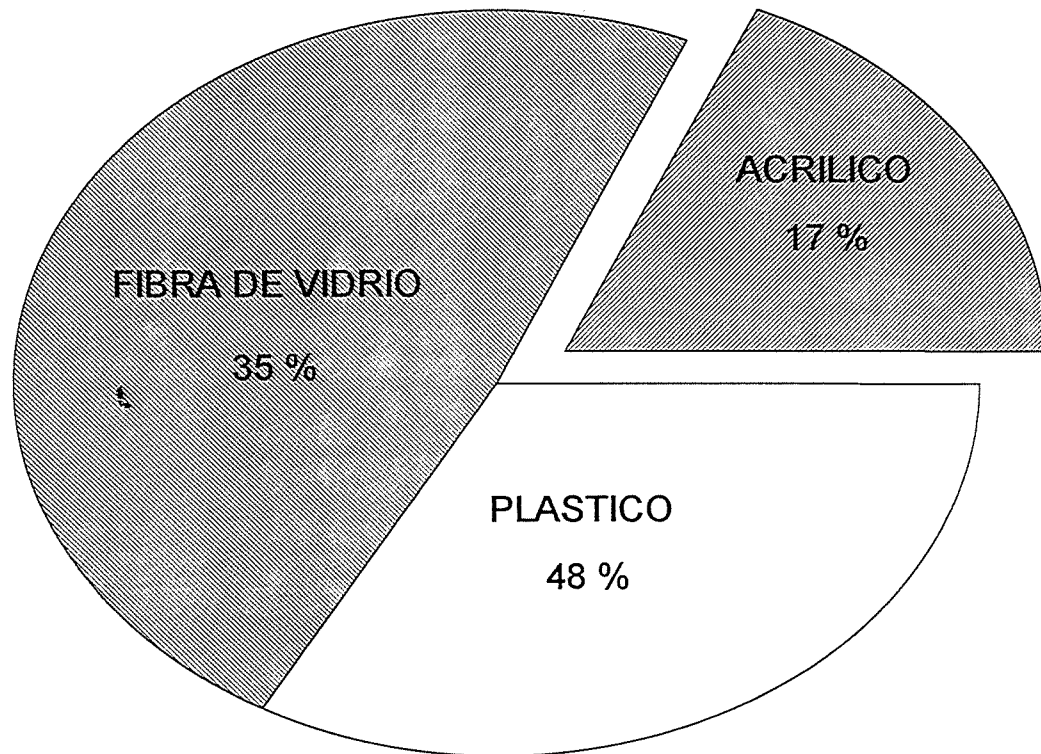


FIGURA 4. COMPARACION PORCENTUAL DE LA FIJACION EN LOS DIFERENTES MATERIALES EMPLEADOS COMO SUSTRATO ADICIONAL (LAMINAS) EN LAS CAMARAS DE FIJACION.

Tabla III. Resultados del análisis de varianza paramétrico de dos vías para el tipo de material de la lámina en función de la profundidad.

Fuente de variación	SC (Suma de Cuadrados)	gl (Grados de Libertad)	CM (Cuadrados Medios)	F	P (Nivel de Significancia)
Material	11.05	2	5.53	14.94	*
Profundidad	2.77	1	2.77	7.49	*
Prof.-Mat	0.16	2	0.08	0.22	NS
Error	4.42	12	0.37		
Total	18.4	17			

* = Significante ($P < 0.05$)

NS = No significativo ($P \geq 0.05$)

La prueba de Cochran indica que existió homogeneidad de varianza ($P \geq 0.05$), y diferencia significativa para la profundidad ($P < 0.05$), no existiendo interacción entre la profundidad y el tipo de material empleado como sustrato adicional (Tabla III), ni con la orientación de la ondulación en el material plástico o con el tipo de superficie del sustrato adicional (Tabla IV).

3.3.4. Fijación en función de la orientación de la ondulación en el material plástico

El material que presentó las ondulaciones orientadas de manera horizontal captó un mayor número de semilla con respecto al material con ondulaciones verticales. El análisis de varianza determinó que la diferencia observada durante el experimento es significativa ($P < 0.05$; Tabla IV). La prueba de homogeneidad de varianzas de Cochran fue no significativa ($P \geq 0.05$).

Tabla IV. Resultados del análisis de varianza paramétrico de tres vías para la orientación de la ondulación en las láminas de plástico.

Fuente de variación	SC (Suma de Cuadrados)	gl (Grados de Libertad)	CM (Cuadrados Medios)	F	P (Nivel de Significancia)
Ondulación	2.48	1	2.48	5.56	*
Superficie	0.53	1	0.53	1.19	NS
Profundidad	6.2	1	6.2	13.89	*
Ond.-Sup.	0.05	1	0.05	0.11	NS
Ond.-Prof.	0.8	1	0.8	1.78	NS
Sup.-Prof.	0	1	0	0	NS
Error	7.58	17	0.45		
Total	17.64	23			

* = Significante ($P < 0.05$)

NS = No significativa ($P \geq 0.05$)

Tabla V. Resultados del análisis de varianza paramétrico de tres vías para la fijación en función de la superficie (textura).

Fuente de variación	SC (Suma de Cuadrados)	gl (Grados de Libertad)	CM (Cuadrados Medios)	F	P (Nivel de Significancia)
Material	9.72	1	9.72	26.15	*
Superficie	0.39	1	0.39	1.04	NS
Profundidad	4.94	1	4.94	13.29	*
Mat.-Sup.	2.48	1	2.48	6.68	*
Mat.-Prof.	0.39	1	0.39	1.05	NS
Sup.-Prof.	0.2	1	0.2	0.53	NS
Error	6.32	17	0.37		
Total	24.44	23			

* = Significante ($P < 0.05$)

NS = NO significativa ($P \geq 0.05$)

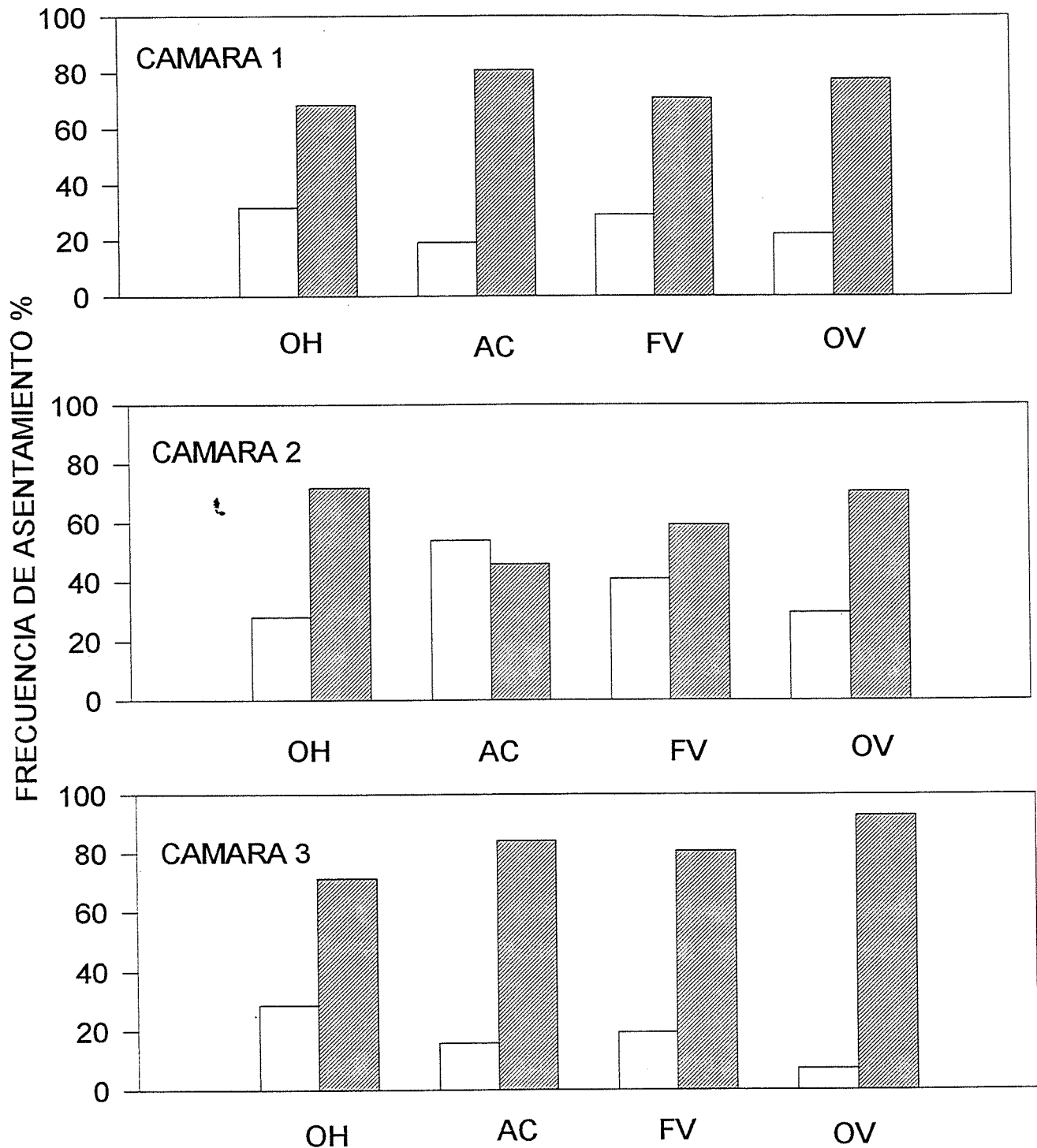


FIGURA 5a. PORCENTAJE DE FIJACION EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD EN LA SUPERFICIE LISA DE CADA TIPO DE LAMINA. LAS BARRAS EN BLANCO CORRESPONDEN A LA PARTE SUPERIOR, Y LAS ACHURADAS LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA DE AGUA (OH: MATERIAL PLASTICO CON ONDULACIONES HORIZONTALES; AC: ACRILICO; FV: FIBRA DE VIDRIO; OV: MATERIAL PLASTICO CON ONDULACIONES VERTICALES).

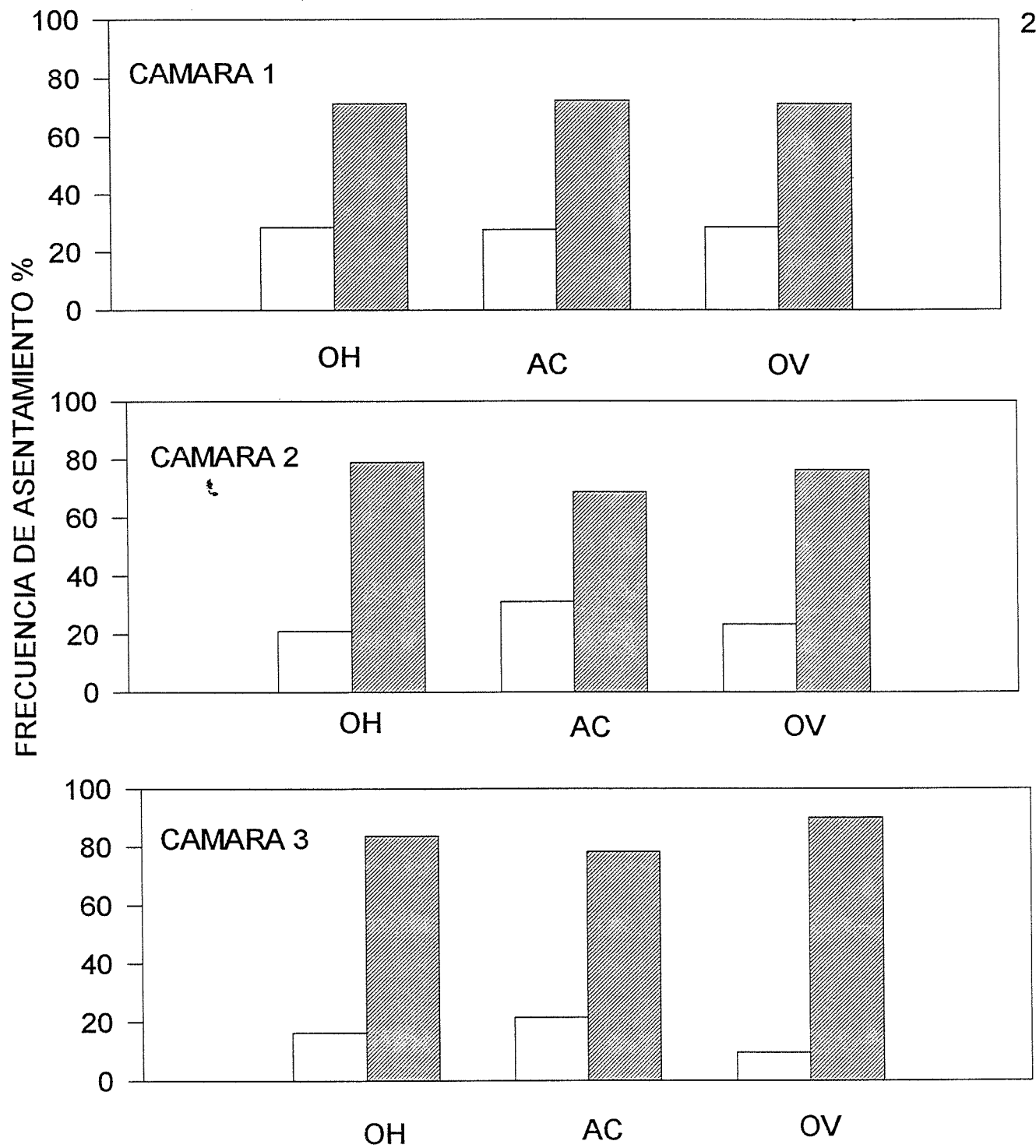


FIGURA 5b. PORCENTAJE DE FIJACION EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD EN LA SUPERFICIE RUGOSA DE CADA TIPO DE LAMINA, LAS BARRAS EN BLANCO CORRESPONDEN A LA PARTE SUPERIOR, Y LAS ACHURADAS LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA DE AGUA. (OH: MATERIAL PLASTICO CON ONDULACIONES HORIZONTALES; AC: ACRILICO; OV: MATERIAL PLASTICO CON ONDULACIONES VERTICALES).

4.0. DISCUSIONES

La temperatura del agua en los sistemas de fijación se mantuvo en un rango de 24°C a 26°C. Bernard (1988) menciona que los organismos adultos se distribuyen en un rango térmico de 10°C a 27°C. Carvajal (1987) reporta que las larvas de esta especie alcanzan un crecimiento uniforme y acelerado en rangos de temperatura de $26.3 \pm 1^\circ\text{C}$, y que por debajo de los 20°C se retrasa notoriamente el desarrollo de las mismas. Debido a que la temperatura se mantuvo en un rango óptimo para las larvas de *Lyropecten subnodosus*, es probable que se halla disminuido el tiempo de desarrollo de la misma, obteniendo una fijación y metamorfosis en poco tiempo.

Las larvas se alimentaron con *Isochrysis* Var. *galbana* aff. *tahitiana* y *Thalassiosira pseudonana*, debido a que estas especies fitoplanctónicas cumplen con los requerimientos nutricionales de *Lyropecten subnodosus* (Carvajal, 1987). Flassch (1990) menciona que estos microorganismos ofrecen buenos rendimientos, puesto que presentan un alto valor nutritivo además de que su tamaño permite la fácil digeribilidad para los moluscos bivalvos marinos (Laing y Utting, 1980; Rombery y Epifanio, 1981; Fábregas *et al.*, 1985). Con esta dieta nutritiva para la larva, se piensa que estas contenían un exceso de energía metabólica en su organismo la cual canalizaron para sobrepasar la etapa crítica de fijación y metamorfosis, y crecimiento postmetamorfosis.

4.1. Evaluación de la Fijación en las Cámaras de Flujo Descendente

En las cámaras de flujo descendente empleados en este trabajo se logró una sobrevivencia a la fijación y metamorfosis mejor que la antes alcanzada en el IIO (Tabla I), donde se fijaron larvas de *Lyropecten subnodosus* en costales cebolleros logrando el 9% de sobrevivencia (García-Pámanes. comunicación personal); mientras que en el campo, Carvajal (1987) logró una fijación de 35 semillas en 200 (0.76 semillas/m²) en colectores de la misma clase de los empleados por el IIO.

Probablemente, la baja sobrevivencia alcanzada por el IIO se debió a que los colectores no se curaron con anterioridad con el fin de que se les fornara una capa de microorganismos en su superficie, ya que esta característica induce a la fijación y metamorfosis de algunas larvas de invertebrados marinos, incluyendo a los bivalvos (Cole y Knight-Jones, 1949; Walne, 1979). Hodson y Bourne(1988), recomiendan el curado de colectores por un mínimo diez días para el asentamiento de *Pectynopecten yessoensis* y *Crassodoma gigantea*.

Es posible que las mayores tasas de fijación en las cámaras de flujo descendente estén relacionadas con el constante contacto entre las larvas y el sustrato debido a la dirección del flujo, lo que les permite una mayor oportunidad de obtener su alimento, que se encuentra distribuido por

toda la cámara. Lo anterior lo explica el hecho de que en estos sistemas no se generan puntos de calma (Poole, 1991), lo que provoca una mezcla total del agua, permitiendo que la larva aumente la eficiencia de captura de las partículas alimenticias.

El rango de crecimiento de las escalopas tiende a disminuir cuando se reduce el flujo o circulación en los sistemas de fijación (Kyrby-Smith, 1972; Wildish *et al.*, 1987), mientras que otros reportan que el crecimiento aumenta si se incrementa el flujo (Marshall, 1960; Wildish y Kristmanson, 1985; Ekman, 1987). La discrepancia de estos estudios indica que la circulación del agua puede ser un factor importante en los sistemas de fijación. En el presente trabajo, la circulación del agua provocó el contacto de las larvas con el sustrato manteniéndolas con una incidencia constante hacia el.

En British Columbia, Canadá, comercialmente se producen semillas de dos especies de escalopas (Bourne y Hodgson, 1988), manteniendo una producción redituable a través de los años. Se reporta que *Pectynopecten yessoensis* presentó una sobrevivencia promedio del 31%, de 1986 a 1988, con una duración del asentamiento de 24 días, mientras que para *Crassodoma gigantea* la sobrevivencia promedio alcanzada en ese mismo período fue de 10 % en 23 días. Comparando estos datos con los obtenidos en el presente trabajo, se deduce que las cámaras de flujo descendente

podieran comercialmente ofrecer rendimientos notables en la producción de semilla de *Lyropecten subnodosus*.

Velasco-Blanco (1994) menciona que para el mejillón *Mytilus galloprovincialis*, una mayor disponibilidad de sustrato en los sistemas ofrece una mayor eficiencia en la fijación y metamorfosis, lo cual no concuerda con lo encontrado para *Lyropecten subnodosus*, puesto que el sistema con menor cantidad de sustrato obtuvo el mayor número de semillas. Es probable que esta diferencia pudiera deberse a un error en la cuantificación de la larva al inicio del experimento que conllevó a colocar una cantidad menor de estas dentro de las cámaras con sustrato adicional, Otra posible causa pudo ser una mala distribución del alimento en el tanque rectangular, provocando la muerte a las larvas dentro de las cámaras con sustrato adicional, o bien que el sustrato no era limitante en el sistema sin sustrato adicional por lo que la adición de este no tuvo ningún efecto.

4.1.1. Fijación en función al tipo de material

Se ha reportado que las larvas de varias especies de escalopas y otros bivalvos prefieren fijarse en una gran diversidad de sustratos epibénticos filamentosos (Larsen y Lee, 1978; Brand *et al.*, 1980; Sarse *et al.*, 1987; Minchin, 1992); así, por ejemplo, en general las larvas de mejillones se asientan preferentemente sobre superficies ya sea filamentosas, fibrosas o rugosas (Bardach *et al.*, 1986; Milne, 1972; Seed, 1968, 1976; Bayne, 1965, 1976). La mayor fijación en la malla puede reflejar esta preferencia. Aunque el material adicional no presentaba características de filamento, presentó una mayor superficie para la formación de la película bacteriana que induce a la fijación y metamorfosis facilitando el asentamiento en el; además, presentó una mayor superficie de pastoreo para la larva, puesto que después de la metamorfosis los filamentos branquiales de las escalopas pueden tardar de 2 a 3 semanas para transformarse en un aparato de filtración eficiente, tiempo en el cual la larva se alimenta de material particulado adherido a la superficie usando el pie para llevar a cabo este proceso de alimentación (Bourne *et al.*, 1989).

El material plástico fue el más efectivo para obtener fijaciones de *Lyropecten subnodosus*, probablemente debido a que su composición permitía que la larva detectara un gradiente químico que le indicara la presencia de un sustrato adecuado. Crisp (1974), Burke (1983) y Pawlik (1992), mencionan que

las larvas de invertebrados marinos responden a cambios químicos gracias a las reacciones quimiotáctiles que se forman alrededor de algunos sustratos; además, este material presentaba ondulaciones las cuales desviaban la dirección del flujo, produciendo microturbulencia en la superficie del sustrato. Harvey *et al.* (1993) reportan que las microturbulencias alrededor de los sustratos favorecen la fijación de la escalopa *Chlamys islandica*.

4.1.2. Fijación en función a la profundidad

La mayor fijación en la zona más profunda de los sustratos adicionales (7.7 - 15 cm) concuerda con los resultados de Tremblay y Sinclair (1990), reportando que en áreas bien mezcladas, las larvas de escalopas se distribuyen en las zonas más profundas.

Ekman *et al.* (1993), encontró que las larvas de escalopas tienen una respuesta fototáctica negativa que induce a un hundimiento pasivo de la larva en la columna de agua. En el presente trabajo este parámetro no afectó el comportamiento de la larva, ya que las cámaras de fijación se taparon con un plástico negro evitando la penetración de la luz, así como el crecimiento irregular del fitoplancton. Bayne (1964) menciona que las larvas de mejillón se fijan más rápidamente en un medio oscuro, y es probable que las larvas de la almeja garra de león presente el mismo comportamiento, ya que 15 días en proceso de fijación no se considera un proceso lento.

Trembray y Sinclair (1990) mencionan que en aguas estratificadas las larvas de *Placopecten magellanicus* se localizan en mayor concentración arriba de la picnoclina, y que esta distribución está asociada a la mayor concentración de alimento, el cual se encuentra en las primeras capas de la columna de agua. En el presente trabajo, la larva no mostró este patrón de conducta debido a que como se discutió anteriormente, el alimento estaba mezclado en toda la columna de agua; además, el flujo de agua dentro del sistema mantenía a la larva el mayor tiempo posible en el fondo, siendo este parámetro el factor principal que provocó que la larva de *Lyropecten subnodosus* se fijara con mayor eficiencia en el fondo del sustrato adicional. En este tipo de sistema de fijación el considerar este proceso podría resultar desventajoso, ya que en el fondo se concentran grandes cantidades de desechos metabólicos producidos por las larvas.

La no interacción entre la profundidad y el tipo de material de los sustratos, ni con el tipo de superficie de los mismos (Tabla V), nos indica que independientemente del tipo de material y de la superficie, el estrato más profundo de las láminas presenta las mayores fijaciones dentro del sistema de fijación.

4.1.3. Fijación en función al tipo de superficie (textura)

Baker (1992) menciona que los moluscos como ostiones y mejillones buscan sustratos con superficie rugosa para fijarse, y que la eficiencia de un sustrato depende de la escala de rugosidad que presente. Tobias-Sánchez y Cáceres-Martínez (1990) encontraron que los sustratos lisos presentaron menor eficiencia en la fijación de *Pecten vogdesi*. Los resultados del presente trabajo no concuerdan con lo antes mencionado, puesto que no se encontró diferencia significativa para el tipo de superficie ($P \geq 0.05$). Esta discordancia posiblemente se debe a que los rangos de rugosidad entre los lados de las láminas empleadas como sustratos adicionales no eran muy marcadas siendo esta diferencia obvia solamente en el material de acrílico (AC), donde la fijación de la almeja garra de león fue mayor en la superficie rugosa.

4.1.4. Fijación en función de la orientación de la ondulación

Como ya se discutió anteriormente, las microturbulencias que se forman alrededor del sustrato favorecen la fijación de las escalopas (Harvey *et al.*, 1993). La formación de las microturbulencias fueron más marcadas en el material plástico que presentaba las ondulaciones orientadas en forma horizontal, debido a que esta orientación, en el sentido opuesto al flujo

principal del agua dentro del sistema, provocó un estímulo de fijación a la larva.

5.0. CONCLUSIONES

1. El sistema de fijación en cámaras de flujo descendentes presentó una mayor eficiencia en la obtención de semillas de *Lyropecten subnodosus* que el sistema anteriormente empleado por el IIO.

2. Las cámaras sin sustrato adicional presentaron una mayor tasa de fijación en comparación con las cámaras con sustrato adicional..

3. Las larvas de *Lyropecten subnodosus* preferentemente se fijaron en las láminas de material plástico empleado como sustrato adicional.

4. La fijación de semilla de *Lyropecten subnodosus* fue mayor en el estrato más profundo del sustrato adicional (7.5 - 15 cm).

5. *Lyropecten subnodosus* no presentó una preferencia clara en la fijación en sustratos rugosos.

6. El sustrato plástico con ondulaciones orientadas en forma horizontal alcanzó la mayor fijación de *Lyropecten subnodosus*.

6.0. LITERATURA CITADA

- Aiken, D.E. (1988). Scallop culture in the maritime province Atelier sur L'élevage du pétoncle géant gaspé. Direction de la Recherche Scientifique et Technique. 12:15-16.
- Ambrose, Jr. G.W., Peterson, C.H., Summerson, H.C. y Lin, J. (1992). Experimental tests of factors affecting recruitment of bay scallops, *Argopecten irradians* to spat collectors. *Aquaculture*, 108:67-86.
- Baker, P. (1992). Roles of physycal, cues in oyster larval settlement site choice. *J.Shellfish Research*. 11(1):189.
- Baqueiro-Cárdenas, E., Masso, A.J. y Guajardo, H. (1982). Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. Serie de Divulgación 11 I. Nac. P. México.
- Bardach, J.E., Ryther, J.H. y Mclarney, W.O. (1986). *Acuacultura*. Editorial AGT S.A, México, D.F. 741pp.
- Bayne, B.L. (1964). The responses of the larvae of *mytilus edulis* L. to light and gravity. *Oikos* 15(1):162-173.
- Bayne, B.L. (1965). Growth and delay of metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis* (L) . *Ophelia* 2(1):1-47
- Bayne, B.L. (1976). The biology of mussel larvae. En: *Marine Mussels, their ecology and physiology*, B.L. (ed). Cambridge Univ. Press. Cambridge. cap:IV, pp.81-120.
- Bernard, F.R. (1988). Catalogue of the living bivalvia of the Eastern Pacific Ocean: Bering strait to cape hom. *The Festivus*, 20(6):46 pp
- Bourne, N. y Hodgson, C.A. (1988). Scallop culture in Bristish Columbia. Ateleier sur L'elevage du pètoncle géant tenu a Gaspê (Québec). Direction de la recherche scientifique et technique, 12:11-14.
- Bourne, N., Hodgson, A. y Whyte, J.N.C. (1989). A manual for scallop culture in Bristish Columbia. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquatic Sci.* 1694:1-215.

- Brand, A.R., Paul, J.D. y Hoogesteger, J.N. (1980). Spat settlement of the scallops *Chlamys opercularis* (L) and *Pecten maximus* (L) en artificial collectors. J.Mar.Biol. Ass. U.K. 60:379-390.
- Burke, R.D. (1983). The induction of metamorphosis of marine invertebrate larvae: stimulus and response. Can. J. Zool. 61:1701-1719.
- Cáceres-Martínez. C., Ramírez, F. D. y Chavez V. J. (1990). Cultivo en parques de la almeja catarina *Argopecten circularis*. Documento presentado en el primer congreso AMAC, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, México.
- Carvajal, M. (1987). Cultivo larvario de la almeja "mano de león" (*Lyropecten subnodosus*; 1833) a partir del crecimiento y maduración gonadal de los reproductores. Tesis de maestria, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, Guaymas Son, México.
- Catagna, M. (1975). Culture of the bay scallop, *Argopecten irradians* in Virginia. Mar. Fish. Rev. 37(1):19-24.
- Chew, K.K. (1993). Bay scallop culture in China revisited. Aquaculture Magazine may-jun:69-75.
- Chislett, R.R. (1988). C.P. Aquaculture in scallop culturing on Quebec. Lower North Shore (Bale de la Bussiere) 1986 to 1988 Atelier sur L'elevage du Pétoncle géant tenu a Gaspé (Quebec). Direction de la Recherche Scientifique et Technique, 12:67-70.
- Cole, H. H. y Knight-Jones, E. W. (1949). The setting behaviour of larvae of the European flat oyster, *Cassostrea gigas* L. and its influence on methods of cultivation and spat collection. Fish. Invest. Lond. Serv. II 17(3):39p.
- Crisp, D. J. y Meadows P. S. (1962). The chemical basis of gregariousness in cirripedes. Proc. R. Soc. Lond. Biol. Sci. 156:500-520.
- Crisp, D. J. (1974). Factors influencing the settlement of marine invertebrate larvae In: Grant, P. T., Mackie, A.M. (eds.) chemoreception in marine organism. Academic press. New York. p. 177-265.
- Cropp, A.D. (1989). Scallop culture in the Pacific region.. Technical report 34. Departament of sea fisheries. Tasmania, Australia.

- Culliney, S.L. (1974). Larval development of the giant scallop *Placopecten magellanicus*(Gmelin). Biol. Bull. 147:321-332.
- Ekman , J. (1987). The role of hydrodynamics in recruitment, growth and survival of *Argopecten irradians* J. Exp, Mar. Biol. Ecol. 106:165-191.
- Ekman, J., Werner, F.E. y Gross, T.F. (1993). Modelling some effects of behavior on larval settlement in a turbulent boundary layer. Deep-Sea Research. pergamon 41(1):185-208.
- FAO. (1989). Exámen de la Situación de los Recursos Pesqueros Mundiales. FAO. Roma, 710:45-48.
- Fábregas, J., Herrera, C., Abalde, J. y Cabezas, B. (1985). Growth chlorophyll a and protein on the marine microalgae *Isochrysis galbana* in batch culture with differents salinities and high nutrient concentración. Aquaculture 50: 1-11.
- Félix-Pico, E. (1975). Informe del programa de estudios ecológicos de Bahía Concepción, Estero San Lucas y Bahía de La Paz. Residencia de Acuacultura, Departamento de Pesca, La Paz, BCS.
- Félix-Pico, E., Morales, H., Cota, A., Singh, C. J., y Verdugo, H. J. (1980). Cultivo preliminar de *Argopecten circularis* en la bahia de La Paz, BCS. Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuicultura. 2:823-844.
- Félix-Pico, E.F. (1993). Estudio biológico de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena, BCS, México. Tesis de maestria. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, BCS.
- Flassch, J.P. (1990). Aquaculture industry report. En: Proceedings of the 1990 Manila Clam Workshop. Clayton W.E. y Broadley A. T. (eds.) Province of British Columbia Ministry of Agriculture and Fisheries Victoria. pp 66-68.
- Fournier, R. (1988). L'écloserie experimentale de pointe-au-père (Québec). Ateleier sur L'elevage du pétoncle géant tenu a Gaspé (Québec). Direction de la Recherche Scientifique et Technique, 12:43-45.

- Hadfield, M. G. (1978). Metamorphosis in marine molluscan larvae: an analysis of stimulus and response. En: Settlement and Metamorphosis of marine invertebrate larvae. Chia F. S. y Rice. (eds.) American zool. soc. meeting, elsevier, Toronto, Canada.; pp.27-28.
- Harvey, M., Bourget, E. y Miron, G. (1993). settlement of Iceland *Chlamys islandica* spat in response to hydroids and filamentous red algae: field observations and laboratory experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 99:283-292.
- Helm, M.M. (1988). Hatchery production of bay scallops *Argopecten irradians*. Atelier sur L'elevage du Pétoncle geant tenu a Gaspé (Québec). Direction de la Recherche Scientifique et Technique, 12:47-48.
- Hodgson, E. A. y Bourne, N. (1988). Effect of temperature on larval development of the spiny scallop, *Chlamys hastata* Sowerby, with a note on metamorphosis. J. Shellfish Res.7(3):349-357.
- Keen, A.M. (1971). Sea shell of tropical west America. Stanford University Press. Stanford, California, EUA.
- Kyrby-Smith, W.W. (1972). Growth of the bay scallop : The influence of experimental water currents. J. Exp. Mar. Biol. Eco. 8:7-18.
- Laing, I. Y Utting, S. (1980). The influence of salinity on the production of two commercially import unicellular marine algae. Aquaculture. 21:78-86.
- Larsen, P. F. y Lee, R. M. (1978). Observations on the abundance distribution and growth of postlarval sea scallops, *Placopecten magellanicus* on Georges Bank, Nautilus 92:112-116.
- Lee, H. B. y Jo, K.M. (1980). Study on spat collection method of scallop *Petinopecten yessoensis* Jay in Yeangil Bay. Bull. Fish. Res. Dev. 24:59-65.
- Loosanoff, V.L. y Davis, H.C. (1963). rearing of bivalvo mollusks. Adv..Mar. Biol. 1:1-136.
- Lucas, A. y Tritar, S. (1989). Remarques methodologiques sur le calcul du taux de fijation chez les bivalves en metamor phase. Haliotis 19:251-257.

- Maas Geesteranus, R.A. (1942). On the formation of banks by *Mytilus edulis* L. Arch. Neerl. Zool. 6:283-325.
- Marshall, N. (1960). Studies of the Niantic River, Connecticut, with especial reference to the Bay scallop *Aequipecten irradians*. Limnol. Oceanogr. 5:86-105.
- Milne, P. H. (1972). Fish and Shellfish farming in coastal waters. Fishing News Books Ltd. Londres.
- Minchin, D. (1992). Biological observations on young scallops, *Pecten maximus* J. Mar. Biol. Ass. U.K. 72:807-819.
- Motoda, S. (1977). Biology and artificial propagation of Japanese scallop. Aquaculture 2:75-210.
- Parsons, J. (1988). Spat settlement and growth of the giant scallop *Placopecten magellanicus* in Passamaquoddy Bay, N.B. Atelier sur L'eleva du pétoncle géant tenu a Gaspé (Québec). Direction de la Recherche Scientifique et Technique, 12:71.
- Pawlik, J. R. (1992). Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates, Oceanogr. Mar. Biol. Adv. Rev. 30:273-335.
- Poole, L. R. (1991). Methods for setting manila clam larvae. In: T. Y. Nosho and K. K. Chew (Eds), Remote setting and nursery culture for shellfish growers, Workshop record. Olympia Washington, pp. 22-31.
- Ramírez-Filippini, D. y Cáceres-Martínez. (1990). Colecta, preengorda y cultivo en parques bajo diferentes densidades de *Argopecten circularis*, en la bahía de La Paz BCS., México. IV Congreso AMAC. Universidad Autonoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, México.
- Reyes-Sosa, C. (1985). Experimental spat collection of the catarina scallop *Argopecten circularis* in Bacochibampo Bay Guaymas, Son. Méx. Master theses. University of Miami, USA.
- Reyes-Sosa, C. F. (1987). Crecimiento en cultivo suspendido de escalopa catarina *Argopecten circularis* en la Bahía de Bacochibampo, Guaymas Sonora. II congreso AMAC, La Paz BCS, México

- Román-Cabello, G. y Pérez-Camacho, A. (1976). cultivo de larvas de Vieira *Euvola (Pecten) maximus* (Linnaeus), en laboratorio. Biol. Inst. Esp. Oceano. 223:3-17.
- Rombery, H. P. y Epifanio, C. E. (1981). Comparative effects of diets consisting of one or two species upon assimilation efficiencies and growth of juveniles oysters *Crassostrea virginica* (Gmelin). Aquaculture 25:77-87.
- Ruiz-Verdugo, C.A. y Cáceres-Martínez, C. (1990). Experimental spat collection of scallops *Argopecten circularis* and *Pecten vogdesi* on a filament substrate in Falsa Bay BCS, México. Scallop Biology and Aquaculture. World Mariculture Society. En prensa.
- Sarse, B. L., Gwyther, D. y Burgess, D. (1987). Larval settlement, juvenile growth and the potential use of spat fall indices to predict recruitment of the scallop *Pecten alba* Tote in Port Phillip Bay, Victoria, Australia, Fish. Res. 6:81-92.
- Seed, R. (1968). The ecology of *Mytilus edulis* (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. Oecologia. (Berl) 3:305-316.
- Seed, R. (1976). Ecology. In: Marine mussels. their ecology and physiology Bayne, B. L. (ed). Cambridge Univ. Press. Cambridge. Cap. II, pp. 13-65.
- Singh-Cabanillas, J. (1987). Cultivo experimental de almeja catarina *Argopecten circularis* en corrales. Aquaculture Vision, Revista Mexicana de Acuicultura. 2(7):4-6.
- Singh-Cabanillas, J. y Bojórquez, G. (1987). Fijación de moluscos bivalvos en colectores artificiales en Bahía Concepción, Baja California Sur. un avance. Resúmenes del II Congreso AMAC'87. La Paz, BCS, México.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. (1981). Biometry. The principles and practice of statistics of in biological research and statistical Ed. H Freeman and Company. USA
- Strachan, A.R., Charles, H.T. y Charles, T.M. (1968). Two fishes and a mollusk, New to California's marine fauna, with comments regarding other recent anomalous occurrences. California Fish. and Game, 54(1):49-57.

- Sumpton, W. D., Brown, I.W. y Dredge, M.C. (1990). Settlement of bivalve spat on artificial collectors in a subtropical emnayment in Queensland, Australia. *Journal of Shellfish Research*, 9(1):227-231.
- Tobias-Sánchez, M. y Cáceres-Martínez, C. (1990). Colecta experimental de juveniles de *Pecten vogdesi* sobre diferentes sustratos artificiales en Bahía de La Paz BCS, México. IV Congreso AMAC. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS, México.
- Townsend, J.D., Kingzett, B.C. y Bourne, N. (1991). An improved method for handling large numbers of juveniles scallops. *Aquaculture*, 92:389-392.
- Tremblay, M. J. y Sinclair, M. (1990). Sea scallop larvae *Placopecten magellanicus* en Georges Bank : vertical distribution inrelation to water column stratification and food. *Mar. Ecol. Prog. Surv.* 61:1-15.
- Tripp-Quezada, A. (1985). Explotación y cultivo de la almeja *Argopecten circularis* en Baja California Sur. Tesis de maestria. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, BCS.
- Velasco-Blanco, G. (1994). Fijación masiva del mejillón *Mytilus galloprovincialis* en colectores artificiales bajo condiciones controladas en el laboratorio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC, Ensenada Baja California. México.
- Ventilla, R. F. (1982). The scallop industry in Japan. *Adv. Biol*, 20(1):309-382.
- Walne, P. R. (1974). Culture of bivalve molluscs. Fishing News Ltd. Surrey, . England.
- Walker, A. T. (1993). Island Scallop: Farming the Japanese scallop in British Columbia *Aquaculture Magazine* mayo-junio:38-49.
- Wildish, D. J. y kristmason, D. D. (1985) Control of suspension feeding bivalve production by current speed. *Helgol. Meeresunters*, 39:237-243.
- Wildish, D. J. , Kristmanson, D. D., Hoar, R.L., DeCaste, A. M., McCarmic. S. D. y White A. W. (1987). Giant scallop feeding and responses to flow. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 113:207-220.