

SECRETARIA
DE
EDUCACION PUBLICA

INSTITUTO **POLITECNICO** NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



ESTUDIOS BASICOS SOBRE DEPREDADORES
ACTIVOS Y POTENCIALES, PARA EL DESARROLLO
DEL CULTIVO EXTENSIVO DE
Argopecten circularis

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD
EN CIENCIAS MARINAS

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

PRESENTA

FABIOLA LANGO REYNOSO

La Paz, B.C.S., Mayo 1994

ÍNDICE

Página

GLOSARIO	i
LISTA DE CUADROS..	iii
LISTA DE FIGURAS.	iv
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN.	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN..	7
OBJETIVOS	10
MATERIALES Y MÉTODO	
1. Zona de estudio 1.....	11
2. Zona de estudio II.....	11
3. Evaluación de una siembra de almeja catarina sobre fondo sin protección	11
3.1. Sistema de referencia	
3.2. Instalación del sistema de referencia	
3.3. Obtención de organismos para el estudio	
3.4. Marcado de almejas	
3.5. Siembra	
3.6. Muestreos	
3.7. Parámetros ambientales	
4. Estudio de depredadores de la almeja catarina en laboratorio..	17
4.1. Área de trabajo	
4.2. Colecta de depredadores	
4.3. Almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>)	
4.4. Sistema de mantenimiento	
4.5. Cultivo de fitoplancton	
4.6. Alimentación de las presas	
4.7. Tanques de ensayo o prueba	
4.8. Ensayos	
4.9. Tabla de contingencia	
5. Cultivo de almeja catarina <i>Argopecten circularis</i> en jaulas.	32
5.1. Construcción de jaulas	
5.2. Muestreos	
5.3. Análisis de datos	

RESULTADOS

1. Manejo de organismos	34
2. Evaluación del efecto de una siembra de almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>) sin protección sobre fondo en la Ensenada de La Paz..	36
Dispersión y mortalidad por depredación de la almeja	
Recuperación de conchas	
3. Depredación en laboratorio de almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>).....	43
3.1. Depredación por jaiba (<i>Callinectes bellicosus</i>).....	43
Selectividad	
Daño sobre las presas	
Tiempo de consumo	
Tabla de contingencia	
Métodos de depredación empleados por la jaiba (<i>Callinectes bellicosus</i>) sobre la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>)	
3.2. Depredación por caracol (<i>Hexaplex erythrostomus</i>).....	55
Selectividad	
Análisis de las conchas	
Tiempo de consumo	
Tabla de contingencia	
Método de depredación empleado por el caracol (<i>Hexaplex erythrostomus</i>) sobre la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>)	
3.3. Depredación por estrella de mar (<i>Phataria unifascialis</i>).....	56
3.4. Depredación por estrella de mar (<i>Oreaster occidentalis</i>).....	56
4. Estudio del cultivo de almejas en jaulas.. ..	56

ANÁLISIS

1. Efecto de una siembra de almeja catarina (sobre fondo sin protección)	59
2. Estudio de depredación en laboratorio	
2.1. Depredación por jaiba (<i>Callinectes bellicosus</i>).....	66
2.2. Depredación por caracol (<i>Hexaplex erythrostomus</i>)	71
2.3. Depredación por estrellas de mar (<i>Phataria unifascialis</i> y <i>Oreaster occidentalis</i>).....	73
3. Cultivo de jaulas.....	74
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	80
SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS.....	81
BIBLIOGRAFIA.. ..	82
ANEXOS.. ..	93

GLOSARIO

Bivalvo: Moluscos que tienen una concha subdividida en dos partes que se denominan valvas; se llaman también acéfalos por carecer de cabeza diferenciada, o pelecípodos porque muchas especies presentan el pie en forma de hacha, idóneo para excavar en la arena o en el fango (Sabelli, 1982).

Colector: (del lat. colligere, reunir). Cualquier material natural o artificial que se utiliza para captar organismos libres en el agua, generalmente en estado de larva (de la Lanza-Espino et. al, 1991).

Colmatación : Es la saturación de los orificios o mallas de las redes por organismos epibiontes (plantas y animales), impidiendo la circulación del agua.

Crustáceos: Clase de artrópodos formada por 25,000 especies, aproximadamente. Comprende langostinos, cangrejos, jaibas, pulgas de agua, entre otros (Hernández, 1979).

Cultivo de fondo: Se caracterizan por emplear el fondo marino como sustrato de cultivo, así como también emplean estructuras que se colocan sobre o en él (estantes, parques, encierros, postes y jaulas).

Depredación: Es la acción entre dos poblaciones que ocasiona efectos negativos sobre el desarrollo y supervivencia de una de estas poblaciones (Odum, 1971).

Epibiontes: Organismos que se localizan sobre las conchas de los organismos marinos; por ejemplo el *Balanus* sp.

Equinodermos: Filum de animales con más de 4,500 especies, organismos marinos de simetría radial en el estado adulto, simetría pentarradiada, con esqueleto calcáreo de origen mesodérmico (Hernández, 1979).

Gasterópodos: Clase mayor de moluscos, tienen cabeza diferenciada, con ojos, tentáculos y frecuentemente una concha. (Hernández, 1979).

Impacto: Cambio que afecta a los organismos de un ecosistema (Clark, 1977).

Isolíneas de densidad: Líneas imaginarias, cerradas, que unen puntos en donde se localizan densidades iguales.

Línea madre: (En inglés: Long Line). Estructura para cultivo de moluscos de tamaño variable, con flotadores en los extremos y en cada una de las unidades o módulos constituida por cinco a diez canastas encimadas de 58 x 58 x 7.3 cm. (Arriaga y Rangel, 1988).

Moluscos: Gran filum de animales, comprende gasterópodos, cefalópodos y pelecípodos (Hernández, 1979).

Plancton: Animales y plantas del mar y lagos que flotan a la deriva casi pasivamente, se considera que un litro de agua de mar contienen de 3,000 a 100,000 organismos plantónicos (Hernández, 1979).

Presa: Organismos o conjunto de estos sujetos a acciones negativas, que intervienen con su desarrollo y supervivencia, por parte de un depredador.

Semilla: (del lat. semen, semilla). Larvas o juveniles que se colectan del medio o se producen en viveros o laboratorios y se emplean en un sistema acuícola o como fomento a pesquerías (de la Lanza-Espino et al., 1991).

Seston: Es el conjunto de materia orgánica e inorgánica en suspensión. Incluye el plancton, detritos orgánico y partículas inorgánicas (Navarro y Ulba, 1992).

Sistema de referencia: Conjunto de cuerdas orientadas hacia los cuatro puntos cardinales, localizado a 4 m de profundidad, permite conocer la distribución de las almejas en su medio.

Tripton: Partículas de materia orgánica e inorgánica en suspensión (Par-son y Takahashi, 1973).

Unidad de muestreo: Estructura cuadrangular de varilla, utilizada en muestreos sistemáticos para el conteo de organismos localizados en el fondo del mar.

Valvas: Estructuras que protegen al cuerpo de un molusco bivalvo. Su estructura está formada de carbonato de calcio (Sabelli, 1982)

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Relación de depredadores más importantes de moluscos bivalvos.	8
Cuadro 2. Clasificación de los métodos de control de los depredadores en cultivos de moluscos bivalvos	9
Cuadro 3. Trampas utilizadas para la colecta de jaibas	19
Cuadro 4. Tiempos de esterilización en horno de microondas.	25
Cuadro 5. Relación de cepas empleadas	25
Cuadro 6. Diseño experimental para evaluar la depredación en laboratorio de <i>Callinectes bellicosus</i> sobre <i>Argopecten circularis</i> .	29
Cuadro 7. Diseño experimental para evaluar la depredación en laboratorio de <i>Hexaplex erythrostomus</i> sobre <i>Argopecten circularis</i> .	29
Cuadro 8. Diseño experimental para evaluar la depredación en laboratorio de <i>Phataria unifascialis</i> sobre <i>Argopecten circularis</i> .	30
Cuadro 9. Diseño experimental para evaluar la depredación en laboratorio de <i>Oreaster occidentalis</i> sobre <i>Argopecten circularis</i> .	30
Cuadro 10. Número de almejas consumidas por <i>Callinectes bellicosus</i>	45
Cuadro 11. G ajustada, para <i>Callinectes bellicosus</i> durante el consumo de <i>Argopecten circularis</i> .	49
Cuadro 12. G ajustada, para <i>Hexaplex erythrostomus</i> durante el consumo de <i>Argopecten circularis</i> .	54
Cuadro 13. Análisis de Varianza.	56
Cuadro 14. Prueba de Tuckey HSD.	57
Cuadro 15. Registros promedios efectuados en Bahía Falsa y en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México, durante el período abril de 1991 a junio de 1992.	58
Cuadro 16. Mecanismos de consumo utilizados por gasterópodos depredadores.	75

LISTA DE FIGURAS

	Página
Fig. 1. Localización de la zona de estudio I, Ensenada de La Paz, B.C.S., México. (■) Áreas de trabajo.	12
Fig. 2. Localización de la zona de estudio II. Bahía Falsa, B.C.S., México.(A) Área de trabajo. Tomada de López-Contreras, 1992.	13
Fig. 3. Orientación y posición del sistema de referencia, usado para evaluar la siembra experimental de la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>).	14
Fig. 4. Esquema de la operación de marcado de almejas.	16
Fig. 5. Instalaciones de la Unidad Pichilingue de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. [Tomado de Raigadas-Marengo, 1993).	18
Fig. 6. Trampas para la colecta de las jaibas (<i>Callinectes bellicosus</i>).	19
Fig. 7. Sistema de mantenimiento de organismos depredadores y presas .	21
Fig. 8. Cuarto de cultivo de microalgas, ubicado en la Unidad Pichilingue de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.	23
Fig. 9. Unidades de soporte (Columpios) para el cultivo de microalgas.	24
Fig. 10. Elaboración de las unidades de cultivo (bolsas) de microalgas.	24
Fig. 11. Dimensiones empleadas para definir el tamaño de los organismos experimentales.	28
Fig. 12. Criterios para definir el daño causado por los depredadores en <i>Argopecten circularis</i> .	31

Fig. 13.	Jaula de cultivo para la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>)	32
Fig. 14.	Distribución de <i>Argopecten circularis</i> (43.7 ± 0.5 mm H.a.), a los 7 días (A) y a los 14 días (B), posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.	35
Fig. 15.	Distribución de <i>Argopecten circularis</i> (43.7 ± 0.5 mm H.a.), a los 28 días (A) y a los 35 días (B), posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.	36
Fig. 16.	Distribución de <i>Argopecten circularis</i> (43.7 ± 0.5 mm H.a.), a los 42 días (A) y a los 49 días (B), posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.	37
Fig. 17.	Distribución de <i>Argopecten circularis</i> (43.7 ± 0.5 mm H.a.), a los 56 días (B), posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.	38
Fig. 18.	Dirección de la corriente durante 40 mm., en el área de trabajo en la evaluación de la siembra experimental de <i>Argopecten circularis</i> .	39
Fig. 19.	Numero de almejas encontradas durante cada muestreo por transecto del sistema de referencia, ubicado en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.	40
Fig. 20.	Tipo de daño presentado en las conchas de <i>Argopecten circularis</i> , recuperadas durante 56 días de experimentación en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. (A) Conchas completas, (B) Conchas destrozadas y (C) Conchas dañadas.	42
Fig. 21.	Proporción de daño producido por depredadores en la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>) de 43.7 ± 0.5 mm H.a., en la Ensenada de La Paz, B.C.S., durante 56 días de experimentación. (H.a.= Altura de la concha).	42
Fig. 22.	Registro de temperatura, salinidad y seston en la Ensenada de La Paz, B.C.S., durante la evaluación de la siembra experimental de <i>Argopecten circularis</i> .	43

Fig. 23.	Consumo en laboratorio de almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>) por jaibas (<i>Callinectes bellicosus</i>) de diferentes clases de tallas, en períodos de 24 y 48 horas.	44
Fig. 24.	Tamaño crítico de la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>) al cual es vulnerable a la depredación por jaibas (<i>Callinectes bellicosus</i>) de diferentes clases de tallas, en laboratorio.	44
Fig. 25.	Proporción y tipo de daño causado a la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>) por jaibas (<i>Callinectes bellicosus</i>) en laboratorio.	46
Fig. 26.	Tipo de daño causado a la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>) por jaibas (<i>Callinectes bellicosus</i>), en laboratorio.	47
Fig. 27.	Tiempo empleado por jaibas (<i>Callinectes bellicosus</i>) de diferentes clases de tallas para el consumo de almejas catarinas (<i>Argopecten circularis</i>) de 10 a 23.3 mm H.a.(A), de 23.4 a 36.6 mm H.a. (B) y de 36.7 a 49.4 mm H.a. (C). (H.a.= Altura de la concha A.c. = Ancho del caparazón).	48
Fig. 28.	Métodos de depredación empleados por jaibas (<i>Callinectes bellicosus</i>) para el consumo de almejas catarinas (<i>Argopecten circularis</i>), en laboratorio.	51
Fig. 29.	Consumo en laboratorio de almejas catarinas (<i>Argopecten circularis</i>) por caracoles (<i>Hexaplex erythrostomus</i>) de diferentes clases de tallas, durante períodos de 48 y 72 horas.	52
Fig. 30.	Relación de consumo entre las diferentes clases de tallas de caracoles (<i>Hexaplex erythrostomus</i>) y las clases de tallas de la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>), en laboratorio.	52
Fig. 31.	Tiempo empleado por los caracoles (<i>Hexaplex erythrostomus</i>) de diferentes clases de tallas, para el consumo de almejas catarinas (<i>Argopecten circularis</i>) de 40.6±2.7 mm H.a. (H.a. = Altura de la concha L.o.= Longitud del opérculo).	53

Fig. 32.	Método de depredación empleado por los caracoles (<i>Hexaplex erythrostomus</i>) pasa el consumo de almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>), en laboratorio.	55
Fig. 33.	Crecimiento de almejas catarinas (<i>Argopecten circularis</i>) dentro de jaulas de cultivo.	57
Fig. 34.	Registros de temperatura, salinidad, oxígeno y seston en (A) la Ensenada de La Paz y (B) Bahía Falsa, B.C.S., México; durante la evaluación del crecimiento de la almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>) en jaulas.	58
Fig. 35.	Desgranador de semilla de almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>). Tomado de Cáceres-Martínez <u>et al.</u> , 199	94
Fig. 36.	Transportador de semilla de almeja catarina (<i>Argopecten circularis</i>).	96

Estudios básicos sobre depredadores activos y potenciales para el desarrollo del cultivo extensivo de *Argopecten circularis*.

RESUMEN

Para conocer los factores que afectan los cultivos sobre fondo, de la almeja catarina *Argopecten circularis*, en Baja California Sur; se realizó un estudio dividido en tres partes. La primera consistió en la evaluación de los factores que intervienen en una siembra experimental de *A. circularis* sobre fondo sin protección, la segunda parte, es la evaluación de la depredación de la almeja catarina en laboratorio, siendo el objetivo la identificación de los depredadores activos, así como también definir el consumo, selectividad de presas y mecanismos empleados para la depredación, y la tercera, está enfocada al cultivo de la especie en jaulas, con la finalidad de proponer un método de protección efectiva contra los depredadores. La primera parte se llevó a cabo en la Ensenada de La Paz, B.C.S. (Zona I), a 5 m de profundidad con 3000 organismos (43 ± 0.5 mm de H.a (H.a. = Altura de la concha)) marcados, distribuidos homogéneamente dentro de una circunferencia de 6 m de diámetro, sobre un sistema de referencia, realizándose muestreos semanales mediante buceo autónomo, contando el número de organismos por unidad de muestreo, y registrando la dirección y magnitud de la corriente, la concentración de seston, temperatura y salinidad. Los resultados muestran la disminución de las almejas de 106 a 5 organismos/m² en 56 días, siendo la causa principal la depredación, estableciendo una tasa de depredación de $-0.19x$ (organismos depredados por día). Los depredadores se clasificaron en dos grupos: I. Depredadores que no dejan marcas sobre la concha y II. Depredadores que dejan marcas sobre la concha, considerando a los crustáceos, equinodermos, gasterópodos y peces como depredadores potenciales. En base a estos resultados, en el laboratorio se ofrecieron 10 almejas a un depredador, variando la talla y tipo de éste, encontrando que *Callinectes bellicosus* y *Hexaplex erythrostomus* si son depredadores activos mientras que las estrellas de mar *Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis* no depredaron. Se piensa que la falta de respuesta por parte de las estrellas de mar fue por el efecto experimental más que por sus hábitos alimenticios. Por sus formas de consumo, las jaibas pertenecen al grupo I y II de depredadores antes definidos dependiendo de su talla. Se observó una relación directa entre la talla de las jaibas y la talla de sus presas. El caracol pertenece al grupo I de depredadores. Paralelamente a estos estudios se realizó la evaluación del crecimiento de *A. circularis* en dos jaulas de 5 x 5 x 0.50 m de malla plástica con estructura de varilla, ubicadas en la Zona I y Bahía Falsa (Zona II), así como también se registró la concentración de seston, temperatura y salinidad cada 15 días. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas en el crecimiento de los organismos en ambas jaulas durante los 450 días de ensayo (34.4 ± 1.2 mm de H.a y 37.6 ± 1.2 mm de H.a. respectivamente). El mayor porcentaje de mortalidad se registró en la Zona I (37%), así como la mayor concentración de materia inorgánica suspendida (0.06 ± 0.00 mg/l). Este trabajo sugiere que el cultivo de almeja catarina (*A. circularis*), no es factible por el efecto de la depredación existente y por consiguiente se requiere artes de cultivo que permitan evitarla. Así como también se proponen estudios de dinámica poblacional de los grupos de depredadores y valorar la posibilidad de su aprovechamiento como medida de control.

Estudios básicos sobre depredadores activos y potenciales para el desarrollo del cultivo extensivo de *Argopecten circularis*.

ABSTRACT

Three experiments related to the culture of the catarina scallop (*Argopecten circularis*) in Baja California Sur, were carried out to know the factors which affect extensive cultures without protection against predators. In the first experiment were evaluated the factors involved in an experimental sowing of *A. circularis* without protection. The second experiment was done to identify active predators in laboratory conditions. Were evaluated consumption rates, prey selection and mechanisms involved. In the third experiment the specie was cultivated in bottom cages, to propose a protection system for its culture. First part was done in the Ensenada de La Paz, B.C. S. (Zone 1). Three thousand tagged scallops (43 ± 0.5 mm of height) were sowed at 5 m depth, distributed over a 6 m circumference as a reference system. Every week, scuba divers counted the scallop number in a frame sampler, at the same time, current direction, speed, seston concentration, temperature and salinity were determined. The results showed, that the scallop number decreased from 106 to 5 organism/m² in 56 days due to predator influence, with a predation rate of -0.19x (animals eaten per day). Predators were classified in two groups; Type I - Those which do not mark the shells and II - Those which mark the shells. Crustaceans, equinoderms, gasteropods and fishes were considered as a potential predators. In base of these results, in laboratory conditions, 10 scallops were offered per predator (different sizes and types of both). *Callinectes bellicosus* and *Hexaplex erythrostomus* are active predators, while sea stars *Phntaria unifascialis* and *Oreaster occidentalis* are potential predators, since these, did not eat any scallop. Nevertheless, experimental conditions may interfere in these results. In relation to consumption mechanisms, crabs belong to both groups of classification, this depend on the size of both, predator and prey, while snails belong to group I. At the same time, growth of *A. circularis* in two bottom cages was evaluated in Zone I and II. Cages 5.0 x 5.0 x 0.5 m were constructed in plastic nets, with an iron rod frame. Every 15 days, seston concentration, temperature and salinity were registered. No significant differences of shell height were observed in 450 days of culture (34.4 ± 1.17 mm Ha. and 37.58 ± 1.17 mm Ha respectively). Mortality was greater in Zone I (37%) as well as suspended organic matter. With these results is not advisable the culture of *A. circularis* over the bottom without protection, considering predation influence as the main factor of mortality in this kind of cultures. Protection systems of different kind, are necessary until to find a control or use of these groups of predators in areas selected for the bottom culture of this specie.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

INTRODUCCIÓN

^

En las costas de Baja California sur, México, la pesquería de la almeja catarina *Argopecten circularis* constituye una de las principales pesquerías. La extracción de este recurso se incrementó durante la última década hasta más de 30,000 toneladas de peso entero fresco en 1989, representando el 30% del total de la producción pesquera del Estado. Sin embargo a partir de 1991 la producción de este recurso ha sido muy baja (Chávez-Villalba y Cáceres-Martínez, 1993), originando serios problemas a los grupos de pescadores organizados, quienes han tenido pérdidas considerables en temporadas pasadas.

Con la finalidad de fomentar la acuicultura como una actividad complementaria de la pesca y proteger el recurso almeja catarina, el primero de Julio de 1987 en el Diario Oficial de la Federación, se publicó el decreto que regula la extracción de almeja catarina, el cual estipula en su artículo décimo segundo, que los concesionarios para la explotación de almeja catarina, quedan obligados a la presentación de un programa anual de operación y producción acuícola o pesquera, como requisito para el ejercicio de la concesión. Este programa ha consistido en la colecta de juveniles de *A. circularis* y su posterior siembra en áreas determinadas por la Secretaría de Pesca, sobre el fondo marino sin ninguna protección.

Por razones de índole técnica, de organización y sobre todo del desconocimiento del ambiente biológico y de la especie, este programa no ha tenido el éxito esperado. La gravedad del problema hace necesario proponer una alternativa de cultivo de este recurso.

Considerando que los grupos relacionados con esta actividad, aún no están dispuestos a invertir capital para el empleo de técnicas de cultivo, como son los parques, encierros y jaulas; la alternativa de aplicación inmediata es el cultivo extensivo. Sin embargo para llevar a cabo este método con éxito, es necesario conocer la factibilidad de liberar los juveniles sobre el fondo.

A la fecha los estudios que se han realizado tratan del desplazamiento de los organismos, los cuales señalan que el cultivo extensivo de *A. circularis* puede ser factible en términos de desplazamiento de los organismos sembrados (López-Contreras, 1992).

Esta situación motivó a enfocar la primera parte de esta tesis a la evaluación del efecto de una siembra de organismos sin protección en la Ensenada de La Paz, B.C.S. Los resultados de la primera parte de este trabajo, indican que la siembra de organismos sobre fondo sin protección trae como consecuencia la congregación de diferentes grupos de organismos (crustáceos, peces, moluscos, equinodermos, elasmobranquios y mamíferos marinos) en el área de siembra; así como también

señalan que la depredación, es uno de los factores que originan la disminución de las almejas en un cultivo.

A nivel mundial, la depredación es un factor limitante para el cultivo de moluscos bivalvos (Burrell, 1985; Wear y Haddon, 1987; Muthiah *et al.*, 1987; Quayle y Newkirk, 1989; Minchin, 1991), ya que induce a los organismos al escape, lo que origina que la energía no se destine al crecimiento, por lo que éste puede ser menor; y también trae como consecuencia que los moluscos bivalvos sean más susceptibles a la depredación (Auster y Malatesta, 1991)

Así también la depredación es citada como la causa principal de mortalidad en el cultivo de moluscos bivalvos, estimando que ésta es cercana al 70% (Auster y Malatesta, 1991), otro ejemplo de este problema es citado por Dijkema y Hagel, (1990) en Holanda donde se obtiene una producción anual de 100,000 t del mejillón *Mytilus edulis*, a pesar de registrar una mortalidad por depredación del 90% de los organismos cultivados.

Como se ha mostrado, la depredación es un factor importante en los cultivos extensivos y por ello, diversos autores han realizado evaluaciones de diferentes depredadores de moluscos bivalvos de importancia comercial, en donde han descrito el tiempo de consumo, selectividad de la presa, mecanismos de ataque y tipo de daño causado en la concha, permitiendo con esta información diseñar alternativas de cultivo que protejan a los organismos contra sus depredadores y aseguren el éxito del cultivo (Mottet, 1980; Huner y Brown, 1985; Manzi y Castagna, 1989; Quayle y Newkirk, 1989)

En las zonas donde se efectúa la pesquería y cultivo de *Argopecten circularis* los estudios de depredadores de esta especie han sido realizados por Tripp-Quezada, (1985), García-Domínguez, (1991), Maedn-Martínez *et al.*, (1993), sin embargo aun se desconoce en detalle el tiempo de consumo, selectividad de la presa en relación a la talla del depredador, tipo de daño causado y mecanismos de ataque.

Con base a tal necesidad, la segunda parte de este trabajo está enfocada al estudio del tiempo de consumo, selectividad de presa, mecanismos de ataque y tipo de daño causado en la concha de *Argopecten circularis*, seleccionando a; el crustáceo *Callinectes bellicosus*, el gasterópodo *Hexaplex erythrostomus* y los equinodermos *Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis*, considerando que estos organismos fueron los que se presentaron con mayor frecuencia durante la siembra experimental de la Ensenada de La Paz, así como también por ser organismos de fácil captura.

Para poder realizar estos ensayos en el laboratorio de Acuicultura de la Unidad Pichilingue de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en Julio de 1991 fue necesario el diseño, la instalación y operación del área de cultivo de fitoplancton; por la importancia que esta área representó en el mantenimiento de las almejas y el esfuerzo que implicó en este trabajo se incluye la descripción del área de cultivo y los sistemas de cultivo diseñados para el cultivo de microalgas.

La necesidad de disponer de almejas de diferentes tallas durante esta parte del trabajo, implicó la participación en un programa de colecta, desgrane y transporte de semilla del Colectivo de Acuicultura, del Puerto de San Carlos, B.C.S. a La Paz, B.C.S., por la importancia que representó este programa en la disponibilidad de organismos, en el presente trabajo se incluye una descripción de este así como del equipo empleado durante cada actividad.

Considerando que los métodos de cultivo juegan un papel esencial en el control de los depredadores, así como también se relacionan con la calidad y cantidad de producción, a nivel mundial se han empleado una gran variedad de artes de cultivo para moluscos bivalvos basados en la protección y en las consideraciones antes mencionadas, algunos ejemplos son: cajas de malla, parques, balsas, pilotes (Valence y Peyre, 1986), estantes, cajas de madera y costales (Marteil, 1979). Las artes de cultivo que aíslan a los depredadores del organismo manipulado han tenido éxito a nivel mundial (Valence y Peyre, 1986; Quayle y Newkirk, 1989), estas alternativas de cultivo se encuentran dominadas en Francia, Estados Unidos, España y Japón.

En México, se han empleado algunos métodos de cultivo, los cuales han sido adaptados a las condiciones de cada zona, por ejemplo: el cultivo de ostiones en sartas, y estantes, el cultivo de la almeja catarina en canastas ostrícolas, lamparas (linternas japonesas), cortinas y canastas circulares (Félix-Pico et al., 1989), así como cultivo en encierros y parques (Cáceres-Martínez *et al.*, 1987; Singh-Cabanillas, 1986, 1987; Ramírez-Filippini *et al.*, 1990).

Por último, en este trabajo se realizó un cultivo de *Argopecten circularis* en jaulas de malla plástica como una alternativa de protección contra los depredadores.

ANTECEDENTES

Los cultivos de moluscos bivalvos sobre el fondo se han realizado desde el año 2000 a.C. en Grecia cultivando ostiones, pero no fue hasta el siglo XVII que se establece formalmente el cultivo de ostión (Bernabé, -1986). En Japón en 1673, Gorohachi Koroshiya sistematiza el cultivo de ostión, indicando que los cultivos sobre el fondo ocasionan un desaprovechamiento de la columna de agua y traen

como consecuencia peligros latentes como la sedimentación y la depredación (Bardach, 1986).

La elección inadecuada del sitio de siembra de moluscos trae como consecuencias inmediatas, la acumulación de sedimento que ocasiona la asfixia y bloqueo de la alimentación en los organismos filtradores, así como también la declinación de la producción, a causa de la depredación (Bardach, 1986).

La depredación es la acción entre dos poblaciones que ocasiona efectos negativos sobre el desarrollo y supervivencia de una de estas poblaciones (Odum, 1971). Los depredadores ejercen una fuerte presión sobre las poblaciones de nivel trófico inferior, pudiendo disminuir la población de la presa en un 50% (Villareal-Chávez, 1989). Por lo tanto, la depredación, como un factor limitante que influye en la dominancia, distribución y abundancia de, los organismos presas (Levitan y Genovese, 1989).

En la acuicultura de moluscos bivalvos, la depredación es un problema que limita el crecimiento de los juveniles de almejas, como en *Mercenaria mercenaria*, *Mya arenaria* y *Venerupis japonica* (Manzi y Castagna, 1989). Auster y Malatesta, (1991) señalan a la depredación como la mayor causa de mortalidad de adultos de *Argopecten irradians* en Bahía Scallops.

En Estados Unidos de Norteamérica la mortalidad del 50 al 80% de los moluscos bivalvos es debida a la depredación (Marteil, 1976). En Europa y América del Norte la pesca comercial de conchas es reducida por la depredación causada por *Carcinus maenas* (Burrell, 1985; Wear y Haddon, 1987). En Tuticorin, India el gasterópodo *Cymatium angulatus* causa el 13% de mortalidad en los cultivos de ostras por depredación (Muthiah et al., 1987).

Mackenzie, (1989) considera a los depredadores como un factor que reduce la posibilidad de ubicar áreas de cultivo en cualquier zona, así como también señala que la presencia de éstos en áreas de cultivo, es consecuencia de la selección inapropiada del sitio de cultivo.

Cuando se lleva a cabo la introducción rápida o repentina de un organismo, con un índice intrínseco de crecimiento potencialmente alto en un ecosistema, en el que los mecanismos de control adaptables para él, son débiles o faltan, se presentan condiciones que propician la depredación (Odum, 1971). Los sistemas de cosecha de una sola especie, así como los sistemas monoculturales son esencialmente inestables, ya que al someterlos a presión los hace vulnerables a la competencia, parasitismo y depredación (Odum, 1971).

Castagna y Kraeuter, (1981) señalan que los cultivos sobre el fondo son difíciles de llevar a cabo por la dificultad que presenta la exclusión de los depredadores y la selección de un substrato adecuado.

Kalashnikov, (1991) reporta la muerte de almejas jóvenes por densas acumulaciones de organismos presa (100 organismos/m²), en donde los depredadores temporalmente consumen almejas. *Thais lapillus* es un depredador natural bentónico de las poblaciones de *Mytilus edulis* así como también los crustáceos, *Cancer irroratus*, *C. borealis*, *Carcinus maenas*, *Callinectes sapidus*; los peces carnívoros, *Rhocachilus vacca* y *Embiotoca lateralis* y las estrellas de mar, *Asteria vulgaris*, *A. forbesi*, *A. rubens*, *Pisaster ochraceus* y *Evasterias trachelli* (Burrell, 1985)

Minchin, (1991) considera que las zonas destinadas para el cultivo de moluscos están localizadas en áreas de alta productividad, donde las condiciones ambientales no excluyen a los depredadores, lo cual ocasiona que los organismos sembrados sean susceptibles de ser depredados. Así también Catriquiriborde *et al.*, 1985, Mottet, 1980; Auster y Haskell, 1988; Hahn, 1989; Minchin, 1991; Orensanz *et al.*, 1990; Manzi y Castagna, 1989; han encontrado que grandes densidades de almejas sembradas sobre el fondo originan la aglomeración de diversos grupos de depredadores activos

Son muy amplios los grupos de organismos que han sido reportados como depredadores de moluscos en cultivos como son los crustáceos, peces, moluscos, equinodermos, elasmobranquios y mamíferos; (Marteil, 1979, 1976; Mottet, 1980; Burrell, 1985; Ambrose, 1986; Quayle y Newkirk, 1989; Manzi y Castagna, 1989; Hahn, 1989; Orensanz *et al.*, 1990; Littlewood, 1991).

λ

La concha dura de la mayoría de los moluscos y la capacidad de muchos de ellos de enterrarse, los hace inmunes a muchos depredadores, pero no a todos ya que hay depredadores especialistas en penetrar en la-concha y capturarlos dentro del sustrato, por lo cual es necesario conocer el efecto de los depredadores que inciden en los cultivos, así como de su abundancia y ciclo de vida. Lo que permite el diseño y selección de técnicas, para prevenir el ataque de los depredadores, con el fin de reducir su efecto (Quayle y Newkirk, 1989).

Con el fin de conocer a los depredadores para poder prevenir y controlar su impacto sobre los cultivos de moluscos, diversos autores (Cuadro 1) han realizado trabajos con diferentes grupos de depredadores y presas, enfocados a conocer: la selectividad de la presa, el tiempo de consumo, los mecanismos de ataque y el impacto ecológico. Ejemplo de ello han sido los trabajos de McClintock y Truman (1986), quienes establecen la talla de consumo de *Mytilus californianus* por *Pisaster ochraceus*, encontrando que la alimentación extraoral se presenta para grandes

presas y una alimentación intraoral es para las pequeñas presas, relacionado esto con el contacto entre la superficie del estómago y su presa. λ

Orensanz *et al.*, (1990) realizó estudios relacionando la temperatura con la depredación, encontrando que la vulnerabilidad de los pectínidos a los depredadores es alta por estrés térmico. También reporta que la ocurrencia de epibiontes en las presas incrementa la supervivencia, ya que las esponjas dificultan su detección por las estrellas de mar.

Auster y Malatesta. (1991) señalan que la presencia de depredadores induce una respuesta de escape, lo cual puede reducir la tasa de crecimiento de la presa. También señalan que la agrupación de depredadores en las áreas donde las presas son abundantes, ocasiona el establecimiento de guaridas de éstos, originando altos niveles de mortalidad en la población de presas. En estudios realizados por Prejs *et al.*, (1990) indican que la depredación del mejillón está en proporción a la abundancia y accesibilidad de éste en el hábitat.

Con la finalidad de conocer más acerca de la relación depredador-presa, se ha evaluado para diferentes depredadores. La selectividad por la presa, los mecanismos de consumo y la vulnerabilidad de la presa. Por ejemplo Juanes y Hartwick, (1990) estudiaron la vulnerabilidad de *Protothaca staminea* por *Cancer magister* en función de la talla. Ameyaw-Akumti y Hughes, (1987) describieron los mecanismos de consumo de *M. edulis* por *Carcinus maenas* y Eggleston, (1990) determinó la vulnerabilidad, la talla de preferencia y la talla crítica de depredador en *Crassostrea virginica* por *Callinectes sapidus*. λ

La mayoría de los estudios que se han realizado sobre la relación depredador-presa para moluscos de importancia comercial, han tenido como objetivo poder diseñar o seleccionar métodos de control (Cuadro 2) adecuados a las necesidades de cada especie, por ejemplo:

El mejillón es presa de los pájaros cuando éstos efectúan migraciones, causando serios deterioros en la producción comercial. Han tratado de prevenir este problema por medio de sirenas, alarmas, redes preventivas y otros instrumentos inefectivos (Burrell, 1985). Bisker y Castagna, (1988) emplearon el pez sapo *Opsanus tau* para el control biológico de depredadores de *Mercenaria mercenaria*. Manzi y Castagna, (1989) proponen el empleo de métodos químicos, físicos y mecánicos para el control de los depredadores en cultivos. Quayle y Newkirk, (1989) recomiendan la remoción manual de gasterópodos depredadores, así como el uso de trampas, e indican que estos métodos no eliminan a los depredadores sino que solo reduce el problema.

En Baja California Sur, el estudio de los depredadores de la almeja catarina *Argopecten circularis* se han limitado a los trabajos mencionados en la introducción de este trabajo y dada la importancia acuícola que tiene este recurso en la zona es necesario conocer más sobre el efecto de los depredadores de *Argopecten circularis* en cultivos extensivos, número de presas consumidas, selectividad de tallas, tiempo y formas de consumo.

JUSTIFICACIÓN

En Baja California Sur la almeja catarina *Argopecten circularis* es un recurso marino de gran importancia, que ha sido legislado con la finalidad de proteger las poblaciones naturales y fomentar su cultivo. Por razones de índole técnica, de organización, del desconocimiento de su ambiente biológico y del mismo organismo, el programa de fomento acuícola no ha tenido el éxito esperado.

El método que ha sido empleado por los permisionarios para el cultivo del recurso, consiste en la captación de semilla del medio y la siembra directa de ésta en áreas establecidas por la Secretaría de Pesca, así como su posterior cosecha, este es un cultivo de fondo sin protección el cual está expuesto a factores que influyen en su éxito, entre los más importantes se encuentran las relaciones inter e intraespecíficas, tales como competencia, parasitismo y depredación.

La depredación es un factor limitante en los cultivos de moluscos bivalvos de importancia comercial, causa altas mortalidades, es un "serio problema en el crecimiento de los juveniles, influye en la dominancia, distribución y abundancia (Levitan y Genovese, 1989; Manzi y Castagna, 1989; Mackenzie, 1989) y por consiguiente merma la producción comercial.

Un ejemplo del efecto que tienen los depredadores en cultivos sobre fondo sin protección a nivel comercial, es el caso de Holanda donde la mortalidad del mejillón *Mytilus edulis*, a partir de semilla hasta la cosecha es del 90%, a pesar de lo cual se obtiene una producción anual que rebasa las 100,000 t (Dijkema, 1988; Dijkema y Hagel, 1990).

Considerando que el cultivo de la almeja catarina es de gran relevancia en la zona y que los estudios que se han llevado a cabo sobre *Argopecten circularis* no han abordado el problema de la depredación como un factor que restringe la expansión

de esta actividad. El presente trabajo está enfocado a determinar la influencia que tienen los depredadores en la realización de cultivos extensivos de almeja catarina, con la finalidad de contribuir al desarrollo de esta actividad en la región.

Cuadro 1. Relación de depredadores más importantes de moluscos bivalvos

AUTOR	CRUSTACEOS	MOLUSCOS	EQUINODERMOS	PECES	ELASMOBRANQUIOS	PRESAS
Penizans <i>et. al.</i> 1990			<i>Asteria rubens</i>			<i>Chlamys islandica</i> <i>Mercenaria mercenaria</i> <i>M. arenaria</i> <i>Mytilus edulis</i> <i>V. japonica</i> <i>M. californiensis</i>
Sanzi y Castagna, 1989	<i>Menippe mercenaria</i> <i>Callinectes sapidus</i> <i>Cancer irroratus</i> <i>C. productus</i> <i>Pagurus acadionus</i> <i>P. longicarpus</i> <i>P. pollicaris</i> <i>Ovalipes acellatus</i> <i>O. guadalupensis</i> <i>C. crangan</i> <i>C. franciscanus</i> <i>C. septemspinosa</i>	<i>Murex fulvescens</i> <i>Limatia haros</i> <i>L. irisertata</i> <i>Polinices duplicatus</i> <i>Eupteura caudata</i> <i>Octopus vulgaris</i> <i>O. acellatus</i> <i>O. macropus</i> <i>O. doferni</i> <i>O. joubini</i>	<i>Asteria forbesi</i> <i>Astropecten mercenaria</i> <i>Pycnopodia helianthoides</i> <i>Evasterias troschellii</i>	<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	<i>Rhinoptera bananus</i> <i>Dasyatis americana</i> <i>D. sayi</i> <i>Myliobatis tremvillei</i>	<i>Pecten</i> spp. <i>venus</i> sp. <i>Chione flutigracia</i> <i>Macrocallista nimbosa</i> <i>P. staminea</i> <i>S. solidissima</i>
Ichin, 1991	<i>Cancer maenas</i> <i>Liocarcinus depurator</i> <i>Cancer pagurus</i>		<i>Marthasterias glacialis</i>	<i>Scyliorhinus caniculus</i>		<i>Mya arenaria</i> <i>M. edulis</i> <i>Argopecten irradians</i> <i>M. mercenaria</i>
Stear y Lataste, 1991 Littet, 1980	<i>Pagurus longicarpus</i> <i>Carcinus maenas</i>	<i>Polinices duplicatus</i> <i>P. caniculus</i>	<i>Astropecten irregularis</i> <i>Asteria amurensis</i>			<i>M. mercenaria</i> <i>Anadara broughtonii</i> <i>Donacilla angusta</i> <i>Mya arenaria</i> <i>M. mercenaria</i>
Walker y Castagna, 1988 y y Lavton, 1988	<i>Callinectes sapidus</i> <i>Neopanope</i>					<i>M. mercenaria</i>
Stanton y Ropes, 1989	<i>Limulus polyphemus</i>					<i>M. mercenaria</i>
Stear y Haskell, 1988	<i>Pagurus longicarpus</i> <i>Cancer magister</i>					<i>M. mercenaria</i>
Wines y Artwick, 1990						<i>Protothaca staminea</i> <i>Crassostrea virginica</i> <i>C. rhizophorae</i>
Stewartwood, 1991	<i>Callinectes sapidus</i> <i>Panopeus herbstii</i>	<i>Cymatium mortinianum</i> <i>C. mericinum</i>		<i>D. nystrix</i> <i>Diodontidae</i> <i>Chilomycterus schoepfi</i>		<i>Crassostrea virginica</i>
Boyer, 1986	<i>Liocarcinus puber</i> <i>L. holsatus</i>					<i>Crassostrea virginica</i>
Boonyaw-Akumfi Hughes, 1987 Car y Haddon, 1987	<i>Carcinus maenas</i> <i>Ovalipes catharus</i>					<i>Mytilus edulis</i> <i>Paphies australis</i> <i>P. subtriangulata</i> <i>P. ventricosus</i> <i>M. edulis</i>
Wurrell, 1985	<i>C. maenas</i> <i>C. sapidus</i> <i>C. borealis</i> <i>C. irroratus</i>		<i>Asteria vulgaris</i> <i>A. forbesi</i> <i>A. rubens</i> <i>Pisaster ochraceus</i> <i>Evasterias troschellii</i>	<i>Rhocachilus vacca</i> <i>Embrotoca lateralis</i>		
Steterson <i>et. al.</i> , 1989					<i>Rhinoptera bananus</i>	<i>Argopecten irradians</i> <i>c. virginica</i> <i>M. edulis</i>
Waggleston, 1990	<i>C. sapidus</i>					
Wahlu, 1989	<i>Panulirus interruptus</i> <i>C. productus</i>	<i>Octopus</i> sp. <i>O. bimaculoides</i> <i>Ceratodoma nuttallii</i>	<i>Astrometis sertulifera</i> <i>P. giganteus</i> <i>P. ochraceus</i> <i>Pycnopodia helianthoides</i> <i>P. ochraceus</i>			
McClellintock y Truman, 1986						<i>C. virginica</i> <i>M. californianus</i> <i>Argopecten irradians</i> <i>A. circularis</i>
Wobling <i>et. al.</i> , 1964	<i>C. antennarius</i> <i>C. productus</i>	<i>O. spp.</i> <i>O. bimaculatus</i>	<i>Astrometis sertulifera</i>			
Maeda-Martinez <i>et. al.</i> , 1993	<i>C. bellicosus</i>	<i>M. princeps</i> <i>M. nigrinus</i>	<i>Luidia</i> sp.	<i>Spheroades annulatus</i> <i>Baliste</i> sp.		
Wartiel, 1976	<i>C. maenas</i> <i>C. pagurus</i> <i>C. sapidus</i>	<i>M. trunculus</i> <i>O. vulgaris</i> <i>Ocenebra arinacea</i>	<i>Parm. canis</i> <i>A. rubens</i> <i>A. forbesi</i> <i>M. glacialis</i> <i>Musculina vulgaris</i> <i>Ladros</i> sp. <i>Crenilabrus</i> sp. <i>Carcharias</i> sp. <i>A. rubens</i>		<i>Myliobatis aquila</i>	
Wartiel, 1979 Willarreal, 1989 Wroom, 1982	<i>c. maenas</i>	<i>M. melongena</i> <i>Natica maculosa</i> <i>Thais carinifera</i>				<i>Ostras</i> <i>C. virginica</i> <i>Anadara granosa</i>
Hemingway, 1975		<i>Eupteura triquetra</i> <i>Urosalpinx cinerea</i>				<i>Chione</i> sp. <i>M. edulis</i>
Carriquiriborde <i>et. al.</i> , 1985	<i>Loxarchinichus</i> spp. <i>Pugetia</i> spp. <i>Panulirus interruptus</i>	<i>Canis californicus</i>	<i>A. armatus</i>	<i>Paralabrax mullifer</i>		
Le Borgne, 1986		<i>Purpura lapillus</i>	<i>A. rubens</i>			<i>M. edulis</i>

Cuadro 2. Clasificación de los métodos de control de los depredadores en cultivos de moluscos bivalvos.

Método	Tipo	Fuente	
Mecánico	Arado o dragado	Manzi y Castagna, 1989	
	Sección de dragas	Manzi y Castagna, 1989	
	Pantallas acústicas o deflectores	Manzi y Castagna, 1989	
	Alarmas o sirenas	Huner y Brown, 1985	
	Redes	Manzi y Castagna, 1989 Huner y Brown, 1985	
	Trampas metálicas y plásticas	Manzi y Castagna, 1989 Mottet, 1980 Mackenzie <i>et al.</i> , 1961 Quayle y Newkirk, 1989 Marteil, 1979	
	Colección manual o remoción	Manzi y Castagna, 1989 Mackenzie y Clyde, 1989	
	Parque o encierros de cultivo	Cáceres-Martinez <i>et al.</i> , 1986	
	Jaulas de cultivo	Ebling <i>et al.</i> , 1964 Aprill y Maurer, 1976	
	Químico	Azul Victoria	Manzi y Castagna, 1989
		Sulfato cúprico	Manzi y Castagna, 1989
		Oxido de calcio	Manzi y Castagna, 1989
		Solución saturada de sal	Manzi y Castagna, 1989 Marteil, 1979
Hidrocarburos		Manzi y Castagna, 1989 Loosanoff, 1960 Mazkenzie, 1979.	
Clorinados		Manzi y Castagna, 1989 Loosanoff, 1960 Mazkenzie, 1970	
Insecticidas		Manzi y Castagna, 1989 Loosanoff, 1960 Mazkenzie, 1979	
Veneno carnada		como Kraeuter y Castagna, 1985	
Clorinados de benzeno (Polystream standard)		de Muthiah <i>et. al</i> , 1987 Mazkenzie y Clyde, 1989	
Biológico		<i>Opsanus fao</i>	Gibbons y Castagna, 1985
	<i>Solasterpapposus</i>	Marteil, 1979	
	<i>Opsanustau</i>	Bisker y Castagna, 1988	

OBJETIVOS

General

Desarrollar estudios básicos de depredación para evaluar las posibilidades del cultivo extensivo de la almeja catarina *Argopecten circularis*.

Particulares

- 1.- Evaluación del efecto de una siembra experimental sin protección sobre fondo de *Argopecten circularis*.
- 2.- Evaluación del efecto de la depredación en una siembra experimental de almeja catarina.
- 3.- Identificación de las especies de depredadores activos y potenciales de la almeja catarina.
- 4.- Descripción de los mecanismos utilizados por los depredadores, de la almeja catarina.
- 5.- Evaluación de la selectividad de la presa, por cada especie de depredador.
- 6.- Estimación del tiempo de consumo de la-presa.
- 7.- Desarrollar un arte de cultivo para la almeja catarina.

MATERIALES Y MÉTODO

1. Zona de Estudio I

La Ensenada de La Paz; Baja California Sur, México (Fig. 1); esta se encuentra situada al Norte del Trópico de Cáncer y al Suroeste de la Bahía de La Paz, B.C.S., entre los 24°06' y los 24°10' de latitud Norte y los 110°19' y 110°25' de longitud Oeste, con un área de aproximadamente 45 Km². Se comunica con la Bahía de La Paz a través de un canal de 1.5 Km. de ancho y 4 Km. de largo. El área donde se realizaron los estudios tiene las siguientes características: el sedimento está compuesto por arena, limo y arcilla; salinidad promedio de 36 a 36.5 ‰, concentración promedio de oxígeno de 5 a 6 ml/l, pH promedio de 7.5 y una velocidad promedio de la corriente de 0.46 m/seg. en marea de reflujo (García-Domínguez, 1991). En este sitio la profundidad fue de 5 m en marea alta .

2. Zona de Estudio II

Bahía Falsa, Baja California Sur, México (Fig. 2), se encuentra situada entre los paralelos 24°16' y 24° 14' de latitud Norte y entre los meridianos 110°18'30" y 110° 19' 10" de latitud Oeste, a 3 Km al Sur del Puerto de Pichilingue y a 14 Km de la Ciudad de La Paz, B.C.S. El área donde se realizaron los estudios tiene las siguientes características: concentración promedio de oxígeno de 7 mg/l, pH promedio de 7.9, salinidad promedio de 35 a 37‰ y tienen una profundidad de 12 m en marea alta (Avilés-Quevedo e Iizawa, 1993).

3. Evaluación de una siembra de almejas catarina sobre fondo

3.1.- Sistema de referencia

El sistema de referencia consistió de cuatro cuerdas de 25 m de largo cada una orientadas al Norte, Sur, Este y Oeste y otras cuatro cuerdas de 12.5 m de largo orientadas al Noroeste, Noreste, Sureste y Suroeste; las cuerdas fueron marcadas para facilitar la ubicación en los muestreos, indicando la distancia en relación del centro, así como la orientación de cada transecto (Fig. 3).

El sistema fue instalado a 0.20 m del fondo utilizando estacas de varilla corrugada en forma de gancho.

Para localizar el sistema de referencia se utilizaron boyas esféricas de 30 cm de diámetro, unidas a cuerdas de 8 m y a la vez sujetas al extremo de cada transecto.

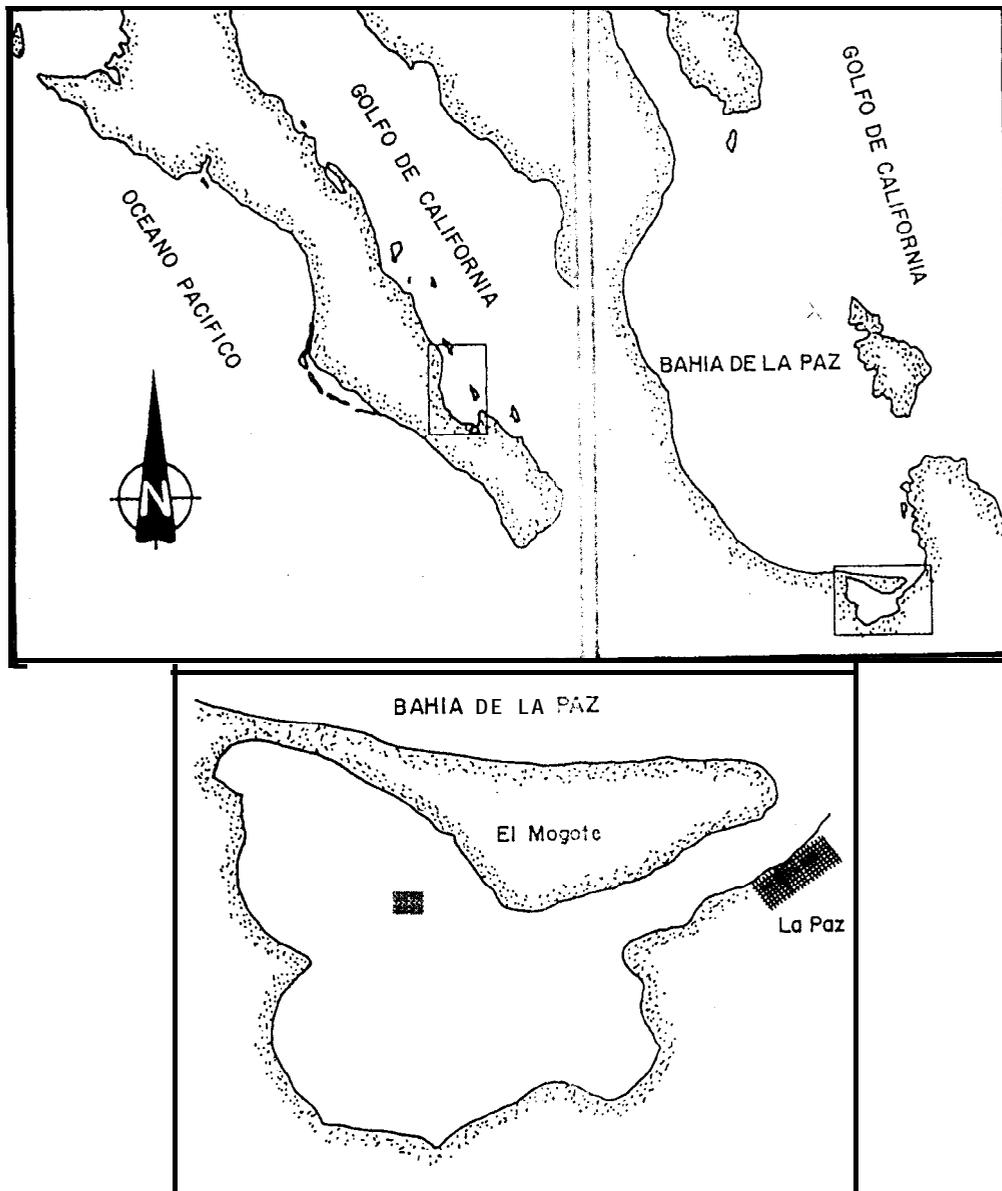


Fig. 1. Localización de la zona de estudio 1., Ensenada de La Paz, B.C.S., México.
(■) Áreas de trabajo.

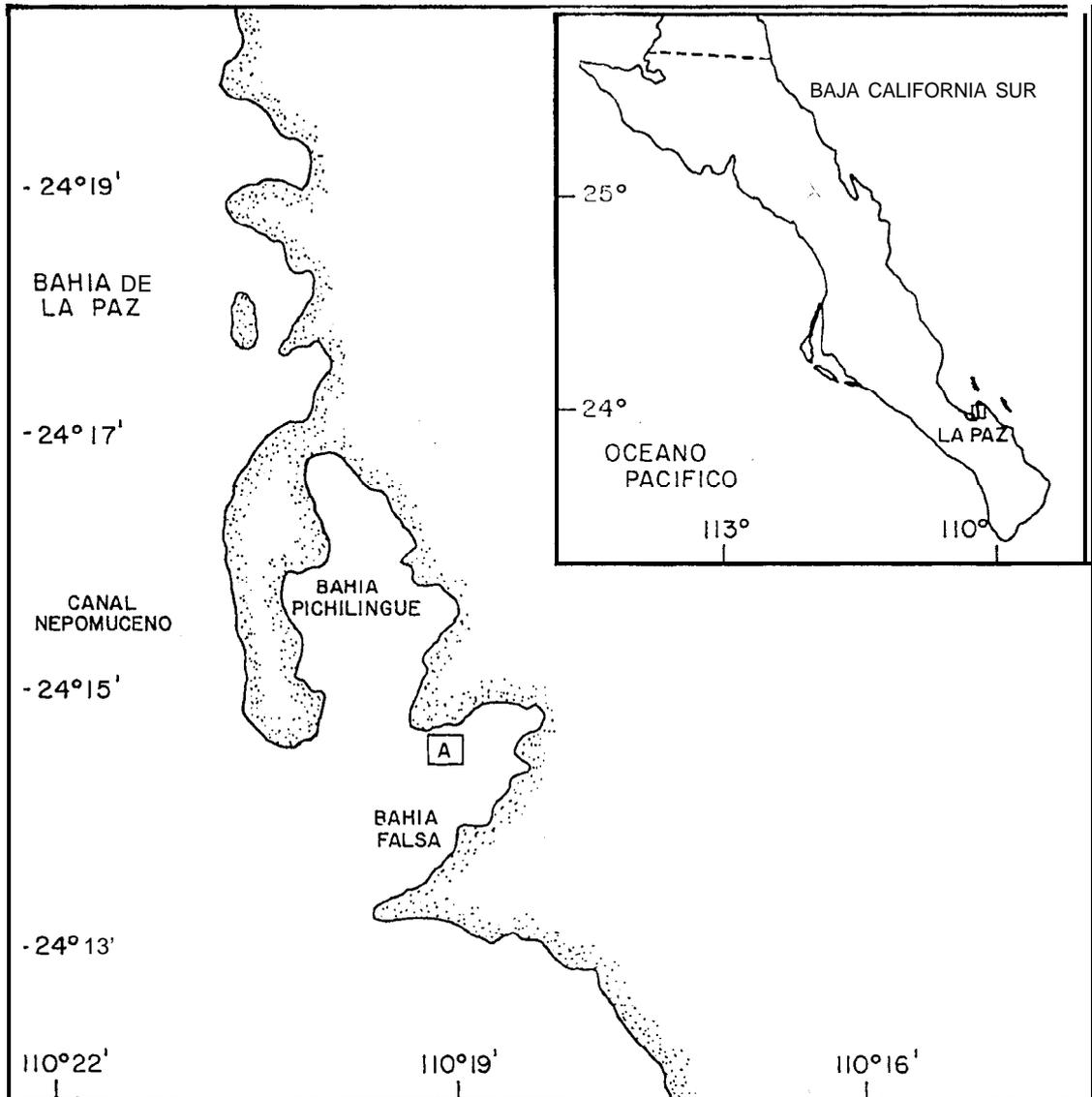
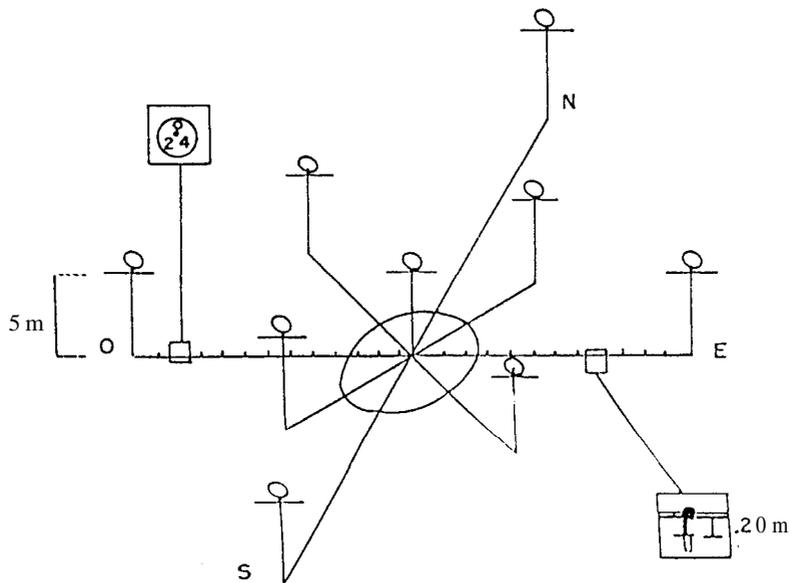
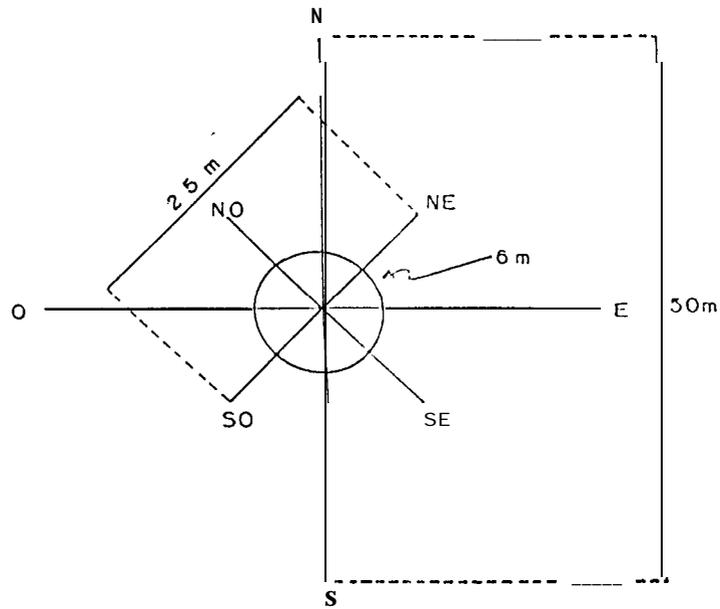


Fig. 2. Localización de la zona de estudio II. Bahía Falsa, B.C.S., México.
(A) Área de trabajo.

3.2. Instalación y operación del sistema de referencia

La instalación del sistema de referencia y los muestreos se realizaron mediante buceo, con ayuda de 2 o 3 buzos, empleando equipo autónomo tipo SCUBA. Las inmersiones fueron en promedio de 45 min. para el caso de los muestreos y 2 hrs. para la instalación del sistema.



- (A) Marcas empleadas para la identificación de la dirección y orientación de los transectos.
 (B) Ganchos de varilla corrugada, empleados para la fijación de los transectos

Fig. 3. Orientación y posición del sistema de referencia usado para evaluar la siembra experimental de la almeja catarina (*Argopecten circularis*).

3.3. Obtención de los organismos para el estudio

Se instalaron 300 colectores para la obtención de semilla de almeja catarina *Argopecten circularis* en el Puerto de San Carlos, B.C.S., utilizando costales cebolleros de polipropileno de 0.8 x 0.4 m de largo y alto respectivamente, estos se rellenaron con filamentos de nylon a razón de 40 gramos de peso por colector, los mismos fueron cerrados en su boca por una cuerda y sujetos a una cuerda de **4.5** m de largo en la cual se colocaron **12** colectores en cuatro grupos de tres cada uno, instalando una serie de cuerdas a lo largo de una línea madre que permitió suspenderlos en el agua. .

Los colectores permanecieron en el agua un período de 2 meses, después fueron recuperados y transportados a la playa en donde se procedió a la separación de la semilla o desgrane, esto se realizó con un aparato experimental, que muestra la en el Anexo 1.

La semilla colectada fue transportada a la Unidad Pichilingue de la Universidad Autónoma de Baja California Sur; utilizando un transportador de semilla Anexo II. La densidad de ocupación fue de 138 organismos /m², la altura media de los organismos sembrados fue de 21.2±0.5 mm.

3.4. Marcado de almejas

Tres mil ejemplares de almeja catarina (43.71±0.5 mm) fueron obtenidos del Parque de Cultivo de la U.A.B.C.S. ubicado en la Unidad Pichilingue. Las almejas fueron marcadas con alambre telefónico de 10 cm de longitud de colores verde, azul, naranja, rojo, amarillo o blanco; pasados a través de un orificio de 1.4 mm en el lóbulo auricular de las valvas (Fig. 4).

3.5. Siembra

Los organismos marcados se sembraron en el centro del sistema de referencia. El área de siembra fue de 28.26 m², delimitados por una circunferencia de 6 m *de diámetro*. Las almejas fueron distribuidas homogéneamente a una densidad de 106 almejas por m². En el sistema de referencia no se encontraron ejemplares de esta especie, previamente a la siembra.

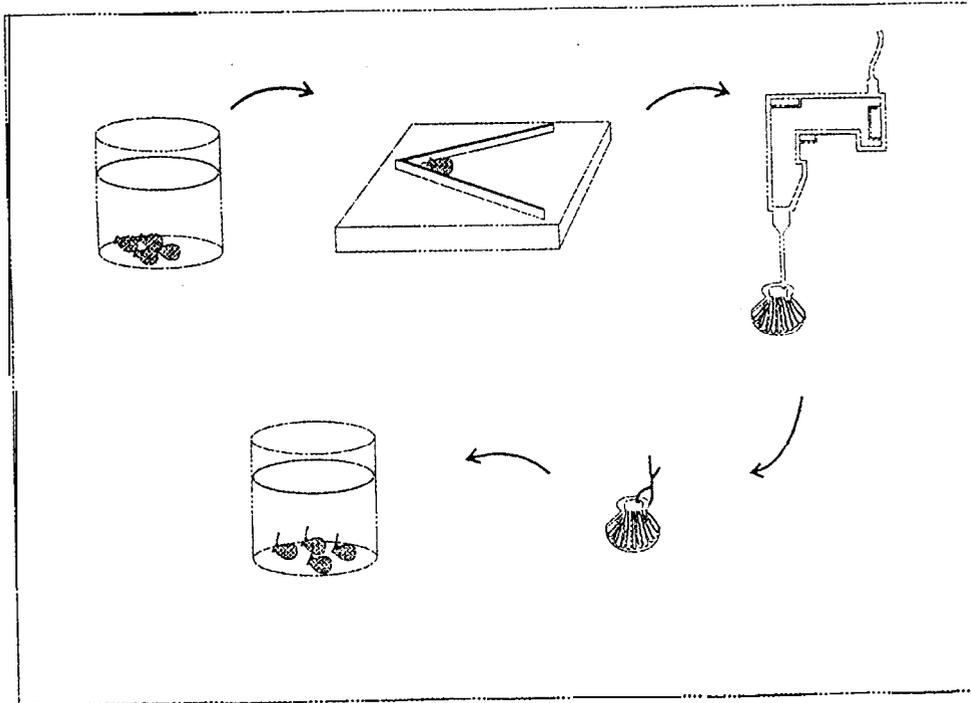


Fig. 4. Esquema de la operación de marcado de almejas.

3.6. Muestras

La distribución de los organismos se evaluó contando las almejas encontradas dentro de un marco de 0.25 x 0.25 m, que se colocaba aleatoriamente en cada metro del sistema. La evaluación se realizó cada semana durante 56 días.

Con los datos obtenidos se construyeron isolíneas de densidad (organismos/m²), por cada evaluación empleando el método de interpolación lineal.

A partir de los conteos de almejas y de recuperación de conchas con marcas, se estimó la mortalidad de los organismos en función del tiempo.

3.7. Parámetros ambientales

Durante el estudio se cuantificó el seston, el tripton y el plancton (Anexo III), así como se registro la dirección y magnitud de la corriente, mediante un correntímetro. tipo Ekman Modelo 26307 11. Esta operación se realizó sujetando el correntímetro a una distancia de 50 cm del fondo, en el centro del sistema de referencia. El tiempo de registro de dirección y magnitud de la corriente fue de 40 min. en cada muestreo.

Adicionalmente se midió la salinidad y la temperatura con un termo-salinómetro YSI Modelo 33, tomándose los registros a 0.20 m del fondo.

4. Estudio de depredación de la almeja catarina (*Argopecten circularis*) en Laboratorio.

4.1. Área de trabajo

Con el propósito de evaluar la relación depredador-presa en función del tamaño de ambos, el tiempo de consumo y el tipo de daño causado, se realizaron experimentos en el laboratorio de la U.A.B.C.S. Unidad Pichilingue, La Paz, B.C.S. Durante el mes de enero de 1991 a febrero de 1993 los estudios se realizaron en el edificio A de la Unidad Pichilingue acondicionado previamente (Fig. 5) y a partir de marzo de 1993 los ensayos se llevaron a cabo en las áreas de Zooplancton y Fitoplancton del Laboratorio de Acuicultura de la U.A.B.C.S. ubicado en la misma Unidad (Fig. 5).

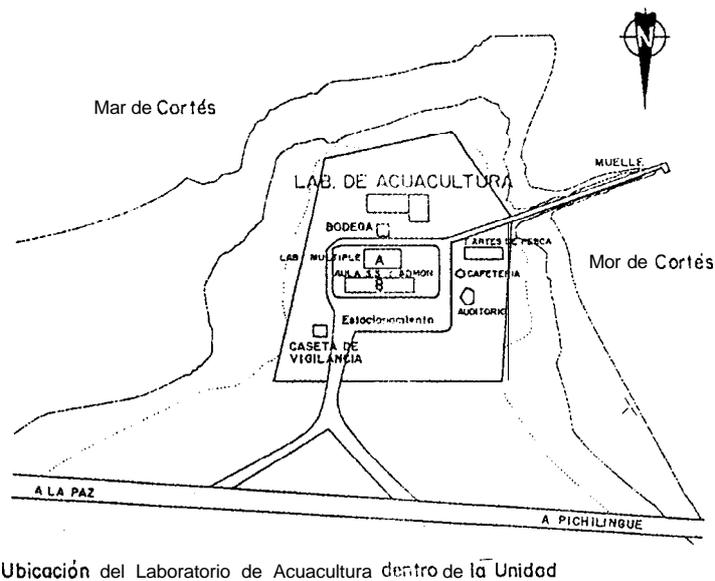


Fig. 5. Instalaciones de la Unidad Pichilingue de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. (Tomado de Raigadas-Marengo, 1993)

4.2. Colecta de depredadores

Jaibas (*Callinectes bellicosus*)

Las jaibas fueron colectadas mediante el uso de trampas de plástico de 16 mm. de luz de malla, en tres tamaños (Fig. 6, Cuadro 3), utilizando como carnada mantarraya seca, siendo colocadas en la playa aledaña a la Unidad Pichilingue. También se utilizó un chinchorro, este se colocó cerca de la zona de manglar de Bahía Falsa. Para ambos casos la revisión de las artes de colecta fue diaria, el número de los organismos colectados fue de 91 teniendo un intervalo de talla de 43 a 154 mm. de A.c. (A.c. = Ancho del caparazón).

Cuadro 5. Trampas utilizadas para la colecta de jaibas

Trampa	1	2	3
Diámetro exterior	0.60 m	0.60 m	0.30 m
Diámetro interior	0.02	0.02	0.015
Longitud	1.00	1.00	0.60
No. de entradas	2	1	2

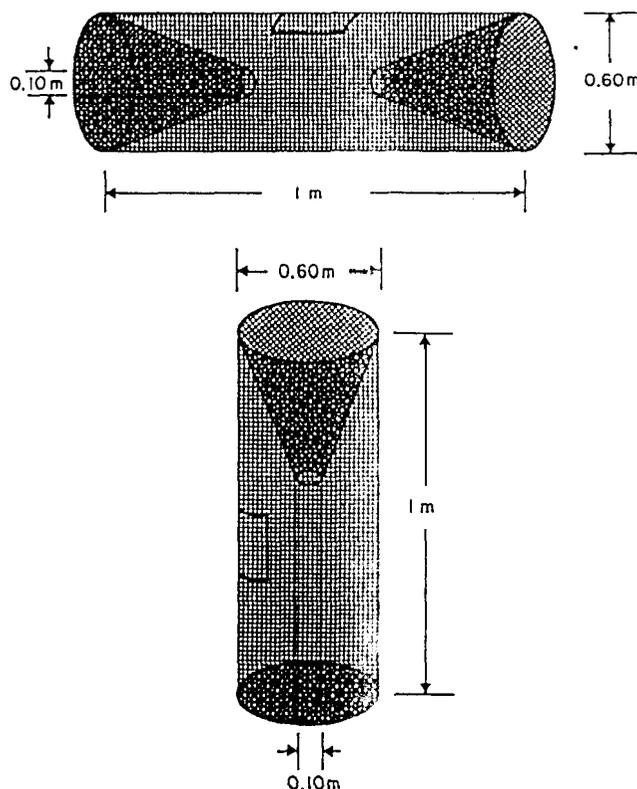


Fig. 6. Trampas para la colecta de jaibas (*Callinectes bellicosus*)

Caracoles (*Hexaplex erythrostomus*)

Los caracoles fueron colectados manualmente mediante buceo autónomo a 10 m de profundidad en Bahía Falsa. La talla de los organismos capturados fue de 33.5 a 47.2 mm. de L.o. (L.o. = Longitud del opérculo), siendo colectados 32 caracoles.

Estrellas de Mar (*Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis*)

Dieciocho estrellas mar *P. unifascialis* de 80 a 115 mm de radio fueron colectadas manualmente mediante buceo autónomo a 10 m de profundidad en Bahía Falsa. En el mismo sitio se colectaron 4 estrellas de mar *O. occidentalis* de 115 a 150 mm.

Todos los depredadores (jaibas, caracoles y estrellas) fueron mantenidos en ayuno durante un período de 24 a 48 horas antes de ser utilizados para los ensayos de depredación.

4.3. Almeja catarina (*Argopecten circularis*)

Las almejas que se utilizaron para los diferentes ensayos de depredación fueron cultivados en la Isla Gaviota, B.C.S., en el período de febrero-abril de 1992 siguiendo la metodología previamente descrita . También. se emplearon almejas cultivadas en jaulas a 5 y 10 m de profundidad en la Ensenada de La Paz y Bahía Falsa respectivamente. La talla de los organismos empleados fue de 9.5 a 58.8 mm. de H.a. (H.a. = Altura de la concha), utilizándose un total de 1, 300 organismos para los ensayos.

4.4. Sistema de mantenimiento

El sistema de mantenimiento (Fig. 7) de los organismos depredadores y presas consistió de tres partes :

a).-Biofíltro: Se instaló en un tanque rectangular de 380 l de capacidad, en su interior se encontraban seis bolsas de polipropileno de 0.8x0.4 m, rellenas con pequeñas piezas de polipropileno, mismas que fueron el soporte bacteriano del biofíltro

b).-Tanques de depredadores: Tanques circulares de 500 l. de capacidad, en su interior se instalaron refugios para evitar el canibalismo. En el caso de las jaibas se dividió en dos secciones cada tanque, con una cortina de malla de mosquitero (Fig. 7).

c).- Tanque de los organismos presa: En este caso se utilizó un tanque de ovalado de 1, 200 l de capacidad, con una altura de 1 m .

La alimentación del sistema de mantenimiento se realizó con una bomba sumergible de 1/200 HP. Esta transportaba el agua del tanque de las presas a los dos tanques de los depredadores, por medio de una manguera de plástico de 1.27 cm de diámetro. El sobreflujo de los tanques anteriores se vertía al Biofiltro en forma de rocío a través de dos salidas en forma de "L" localizadas en el interior de cada tanque, que a su vez se conectaban en un tubo ranurado de PVC de 2.45 cm . El agua del biofiltro caía en cascada al tanque de las presas y así sucesivamente se repetía el ciclo.(Fig. 7).

Para mantener la concentración de oxígeno constante (5.5 ± 0.1 mg/l) en el sistema se instalaron difusores en cada tanque

Con la finalidad de mantener la salinidad constante (37.0 ‰) en el sistema, diariamente se reponía el agua de mar evaporada con agua dulce. La temperatura del agua en este fue de $27.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$.

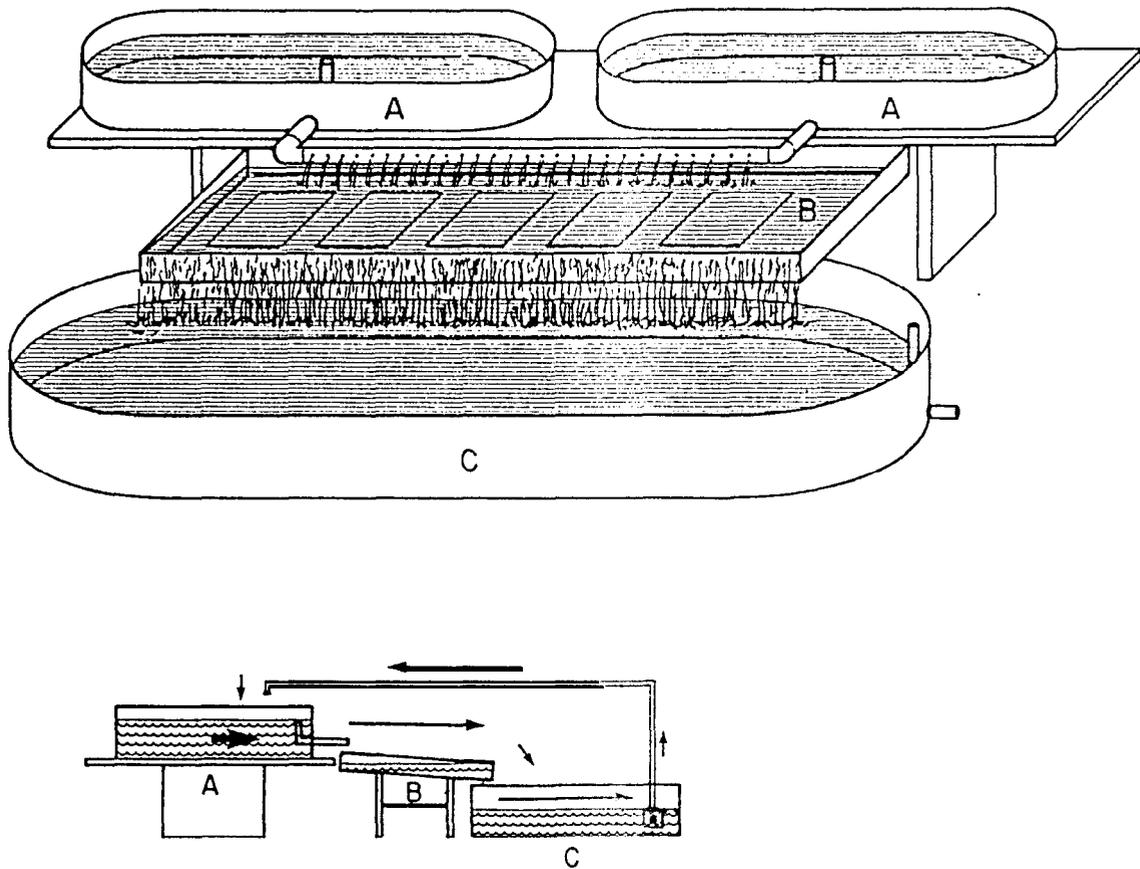


Fig. 7 Sistema de mantenimiento de organismos depredadores y presas.

4.5. Cultivo de Fitoplancton

El área de cultivo consistió de:

- 1.- Cuarto de cultivo: Se instaló en la sección 2 del edificio A de la Unidad Pichilingue (Fig. 5), este sitio cuenta con una superficie de 6.88 m²., paredes recubiertas de mosaico blanco, una coladera en el centro del cuarto y una puerta de cerrado hermético.
- 2.- Sistema de iluminación: Se instalaron 10 lamparas de 75 watts tipo luz de día de 1.13 m de longitud fijas a la pared a una distancia de 0.17 m. cada una, en la figura 10 se muestra la disposición de éstas. En dos estantes de cuatro entrepaños cada uno, se colocaron 8 lámparas como las mencionadas anteriormente (Fig. 8).
- 3.- Sistema de control de temperatura: Este consistió en la instalación de un aparato de aire acondicionado de 1 t.
- 4.- Sistema de aireación: Se instaló un soplador, el cual distribuyó el aire a través de una tubería de PVC de 2.54 cm de diámetro hasta el interior del cuarto de cultivo. En el interior del cuarto se instaló una trampa para el agua (condensador) para evitar la introducción de esta a las unidades de cultivo. Al final de la trampa se instaló una válvula de PVC que se conecta a una manguera de látex de 5 m de longitud, ésta manguera distribuyó el aire a las unidades de cultivo. En éstas se emplearon agujas de 16 mm conectadas a mangueras de plástico transparente de 6 mm de diámetro, que condujeron el aire a cada unidad de cultivo .
- 5.- Soporte de cultivo: Se instaló un tubo de acero galvanizado de 5.25 cm de diámetro y 2.87 m de longitud, a una altura de 2.14 m del suelo (Fig. 8). En él se colgaron 10 estructuras compuestas de tres tubos de acero de 1.5 cm de diámetro y 56 cm de longitud, unidos por cabo nylon trenzado de 6 mm, en la figura 9 se muestran las estructuras denominadas columpios. En éstos se instalaron bolsas de plástico.

Los estantes se destinaron para los matraces de cultivo y las cepas de microalgas.

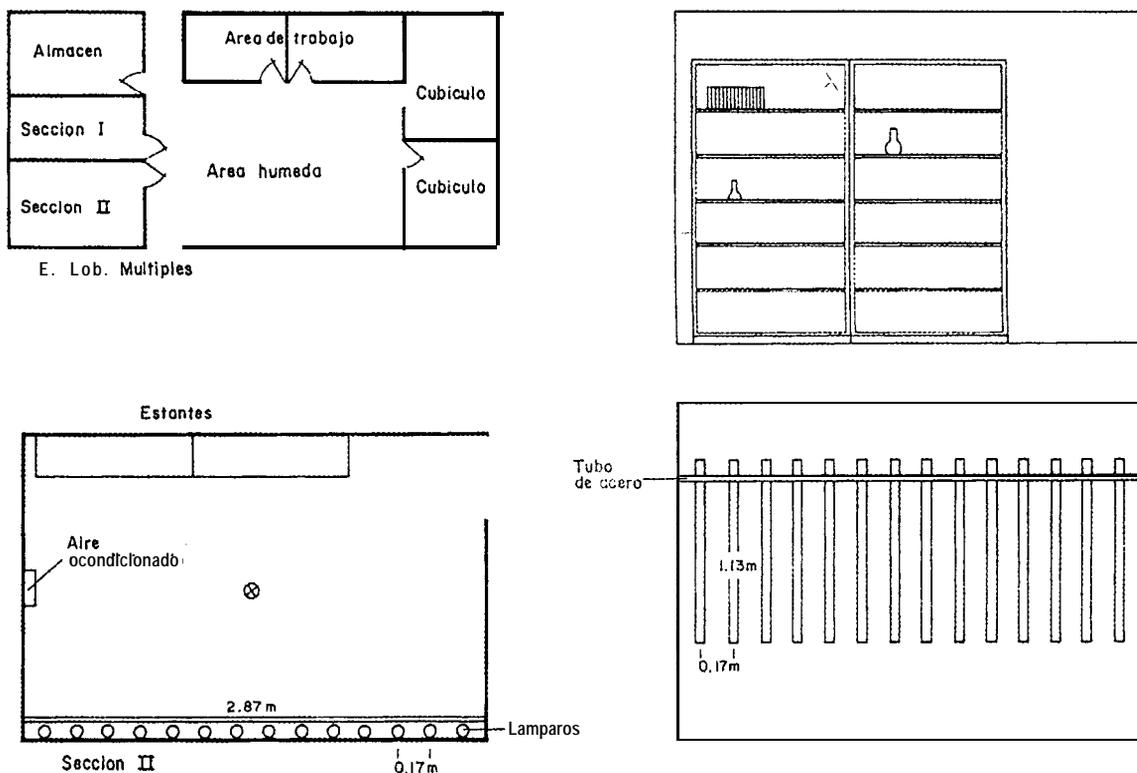


Fig. 8. Cuarto de cultivo de microalgas, ubicado en la Unidad Pichilingue de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

6.- Unidades de cultivo: Se emplearon bolsas de polietileno de 15 l como unidades de cultivo. Para su elaboración se utilizó un rollo tubular de polietileno de alta densidad (calibre 350) de 32.5 cm. de diámetro y una selladora manual (Fig. 10 y 11):

Cultivo de Microalgas

1.- Medio de Cultivo

El medio de cultivo empleado fue el Guillard f/2 (Guillard, 1972), Anexo 4.

2.- Esterilización

La esterilización de los macro y micro nutrientes se realizó en una autoclave a 15 libras de presión durante 15 min.

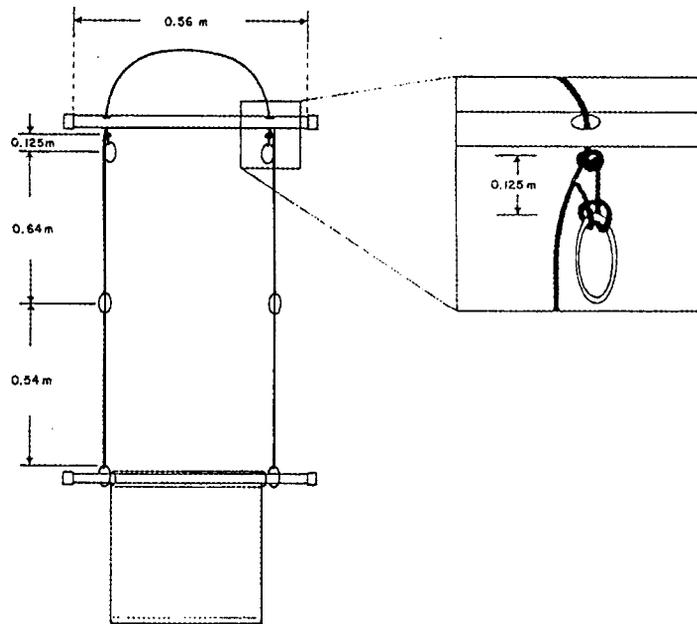


Fig. 9. Unidades de soporte (columpios) para el cultivo de microalgas

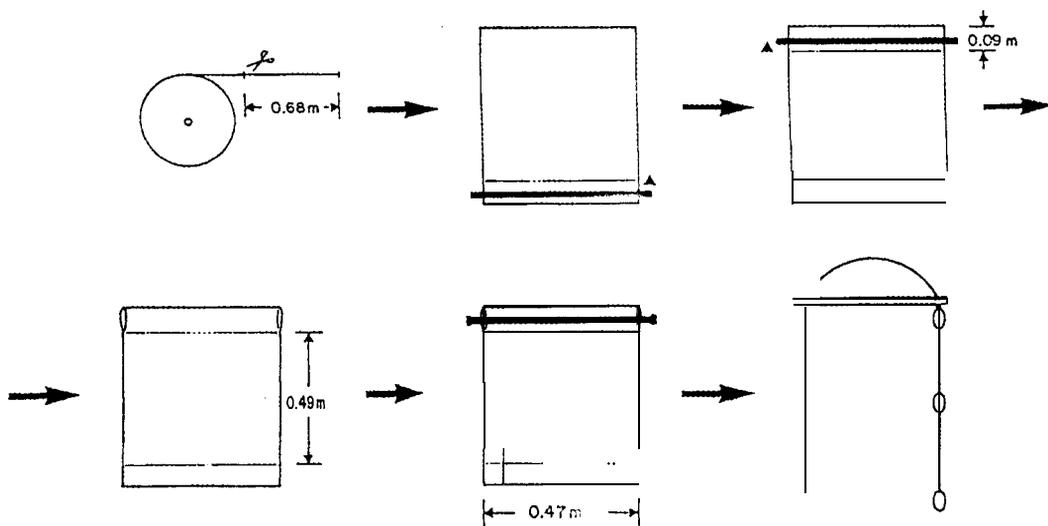


Fig. 10. Elaboración de las unidades de cultivo (bolsas) de microalgas.

La esterilización de los matraces de 1000, 500, 250 y 125 ml así como los tubos de cultivo se llevó a cabo en un horno de microondas, siendo los tiempos de esterilización los siguientes (Cuadro 4):

Cuadro 4. Tiempos de esterilización en horno de microondas

Receptor	Tiempo de esterilización
Matraz de 1000 ml	10 min
Matraz de 500 ml	10 min.
Matraz de 250 ml	8 min.
Matraz de 125 ml	5 min
Tubos con 15 ml	0,5 min

El agua empleada para el cultivo en 15 l fue desinfectada usando un método químico, o uno físico (Anexo 4):

Todos los cultivos fueron estáticos y las condiciones de incubación fueron:

Temperatura $20 \pm 2^\circ\text{C}$

Aireación constante

Iluminación continua

Salinidad para cepas $28 \pm 2\text{‰}$ (antes de esterilizar)

Salinidad para cultivo 34‰

3.- Cepas

Las cepas empleadas en este estudio se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 5. Relación de cepas empleadas

CEPA	Institución	Ubicación
<i>Isochrysis galbana</i>	Sociedad Cooperativa de Acuacultores de la Península	de La Paz, B.C.S. México λ
<i>Dunaliella salina</i>	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR)	de La Paz, B.C.S. México.
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	Centro Ostrícola del Estado de Sonora	Sonora, México
<i>Chaetoceros gracilis</i>	Centro Ostrícola del Estado de Sonora	Sonora, México.

4.- Densidad de la población

Para evaluar la densidad de la población en los cultivos se utilizó una cámara de conteo tipo Newbauer modificado.

5.- Mantenimiento de las cepas y del stock de microalgas

Se realizaron resiembras cada 15 días para el stock y resiembras mensuales para las cepas, éstas fueron mantenidas con baja intensidad de luz.

4.6. Alimentación de los organismos presa-

La alimentación de las almejas consistió en una ración diaria de 15 l de cultivo alternando las siguientes especies por día: *Isochrysis galbana* (2,500,000 células/ml), *Dunaliella salina* (870,000 células/ml), *Chaetoceros gracilis* y *Chaetoceros calcitrans* (4,500,000 células /ml).

4.7. Tanques de ensayo o prueba

Los ensayos de depredación se realizaron en tanques de fibra de vidrio de 1000 l, alineados en dos series de 5 tanques, colocados sobre tarimas de madera para facilitar su vaciado. En cada tanque se instaló un difusor para la distribución de aire, cada uno contenía 300 l de agua de mar filtrada.

El agua de mar usada en los tanques de ensayo fue tomada en el muelle de la Unidad Pichilingue, mediante una motobomba la cual vertía a un contenedor de 1,200 l. Este era llevado al Laboratorio en una camioneta donde los tanques eran llenados con el agua de mar filtrada a través de dos filtros de cartucho de 5 micrómetros con ayuda de una bomba centrífuga de impelente de plástico de 1 HP. Este sistema se empleó en las instalaciones del edificio A de la Unidad Pichilingue (Fig. 5).

Una vez instalados los tanques en la sección de Zooplancton del Laboratorio de Acuicultura de la U.A.B.C.S., el llenado de los tanques se realizó por el sistema de distribución de agua de mar del laboratorio (Cáceres-Martínez, Rangel-Dávalos y Chávez-Villalba, 1993).

4.8. Ensayos

Se colocaron 10 almejas (*Argopecten circularis*) por cada especie de depredador (*Callinectes bellicosus*, *Hexaplex erythrostomus*, *Oreaster occidentalis* y *Phataria unifascialis*), como se muestran en los diseños experimentales (Cuadro 6 al 9). Se evaluó la selectividad de la presa por tamaño, tiempo de consumo y daño causado en la concha (Fig. 12) en 24 y 48 hrs para los tres grupos de depredadores.

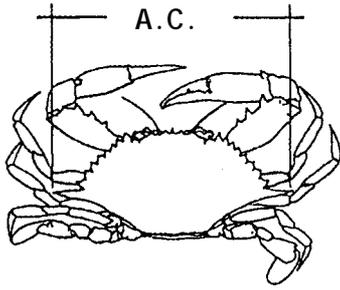
Después del período de prueba los organismos depredadores fueron devueltos al mar y se procedió a recuperar las conchas y almejas vivas. Las conchas fueron guardadas en bolsas de plástico para su posterior análisis.

Las presas y depredadores fueron medidos antes de cada ensayo tomando la altura de la concha de las almejas, el ancho y largo del caparazón de las jaibas, la longitud del opérculo de los caracoles y el radio de las estrellas de mar (Fig. 11).

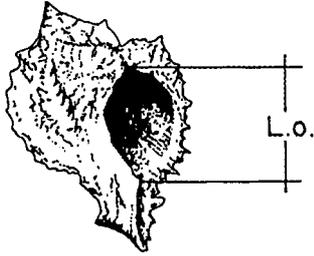
Para evaluar el daño causado por los depredadores sobre *A. circularis* se empleó un esquema de proporción de daño (Fig. 12).

4.9. Tabla de contingencia

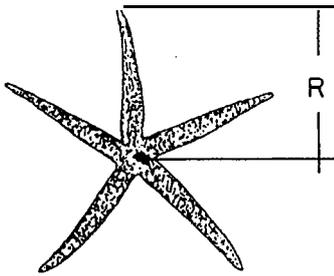
Con la finalidad de establecer si el número de almejas consumidas por cada depredador es dependiente del tamaño del depredador, se elaboró una tabla de contingencia para cada grupo, utilizando la prueba de independencia $F_{\chi^2}()$. También se empleó la prueba "G" (Sokal y Rohlf, 1969) que evalúa el ajuste de las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas, a una probabilidad del 95% ($\alpha = 0.05$), donde la hipótesis nula es que el número de almejas consumidas es independiente del tamaño del depredador.



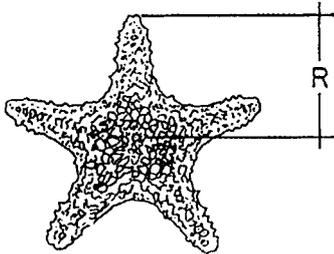
A.C. = Ancho del caparazon



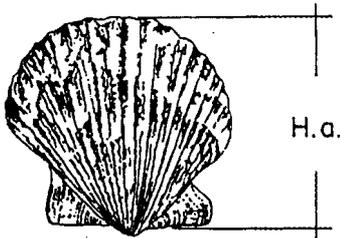
L.o. = Longitud del operculo



R = Radio



R = Radio



H.a. = Altura de la concha

Fig. II. Dimensiones empleadas para definir el tamaño de los organismos experimentales.

Cuadro 6. Diseño experimental seguido para evaluar la depredación en el laboratorio de *Callinectes bellicosus* sobre *Argopecten circularis*

Grupo de almejas (mm. H.a.)	Grupo de jaibas (mm. A.c.)
A. Chicas (10 - 23.3)	8.1. Chicas (40 - 76) a.2. Medianas (77 - 116) a.3. Grandes (117 - 154)
B. Medianas (23.4 - 36.6)	a.1. Chicas (40 - 76) a.2. Medianas (77 - 116) a.3. Grandes (117 - 154)
C. Grandes (36.7 - 49.4)	a.1. Chicas (40 - 76) a.2. Medianas (77 - 116) a.3. Grandes (117 - 154)

Ha = Altura de la concha A.c. = Ancho del caparazón

λ

Cuadro 7. Diseño experimental seguido para evaluar la depredación en el laboratorio de *Hexaplex erythrostomus* sobre *Argopecten circularis*

Grupo de almejas (mm. H.a.)	Grupo de caracoles (mm. Lo.)
A. Chicas (10 - 23.3)	b.1. 32 - 37.3 b.2. 37.4 - 40 b.3. 40.1 - 42.6 b.4. 42.7 - 48
B. Medianas (23.4 - 36.6)	b.1. 32 - 37.3 b.2. 37.4 - 40 b.3. 40.1 - 42.6 b.4. 42.7 - 48
C. Grandes (36.7 - 49.4)	b.1. 32 - 37.3 b.2. 37.4 - 40 b.3. 40.1 - 42.6 b.4. 42.7 - 48

Ha = Altura de la concha L.o. = Longitud del opérculo

λ

Cuadro 8. Diseño experimental seguido para evaluar la depredación en el laboratorio de *Phataria unifascialis* sobre *Argopecten circularis*

Grupo de almejas (mm H.a.)	Gmpo de estrellas (mm radio)
A. Chicas (10 - 23.3)	c.1. 80 - 91.4 c.2. 91.5 - 102.8 c3. 102.9 - 114.29
B. Medianas (23.4 - 36.6)	c.1. 80 - 91.4 c.2. 91.5 - 102.8 c3. 102.9 - 114.29
C. Grandes (36.7 - 49.4)	c.1. 80 - 91.4 c.2. 91.5 - 102.8 c3. 102.9 - 114.29

Ha = Altura de la concha

λ

Cuadro. 9. Diseño experimental seguido para evaluar la depredación en el laboratorio de *Oreaster occidentalis* -sobre *Argopecten circularis*

Grupo de almejas (mm H.a.)	Grupo de estrellas (mm radio)
A. Chicas (10 - 23.3)	d.1. 114.2 - 125.7 d.2. 125.8 - 137.1 d.3. 137.2 - 148.5
B. Medianas (23.4 - 36.6)	d.1. 114.2 - 125.7 d.2. 125.8 - 137.1 d.3. 137.2 - 148.5
C. Grandes (36.7 - 49.4)	d.1. 114.2 - 125.7 d.2. 125.8 - 137.1 d.3. 137.2 - 148.5

Ha = Altura de la concha

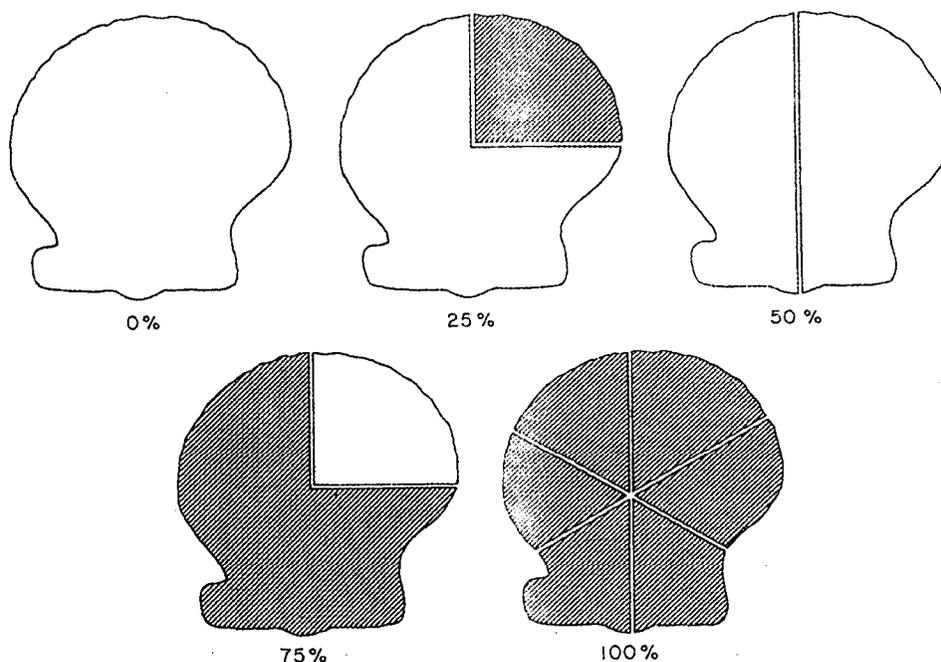


Fig. 12. Criterios para definir el daño causado por los depredadores en *Argopecten circularis*.

5. Cultivo de almeja catarina *Argopecten circularis* en jaulas

5.1. Construcción de las jaulas

Con el fin de comprobar el efecto de la alta mortalidad en almeja catarina causada por diversos depredadores, se diseñaron y construyeron dos jaulas de 5 x 5 x 0.50 m de malla plástica (Fig. 13) de 16 mm de luz de malla. Estas se construyeron con una estructura de varilla corrugada, colocando sobre el techo de cada jaula una boya cilíndrica de 0.22 m de largo y 0.18 m de diámetro. Con el fin de evaluar una posible influencia del sitio de cultivo una jaula se instaló en la Ensenada de La Paz y la otra en Bahía Falsa, B.C.S. a 5 y 10 m de profundidad, respectivamente.

Cada jaula se sembró con 5000 juveniles de almeja catarina *A. circularis* de 24.4-10.3 mm de H.a. Estos organismos fueron obtenidos con colectores instalados en Bahía Magdalena en el período febrero-abril de 1991. Los organismos fueron dispersados homogéneamente dentro de la superficie de cada jaula.

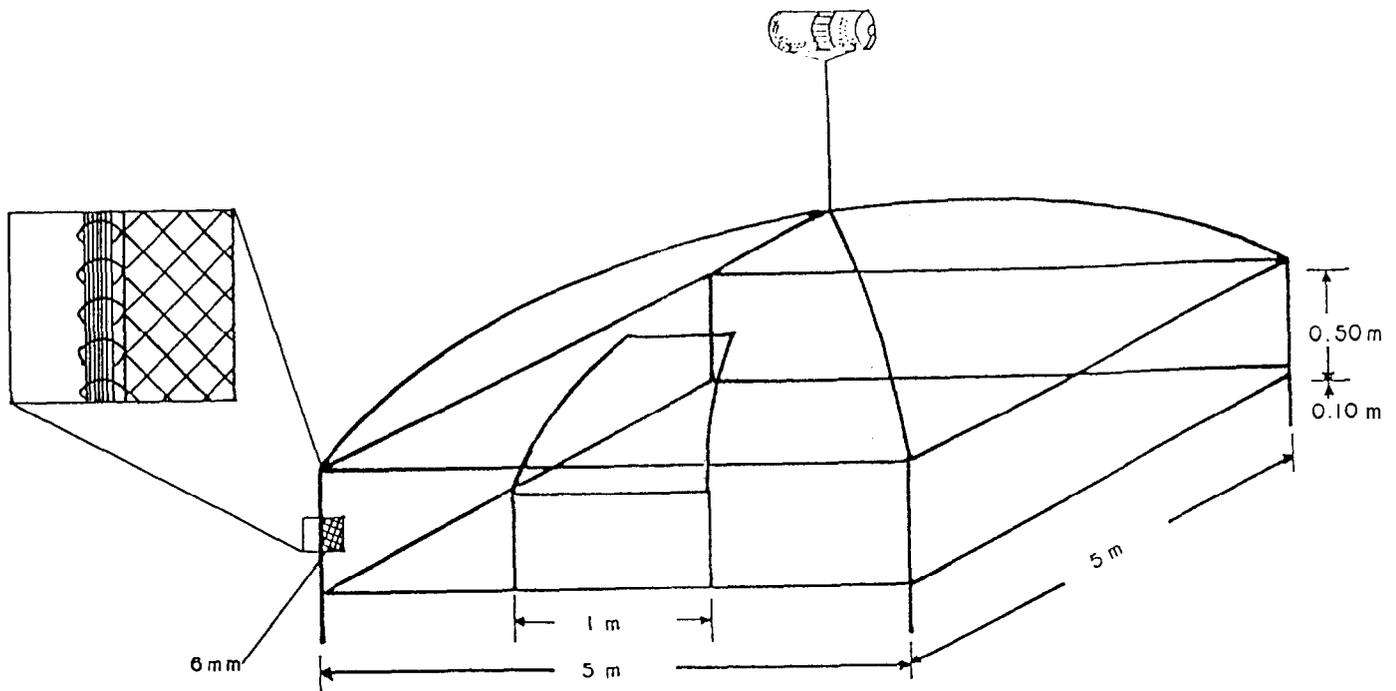


Fig. 13. Jaula de cultivo para almeja catarina (*Argopecten circularis*).

5.2. Muestreos

Los muestreos se realizaron quincenalmente en ambas jaulas durante 9 y 15 meses para la jaula de la Ensenada de La Paz y Bahía Falsa, respectivamente. El muestreo se llevó a cabo tomando al azar 50 almejas de cada jaula, a las cuales se les midió la altura y posteriormente fueron regresadas a la jaula respectiva. Las jaulas fueron limpiadas después de cada muestreo, usando cepillos de plástico.

En cada muestreo se registró la salinidad, la temperatura, el oxígeno disuelto, la concentración de seston en el fondo.

5.3. Análisis de Datos

Se realizó un análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para comparar el crecimiento en jaulas de las almejas de Bahía Falsa y la Ensenada de La Paz; trabajando con un $\alpha = 0.05$, en donde:

H_0 = No hay diferencia significativa en el crecimiento de las almejas de las jaulas de Bahía Falsa y la Ensenada de La Paz.

considerando que si $F_{calculada} < F_{tablas}$ se rechaza H_0 (Sokal y Rohlf, 1969).

RESULTADOS

1. Manejo de los organismos

Colecta, se obtuvieron 65,000 almejas (*Argopecten circularis*) correspondientes a 25 colectores es decir; se obtuvo un rendimiento de 2600 organismos por colector en Puerto San Carlos, B.C.S.

Se transportaron las semilla colectadas en 36 canastas a una densidad aproximada de 1,800 organismos por canasta dentro de la Unidad de Transporte de semillas, de la zona de colecta a la Unidad Pichilingue en un período de 5 horas.

El período de preengorda de las almejas tuvo una duración de 20 días, con una mortalidad del 50%, obteniéndose 32,240 almejas que fueron empleadas en diferentes ensayos..

2. Evaluación de una siembra experimental de almeja catarina (*Argopecten circularis*) sin protección sobre fondo en la Ensenada de La Paz..

Dispersión y mortalidad por depredación de la almeja catarina

En las figuras 14, 15, 16 y 17, se observan las isolíneas de densidad que indican la distribución de las almejas por metro cuadrado sobre el sistema de referencia durante 56 días de experimentación. La dirección y magnitud de la corriente en cada muestreo. (Fig. 18)

Los resultados muestran que las almejas se mantuvieron dentro del sistema de referencia y el número decreció constantemente durante el experimento en todas direcciones debido a la depredación, según se muestra por los danos observados en las conchas recuperadas.

La mayor mortalidad por depredación ocurrió en la sexta y séptima semana (Fig. 16 y 17). La mortalidad por depredación de acuerdo a la dirección en el sistema de referencia, se describe por la figura 13; de acuerdo a las ecuaciones lineales descritas para cada transecto la tasa de depredación de *A. circularis* en la Ensenada fue de $-0.19x$ (organismos depredados por día), obteniéndose al final del estudio una sobrevivencia del 5% del total de las almejas sembradas.

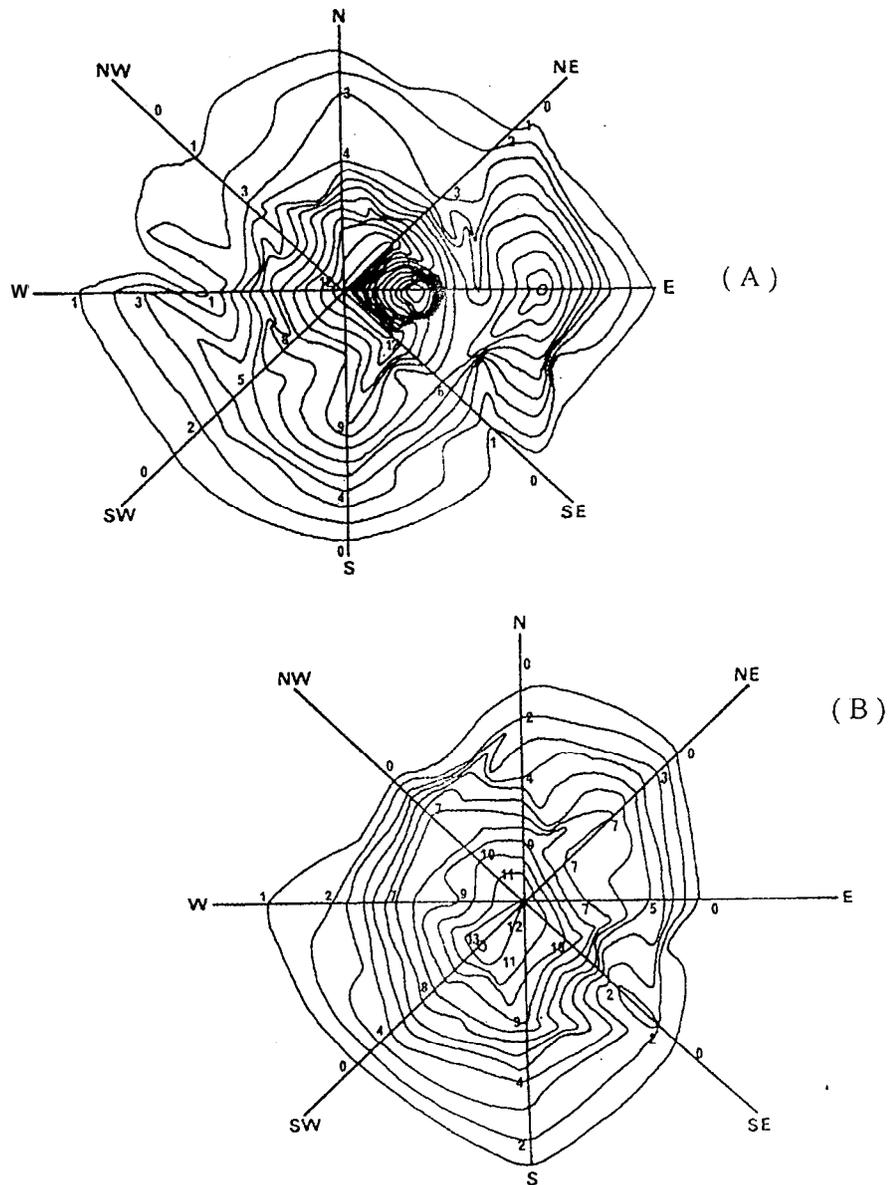


Fig. 14. Distribución de *Argopecten circularis* (43.7 ± 0.5 mm H.a.), a los 7 días (A) y 14 días (B) posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.
(H.a = Altura de la conchas)

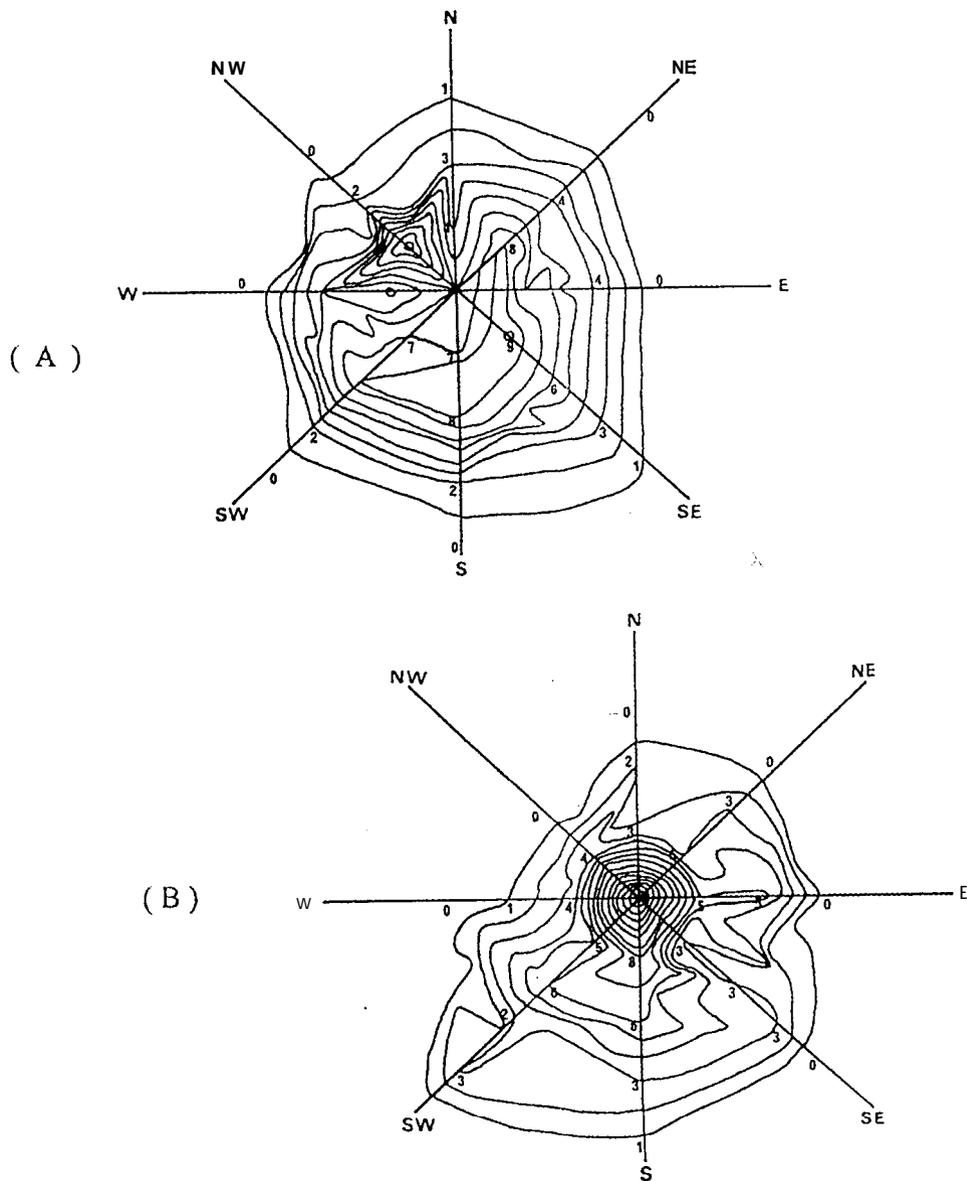


Fig. 15. Distribución de *Argopecten circularis* (43.7 ± 0.5 mm H.a.), a los 28 días (A) y 35 días (B) posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.
(H.a. = Altura de la concha)

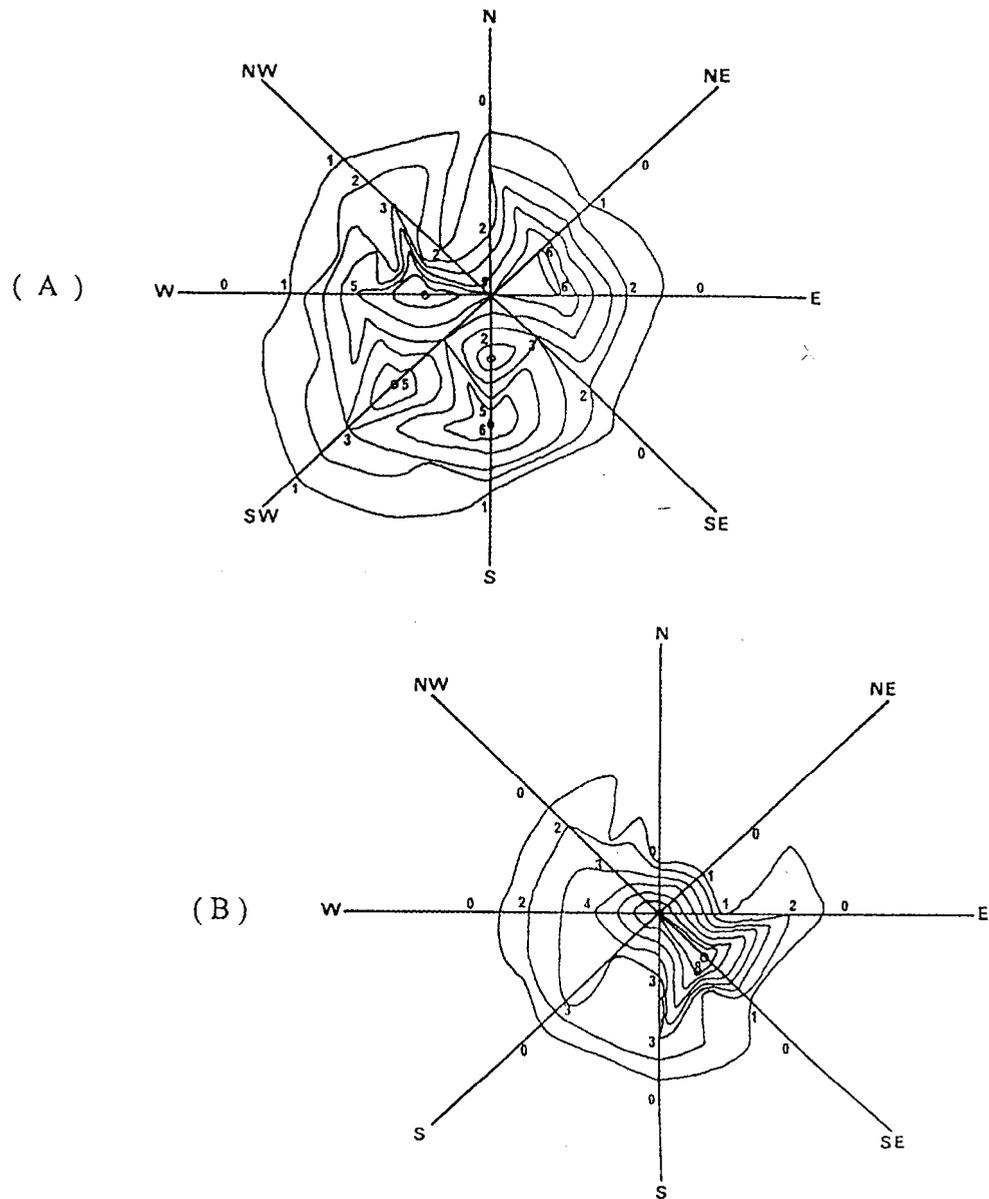


Fig. 16. Distribución de *Argopecten circularis* (43.7 ± 0.5 mm H.a.), a los 42 días (A) y 49 días (B) posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.
(H.a. = Altura de la concha)

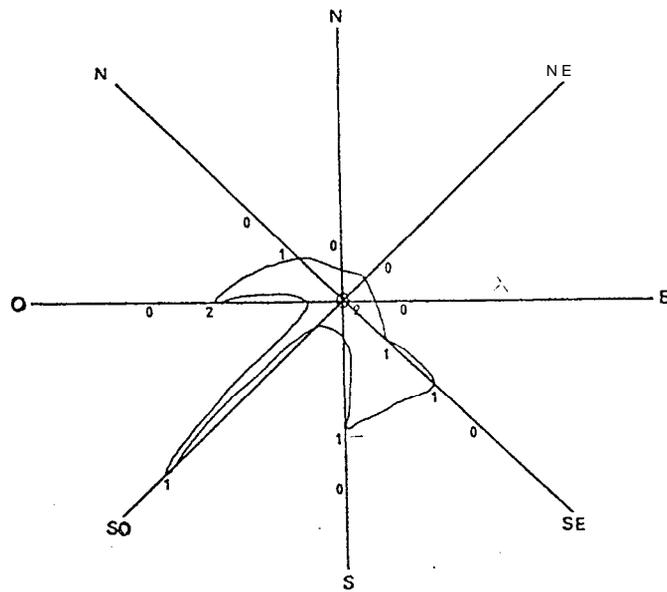
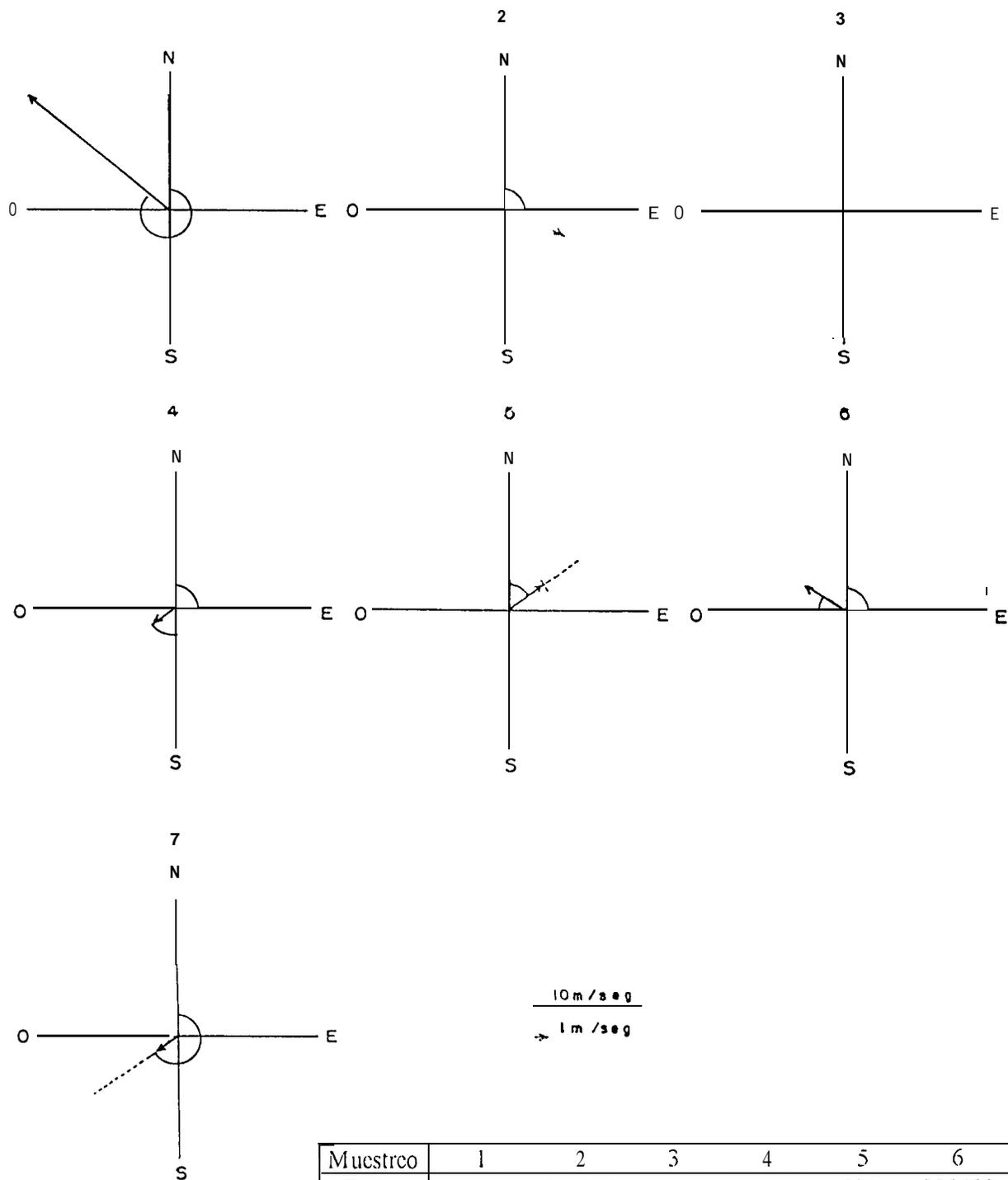


Fig. 17. Distribución de *Argopecten circularis* ($43.7' \pm 0.5'$ mm H.a.), a los 56 días posteriores a la siembra en la Ensenada de La Paz B.C.S., México.
(H.a. = Altura de la-concha) λ



Muestreo	1	2	3	4	5	6	7 .
Fecha:	120391	200391	020491	090491	160491	230491	070591
Hora:	09:47	09:46	09:10	10:00	09:50	10:02	10:19

Fig.18. Dirección de la corriente durante 40 min., en el área de trabajo en la evaluación de la siembra experimental de *Argopecten circularis*.

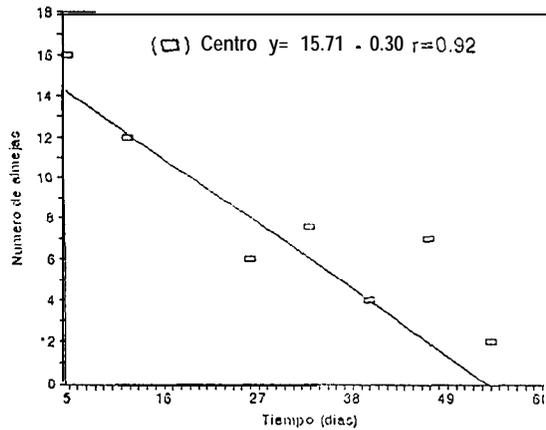
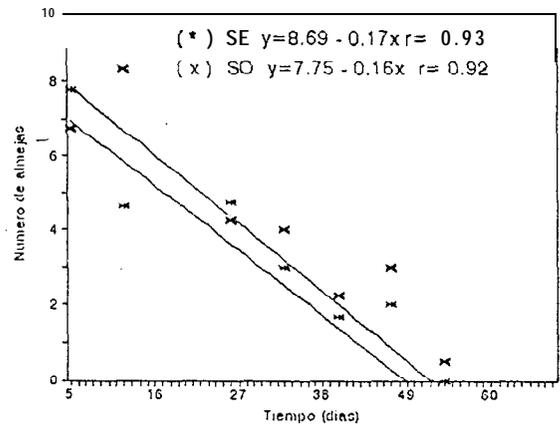
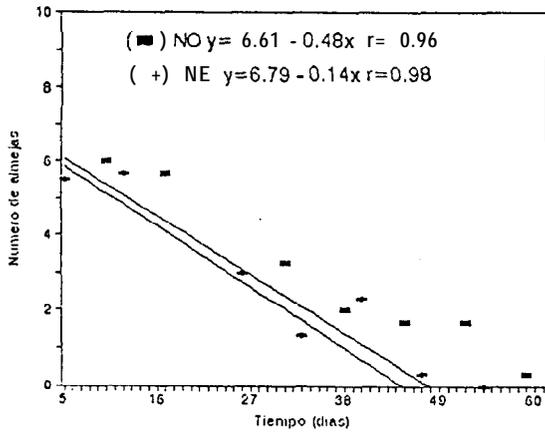
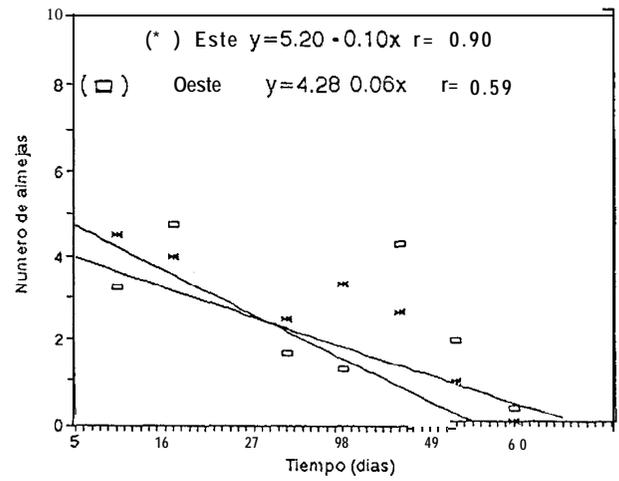
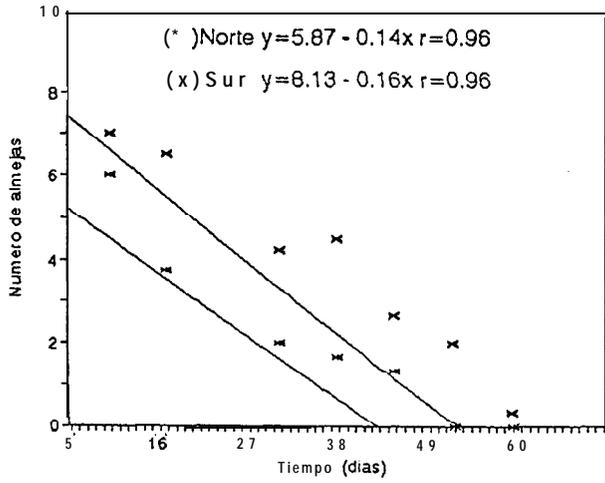


Fig. 19. Número de almejas encontradas durante cada muestreo en cada uno de los transecto del sistema de referencia, ubicado en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México.

Recuperación de conchas

De la observación de las conchas recuperadas, se pudo hacer una clasificación empírica para poder evaluar el tipo de daño causado por los depredadores; resultando cuatro grupos.

1.- Conchas completas (sin ningún daño) (Fig. 20a).

2.- Conchas destrozadas, dentro de las cuales se incluyeron las marcas encontradas (Fig. 20b).

3.- Conchas dañadas del lado izquierdo o derecho, dentro de las cuales se incluyeron a las dañadas en la esquina izquierda o derecha y a las valvas izquierdas o derechas con marca (Fig. 20c).

4.- Conchas con orificio en la valva izquierda (Fig. 20c).

En la figura 21, se presentan los porcentajes correspondientes al tipo de daño sobre las conchas recuperadas, el 96% correspondió a las conchas destrozadas, 3% a las conchas sin daño y el 1% a las conchas dañadas; no obstante, la mayor parte de las conchas no fue recuperada, por lo que fueron incluida en el grupo de conchas destrozadas.

Los registros de salinidad y temperatura así como las concentraciones de seston, tripton y plancton, se presentan en la figura 22, en la cual no se aprecian variaciones significativas de temperatura y salinidad. La concentración de plancton fue constante durante los 56 días del estudio, el tripton presentó un incremento en su concentración en los primeros 25 días, después de los cuales no se presentó ninguna variación.

Durante los muestreos se observó la presencia de las siguientes organismos alrededor y dentro del sistema de referencia:

Peces, botete diana (*Sphoeroides annulatus*)

Cabrillas de roca (*Paralabrax maculatofasciatus*)

Crustáceos: Jaibas (*Callinectes bellicosus*)

Moluscos: Caracoles (*Muricanthus nigrifolius*, *Hexaplex erythrostomus*)

Elasmobranquios Mantarraya (No se identificó la especie)

Mamífero: Lobo de mar (*Zalophus californianus*)

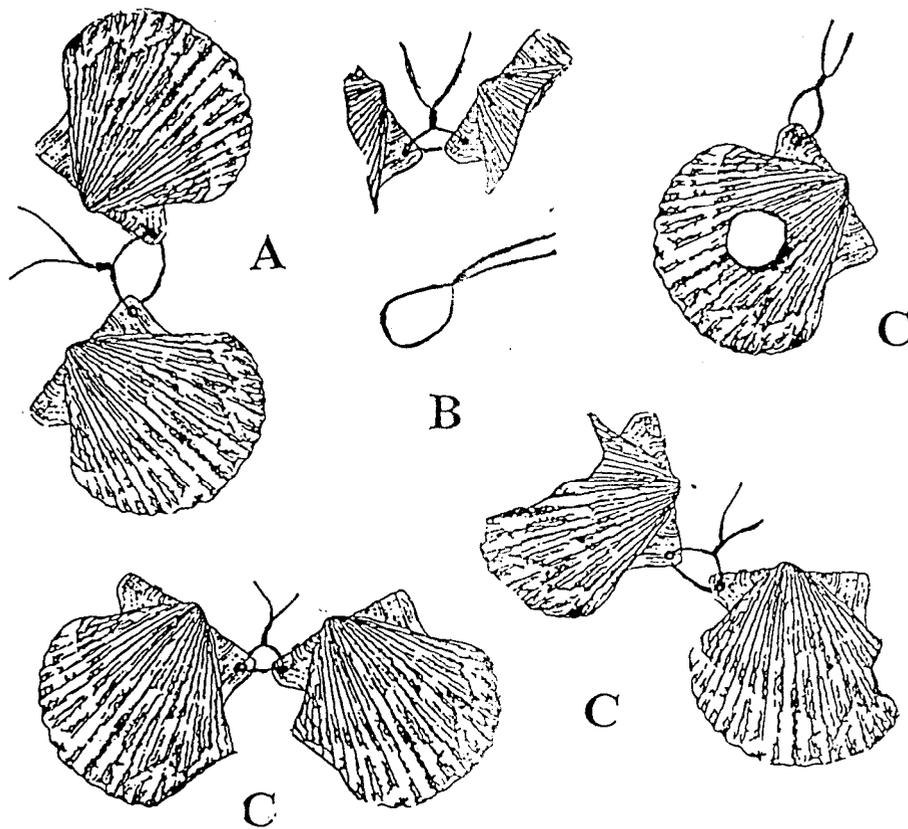


Fig. 20. Tipo de daño presentado en las conchas de *Argopecten circularis* recuperadas, durante 56 días de experimentación en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México. (A) Conchas completas, (B) Conchas destrozadas, (C) Conchas dañadas.

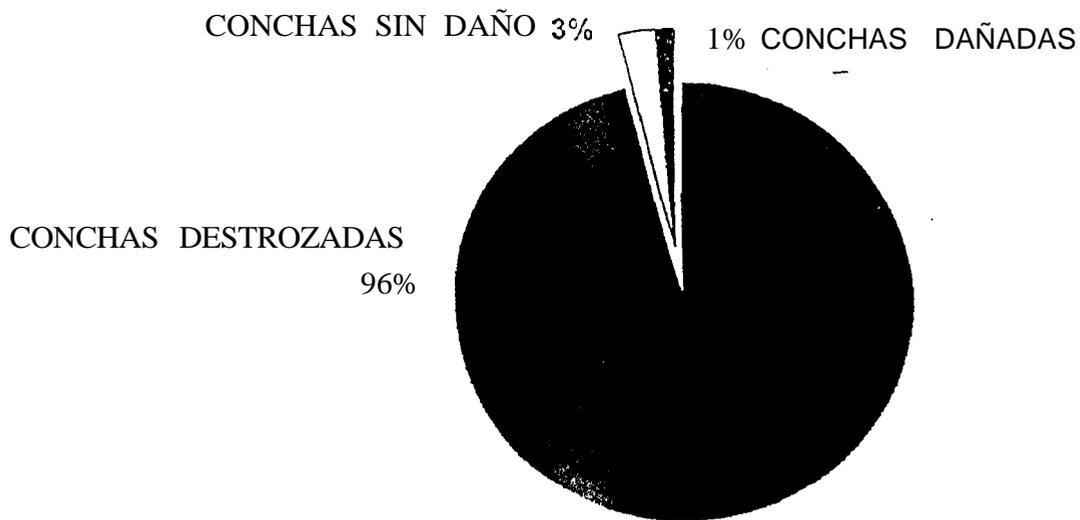


Fig. 21. Proporción del daño producido por depredadores en la almeja catarina (*Argopecten circularis*) de 43.7 ± 0.5 mm H.a., en la Ensenada de La Paz, B.C.S., durante 56 días de experimentación. (Ha. = Altura de la concha)

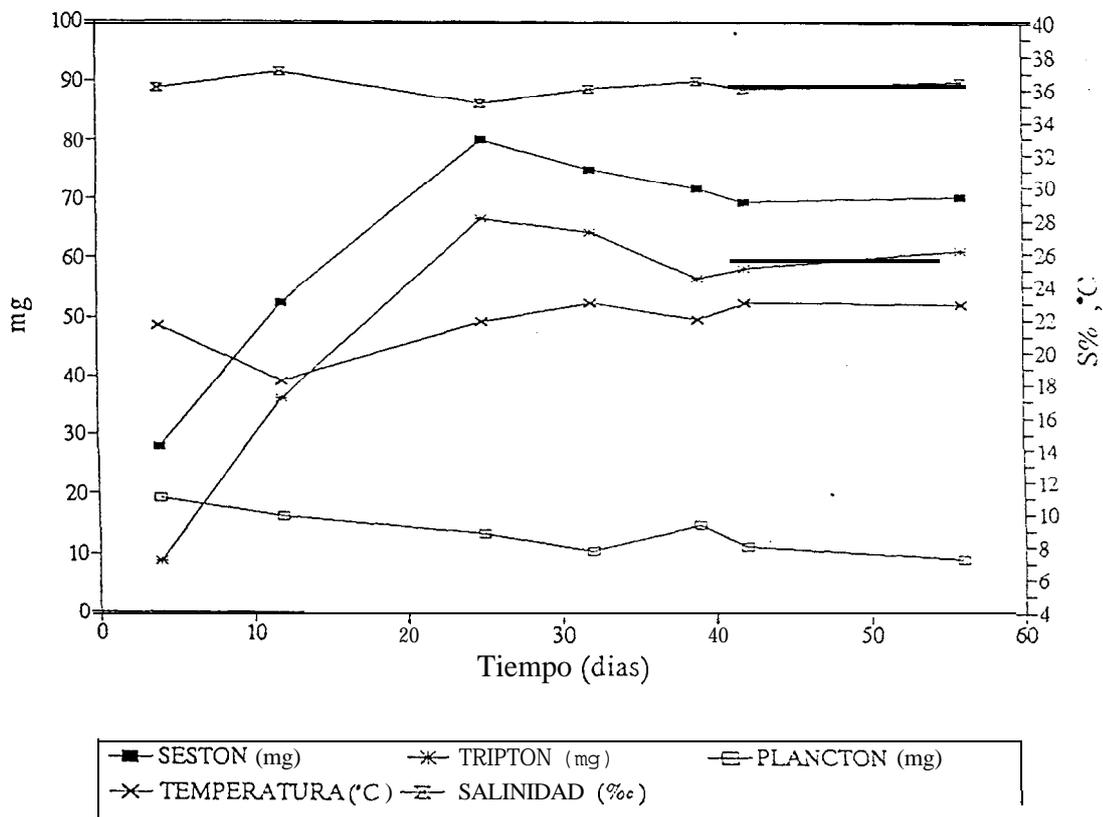


Fig. 22. Registros de temperatura, salinidad y seston en la Ensenada de La Paz, B.C.S., durante la evaluación de la siembra experimental de *Argopecten circularis*.

3. Depredación en laboratorio de almeja catarina (*Argopecten circularis*)

3.1 Depredación por jaibas (*Callinectes bellicosus*)

Selectividad

Se formaron dos grupos de consumo: las jaibas de 40 a 126.5 mm A.C. (A.C. = ancho del caparazón), consumieron el 50% de las ah-nejas ofrecidas (5 almejas), menores de 30 mm H.a. (H.a. = Altura de la concha), mientras que las jaibas de 132 a 150 mm A.C. consumieron el 100% (10 almejas), figura 23.

En cuanto a la selectividad por el tamaño de la presa, las jaibas de 40 a 80.25 mm A.C. tuvieron preferencia por almejas menores de 15 mm A.C. Las jaibas de 86.25 a 103.5 mm ancho del caparazón depredaron solamente las almejas menores de 25 mm H.a. y las jaibas de 132 a 150 mm A.C., consumieron almejas de 35 mm H.a. (Fig. 24)

λ

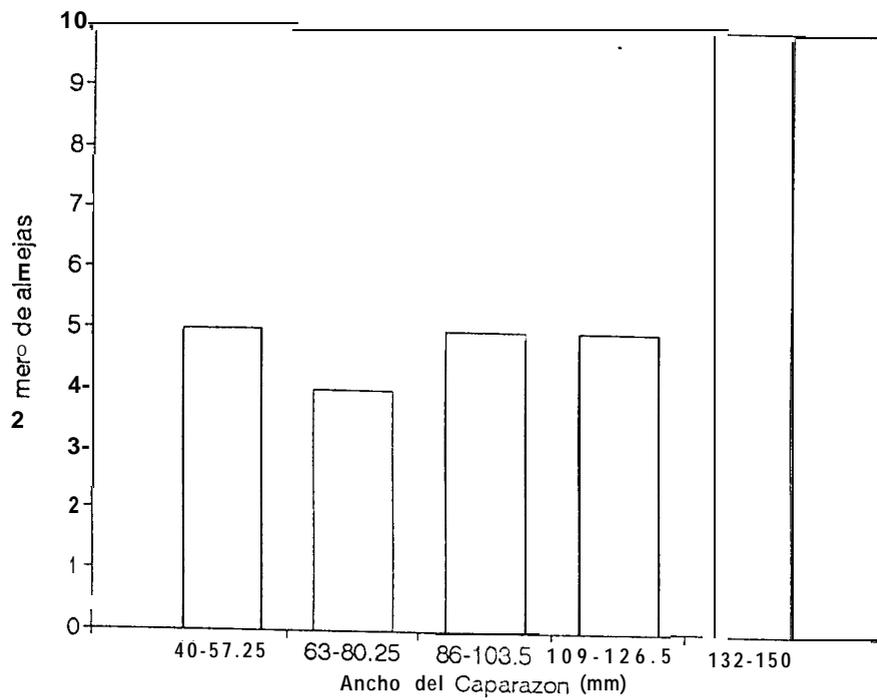


Fig. 23. Consumo en laboratorio de almeja catarina (*Argopecten circularis*) por jaibas (*Callinectes bellicosus*) de diferentes clases de talla, en periodos de 24 y 48 horas.

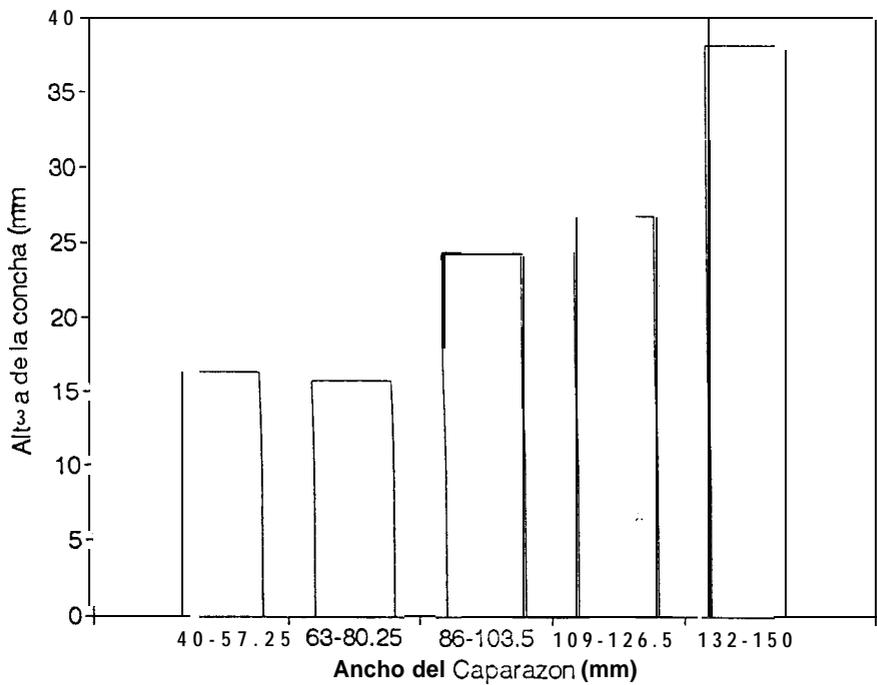


Fig. 24. Tamaño crítico de la almeja catarina (*Argopecten circularis*), al cual es vulnerable a la depredación por jaibas (*Callinectes bellicosus*) de diferentes clases de tallas; en laboratorio.

En el cuadro 10, se presenta la relación del número de almejas consumidas por los tres grupos de jaibas.

Cuadro 10. Número de almejas consumidas por *Callinectes bellicosus*

Tamaño de la jaiba (mm A.c.)	Tamaño de las almejas catarina (mm A.c.)		
	10 - 23.3	23.3 - 36.6	36.6 - 49.9
Pequeño (40-78)	5	0	0
Mediano (76-116)	4	5	6
Grande (116-154)	9	6	6

A.c.= Ancho del caparazón H.a.= Altura de la concha

Daño sobre las presas

En la figura 25, se presenta el tipo de daño y porcentaje causado por *C. bellicosus* a *A. circularis*, en donde se observa que las jaibas menores de 63 mm de A.c. presentan una menor frecuencia de conchas destrozadas y a partir de 63 mm de A.c. la frecuencia de daño sobre las conchas se incrementa, hasta el 100% de destrucción de la concha.

La figura 26 ejemplifica el tipo de daño encontrado en las conchas de *A. circularis* después de ser depredada por *C. bellicosus*.

Tiempo de consumo

En la figura 27 se presenta el tiempo de consumo de almejas por *C. bellicosus*, en cada grupo de jaibas y almejas:

1.- Las almejas de la clase de talla de 10 a 23.3 mm H.a., fueron consumidas por las jaibas de las clases de tallas a. 1., a.2., y a.3 (a. 1. 40 - 76 mm de A.c., a.2. 77 - 116 mm A.c. y a.3. 117 - 154 mm A.c.), en las primeras 24 hrs. del inicio del experimento, sin embargo, se presentaron organismos que consumieron las presas en 48 hrs.

2.- Las almejas de la clase de talla 23.4 a 36.6 mm H.a., fueron consumidas por los tres grupos de jaibas. Sin embargo los grupos a.1. y a.2. consumieron a sus presas en 48 hrs. y el grupo a.3. consumió a sus presas en 24 hrs.

3.- Las almejas de la clase de talla 36.7. a 49.4 mm H.a., fueron consumidas en un 100% por jaibas del grupo a3. en un periodo de 24 horas. Mientras el grupo a.2. únicamente consumió algunas en 48 horas.

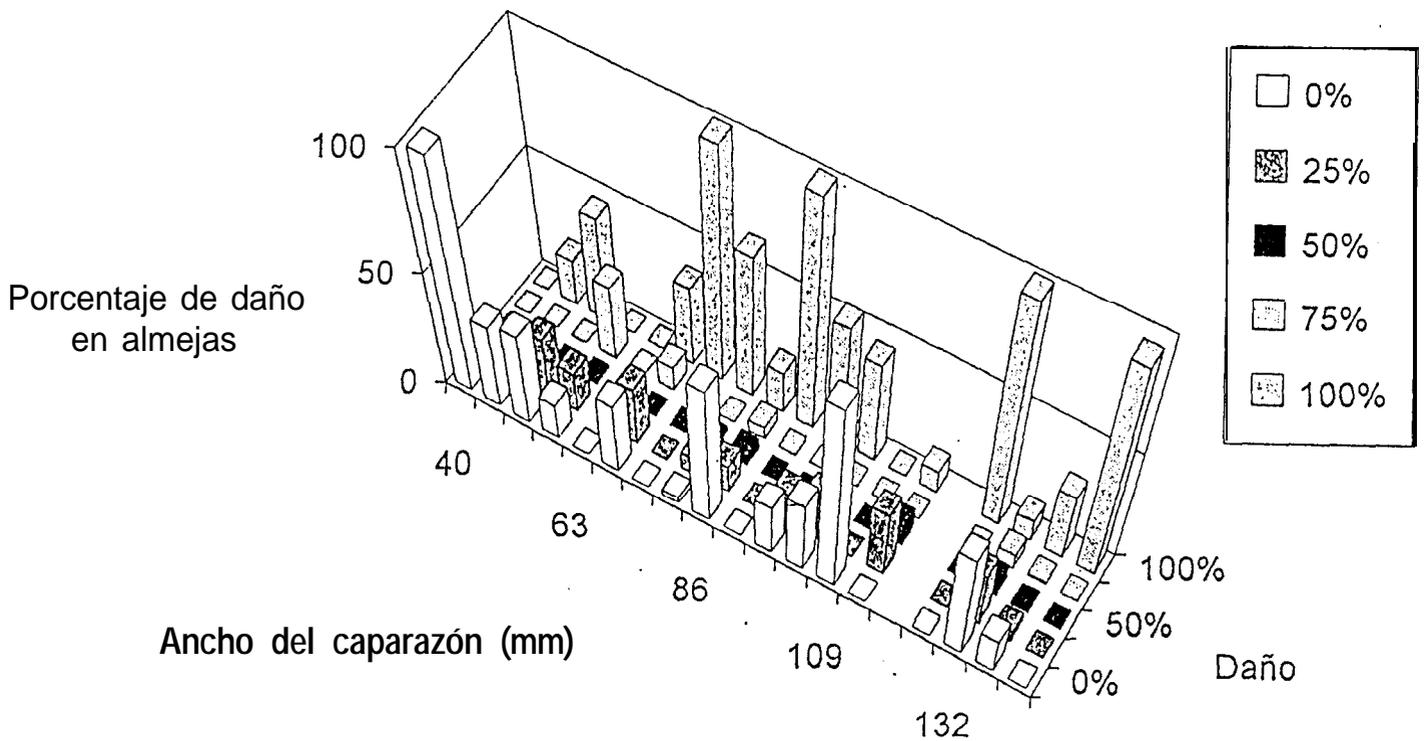
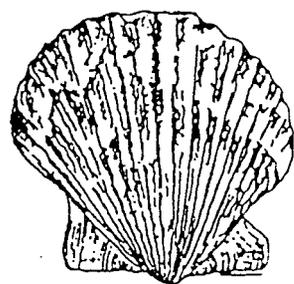
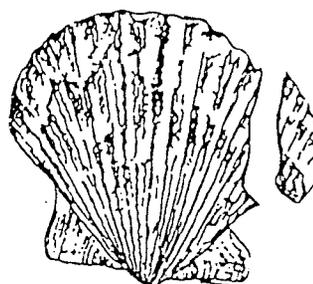


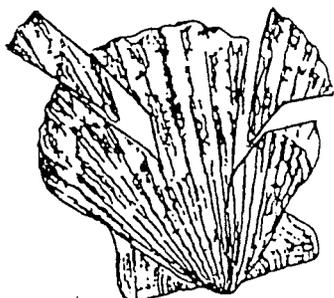
Fig. 25. Proporción y tipo de daño causado a la almeja catarina (*Argopecten circularis*) por la jaiba (*Callinectes bellicosus*) en laboratorio.



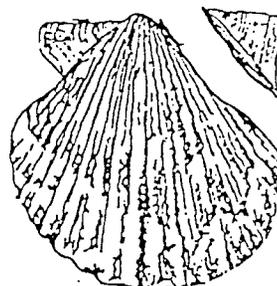
A



B



B



B

Fig. 26. Tipo de daño causado a la almeja catarina (*Argopecten circularis*) por jaibas (*Callinectes bellicosus*) en laboratorio. (A) Conchas sin daño y (B) Conchas con daños

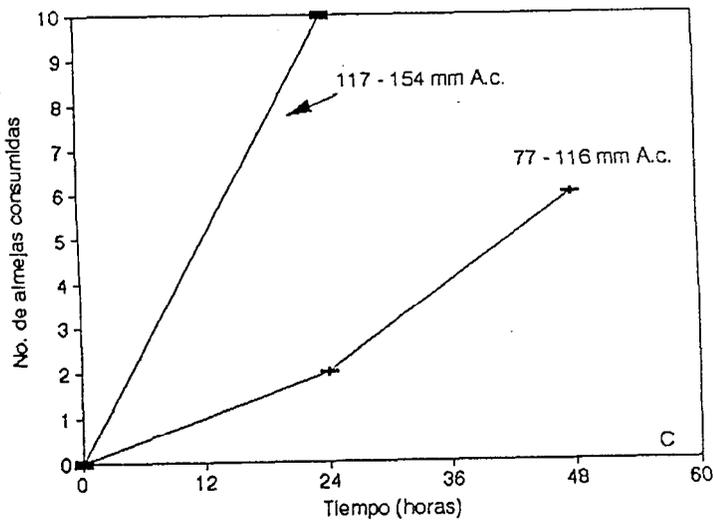
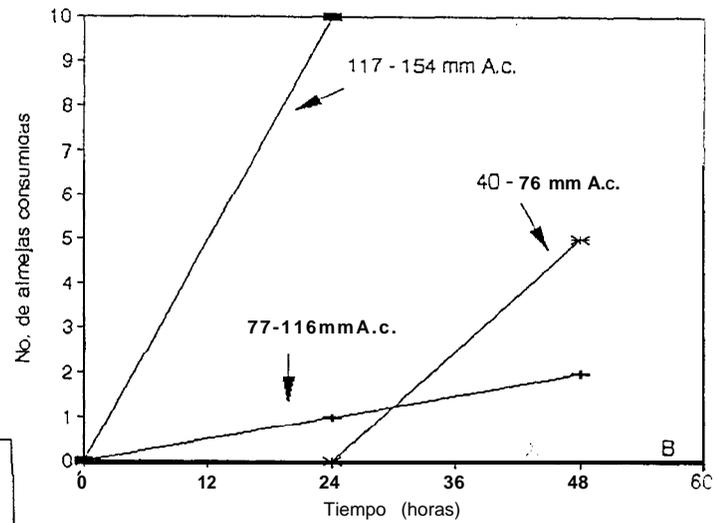
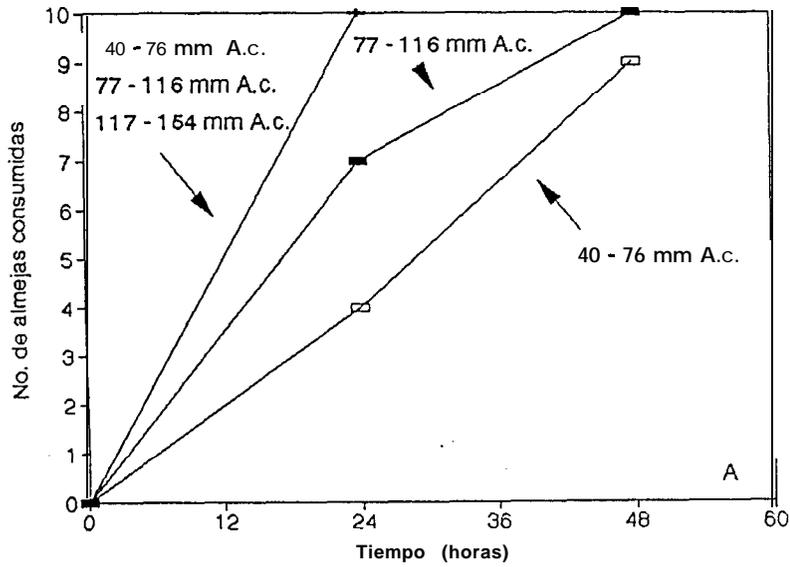


Fig. 27. Tiempo empleado por jaibas (*Callinectes bellicosus*) de diferentes clases de tallas para el consumo de almejas catarinas (*Argopecten circularis*) de 10 a 23.3 mm H.a. (A), 23.4 a 36.6 mm H.a. (B) y de 36.7 a 49.4 mm H.a. (C). (H.a. = Altura de la conchas A.C.= Ancho del caparazón)

Tabla de contingencia

En el cuadro 11, se presentan los resultados obtenidos. de la prueba de FxC y la prueba de G, en donde se aprecia que para cada grupo de la tabla de contingencia elaborada $G_{ajustada}$ a un $P \leq 0.05$ es menor que χ^2 en todos los grupos, por lo tanto se rechaza H_0 .

Cuadro. II. G ajustada, para *Callinectes bellicosus* durante el consumo de *Argopecten circularis*

Grupo A.c. (mm)	F	C	Gajustada	g.l (F-1)(C-1)	χ^2 de tablas $\alpha=0.05$
40 - 45.7	2	2	245.40	1	1.41
45.8 - 51.5	7	2	1156.5-1	6	12.59
51.6 - 57.3	7	2	1296.24	6	12.59
57.4 - 63	11	2	2195.84	10	18.30
63.1 - 68.7	4	2	2011.21	3	7.81
68.8 - 74.5	6	2	757.25	5	11.07
74.6 - 80.2	4	2	689.53	3	7.81
80.3 - 86	4	2	689.58	3	7.81
86.1 - 91.7	6	2	1101.73	5	λ 11.07
91.8 - 97.5	4	2	634.49	3	7.81
97.6 - 103.2	5	2	921.03	4	9.48
103.3 - 109	5	2	837.27	4	9.48
109.1 - 114.7	6	2	1012.68	5	11.07
114.8 - 120.5 120.6 - 131	5	2	564.65	- 4	7.81
132 - 137.7	3	2	1043.61	2	5.99
137.8 - 143.5	5	2	777.02	4	9.4s
143.6 - 149.2	2	2	220.42	1	1.41
149.3 - 155	3	2	552.88	2	5.99

Métodos de depredación empleados por la jaiba (*Callinectes bellicosus*) sobre la almeja catarina (*Argopecten circularis*)

Tres métodos fueron empleados por las jaibas para depredar las almeja; independientemente de su talla.

a).- Primer método. La jaiba sujeta la presa con una quela, sosteniéndola del margen de las valvas, hasta el momento en que la almeja las abre ligeramente (figura 28). En ese momento, la jaiba introduce su otra quela en el interior de la almeja,

haciendo palanca con la concha; de esta manera abre e ingiere a su presa, sin dejar marca en las conchas.

2.- Segundo método. La jaiba sostiene a su presa con una quela y con la otra rompe el margen de la concha en la región de los lóbulos auriculares. Realizada esta operación introduce la misma quela y hace palanca para abrir las valvas, de esta forma abre e ingiere su presa dejando marcas en los bordes de las valvas (Fig. 28).

3.- Tercer método. La jaiba toma a su presa y con ambas quelas destroza completamente la concha (Fig. 28). Una vez efectuada esta operación la jaiba toma cada pedazo de la almeja y retira de carne de estas.

El grado de daño va a depender del tamaño de la jaiba y el tamaño de la presa.

3.2 Depredación por el caracol (*Hexaplex erythrostomus*)

Selectividad

En la figura 29, se observa que los caracoles de 40 a 45.33 mm de L.o. (L.o. = longitud del opérculo), consumieron menos del 40% de las presas ofrecidas (10 almejas), caracoles de 37.67 mm de L.o. consumieron el 60% de las presas ofrecidas y los caracoles de 48 mm de L.o. comieron el 70% de las presas ofrecidas.

Los caracoles no se clasificaron por tamaño, debido a que los organismos colectados presentaron tallas con poca variación (45.42 ± 2.68 mm L.o.). Estos consumieron únicamente almejas grandes, como se muestra en la figura 30.

Análisis de las conchas

En las conchas recuperadas después de los ensayos de depredación de *A. circularis* por *H. erythrostomus*, se observó que el 100% de las almejas consumidas no presentaron daño sobre su concha, encontrándose las valvas aun unidas por su ligamento en la mayoría de los casos.

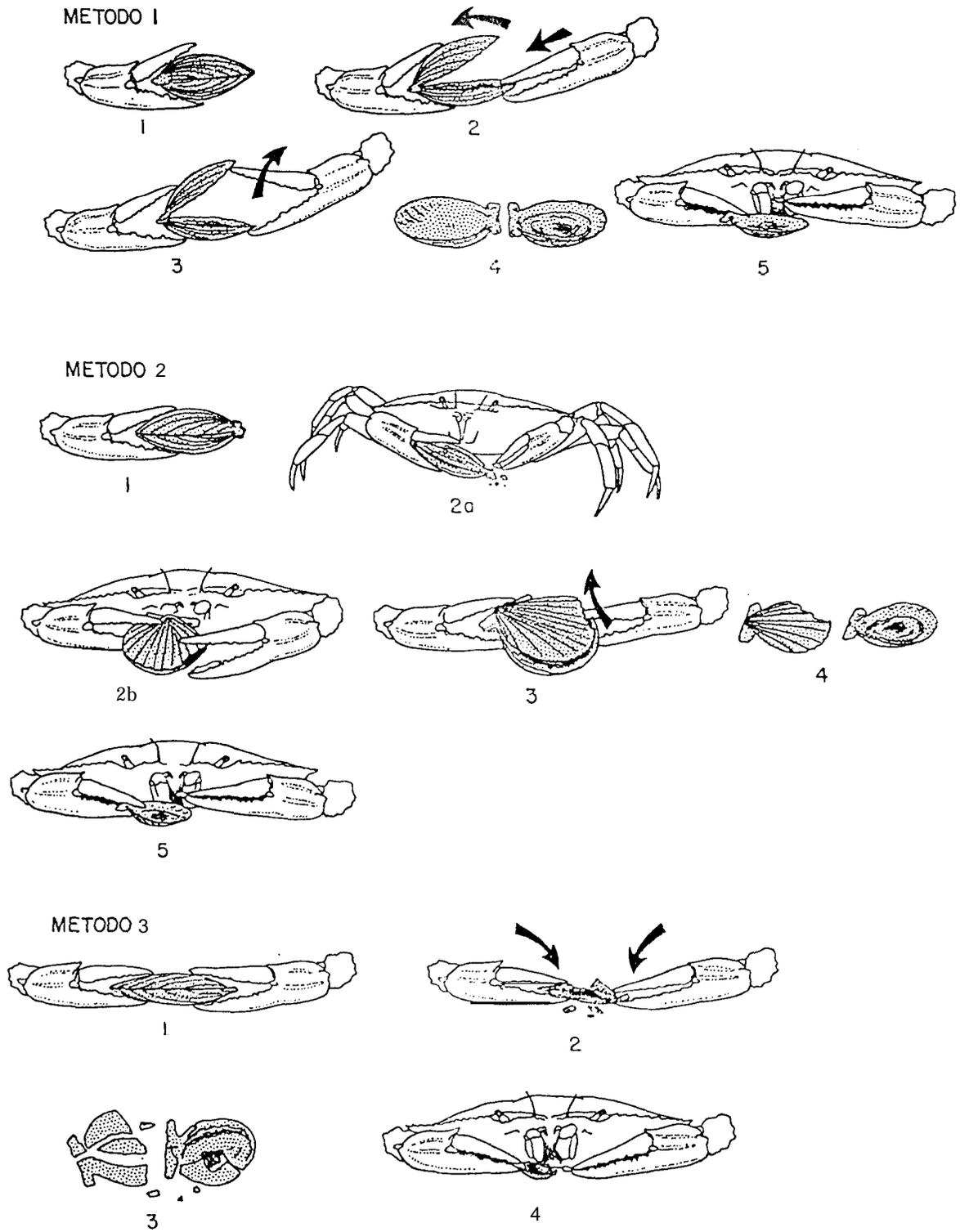


Fig. 28. Métodos de depredación empleados por jaibas (*Callinectes bellicosus*) para el consumo de almejas catarinas (*Argopecten circularis*), en laboratorio.

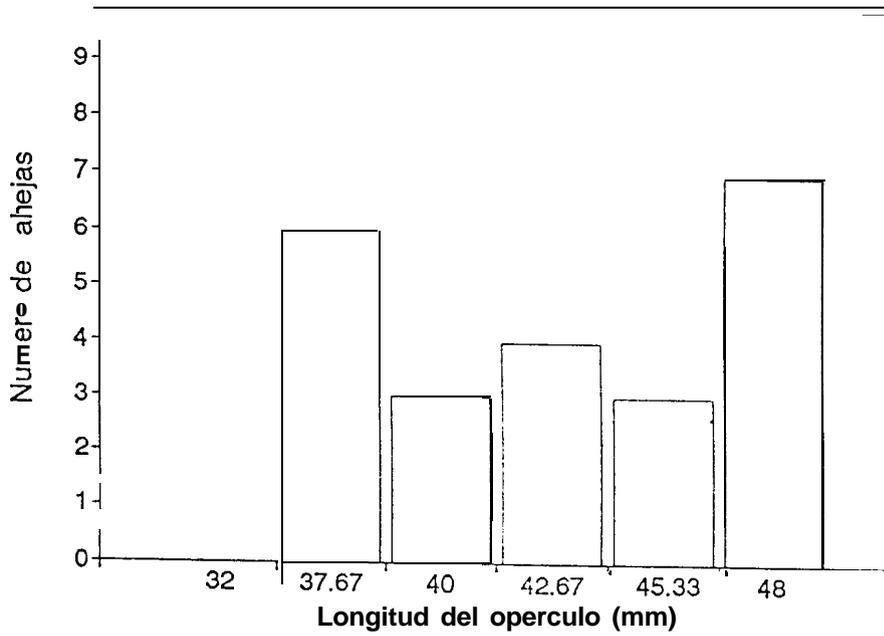


Fig. 29. Consumo en laboratorio de almejas catarinas (*Argopecten circularis*) por caracoles (*Hexaplex erythrostomus*) de diferentes clases de tallas, durante periodos de **48 y 72 horas**.

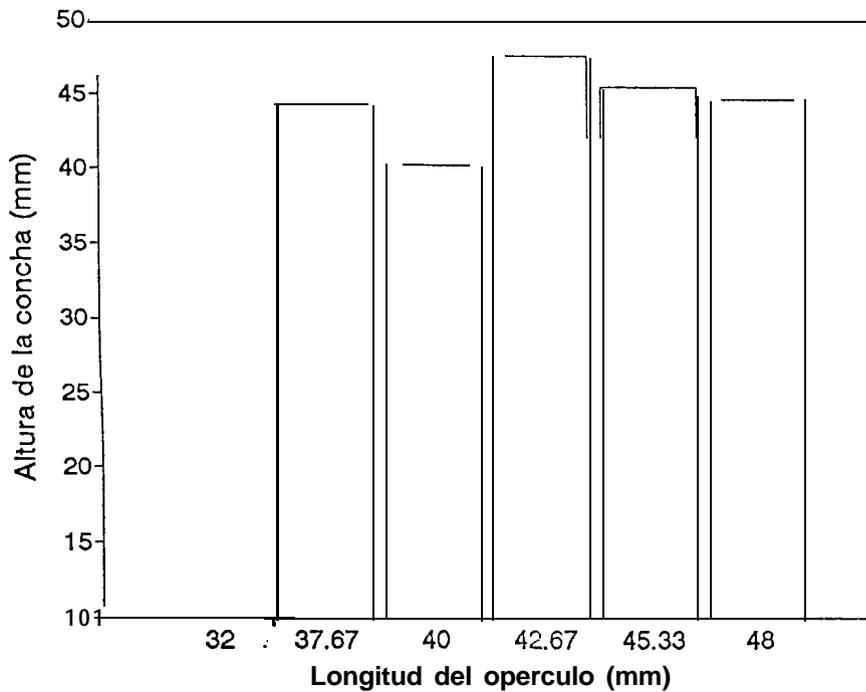


Fig. 30. Relación de consumo entre las diferentes clases de talla de caracoles (*Hexaplex erythrostomus*) y las clases de tallas de almejas catarina (*Argopecten circularis*), en laboratorio.

Tiempo de consumo

El consumo de presas por *H. erythrostomus* durante los ensayos fue de 2 almejas por 24 hrs por individuo.

En las figuras 3 1, se observa que *H. erythrostomus* de 37.67 a 48 mm de Lo. consumió el 60 % de las almejas ofrecidas (6 almejas) en un período de 48 a 72 hrs de iniciado el experimento.

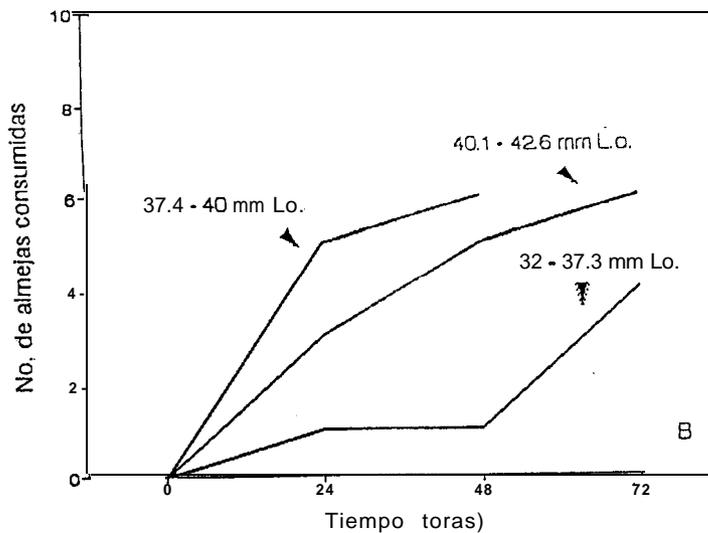
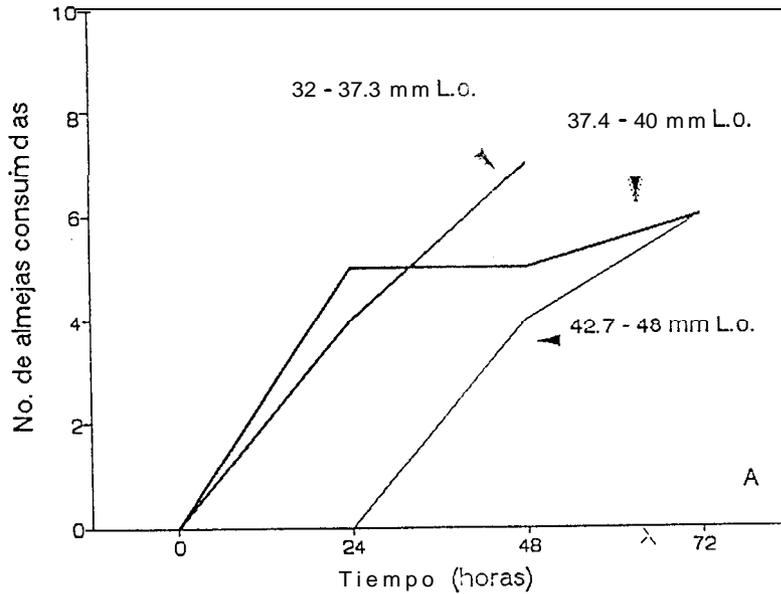


Fig. 3 1. Tiempo empleado por caracoles (*Hexaplex erythrostomus*) de diferentes clases de tallas, para el consumo de almejas catarinas (*Argopecten circularis*) de 40.6 ± 2.7 mm H.a. (H.a. = Altura de la concha L.O. = Longitud del opérculo)

Tabla de contingencia

En el cuadro 12, se presentan los resultados obtenidos de la prueba FxC y la Prueba G, en donde se aprecia que para cada grupo de talla G ajustada a un $P \leq 0.05$ es menor de χ^2 para los intervalos de 37.33 a 48 mm de L.o. con excepción de los intervalos de 32 a 37.33 mm de L.o., por lo tanto se rechaza H_0 .

Cuadro. 12. Gajustada, para *Hexaplex erythrostomus* durante el consumo de *Argopecten circularis*

Grupos L.o.(iiiiii)	F	C	Gajustada	g.l. (F-1)(C-1)	χ^2 de tablas
32.0 - 34.6	1	2	0.00	1	3.84
34.7 - 37.3	2	2	9.33	1	3.84
37.4 - 40.0	10	2	504	9	16.91
40.1 - 42.6	15	2	1215.1	14	23.68
42.7 - 45.3	2	2	146.4	1	3.84
45.4 - 48.0	2	2	182.4	1	3.84

L.o. = Longitud del opérculo

Método de depredación empleado por el caracol (*Hexaplex erythrostomus*) sobre la almeja catarina (*Argopecten circularis*).

Durante los ensayos de depredación de *A. circularis* por *Hexaplex erythrostomus*, se observó el siguiente método de depredación. Este fue empleado independientemente de la talla de la almeja (Fig. 32).

1. El caracol se aproxima a la almeja, colocándose sobre ella.
2. En esta posición el caracol espera que la almeja abra sus valvas, para introducir la proboscide.
3. No se presenta reacción de escape por parte de la almeja, lo que permite a *H. erythrostomus* el consumo de su presa, sin dejar rastro aparente de daño en las conchas.

Este método observado se caracteriza por no dejar rastro o daño (interior y exterior) sobre las conchas de las almejas consumidas. Otra característica de este método empleado por *H. erythrostomus* es que deja las valvas de la concha unida por la charnela.

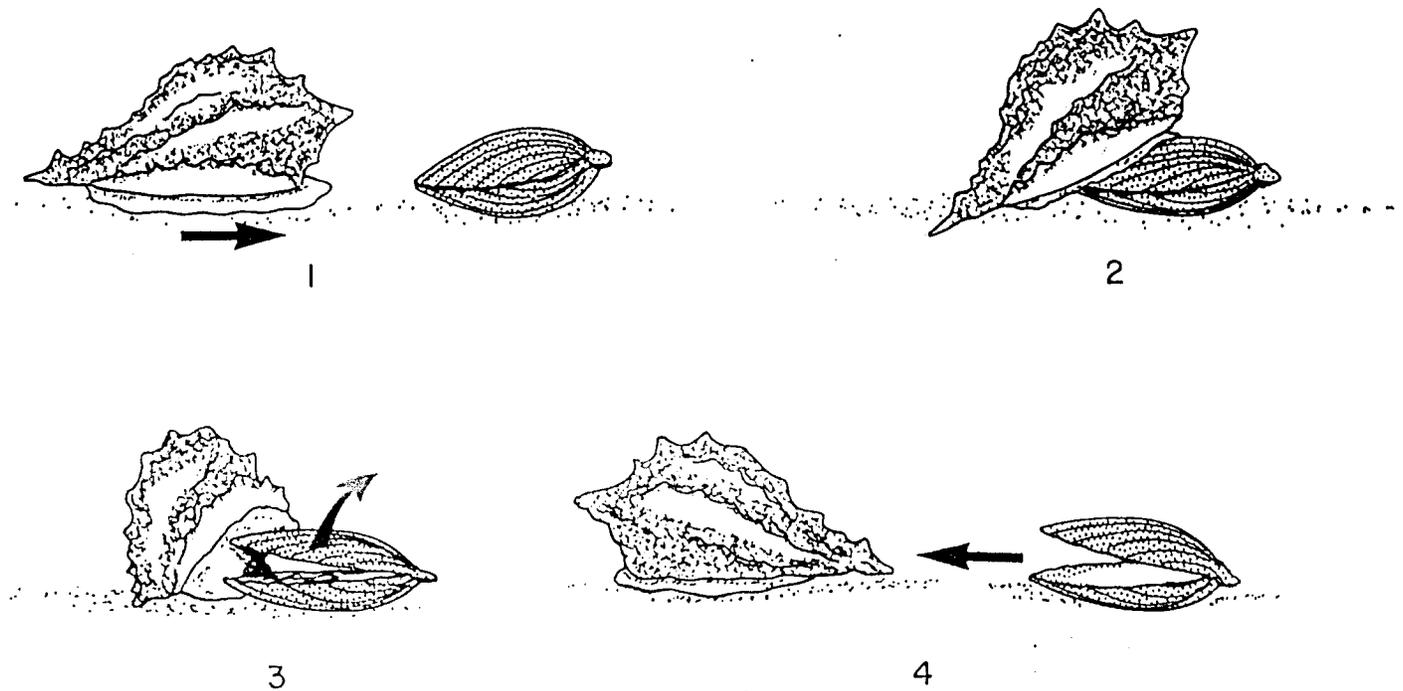


Fig. 32. Método de depredación empleado los caracoles (*Hexaplex erythrostomus*) para el consumo de almejas catarinas (*Argopecten circularis*), en laboratorio.

3.3. Depredación por estrellas de mar (*Plzataria unifascialis*)

De los 19 ensayos de depredación realizados con *P. unifascialis* de 4 a 11.67 mm de radio y de 11.67 a 19.33 mm de radio, con almejas de los tres grupos de talla, durante períodos de 24 a 72 hrs, no se obtuvo respuesta de consumo, así como tampoco hubo respuesta de escape de las almejas ante la presencia de *P. unifascialis*

λ

3.4. Depredación por estrellas de mar (*Oreuster occidentalis*)

Al igual que *P. unifascialis*, en las pruebas con *O. occidentalis* esta no consumió almejas, ni su presencia en el tanque de ensayo hizo reaccionar a *A. circularis*. Las tallas de prueba de las almejas fue de 27 y 32 mm. H.a. y el periodo de observación se extendió hasta las 72 hrs, con la finalidad de observar alguna reacción.

Es importante señalar que ambos grupos de estrellas tuvieron un período de ayuno previo a cada ensayo.

4. Estudio de cultivo de almejas en jaulas

Crecimiento

Durante el período de estudio de 15 y 9 meses las almejas de las jaulas de Bahía Falsa y la Ensenada de la Paz alcanzaron respectivamente una talla media 37.58 ± 1.13 mm y 34.97 ± 1.17 mm de H.a. respectivamente (Fig. 33).

En el cuadro 13, se presentan los resultados obtenidos del ANOVA, en donde $F_{calculada} = 2.542$ fue menor que $F_{tablas} = 4.17$ con un $\alpha = 0.05$ por lo tanto se acepta H_0 .

Cuadro 13 Análisis de Varianza

Fuente	SC	g.l.	C-M	R.V
Entre grupos	62.47218	1	62.472176	2.542
Dentro de los grupos	860.04067	35	24.572590	
Total	922.51284	36		

En la prueba de Tuckey HSD se observa que no hay diferencia significativa del crecimiento de las almejas en Bahía Falsa y la Ensenada de la Paz. (Cuadro 14)

Cuadro 14. Prueba de Tuckey HSD

Número	Media	Grupos homogéneos
17	34.97	*
20	37.58	*
Diferencia +/- Limites		
3.32		

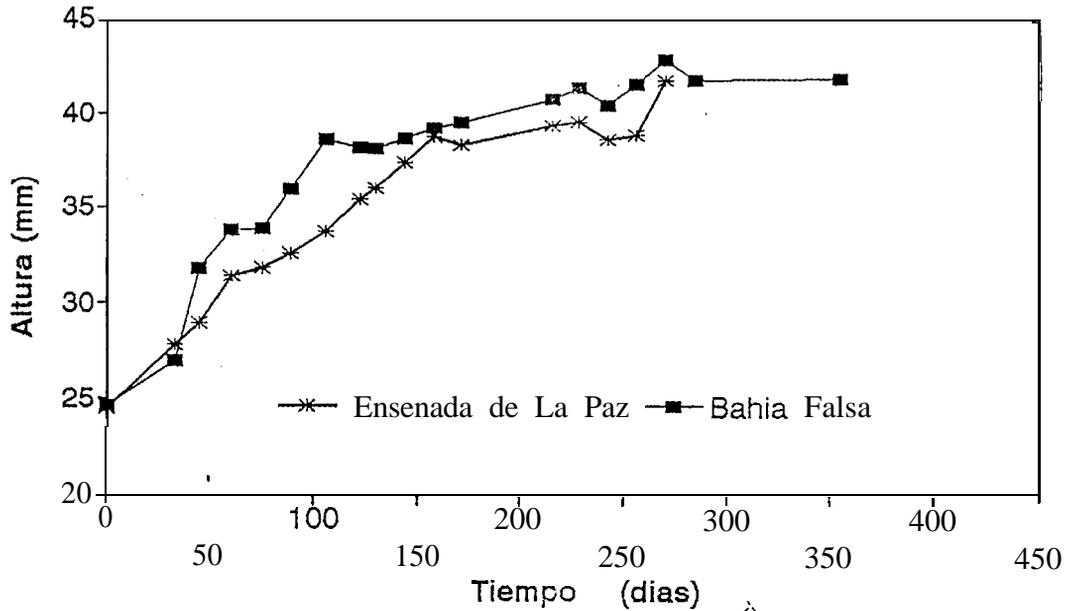


Fig. 33. Crecimiento de almejas catarinas (*Argopecten circularis*) dentro de jaulas de cultivo.

Mortalidad

El porcentaje de mortalidad de las almejas sembradas fue mayor en la Ensenada de La Paz siendo del 36.72%, mientras que en Bahía Falsa fue del 17.88%.

En la figura 34, se muestran los registros de temperatura, salinidad, oxígeno y seston tomados durante el estudio en Bahía Falsa y la Ensenada de La Paz.

En el cuadro 14, se comparan los registros de temperatura, salinidad, oxígeno, seston, tripton y plancton de la Ensenada de La Paz y Bahía Falsa.

Cuadro 14. Registros promedios efectuados en Bahía Falsa y en la Ensenada de La Paz durante el periodo Abril de 1991 a Junio de 1992.

	Bahía Falsa	Ensenada de La Paz
Temperatura (°C)	24.9 ± 4.2	24.5 ± 6.5
Salinidad (‰)	33.1 ± 8.2	33.9 ± 9.0
Oxígeno (mg/l)	5.6 ± 1.6	5.17 ± 1.6
Seston (mg)	0.044±0.01	0.047±0.01
Plancton (mg)	0.037±0.01	0.040±0.01
Tripton (mg)	0.005±0.00	0.006±0.00

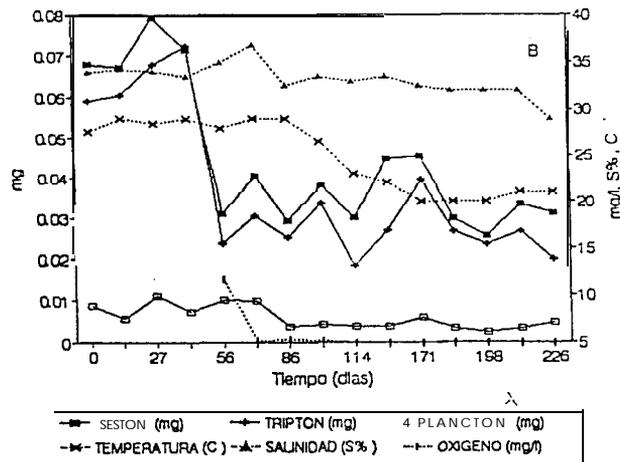
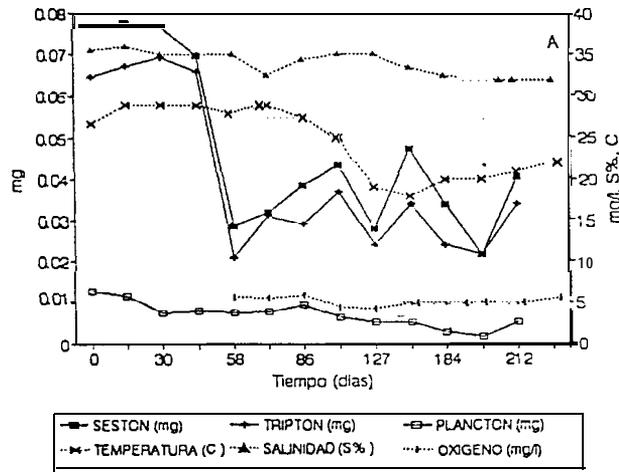


Fig. 34. Registros de temperatura, salinidad y seston en (A) la Ensenada de La Paz y (B) Bahía Falsa, B.C.S., México; durante la evaluación del crecimiento de la almeja catarina, (*Argopecten circularis*) en jaulas.

ANÁLISIS

1. Efecto de una siembra de almeja catarina (sobre fondo sin protección)

Durante los 56 días de estudio el movimiento de las almejas sobre el sistema de referencia se restringió a la circunferencia de 6 m de diámetro; sin embargo, dentro de esta área se observaron leves movimientos de los organismos así como la disminución de éstos por metro cuadrado, reflejándose estos cambios en los diagramas de las figuras 14, 15, 16 y 17:

En la figura 14A correspondiente al primer muestreo, muestra la formación de dos grupos de almejas a partir del Centro y hacia el Este; en la figura 14B los organismos se orientan hacia el Sur y no hay formación de grupos; la figura 15A muestra la inclinación de las almejas hacia el Sur y Sureste. La agrupación de los organismos es al Centro (Fig.. 15B) pero también se observa inclinación de las almejas hacia el Suroeste. En las figura 16A, se aprecia la formación de cuatro congregaciones y en las figuras 16B y 17 la distribución de los organismos se inclina hacia el Sureste y Suroeste, así como también se marca la ausencia de organismos en el Noreste.

El desplazamiento y disminución de los organismos por metro cuadrado como se aprecia en los diagramas de densidad durante los siete muestreos puede ser por causa de un reacomodo de las almejas ó por el efecto de la depredación.

La disponibilidad de alimento y la corriente en algunos casos originan el movimiento o reacomodos de las almejas sembradas en una área determinada.

Considerando lo antes mencionado la concentración de plancton (mg) fue baja (0.04 ± 0.01 mg/l) en comparación a la concentración de materia inorgánica, sin embargo, está no fue un factor que influyera en la distribución del número de almejas por metro cuadrado, ya que como se presenta en la figura 22, durante el período de estudio la concentración fue constante.

Los cambios en la composición del seston implican cambios en la composición nutricional de la calidad de la comida de los organismos filtrantes (Navarro y Ulba, 1992). La Ensenada de La Paz es una zona que se caracteriza por tener una alta concentración de materia inorgánica en suspensión, lo que afecta la calidad y variedad de alimento. Cuando la composición del seston en una dieta no incluye microalgas (bajas concentraciones de plancton) y un alto contenido de materia particulada, influye en la densidad poblacional y capacidad de distribución de los bivalvos (Tracey, 1989; Wildish y Kristmason, 1988).

Un ejemplo de la importancia que tienen las partículas en suspensión en la alimentación de los bivalvos son los trabajos realizados por Bricelj y Malouf, (1984) citados en Martínez-Córdoba, (1987), quienes señalan que la ingestión de alimento en la almeja *Mercenaria mercenaria* decrece al aumentar las partículas de sedimento suspendido en el agua lo cual puede ocurrir en depósitos de tipo limoso.

La dirección de la corriente en el área de estudio no tuvo una influencia significativa en la distribución de las almejas, como se aprecia en los diagramas de la figura 18 en donde la velocidad máxima durante el estudio fue de 10 m/seg con dirección NO en el primer muestreo, en las figuras 15B y 16A se aprecian las almejas orientadas hacia el SO, coincidiendo en estos dos casos con la dirección de la corriente, sin embargo, está no provocó el desplazamiento de las almejas más de 3 m.

Pecten maximus y *Chlamys opercularis* son especies abundantes en áreas en donde la corriente es fuerte, así como también *Argopecten irradians*, *A. gibbus*, *Chlamys islandica*, *Notovola meridionalis*, *Patinopecten yessoensis* y *Placopecten magellanicus*, son especies asociadas con corrientes fuertes (Brand, 1991).

La velocidad de la corriente no influyó en el desplazamiento de las almejas, ya que en solo tres de los siete muestreos la corriente fue mayor de 1m/seg (Figuras 14, 15, 16 y 17).

Sin embargo en otras especies como *Chlamys islandica* la velocidad de nado es afectada por la corriente, siendo esta más rápida, y cuando la velocidad de la corriente baja, la actividad de nado se suspende (Gruffydd, 1976). Por lo que se puede considerar que en áreas de fuerte corriente la actividad de nado de algunos bivalvos puede causar la dispersión de las almejas (Minchin y Marthers, 1982).

Las áreas con fuertes corrientes son favorables para la alimentación de los filtradores bentónicos, sin embargo, en algunos estudios de alimentación y crecimiento de *Placopecten magellanicus* y *Argopecten irradians* la capacidad de filtración es inhibida por los altos rangos de corriente (Brand, 1991).

Marthers, (1976) reporta que la mitad de una población natural de *Pecten maximus* se orientó con la corriente, pero cuando esta dirección cambia los organismos no cambian de posición. Esto está aparentemente relacionado con un ritmo de alimentación y digestión en base al ciclo de mareas, la orientación de la corriente incrementa la eficiencia de filtración.

Los resultados obtenidos, al evaluar la disminución de los organismos por metro cuadrado en cada uno de los transectos (Fig. 19), nos permite establecer que la reducción de las almejas, dentro de la circunferencia de 6 m de diámetro (de 106 a 5

almejas/m²) fue causada por la depredación y no por el reacomodo de los organismos, la influencia de la corriente y de la concentración de seston en el área, estableciendo una tasa promedio de depredación para la Ensenada de La Paz de -0.19 x (organismos depredados por día).

El efecto de la depredación sobre una siembra de almejas también es reportado por López-Contreras, (1992) en donde se perdió el 98% de *Argopecten circularis* sembradas en 3 días; Morgan *et. al.*, (1980) reportan la pérdida del 95% de un total de 47,000 almejas *Argopecten irradians*, una semana después de la siembra.

Durante estudios realizados para evaluar el crecimiento de *Pecten ziczac* en Venezuela; Freiles *et al.*, (1993) reportan el incremento del número de depredadores a partir del quinto mes de estudio, registrándose principalmente con los métodos de mayor densidad, en los cuales la mortalidad de estos organismos fue del 18%, continuando la reducción de las poblaciones de 3200 ejemplares por m² en el quinto mes, a 2400 y 1600 ejemplares por metro cuadrado, en el sexto y séptimo mes de ensayo, respectivamente.

Orensanz *et al.*, (1990) sugiere que se pueden esperar altos niveles de depredación cuando existen densidades altas de almejas (como ocurre durante una siembra) ya que la densidad de los depredadores puede aumentar, como respuesta a la presencia de las almejas.

La presencia de las especies, caracol chino (*Muricanthus nigritus*, y *Hexaplex erythrostomus*), estrella de mar (*Phataria unifascialis*), botetes (*Spherooides* sp) y jaibas (*Callinectes bellicosus*) reportados como depredadores de *A. circularis* por Tripp-Quezada, (1985) en el área de siembra nos permitió considerarlos como depredadores potenciales y posibles causantes de la disminución del número de almejas por metro cuadrado, en el sistema de referencia.

Al igual que en el presente trabajo, Marteil, (1976) reporta estrellas de mar, erizos y mantarrayas pero de las siguientes especies y géneros: *Parmi celles*, *Asteria rubesi*, *A. rubens*, *Marthasterias glacialis*, *Mustellus vulgaris*, *Ladros* sp, *Crenilabrus* sp., *Odontopsis Corchorias* sp., *Myliobatis (leiobatis)*, *Dasystis (Trygon)* y *Myliobatis aguila.*, como depredadores. Este autor encontró estos organismos alrededor de zonas de cultivo de moluscos bivalvos.

Carriquiriborde *et. al.*, (1985) detectan un aumento de la diversidad faunística por efecto del trasplante de *Tivela stultorum*, enlistando trece organismos, la mayoría depredadores: *Astropecten armatus*, *Dendraster* spp, *Loxorhynchus* spp, *Pugetia* sp, *Panulirus interruptus*, *Renilla* spp, *Conus californicus*, *Pagurus* spp,

Kelletia kelletii, *Urolophus* spp, *Gymnothorax mordax*, *Paralabrax nubilifer*, y *Zalophus californianus*.

Maeda-Martínez *et al.*, (1993) reportan una depredación del 93.3% de *Argopecten circularis* de 0.5 a 4 cm de longitud en Bahía Magdalena, B.C.S., a profundidad de 2 ó 3 metros, señalando a *Sphoeroides annulatus*, *Balistes* sp, *Luidia* sp, *Muricanthus nigritus*, *M. princeps* y *Callinectes bellicosus* como principales depredadores.

Mottet, (1980) señala que las concentraciones de organismos, como son los bancos de almejas, los hace detectables por las estrellas de mar. Por ejemplo cuando colocó almejas *Anadara broughtonii* de 31 mm de longitud en una área inicial de 50 almejas/m², la estrella de mar *Asteria amurensis* aumentó su densidad de 0 a 2.7 organismos/m² en 27 días después de la siembra y dos meses después las almejas fueron eliminadas por las estrellas.

Auster y Haskell, (1988) confirman que grandes “paquetes” o densidades de almejas provocan grandes mortalidades, ya que los moluscos secretan mucus que es altamente atractivo para los depredadores (Hahn, 1989). Las estrellas de mar pueden detectar a las almejas enterradas en el sedimento y pueden sacarlas lo suficiente para introducirles su estómago y comenzar la ingestión (Yamaguchi, 1987).

Manzi y Castagna, (1989) reportan a *Callinectes sapidus* como sospechoso de causar alrededor del 90% de la mortalidad de *Mercenaria mercenaria* y *Mya arenaria*, en un proyecto de cultivo piloto en Florida. Señalan que las almejas cultivadas en grandes densidades proporcionan mayor oportunidad de ataque a los depredadores y aumentan el contagio de infecciones patógenas.

Minchin, (1991) reporta que después de la siembra de *Pecten maximus* se observó el aumento de la actividad del pez perro *Scyliorhinus caniculus* presentando ataques a las almejas; así como también señala que la estrella de mar *Marthasterias glacialis* capturó almejas después de la siembra.

Entre los factores que influyeron en la depredación de los organismos se encuentran: la velocidad de ataque, la concentración de organismos, el tipo de sustrato y el tamaño de los organismos sembrados.

No obstante, que las almejas pueden reaccionar a la presencia de los depredadores (Doering, 1976, 1982), *A. circularis* no realizó movimientos de escape masivo o de desplazamiento más allá de 3 m de radio; López-Contreras, (1992) señala que el desplazamiento individual de *A. circularis* es de 0.50 m en un solo nado sin ningún estímulo.

En el caso de *Pecten maximus*, *P. jacobaceus* y *Chlamys opercularis* la respuesta a los depredadores es en algunos casos cerrarse y la mayoría hace vigorosos movimientos de escape después del contacto con el depredador como *Asterias rubens*, *Astropecten irregularis* y *Marthasterias glacialis* (Brand, 1991)

Las familias de moluscos bivalvos que responden a cualquier estímulo con la natación son: Pectinidae, Amussidae, Limidae, Solenidae, Solemyidae y Cardiidae (Stanley, 1970), de estas los Pectinidae y Amussidae, son las únicas familias que nadan en una posición no vertical (Brand, 1931).

Algunas estrellas y gasterópodos propician un nado de 4 m de longitud para *P. magellanicus* y 10 m. *A. pleuronectes* en condiciones experimentales, considerando esta violenta reacción como causa de una depredación intensa (Wilkins, 1991).

En el presente trabajo se sembraron 3000 almejas (*A. circularis*) en un sitio donde no se encontraba ninguna otra especie de bivalvo (Zona 1), esta puede ser una de las causas que ocasionara la presencia de depredadores; Auster y Malatesta, (1991) señalan que la alta densidad de parches o grupos de almejas atrae a un gran número de depredadores durante largos períodos, en pequeños parches o grupos las presas no son encontradas por los depredadores que buscan lugares con abundantes presas.

El tipo de sedimento no determina solamente las características físicas del hábitat; sino que se relaciona directamente con funciones vitales de los organismos como son: movimiento, alimentación y reproducción (Martínez-Córdoba, 1987).

Se considera que, el sustrato influye en el movimiento de las almejas. Brand, (1991) demostró que *Pecten maximus*, normalmente está quieta cuando se encuentra en sustratos arenosos o fangosos y en movimiento, cuando el sustrato es duro. Mottet, (1979) encontró para *Pecten maximus*, que cuando éstas se colocan en un sustrato suave forman depresiones y raramente se mueven o desplazan. López-Contreras, (1992) señala que el fondo artificial (malla poliéster) utilizado en ensayos de dispersión causó que las almejas no alcanzaran una estabilidad de movimiento sino hasta 27 días de la siembra cuando el sustrato fue diferente, permitiendo la formación de depresiones. El sustrato de la zona de estudio 1 se caracteriza por tener fango, detritos y conchas (Yoshida y de Alba, 1977) con un espesor de aproximadamente 15 cm, lo cual facilitó a las almejas su rápido acomodo y por lo tanto un comportamiento pasivo.

La mayoría de las especies de pectinidos de importancia comercial son encontradas en sustratos duros (grava) y arena gruesa. Algunas especies como *Amusium pleuronectes*, *Argopecten gibbus*, *A. irradians*, *Pecten maximus*,

P. fumatus y *Placopecten magellanicus* toleran sustratos suaves y fangosos, para estas especies las áreas de alta abundancia y rápido crecimiento son normalmente áreas con poco fango, siendo típico el sustrato de áreas con fuerte flujo de corriente (Brand, 1991).

García-Domínguez, (1991) encontró que la relación entre los sedimentos finos y una fauna de muy baja diversidad, limita la distribución de los pelecípodos de la infauna en sedimentos que contienen más de 3% de materia orgánica

Manzi y Castagna, (1989) reportan que *M. arcnaria* y *M. mercenaria* fueron consumidas en grandes números en contenedores con sustratos de arena y lodo.

En general los moluscos lamelibranquios prefieren sedimentos de tipo arenoso más firme que los sedimentos fangosos, sobre todo cercanos a los manglares u otras plantas, que producen problemas de bloqueo en las branquias (Russel, 1982)

Es importante señalar que la talla (43.72 ± 0.529 mm de H.a.) de almejas empleadas en este estudio no es la talla de siembra de *A. circularis* la cual es de 15 a 20 mm de H.a. en cultivo (Cáceres-Martínez *et al.*, 1987). Mottet, (1980) señala que las almejas pequeñas son más activas y tienen una reacción más rápida de nado o salto sobre el sedimento bajo la presencia de depredadores. En algunas especies de venéridos la talla pequeña y la inhabilidad de cavar las hace más susceptibles a la depredación que a las almejas grandes. Sin embargo, Harvey *et al.*, 1987, asegura que los depredadores solo usan quimiorrecepción para detectar a la presa, y supone que el rango de emisión de las sustancias por las presas se relaciona al grado de actividad.

También la talla de los organismos va a influir en la distribución de éstos en un sustrato determinado, Martínez-Córdoba, (1987) reporta la presencia de *Chione fluctifraga* chicas y medianas en arenas finas, encontrándose en menor frecuencia organismos grandes. En sustratos limosos las almejas más abundantes son las medianas y las otras dos tallas son poco frecuentes.

Es importante considerar que aparte de la depredación como factor que limita la extensión de cultivos de moluscos bivalvos, la temperatura, disponibilidad de alimento, el tipo de sustrato, corrientes, turbidez, concentración de oxígeno y salinidad son factores importantes que se deben de considerar para la realización de un cultivo extensivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la siembra de *A. circularis* en la Ensenada de La Paz, y en base a las experiencias de otros autores; es importante indicar que el empleo de la siembra directa de almejas sobre fondo sin protección es

un método que trae como consecuencia la reunión de diferentes grupos de organismos (depredadores) y esto a su vez origina:

- 1.- La exposición de los organismos sembrados a los depredadores
- 2.- La disminución de los organismos sembrados por m².

El análisis de las conchas y marcas recuperadas durante el estudio, nos permitió confirmar que la depredación es el principal factor que causa la reducción del número de organismos por m², así como la clasificación de los depredadores en dos grupos :

- I. Depredadores que no dañan las conchas
- II. Depredadores que dañan la conchas

El grupo II se dividió en tres clases:

- a).- Depredadores que destrozan totalmente la concha
- b).- Depredadores que dañan la concha (del lado izquierdo y derecho)
- c).- Depredadores que hacen un orificio en la valva

Carriquiriborde *et al.*, (1985) recolectaron los restos y las valvas de *Tivela stultorum* obtenidos, cuatro semanas después de haber realizado la siembra de los organismos, clasificando este material en cuatro grupos:

- 1.- Valvas intactas
- 2.- Una valva rota desde su base
- 3.- Dos valvas rotas desde su base
- 4.- Otro tipo de rotura no mencionado

En el estudio de *Tivela stultorum* el mayor porcentaje de conchas recuperadas (37.5%) correspondió a las conchas intactas; en nuestro caso el mayor porcentaje (97%) fue de las conchas dañadas, de las cuales del 1% esta representado por conchas dañadas del lado izquierdo y derecho así como las conchas con orificio en la valva, y el 96% es de las conchas totalmente destrozadas. Las conchas que no presentaron ningún tipo de daño representaron el 3% del total de conchas. Al comparar los resultados se observa que el grupo de depredadores dominante va a variar de una localidad a otra, así como también va a depender de la presa.

Por lo anterior se considera a los depredadores del grupo II, como los principales responsables de la disminución del número de almejas por m² en la Ensenada de La Paz; clasificando a *Callinectes bellicosus*, *Spherooides annulatus*, *Paralabrax maculofasciatus*, y *Zalophus californianus*, como depredadores potenciales, por ser organismos capaces de emplear técnicas de depredación que

causan daño o dejan rastro sobre la concha de sus presas y por encontrarse alrededor y en el sistema de referencia. Carriquiriborde *et al.*, (1985) y Marteil, 1979, consideran a los crustáceos, peces, elasmobranquios y mamíferos, como depredadores de moluscos bivalvos.

El grupo 1 de depredadores, se caracteriza por consumir a su presa sin dejar rastros de violencia sobre sus conchas. Harvey *et al.*, (1987), han señalado que algunos depredadores secretan sustancias inhibitoras de la respuesta de escape, ya que normalmente los organismos reaccionan con una violenta contracción, como es el caso de los pectínidos que utilizan dos formas de escape o respuesta: los saltos y el nado de reacción (Brand, 1991). Carriquiriborde *et al.*, (1985) considera a los gasterópodos y equinodermos como los depredadores más comunes de este grupo; por ejemplo, Bamber, (1987, 1990) detecta que algunos caracoles inyectan sustancias anestésicas a su presa, siendo estas sustancias de pH bajo. Orensanz, (1990), señala que las estrellas de mar inhabilitan el contenido de las conchas de *Chlamys patagonica*, *Argopecten gibbus* y éstas son expuestas a la densa depredación de peces.

En base a lo anterior y considerando que durante el estudio se detectó la presencia de *Muricanthus nigritus*, *Hexaplex erythrostomus*, y *Phataria unifascialis* en la zona, estas dos especies de caracoles y a la estrella de mar se consideran depredadores potenciales de *A. circularis* y probables responsables de las conchas sin daño.

Ambrose, (1984) y Dean, (1981), encontraron que las evidencias de la depredación son extremadamente importantes en las diferentes especies de almejas, por lo cual la clasificación y análisis de éstas proporcionan información que va a identificar a sus probables depredadores (Harvey *et al.*, 1987). Sin embargo, para poder establecer a los depredadores responsables de cada tipo de marca, es necesario realizar estudios individuales en el laboratorio.

Con la finalidad de identificar cuál de los depredadores potenciales de *A. circularis* encontrados durante la siembra experimental, son depredadores activos, se realizaron ensayos de depredación en el laboratorio con *Callinectes bellicosus*, *Hexaplex erythrostomus*, *Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis*.

2. Estudios de depredación en Laboratorio

2.1 Depredación por jaibas *Callinectes bellicosus*

Se ha reportado a *Cancer irrotus*, *C. borealis*, *Carcinus maenas*, y *Callinectes sapidus*, como depredadores que afectan significativamente los cultivos de moluscos (Jaworski, 1972; Marteil, 1976; Huner y Brown, 1985).

Los organismos del género *Callinectes* son organismos omnívoros oportunistas con una preferencia por los organismos sésiles y de bajo movimiento (macro-invertebrados), siendo los moluscos el grupo más importante en la dieta de *Callinectes arcuatus*, constituyendo cerca del 28% del peso total del contenido estomacal (Tagatz, 1968; Paul, 1981; Laughlin, 1982 ; Choy, 1986) . *C. arcuatus* y *C. taxotes* son grandes jaibas de los estuarios y lagunas del Pacífico Mexicano; sus talla y abundancia las distingue como depredadores activos de moluscos y crustáceos de la región (González-Ramírez *et al.*, 1990)

Los crustáceos y moluscos son el principal alimento de los juveniles de las jaibas de < 21 mm de A.c.(A.c.= Ancho del caparazón), los juveniles mayores de 21 mm de A.c. se alimentan principalmente de almejas, peces y crustáceos (Millikin y Williams, 1984).

Considerando que en los cultivos en suspensión y de fondo los crustáceos son uno de los más importantes depredadores de juveniles y adultos de almejas (Manzi y Castagna, 1989) así como también son de los organismos más abundantes en las áreas destinadas para el cultivo de moluscos (Manzi y Castagna, 1989; Tripp, 1985; Maeda *et al.*, 1993; Cáceres-Martínez *et al.*, 1992) es evidente que causan altas mortalidades en los cultivos. Fue necesario conocer la relación depredador-presa, entre *Callinectes bellicosus* y *Argopecten circularis* con la finalidad de aportar información que permita el control y la prevención de estos organismo en los cultivos de almeja en la región, evaluando:

Selectividad

Durante los ensayos realizados con *C. bellicosus* y *A. circularis*, se observó que hay una relación directamente proporcional, entre el tamaño de la almeja consumida y la jaiba, es decir las jaibas del grupo al. pueden consumir más fácilmente las almejas del grupo A, las jaibas del grupo a2. y a3 consumen almejas de los tres grupos, sin embargo, éstas prefieren almejas pequeñas. Esta relación de correspondencia con la talla del depredador ha sido señalada por Mottet, (1980) quién indica que los depredadores son selectivos a la talla y no pueden consumir organismos de talla superior a las dimensiones de su cuerpo y/o características de sus mecanismos de ataque y captura, como se aprecia en la tabla 10.

Ejemplos de lo anterior se encuentran en estudios realizados en laboratorio por Krantz y Chamberlain, (1978) quienes indican que juveniles de *Callinectes sapidus* de 10 a 15 cm de A.c. consumen ejemplares de *Crassostrea virginica* de 4 cm de H.a. y jaibas de 65 a 80 mm de A.c. no se alimentan de ostras mayores de 25 mm.; así como lo presentado por Walne y Dean, (1972) quienes colocaron a *Carcinus maenas* frente a *Mercenaria mercenaria* en igual numero de tallas de clase, encontrando que el cangrejo seleccionó preferentemente a las más pequeñas.

Los resultados obtenidos de la prueba, nos permitieron establecer que el número de almejas consumidas va a depender del tamaño del depredador, estableciéndose una relación directamente proporcional, como lo muestra la cuadro 7. Choy, (1986) examina la hipótesis nula de que las jaibas tienden a comer un igual número de mejillones (*Mytilus edulis*) por cada clase de talla, obteniendo resultados similares a los nuestros, de tal manera que el consumo de los organismos presas va estar relacionado con la talla del depredador y ésta-a su vez con la selectividad.

En un estudio relacionado con el contenido estomacal de *Callinectes sapidus* realizado por Laughlin, 1982, se observó un resultado similar al nuestro, ya que para cada intervalo de talla de *C. sapidus* hay una presa específica como se aprecia en la siguiente clasificación:

- Pequeños (< 31 mm de A.C.), este grupo consume bivalvos, plantas, materia orgánica, ostrácodos y detritus.
- Medianos (31 a 60 mm de A.C.), este grupo consume gasterópodos, peces y cangrejos
- Grandes (> 60 mm de A.C.), este grupo consume bivalvos, peces y cangrejos

Sin embargo, las jaibas grandes tienen la misma probabilidad de ingestión de organismos pertenecientes a los otros grupos.

Es importante señalar que la selectividad del tamaño de la presa no fue influenciada, ya que solo se le ofreció a *C. bellicosus* un solo tamaño de presa para cada caso, ya que al proporcionar una variedad de tallas de presas al depredador se ocasionan sesgos en la información, como los reportan Jubb *et. al*, 1983, quienes proporcionaron diferentes tallas de *Mytilus edulis* a *Carcinus maenas* el cual atacó con la misma frecuencia a presas grandes y chicas, registrando un incremento de la selectividad con el decremento del hambre después-del primer alimento.

La importancia de conocer la selectividad del depredador por talla de su presa, consiste en poder establecer la talla máxima de resistencia a los ataques del depredador, con lo cual se establecen tallas de siembra o períodos de vigilancia en los cultivos, por ejemplo Millikin y Williams, (1984) reportan que solo almejas grandes (*Mya arenaria*) de más de 40 mm H.a (H.a.= Altura de la concha). son capaces de resistir el ataque de la jaiba azul *Callinectes sapidus* de 100 a 165 mm de A.C. Para *A. circularis* no se recomienda la siembra de organismos de 10 a 23.3 mm de H.a., ya que son vulnerables al ataque de *C. bellicosus* de los tres tamaños de clase empleados en este estudio (chicas de 40 a 76 mm, medianas de 76 a 116 mm y grandes de 116 a 154 mm de A.c (A.c. = Ancho del caparazón)).

De acuerdo a los resultados obtenidos, en donde las jaibas de los tres grupos (a.1, a.2, a.3) consumen el 100% de las presas ofrecidas (grupo A) en 24 horas (Fig., 27A), las almejas del grupo B solo pueden ser consumidas en un 100% en 24 horas por las jaibas del grupo a.3., mientras las jaibas de los grupos a. 1. y a.2. no llegan a consumir el 100% en 48 horas (Fig. 27B), y en los ensayos con almejas del grupo C, solo fueron consumidas en un 100% por jaibas del grupo a.3, en un periodo de 24 horas (Fig. 27C).

Como se aprecia, hay una relación directa entre el tamaño del depredador y su presa, y a su vez está relacionado con la facilidad de consumo, como es el caso de las jaibas del grupo a.3. que tienen la capacidad de consumir los tres grupos de presas, el a.2. solo puede consumir presas A y B, y en muy raros casos almejas del grupo C y las jaibas a. 1. solo pueden consumir presas del grupo A.

Laughlin, 1982, atribuye que existen diferencias de consumo entre grupos de *C. sapidus* y éstas se deben probablemente a:

- 1.- La diferencia en la morfología
- 2.- Función del aparato de alimentación
- 3.- Sistema locomotor
- 4.- Capacidad sensorial (Coordinación)
- 5.- Fuerza del organismo

Cada uno de estos puntos tiene una relación directa con la talla de las jaibas y esto se aprecia también en el análisis de las conchas recuperadas después de cada prueba, en donde dependiendo de la talla de los organismos, será el mecanismo que se emplee para el ataque de su presa (Fig. 25). Por ejemplo, las jaibas fueron clasificadas en tres grupos por el porcentaje y tipo de daño que causan a sus presas:

- El primer grupo, corresponde a las jaibas que no dañan la concha de su presa, dentro de las cuales se incluyen las jaibas menores de 63 mm de A.C., considerándose depredadores pacientes. Manzi y Castagna, (1989) han reportado que generalmente los cangrejos abren las valvas de las almejas un 30%, lo que les permite el consumo de su presa sin ocasionar daño..

- El segundo grupo, corresponde a las jaibas que solo dañan una parte de la concha de su presa. Aquí se excluyen a las jaibas de 63 a 109 mm de A.C., este grupo se caracteriza por aumentar el porcentaje de daño sobre la concha a un 50% sin embargo, el 50% restante no presenta daño en la concha de su presa.

Siendo estos resultados similares a los reportados por Littlewood, (1991) quien reporta que *Callinectes sapidus* de 70 mm de A.C., es capaz de destrozarse

ostiones hasta de 40 mm de longitud, y los estudios realizados por Minchin, (1991) el cual encontró conchas dañadas por crustáceos dentro de cajas de cultivo de *Pecten maximus*, clasificándolas en: enteras, dañadas, quebradas y con un agujero.

- El tercer grupo, corresponde a las jaibas que destrozan totalmente la concha de su presa. Dentro de este grupo se incluye a las jaibas de 120.5 a 143.5 mm de A.C. Un caso similar es reportado por Gibbons, (1984) señalando que algunos cangrejos abren almejas pequeñas por aplastamiento tomando la valva del margen y las almejas grandes son abiertas rompiendo las valvas

Formas de consumo

Como se observó en la descripción de los tres métodos empleados por *Callinectes bellicosus* para depredar a su presa, las quelas son esenciales, sin embargo, en ocasiones en el áreas de cultivo se encuentran jaibas con una quela y no por ello dejan de ser depredadores activos de almejas, como lo comprueba Auster y Malatesta, 1991, removiendo una de las quelas al cangrejo *Pagurus longicarpus* En estas condiciones depreda almejas de 1.1 mm de H.a., usando la quela para romper el margen de la concha.

La mayoría de los crustáceos depredadores de moluscos emplean mecanismos similares para el consumo de sus presas, tomando como regla principal el rompimiento o forzamiento del músculo de la charnela. Las jaibas rompen el umbo y borde de la concha; por ejemplo, Choy, (1986) realizó estudios de depredación con *Liocarcinus puber* y *L. holsatus*; sobre *M. edulis*, estas dos especies rompen la concha y con ayuda de sus quelas llevan la presa a la boca.

Otro caso es el cangrejo *Carcinus maenas* de 60 a 70 mm de A.C. que ataca mejillones *Mytilus edulis* de 30 a 50 mm de longitud, rompiendo la concha en la región umbal y ventral, prefiriendo tallas pequeñas (Ameyaw-Akumfí y Hughes, 1987) así mismo describen dos métodos usados por *C. maenas* para el consumo de sus presas:

1.- Astillamiento del borde posterior de la valva, por presión de la mandíbula, con lo cual pueden insertar la quela y cortar el músculo aductor.

2.- Presión del umbo por las quelas.

Callinectes sapidus de más de 80 mm de A.C. rompen y abren grandes conchas de *Mya arenaria* (90 mm del eje dorsoventral), forzando la charnela con la quela (Millikin y Williams, 1984).

En la mayoría de los casos la quela es usada para abrir o atrapar la presa porque es más fuerte que las maxilas, *Liocarcinus puber* y *L. holsatus*, rompen la

concha de *Mytilus edulis* con la ayuda de sus quelas conduciendo hasta su boca la presa. Variaciones en la morfología y en la fuerza de la quela en las poblaciones naturales de cangrejos, las hacen alimentarse de diferentes organismos (Choy, 1986), esto es tener una presa específica para cada talla de depredador.

Lawton y Hughes, 1985, describen tres métodos de ataque empleados por *Cancer pagurus*, para el consumo de los gasterópodos *Nucella lapillus* y *Litorina theory*:

1.- Destrozar la concha: una de las quelas se usa para quebrar la presa y la otra se utiliza para detenerla durante la ruptura.

2.- Abertura por ruptura: una de las quelas es insertada en la apertura de la concha, mientras la otra presiona y rompe la concha.

3.- Remoción del borde: presionando la concha con una de sus quelas rompe el borde de la concha.

Las formas de ataque empleadas por *C. bellicosus* están relacionadas directamente con el consumo y el tipo de daño (Fig. 28), como se aprecia en cada caso se marcan tres grupos delimitados por la talla del depredador, estas diferencias de tallas origina paralelamente otras diferencias como son la capacidad de locomoción, la coordinación, fuerza de las mandíbulas y las quelas, y esto trae como consecuencia que el acceso a cierto tipo de presa este limitado.

2.2. Depredación por caracoles (*Hexaplex erythrostomus*)

Los gasterópodos carnívoros se encuentran dentro de los depredadores más importantes del bentos marino de fondo suave (Marteil, 1976; Muthiah *et al.*, 1987; Villar-real, 1989; Manzi y Castagna, 1989), estos organismos se distribuyen en la zona intersticial y sublitoral, teniendo preferencia por los sustratos limo-arcillosos (Kerstitch, 1989).

En Baja California Sur, los gasterópodos *Hexaplex erythrostomus*, *Muricanthus nigritus* y *M. radix*, tienen una amplia distribución, sus densidades son muy variables dependiendo de la zona y de la disponibilidad del alimento (Baqueiro y Guajardo, 1984). Tripp-Quezada, 1985; Amador-Buenrostro *et al.*, 1989; Maeda-Martínez *et al.*, 1992 Cáceres-Martínez *et al.*, 1992), han reportado a *H. erythrostomus*, *M. nigritus* y *M. princeps* como depredadores potenciales de los cultivos sobre fondo de *A. circularis* señalando que estos organismos se encuentran en sedimentos areno-limo-arcillosos.

En cultivos comerciales de ostiones en el Caribe los gasterópodos son asociados a cultivos de fondo (Littlewood, 1991), y son considerados como los más importantes depredadores de venéridos, por la facilidad que tienen de encontrar a sus presas (Manzi y Castagna, 1989).

Los gasterópodos marinos fueron clasificados (Cuadro 16) en dos tipos, dependiendo del mecanismo que emplean para el consumo de su presa:

Grupo 1. Reúne a los organismos que anestesian e insertan la probóscide entre las valvas de su presa.

Grupo II. Reune a los organismos que perforan o taladran la concha de su presa.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio con *H. erythrostomus*, el 100% de las conchas de *A. circularis* recuperadas no presentaron ninguna marca o daño, así como también se encontraron unidas al ligamento de la charnela, lo que sugiere que *H. erythrostomus* puede incluirse en el grupo 1 ya que no deja rastros en su presa (Mottet, 1980).

Los gasterópodos del grupo II, dejan rastros o señales en sus presas, como son orificios circulares u ovalados en las valvas (Ponder y Taylor, 1992), pero también algunos gasterópodos del grupo 1 como *Melongena melongena* dejan leves señales en *Crassostrea virginica*, al introducir la proboscide entre las valvas, roen las partes blandas (Van Cosell, 1986), quien señala también que ejemplares atacados por caracoles permanecen aparentemente con las valvas cerradas y su interior más brillante en comparación con ostiones muertos por otras causas.

En lo que corresponde a la relación de consumo de *A. circularis* por *H. erythrostomus* (Fig. 29) se observa que el porcentaje de consumo varió (40% para caracoles de 40-45.33 mm L.o., 60% para caracoles de 37.67 mm L.o. y 70% para caracoles de 48 mm L.o.), y de acuerdo a los resultados de la prueba Gajustada; se establece que el número de almejas consumidas por *H. erythrostomus* es independiente de la talla de éste.

Se puede considerar que el consumo por unidad de tiempo de *H. erythrostomus* es alto (2 presas en 24 horas) en comparación con otras especies, por ejemplo Quayle y Newkirk, (1989) reportan que *Polinices duplicatus* consume *Mya arenaria* de 20 a 50 mm de H.a. a razón de 100 almejas por año, es decir ingiere una almeja en 4 días aproximadamente, así también señalan que adultos de *Lunatia heros*, *L. triseriata* y *Polinices duplicatus* (Edwards y Heubner, 1977) consumen *Mercenaria mercenaria* de 55 mm H.a. a razón de una almeja por día por caracol.

2.3. Depredación por estrellas (*Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis*)

En cada uno de los ensayos realizados con *Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis*, en los cuales *A. circularis* fue ofrecida como presa, no hubo consumo de las estrellas ni respuesta de escape por parte de las almejas.

Considerando que las estrellas son reportadas como unos de los depredadores más importantes en los cultivos de almejas y ostiones (Quayle y Newkirk, 1989, Manzi y Castagna, 1989), a tal grado que en algunas áreas de cultivo en Japón es necesario la remoción de éstas para asegurar una adecuada producción de almejas (Arima y Miyakawa, 1972; Mottet, 1980; Yamaguchi, 1987), en este trabajo los resultados son opuestos.

Ninguna de las dos especies ha sido reportada como depredador de moluscos, y de ambas no se conocen con certeza sus hábitos alimenticios; *Phataria unifascialis* ha sido reportada por Brusca, (1980) y Kerstitch, (1989) como un posible herbívoro aunque también se considera que puede alimentarse de organismos marinos (no especifican las especies); en el caso de *Oreaster occidentalis* es reportado por Brusca, (1980) como comensal de poliquetos de la especie *Ophiodromus pugettensis*.

Sin embargo la elección de estas especies como depredadores potenciales de *A. circularis*, se basó en sus altas densidades observadas alrededor de las zonas de cultivo (durante los ensayos de esta tesis en Bahía Falsa y la Ensenada de la Paz), así como también se consideró la disminución de el número de almejas por m², de 106 a 5 organismos en 56 días, estando presentes estas estrellas.

En base a esto se puede considerar que la ausencia de consumo se haya debido:

1.- Un inadecuado manejo de los ensayos, considerando que el tiempo de ayuno no fue suficiente para estas especie, es decir en 48 horas su estómago no fue vaciado, y la ausencia de substrato arenoso o rocoso en los tanques de prueba

2.- Estas especies de estrellas no consumen específicamente *A. circufaris*, sin embargo la concentración de otras especies de moluscos en los sitios de cultivo en relación al número de almejas era menor.

Se considera que estos ensayos no permiten declarar a estas especies como depredadores activos, pero tampoco los excluyen del grupo de depredadores potenciales, por lo que se recomienda la realización de otros ensayos que pexmitan establecer los hábitos alimenticios de estos organismos.

Es necesario enfatizar que no se puede declarar a un organismo como depredador activo de una especie, sin antes realizar estudios que permitan confirmar si lo es; por lo tanto antes de ser un depredador activo, será clasificado como un depredador potencial el cual se caracteriza por:

- a).- Estar en altas concentraciones, cerca o dentro de los cultivos
- b).- Realizar apariciones periódicas en las zonas destinadas a cultivo
- c).- Disminución del número de organismos cultivados en presencia de las supuestas especies depredadoras.

Las evidencias que se tienen en este momento establecen que la siembra de juveniles de *Argopecten circularis* sobre fondo sin protección trae como consecuencia inmediata la acumulación de depredadores activos (*Callinectes bellicosus*, *Hexaplex erythrostomus*) y potenciales (*Sphoeroides anulatus*, *Paralabras maculato fasciatus*, *Muricanthus nigritus*, *Zalophus californianus*); así como la disminución de las almejas por metro cuadrado por efecto de la depredación; como fue el caso de los organismos sembrados en la Ensenada de La Paz en donde se obtuvo una tasa de depredación de -0.19x (Número de organismos depredados por día).

Por lo que se considera, que la selección adecuada de un método de prevención de depredadores va influir directamente en el éxito de los cultivos de *A. circularis*, Littlewood, (1991) señala que el método de prevención de depredadores y plagas no debe de alterar el espacio ni el alimento de los organismos a cultivar y debe ser accesible al cultivo de producción, tomando en cuenta estos puntos se realizó la clasificación (Cuadro 2) de los métodos de prevención en tres grupos, biológicos, químicos y mecánicos:

Los métodos biológicos consisten en la introducción de organismos comensales de los depredadores, como es el caso de la introducción en cultivos de mejillón de *Solaster papposus* que es depredador común de *Asteria rubens* (Marteil, 1979); sin embargo, estos métodos de prevención no son recomendables ya que no se llega a tener control (reproducción) de las especies que se introducen, originando alteraciones ecológicas en el sistema, como señala Mackenzie, (1979) una eliminación inadecuada de los depredadores ocasiona un incremento en el número de los organismos invertebrados asociados a los moluscos bivalvos.

Cuadro 16. Mecanismos de consumo utilizados por gasterópodos depredadores.

Depredador	Presa	Mecanismo	Autor
Grupo I.			
Familia Tritoridae Laticidae	Bivalvos	Por medio de la extensión flexible de la proboscide, que se extiende más allá de la apertura de la boca. Aplicando a la concha una secreción del órgano blando, con lo que la concha se abre y penetra la radula.	Quayle y Newkirk, 1989.
<i>Zymatium martinianum</i> <i>Z. muricinum</i>	Ostiones	Insertan la proboscide entre las valvas e inyectan una secreción ácida y tóxica, la cual anestesia la presa permitiendo el acceso al tejido.	Manzi y Castagna, 1989. Littlewood, 1991. Houbriek y Fretter, 1969.
<i>Z. nicoboricum</i> <i>Z. argobuccinum</i>	Ostras	Introducen la proboscide cuando las presas abren las valvas, inyectando un fluido al tejido de pH 2.	Houbriek y Fretter, 1969. Day, 1969.
<i>Zymattia furistrata</i> <i>Z. cingulatum</i>	Ostras	Emplean una neurotoxina como narcótico de sus presas.	Rusell, 1963.
<i>Vatica niacolosa</i> <i>Thais carnifera</i>	<i>Anadara granosa</i>	Introducen la proboscide entre las valvas de su presa.	Broom, 1982.
Grupo II			
<i>Lunatia heros</i> <i>L. triseriata</i> <i>Polinices duplicatus</i> <i>Austraginella ohnstoni</i> <i>A. muscaria</i>	<i>Mercenaria mercenaria</i> <i>M. mercenaria</i>	Taladran la valva de su presa cerca del umbo. Taladran un orificio circular u ovalado con un pequeño diente Corroyendo la capa de aragonita con el taladro y una secreción química.	Ponder y Taylor, 1992. Ponder y Taylor, 1992.
<i>Eupleura triquetra</i> <i>E. caudata</i>	<i>Chione sp.</i> <i>Protothaca sp.</i> <i>Crassostrea virginica</i>	Perforan las conchas	Hemingway, 1975
<i>Acanthia spirata</i>	<i>Mytilus edulis</i> <i>M. californianus</i> <i>Leptopecten latiaurata</i> <i>Protothaca staminea</i> <i>Chione californiensis</i>	Perforan las conchas	Hemingway, 1975
<i>Eupleura muriciformis</i>	<i>Chione californiensis</i>	Perfora la concha	García-Domínguez, 1991

El método químico emplea sustancias tóxicas ocasionando alteraciones en el medio, como fue el uso del polystream en los años 60's, empleado para el control de cangrejos de la familia *Xanthidae*, en esta ocasión se trataron camas de 6 y 8 acres observando después de dos años de tratamiento, que el número de almejas por m² había disminuido de 43.5 a 6.5 organismos/m² y de 75 a 9.5 organismos/m² en cada caso, por lo cual este método fue eliminado (Mackenzie, 1989).

Los métodos mecánicos son caros por el tiempo de uso y la efectividad de control, pero son seguros y menos riesgosos que los químicos y biológicos. Dentro de este grupo se encuentran los métodos temporales, éstos se caracterizan por ofrecer una eliminación temporal de los depredadores.. Entre los más comunes se encuentran las dragas, la colecta manual y las trampas; otro grupo son los métodos de prevención parcial, estos ofrecen refugio a las presas por medio de la reunión de éstas en encierros o estructuras que previenen el acceso de algunos depredadores, entre las más comunes se encuentran los parques de cultivo, encierros o empalizadas; y el último grupo comprende a los métodos de prevención total, que se caracterizan por reunir a las presas en estructuras completamente cerradas que no permiten el acceso a los depredadores, por ejemplo los costales o cajas de cultivo de ostiones y las jaulas

Considerando que la depredación es un factor limitante en la realización y extensión de los cultivos sobre fondo (sin protección) de la almeja catarina, se propone el uso de jaulas como una alternativa para la protección de este cultivo. Esta proposición se basa en los resultados obtenidos:

a).- El uso de jaulas no altera el espacio en donde se van a distribuir los organismos, ya que al ser establecidas en el fondo, el piso de éstas se cubre con el sedimento que permite el asentamiento de los organismos. Es importante considerar que como sistema de cultivo de fondo ofrece grandes ventajas, por ejemplo, en el caso del cultivo de almejas en parques en comparación al cultivo en suspensión en 150 días, las almejas alcanzan una talla promedio de 51.4 ± 0.4 mm de H.a. en contra de 42.9 ± 0.4 mm de H.a. de las almejas cultivadas en canastas, lo mismo sucede con el peso total húmedo de 45.4 ± 1 g contra 20.2 ± 0.8 g. (Cáceres-Martínez *et al.*, 1986). Los organismos cultivados en las jaulas Bahía Falsa y la Ensenada, no presentaron diferencias en su crecimiento.

La mortalidad en los sistemas de cultivo en fondo es menor que en los sistemas en suspensión, la mortalidad registrada en parques es de 14.5% y en las canastas es del 77%, sin embargo, la mortalidad en los parques de almejas de 15 a 25 mm de H.a. es más alta, ya que son presas fáciles de cangrejos que ingresan al parque durante las mareas (Cáceres-Martínez *et al.*, 1986). En las jaulas no se presenta el problema de los cangrejos y jaibas, ya que éstas son instaladas en la zona sublitoral observando que la mortalidad en estas estructuras está relacionada a las

λ

características físicas de la zona y no a la depredación, Ebling *et al.*, 1964, realizó estudios de depredación de *M. edulis* por *Carcinus maenas* en jaulas, obteniendo que las jaulas brindan el 100% de protección contra los depredadores.

b).- Las jaulas no alteran la calidad del alimento, al estar elaboradas con malla plásticas (6 mm de luz de malla) permiten el flujo del agua libremente, y en caso de colmatación se procede a una limpieza manual.

Sin embargo, de la selección adecuada de zona de cultivo (alta productividad) va a depender el crecimiento de los organismos, en este caso las zona en donde se realizaron los estudios (Zona I y II) son áreas con bajas concentraciones de materia orgánica, en ambas la concentración el plancton en relación a la materia inorgánica fue menor (Cuadro 15); y esto probablemente esté relacionado directamente con la mortalidad de los organismos, la Ensenada de La Paz presentó mayor concentración de materia inorgánica suspendida así como el mayor porcentaje de mortalidad (36.72%) en comparación a los organismos de la jaula situada en Bahía Falsa (17.88%). Brand, (1991) considera que las altas concentraciones de materia inorgánica en el agua ocasionan un decremento en la eficiencia de filtración y el crecimiento de organismos como *Chlamys islandica* y *Patinopecten yessoensis*.

c).- Las jaulas son accesibles para emplearse en cultivos de producción, por ser fáciles de construir y el material del que están hechas está disponible en mercados pequeños.

λ

Manzi y Castagna, (1989) recomiendan el uso de jaulas para cultivar *Mercenaria* con arena como sustrato, sin embargo, señala que este método requiere de atención sobre la frecuencia de separación de las almejas por talla, éste va a depender del tamaño del arte, así también Peyre, (1986) emplea cajas de 0.85 x 0.45 m en donde introduce de 2500 a 3000 almejas *Venerupis japonica*, considerando que este tipo de artes son eficaces para el control de los depredadores, pero necesitan la reducción periódica de la densidad de organismos. Para facilitar el manejo de los organismos y la reducción del porcentaje de costo se propone el uso de jaulas de 5 x 5 x 0.50 m de malla plástica con estructura de varilla, en las cuales no se lleva acabo el desdoblamiento o reducción de los organismos sembrados, para una siembra de 5000 organismos de talla promedio 24 ± 0.2 mm de H.a., considerando como única atención para este tipo de artes la limpieza de sus paredes, para evitar la colmatación de la malla por epibiontes, aproximadamente cada 15 días dependiendo de la temporada y la zona donde se instalen.

Se sugiere la instalación de las jaulas en la zona sublitoral, sin embargo, el que se ubiquen estas estructuras en esta zona trae como consecuencia el empleo de equipo de buceo SCUBA para realizar las operaciones de instalación, limpieza y cosecha.

La cosecha en este tipo de sistemas no es sencilla, en comparación a la cosecha de las almejas cultivadas en parques en donde esta operación puede realizarse en marea baja evitando el uso de equipo sofisticado y en las jaulas se requiere el uso de una embarcación con grúa para extraer la jaula con organismos, transportando la unidad completa a la zona de cosecha. Para este tipo de operación la estructura de varilla dificulta la extracción y traslado de las jaulas, (Lango-Reynoso *et al.*, 1993), recomiendan el uso de jaulas plásticas de 25 m² sin estructura de metal, fijas al sustrato con estacas facilitando su manejo.

Como se ha observado el uso de cualquier arte de cultivo para *A. circularis*, en este caso jaulas, ofrece beneficios como son la protección de los organismos y así mismo la seguridad de poder cosechar un cantidad determinada de almejas por unidad de cultivo; en comparación con los riesgos que se presentan durante la extracción de bancos naturales, en donde la recolección de organismos es variable y está sujeta a las características de la zona y a la época en que se realice esta actividad; sin embargo, estas ventajas no se pueden comparar en costo ya que el uso de artes de cultivo, es aun más caro que la pesca.

La realización de este trabajo ha permitido establecer los fundamentos que indican que la práctica del cultivo de *A. circularis* que se ha llevado a cabo hasta la fecha por los diferentes grupos, que consistente en la colecta y liberación de los juveniles al medio, es un método inadecuado, tomando en cuenta, el tipo de siembra que es empleado, este trae como consecuencia la agrupación de diferentes depredadores; la talla de siembra utilizada (21.22 ± 0.40 mm H.a.) hace a las almejas vulnerables al ataque de los depredadores y las áreas que han sido destinadas al cultivo de esta especie son también zonas en donde se reportan altas densidades de depredadores activos (*Callinectes bellicosus*, y *Hexaplex erythrostomus*) y otros grupos de depredadores potenciales.

En la mayoría de los países que se han enfrentado a este problema han elegido los métodos de prevención mecánica. En B.C.S. se ha propuesto el uso de parques, encierros y jaulas para el cultivo de la almeja catarina, pero aún los grupos relacionados con esta actividad no están dispuestos a invertir capital, ya que estas actividades son más costosas que las empleadas tradicionalmente, así como no hay conciencia de renovación de recursos en las personas que practican la extracción. Esperamos que con estos resultados cambien su opinión y tomen conciencia que para la práctica del cultivo de almeja catarina en esta zona es necesario el uso de un método de control o prevención de depredadores.

CONCLUSIONES

- 1.- En los cultivos de *Argopecten circularis* sobre fondo sin protección en la Ensenada de La Paz, la depredación es el principal factor que origina disminución de los organismos sembrados por metro cuadrado.
- 2.- La siembra de grandes grupos de almejas en zonas donde la abundancia de éstas es escasa o nula, origina la atracción de una gran variedad de organismos depredadores.
- 3.- El desplazamiento de *Argopecten circularis* sembradas sobre fondo en áreas que se caracterizan por tener una corriente menor de 1 m/seg. y un sustrato areno-limo-arcilloso, no va a exceder de 3 m de radio del sitio de siembra en 56 días.
- 4.- La tasa de depredación de la Ensenada de La Paz para *Argopecten circularis* es de -0.19 x (organismos depredados por día)
- 5.- El grupo de depredadores que dañan la concha de su presa fue el responsable del 97% de la depredación de *Argopecten circularis* en la Ensenada de la Paz, B.C.S.
- 6.- Las especies *Sphoeroides annulatus*, *Paralabrax maculato fasciatus*, *Muricanthus nigrinus*, *Zalophus californianus*, *Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis* son depredadores potenciales de *Argopecten circularis* en la Ensenada de la Paz, B.C.S.
- 7.- Las especies *Callinectes bellicosus* y *Hexaplex erythrostomus* son depredadores activos de *A. circularis* en la Ensenada de La Paz, B. C. S.
- 8.- Ejemplares de *Callinectes bellicosus* mayores de 116 mm de A.C., pertenecen al grupo de depredadores que dejan daño sobre las conchas de sus presa.
- 9.- Ejemplares de *Callinectes bellicosus* menores de 78 mm de A.C., pertenecen al grupo de depredadores que no dañan la concha de su presa.
- 10.- Ejemplares de *Callinectes bellicosus* de 78 a 116 mm de A.C., pueden pertenecen a ambos grupos.
- 11.- Al crecer las jaibas van reduciendo el uso de su perseverancia y aumentando el uso de la fuerza para el consumo de sus presas.

12.- Hay una relación directamente proporcional entre el tamaño de la almeja consumida y la jaiba, es decir las jaibas pequeñas pueden consumir más fácilmente a las almejas pequeñas, las jaibas medianas y grandes consumen almejas de los tres tamaños, sin embargo, éstas prefieren almejas pequeñas.

13.- Los tres métodos de consumo empleados por *Callinectes bellicosus* tienen una relación directa con la talla de las jaibas.

14.- Ejemplares de *A. circularis* de 10 a 23.3 mm de H.a. son vulnerables a la depredación por los tres grupos de talla de *Callinectes bellicosus*.

15.- Ejemplares de *Hexaplex erythrostomus* de 32 a 48 mm de L.o., pertenece al grupo de depredadores que no dañan la concha de su presa.

16.- *Hexaplex erythrostomus* pertenece al grupo II de gasterópodos que insertan su proboscide entre las valvas de sus presas lo que permite la ingestión de éstas sin dejar marcas sobre la concha de su presa.

17.- El 100% de las conchas de las almejas consumidas por *Hexaplex erythrostomus* quedan intactas con un brillo lustroso en su interior y conservan el ligamento de la charnela.

18.- Las jaulas son un método alternativo de prevención de la depredación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis*

19.- El crecimiento y sobrevivencia de las almejas sembradas dentro de jaulas va a depender de la selección adecuada del sitio de cultivo

RECOMENDACIONES

No se recomienda la siembra de juveniles de *Argopecten circularis* sobre fondo sin protección.

Se propone el uso de métodos mecánicos de prevención de depredadores.

Se recomienda conocer las características físicas, químicas y biológicas del sitio donde se va a realizar un cultivo de almeja catarina con la finalidad de obtener los más altos beneficios, de lo contrario el efecto de uno de estos factores puede ocasionar la pérdida total o parcial de los cultivos.

Antes de usar cualquier método de control de depredadores es necesario evaluar la población de éstos en la zona de incidencia, así como el efecto del método sobre los organismos cultivados.

Para la prevención y control de jaibas y caracoles se recomienda el uso de trampas y recolección manual con el fin de aprovechar estos organismos con fines comerciales.

SUGERENCIAS PARA TRABAJO FUTURO

Realizar estudios de:

Depredación con *Phataria unifascialis* y *Oreaster occidentalis*, en laboratorio ofreciendo como presas además de *A. circularis* otros bivalvos de la región.

Depredación que permitan conocer si los depredadores potenciales *Spherooides annulatus*, *Paralabrax maculatofasciatus* y *Balistes* sp. son depredadores activos de *A. circularis*, así como también conocer las características de las formas de consumo y niveles de consumo de cada especie.

Determinar la ración de cada depredador de *Argopecten circularis*.

Determinar el grado de saciación de los depredadores de *Argopecten circularis*.

Determinar la selectividad de la presa de cada depredador, ofreciendo diferentes bivalvos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambrose R. T., 1986. Effects of octopus predation on motile invertebrates in a rocks subtidal community. Mar. Ecol. Prog. Ser. 30: 261-273.
- Ambrose W. G. Jr., 1984. Influence of predatory polychaetes and epibenthic predators on the structure of a soft-bottom community in Maine estuary. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 81: 115-145.
- Amador-Buenrostro, J. C.: M. D, Vivencia-Aguilar y J. Sigh-Cabanillas, 1988. Guia práctica para el cultivo de la almeja catrina. Secretaria de Pesca.
- Ameyaw-Akumfi C. y N.R. Hughes, 1987. Behavior of *Carcinus mamas* feeding on large *Mytilus edulis*. How do they assess the optimal diet?. Mar. Ecol. Prog. Ser. 38: 213-216.
- Aprill G. y Maurer D., 1976. The feasibility of oyster raft culture in east. coast. estuaries. Aquaculture 7, p. 147-160.
- Arima, K. H. y Y. Miyakawa, 1972. Feeding behavior of the starfishes to the bivalve Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stat., 14: 63-69.
- Auster, P. J. y B. D. Haskell, 1988. Predator hard clam (*Mercenaria mercenaria*) interactions spatial scale effects. J. Shellfish Res.; 7. 148 p.
- Auster, J. P. y R. J. Malatesta, 1991. Effects of scale on predation patterns. The World Acuaculture Society. (1): 198-203.
- Arriaga, B., R. E. y Rangel D. C., 1988. Diagnóstico de la situación actual y prespectivas del cultivo de ostión en México. Secretaría de Pesca. 95 pp.
- Avilés-Quevedo A. y M. Iizawa , 1993. Manual para la construcción y operación de jaulas flotantes para el cultivo de peces marinos. PESCA. p. 6-8 .
- Bamber, R.N., 1987. The effects of acidic sea water on young carpet-shell clams *Venerupis decussata* (L.) (Mollusca: Veneracea). J. Exp. Mar. Biol. 108 : 241-260.
- Bamber, R.N., 1990. The effects of acidic seawater on three species of lamellibranch molluscs. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 143(3): 181-191.

- Baqueiro C. E. y M. B. Guajardo, 1984. Análisis de la pesquería de almejas y caracoles de Baja California Sur. En: Memorias del III Simposium sobre Biología Marina de la Universidad Autónoma de Baja California Sur., México. p. 9-23.
- Bardach R. Mc., 1986. Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor, S.A. 868 p.
- Bernabé G., 1986. Aquaculture Vol. I Lavoisier, Paris. 493 p.
- Bisker, R. y M. Castagna, 1988. Predation of mud crabs and blue crabs by toadfish *Opsanus tau*, with a discussion of biological control of crabs molluscan aquaculture. J. Shellfish Res. 7 (1): 149.
- Brand, A.R., 1991. Distribution and Behaviour, En: Shumway, S.E. (ed.), Scallog: Biology, Ecology and Aquaculture. Elsevier, Amsterdam, p. 5 17-572.
- Bricelj, V. M. y Malouf R. E., 1984. Influence of algal and suspended sediment concentrations on the feeding physiology of the hard clam *Mercenaria mercenaria*. Mar. Biol. 84: 155-156.
- Broom, J. M., 1982. Size-selection consumption rates and growth of the gastropods *Natica maculosa* (Lamarck) and *Thais carnifera* (Lamarck) preying on the bivalve *Anadara granosa* (L.). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 56: 213-233.
- Brusca, C. R., 1980. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. Revised & Expanded. Second Edition. pp:
- Burrell B. V.Jr., 1985. Oyster Culture. En: Huner, J. V. (Ed.) Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States. An Avibook. Published by Van Nostrand Reinhold. New York. p. 235-269.
- Cáceres-Martínez, C., D.H. Ramírez-Filippini y J. Chávez-Villalba, 1986. Cultivo en parques de la almeja catarina *Argopecten circularis*. Primer Congreso AMAC'87, octubre 20-24. México D.F., 12 p.
- Cáceres-Martínez, C., D.H. Ramírez-Filippini y J. Chávez-Villalba, 1987. Cultivo en parques de la almeja catarina *Argopecten circularis*. Rev. Lat. Acuac. 34:27-52.

- Cáceres-Martínez, C., D.H. Ramírez-Filippini, J. Chávez-Villalba, L. López-Contreras, J. Cortés Salazar y C. Ruíz-Verdugo, 1992. Acuicultura de moluscos bivalvos: Ostricultura y pectinidos de Baja California Sur. Informe academico anual. correspondiente al periodo enero 1990-febrero 1991. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 79 pp.
- Cáceres-Martínez, C, F. Lango-Reynoso y L. López-Contreras, 1992. Extensive culture of scallop *Argopecten circularis* in Mexico: 2 Liberation over sea bed without predator protection. Aquaculture'92 del 21-25 de Mayo. Orlando Florida.
- Cáceres-Martínez, C.; C. Rangel-Dávalos y J. Chávez-Villalba, 1993. Diseño del Laboratorio Experimental de Acuicultura en la Universidad de Baja California Sur. México. En: Memorias del V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. 27 Sept- 1 Oct. La Paz, México.
- Carrquiriborde, L. , A. Farias, L. Ferrer, A. Gastelú y O. Pérez, 1985. Transplante experimental de almeja pismo en Baja California, México. UABC. Inst. de Inv. Oceanológicas. Colección de reimpresos 1:49-66.
- Castagna, M. y J. N. Kraeuter, 1981. Manual for growing the hard clam Spec. Rep. Appl. Mar. Sci. Ocean. Engi. Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point Virginia 23062. (249): 110 p.
- Clark, J., 1977. Coastal ecosystem management. A-technical manual for the conservation of coast zone resources. John Wiley and Sons. New York. 982 p.
- Chávez-Villalba J. y C. Cáceres-Martínez, 1992. Scallop culture in the northwest of Mexico. World Aquaculture 23(4):20-25.
- Choy S. C., 1986. Natural diet and feeding habits of the crabs *Liocarcinus puber* and *L. holsatws* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). Mar. Ecol. Prog. Ser. 31: 87-99.
- Day, E. A., y P., Lawton, 1988. Substrate type and predatory risk: Effets on mud interaction with juvenile hard clams. J. Shellfish. Res. 7(1): 154-155.
- Day, J. A. 1969. Feeding of the cymatiid gastropd. *Argobucium argus* in relation to the structure of the proboscis and secretion of the proboscis gland. Am. Zool. 9:909-916.

- Dean, D., 1981. Predation on juvenile clams by sanwarms. Proceeding 8th Annual clam Conference Booth bay Harbor Maine. p. 72-78.
- De la Lanza-Espino, G., R. de Lara-Andrade y J. L. García-Calderón, 1991. La Acuicultura en Palabras. AGT Editor, S.A. 159 pp.
- Dijkema, R. 1988. Shellfish cultivation and fishery before and after a major flood barrier construction project in the southwestern Netherlands. J. Shellfish Res. 7(2): 24 1-252.
- Dijkema, R. y P. Hagel, 1990. The molluscan shellfish industry in the Netherlands, an outline of production, organization, sanitation and marketing. Internal Report, nr. AQ /01 Netherlands Institute for Fishery Investigations. Mariculture Department. Head NIFI field Laboratory in Yerseke., p. 1-16.
- Doering P. H., 1976. A burrowing reponse of *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) elicited by *Asteria forbesi* (Desor, 1848). The Veliger 19: 167-175.
- Doering P. H., 1982. Reduction of seastar predation by the borrowing response of the hard clam *Mercenaria mercenaria* (Mollusca: Bivalvia). Estuarine 5 :3 10-3 15.
- Ebling, F. J., J.A. Kitching, L. Muntz y C.M. Taylor, 1964. The Ecology of lough line. XIII Experimental observations of the destruction of *Mytilus edulis* and *Nucella lapillus* by crabs. Journal of Animal Ecology, 33(1): 73-82.
- Edwards, D. C. y J. D. Heubner, 1977. Feeding and growth rates of *Polinices duplicatus* preying on *Mya arenaria* at Barns table Harbnor, Massachusetts Ecology, 58: 1218-1236.
- Eggleston, D. B., 1990. Behavioral mechanisms underlying variable functional responses of blue crabs *Callinectes sapidus* Rathbun feeding on juvenile oysters *Crassostrea virginica* (Gmelin). Effects of predator sex and size and prey size. J. Exp. Mar. Ecol. 59(2):615-630.
- Félix-Pico, E. F., A. Tripp-Quezada y J.C. Sin& 1989. Antecedentes en el cultivo de *Argopecten circularis* (Sowerby), en Baja California Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR. 4(1): 73 - 92 .

- Freiles, L. B. Vera, C. Lodeiros y A. Vélez., 1993. Efecto de la densidad sobre el crecimiento de la producción secundaria del Pectínido *Euvola (Pecten) ziczac*. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Depto. Biol. Pesquera. En: Memorias XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del mar. La Paz, B.C.S. México.
- García-Domínguez, F. A., 1991. Distribución, abundancia, reproducción y fauna asociada de la almeja roñosa *Chione californiensis* en la Ensenada de 'La Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS I.P.N. 70 p.
- Gibbons, M. C., 1984. Aspects of predation by the crabs *Neopanope sayi*, *Ovalipes ocellatus* and *Pagurus longicarpus* on juvenile hard clams *Mercenaria mercenaria*. Ph. D. diss. State University of New York at Stany Brook, 102 pp.
- Gibbons, M. C. y M. Castagna, 1985. Biological control of predation by crabs in bottom culture of hard clam using a combination of crushed stone aggregate, toadfish and cage. *Aquaculture* 47: 101- 104.
- Guillard, R. R. L., 1972. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. Culture of marine invertebrates animals. New York: Plenum, 409 p.
- González-Ramírez P., F. García-Domínguez, R. Rodríguez-Sánchez, F. Galván-Magaña, E. Felix-Pico y A. Rodríguez Rojero, 1990. Estudio Biológico-Pesquero de las jaibas de Bahía Magdalena, B.C.S. CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS-IPN. Informe Técnico. p. 9-12.
- Grizzle R. E. y P. J. Morin, 1989. Effect of tidal currents, seston, and bottom sediments on growth of *Mercenaria mercenaria*: results of a field experiment Mar. Biol. 102: 85-93.
- Gruffydd, 1976. Swimming in *Chlamys islandica* in relation to current speed and a investigation of hydrodynamic lift in this and other scallops. Norw. J. Zool. 24:365-378.
- Haddon, M.; R. G. Wear y H. A., Packer, 1987. Depth and density of burial by the bivalve *Paphies ventricosa* as refuges from predation by the crab *Ovalipes catharus*. Mar. Biol. 94:25-30.

- Harvey Ch., F. X. Gomeau y J. H. Himmelman, 1987. Chemodetection of the predatory seastar *Leptasterias pularis* by the whelk *Buccinum undatum*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 40:79-86.
- Hemingway, G. T., 1975. Comparación de la morfología funcional de alimentación en cuatro especies de perforadores marinos (Neogastropoda Muricacea). Ciencias Marinas 2 (1): 1-5.
- Hernández-Velazco, M., 1979. Diccionario de biología. México. **146** pp.
- Houbrick, J. R. y B. Fretter, 1969. Some aspects of the functional anatomy and biology of *Cymatium* and *Bursa*. Proc. Malacol. Soc. London. 38: 415-429.
- Huner, J.V. y E. E. Brown 1985. Oyster Culture. Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States. An Avi book. Published by Nostrand Reinhold. N.Y. p. 255-343.
- Jaworski, E. 1972. The blue crab fishery, *Barataria estuary*, Louisiana. La. State Univ. Sea. Grant. Publ. LSU-SG. 72-O 1, 112 p.
- Juanes, F. y E. D. Hartwick, 1990. Prey size selection in Dungeness crabs: the effects of clam damage. Ecology. 71(2):744-758.
- Jubb, C. A., R. N. Hughes y J. Rheinallt, 1983. Behavioural mechanisms of size-selection by crabs, *Carcinus maenas* (L) feeding on mussels *Mytilus edulis* (L.) J. Exp. Mar. Ecol. 66: 81-87.
- Kalashnikov V. Z., 1991. Scallops Biology Ecology and Aquaculture Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 21 (Ed.) S. E. Shumway, Elsevier. p. 1057-1080.
- Kerstitch Alex, 1989. Sea of Cortez Marine Invertebrates. A guide for the Pacific coast Mexico to Ecuador. Sea Challenger. 4 Somerset Rise. Monterey CA. 93940. 112 pp.
- Kraeuter J. N. y M. Castagna 1980. Effects of large predators on the field culture of hard clam *Mercenaria mercenaria*. US. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull. 78(2):538-541.
- Krantz, G. E. y J. V. Chamberlain, 1978. Blue crab predation on culchless oysters spat. Proc. Nat. Shellfish. Ass. 68:38-41.

- Lango-Reynoso F., C. C. Cáceres-Martínez, J. Chavéz-Villalba, y C. Rangel-Dávalos, 1993. Experimental cage culture of Catarina scallop *Argopecten circularis* in Mexico. International Conference World Aquaculture. Torremolinos, España, May 26-28
- Laughlin R. A., 1982. Feeding habits of the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, in the Apalachicola Estuary, Florida. Bull. Mar. Sci. 32(4): 807 - 822.
- Lawton, P. y R. N. Hughes, 1985. Foraging behaviour of the crab *Cancer pagurus* feeding on the gasteropods *Nucella lapillus* and *Littorina littorea* comparisons with optimal foraging theory. Mar. Ecol. Prog. Ser. . 27: 143 - 154
- Le Borge Yves, 1986. Reproduction controlée de mollusques bivalves. En Barnabe (ed) Aquaculture. Technique et Documentation Lavoisier Cap.2, p. 329-332 .
- Levitan, D. R. y S.J. Genovese, 1989. Substratum-dependent predator-prey dynamics: patch reefs as refuges from gastropod predation. J. Exp. Biol. Ecol. 130:111-118.
- Littlewood, D. F. J., 1991. Pests and Predators of cultivated Mangrove Oysters. "Oysters Culture in Caribbean. p. 106- 146.
- Loosanoff, V. L. 1960. Use of chemicals to control shellfish predators. Science, 13 1: 1522-1523.
- López-Contreras L., 1992. Experimentos de dispersión espacial de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835). Tesis. Licenciatura. de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. 71 pp.
- Mackenzie, C. L., Loosanoff V. L. y W.T. Gnevuch, 196 1. Use of chemical-treated culton for increased production of seed oyster. Bur. Commer. Fish. Biol. Lab. Milford Conn. Bull. 5(25): 1-9.
- Mackenzie, C. L., 1970. Control of oyster drills *Eupleura caudata* and *Urosalpinx cinerea* with the chemical Polystrenm. Fish Bull, 68: 258-296.
- Mackenzie, C. L., 1979. Management for increasing clam abundance. Mar. Fish. Rev. 41: 10-22.
- Mackenzie C.L Jr., 1989. A guide for enhancing estuarine molluscan shellfisheries. Mar. Fish. Rev. 51(3): 1 - 47.

- Maeda-Martínez A.N., T. Reynoso-Granados, F. Solis-Marin, A. Leijia-Tristán, D. Auriolles-Gamboa, C. Salinas-Zavala, D. Lluch-Cota, P. Ormart-Castro y E. Felix-Pico. 1993. A model to explain the formation of catarina scallop *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), beds in Magdalena Bay, Mexico. Aquaculture and Fisheries Management. 24: 399 - 415.
- Manzi, J. J. y M. Castagna, 1989. Clam Mariculture in North America. Elsevier. Amsterdam 459 pp.
- Marteil L. 1976. La Conchyliculture Française., Troisième partie. L'ostreiculture et la mytiliculture. Institut Scientifique et Technique de Pêches Maritimes. p. 408-422.
- Marteil L., 1979. La Conchyliculture Française. Deuxième partie. Biologie de L'huitre la Moule. Institut Scientifique et Technique de Pêches Maritimes. p. 231-257.
- Martínez-Córdoba L.R., 1987. Abundancia y distribución por talla de almeja *Chione fluctifraga* en distintos tipos de sedimentos en el estero La Cruz, Sonora. Ciencias Marinas. 13(2):25-33.
- Marthers, N. F., 1976. The effect of tidal currents on the rhythm of feeding and digestion in *Pecten maximus*. L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 24:272-283.
- McClintock, J. B. y J. R. Jr. Truman, 1986. Size selective predation by the Asteroid *Pisaster ochraceus* on the Bivalve *Mytilus californianus*: A Cost-Benefit Analysis P.S.Z.N.I. Mar.Ecol. 7(4): 321-332.
- Millikin R. M. y A. B. Williams, 1984. Synopsis of Biological Data on the Blue Crab *Callinectes sapidus* Rathbun. FAO Fisheries Synopsis. 138:39.
- Minchin, D. y Marthers, N. F., 1982. The scallop *Pecten maximus* (L.) in Killary Harbour. Irish Fish. Invest. Ser. B. 25, 13 pp.
- Minchin, D., 1989. Up-stope movements in the scallop *Pecten maximus*. J. Mollusc. Stud. 55(3): 423-425.
- Minchin, D., 1991. Decapod Predation and the sowing of the scallop, *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758). World Aquaculture Workshops No. 1. An International Compendium of Scallop Biology and Culture. The World Aquaculture Society. p. 191-197.

- Morgan, D.E., J. Goodsell, G.C. Matthiessen, J. Garey y P. Jacobson, 1980. Release of hatchery-reared bay scallops (*Argopecten irradians*) onto a shallow coastal bottom in Waterford, Connecticut. Proc. World Mariculture Soc. 11:247-261.
- Mottet G. M., 1979. A review of the fishery, biology and culture of scallop. State of Washington. Dep. of fisheries. Tech. Rep., p. 39-100.
- Mottet G. M., 1980. Research problems concernig the culture of clam spat and seed . Dep. of fisheries. Tech. Rep.63:37-43.
- Muthiah P., D. Sundararajan, G. Scrinivasan y N. Vaithinathan, 1987. Pests and Predators of oysters .CMFRI. Bull. 38: 71-74.
- Navarro, J. M. y M. L. Ulba, 1992. Influence of the natural food supply (seston) on the scope for growth of the Chilean ribbed mussel *Aulacomya ater*. Acuaculture 167pp.
- Odum, P. E., 1971. Ecologia. Tercera Edición . Interamericana. España . p. 244-258.
- Orensanz, J. M., O. Iribarne y A. M. Parma, 1990. Population dynamics, En: Scallop biology and aquaculture S. E. Shunway (Ed.), Elsevier Sc. Publ. (Amsterdam). p. 11-12.
- Paul, R. K.C., 1981. Natural diet, feeding and predatory activity of crabs *Callinectes arcuatus* and *C. toxotes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). Mar. Ecol. 6:91-99
- Parsons, T. y M. Takahashi, 1973. Biological oceanographic process. Institute of Oceanography University of British Columbia. Pergamon Press. 179 pp.
- Peterson C. H., Summerson H.C. Fegley S.R., y Prescott R.C., 1989. Timing, intensity and source of autumn mortality of adult bay scallops *Argopecten irradians concentricos* say . J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 127(2):121-140
- Peyre de P., 1986. La culture de la palourde. Cap. 4 in Bernabe G. (ed.), Aquaculture 1:391-425.
- Ponder, W. F. y J. D. Taylor, 1992. Predatory shell chilling by two species of *Austroginella* (Gastropoda: Marginellidae). J. 2001. 228(2):317 - 328.

- Prejs, A., K. Lewandowski, Stanczykowska, A. Piotrowska, 1990. Size-selective predation by roach (*Rutilus rutilus*) on zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) Field studies. 83(3):378-384.
- Quayle, D. B. y G. F. Newkirk, 1989. Farming Bivalve Molluscs. Methods for study and development. Advances in World Aquaculture. Vol. 1 The World Aquaculture Society. 120 pp.
- Raigadas-Marenco, J., 1993. Laboratorio de Acuacultura, La Paz, Baja California Sur. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana Facultad de Arquitectura. Xalapa de Enriquez, Veracruz. 121 pp.
- Ramírez-Filippini, D.H., Cáceres-Martínez, C., y J. Chávez-Villalba, 1990. Parque modular para el cultivo de almeja catarina *Argopecten circularis* Inv. Mar. CICIMAR. 5 (No. Esp. I):7-12.
- Rusell, F. E., 1965. Marine toxins and marine poisonous and venomous animals. En: Russell, F. R., (ed) Advances in Marine Biology. Academic Press London and New York. 3:255-384
- Russel H.W. D., 1983. The Mollusca. Academic Press. USA. p. 77-130.
- Sabelli, B., 1982. Guia de moluscos. Grijalbo Barcelona. 512 pp.
- Singh-Cabanillas, J., 1986. Cultivo en parques rústicos de la almeja catarina en el estero El Dátil, B.C.S..En: Memorias del Primer Simposio Nacional de Acuacultura. México.
- Singh-Cabanillas, J., 1987. Cultivo experimental de almeja catarina en arrecifes. En: Acuavisión Revista Mexicana de Acuacultura. Año II, 7:4-6.
- Stanley, S., 1970. Relation of shell form to life habits in the bivalvia (mollusca). Mem. Geol. Soc. America. 125. 296 pp.
- Tagatz, M. E., 1968. Biology of the blue swimming crabs *Callinectes sapidus* Rathbun in the St. John River, Florida. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 67: 17-33.
- Tracey, G. A., 1989. Effects of food quality on feeding behavior of the blue mussel, *Mytilus edulis*. J. Shell. Fish. Res. 8(2):473.

- Tripp-Quezada A., 1985. Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en Baja California Sur. Tesis de Maestría, CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS IPN. La Paz, B.C.S. México
- Valence P. y R., Peyre, 1986. La cultura de la palourde. En: Barnabe (Ed.). *Aquaculture*. 1:392-425.
- Van Cose1 R., 1986. Moluscos de la región de Ciénega Grande de Santa Marta (Costa Caribe de Columbia), An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betin (15-16):79-370.
- Villar-real-Chávez, G., 1989. Impacto de la depredación por *Melongena melongena* (L) sobre las poblaciones de ostión *Crassostrea virginica* (Gmelin) en la Laguna de Tampamachoco, Ver. Ciencias Marinas 15(2): 55-65.
- Walne, P. R. y Dean, G. J., 1972. Experiments on predation by the shore crab *Carcinus maenas* L., on *Mytilus* and *Mercenaria*. J. Cons. Inst. Explor. Mer., 34: 190-199.
- Wear, R. G. y M., Haddon, 1987. Natural diet of the crab *Ovalipes catharus* (Crustacea: Portunidae) around central and Northern New Zeland. Mar. Ecol. Prog. Ser. 35: 39-49.
- Wildish, D. J. y D.D. Kristmason, 1988. Estimating bivalve carrying capacity and potential production. J. Shellfisheries 7(1):
- Wilkins, L. A., 1991. Neurobiology and Behaviour of the scallop En: Shummway (Ed.) *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier. 1803 pp.
- Yamaguchi, M., 1987. Conservation and cultivation of gigant clam in the tropical Pacific. Biol. Conserv. p. 11-13.
- Yoshida, M.K. y C. R. de Alba, 1977. Estudio preliminar de las comunidades bentónicas de la Ensenada de La Paz, Baja California Sur. CIBCASIO Transaction. 3 : 20 - 19.

Anexo 1

Desgranador de semilla (Cáceres-Martínez *et al.*, 1992)

El desgranador de semilla de almeja' catarina (*Argopecten circularis*), empleado en este trabajo consiste de:

a).- Unidad contenedora: Una tina de fibra de vidrio de 1.85 m de largo, 0.52 m de alto y 1.20 m de ancho, con un volumen de 1.15 m³. Esta unidad fue cubierta con pintura epóxica no tóxica

b).- Unidad de soporte: Estructura de metal (perfil de acero de 2.5 cm) de 1.3 m de ancho, 1.9 m de largo y una pendiente de 0.52 m en un extremo y 0.48 m. en el extremo opuesto. Cinco rectángulos de perfil de 1.3 m soldados cada 45 cm a lo largo de la estructura, reforzando la unidad que fue cubierta con pintura anticorrosiva de tipo epóxico.

c).- Unidad de captación y distribución de agua: Bomba centrífuga de 5 HP (de impelente semicerrado y cuerpo de aluminio), conectada a una tubería de PVC de 0.05 m de diámetro. El agua se abastecía por un sistema de tubería de PVC que se divide en dos, la primera de 3.81 cm de diámetro que terminaba en la base de la tina como se muestra en la figura 4 y la segunda, controlada con una llave para distribuirse en cuatro salidas independientes, cada una con una llave de paso; en cada lado de la tina se colocaron dos de éstas.

d).- Drenaje: Cinco perforaciones de 2.54 cm de diámetro en uno de los extremos de la tina y/o por un desbordadero situado en el mismo extremo, que funciona gracias a la pendiente que proporciona el soporte.

e).- Soporte de la tuberías de agua: Perfil de acero, como se ilustra en la figura 35.

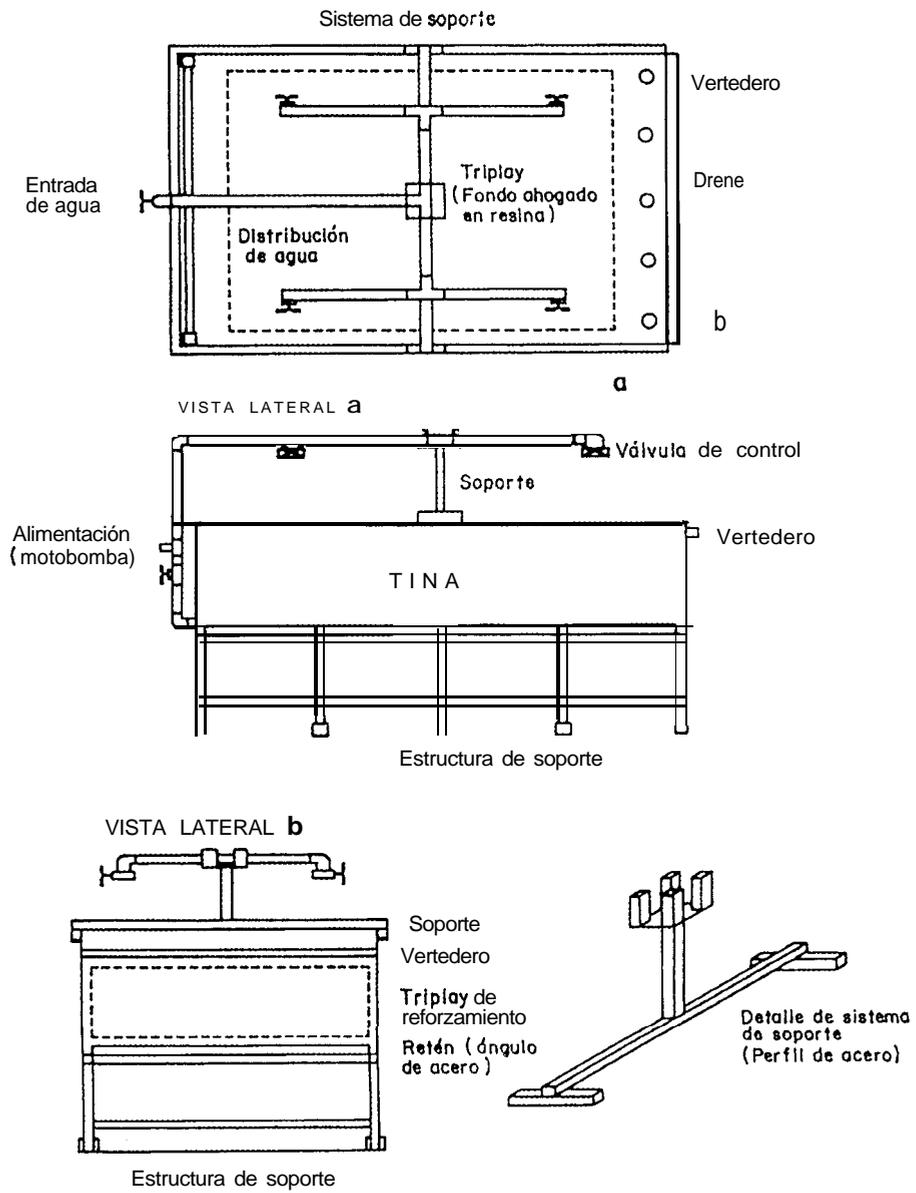


Fig. 35. Desgranador de semilla de almeja catarina (*Argopecten circularis*)

Anexo II.

Unidad transportadora de semilla

El transportador de semilla empleado en este estudio para el traslado de las semillas de almeja catarina (*Argopecten circularis*) consistie de :

a).-Unidad contenedora: Caja metálica de 3 m de largo, 1 m de ancho y 1 m de profundidad, dividida en tres secciones de 1 x 1 x 1 m, respectiyamente. Cada sección tiene una válvula en el costado, la cual facilita el drenaje. El interior de cada sección se cubrió con pintura epóxica neutra para evitar toxicidad; la parte exterior de la unidad contenedora y las tres tapas fueron recubiertas con tres capas de poliuretano expandido, teniendo un espesor de 2.5 cm.

b).- Unidad de soporte: Remolque, sobre el cual fue colocada la unidad contenedora.

c).- Unidad de aereación: Tanque de oxígeno con manómetro y un sistema de distribución del gas como se muestra en la figura 36. En el interior de cada sección se colocaron dos difusores, sujetos a los módulos de canastas en el fondo de cada sección.

d).- Canastas transportadoras: Bastidor de madera recubierta con resina y malla plástica de 0.76 x 0.80 x 0.04 m; se colocaron 20 canastas dentro de cada sección del transportador. La duración del transporte fue de aproximadamente 5 horas, hasta la Unidad Pichilingue donde se colocaron las almejas en canastas ostrícolas a razón de 400 organismos por unidad, los módulos se instalaron en una línea en Bahía Falsa (Zona de estudio II) en donde fueron preengordados durante 20 días aproximadamente, pasado este período se sembraron 18,700 almejas en un Parque Modular de Cultivo con un área de 135 m².

La densidad de ocupación fue de 138 organismos /m², la altura media de los organismos sembrados fue de 21.22k0.53 mm.

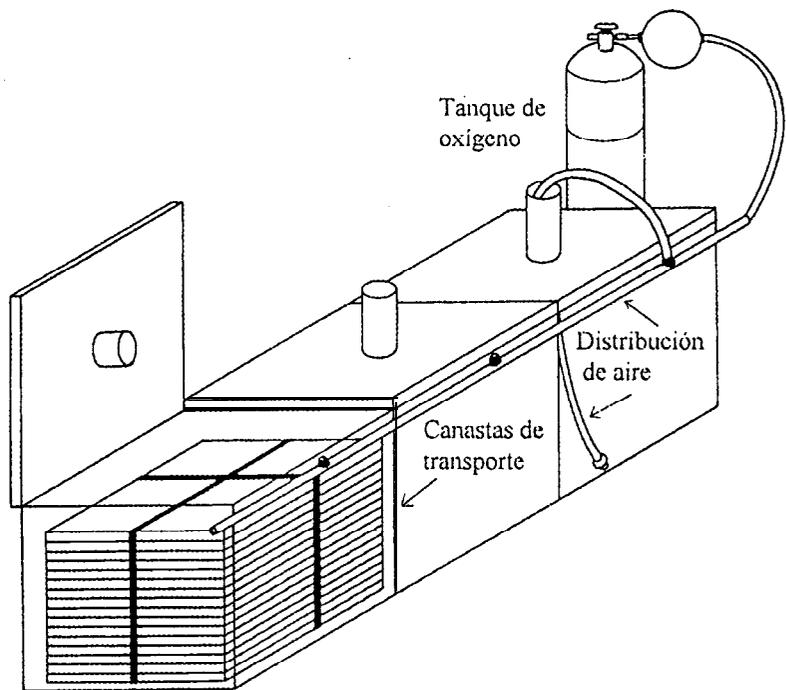


Fig. 36. Transportador de semilla de almeja catarina (*Argopecten circularis*).

Anexo III

Concentración de Seston (Grizzle y Morin, 1989)

1).- Se tomó una muestra de 1 l de agua de mar, a 10 cm del fondo, con una botella de vidrio; la cual era abierta y cerrada en el fondo para tomar la muestra.

2).- El agua se filtró sobre filtros Whatman de 4.7 cm GF/C previamente tarados, a través de una botella de vacío NALGENE.

3).- Los filtros eran guardados en sobres de aluminio y transportados en una hielera a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$, al laboratorio de la Unidad Pichilingue de la U.A.B.C.S.

En el laboratorio se realizaban los siguientes pasos:

1.- Secado de los filtros a 100°C durante 12 horas, ó a 80°C durante 24 horas.

2.- Enfriado de los filtros en un desecador durante **12** horas.

3.- Pesado

4.- Calcinado de los filtros a 400°C durante 24 horas.

5.- Enfriado de filtros en el desecador durante 12 horas.

6.- Pesado

Con los pesos obtenidos se determinó:

Seston = Peso del filtro en la primera pesada - Peso del filtro sin muestra

Tripton = Peso del filtro sin muestra - Peso del filtro en la segunda pesada

Plancton = Peso del filtro en la primera pesada - Peso del filtro en la segunda pesada

Anexo IV

Medio de cultivo Guillard f/2 (Guillard, 1972)

Ejemplo para la preparación de 1 l de nutrientes mayores:

1.- Nutrientes Mayores

NaNO ₃	_____	75 g
NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	_____	5 g
NH ₄ CL	_____	26.5g
Na ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O	_____	3 g (calentar para disolver)

Preparar el nitrato de sodio junto con el fosfato ácido de sodio. Se aforar a 1000 ml en agua destilada.

Se usa un mililitro de esta solución por litro de agua de mar.

2.- Metales traza

Es conveniente hacer las soluciones stock en forma individual y con una concentración no menor de 106 más concentrada que en el medio "f/2".

CuSO ₄ ·5H ₂ O	_____	0.98 g
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	_____	2.2 g
ZnCl ₂	_____	1.05 g
CoCl ₂ ·6H ₂ O	_____	1.0 g
MnCl ₂ ·4H ₂ O	_____	1.8 g
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	_____	0.63 g

Preparación de la solución stock de metales traza con EDTA y Cloruro férrico

Disolver 3.15 g de FeCl₂·6H₂O y 4.36 g de EDTA (Na₂) en 900 ml de agua destilada, agregue un mililitro de cada una de la soluciones stock primaria de metales traza y aforé a un litro, asegure un pH de 2.0.

Use un mililitro de esta solución por litro de agua de mar para preparar el medio "f/2", guarde en un frasco color ámbar.

3.- Solución de Vitaminas

En un litro de agua destilada disuelva una ampolla de complejo vitamínico B12 (Bedoyecta de 5000 unidades), asegure un pH de 3.0 guarde a ±2°C.

NOTA: La solución de vitaminas empleada no corresponde al Guillard f/2.

Métodos de esterilización empleados durante el cultivo de fitoplancton

Método Químico (Hipoclorito de sodio al 5.2%)

- a).- Agregar a las bolsas de plástico de 15 l de agua de mar, 15 ml de hipoclorito de sodio.
- b).- Dejar reposar 12 horas al recipiente de cultivo
- c).- Neutralizar con 50 mg de Tiosulfato de sodio por cada ml de hipoclorito de sodio añadido.
- d).- Airear el recipiente de cultivo durante 12 horas, antes de inocular.
- e).- Adicionar los nutrientes.
- f).- Inocular.

Método Físico (Irradiación)

- a).- Filtración del agua de mar, proveniente de la cisterna de 40 m³, a través de un filtro rápido de arena, para la eliminación de partículas mayores de 60 µm.
- b).- Filtración del agua de mar, por medio de filtros de cartucho; instalados en el interior de la sección de cultivo de microalgas del laboratorio de Acuicultura.
- c).- Irradiación del agua con una lámpara de luz ultravioleta (UV).