



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

132
2y^o

"CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE LA MADREPERLA *Pinctada mazatlanica*
(BIVALVIA, PTERIIDAE) EN DIFERENTES SECUENCIAS OPERATIVAS DEL
CICLO PRENGORDA-CULTIVO EN EL PROCESO DE CULTIVO EXTENSIVO EN
BAHIA DE LA PAZ, B.C.S."

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
SANDRA MARGARITA MORALES MULIA

DIRECTOR DE TESIS:
DR. MARIO MONTEFORTE

MEXICO, D.F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE

Jefe de la División de Estudios Profesionales

Facultad de Ciencias

Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron la pasante(s) Morales Mulia Sandra Margarita

con número de cuenta 8532210 - 5 con el Título:

"CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE LA MADRE PERLA Pintada mazatlana (BIVALVIA, PTERIIDAE) EN DIFERENTES SECUENCIAS OPERATIVAS DEL CICLO PRENGORDA-CULTIVO EN EL PROCESO DE CULTIVO EXTENSIVO EN BAHIA DE LA PAZ, B.C.S."

Otorgamos nuestro **Voto Aprobatorio** y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de BIOLOGO

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
Dr.	MARIO	MONTEFORTE	<i>Virginia Monteforte</i>
Director de Tesis			
M. en C.	AZUCENA	HERROZ ZAMORANO	<i>Azul Herroz</i>
Dra.	SONIA	ESPINA AGUILERA	<i>Sonia Espina</i>
Dr.	FRANCISCO JAVIER	VEGA VERA	<i>Francisco Vega</i>
Suplente			
M. en C.	ROSAURA	MAYEN ESTRADA	<i>Rosaura Mayen</i>
Suplente			

A MIS PADRES...

A MIS HERMANOS...

CON TODO MI AMOR

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en particular a la Facultad de Ciencias por la formación académica que recibí de ellas.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), por proporcionar la infraestructura necesaria para la realización de este trabajo.

A las instituciones CONACyT y Fundación Internacional por la Ciencia (IFS de Suecia), por el apoyo económico que siempre han brindado al proyecto "Ostras Perleras".

Al Dr. Mario Monteforte, por la dirección de este trabajo y por su invaluable apoyo y amistad.

A los Miembros del H. Jurado

M- en C. Azucena Herroz Zamorano
Dra. Sonia Espina Aguilera
Dr. Francisco Javier Vega Vera
M- en C. Rosaura Mayen Estrada

Por sus atinadas sugerencias y críticos comentarios

A mis compañeros y amigos del "Tres veces Heróico Grupo Ostras Perleras": Pedro Saucedo, Horacio Bervera, Humberto Wright, Victor Pérez y Cynthia Aldana, por su invaluable colaboración en el trabajo de campo, por compartir conmigo la bella experiencia de las Ostras Perleras, pero en especial por su amistad y cariño.

Mi eterna gratitud también a Silvia Avilés Torres y Alma Velázquez Rodríguez por su ayuda incondicional en la edición de este trabajo.

Al Sr. Miguel Angel Hernández Pulido, por su ayuda incondicional en todo momento.

A todos ellos muchas gracias.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL	3
Objetivos particulares	3
TAXONOMIA Y BIOLOGIA	4
ANTECEDENTES	6
AREA DE ESTUDIO	11
MATERIAL Y METODOS	12
RESULTADOS	22
Factores fisicoquímicos	22
Crecimiento	22
Pre-engorda	22
Cultivo de fondo	27
SOBREVIVENCIA Y MORTALIDAD	37
Pre-engorda	37
Cultivo de fondo	37
RELACIONES MORFOMETRICAS	40
DISCUSION	49
CONCLUSIONES	59
LITERATURA CITADA	61

GRUPO OSTRAS PERLERAS



RESUMEN

Se estudió el crecimiento, sobrevivencia y relaciones morfométricas de la Madreperla *Pinctada mazatlanica* en un cultivo extensivo en El Merito Bahía de La Paz, después de haber sido colocada en grupos que permanecieron 2, 4, 6 y 12 meses en la etapa de pre-engorda.

Mensualmente se registró el porcentaje de sobrevivencia y el crecimiento de los organismos, con los datos obtenidos se elaboró la curva de crecimiento para cada una de las condiciones experimentales. Los resultados indican que las ostras que permanecieron 6 meses en pre-engorda presentaron el mayor crecimiento y la mayor sobrevivencia al finalizar el ciclo de cultivo extensivo.

Se observó que los juveniles de tallas pequeñas (menores de 40 mm de altura de la concha) presentaron un crecimiento alométrico positivo, mientras que en los juveniles de tallas grandes (mayores de 44 mm) el crecimiento fué alométrico negativo es decir que a esta talla los organismos empiezan a crecer más en altura que en longitud (ancho).

Finalmente, se encontró que la relación peso-alto de la concha de *Pinctada mazatlanica* está descrita por un modelo potencial.

INTRODUCCION

La pesquería de Ostras Perleras para la obtención de perlas naturales, ha sido de gran relevancia en el desarrollo socioeconómico y cultural de muchas regiones del mundo, principalmente en las costas del Indopacífico y en la costa tropical del Pacífico Americano. Sin embargo, hacia fines del siglo XIX muchas áreas perleras empezaron a manifestar notable agotamiento debido a la sobrexplotación del recurso, como en el caso de Japón, en India y la Polinesia Francesa, debido a lo cual se iniciaron estudios orientados a la recuperación de las especies; se reguló la extracción y se introdujeron organismos cultivados dentro de los sistemas naturales, con base en técnicas de cultivo extensivo.

En las costas de la península de Baja California, México, la pesquería de perlas se ha basado en la extracción de dos especies nativas de Ostras Perleras, la Madreperla *Pinctada mazatlanica* y la Concha Nácar *Pteria sterna*.

Asimismo, la intensa explotación ejercida sobre los bancos naturales, por más de 400 años, ha provocado efectos negativos sobre el equilibrio ecológico y la productividad del mismo así como la casi extinción de estas especies hacia 1938-1940 (Cariño y Cáceres, 1990; Monteforte, 1990 ; Monteforte y López, 1990).

A pesar de las medidas de conservación del recurso perlero tomadas por el Gobierno Mexicano dictaminando veda permanente las poblaciones de Ostras Perleras muestran aún una distribución discontinua, con una densidad de emplazamientos poblacionales y reclutamiento natural bajos. El estudio más reciente realizado por Monteforte y Cariño(1992)

sobreabundancia, distribución y ecología de *Pinctada mazatlanica* y *Pteria sterna* ha revelado evidencia de extracciones clandestinas practicadas por turistas y pescadores.

Además los autores consideran que la recuperación natural resultaría lenta e insuficiente debido a que el número de juveniles observado en los sitios explorados es muy bajo, por lo que suponen que el peligro de extinción es aún latente.

Con el objetivo principal de recuperar la productividad del recurso nácar en la Bahía de La Paz, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste instituyó un proyecto sobre cultivo extensivo de Ostras Perleras y repoblamiento de bancos naturales.

La base principal de este proyecto es el estudio de la Bioecología de las dos especies nativas de Ostras Perleras, que permita llegar al perfeccionamiento tecnológico de sistemas apropiados para el cultivo de juveniles y lograr por un lado, la instrumentación de una estrategia adecuada de conservación y repoblamiento de algunos sitios previamente seleccionados y por otro, la creación de una empresa perlera en el país, lo cual representa una interesante alternativa de desarrollo socioeconómico en la región.

En cuanto a los estudios realizados sobre el proceso de cultivo extensivo, ha sido necesario determinar la técnica más eficiente requerida para cada una de las etapas que lo conforman. Dentro de éstas, la etapa de pre-engorda es probablemente la más importante del ciclo, dada la pequeña talla y fragilidad de la semilla cosechada durante esta fase se registran las mortalidades más altas. Por lo anterior, el propósito del presente estudio fue determinar la permanencia óptima de la Madreperla *Pinctada mazatlanica* en dicha etapa.

Los beneficios de la creación y aplicación de una tecnología para el cultivo extensivo de Ostras Perleras y la Perlicultura en Bahía de La Paz, pueden ser comparables a los obtenidos

por los principales países perleros y representa una importante alternativa de desarrollo para el país.

En la realización del presente estudio, se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Definir la permanencia óptima de la Madreperla *Pinctada mazatlanica* en la etapa de pre-engorda a fin de obtener un crecimiento más rápido y una mayor sobrevivencia de la especie, dentro del proceso de cultivo extensivo.

Objetivos particulares:

1. Obtener y comparar las curvas de crecimiento de la altura, el ancho, el grueso y el peso de la concha de organismos mantenidos 2, 4, 6 y 10 meses en pre-engorda, durante un ciclo de cultivo extensivo.
2. Registrar el porcentaje de sobrevivencia de las ostras de cada grupo durante el período experimental y determinar las posibles causas de mortalidad.
3. Obtener las relaciones morfométricas entre el ancho y el grueso de la concha con respecto a la altura y determinar a qué tallas se presenta un cambio en la forma de la concha de los juveniles.
4. Obtener la relación entre el incremento en peso del animal con respecto al incremento en la altura de la concha, con el fin de comparar los resultados con los obtenidos en otras especies de Ostras Perleras.

TAXONOMIA Y BIOLOGIA

La posición taxonómica de la Madreperla es la siguiente:

- Phylum : Mollusca
Clase : Bivalvia
Subclase : Pterimorphia Suzuki, 1985
Orden : Pterioida Suzuki, 1985 ó Mytiloidea Richard, 1985
Familia : Pteriidae
Género : *Pinctada* Röding, 1798
Especie : *Pinctada mazatlanica* Hanley, 1856

El género se caracteriza por presentar una impresión muscular coalescente de los músculos retractor y aductor y varias impresiones pequeñas que se extienden en forma ligeramente sigmoidal, desde el margen de la marca muscular principal hasta cerca de uno de los extremos de la charnela que es amplia y que forma ángulo recto con el eje más largo de la concha.

El género presenta distribución tropical; Japón marca el límite norte de su distribución, posiblemente por la influencia de la corriente de Kuroshio.

Durante mucho tiempo la Madreperla *Pinctada mazatlanica* se consideró como una variedad de *P. margaritifera*; las principales características que han permitido su separación son el color externo de la concha y la amplia cavidad que aloja la masa corporal. Sin embargo, Ranson (1961) citado por Sevilla (1969) afirma que los caracteres que permiten establecer que

se trata de una especie diferente son la prodisoconcha, la forma de la impresión muscular y de la membrana anal.

La Madreperla es un bivalvo con hábitos sedentarios, que se alimenta básicamente de fitoplancton. Se desarrolla en el nivel sublitoral, entre 5 y 30 m de profundidad sobre sustrato firme. Ocasionalmente algunas crías se fijan en la zona de mareas aunque, no logran desarrollarse porque no resisten la exposición.

La concha del adulto mide entre 10 y 15 cm. La parte interna de la concha es altamente iridiscente, el periostraco es negro-púrpura a café-olivo; es rugoso y quebradizo y forma láminas concéntricas. El margen de la charnela es recto y el biso está bien desarrollado.

Las funciones reproductivas de la especie se inician a fines de julio con un máximo en agosto y septiembre (verano) cuando las temperatura del agua es de 28-30 °C. Es un molusco hermafrodita protándrico, el cual madura como hembra cuando la altura de la concha es mayor a los 100 mm (aproximadamente a los 22-24 meses de edad). Por debajo de esta talla todos los organismos son machos.

La Madreperla tiene larvas trocófora y veliger de hábitos planctónicos, por lo que presenta altos índices de mortalidad. El estado veliger en el que se desarrolla la concha se alcanza en 48 horas, y en el transcurso de 4-5 días se fija a cualquier objeto duro. En esta fase las larvas muestran marcado fototropismo negativo y atraviesan una etapa crítica, porque si no encuentran un sustrato adecuado se sofocan en el fango (Sevilla, 1969; Monteforte, 1990; Monteforte y López, 1990; Monteforte y Cariño, 1992; Gervis y Sims, 1992; Saucedo y Monteforte, 1994).

ANTECEDENTES

El cultivo de moluscos data de tiempos ancestrales; algunos aurores consideran que las primeras técnicas para cultivar este tipo de organismos fueron desarrolladas en Asia, aunque otros afirman que fueron los Romanos los que desarrollaron por primera vez las técnicas de cultivo de ostras que a principios de siglo, se aplicaron a la ostra perlera (Sevilla, 1969). Existe un gran debate en cuanto a la producción de las primeras perlas cultivadas.

Se piensa que William Saville Kent produjo las primeras perlas esféricas de *Pinctada maxima*, en 1890. Sin embargo, las primeras patentes, independientemente de los trabajos realizados con anterioridad, fueron de Nishikawa y Mise quienes afirman haberse basado en los conocimientos de Saville Kent. Y a Mikimoto quien obtuvo perlas cultivadas iguales o superiores a las naturales (George, 1968 b; George, 1978 citado en Gervis y Sims, 1990). Ward (1958) afirma que Mikimoto registró varios procedimientos y sólo los transmitió a los miembros de su familia; de esta manera pudo conservar la primacía en el arte del cultivo de perlas.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la industria del cultivo de perlas se empezó a desarrollar sobre todo en Australia. George (1968 a) comunica que en 1957, Tranter realizó trabajos experimentales para la producción de perlas esféricas con *P. maxima* y en 1958 comenzó a producir las primeras medias perlas.

Por otra parte, Crossland (1957) desarrolló un sistema de cultivo para *P. margaritifera* en el Mar Rojo. Posteriormente, el cultivo de perlas comenzó a expandirse a través del Indopacífico. Actualmente, los principales países productores de perlas son Japón, la Polinesia Francesa, Australia y la India.

En México, el único antecedente que se conoce sobre el cultivo de Ostras Perleras, específicamente sobre la Madreperla *Pinctada mazatlanica*, es el de la "Compañía Criadora de Concha y Perla de Baja California", en la Ensenada de San Gabriel de la Isla Espíritu Santo, Baja California Sur entre 1904 y 1908; al parecer con una considerable incidencia, del 8-12 %.

Varios otros ensayos de cultivo extensivo se han desarrollado a partir de 1940. Los trabajos más conocidos son: Díaz (1972); Shirai y Sano (1977); Singh *et al.* (1982); Martínez (1983), y otros trabajos no publicados. Desgraciadamente, debido a la falta de continuidad en los programas, la limitada información sobre la Bioecología de las especies, la ausencia de enfoque conservacionista en la aplicación de los estudios, así como la utilización de técnicas importadas que no fueron adecuadas para las especies locales ni para las condiciones ambientales del país, han provocado el fracaso o la interrupción de dichos proyectos (Vives, 1919; Cariño y Cáceres, 1990; Monteforte, 1990; Monteforte y López-López, 1990).

Como se ha mencionado anteriormente, los estudios sobre la Biología y Ecología de las especies son aspectos de suma importancia que deben ser considerados tanto en el cultivo como en la producción de perlas; además es necesario hacer énfasis en estudios sobre el crecimiento y la sobrevivencia de las ostras, ya que la talla y el peso de estos bivalvos son factores que contribuyen en la selección de la misma para las operaciones de injerto (Alagarwami, 1970).

Los principales estudios sobre crecimiento de Ostras Perleras, se han realizado con las especies *P. martensii* en Japón; *P. maxima* en Australia; *P. margaritifera* en la Polinesia Francesa y con *P. fucata* en la India. En especies pequeñas con vida corta se ha demostrado un crecimiento proporcional y rápido. *P. fucata*, alcanza un máximo de 9 cm del largo de la concha entre los primeros doce meses de vida (Tranter, 1959, en Gervis y Sims, 1990).

Galtsoff (1931) en *P. maxima* y Alagarwami y Chellam (1977) en *P. fucata* han realizado estudios de crecimiento evaluando los efectos de diferentes condiciones y sitios de cultivo sobre la variación en las dimensiones de la concha, demostrando que las ostras más jóvenes son generalmente subcuadradas es decir, con el eje longitudinal (ancho) más largo que la altura; pero subsecuentemente cuando las ostras alcanzan un tamaño particular, la concha empieza a crecer más a lo alto que a lo ancho adquiriendo una apariencia oblonga, la cual se mantiene constante por el resto de la vida del animal.

La mayoría de los trabajos realizados han establecido que el crecimiento de las Ostras Perleras es más rápido durante el segundo o tercer año y que posteriormente se retarda. Los autores mencionan que el crecimiento está influenciado por la presencia de organismos asociados ("fouling"), además de otros factores como la temperatura, la velocidad de las corrientes, los sedimentos en suspensión, la cantidad y calidad de alimento (Mohammad, 1976; Chellam, 1978; Sevilla, 1969; Nalluchinnappan *et al.*, 1982; Nars, 1984).

Siguiendo el desarrollo de las técnicas para la industria perlera y considerando las drásticas fluctuaciones de las poblaciones naturales (provocadas por la sobreexplotación y la demanda del mercado) la producción de organismos en el laboratorio es una etapa importante y necesaria dentro de la investigación. Alagarwami y Quasim (1973) y Alagarwami *et al.* (1989), realizaron los primeros trabajos sobre este aspecto con *P. fucata* en la India y con *P. maxima* en Australia, respectivamente; desarrollaron métodos para el desove, la eclosión y fijación de los organismos.

En cuanto a *P. mazatlanica* y *P. sterna*, son pocos los trabajos sobre crecimiento. Entre estos Gaytán *et al.* (1989), probaron diferentes tipos de artes de cultivo. Después de un periodo de 674 días de cultivo, *P. mazatlanica* obtuvo una altura promedio de la concha de 84.4 mm.

Durante la pre-engorda se registró un incremento diario de 0.08 mm, mientras que en el cultivo de fondo fue de 0.12 mm. No se presentaron diferencias significativas en el crecimiento entre artes de cultivo y según, los autores mencionan que fueron necesarios 24 meses para obtener tallas adecuadas para la implantación de núcleos.

Por otra parte, Singh *et al.* (1982), realizaron un estudio sobre crecimiento de Madreperla con dos densidades de siembra (16 y 32 ostras por canasta), en diferentes sitios seleccionados dentro de la Bahía de La Paz. Después de 15 meses, el mayor crecimiento (10.53 cm de altura máxima; 8.73 cm mínima y un promedio de 9.77 cm) se registró en los grupos con densidad de 16 organismos por canasta.

Respecto a la mortalidad, los menores porcentajes se obtuvieron en los grupos con 32 organismos por canasta con un máximo de 23.4% un mínimo de 5.0% y un promedio de 11.34%. Los autores afirman que la Madreperla es una especie susceptible a la acción de organismos competidores, a cambios ambientales y al manejo y manipulación del hombre, asimismo, afirman que el mayor crecimiento se obtiene cuando las ostras se encuentran en bajas densidades.

Finalmente, en el Centro de Investigaciones Científicas y Superiores de Ensenada, se han llevado a cabo estudios sobre producción de semilla en el laboratorio y crecimiento de *P. sterna*. Araya-Núñez y Bückle-Ramírez (1991) indujeron el desove en organismos de esta especie por medio de la manipulación de la temperatura, observaron y describieron las etapas del desarrollo larval. Posteriormente, los juveniles fueron colocados en cajas plásticas para registrar su crecimiento. La tasa promedio de crecimiento absoluto fue de 0.10 mm por día y fue significativamente mayor durante los meses cálidos.

En otro trabajo, Del Río Portilla (1991) establece, de manera general, que en el crecimiento de la Concha Nácar, el largo con respecto al eje de crecimiento máximo es isométrico, mientras que el ancho presenta variaciones con una tendencia a ser isométrico y que la longitud de la charnela o ala tiene grandes variaciones, aparentemente producidas por el espacio disponible para el crecimiento (nomenclatura según Seed, 1980).

La investigación sobre el cultivo de Ostras Perleras debe de continuarse conservando un enfoque ecológico que permita por una parte, recuperar y conservar este valioso recurso y por el otra perfeccionar las técnicas más adecuadas y aplicables a especies autóctonas en las condiciones ambientales del país.

AREA DE ESTUDIO

La Bahía de La Paz se localiza en la parte sur de la costa oriental del Golfo de California, entre los paralelos 24° 46' y 24° 07' de latitud norte y los meridianos 110° 18' y 110° 38' de longitud oeste. Es una cuenca cuya extensión aproximada es de 1652 km², contando con una línea de costa de 127 km, comunicada con el Golfo de California por una amplia boca entre Cabeza Mechuda e Isla Partida (noreste) y el Canal de San Lorenzo (sureste); se encuentra bordeada por varias islas pequeñas y de tamaño moderado, siendo Espíritu Santo la mayor y más cercana a la ciudad de La Paz. Más de la mitad de la línea de costa es rocosa (Bermúdez-Almada y García-Laguna, 1985 citados en Rizo Díaz-Barriga, 1991).

Las corrientes superficiales que penetran a la Bahía son influenciadas y generadas por el viento y las mareas. El régimen de mareas es mixto-semidiurno; las mareas más bajas se registran en julio y septiembre. En verano y otoño se presenta un área de surgencias en la costa de Puerto Balandra y la Bahía de Pichilingue.

Las variaciones en la salinidad son leves, el promedio para el verano es de 35.5 ppm y para el invierno de 35.2 ppm. La temperatura superficial de la Bahía oscila entre 20 y 29 °C, para el invierno y verano respectivamente (Osuna-Valdez, 1986).

La región de La Paz se clasifica climáticamente como subtipo de la provincia del suroeste de la península, descrita como un clima seco o desértico cálido (García, 1981).

La temperatura media anual es de 22-24 °C, con un régimen de lluvias en verano y una precipitación promedio anual menor a 200 mm (Osuna-Valdez, 1986). Los vientos dominantes, de noviembre a marzo, se llaman localmente "collas" y provienen del noroeste; los de abril a agosto, se conocen como "coromueles" y llevan dirección oeste-sureste (Holguín, 1971).

La selección de los sitios propicios para la instalación de las estaciones de colecta en la Isla Gaviota se realizó a partir de los resultados obtenidos en investigaciones previas (Monteforte y López-López, 1990; García-Gasca y Monteforte, 1990) dentro del marco del proyecto "Ostras Perleras" del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

El sitio para el cultivo, se seleccionó con base en observaciones realizadas por Monteforte y Cariño (1992) sobre la ecología, emplazamientos poblacionales de las especies y características geomorfológicas de las áreas inspeccionadas. Así se eligió la localidad de El Merito como la más apropiada. Esta se localiza en el paralelo 24° 19' de latitud norte y el meridiano 110° 20' de longitud oeste (Fig. 1). El Merito es una pequeña caleta ubicada en la costa sureste de la Bahía de La Paz. La playa es de tipo rocoso-macizo y casi inexistente cuando ocurre la pleamar máxima (Murillo, 1987); la pendiente es relativamente pronunciada alcanzando los 10 m de profundidad a una distancia aproximada de la costa de 15 m. La topografía del sustrato es irregular, predominando el tipo rocoso con grandes afloramientos de basalto y tobas félsicas. El Merito se caracteriza por ser un área moderadamente expuesta, donde existe un complejo bien definido de cuevas, huecos y grietas que permiten la colonización de *Pinctada mazatlanica* y comunidades diversas de flora y fauna (Monteforte y Cariño, 1992).

Con base en la terminología geomorfológica definida por Claudad *et al.*, (1971) y Battistini *et al.*, (1975) y aplicada por Monteforte y Cariño (1991), en la Bahía de La Paz se reconocen cinco tipos generales de biotopos costeros; el área de El Merito corresponde al biotopo tipo II, caracterizado por la presencia de una pendiente relativamente pronunciada (45° aproximadamente) con grandes bloques de roca y pedruzcos suelto. Estas costas se observan generalmente en áreas protegidas o moderadamente expuestas, como bahías y caletas, donde existe un complejo bien definido de cuevas, huecos y grietas que permiten la colonización de especies de bivalvos como las Ostras Perleras y una gran variedad de especies bentónicas.

El Merito es una de las zonas más propicias al desarrollo de emplazamientos poblacionales de Madreperla. El área presenta una de las mayores densidades poblacionales registradas, especialmente de organismos reproductores (Monteforte y Cariño, 1991).

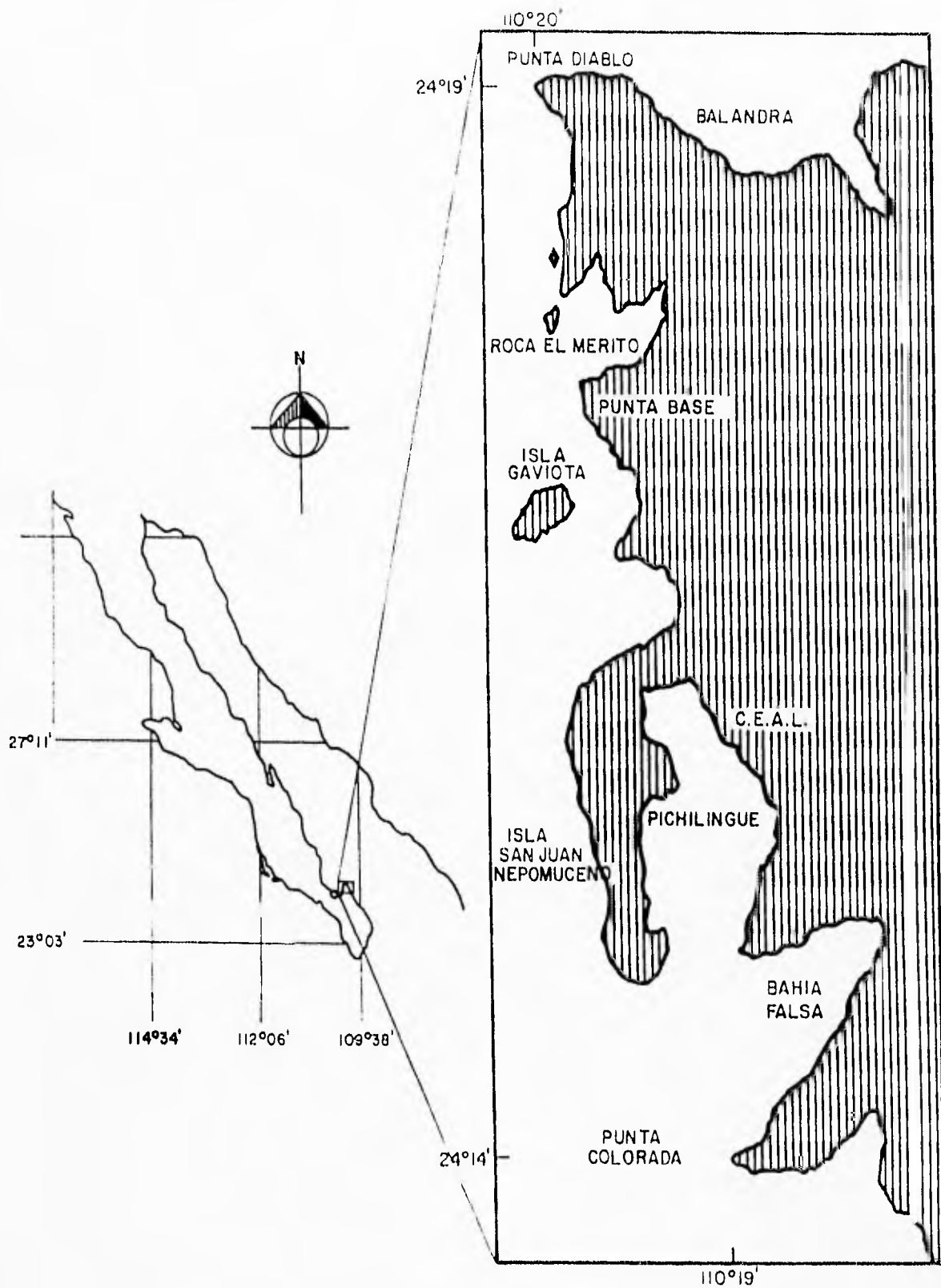


Fig. 1 . Localización geográfica del área de estudio, representada con un ♦.

MATERIALES Y METODOS

Cosecha de semilla

La semilla (juveniles) de Madreperla utilizada en este trabajo se obtuvo de la cosecha (desgrane) de septiembre de 1992. Para la captación de semilla se utilizaron colectores tipo tendadero de 1 m² elaborados con malla plástica negra que contenían malla nylon monofilamento como sustrato. Dichos colectores se colocaron en grupos de cinco vertical y paralelamente entre sí; cada grupo se constituyó un sistema (Bervera y Monteforte, 1993; Monteforte y Bervera, 1994). Los sistemas fueron suspendidos de una línea flotante a 1.5 y 2.5 m de profundidad en la zona expuesta a mar abierto de la Isla Gaviota en La Bahía de La Paz. Los colectores se mantuvieron durante dos meses en el mar (de julio a septiembre), de acuerdo a los resultados y observaciones obtenidos de las investigaciones realizadas por Monteforte y García-Gasca (1990) sobre la colecta de semilla de *Pinctada mazatlanica*, y de Monteforte y Wright (1994) sobre depredación y organismos asociados a la semilla de Madreperla y Concha Nácar durante el período de reclutamiento. A partir de estos trabajos, se determinaron el tiempo necesario para obtener el mayor reclutamiento de semilla y el momento adecuado para recuperar los colectores en los cuales los organismos presentan una talla promedio adecuada para ser trasladados a la siguiente etapa. De esta manera se evitó porcentajes mayores de depredación y mortalidad natural dentro de la unidad colectora.

Etapa de pre-engorda

La semilla recuperada en el desgrane se separó en dos grupos de tallas de acuerdo a la altura promedio de la concha: chicas (7 mm) y grandes (13 mm). Esta clasificación se llevó a

cabo debido a que existen dos ciclos de desove dentro del período de reclutamiento de la especie y por lo tanto, dos períodos de fijación por lo que resulta obvio encontrar dos tallas de semilla.

Se formaron cuatro grupos de cuatro canastas Nestier cada uno (60 x 60 x 9 cm). En dos canastas se colocaron 80 ostras chicas y en las dos restantes, 80 ostras grandes (40 semillas por canasta). Los grupos se enumeraron (1, 2, 3 y control) y permanecieron 2, 4, 6 y 8 meses en etapa de pre-engorda respectivamente a partir del mes de octubre de 1992 (Fig. 2). Posteriormente, los cuatro grupos se colocaron a 7 m de profundidad suspendidos de una estructura metálica construída especialmente para este propósito en la localidad de El Merito.

Etapa de cultivo

Una vez transcurrido el período en pre-engorda, establecido para cada grupo, los juveniles se trasladaron a canastas de cultivo (excepto el grupo control). Dichas canastas se elaboraron con malla tipo piso avícola (luz de malla de 5 mm) de 1 x 0.50 m con 20 divisiones, a lo ancho. Las ostras se acomodaron dentro de las divisiones en posición vertical con la charnela hacia abajo, para facilitar la captación de alimento. Las canastas se colocaron a 10 m de profundidad sobre plataformas metálicas de 0.5 m de ancho por 2 m de largo. Cada grupo se mantuvo en estas condiciones durante 4 meses, independientemente de su respectivo período en pre-engorda.

Biometrías

Inmediatamente después de la cosecha, se realizó la primera biometría (octubre, 1992) en una muestra al azar de 20 organismos (el 50%) por canasta. En cada uno de estos se midió

el alto, ancho y grueso de la concha acorde a Sevilla (1969), con un vernier de 0.01 mm de resolución (Fig.3). El peso se registró con una balanza granataria de 0.1 g de resolución, a partir de la segunda biometría es decir en noviembre del mismo año, correspondiente a un mes en prengorda.

Después de 12 meses (octubre de 1993) se llevó a cabo una última biometría, con el fin de observar el crecimiento anual de las ostras sometidas a períodos de pre-engorda diferentes y determinar si la manipulación es un factor que altera la tasa de crecimiento de las ostras.

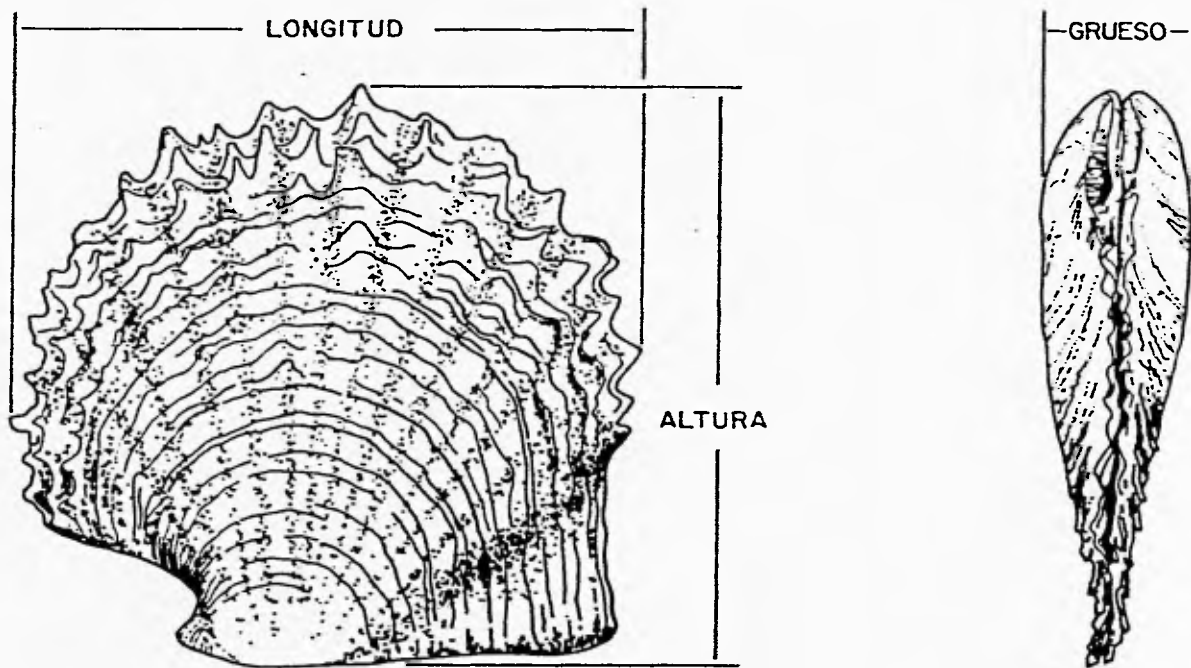


Fig. 3, Medidas morfométricas de la madreperla *Pinctada mazatlanica*.

Densidad

La densidad se determinó con base en observaciones y experimentos previos (Bervera y Monteforte, 1993 y 1994). Como ya se mencionó, se colocaron 40 semillas por canasta. Esta densidad se mantuvo constante durante todo el periodo experimental; los organismos muertos se substituyeron por otros provenientes de un grupo de reserva que se mantuvo en condiciones similares a las de los grupos experimentales. En todo momento se procuró que las ostras de reposición presentaran tallas similares a las ostras sobrevivientes.

Factores ambientales

El registro de los factores ambientales se realizó mensualmente, con el fin de observar las variaciones que se presentaron durante el experimento y determinar su influencia sobre el crecimiento y sobrevivencia de las ostras. Se midió la temperatura y el oxígeno disuelto con un oxímetro (modelo YSI 57); la salinidad con un refractómetro (Aquafauna Automatic Temperature Compensating modelo ABMTC) y los nitratos mediante la técnica de Hatch para nitratos.

Mantenimiento

Con el fin de evitar la invasión de organismos epibiontes, horadadores e incrustantes y prevenir posibles infecciones y enfermedades que dañaran el cultivo o produjeran alteraciones en el crecimiento y la sobrevivencia, las canastas de pre-engorda y de cultivo así como los mismos organismos, se cepillaron y limpiaron cada mes durante todo el periodo experimental.

Análisis de resultados

1. Crecimiento. Con los datos obtenidos en las biometrías se elaboraron las curvas de crecimiento para cada grupo y para ambas tallas (chicas y grandes) como indicadores del incremento en talla de la semilla durante el ciclo de cultivo. La evaluación de estas relaciones biométricas con respecto al tiempo se realizó por medio de la comparación de las tasas instantáneas de crecimiento, es decir, comparando las pendientes de las regresiones lineales de estas curvas de crecimiento. Este método fue seleccionado debido a que el crecimiento lineal permite una expresión simple del incremento en talla con unidades absolutas (dimensión/tiempo). A pesar que dicho método no permite representar el crecimiento de los bivalvos durante toda la vida del animal es, válido para comparar el crecimiento en estudios donde todos los individuos son de la misma talla (Huber, 1985; Hilbish, 1986; Avendaño y Cantillanez, 1989; Yoo *et al.*, 1986 en Gervis y Sims, 1992). Para estimar las diferencias de crecimiento entre los grupos se utilizó el análisis de covarianza y las pruebas de comparación múltiple de Tukey (Zar, 1984).

La comparación de las curvas de crecimiento de los diferentes grupos permitió establecer el período de tiempo adecuado para que la semilla de Madreperla se mantuviera en etapa de pre-engorda. Finalmente, se aplicó un análisis de varianza a los valores de las dimensiones registradas en la última medición (octubre de 1993,) para detectar diferencias entre los grupos después de un año de cultivo.

2. Supervivencia y Mortalidad. La supervivencia se registró porcentualmente. De las ostras muertas se seleccionaron las conchas en mejor estado y se midió la altura. Los datos obtenidos se graficaron simultáneamente con los registros de la altura promedio de las ostras

vivas, con el fin de determinar el tamaño que tenían los individuos al morir e inferir si su muerte se produjo inmediatamente después de las mediciones y las actividades de limpieza, ya que ambos son considerados factores estresantes para los organismos.

3. Relaciones morfométricas. Con base en estudios previos sobre Ostras Perleras (Galtsoff, 1931; Alagarswami y Chellam, 1977) en los cuales se establece que la concha de las ostras cambia de forma al alcanzar un tamaño determinado y que este cambio se produce cuando la razón ancho-alto sobrepasa la unidad; en este trabajo se realizaron los cálculos necesarios para establecer si en *P. mazatlanica* también se presenta dicho cambio. Para esto se calculó (para cada grupo) la razón aritmética del ancho y el grueso con respecto a la altura de la concha, esta última se agrupó en intervalos de 5 mm. Estos valores se graficaron señalando la medida a la cual la razón alto-ancho es igual a la unidad es decir, cuando ambas dimensiones son similares.

Por otra parte, los mismos autores han señalado que el crecimiento del peso con respecto a la altura de la concha para ambas especies de Ostras Perleras está descrito por la ecuación alométrica:

$$W = a L^b$$

donde **a** y **b** son constantes, **W** es el peso y **L** la altura. Asimismo, Huber (1985) afirma que esta ecuación alométrica se ha utilizado para describir la mayoría de los patrones de crecimiento relativo en los animales. Por lo cual, los logaritmos de ambas dimensiones pueden ser graficados para obtener una línea recta donde **a** es la ordenada al origen y **b** es la pendiente. Si **b > 1** entonces la dimensión crece relativamente más rápido que la dimensión de referencia **x**, y

se dice que el crecimiento es positivamente alométrico. Por el contrario, si $b < 1$ el crecimiento indica una alometría negativa y cuando $b = 1$ el crecimiento es isométrico.

Con el fin de establecer el tipo de crecimiento alométrico de las relaciones morfométricas ancho-alto y peso-alto de la concha de *P. mazatlanica*, se graficaron los valores logarítmicos de ambas dimensiones y se obtuvieron las ecuaciones correspondientes para cada grupo experimental.

RESULTADOS

Factores fisicoquímicos.

Los valores promedio de temperatura, oxígeno disuelto, nitratos y salinidad tanto superficiales como del fondo (10 m) se presentan en la Tabla 1 y Fig. 4. Como se puede observar las variaciones en profundidad, en el sitio de cultivo, fueron mínimas.

Las fluctuaciones estacionales de estos factores no mostraron influencia significativa sobre el crecimiento de la semilla de *Pinctada mazatlanica*, lo cual probablemente se deba a que los registros hechos durante el cultivo son evidencia insuficiente como para detectar algún efecto directo sobre el crecimiento de las ostras. Sin embargo se observó una cierta correspondencia entre la tasa de incremento en peso con respecto a la temperatura (Fig. 5), registrándose el mayor incremento en el grupo 3 y el grupo control durante junio, julio y agosto los cuales corresponden a los meses de verano en la región.

Crecimiento.

Pre-engorda.

a) Ostras de tamaño pequeño. Durante los dos primeros meses el crecimiento promedio de la semilla de los cuatro grupos fué muy homogéneo (ANVA; $P < 0.05$), tanto en peso como en medidas de longitud (altura, ancho y grueso). Sin embargo, el crecimiento de la semilla del grupo 2 durante el tercero y cuarto mes en esta fase fué menor que el del grupo control y el grupo 3, ambos con un crecimiento promedio muy similar (Tabla 2).

Tabla 1. Factores fisicoquímicos del agua de la superficie (s) y del fondo (f) en El Merito durante el ciclo de cultivo extensivo (1992-1993).

Meses	Temperatura °C		Salinidad ppm		O disuelto mm/l		Nitratos mg/l	
	s	f	s	f	s	f	s	f
Oct	28.8	28.8	36	33	7.7	8.1	7	8
Nov	26	26.5	34	36	7.3	7.2	6	7
Dic	23	23	36	36	8.8	8.7	8	5
Ene	21.5	21.5	36	36	8.5	8	9	6
Feb	21.1	21.1	35	35	8.8	8.3	6.5	6.5
Mar	22	21.5	36	38	7.8	7.5	6.5	6
May	23	22.5	36	36	8	8.6	7	6.5
Jun	24.5	23	36	36	8.8	8.5	7	7
Jul	26	23.5	35	35	9	8.8	6	6
Ago	27.5	26.5	35	35	8	8	6.5	6.5
Sep	28	28	36	36	8.5	8.5	6.5	6
Oct	29	29	36	34	7.8	8	7	7.7

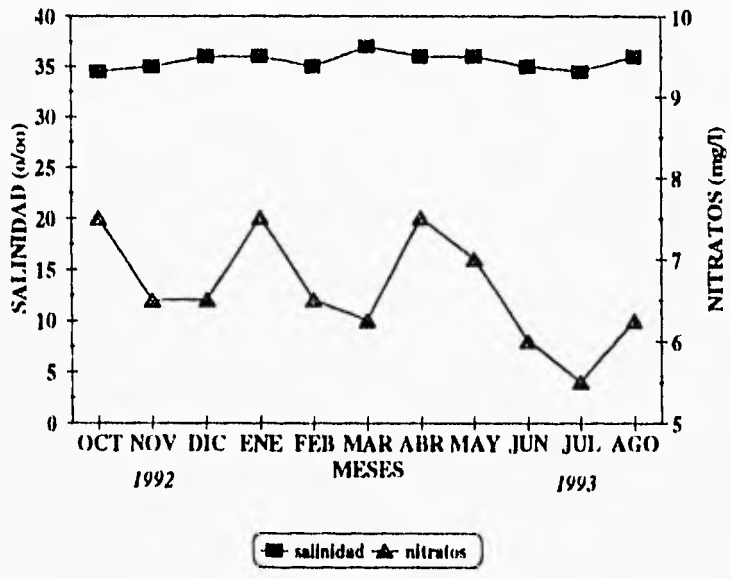
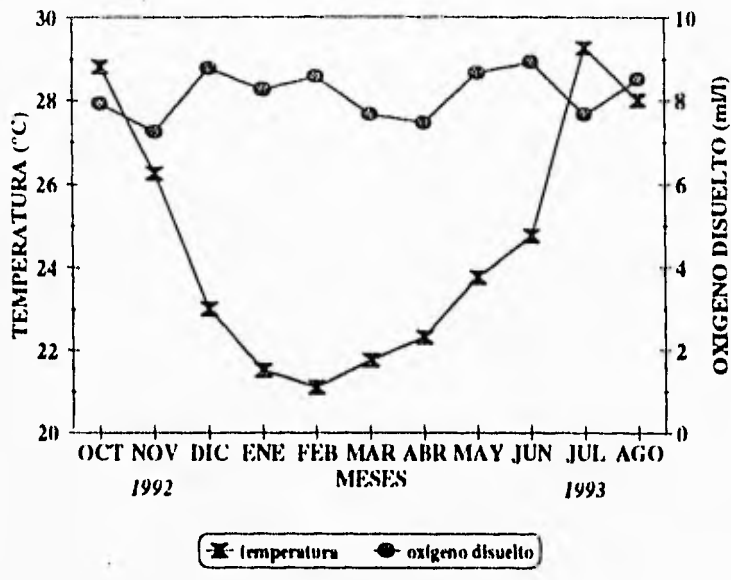


Figura 4. Factores fisicoquímicos en El Merito, durante el período de cultivo

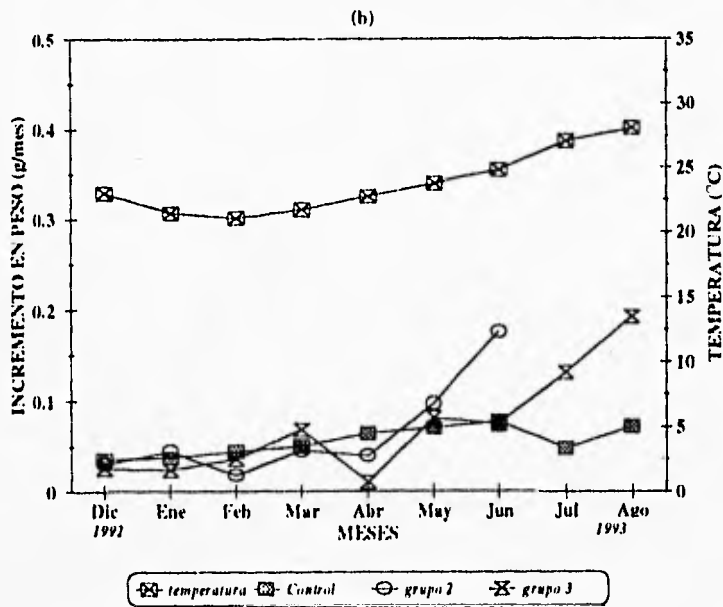
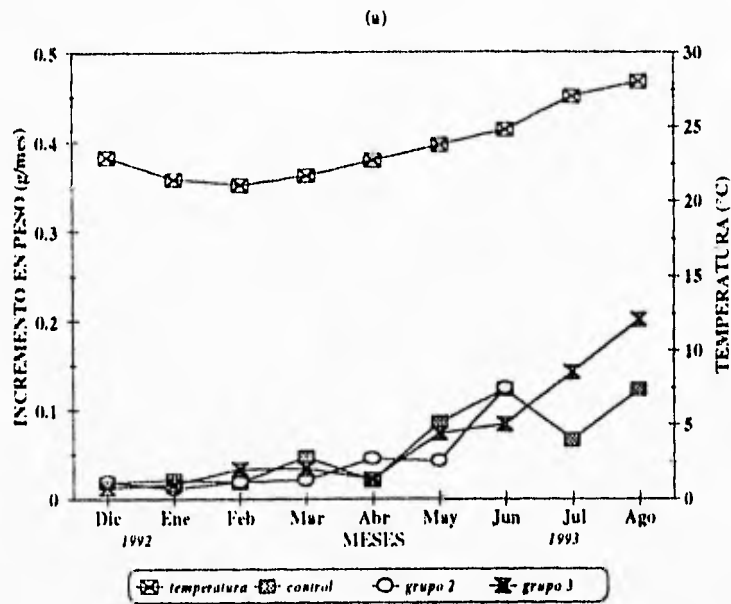


Figura 5. Tasa de incremento del peso (g/mes) de *P. mazatlanica* en relación a la temperatura (°C) registrada durante el ciclo de cultivo extensivo. a) ostras de tamaño pequeño y b) ostras de tamaño grande.

Tabla 2. Crecimiento promedio (mm/mes) de *P. mazatlanica*. Valores de la altura, el ancho, el grueso y el peso de la concha de las ostras de tamaño pequeño, del grupo control con 12 meses en pre-engorda y de los experimentales con 2, 4 y 6 meses en pre-engorda : 4 meses en cultivo de fondo y después de un año durante el cultivo extensivo (1992-1993), en El Merito.

MESES/GRUPOS	ALTURA (mm)				ANCHO (mm)				GRUESO (mm)				PESO (g)			
	C	1	2	3	C	1	2	3	C	1	2	3	C	1	2	3
Oct	7.79	7.78	7.93	7.33	8.6	9.08	9.16	8.66	1.78	1.72	1.73	1.94				
Nov	12.2	13.9	13.23	13.69	13.54	14.51	14.35	14.82	2.74	2.7	2.68	2.86	0.24	0.3	0.3	0.39
Dic	17.14	17.57	16.76	17.08	18.09	18.6	17.87	18.34	3.63	3.8	3.98	3.64	0.69	0.68	0.77	0.7
Ene	23.14	21.09	21.02	22.24	23.65	22.41	21.66	22.72	5.17	4.91	4.8	4.89	1.5	1.29	1.17	1.31
Feb	25.74	23.82	24.14	24.89	26.4	24.63	24.81	25.37	6.06	5.81	5.64	5.8	2	1.76	1.7	2.23
Mar	28.43	27.53	25.64	28.28	28.85	27.4	26.76	29.46	6.91	6.47	6.29	6.81	3.7	2.76	2.46	3.46
Abr	31.71		27.19	31.74	32.5	28.63	28.24	32.46	7.78	7.23	7	7.8	4.27	3.38	3.73	4.08
May	37.11		31.79	34.49	37.68		32.34	35.71	9.07		8.47	8.83	7.16		5.16	6.55
Jun	39.98		34.98	37.73	40.46		36.02	39.39	9.79		9.53	9.88	10.33		8.35	8.7
Jul	42.6			42.17	42.56			43.88	10.81			11.07	12.28			12.96
Ago	45.64			48.21	45.15			49.14	12.02			13.27	17.42			21.4
Sep																
Oct	49.16	46.95	46.44	52.69	47.8	45.48	46.67	53.5	12.64	12.77	13.03	14.09	19.23	15.82	17.81	24.9

b) Ostras de tamaño grande. En este caso y a diferencia de las ostras de tamaño pequeño, se observaron diferencias significativas (ANVA; $P < 0.05$) en el crecimiento promedio de la semilla de los cuatro grupos: el grupo 1 tuvo el mayor crecimiento en altura, en ancho, en grueso y en peso durante los dos meses que se mantuvo en pre-engorda y el grupo 3 presentó el menor crecimiento en los primeros cuatro meses, recuperándose posteriormente. El control y el grupo 2 mostraron un crecimiento promedio similar en talla y en peso durante esta misma etapa (Tabla 3).

Cultivo de fondo.

a) Ostras de tamaño pequeño. Los juveniles del grupo 3 mostraron el mayor crecimiento promedio en altura, ancho, grueso y peso de la concha durante los 4 meses de cultivo de fondo, mientras que el grupo 1 tuvo el menor crecimiento (Tabla 2). El grupo control, que aún continuaba en pre-engorda mostró un crecimiento promedio mayor en talla y peso que los grupos 1 y 2 durante los cuatro meses que estos últimos permanecieron en cultivo de fondo.

Al comparar el crecimiento del grupo control y el grupo 3, se observó que ambos fueron muy similares durante los tres primeros meses, que este último permaneció en cultivo de fondo; no obstante, en el cuarto mes las ostras del grupo 3 crecieron más que las ostras del grupo control (Tabla 2).

En las figuras 6a, 7a, 8a y 9a, se muestra el crecimiento de las ostras de los grupos control 1, 2 y 3 (respectivamente) durante el ciclo de cultivo extensivo. El crecimiento registrado en los cuatro grupos después de un año (octubre, 1993) fue significativamente diferente (ANVA; $P < 0.05$). La prueba de comparación múltiple de Tukey (Tabla 4) determinó que el grupo 3 tuvo el mayor crecimiento; en lo que a medidas de longitud se refiere las ostras de este grupo crecieron 3.5 cm más en altura, 5.7 cm más en ancho y 5.7 g más en peso que el grupo control; y

1.1 cm más en grueso que el grupo 2 (estas comparaciones se realizaron con los grupos más cercanos en crecimiento al grupo 3).

Finalmente, el análisis de covarianza también indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las pendientes de las curvas de crecimiento de los grupos experimentales. En la Tabla 5 se muestra que el mayor crecimiento en altura de la concha lo presentó el grupo 3 y que el crecimiento de el ancho, el grueso y el peso del grupo control fué muy similar al del grupo 3. En cuanto a los grupos 1 y 2 ambos mantuvieron en general, un crecimiento menor al del control y el grupo 3.

b) Ostras de tamaño grande. De manera similar a las ostras de tamaño pequeño, los grupos 1 y 2 tuvieron el menor crecimiento promedio durante los 4 meses que permanecieron en cultivo de fondo.

Durante los dos primeros meses en esta etapa el grupo 3 tuvo un crecimiento promedio menor en talla y en peso con respecto al grupo control el cual permanecía en pre-engorda, sin embargo en el tercero y cuarto mes de cultivo de fondo los juveniles del grupo 3 crecieron más que los del grupo control (Tabla 5).

Además de lo anterior, también se presentaron diferencias significativas (ANVA; $P < 0.05$) en el crecimiento promedio registrado en la última medición (octubre, 1993). La Tabla 6 muestra que los mayores promedios de crecimiento en altura, ancho, grueso y peso fueron de los grupos 2 y 3; en el caso de el control se observa que sus promedios en grueso y peso son mucho más bajas que el resto de los grupos: el grupo 3 con 2.3 cm más en grueso, mientras que las diferencias en peso fueron desde 5.4 g (grupo 1) hasta 13.4 g (grupo 3) más que el control. El crecimiento de los grupos control, 1, 2 y 3 durante el ciclo de cultivo extensivo se presenta en las figuras 6b, 7b, 8b y 9b respectivamente.

Tabla 3. Crecimiento promedio (mm/mes) de *P. mazatlanica*. Valores de la altura, el ancho, el grueso y el peso de la concha de las ostras de tamaño grande, del grupo control con 12 meses en pre-engorda y de los experimentales con 2, 4 y 6 meses en pre-engorda; 4 meses en cultivo de fondo y después de un año durante el cultivo extensivo (1992-1993), en El Merito.

MESES/GRUPOS	ALTURA (mm)				ANCHO (mm)				GRUESO (mm)				PESO (g)				
	C	1	2	3	C	1	2	3	C	1	2	3	C	1	2	3	
Oct	13.3	13.67	13.67	12	14.42	14.77	14.37	16.02	2.84	2.83	2.76	2.35					
Nov	18.38	21.54	19.7	16.21	19.17	22.42	20.17	18.11	3.68	4.2	4.07	3.46	0.62	0.89	0.77	0.6	
Dic	22.38	24.11	21.93	21.6	22.98	24.99	22.25	22.41	4.88	5.21	4.92	4.6	1.49	1.88	1.48	1.22	
Ene	28.18	27.49	27.01	25.97	29.84	29.26	28.24	27.06	6.52	6.35	6.49	5.76	2.89	3.26	3.17	2.13	
Feb	31.12	29.42	30.76	28.57	32.81	31.37	32.09	30.21	7.37	7.23	7.38	6.79	4.11	3.4	3.69	3.13	
Mar	34.44	32.71	32.16	32.75	36.73	34.95	33.53	34.53	8.64	8.26	8.01	7.97	5.9	5.43	5.3	5.59	
Abr	36.79	34.63	33.77	34.71	38.87	36.88	35.81	36.4	8.99	9.17	8.92	8.6	7.69	7.95	6.4	5.86	
May	40.85		38.25	37.53	42.53		39.89	39.62	10.13		10.4	9.83	10.08		9.64	8.63	
Jun	41.98		40.52	39.6	43.31		43.43	41.68	10.24		11.2	10.63	12.08		14.2	10.56	
Jul	45.59			45.19	46.19			45.55	11.31			12.09	13.5			14.46	
Ago	47.1			49.99	45.98			50.76	12.04			13.9	16.48			22.49	
Sep																	
Oct	48.57	50.31	52.16	54.44	47.17	49.8	52.52	54.81	12.41	13.82	14.29	14.76	15.82	21.21	25.07	29.23	

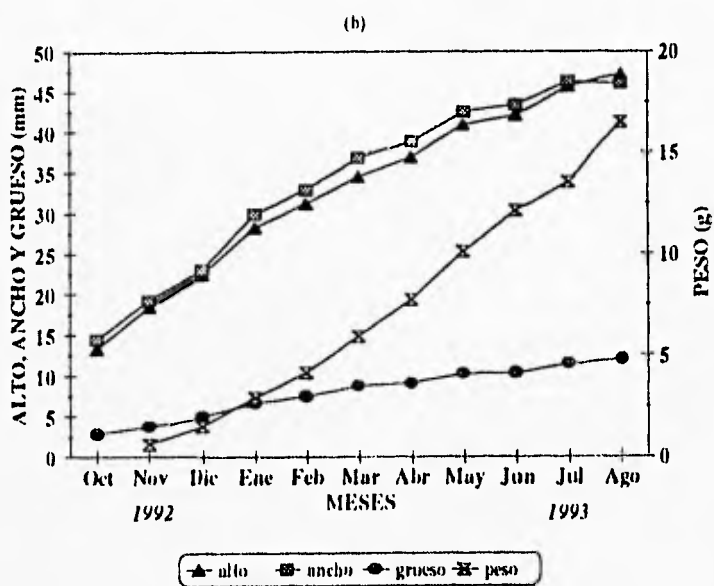
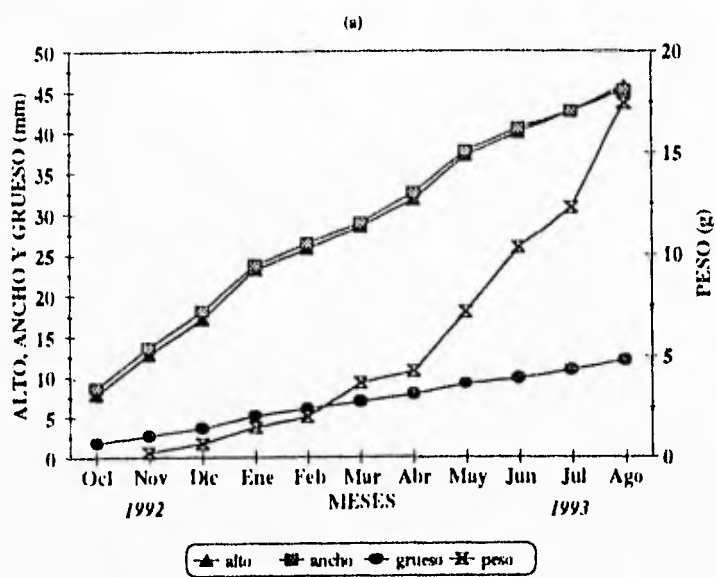


Figura 6. Incremento en tallas y peso de las ostras del grupo control durante diez meses en etapa de pre-engorda.
 a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande

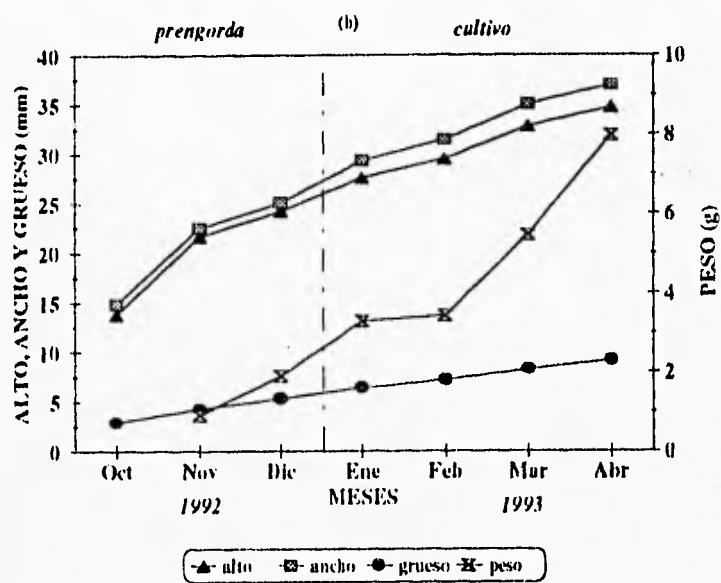
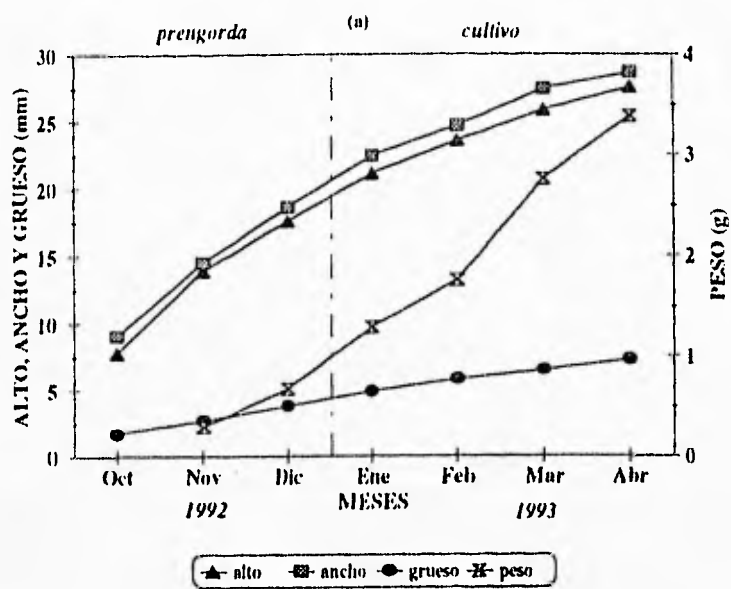


Figura 7. Incremento en tallas y peso de las ostras del grupo 1 durante 2 meses en etapa de pre-engorda y 4 meses en cultivo de fondo.
 a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande

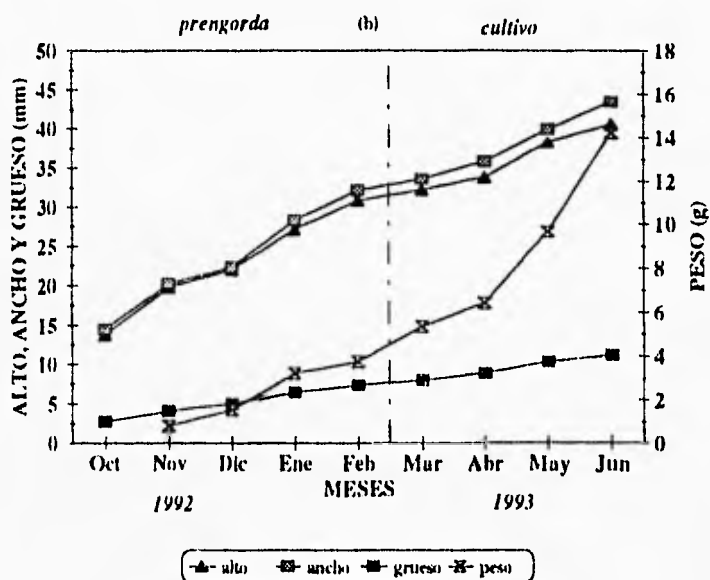
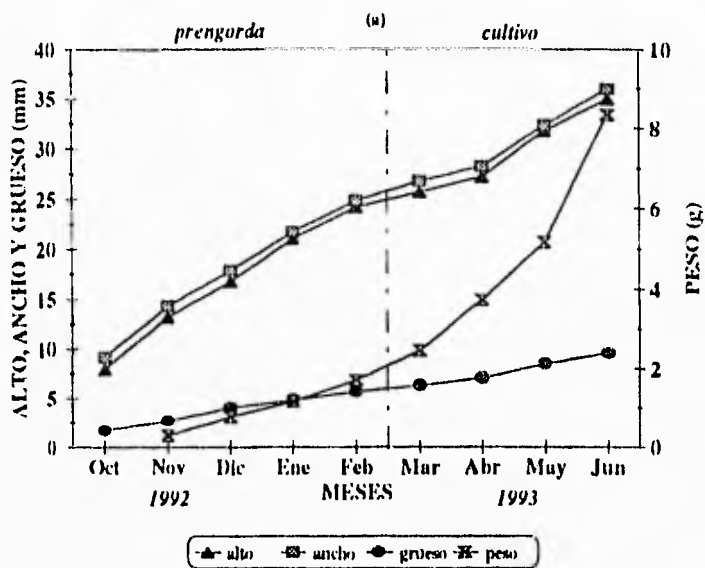


Figura 8. Incremento en tallas y peso de las ostras del grupo 2 durante 4 meses en etapa de pre-engorda y 4 meses en cultivo de fondo.
 a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande

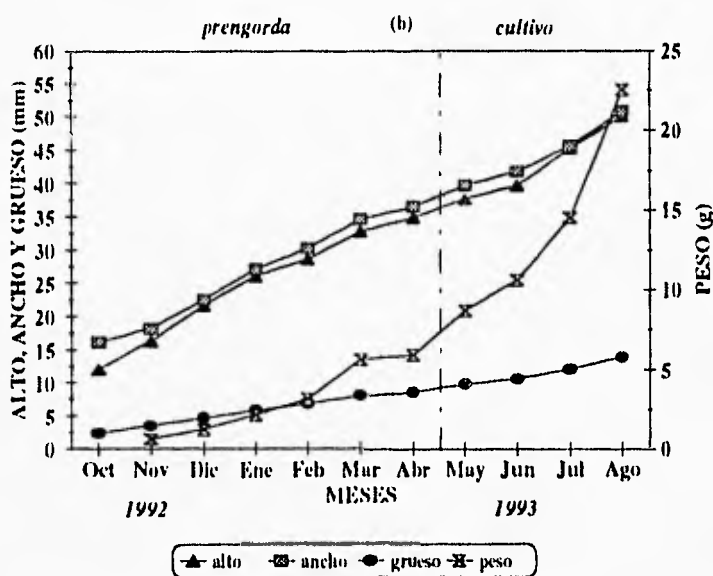
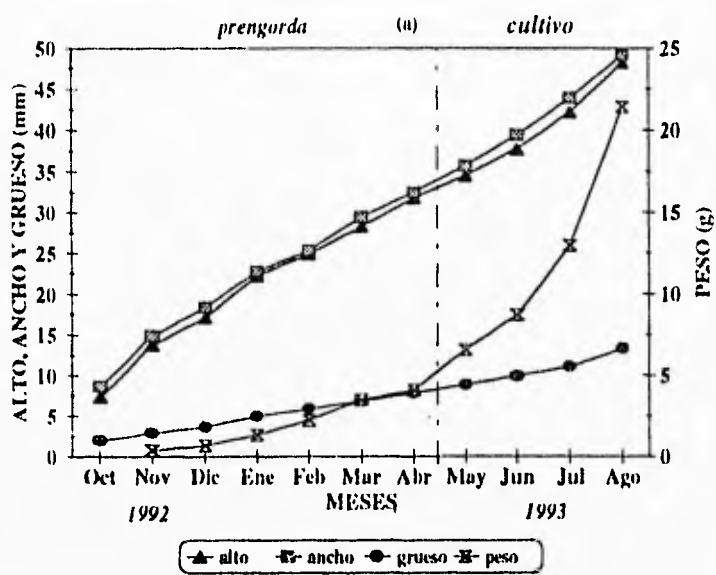


Figura 9. Incremento en tallas y peso de las ostras del grupo 3 durante 6 meses en etapa de pre-*engorda* y 4 meses en cultivo de fondo.
 a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande

Tabla 4 . Prueba de comparación múltiple de Tukey para el crecimiento promedio(mm/mes) de *P. mazatlanica* de tamaño pequeño registrado el doceavo mes (oct. 1993) en el ciclo de cultivo extensivo.

	<u>GRUPOS</u>	<u>PROMEDIO</u>	<u>GRUPOS HOMOGENEOS</u>
ALTO	2	46.44	X
	1	46.945	X
	control	49.16	X
	3	52.688	X
ANCHO	1	45.48	X
	2	46.665	X
	control	47.798	X
	3	53.495	X
GRUESO	control	12.64	X
	1	12.765	X
	2	13.03	X
	3	14.09	X
PESO	1	15.821	X
	2	17.814	X
	control	19.234	X
	3	24.896	X

Tabla 5. Prueba de comparación múltiple de Tukey para las pendientes de las curvas de crecimiento de *P. mazatlanica* de tamaño pequeño durante el ciclo de cultivo extensivo (1992-1993).

	GRUPOS	PENDIENTE	GRUPOS HOMOGENEOS
ALTO	1	0.09972	XX
	2	0.10211	X
	control	0.118036	X
	3	0.118339	X
ANCHO	2	0.100943	X
	1	0.101305	XX
	control	0.115336	X
	3	0.119203	X
GRUESO	1	0.029175	XX
	2	0.03195	X
	control	0.032021	XX
	3	0.033949	X
PESO	1	0.019959	X
	2	0.032636	XX
	control	0.056966	X
	3	0.062884	XX

Tabla 6 . Prueba de comparación múltiple de Tukey para el crecimiento promedio(mm/mes) de *P. mazatlanica* de tamaño grande registrado el doceavo mes (oct. 1993) en el ciclo de cultivo extensivo.

	GRUPOS	PROMEDIO	GRUPOS HOMOGENEOS
ALTO	control	48.573	X
	1	50.305	XX
	2	52.16	XX
	3	54.44	X
ANCHO	control	47.17	X
	1	49.798	XX
	2	52.515	XX
	3	54.808	X
GRUESO	control	12.41	X
	1	13.823	X
	2	14.288	X
	3	14.755	X
PESO	control	15.821	X
	1	21.206	X
	2	25.069	XX
	3	29.226	X

Tabla 7. Prueba de comparación múltiple de Tukey para las pendientes de las curvas de crecimiento de *P. mazatlanica* de tamaño grande durante el ciclo de cultivo extensivo (1992-1993).

	GRUPOS	PENDIENTE	GRUPOS HOMOGENEOS
GRUESO	control	0.02915	X
	1	0.03264	XX
	2	0.03357	X
	3	0.03458	XX
PESO	1	0.01996	X
	2	0.05515	X
	control	0.05619	XX
	3	0.06733	XX

Por lo que se refiere a las curvas de crecimiento, el análisis de covarianza sólo indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el crecimiento del grueso y peso de la concha. El grupo control tuvo el menor crecimiento en grueso y el grupo 1 presentó el menor crecimiento en peso (Tabla 7).

Sobrevivencia y Mortalidad.

Pre-engorda.

Se observó un alto porcentaje de mortalidad en las ostras pequeñas y grandes después del primer mes en etapa de pre-engorda (Tablas 8 y 9). La semilla pequeña del grupo 3 presentó casi el 50% de mortalidad en este mes. No obstante, en los meses posteriores a esta etapa, la sobrevivencia de la semilla aumentó satisfactoriamente.

Cultivo de fondo.

Los grupos 1 y 2 tuvieron un 5 % de mortalidad durante el primer mes en cultivo de fondo, en contraste con el grupo 3 que presentó el 100 % de sobrevivencia durante sus 4 meses en esta misma fase.

En el grupo control la sobrevivencia durante la pre-engorda fué del 100 % a partir del cuarto mes para las ostras de talla pequeña y después del quinto mes en las de talla grande. Posteriormente, en la última medición (octubre, 1993) la mortalidad en el grupo control incrementó del 12.5 % en las ostras pequeñas y del 35 % en las ostras grandes (Tablas 8 y 9 respectivamente). En ambos casos se observó que las conchas y los procesos de crecimiento se tornaban blandos, quebradizos y astillados; además, la mayoría de las ostras habían perdido sus bisos. De forma contrastante, la mortalidad en los grupos 1, 2 y 3 fué mínima y las ostras se encontraban en perfectas condiciones, incluso las conchas y los procesos de crecimiento eran más duros y resistentes.

Tabla 8. Mortalidad mensual (%) de las ostras de tamaño pequeño de *P. mazatlanica* durante el ciclo de cultivo extensivo (1992-1993).

<u>MESES</u>	<u>GRUPO 1</u>	<u>GRUPO 2</u>	<u>GRUPO 3</u>	<u>CONTROL</u>
Nov	32.5	22.5	47.5	32.5
Dic	1.25	6.25	3.75	5
Ene	2.5	6.25	1.25	1.25
Feb	13.75	1.25	2.25	2.5
Mar	0	5	5	0
Abr	0	2.25	1.25	0
May	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0
Oct	2.5	2.5	2.5	12.55

Tabla 9. Mortalidad mensual (%) de las ostras de tamaño grande de *P. mazatlanica* durante el ciclo de cultivo extensivo (1992-1993).

<u>MESES</u>	<u>GRUPO 1</u>	<u>GRUPO 2</u>	<u>GRUPO 3</u>	<u>CONTROL</u>
Nov	20	26.25	30	33.75
Dic	0	6.25	6.25	5
Ene	5	1.25	3.25	0
Feb	1.25	1.25	2.25	1.25
Mar	1.25	0	1.258	2.5
Abr	0	0	0	0
May	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0
Oct	7.5	12.5	2.5	35

En las Fig. 10, 11, 12 y 13 se muestran los promedios de la altura de la concha de las ostras muertas con respecto a la altura promedio registrada el mismo mes (el número entre paréntesis indica las conchas medidas). En los 4 grupos de ostras, los valores de la altura de la concha de las ostras muertas con respecto a la altura promedio de las ostras vivas, reflejan claramente, que la muerte de las mismas se produjo casi inmediatamente después de realizar las mediciones y actividades de limpieza. Estas observaciones podrían indicar que la manipulación de los organismos afectó ligeramente la sobrevivencia; sin embargo, el número de conchas de ostras muertas encontradas en cada grupo es mínimo

Relaciones morfológicas.

Los valores de la razón aritmética ancho-alto indican que el ancho de la concha de las ostras del grupo 1 es 1.02 a 1.98 veces mayor que el alto. Mientras que en las ostras del grupo 2 el ancho es 1.01 a 1.98 veces más largo que la altura (Fig. 14). En el caso de las ostras del grupo 3 y del grupo control el ancho es 0.98 a 1.21 y 1 a 1.6 (respectivamente) veces mayor que el alto (Fig. 15).

La figura 15 muestra que la razón ancho-alto es igual a la unidad cuando la altura promedio de la concha es de 44 a 60 mm y por lo tanto, cabe esperar que a partir de este momento la concha de la Madreperla empezará a cambiar de forma, de subcuadrada a oblonga.

Las Fig. 14 y 15 muestran que existe un incremento en el grosor de la concha a través del tiempo; y que el crecimiento relativo de esta dimensión con referencia al alto descende levemente en estados avanzados de la vida de las ostras.

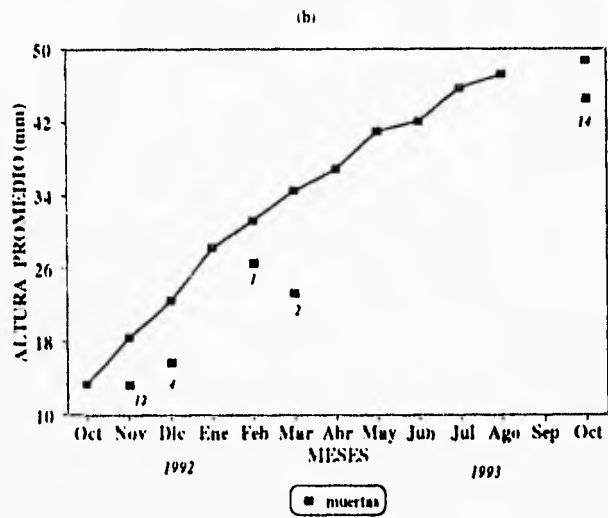
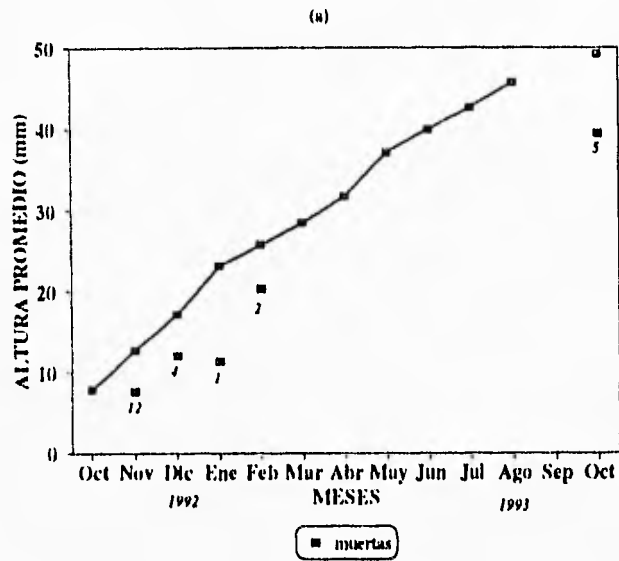


Figura 10. Comparación entre las alturas promedio de las conchas de ostras vivas y muertas del grupo Control. Los números indican el número de ostras muertas medidas. a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande.

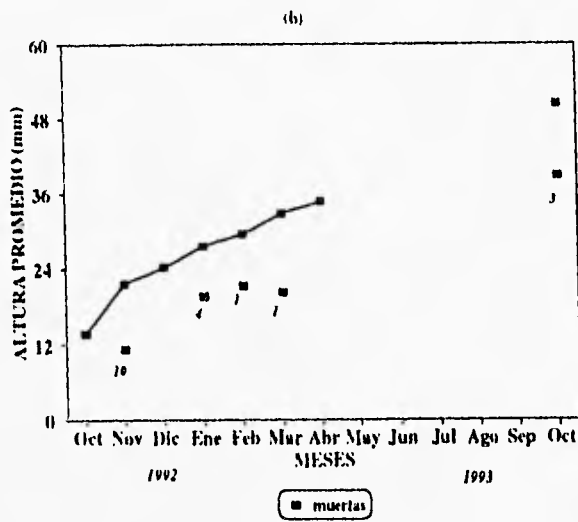
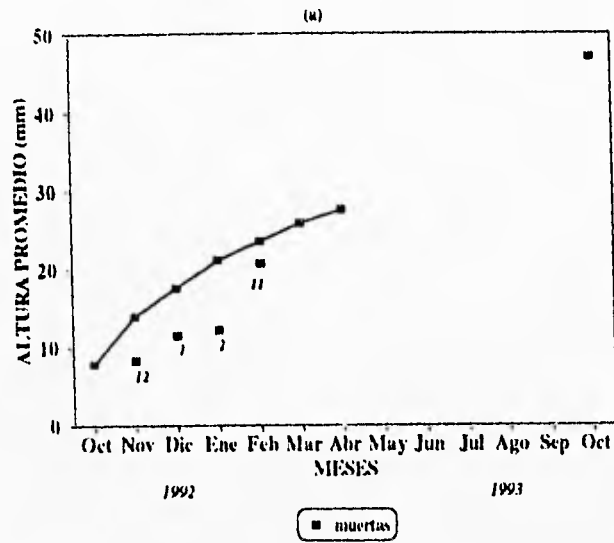


Figura 11. Comparación entre las alturas promedio de las conchas de ostras vivas y muertas del grupo 1. Los números indican el número de ostras muertas a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande.

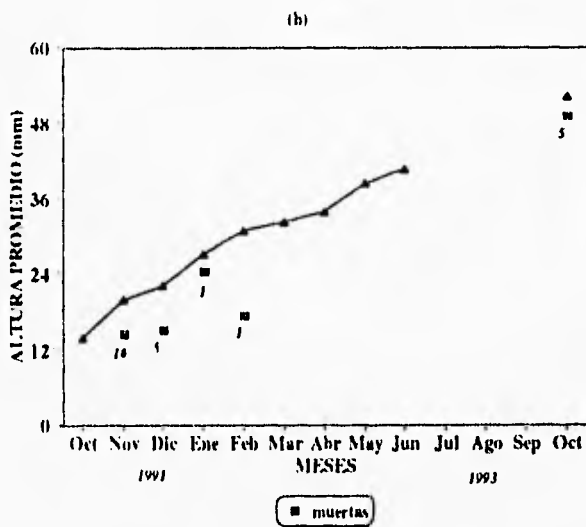
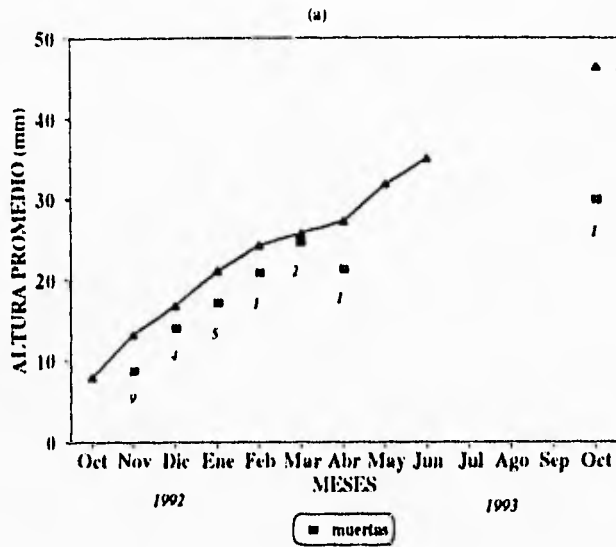


Figura 12. Comparación entre las alturas promedio de las conchas de ostras vivas y muertas del grupo 2. Los números indican el número de ostras muertas a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande.

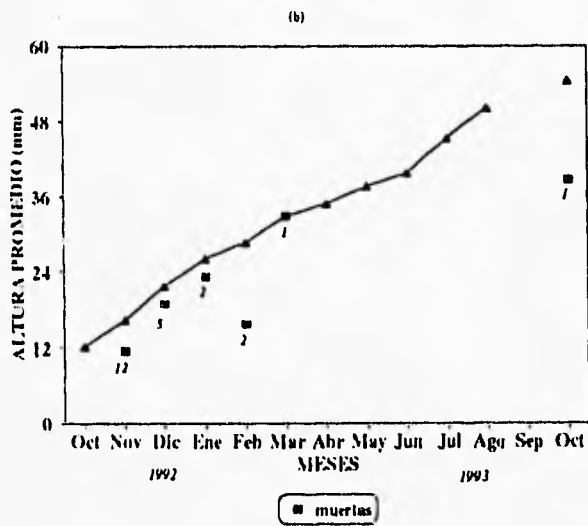
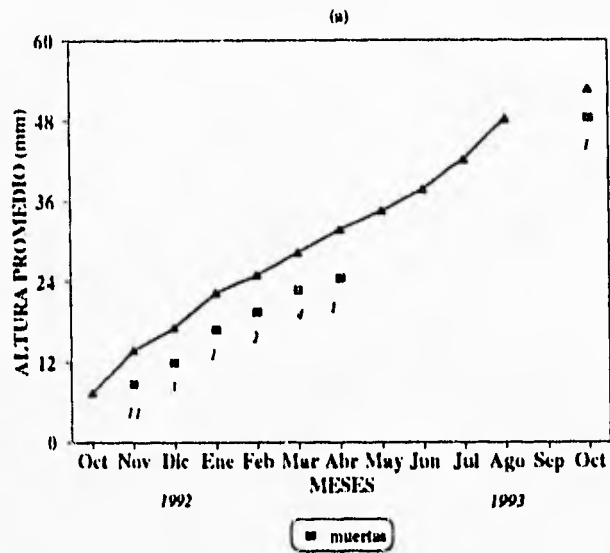


Figura 13. Comparación entre las alturas promedio de las conchas de ostras vivas y muertas del grupo 3. Los números indican el número de ostras muertas a) ostras de tamaño pequeño b) ostras de tamaño grande.

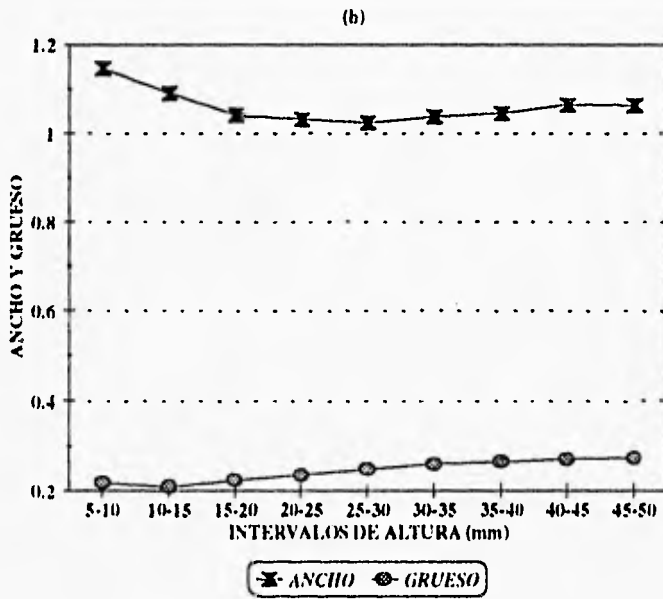
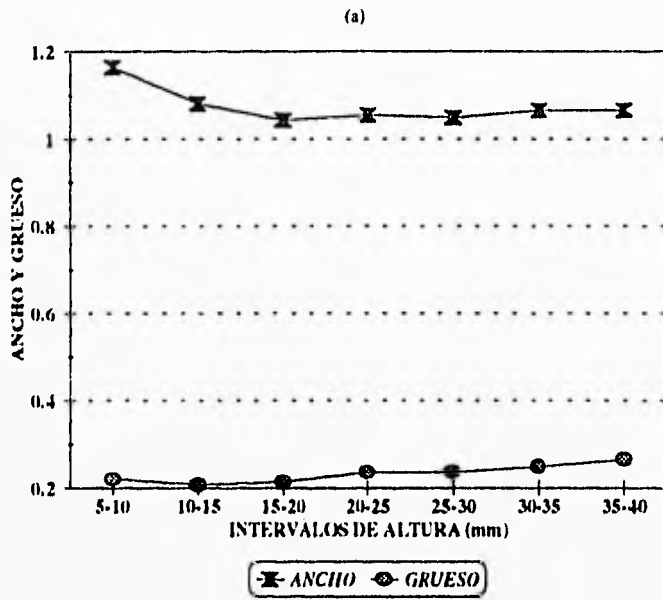


Figura 14. Crecimiento del ancho y grueso de la concha de *Pinctada mazatlanica* en relación a la altura a) grupo 1 y b) grupo 2

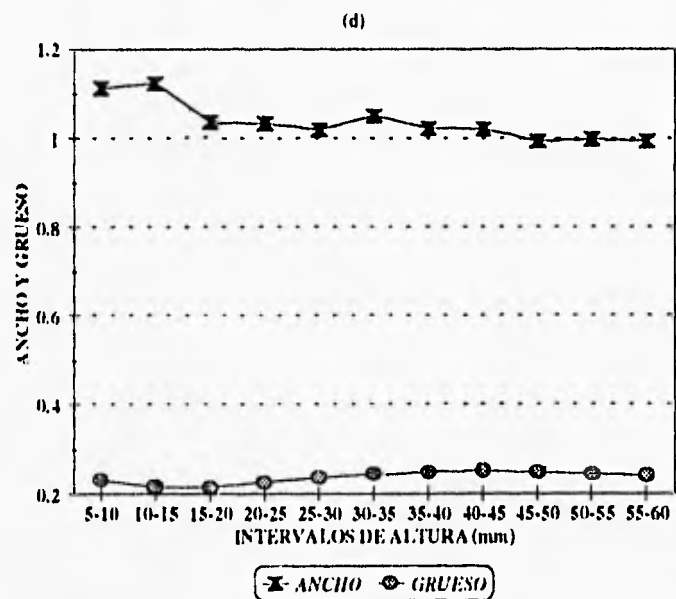
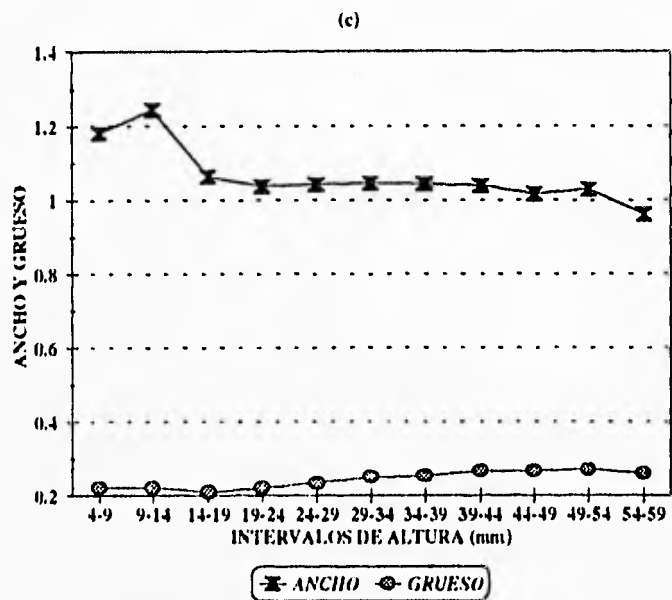


Figura 15. Crecimiento del ancho y grueso de la concha de *Pinetada mazatlanica* en relación a la altura a) grupo 3 y b) grupo control

En la Tabla 10 se muestran las regresiones lineales del ancho con respecto a la altura, en ellas se observa que la pendiente de las ecuaciones de los grupos 1 y 2 son mayores que la unidad lo cual implica que el crecimiento relativo de ambas dimensiones es alométrico positivo. Contrastando con el grupo 3 y el grupo control, en los cuales la pendiente de la recta es menor que la unidad indicando así, una alometría negativa es decir, que la altura de la concha se incrementa relativamente más rápido que el ancho de la misma; lo cual confirma que el cambio en forma de la concha ocurrió primero en los individuos de estos grupos.

Por otra parte, la relación entre el peso y el alto de la concha fue descrito por la ecuación de tipo potencial con la fórmula:

$$W = aL^b$$

en donde **W** es el peso, **L** es la altura, **a** y **b** son constantes; este modelo es el mismo reportado por Galtsoff (1931) y Alagarwami y Chella (1977). En la tabla 11 se muestran las ecuaciones lineales de cada grupo.

Tabla 10. Ecuaciones del crecimiento alométrico del ancho (A) con respecto a la altura (L) de la concha de *P. mazatlanica* durante el ciclo de cultivo extensivo (1992-1993).

GRUPOS	ECUACION	r	r
1	$A = 0.3453 + 1.0446 L$	0.9817	96.38
2	$A = 0.2185 + 1.0361 L$	0.9858	92.98
3	$A = 1.2335 + 0.9989 L$	0.981	96.24
C	$A = 1.5469 + 0.97511 L$	0.9819	96.4

Tabla 11. Ecuaciones lineales del crecimiento alométrico del peso (P) respecto a la altura (L) de la concha de *P. mazatlanica* durante el ciclo de cultivo extensivo (1992-1993).

GRUPOS	ECUACION	r	r
1	$\log P = -10.269 + 3.4221 \log L$	0.9599	92.15
2	$\log P = -9.778 + 3.2841 \log L$	0.9626	92.65
3	$\log P = -10.098 + 3.3619 \log L$	0.9809	96.23
C	$\log P = -9.7105 + 3.2294 \log L$	0.9714	94.35

DISCUSION

Crecimiento y mortalidad.

Los análisis de covarianza de las curvas de crecimiento (Fig. 6, 7, 8 y 9) y los registros de sobrevivencia (Tablas 8 y 9), muestran que la semilla de Madreperla (tanto pequeñas como grandes) que permanecieron seis meses (grupo 3) en pre-engorda, presentaron el mayor crecimiento promedio y los mayores porcentajes de sobrevivencia al final del ciclo de cultivo, en comparación a las ostras que sólo permaneció dos y cuatro meses (grupos 1 y 2 respectivamente), en ésta misma etapa.

El crecimiento de cualquier organismo puede ser modificado en respuesta a alteraciones naturales o artificiales de los factores físicos, químicos y biológicos que actúan en su entorno. En este caso, un factor importante y que repercutió directamente en el crecimiento de los juveniles de Madreperla, probablemente fué el hecho de que en ambas etapas, pre-engorda y cultivo de fondo, las ostras se colocaron en diferentes tipos de canastas: Las canastas ostrícolas utilizadas en la pre-engorda proporcionan gran protección a los organismos contra depredadores y competidores. Además, coloca a la semilla en niveles de mayor productividad marina, es decir con mayor disponibilidad de alimento (Sevilla, 1969; Parsons y Danswell, 1992); mientras que cuando los juveniles son trasladados al fondo y colocados en las llamadas canastas tipo "riel", estos tienen un mayor contacto con el ambiente y menor protección.

Aunque la diferencia en profundidad entre las etapas de cultivo no fué mayor de 3 a 4 m, la protección que brindaron las canastas plásticas utilizadas en pre-engorda fué mayor que la que presentaron las canastas de cultivo de fondo. Sin embargo, es necesario tomar en

cuenta que en cierto momento, el animal requiere un espacio mayor para un crecimiento favorable debido al aumento de tamaño. Por tal razón la semilla con 2 y 4 meses en pre-engorda aún puede considerarse frágil y vulnerable para ser trasladada a cultivo de fondo.

Es importante considerar que las canastas ostrícolas utilizadas para la pre-engorda no fueron muy altas, por lo que, a medida que fueron creciendo, los juveniles se encontraron con un espacio más reducido, por lo que, resulta contraproducente mantener durante períodos prolongados a las ostras dentro de estas canastas. El grupo control puede ser considerado como un ejemplo de esto, ya que durante los primeros siete meses en condiciones de pre-engorda tanto las ostras pequeñas como las grandes, presentaron un crecimiento constante con un máximo de sobrevivencia. Asimismo, las tallas promedio siempre fueron mayores que las de los grupos experimentales; después del lapso de 7 meses la tasa de incremento en talla disminuyó notablemente de tal manera que después de 12 meses (última medición) este grupo presentó el menor crecimiento, la mayor mortalidad, las conchas de las ostras se mostraban frágiles con las proyecciones de crecimiento poco protuberantes.

Existen algunos estudios en los que se ha registrado crecimiento de las Ostras Perleras durante la fase de pre-engorda; así, Gaytan *et al.* (1989) trabajaron en Madreperla (*Pinctada mazatlanica*) en la Bahía de La Paz con organismos de talla inicial de 12.8 mm y obtuvieron un crecimiento final de 32.64 mm de altura promedio de la concha y una tasa de crecimiento absoluto de 0.08 mm/día para un total de 224 días de pre-engorda. En Concha Nácar (*Pteria sterna*) con una talla inicial de 13.0 mm y después de 90 días en pre-engorda los autores reportaron un crecimiento promedio de altura de las ostras de 37.79mm.

Por otra parte Araya y Bückle (1991); quienes trabajaron en *Pteria sterna* en la Bahía de Los Angeles en el Golfo de California, señalan que el crecimiento después de un período de 10 meses en pre-engorda fué de 66.0 mm con una talla inicial de 42.0 mm y una tasa de incremento total de 0.10 mm/día.

En ambos estudios se utilizaron canastas ostrícolas similares a las utilizadas en este trabajo. No obstante, al comparar los resultados obtenidos en las ostras pequeñas del grupo control en períodos similares se observó que a los 224 días y después de 10 meses en pre-engorda, la altura promedio de *P. mazatlanica* fue de 31.75 y 45.64 mm y la tasa de crecimiento absoluto fue de 0.083 y 0.12 mm/día respectivamente. En cuanto a las ostras de tamaño grande del mismo grupo se observó que después de 224 días la altura promedio fué de 32.66 mm con un crecimiento absoluto de 0.074 mm/día y a los 10 meses de 47.1 mm y 0.107 mm/día respectivamente. Desafortunadamente, estos trabajos no pueden ser tomados como puntos de comparación si se toma en cuenta que además de involucrar especies diferentes, las tallas iniciales no fueron diferentes. Sin embargo, se aprecia claramente que los resultados mostrados por Gaytan *et al.* (1989) para *P. mazatlanica* son similares a los calculados aquí después del mismo período de tiempo, a pesar que la talla inicial de la semilla fué menor en dicho estudio.

Por otra parte, es importante mencionar que el crecimiento promedio registrado en las ostras grandes fué más lento que el de las ostras pequeñas durante todo el ciclo de cultivo extensivo. Este mismo comportamiento fué reportado por Shirai y Sano (1979) para *Pinctada mazatlanica* y coinciden con las observaciones de estudios previos sobre crecimiento de Ostras Perleras (Chellam, 1977 y Nalluchinnappan, *et al.*, 1982; Somasekar, *et al.*, 1982; Sevilla, 1969; y Gervis y Sims, 1992), en donde se establece que conforme avanza la edad, el ritmo de

crecimiento disminuye, es decir que los organismos juveniles tienen una tasa de crecimiento absoluto más rápida que los adultos.

Nalluchinnappan *et.al.* (1982) menciona que en *Pinctada fucata* en el Golfo de Manar las tallas grandes (47.6-57.86 mm) tienen una tasa de crecimiento promedio de 0.85 mm/mes y los grupos de tallas pequeñas (22.2-48.19 mm) tuvieron un crecimiento absoluto de 2.18 mm/mes. Chellam (1977), menciona que las ostras perleras en la India, presentan el crecimiento más rápido en los primeros tres años de vida. De acuerdo con Devanesen y Chidambaran (1956), citados en Nalluchinnappan *et.al.*, (1982) el crecimiento de las ostras perleras es inversamente proporcional a la edad de la semilla.

Entre otros factores que influyen sobre el crecimiento no sólo de las ostras perleras, sino de los organismos en general se citan los factores ambientales. Sevilla (1969) y Gervis y Sims (1992), coinciden en que la temperatura es uno de los más importantes, ya que además de influir en la distribución y en la abundancia de los organismos, modifica directamente la fisiología y el comportamiento de los mismos. En las ostras perleras modifica la tasa de filtración; también existe una relación estrecha entre la temperatura del agua y el ritmo de secreción del nácar, con una secreción máxima entre 23-28 °C, que se suspende por debajo de los 13°C (Calin, 1949).

Araya y Bückle (1991) señalan la existencia de una correlación positiva entre el crecimiento de *P. sterna* y la temperatura del agua. Encontraron que la tasa de crecimiento específico fue significativamente mayor durante los meses cálidos (mayo-julio) cuando la temperatura se elevó de 19.2 a 27.4 °C. Asimismo, Nasr (1984) menciona que *P. margaritifera* en la Bahía Dongonab en el Mar Rojo, tiene un incremento en altura de junio-septiembre (verano) y un ligero decremento poco antes de diciembre-enero (invierno).

Otros bivalvos como la almeja asiática *Corbicula fluminea* presentó tasas altas de crecimiento en peso y altura de la concha cuando la temperatura del agua fué de 24 y 30 °C (Joy, 1985). Borrero y Hilbish (1988) encontraron un crecimiento de la concha de *Geukensia demissa* mayor en los meses de verano. Parsons y Danswell (1992) citan resultados similares para la escalopa gigante *Placopecten magellanicus*.

Con respecto al crecimiento de la Madreperla en este estudio, se observó cierta correspondencia entre el incremento en la tasa de crecimiento absoluto en peso con el aumento en la temperatura durante los meses de verano (Fig. 5). Esto puede ser explicado con base en los resultados obtenidos por Borrero y Hilbish (1988) quienes encontraron que el crecimiento en la altura de la concha y los tejidos blandos de bivalvos no coinciden necesariamente en el tiempo, como consecuencia de la variación de los factores ambientales y ciclos endógenos del animal y que las fluctuaciones en peso de los tejidos blandos están típicamente asociados con la variación y disponibilidad de alimento, el ciclo reproductivo y los patrones de almacenamiento y utilización de la energía. Comprobaron que en una población de *Mytilus edulis* el crecimiento de la concha precede al crecimiento de los tejidos blandos el cual afecta directamente el crecimiento en peso total del animal. Mencionan un incremento en peso entre enero y abril, lo cual coincide con el incremento de la temperatura del agua. Por lo tanto, es necesario realizar estudios más específicos sobre este fenómeno en Madreperla para confirmar si existe relación entre los factores antes mencionados y el incremento en altura y en peso del animal.

Otro factor importante dentro de los cultivos marinos es la densidad de siembra. En este estudio la densidad utilizada se determinó con base en investigaciones previas (Monteforte,

Bervera y Morales, 1994) en las cuales se probaron diferentes densidades (25, 50, 75 y 100 organismos por canasta) durante cinco meses en pre-engorda. Los resultados no indicaron diferencias significativas entre las densidades de 25, 50 y 75 organismos/canasta, con un incremento en altura de 18.02 a 18.62 mm y un incremento en peso de 3.2 a 3.8 g, mientras que la densidad de 100 organismos/canasta sólo presentó un incremento de 15.5 mm en altura y 1.7 g en peso. No obstante, en la densidad de 25 organismos/canasta el crecimiento fue muy heterogéneo; en algunos individuos el incremento en altura fue mayor que en otros lo cual les dió una apariencia alargada. Las ostras colocadas en la densidad más alta (100/canasta) presentaron un aspecto frágil, deformaciones en la concha y con muy pocas proyecciones de crecimiento sobre el margen de la misma. Finalmente, en las densidades intermedias (50 y 75 ostras/canasta) se observó un crecimiento más homogéneo y el aspecto de la concha fué más sólido y sin deformaciones.

Parsons y Danswell (1992) colocaron diferentes densidades de la escalopa gigante *Placopecten magellanicus* en canastas perlícolas sometidas a un período de cultivo intermedio equivalente a la etapa de pre-engorda en este estudio. Sus resultados mostraron que en las canastas con bajas densidades, las escalopas tuvieron un mayor crecimiento. Después de un año, el intervalo de la altura promedio de la concha fue de 53.1-43.4 mm para densidades de 15-90 semillas/canasta; se observó que tanto el peso promedio total como el peso total de la carne por canasta incrementaron al aumentar la densidad.

Estos mismos autores establecieron que la relación inversa entre el crecimiento de la concha y la densidad, está determinada por la competencia intraespecífica por espacio y

alimento. Afirman que si el espacio es un factor limitante, ocasionado por el contacto físico entre las escalopas, es posible esperar un aumento en la proporción de muertes y la presencia de deformaciones en la concha lo cual influye directamente sobre el crecimiento normal del animal. Sin embargo, no atribuyeron la mortalidad de las escalopas al factor densidad; para ellos la manipulación de los organismos así como la presencia de organismos asociados, representa la causa mayor de mortalidad.

En otros estudios sobre el crecimiento de *Mytilus edulis*, *M. californianus* y *Geukensia demissa* mencionan disminución en el crecimiento a medida que aumenta la densidad; también se consideran la competencia por alimento y espacio como factores limitantes. La presencia de mejillones con conchas deformes y torcidas, sugiere una constante presión ejercida entre unos y otros al aumentar el tamaño corporal.

Sin embargo, durante este estudio el número de ostras con conchas deformadas fué mínimo y la mayor mortalidad se presentó después del primer mes en pre-engorda, por lo que es posible descartar a la densidad utilizada como un factor limitante del crecimiento y la sobrevivencia de *P. mazatlanica*.

Por otra parte, es probable que la manipulación a la que se somete a los organismos al realizar las biometrías y durante las actividades de limpieza podría influir negativamente sobre el crecimiento y sobrevivencia de las ostras. El sólo hecho de cortar el biso y desprenderlas de las canastas para medirlas y pesarlas, es ya una acción estresante para ellas; asimismo, dañar accidentalmente las proyecciones de la concha. A pesar de esto, los resultados muestran que el porcentaje de sobrevivencia en el lote 3 y el grupo control fué de 100 % durante varios meses (sus períodos experimentales fueron los más largos), lo cual contrasta con los grupos 1 y 2 que

no fueron manipulados durante seis y cuatro meses, respectivamente. Por lo tanto, no es posible afirmar que el manejo de las ostras durante el proceso de cultivo fué la causa principal de la mortalidad de éstas.

Además de lo anterior, existen factores biológicos que influyen de manera importante sobre el crecimiento y la sobrevivencia de las Ostras Perleras: la presencia de organismos asociados ("fouling") y la depredación.

El crecimiento de Ostras Perleras en relación a las acumulaciones de organismos asociados fué estudiado por Cahn (1949), Mohammad (1976) y Gervis and Sims (1992) los autores observaron una correlación negativa entre el crecimiento de las ostras y la presencia de organismos sobre ellas o bien, sobre los contenedores utilizados en el cultivo.

Los tipos de "fouling" encontrados y su abundancia relativa varían geográfica y temporalmente. Los más importantes son balanos, briozoarios, otros moluscos, tunicados, esponjas, isópodos y algas (Cahn, 1949; Alagarawami *et.al.*, 1983; García-Gasca y Monteforte, 1990; Monteforte y Wright, 1994).

Mohammad (1976) sugiere que la correlación inversa entre crecimiento y "fouling" podría indicar que la competencia interespecífica por recursos limitados empieza a ser severa bajo fuertes condiciones de "fouling", ocasionando una reducción en las tasas de crecimiento de los organismos involucrados. En sus trabajos ha registrado un mayor crecimiento en ostras limpiadas constantemente del "fouling" que ostras que nunca recibieron mantenimiento durante el mismo período de tiempo. En ambos casos, los resultados fueron similares tanto en ostras colocadas en artes de cultivo en suspensión (pre-engorda) como las colocadas en canastas de fondo. Avendaño y Cantillanez (1989) atribuye a las deficiencias en el flujo de alimento y las

restricciones de oxígeno, a la gran cantidad de "fouling" implantado sobre los sistemas de cultivo. En este trabajo se registraron porcentajes mínimos de estos organismos, por lo que este factor no influyó negativamente, ni puede ser considerado como un problema, los grupos más abundantes que se identificaron como organismos "fouling" durante el cultivo fueron los poliquetos, balanos, esponjas, tunicados y algunos moluscos.

Por lo que se refiere a la depredación, la semilla y los juveniles de las ostras perleras son particularmente vulnerables. Los principales organismos identificados como depredadores de Ostras Perleras son los peces de los géneros *Balistes*, *Tetrodon*, *Lethrinus*; algunos cangrejos portúnidos, xántidos y calapoideos, pulpos, estrellas de mar y gastrópodos (Gervis y Sims, 1992). En el caso particular de la Madreperla los depredadores más importantes son los peces de las familias Scaridae y Tetraodontidae, *Sphaeroicles annulatus*, equinodermos y estrellas de mar (Sevilla, 1969), así como los cangrejos Brachyuros *Pilumnus towsendi* y *Portunus xantussi* (Monteforte y Wright, 1994). Es importante mencionar que dentro del proceso de cultivo, ciertas especies de cangrejos entran como larvas en las canastas y en otros tipos de artes cerrados y crecen dentro de ellas, y producen altas mortalidades. Gervis y Sims (1992) reportaron que el cangrejo portúnido *Charybdis spp* acabó con canastas enteras de *Pinctada fucata*. En observaciones hechas a lo largo del trabajo, se identificaron conchas de ostras muertas con perforaciones en la zona de la línea de la charnela que fueron hechas por las quelas de cangrejos (Monteforte y Wright, 1994). Gervis y Sims (1992) también mencionan que los juveniles de *Pinctada spp* (*P. margaritifera* y *P. maxima*), poseen largos procesos de crecimiento, lo cual representa una forma de defensa pasiva, contra los depredadores.

Relaciones morfométricas.

Los análisis realizados en este trabajo permitieron constatar que la concha de *P. mazatlanica* presenta un cambio de forma cuando ésta alcanza una altura promedio de 45 a 60 mm (fig. 13 y 14). En el caso de *P. fucata* la forma de la concha cambia cuando la altura promedio es mayor a los 35mm (Alagarswami y Chellam, 1977) probablemente porque la ostra de la India es más pequeña que la Madreperla.

Somasekar *et al.* (1982) afirman que en general, la forma de la concha de los bivalvos varía ampliamente, incluso entre especies. Asimismo, Alagarswami y Chellam (1977) mencionan que el crecimiento diferencial de las partes del cuerpo en los moluscos bivalvos tiene como consecuencia un cambio en su forma, o bien que tales cambios pueden ser atribuidos a sus hábitos de vida; en el caso de algunos grupos de lamelibranquios que han adquirido la capacidad de horadar substratos duros y que construyen madrigueras dentro de las cuales viven, la forma de su concha puede modificarse. Sin embargo, mencionan que las Ostras Perleras siempre viven adheridas a rocas o a substratos duros y que las causas atribuidas a las especies escavadoras no podrían ser aplicables a ellas, por lo que sugieren que el cambio en la forma de la concha de las Ostras Perleras podría ser considerado como un cambio natural relacionado con el crecimiento de las partes blandas del cuerpo.

Con respecto a las relaciones peso-alto, se encontró el mismo tipo de relación que la reportada para las Ostras Perleras *P. maxima* (Galtsoff, 1931) y *P. fucata* (Alagarswami y Chellam, 1977) es decir, un crecimiento alométrico expresado por la ecuación: $W=aL^b$ en donde la pendiente b es mayor que 3 y menor que 4, indicando que el peso del animal es proporcional al cubo de la altura de la concha.

CONCLUSIONES

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

1. La semilla de la Madreperla *Pinctada mazatlanica* (pequeñas y grandes) mantenidas durante seis meses en etapa de pre-engorda, tuvo un crecimiento mayor (en alto, ancho, grueso y peso de la concha) al finalizar esta etapa y después de cuatro y doce meses en cultivo de fondo. Asimismo, se observó un mayor porcentaje de sobrevivencia durante ambas etapas de cultivo: pre-engorda y cultivo de fondo (a los cuatro y doce meses).
2. El crecimiento promedio y la sobrevivencia de los juveniles de Madreperla mantenidos seis meses en pre-engorda (pequeñas y grandes), no fueron afectados por el cambio de condiciones de una etapa de cultivo a otra.
3. La densidad de siembra de 40 ostras por canasta presentó resultados de crecimiento y sobrevivencia satisfactorios.
4. La razón ancho-alto es igual a la unidad cuando la altura promedio de la concha es de 45 a 60 mm, indicando que a partir de esta talla la concha de *Pinctada mazatlanica* cambia de forma de subcuadrada a oblonga. Asimismo, el ancho presentó un crecimiento alométrico positivo con respecto a la altura de la concha en las ostras de los grupos 1 y 2 y un crecimiento alométrico negativo en las ostras del grupo 3 y del control.

5. La relación peso-alto de la concha de *P. mazatlanica* fué descrita por un modelo alométrico positivo.

6. La manipulación de los organismos durante el proceso de cultivo, no afectó su crecimiento y sobrevivencia de manera importante.

7. El mantenimiento adecuado tanto de las artes de cultivo como de los mismos organismos, evitaron la proliferación de "fouling" y en consecuencia, de enfermedades y mortalidad en los mismos.

8. En base a los resultados satisfactorios obtenidos en este estudio, es posible pensar en el establecimiento y desarrollo de una compañía perlera en la región.

LITERATURA CITADA

- Alagarswami, K., 1970. Pearl culture in Japan and its lessons for India. *Proc. Mar. Biol. Ass. India. Proc. Symp. Mollusca*, Pt. III: 975-993.
- Alagarswami, K. and Quasini, S.Z. 1973. Pearl Culture its potential and implications in India. *Indian J. Fish.* 20: 533-550
- Alagarswami, K. and A. Chellam, 1977. Change of form and dimensional relationship in the pearl oyster *Pinctada fucata* from Gulf of Mannar. *Indian J. Fish.* 24 : 1-4.
- Alagarswami, K., S. Dharmaraj, T. S. Velayudhan, A. Chellam, A.C.C. Victor and A. D. Gandhi, 1983. Larval rearing and production of spat of pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). *Aquaculture* 34, 287-301.
- Alagarswami, K., S. Dharmaraj, A. C. and T. S. Velayudhan, 1989. Larval and juvenil rearing of black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Linnaeus). *Aquaculture* 76: 43-56.
- Araya-Nuñez, B. O. y F. Bückle-Ramírez, 1991. Gonad maturity, induction of spawning, larval breeding, and growth in the america pearl oyster (*Pteria sterna*, Gould). *Calif. Fish and Game* 77(4):181-193.
- Avendaño, D. M. y M. Cantillanez. 1989. Comparación del crecimiento de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en sistemas de cultivo suspendido, en la Bahía de Mejillones del Sur, Chile. Informes Técnicos de Investigación Pesquera No. 153; Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona (CSIC) 15 PP.

- Bervera, L.H. y M. Monteforte, 1993.** Colecta de Madreperla en Isla Gaviota, La Paz B.C.S. V Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Baja California Sur La Paz, B.C.S.
- Borrero, J. F. and T. J. Hilbish, 1988.** Temporal variation in shell and soft tissue growth of the mussel *Geukensia demissa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 42: 9-15.
- Cahan, A. R. 1949.** Pearl culture in Japan. U. S. Fish. *Wildlife Serv. Fish. Leaflet*. 357: 1-91.
- Cariño, M. M. y C. Cáceres, 1990.** La perlicultura en la Península de Baja California a principios de siglo. *Serie Científica, Vol.1* (Número especial AMAC 1), UABCS-Ciencias del Mar: 1-6.
- Chellam, A., 1978.** Growth of pearl oyster *Pinctada fucata* in the pearl culture farm at Veppalodai.
- Crossland, C. 1957.** The cultivation of the mother-of-pearl-oyster in the Red Sea. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 8: 111-135.
- Del Río Portilla, M. A., 1991.** Crecimiento de *Pteria sterna* (Gould, 1851) Mollusca, Bivalvia, bajo diferentes condiciones de temperatura y de concentración de alimento. Tesis de Maestría, C.I.C.E.S.E., Ensenada, Baja California.
- Diaz-Garcéz, J. 1972.** Crecimiento y supervivencia de la Madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), en la Bahía de La Paz. *Mem. IV Congr. Nat. Oceanogr. México, D.F., 17-19 Nov. 1969*, 443-456.
- Galtsoff, S. P., 1931.** The weight-length relationship of the shells of the hawaiian pearl oyster, *Pinctada sp.* *Amer. Nat.* 65 (700): 423-433.

- García, E., 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *Inst. Geogr.*, UNAM 252 PP.
- García-Gasca, A. y Monteforte, M. 1990. Colecta experimental de Madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) en Isla Gaviota, Sudcalifornia. *Num. Esp. Rev. Inv. Mar.* CICIMAR, La Paz, B.C.S., 6pp
- Gaytan, M. I., C. Cáceres and M. T. Sánchez, 1989. Growth of the pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in different culture structures, at La Paz Bay, Baja California Sur, México.
- George, D. C., 1968 a. Techniques of Pearl Cultivation. *South Pacific Bulletin, Fourth Quarter: 13-19.*
- George, D. C., 1968 b. Pearl Cultivation in the South Seas. *South 50 Pacific Bulletin, Fourth Quarter: 49-54.*
- Gervis, H. M. and N. A. Sims, 1992. *The Biology and Culture of Pearl Oyster (Bivalvia:Pteriidae)*. ODA and ICLARM, 49 PP.
- Haj Rahma, I. and G.F. Newkirk, 1987. Economics of Tray Culture of the Mother-of-Pearl Shell *Pinctada margaritifera* in the Red Sea, Sudan. *Jour. of the World Aquaculture Society*. 18 (3):156-160.
- Hilbish, T. J. 1986. Growth trajectories of shell and soft tissue in bivalves: seasonal variation in *Mytilus edulis* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 96: 103-113.
- Holguin, Q. O., 1971. Estudio florístico estacional de las algas del sur de la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis Profesional, ENCB,IPN 115 pp.

- Huber, E. M., 1985. Allometric growth of the carapace in *Trapezia* (Brachyura, Xantidae). *J. Crus. Biol.* 5 (1): 79-83.
- Joy, J. E., 1985. A 40-week study on growth of the asian clam, *Corbicula fluminea* (Müller), in the Kanawha river, west Virginia. *Nautilus*, 99 (4): 110-116.
- Martínez, A.T. 1983. *Prospección de los Bancos de Madreperla en el Golfo de California de 1962 a 1965*. Tesis de Maestría CICIMAR, La Paz, B.C.S., México, 75 pp.
- Mohammad, F.L., 1976. Relationship between biofouling and growth of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) in Kuwait, Arabian Gulf. *Hydrobiología* 51 (2): 129-138.
- Monteforte, M., 1990. Ostras Perleras y perlicultura: Situación actual en los principales países productores y perspectivas para México. *Serie Científica*, UABCS, Vol. 1 (Nº especial AMAC): 13-18.
- Monteforte, M. y S. López-López, 1990. Captación masiva y prengorda de Madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley,1856), en Bahía de La Paz, Sudcalifornia, México. *Congr. Asoc. Mex. Acuic.*, 3-6 Abril 1990, Hermosillo, Son. *Compilation of works*, Vol.1, 10p.
- Monteforte, M. and M. Cariño. 1992. Applied research on the extensive culture of pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia:Pteridae) in La Paz Bay, Sudcalifornia, México. I.Exploration and evaluation of natural stocks in some coastal sites. *Ambio*, 21 (4): 314-320.
- Monteforte, M., H. Bervera and S. Morales. 1994. Growth and Survival of Pearl Oyster *Pinctada mazatlanica* in extensive condidtions at Bahía de La Paz, South Baja

- California, México. Pearls '94. International Pearl Conference. Honolulu, Hawaii May 14-19, 1994.
- Monteforte, M. and H. Bervera, 1994.** Spat collection trials for Pearl Oyster *Pinctada mazatlanica* at Bahía de La Paz, South Baja California, México. Pearls '94. International Pearl Conference. Honolulu, Hawaii May 14-19, 1994.
- Monteforte, M. and H. Wright, 1994.** Ecology of Pearl Oyster spat collection in Bahia de La Paz, South Baja California, México: Temporal and Vertical distribution, substrate selection, associated species. Pearls '94. International Pearl Conference. Honolulu, Hawaii May 14-19, 1994.
- Murillo, J., 1987.** Algunas características paleoceanográficas y cuerpos de agua inferidos a partir de registros micropaleontológicos (Radiolaria) en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis Profesional, UABCS, 68 pp.
- Nalluchinnappan, I., D. Sudhandra, M. Irulandi and Y. Jeyabaskaran, 1982.** Growth of Pearl Oyster *Pinctada fucata* in cage culture at Kundugal Chanel, Gulf of Mannar. *Indian J. Mar. Sci.*, 11: 193-194.
- Nasr, D.H., 1984.** Feeding and growth of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* in Dongonab Bay, Red Sea. *Hidrobiología* 110: 241-245.
- Osuna-Valdez, I. 1986.** Evolución Holocénica de la Laguna de La Paz, B.C.S., México. Tesis profesional de Geología Marina, UABCS. La Paz, 112 pp.
- Parsons, G.J. and M.J. Danswell, 1992.** Effect of stocking density on growth, production, and survival of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Aquaculture*, 103: 219-309.

- Rizo, Díaz-Barriga, L.E., 1991.** Algunos aspectos físicos y biológicos de los varamientos de Cetáceos en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis Profesional, UNAM, 80 pp.
- Saucedo, L. and M. Monteforte, 1994.** Breeding cycle of Pearl Oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* in Bahía de La Paz, South Baja California, México. Pearls '94. International Pearl Conference. Honolulu, Hawaii May 14-19, 1994.
- Sevilla, M., 1969.** Contribución al conocimiento de la Madreperla *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856). *Revista Soc. Mex. Hist. Nat.*, tomo XXX (1969): 223-262.
- Shirai, S. y Sano, Y. 1979.** *Reporte de una Investigación sobre los Recursos Perleros del Golfo de California.* Internal Report, Min. of Fisheries. México, 55 pp.
- Singh, J., Bojorquez y J.M. Domínguez, 1982.** Resultados finales de las actividades de estudio de Ostras Perleras en la Bahía de La Paz, B.C.S. 1981-1982. Int. Cont. Secretaría de Pesca, Del. Fed. 133pp.
- Somasekar, M., K. Sriraman and R. Kasinathan, 1982.** Age, growth and length-weight relationship in the Backwater Oyster *Crassostrea madrasensis* (Preston). *Indian J. Mar. Sci.* 11: 190-192.
- Vives, G., 1919.** *Informe sobre la Compañía Criadora de Concha y Perla de la Baja California, S.A.* Srf. de Fomento, México, 173 pp.
- Ward, F, 1985.** The Pearl. *Nat. Geog. Mag.* 168: 193-223.
- Zar, J. H., 1984.** *Biostatistical Analysis.* Prentice-Hall (2nd. Ed.), 718 pp.