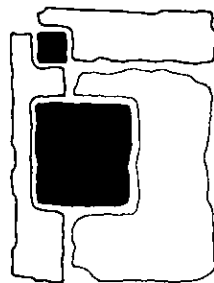


639.48
n 189
1995
c. 1
G



FONTEC

FONDO NACIONAL
DE DESARROLLO
TECNOLOGICO
Y PRODUCTIVO

LOANCO LTDA.
COMERCIAL E INVERSIONES LOANCO LTDA.

INFORME FINAL

PROYECTO N° 93 - 0212:

*CULTIVO MIXTO
OSTIÓN DEL NORTE - ERIZO COMESTIBLE
EN SISTEMAS SUSPENDIDOS*

PREPARADO POR : *ACUI TEC LTDA. (fono-fax : 2017855)*

FONTEC-CORFO

OCTUBRE 1995

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

INDICE

1.-	RESUMEN EJECUTIVO	1
1.1.-	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.2.-	PROYECTO TECNOLÓGICO	1
1.3.-	IMPACTO TÉCNICO-ECONÓMICO	1
2.-	EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA	2
2.1.-	Definición del Problema:	2
2.2.-	Objetivos Técnicos del Proyecto:	2
2.3.-	TIPO DE INNOVACIÓN DESARROLLADA:	3
3.-	METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO	4
3.1.-	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA:	4
3.2.-	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS REALIZADAS:	5
	Traslado de semillas de erizo:	5
	Experimento de densidad de erizos:	5
	Experimento de alimentación:	5
	Experimento de manipulación:	5
	Experimento de profundidad:	5
3.3.-	PLAN DE TRABAJO EJECUTADO:	6
4.-	RESULTADOS	6
4.1.-	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	6
	Batch I	6
	Experimento densidad:	6
	Experimento alimentación:	7
	Batch II - PARTIDA I	8
	Experimento Densidad:	8
	Experimento Profundidad:	8
	Experimento General:	8
	Experimento densidad:	8
	Experimento profundidad:	9
	Batch II - Partida II	9
	Experimento Principal:	10
4.2.-	CONCLUSIONES	10
5.-	IMPACTOS DEL PROYECTO	11
	ANEXO Nº 1	
	CARTA GANTT DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS	13
	ANEXO Nº2	
	TABLAS Y GRÁFICOS DE LOS RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS	14
	ANEXO Nº 3	
	FOTOGRAFÍAS DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO	15
	ANEXO Nº 4	
	ESTRUCTURA DE COSTO REAL DEL PROYECTO	35

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Comercial e Inversiones Loanco Ltda., fundada en el año 1987, tiene como rubro principal el cultivo, procesamiento y exportación del Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*), actividades que desarrolla principalmente en la Bahía de Tongoy, IV Región, Coquimbo. Su producción anual actual es de 100 ton de ostiones congelados IQF aproximadamente, teniendo planificado un crecimiento a 200 ton para 1997. Esta producción se exporta en su mayoría a Europa.

1.2.- PROYECTO TECNOLÓGICO

La búsqueda de un controlador biológico del **biofouling**, fenómeno que afecta seriamente el cultivo del Ostión en las Regiones III y IV, llevó a la Empresa a diseñar un cultivo mixto piloto de ostión y erizo comestible (*Loxechinus albus*), el cual se llevó a cabo en la Bahía de Tongoy entre Mayo de 1994 y Octubre de 1995, empleándose más de 240.000 ejemplares de erizo de tamaño medio de 5 mm de diámetro, provenientes del hatchery que la Universidad Nacional Andrés Bello mantiene en Quintay, V Región, y una cantidad similar de ostiones de tamaño medio cercano a los 5 mm de diámetro, ejemplares provenientes de captación natural obtenida en el lugar. Los erizos fueron colocados en los sistemas de cultivo suspendido pearl-net y linternas, junto con los ostiones.

Se realizaron controles periódicos de crecimiento y sobrevivencia de ambas especies, bajo distintas condiciones de densidad, profundidad, con alimentación suministrada (macroalgas) y sin suministro de alimento, además del comportamiento del biofouling. Se observó una plena compatibilidad entre ambas especies, durante todo el período de los experimentos.

1.3.- IMPACTO TÉCNICO-ECONÓMICO

- 1° Se logró un efectivo control del biofouling con el empleo del erizo, lo que permite:
 - a) Mayor tasa de crecimiento del ostión y menores índices de mortalidad, por aumento en el flujo de Oxígeno y alimento contenidos en el agua que filtran los ostiones para su alimentación.
 - b) Menor frecuencia requerida de los desdobles, implicando un ahorro de mano de obra, materiales (menor desgaste por lavados) y disminución de la mortalidad por menor manipulación.
 - c) Reducción de la inversión en boyas y elementos mecánicos para izar los sistemas, además de una reducción de los costos de operación por no requerir reflotar líneas.
- 2° Se obtuvo ejemplares de erizo comestible de dos años de edad y talla promedio de 25 mm, con un costo mínimo (producción de semillas), haciendo económicamente atractivo este nuevo cultivo, que no debiera tomar más de 2 años adicionales en lograr su tamaño comercial, apareciendo como un complemento necesario al cultivo del ostión.

2.- EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA

2.1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

A partir de los años noventa, los cultivos suspendidos de Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*), ubicados en las Regiones III y IV del país, se han visto seriamente afectados por la proliferación del biofouling.

Especial incidencia ha tenido el *Piure Blanco* (*Ciona intestinalis*), cuyos hábitos de fijación y alimentación lo transforman en un importante competidor del Ostión del Norte en cultivo.

Este tunicado, junto a otros organismos animales y vegetales, se fija cubriendo la superficie exterior de los sistemas de cultivo suspendido (pearl-nets y lanter-nets), consumiendo gran parte del Oxígeno y alimento contenidos en el agua que pasa a través de la malla y que deben filtrar los ostiones, afectando su desarrollo y supervivencia.

Los efectos del biofouling generan un significativo aumento de los costos de producción en los cultivos, por la prolongación del período para lograr el tamaño comercial, incrementando las tasas de mortalidad, no tan sólo por la acción directa sobre los especímenes, sino también provocando el frecuente recambio de sistemas (desdobles), con el consiguiente manipuleo de los ostiones que ello implica.

Se reduce además la vida útil de los sistemas que deben ser lavados con mayor frecuencia, aumentándose también considerablemente el peso de los sistemas. De 15 kg recién instalados, registran pesos de entre 30 y 60 kg transcurridos apenas 3 meses. Esto implica utilizar mayor número de boyas para mantener los Long Lines a flote y además contar con sistemas mecanizados para manipularlos. Como consecuencia del aumento de peso, también se produce una pérdida de material debido a que éste no está diseñado para soportar el exceso de peso, rompiéndose las estructuras metálicas que le dan la forma e incluso cortándose las mallas.

En vista de esta situación y que los procesos mecánicos de limpieza no se pueden ejecutar muy seguido, por el alto costo en mano de obra que representa y el aumento en la mortalidad de los ostiones por efecto de la manipulación, se debía buscar un controlador natural del biofouling. Un par de requisitos importantes que debía cumplir esta nueva especie a introducir en los sistemas, era en primer lugar que no fuese competidor por el alimento con el ostión y en segundo lugar pudieran compartir el mismo hábitat ambas especies.

La respuesta a estos requerimientos fue el *Erizo Comestible* (*Loxechinus albus*), ya que además de cumplir con los requisitos indispensables, permite desarrollar una etapa del cultivo de esta especie a muy bajo costo. El porque se seleccionó el erizo, radica en sus hábitos alimenticios, el cual se basa en el pastoreo del biofouling en su etapa de juvenil y siempre que no disponga de macroalgas. Por otro lado, la importante reducción de los costos en el cultivo del erizo al realizar el cultivo mixto de casi 2 años, hace bastante atractivo este cultivo que requiere de un impulso de este tipo para que se inicie en nuestro país.

2.2.- OBJETIVOS TÉCNICOS DEL PROYECTO:

En vista de que no existían experiencias de este tipo de cultivo mixto, los objetivos del Proyecto apuntaron a definir las variables críticas de éste, con la intención de sentar las bases para la masificación del uso de este tipo de controlador natural del fouling y su cultivo como especie económicamente atractiva. Los objetivos propuestos fueron los siguientes:

1. Determinar el crecimiento y supervivencia de erizos y ostiones en cultivo mixto.

2. Determinar el efecto de la densidad de erizos en:
 - el crecimiento y supervivencia de ambas especies
 - el control del biofouling
 - la cantidad de inscrustantes sobre los ostiones
3. Desarrollar una técnica de manipulación para los desdobles y cosecha en el cultivo mixto.
4. Determinar el efecto de la profundidad en el crecimiento y supervivencia de erizos mantenidos en sistemas suspendidos sin agregarles alimento.
5. Determinar diferencias en el crecimiento y supervivencia de erizos alimentados con macroalgas y erizos sin alimentación externa.
6. Determinar el efecto de la intensidad de manipulación en el crecimiento y supervivencia de erizos mantenidos en sistemas suspendidos.

Con estos objetivos se buscaba definir las variables principales del cultivo, la verificación de la acción del erizo como controlador biológico del fouling y su cuantificación, además de la compatibilidad entre las dos especies confinadas en un espacio reducido.

Los dos grandes objetivos de este proyecto son: beneficiar el cultivo de ostiones, reduciendo la mortalidad, acortando el período de crecimiento y reduciendo costos de mantención gracias al control del biofouling y especialmente el Piure Blanco; y reducir el costo del cultivo de erizos comestible utilizando infraestructura existente.

2.3.- TIPO DE INNOVACIÓN DESARROLLADA:

En este Proyecto se ha introducido el cultivo de una nueva especie para la Empresa, al mismo tiempo de obtener una mejora en el proceso del cultivo ya existente.

La evaluación económica del Proyecto se hizo en base al cultivo de erizos que se introduciría, ya que se estimó que resultaba más relevante este aspecto que las mejoras y reducciones de costos del cultivo de ostiones.

Por otro lado, se ha reducido en forma significativa el costo del cultivo del erizo al desarrollar una etapa de cultivo intermedio de entre 18 y 24 meses de los 36 a 48 que requiere en total, ya que tanto la inversión en infraestructura como los costos de operación son financiados por el cultivo de ostiones.

Con esta economía se puede plantear como muy atractivo el cultivo del erizo. A esto podemos sumar el hecho que la especie requiere con urgencia que se cuente con producciones controladas, para disminuir la presión extractiva sobre los bancos naturales, operación que cada día se hace más difícil, más costosa y está llevando a la especie a una reducción muy importante de su población natural. Se debe tener presente además el potencial que representa el desarrollo de este proyecto, ya que es muy probable que al corto plazo, la gran mayoría de los cultivadores de ostiones se incorporen al mismo esquema, sobre todo conociendo los resultados obtenidos.

3.- METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

3.1.- DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA:

Se planificó un trabajo separado en dos etapas. La primera consistió en afinar la técnica de producción de semillas de erizo, para lo cual se implementó el Centro de Investigaciones Marinas de Quintay de la Universidad Nacional Andrés Bello con los elementos requeridos para realizar la inducción al desove de los reproductores, el cultivo larval y el cultivo de post-larvas hasta juveniles de 3 a 5 mm (semillas), ver fotos N°1 a la 18 en el anexo N°3). Para el desarrollo de esta etapa se utilizó la metodología empleada por Bustos *et. al.*, 1991, en el Proyecto de repoblación con especies ventónicas (ostras y erizos) realizado por el IFOP en Chiloé. Además estas técnicas de reproducción y cultivo de erizos se basan en las experiencias realizadas en 1986 por el experto de JICA Dr. Shizuo Akaboshi, quien trabajaba en esa época en la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo.

La segunda etapa consistió en desarrollar las técnicas del cultivo mixto, lo que se implementó en Tongoy, en donde la Empresa cuenta con un cultivo de ostiones en sistema suspendido de Long Line (ver fotos N° 19 a la 35 en el anexo N°3). Para esta fase del cultivo no se contaba con antecedentes válidos, ya que las únicas experiencias previas, se habían realizado con ejemplares de tallas de más de 40 mm. Lo que nos permitió suponer que el cultivo mixto era viable, fue las experiencias con erizos negros (no comestibles), los cuales se emplean como controladores del fouling en los sistemas de cultivo de los ostiones.

Por la poca o nada información con la que se contaba de este cultivo mixto de erizos juveniles y ostiones, se planteó la realización de una serie de experimentos tendientes a definir las variables más importantes para la implementación masiva del cultivo, las que quedan claramente definidas en los Objetivos Técnicos del Proyecto.

Existe una tercera etapa en el cultivo que es la engorda de los erizos, la cual no se contempló dentro del proyecto, ya que se pretendía emplear la metodología descrita por Bustos *et. al.* 1991, respecto de la siembra de un banco para repoblación. Además se cuenta con antecedentes de las experiencias de cultivo de fondo en Japón, Matsui, 1968 y las experiencias de Tegner, 1989. En estas experiencias se describen sobrevivencias por sobre el 50% desde la siembra hasta la cosecha, pero nuevos antecedentes nos han llevado a concluir que este tipo de cultivo puede resultar de alto riesgo.

En primer lugar, en una visita realizada en Septiembre de 1994 al laboratorio de Maricultura de Hueihue del IFOP, se pudo constatar que los erizos sembrados en la bahía, habían desaparecido casi por completo, principalmente por la acción de los depredadores. Por otro lado, experiencias de siembra de semillas de erizos en el sector de Palo Colorado en Los Vilos, realizadas por un particular con el apoyo de la Universidad Católica del Norte, obtuvieron un resultado muy bajo en sobrevivencia, aparentemente por efecto de la depredación, según información entregada por Silvio Zamora *com. pers.*, especialista que prestó asesoría en la producción de semillas en este Proyecto y quien participara en dicha siembra. Junto con lo anterior, se suman otras experiencias de la Universidad Católica del Norte, en sectores de La Herradura y Tongoy, donde el resultado fue invariablemente de una muy baja sobrevivencia, Luis Pereira *com. pers.*

Todas estas experiencias negativas, llevan a concluir que el cultivo de fondo resulta ser muy riesgoso, por requerir mucha mantención y la incertidumbre que genera la variabilidad de la sobrevivencia final. Se debe tener presente que es una etapa que dura aproximadamente 2 años. Esto induce a plantear una segunda investigación, específicamente en el tema del cultivo de engorda, con el objeto de desarrollar una tecnología de cultivo que entregue mayor confiabilidad. El momento para realizar esta investigación es ahora, para aprovechar los juveniles de erizos disponibles y poder completar el proceso de cultivo antes de masificarlo.

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS REALIZADAS:

Traslado de semillas de erizo:

Se realizaron 4 traslados masivos de semillas de erizo, totalizando aproximadamente 240.000 juveniles de talla 5 mm en promedio. El embalaje se realizó de acuerdo a lo programado en cajas de Poliestireno (tipo ostionera) con capas de esponja plástica humedecida con agua de mar (ver fotografía N°18 del anexo N°3).

La dispersión de tallas en las semillas fue bastante notoria, ya que se cosecharon erizos de 3 mm a 12 mm (ver fotografía N°17 del anexo N°3), lo cual da una media de 8mm aproximadamente. Debido a que se decidió trabajar con un tamaño de malla de 4,5 mm en los sistemas de cultivo suspendido, se seleccionaron las semillas de talla 5mm o más (ver fotografía N°16 del anexo N°3).

El resultado de estos traslados fue exitoso, ya que la mortalidad fue prácticamente nula y los pocos ejemplares que no sobrevivieron al traslado, su muerte es atribuible al manejo en la cosecha, la cual fue realizada sin ningún cuidado especial, ya que se trata de ejecutar las actividades tal como será en la práctica en una producción masiva de semillas e incluso llevandolas al limite tolerable.

El traslado desde Quintay a Tongoy, incluyendo el tiempo de embalaje tomó 24 horas y la introducción al mar, tomó aproximadamente otras 24 horas, esto confirma la resistencia de estos animales a la manipulación requerida y a la permanencia fuera del agua.

Experimento de densidad de erizos:

El objetivo de estos experimentos fue determinar la densidad más adecuada para el cultivo mixto y su efecto en el crecimiento y sobrevivencia de los erizos y ostiones.

Experimento de alimentación:

Este experimento tenía por objetivo evaluar el efecto de la alimentación de los erizos en el crecimiento y sobrevivencia de los erizos y ostiones. Para esto se instalaron erizos solos con algas (*Gracilaria sp*) y erizos con algas y ostiones.

Experimento de manipulación:

Este experimento consistía en evaluar el efecto de la manipulación normal de un cultivo de ostiones en el crecimiento de los erizos y su sobrevivencia, además de determinar los nuevos tiempos requeridos para desarrollar esta tarea por los Operarios. Para esto se usó como patrón comparativo sistemas con erizos y ostiones que no se manipularon durante todo el período.

Experimento de profundidad:

Este experimento tenía por objetivo evaluar el efecto de la profundidad en la que se desarrolla el cultivo mixto, sobre el crecimiento de los erizos, de los ostiones y la fijación de fouling sobre los sistemas.

3.3.- PLAN DE TRABAJO EJECUTADO:

En el Anexo N°1 se puede apreciar un cronograma tipo Gantt, el que muestra la programación general del Proyecto, indicando las tareas programadas y las realmente ejecutadas.

En este cronograma se puede ver que prácticamente todas las tareas fueron ejecutadas, quedando sólo pendiente parte del cultivo mixto y la cosecha del segundo Batch, ya que por el desfase generado al inicio del cultivo mixto, esta segunda etapa se encuentra en desarrollo aún.

La cosecha de los erizos del primer Batch se programó para fines de Octubre o mediados de Noviembre de 1995. Los erizos cosechados serán reinstalados en sistemas con nuevos ostiones con el objeto de mantenerlos en sistemas controlados, esperando desarrollar una tecnología más apropiada para el cultivo de engorda.

Los experimentos paralelos fueron ejecutados en su totalidad, obteniéndose información muy valiosa que permitirá optimizar las técnicas del nuevo cultivo mixto de ostiones y erizos.

De acuerdo al cálculo del porcentaje de actividades ejecutadas en el Proyecto, este se terminó con un 82% de realización, quedando uno de los cultivos mixtos principal en ejecución, el que se espera concluya en Agosto de 1996.

4.- RESULTADOS

4.1.- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

BATCH I

Los primeros erizos juveniles provenientes de cultivo de larvas en ambiente controlado, realizados en el Laboratorio de Cultivos Marinos de la Universidad Andrés Bello, correspondientes al Batch I, fueron ingresados a los sistemas de cultivo suspendido en Tongoy en el mes de junio de 1994.

Algunos erizos fueron utilizados para evaluar el efecto de algunas variables como alimentación y densidad en el crecimiento y supervivencia tanto en los erizos como en los ostiones. Para este efecto se montaron Experimentos Paralelos. Para determinar si las diferencias observadas en el crecimiento y supervivencia en los diferentes tratamientos eran estadísticamente significativas, se utilizaron test de Student y de X^2 , P 95%.

Experimento densidad:

Los erizos, cuya talla promedio fue de 5 mm, se mantuvieron en tres distintas densidades, (75- 350 y 700 erizos + 100 ostiones en cada piso de los sistemas). Luego de permanecer 70 días en el mar crecieron hasta alcanzar entre 7,71 mm y 9,30 mm de diámetro (Tabla I, anexo N°2), no siendo significativas las diferencias observadas (Test de t). Estos sistemas fueron desdoblados, colocando los animales en las mismas densidades y luego de 41 días, alcanzaron un diámetro promedio de 9,64 - 10,78 mm, diferencias no significativas.

La supervivencia de los erizos en los tres tratamientos del experimento, mostraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla II, anexo N°2), siendo menor la supervivencia de los erizos mantenidos a densidad media (350 erizos + 100 ostiones por sistema, 76,4 %) que en densidades altas o bajas (91,2 y 95,6 respectivamente), antes del desdoble. Sin embargo luego del desdoble, la supervivencia

mayor fue observada justamente en sistemas con densidad media (88,3%) (Tabla II, anexo N°2). El hecho de que se haya detectado una supervivencia menor a densidades medias que en densidades extremas y luego del desdoble suceda exactamente lo contrario, hace suponer que probablemente haya existido un problema de manejo, como por ejemplo en la manipulación de los sistemas, o bien existencia de algún depredador dentro de las linternas de cultivo (p.e. jaibas) que haya mermado la cantidad de erizos.

Con respecto al crecimiento en longitud de los ostiones mantenidos con los erizos en los sistemas en el presente experimento, fue muy similar, alcanzando entre 32,24 y 33,82 mm luego del desdoble (Tabla III, anexo N°2). Las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas (Test de t, 95%).

Los sistemas con erizos provenientes del primer Batch luego de permanecer aproximadamente 230 días en el mar, fueron nuevamente desdoblados, por lo cual se utilizaron para realizar nuevas experiencias para evaluar efecto de la densidad en el crecimiento de los erizos. Los erizos mantenidos a densidades de 100-150 y 200 erizos + 100 ostiones por piso, luego de 120 días de experimentación no mostraron diferencias significativas en el crecimiento (Fig. 20, anexo N°2).

Experimento alimentación:

Para realizar el experimento de alimentación se colocaron 250 erizos juveniles en sistemas suspendidos. A uno de ellos se les agregó sólo alga (*Gracilaria sp.*) (2 kg por piso) y otro sistema se mantuvo con alga y con ostiones (100 animales por piso), en ambos tratamientos se evaluó supervivencia y crecimiento.

Antes del desdoble, luego de 70 días de experimentación el 63,2 - 78,8 % de los erizos estaban vivos en los sistemas con ostiones y sin ostiones respectivamente (Tabla IV, anexo N°2), la diferencia observada no fue estadísticamente significativa. Sin embargo luego del desdoble, se observó una mayor supervivencia en los erizos mantenidos con ostiones (83,3%) (Tabla IV, anexo N°2), diferencias estadísticamente significativas.

En este mismo experimento, también se observaron diferencias significativas en el crecimiento de los erizos entre los tratamientos, ya que los erizos sin ostiones lograron tallas mayores que los que se encontraban en cultivo mixto (12,0 y 10,18 mm de diámetro, respectivamente) (Tabla V, anexo N°2).

Con respecto al crecimiento observado en los ostiones en ambos tratamientos fue similar y varió entre 39,28 mm y 40,32 mm de longitud (Tabla VI, anexo N°2).

Los sistemas de cultivo con y sin alimento, con y sin ostiones, fueron también desdoblados y montados en las mismas condiciones. Luego de 110 días de experimentación (tiempo de cultivo suspendido de los erizos 340 días), el crecimiento de los erizos en los dos tratamientos no fue significativamente diferente (Fig. 21, anexo N°2) (Test de t, 95%)

Los ostiones mantenidos en los sistemas sin erizos (control para crecimiento del ostión), en este experimento, luego de 110 días, crecieron ca. 23,7 mm en longitud (50,7 mm SD= 5,4) (Fig. 22, anexo N°2). Sin embargo aquellos ostiones que se encontraban en sistemas con erizos, al cabo de 110 días alcanzaron una longitud de 42,3 mm SD= 4,9, diferencias que fueron estadísticamente significativas, ($t=7,81; \alpha=0,05; g.l.=98$) detectado en los ostiones mantenidos en cultivo mixto (40,766 mm SD=4,28). Cabe destacar que el incremento en longitud de los ostiones, durante el mismo periodo de tiempo fue muy similar 24,8 mm, probablemente también las diferencias significativas observadas se deban a problemas de manejo, al colocar la semilla de ostión en los sistemas, ya que en el momento del desdoble existe probabilidad de selección de la semilla en los técnicos que operan los sistemas.

BATCH II - PARTIDA I

En el mes de marzo de 1995, fueron recepcionadas en la Empresa Loanco (Tongoy) aproximadamente 80.000 semillas de erizos de c.a. 5 mm de diámetro de testa, provenientes de cultivos artificiales realizados en la Universidad Nacional Andrés Bello en Quintay. Estos animales fueron instalados en sistemas de pearl-net de 2 mm que se encontraban colgados en línea 15 días con ostiones de la captación de febrero de 1995, a densidades de 300 unidades por pearl-net, con un tamaño promedio de 6 mm.

Con los erizos correspondiente a este Batch (Primera Partida, ya que posteriormente se recibió una Segunda Partida), se realizaron los siguientes experimentos paralelos:

Experimento Densidad:

- 3 Reinales con 200 erizos y 300 ostiones por PN
- 3 Reinales con 350 erizos y 300 ostiones por PN

Experimento Profundidad:

- 3 Reinales con 350 erizos y 300 ostiones por PN a 5 MTS
- 3 Reinales con 350 erizos y 300 ostiones por PN a 10 MTS
- 3 Reinales con 350 erizos y 300 ostiones por PN a 15 MTS

Experimento General:

- 32 Reinales con 350 erizos y 300 ostiones por PN
- 3 Reinales con 300 ostiones por PN (Control)

En esta oportunidad además de evaluar la supervivencia y crecimiento de erizos y ostiones se determinó el peso de cada Reinal, como también el % de cobertura de las especies macroscópicas más dominantes (el briozoo *Bugula neritica* y la ascidia *Ciona intestinalis*)

Experimento densidad:

La supervivencia de los erizos en el experimento de densidad luego de 120 días de cultivo mixto suspendido varió entre 82,5% y 90,3% a densidades de 200 erizos/PN y 350 erizos/PN, Densidad 1 y 2 respectivamente, (Fig.4) la diferencia en el número promedio de erizos vivos en este lapso de tiempo en los sistemas no fue estadísticamente significativo (Test de t, 95%). La supervivencia de los ostiones sin embargo fue diferente en las dos densidades experimentales (Fig.6, anexo N°2), tal es así que sobrevivieron menos días los ostiones en la Densidad 1 que en la 2. Sin embargo la variación en el número promedio de ostiones vivos fue amplia, ya que el número promedio de ostiones vivos, luego de 120 días, a D 1 fue de 391 (SD=59,8) y a D 2 fue de 311,3 (SD=13,5).

En cuanto al crecimiento de erizos y ostiones en los dos tratamientos, se puede concluir que no existen diferencias significativas; los erizos en ambas densidades alcanzaron prácticamente la misma talla luego de los 120 días de permanecer en los sistemas (11,79 mm; SD=2,73 y 11,78 mm; SD=2,00) (Fig.5, anexo N°2). Por otro lado los ostiones, alcanzaron tallas de 30,3 mm (SD=4,83) y 30,96 mm (SD=4,19) en las densidades 1 y 2 respectivamente (Figs. 7 y 8, anexo N°2). Sin embargo si comparamos el crecimiento de los ostiones en los sistemas con erizos y en el sistema sin erizos (control), se puede concluir que los ostiones presentan un mayor crecimiento en cultivo mixto (Figs. 7, 8 y 10, anexo N°2). Las diferencias observadas

en la talla alcanzada por los ostiones cultivados con erizos (D 1 y D 2) y aquellos del control fueron estadísticamente significativas ($\alpha=0,05$; $N=99$; $t= 6,711$ y $t= 8,604$, respectivamente).

En cuanto a la variación del peso de los sistemas con las dos distintas densidades de erizos en cultivo mixto, luego de 120 días en el mar, sin realizar ningún tipo de limpieza, fueron iguales (25 kg.) (Fig.9, anexo N°2). Al comparar esta variable con el control, es decir un sistema con el mismo tratamiento pero sin erizos, se puede concluir que pesan aproximadamente 15 kilos más (39,5 kg) (Fig. 9, anexo N°2).

Las diferencias observadas en el peso de los sistemas de alguna manera se pudieran ver relacionados con la cobertura de los mismos, tanto de las paredes como del piso de ellos. El porcentaje de cobertura de *Bugula neritica* y de *Ciona intestinalis*, observado en las paredes de los sistemas tanto en aquellos con menor densidad de erizos como en el control es elevado aunque en el tiempo se observa una leve disminución (Fig. 11, anexo N°2), sin embargo se denota una disminución importante en estos constituyentes del fouling en sistemas con densidad mayor de erizos. Con respecto al efecto de los erizos sobre el fouling del piso de los sistemas de cultivo, luego de 120 días de experimentación también se nota un efecto importante en la acción del ramoneo de los erizos que se encuentran en densidades altas (Fig. 12, anexo N°2).

Experimento profundidad:

Tal como se indicó más arriba se evaluó la supervivencia y el crecimiento de erizos y ostiones a tres profundidades distintas (5 - 10 y 15 metros). Cada sistema fue mantenido con 350 erizos + 300 ostiones), y luego de 120 días cada uno de ellos fue pesado. La variación del peso de los sistemas con erizos y ostiones varió entre 19 y 22 kg, observándose el peso más elevado en el sistema mantenido a 5 mts (22 kg) (Fig. 13, anexo N°2) La diferencia de peso con respecto al control es de 17,5 kg (Fig. 13, anexo N°2).

En cuanto a la cobertura presente en los sistemas luego de 120 días de experimentación a diferentes profundidades fue muy similar, el % de cobertura de *B. neritica* varió entre 70 y 90 % en las paredes y entre 50 y 70% en el piso, los valores máximos los presentó el sistema mantenido a 5 metros de profundidad. En cuanto a *C. intestinalis*, el % de cobertura en las paredes fue igual en las tres profundidades (10%) y en el piso varió entre un 10 y un 30%, nuevamente el sistema que presentó mayor cobertura de este organismo fue aquel mantenido a 5 metros.

El crecimiento de los ostiones en las tres profundidades fue muy similar, alcanzando longitudes de aproximadamente 30 mm luego de 120 días (Figs. 14, 15 y 16, anexo N°2), las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas (Test de t; $P 95\%$). Similar también fueron las tallas que alcanzaron los erizos en los tres tratamiento, no encontrándose diferencias significativas (5 mts=9,88; $SD=2,63$; 10 mts=11,00; $SD=1,96$ y 15 mts=12,22; $SD=1,95$) (Fig. 18, anexo N°2).

La supervivencia de los animales a las diferentes profundidades tampoco mostraron grandes diferencias, tal es así que entre el 80 y el 98 % de los ostiones sobrevivían luego de 120 días de cultivo mixto (Fig. 19, anexo N°2). En cuanto a los erizos, sobrevivieron entre el 83 y el 95 % de ellos (Fig. 17, anexo N°2), no encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

BATCH II- PARTIDA II

En el mes de junio de 1995, fueron recepcionadas en la Empresa Loanco (Tongoy) aproximadamente 98.000 semillas de erizos, provenientes de cultivos artificiales realizados en la Universidad Nacional Andrés

Bello en Quintay. Estos animales fueron instalados en sistemas de pearl-net de 2 mm a densidad de 350 erizos + 300 unidades, totalizando 84.000 ostiones en 56 Reinales de 5 pearl-net cada uno.

Con los animales de esta segunda partida además se evaluó supervivencia de 3 reinales, cuyos resultados se detallan a continuación.

Experimento Principal:

El control del peso de los sistemas con cultivo mixto, permitió determinar que en 60 días de experimentación, luego de 120 días de ser colocados en el mar los reinales aumentaron aproximadamente cerca de 15 kg, llegando a pesar entre 27 y 31 kg cada uno (Fig. 1, anexo N°2), peso similar al alcanzado por el Reinal control (Fig. 13, anexo N°2)

La supervivencia de los erizos en los tres reinales experimentales varió entre el 60 y 80 % aproximadamente, mientras que la supervivencia de los ostiones varió entre el 75 y 82 %.

4.2.- CONCLUSIONES

☛ En primer lugar se puede concluir que el Proyecto fue exitoso, ya que se cumplieron todos los objetivos y con resultados aún mejores de los esperados en algunos casos, como en la acción de los erizos como controladores del biofouling y en la compatibilidad entre las dos especies para compartir un espacio reducido. Esto último quiere decir que el cultivo mixto es completamente factible y provechoso para ambas especies mutuamente.

☛ El Batch I de producción de semillas de erizos y en especial el primer traslado de semillas realizado para comprobar la metodología a emplear, nos demostró que es totalmente manejable y que las semillas soportan el traslado sin inconvenientes, ya que la mortalidad por esta manipulación fue prácticamente nula. Luego el origen de las semillas es independiente de donde se realice el cultivo de ostiones.

☛ Con el Batch I de semillas de erizos se realizaron dos experimentos que definen dos variables importantes para el cultivo mixto: densidad de erizos y alimentación de los erizos. Del experimento de densidad se concluye que mientras mayor es la densidad, mayor es el control del fouling, pero también, aumenta la mortalidad, por lo que se llegó a que la densidad de 350 erizos por pearl-net es la más adecuada.

Posteriormente se realizó con el Batch II otro experimento de densidad en el cual se compararon densidades de 200 y 350 erizos por piso, no observándose diferencias significativas en mortalidades y tallas, pero si en el control del fouling, por lo que quedó confirmado que la densidad óptima es de 350 semillas de erizos por piso.

Por otro lado, del experimento de alimentación se concluye que no existen diferencias significativas en el crecimiento de los erizos alimentados con macroalgas y los que se alimentan del fouling, lo que permite establecer que esta última es una metodología apta para el cultivo de erizos. La alimentación de los erizos con macroalgas no produjo efectos significativos en los ostiones.

☛ Con la Partida I de semillas de erizos del 2° Batch de producción, se montaron varios experimentos paralelos que permitieron definir otras variables importantes para establecer la metodología del cultivo mixto, a saber: 2° experimento de Densidad, efecto de la profundidad y un experimento general para determinar el aumento de peso de los sistemas de cultivo de ostiones con y sin erizos. Los resultados del experimento de densidad ya fueron indicados en una conclusión anterior.

Los resultados del experimento de profundidad mostraron que esta no tiene mayor incidencia en el crecimiento de los ostiones ni de los erizos, por lo que no representa una variable crítica para el cultivo mixto. En todo caso, mientras menor es la profundidad, mayor es la cobertura de la malla de los sistemas, debido a una mayor proliferación del biofouling.

Del experimento general sobre el aumento de peso de los sistemas, se puede observar que los sistemas sin erizos aumentan aproximadamente en 150% más de peso para un mismo lapso que los sistemas que tienen erizos, ya que estos últimos aumentaron en 10 kg su peso en 120 días, mientras que los sistemas sin erizos aumentaron en 25 kg en el mismo periodo. Con lo anterior se puede concluir que los erizos en tallas de juveniles (5 a 35 mm) resultan ser excelentes controladores biológicos del biofouling.

En general se puede concluir además, que el cultivo mixto es un aporte positivo al cultivo del ostión, ya que efectivamente se registraron mayores tallas en los cultivos con erizos, apreciándose una relación directa entre mayores densidades de erizos con mejor efecto de limpieza y la obtención de mayores tallas. Se puede apreciar en los experimentos de densidad que se registró un crecimiento 68% mayor en los sistemas con erizos que en los sistemas control sin erizos en un lapso de 120 días. Se estima además que esta diferencia se va incrementando con el tiempo. Esto permite concluir que el cultivo mixto reduce significativamente el tiempo de cultivo de los ostiones, lo que redundará en un menor costo.

Por último, con los primeros erizos que fueron trasladados a Tongoy e introducidos al cultivo mixto, se realizó una prueba que consistió en permitir que los erizos salieran fuera del sistema y se pudieran desplazarse por el exterior realizando su trabajo de limpieza. Los resultados de esta prueba se evidencian en las fotografías N°s 33, 34 y 35 del anexo N°3. La conclusión es que al permitir la salida de los erizos el peso de los sistemas prácticamente no aumenta (de 15 kg iniciales a máximo 16 kg entre desdobles) y los erizos se mantienen adheridos a los sistemas. Existe un riesgo potencial de que las mortalidades aumenten, por lo que habría que permitir la salida de sólo algunos de los erizos, asumiendo el riesgo o considerándolos como perdidos o sacrificados.

5.- IMPACTOS DEL PROYECTO

Del experimento extraordinario realizado en el cual se dejan circular los erizos por dentro y por fuera de los sistemas, obteniendo como resultado que prácticamente no hay proliferación del fouling y por ende las mallas permanecen despejadas, indica que se puede reducir los desdobles de los sistemas de 3 que se realizan actualmente a 1, con el consiguiente ahorro en mano de obra y operaciones, y un importante disminución de aporte de materia orgánica de desechos, ya sea al mar o en otros ambientes.

Otro impacto importante que genera el cultivo mixto, es la reducción del tiempo de cultivo de los ostiones en alrededor de un 10%, lo que permitiría realizar una utilización más eficiente de los sistemas. Esto generaría mayores ingresos para la Empresa.

El poder cultivar dos especies de interés comercial con la misma infraestructura, permite rentabilizar más la inversión, lo cual también tiene un impacto económico importante para la Empresa.

La introducción del cultivo mixto de ostiones y erizos permite plantear el desarrollo del cultivo del erizo en sistemas controlados, lo cual hasta la fecha no se presentaba como atractivo debido al largo plazo que requiere el erizo para alcanzar la talla comercial (4 a 5 años). El poder sostener el cultivo de los erizos por un lapso de aproximadamente 2 años a un mínimo costo (prácticamente despreciable), hace muy atractivo su cultivo, ya que se requerirá de un periodo de cultivo de engorda final de entre 2 y 3 años para obtener erizos en talla comercial. Este último plazo puede ser reducido con un adecuado manejo de la alimentación en un cultivo controlado.

El impacto que puede causar la introducción del cultivo del erizo, se estima que puede llegar a ser comparable con el del cultivo del ostión, ya que por los excelentes resultados obtenidos existe un gran interés por implementar el cultivo mixto por parte de la mayoría de los cultivadores de ostiones.

El potencial que tiene el cultivo de erizos lo podemos evaluar en función de la producción de ostiones, tomando en cuenta que la proporción final es de 1 erizo por cada 2 ostiones y la Empresa proyecta cosechar 7.000.000 de ostiones este año, lo que implica que hubiera podido cosechar 3.500.000 erizos este año. Tomando una proporción promedio de 90 erizos por kg de lenguas, se tendría una producción anual de 39 ton, las que a un precio de US\$16,50 por kg considerado para el Proyecto, generarían ventas por US\$641.667 anuales. Si ahora esto lo proyectamos a la producción anual de 15.000.000 de ostiones a la cual la Empresa proyecta llegar en 1997, se generarían ingresos adicionales por US\$1.375.000.-

Por otro lado, el impacto a nivel nacional que podría representar este Proyecto, si consideramos que los desembarques de Ostión del Norte en el año 1994 sumaron 10.740 ton (con concha), lo que representa una producción nacional de 107.400.000 ostiones aproximadamente, se tendría una producción de erizos de cultivo de alrededor de 53.700.000 unidades, que equivalen a 597 ton de lenguas, las que hubieran generado ingresos adicionales para el país por US\$9.845.000 además de lo que generaron los ostiones.

ANEXO N° 1

CARTA GANTT DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS

CRONOGRAMA GENERAL DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

[illegible]

ANEXO N°2

TABLAS Y GRÁFICOS DE LOS RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS

TABLA I: DIAMETRO PROMEDIO (mm.) DE ERIZO ROJO ANTES Y DESPUES DEL DESDOBLE EN DISTINTAS DENSIDADES.

	DENSIDADES DE ERIZOS		
TALLA PROMEDIO ERIZOS	75 erizos + 100 ostiones (a)	350 erizos + 100 ostiones (b)	700 erizos + 100 ostiones (c)
ANTES DEL DESDOBLE (70 dias)	9.30	7.71	7.79
DESPUES DESDOBLE (41 dias)	10.78*	9.64*	10.29*

* no existen diferencias significativas entre los tratamientos

$t_{a,b}: 1.961, \alpha=0.05.$ $t_{b,c}: 0.960, \alpha=0.05.$ $t_{a,c}: 0.714, \alpha=0.05$

TABLA II: SUPERVIVENCIA DE ERIZOS ROJOS ANTES Y DESPUES DEL DESDOBLE EN DIFERENTES DENSIDADES, BATCH I.

	D E N S I D A D D E E R I Z O S					
SUPERVIVENCIA (%)	75 + 100 os- tiones	X ² a	350 + 100 os- tiones	X ² b	700 + 100 os- tiones	X ² c
ANTES DEL DESDOBLE (70 dias)	95.6	11.20 *	76.4	0.21	91.2	10.64 *
DESPUES DESDOBLE (41 dias)	84.4	0.96	88.3	36.01 *	72.1	1.01

* existen diferencias significativas entre los tratamiento

$X^2_{ab}: 3.841; 0.05$

TABLA III: LONGITUD PROMEDIO (mm.) DE OSTIONES ANTES Y DESPUES DEL DESDOBLE EN DISTINTAS DENSIDADES DE ERIZO ROJO.

	DENSIDADES DE ERIZOS		
TALLA PROMEDIO OSTIONES	75 erizos + 100 ostiones (a)	350 erizos + 100 ostiones (b)	700 erizos + 100 ostiones (c)
DESPUES DESDOBLE (41 dias)	33.82*	33.24*	32.84*

* no existen diferencias significativas entre los tratamientos

$t_{a-b}: 0.621, \alpha=0.05.$ $t_{b-c}: 0.437, \alpha=0.05.$ $t_{a-c}: 1.247, \alpha=0.05$

TABLA IV: SOBREVIVENCIA DE ERIZOS ROJOS EN DISTINTOS TRATAMIENTOS ANTES Y DESPUES DEL DESDOBLE.

	TRATAMIENTOS	
SOBREVI-VENCIA (%)	250 erizos + ALGAS (a)	250 erizos + ALGAS + ostiones (b)
ANTES DEL DESDOBLE (70 dias)	63.2	78.8
DESPUES DESDOBLE (41 dias)	60.28*	83.2*

* existen diferencias significativas entre los tratamientos

$t_{a-b}: 3.36, \alpha=0.05.$

TABLA V: CRECIMIENTO DE ERIZOS ROJOS EN DISTINTOS TRATAMIENTOS DESPUES DEL DESDOBLE.

	TRATAMIENTOS	
TALLA PROMEDIO ERIZOS	250 erizos + ALGAS (a)	250 erizos + ALGAS + ostiones (b)
DESPUES DESDOBLE (41 dias)	12.00*	10.18*

* existen diferencias significativas entre los tratamientos
 $t_{a-b}: 2.86, \alpha=0.05.$

TABLA VI: CRECIMIENTO DE OSTIONES EN DISTINTOS TRATAMIENTOS DESPUES DEL DESDOBLE.

	TRATAMIENTOS	
TALLA PROMEDIO OSTIONES	250 erizos + ALGAS + ostiones (a)	100 ostiones (b)
DESPUES DESDOBLE (41 dias)	39.28	40.32

no existen diferencias significativas entre los tratamientos

$t_{a-b}: 1.07, \alpha=0.05.$

EXPERIMENTO PRINCIPAL

PESO SISTEMAS

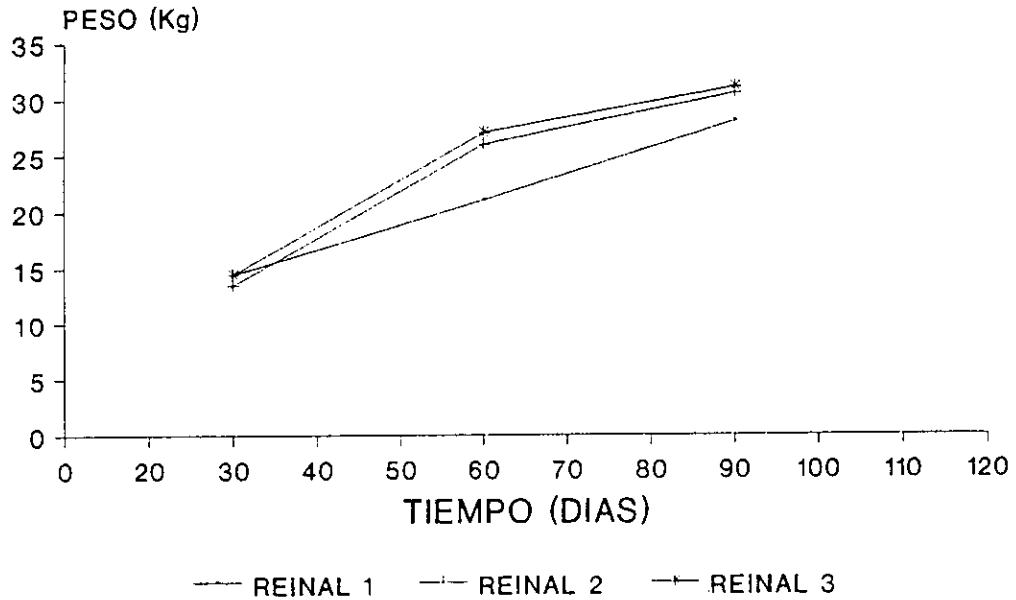


Figura 1. Variación del peso de los sistemas de cultivo mantenidos durante 120 días a media agua, con 350 erizos y 350 ostiones (Experimento Principal).

SUPERVIVENCIA ERIZO

EXP.PRINCIPAL (350 E+350 O)

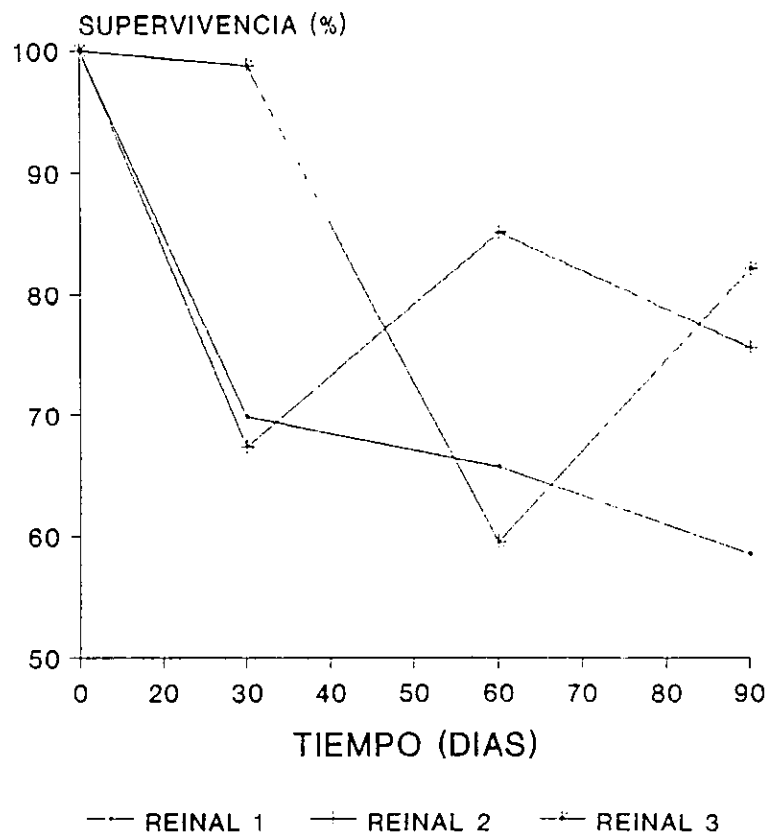
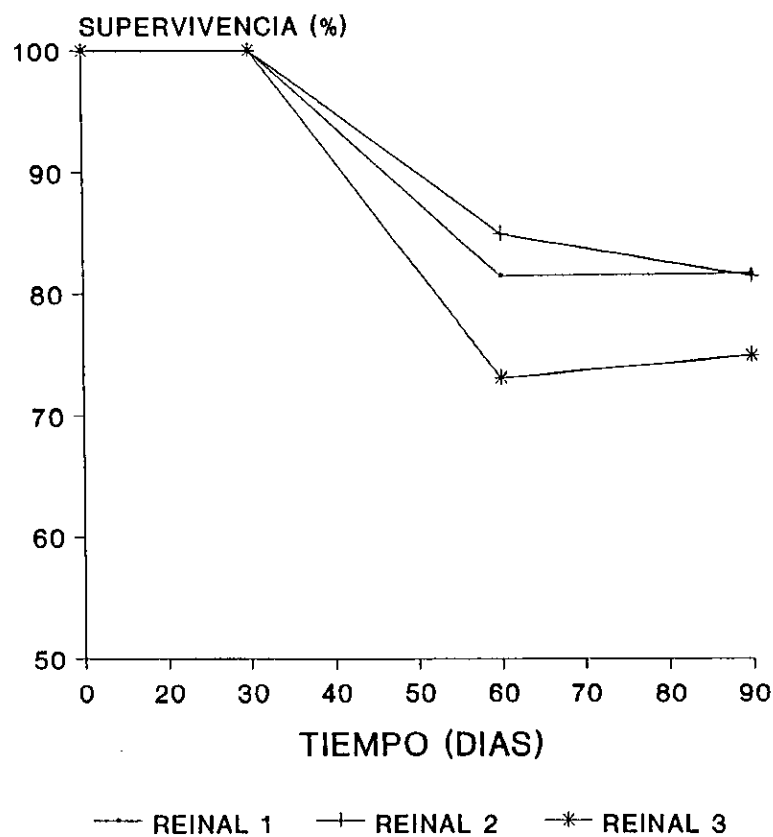


Figura 2. Supervivencia de erizos en tres sistemas de cultivo en Experimento Principal, durante 120 días de cultivo mixto ostión-erizo.

SUPERVIVENCIA OSTION EXP.PRINCIPAL (350 E+350 O)



BATCH II P II

Figura 3. Supervivencia de ostiones en tres sistemas de cultivo en Experimento Principal, durante 120 días de cultivo mixto ostión-erizo.

SUPERVIVENCIA ERIZOS EXPERIMENTO DENSIDAD

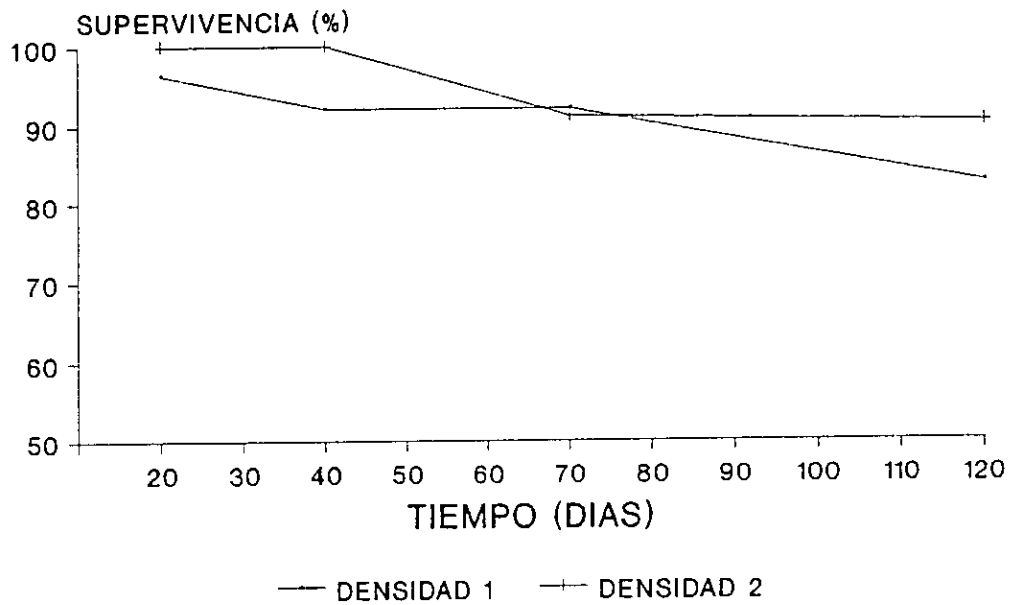


Figura 4. Supervivencia de erizos a dos densidades distintas, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO ERIZOS EXPERIMENTO DENSIDAD

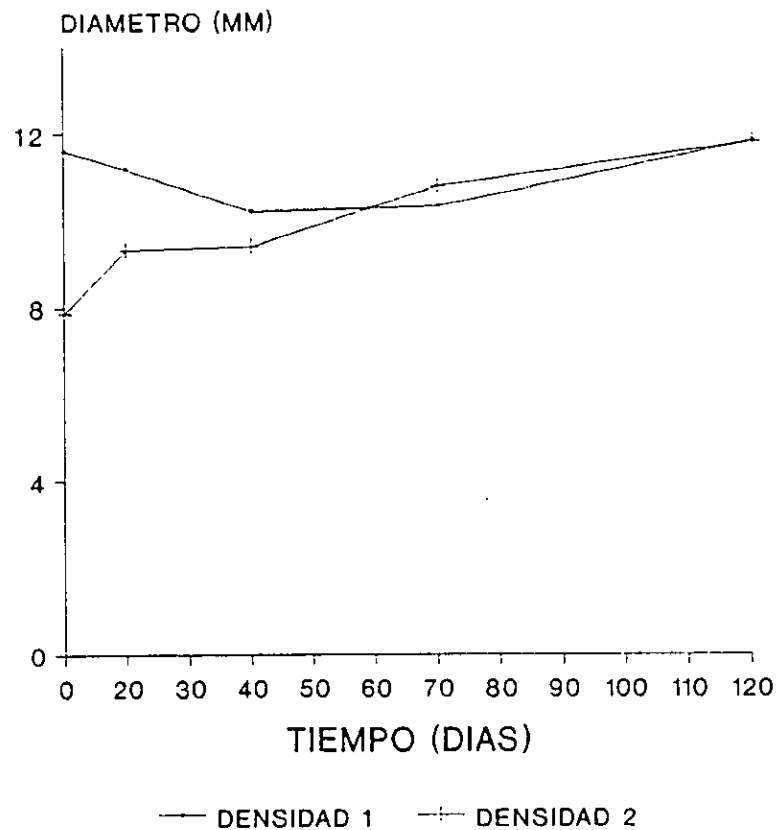


Figura 5. Crecimiento de erizos a dos densidades distintas, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

SUPERVIVENCIA OSTION EXPERIMENTO DENSIDAD

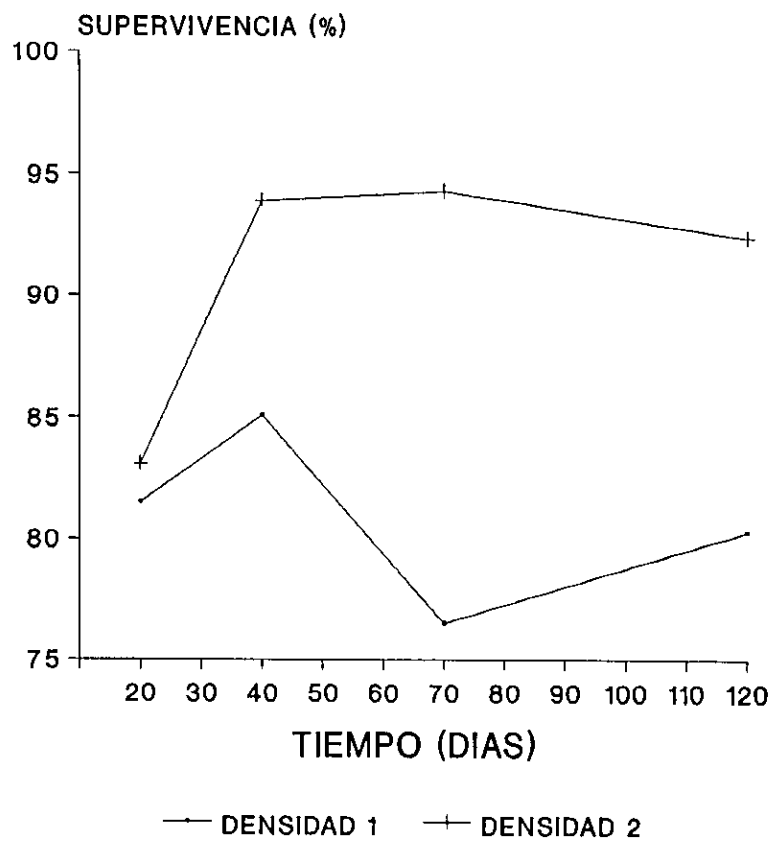


Figura 6. Supervivencia de ostiones a dos densidades distintas, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO OSTIONES

EXPERIMENTO DENSIDAD

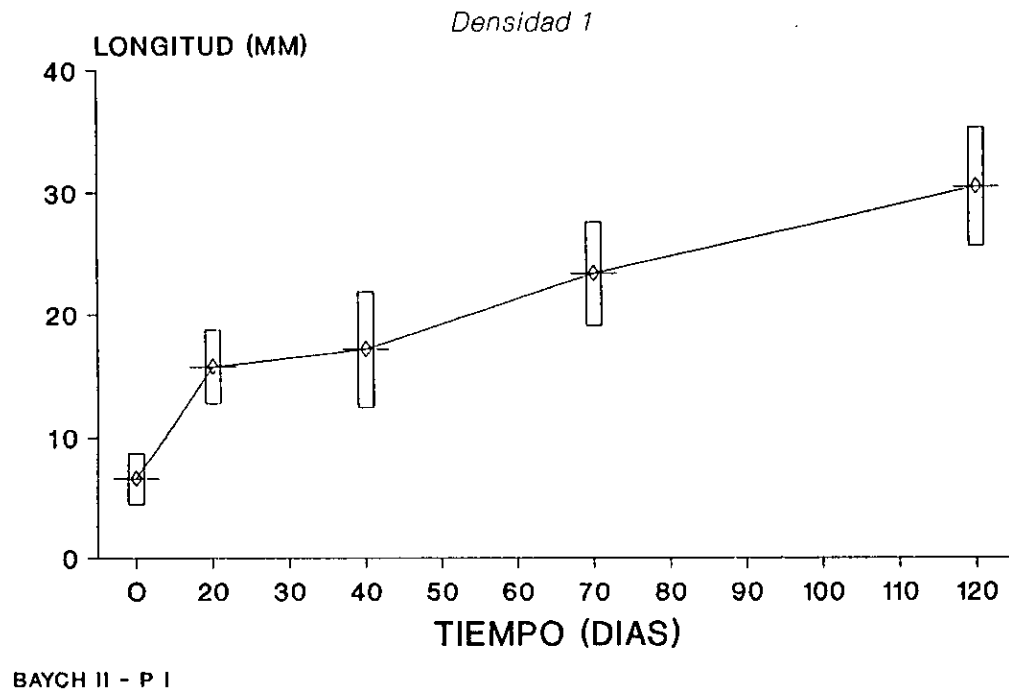


Figura 7. Crecimiento de ostiones a densidad baja, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO OSTIONES

EXPERIMENTO DENSIDAD

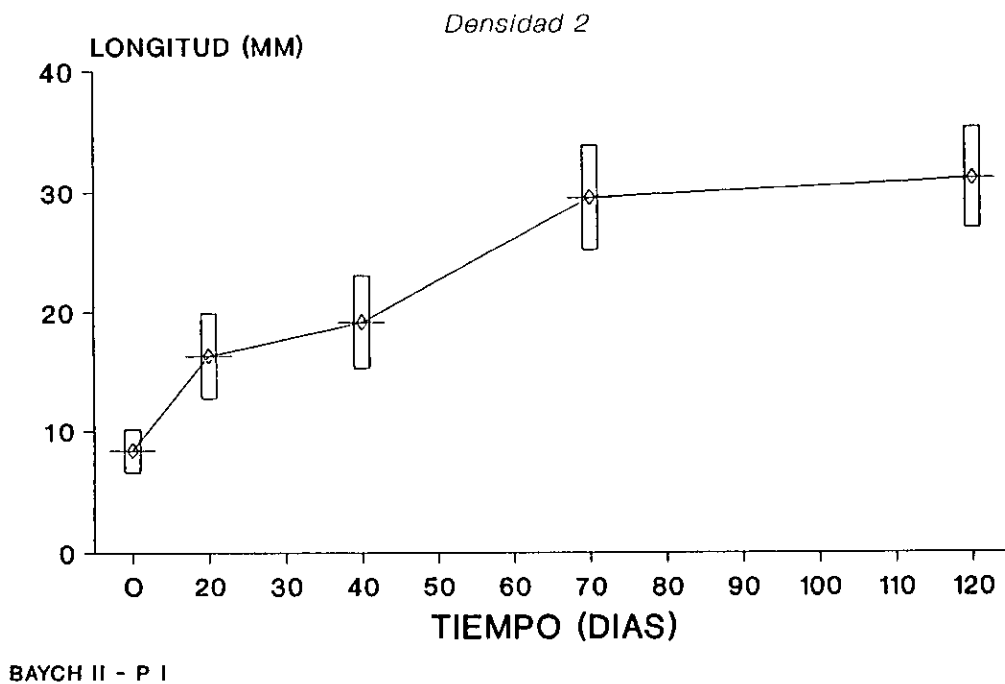
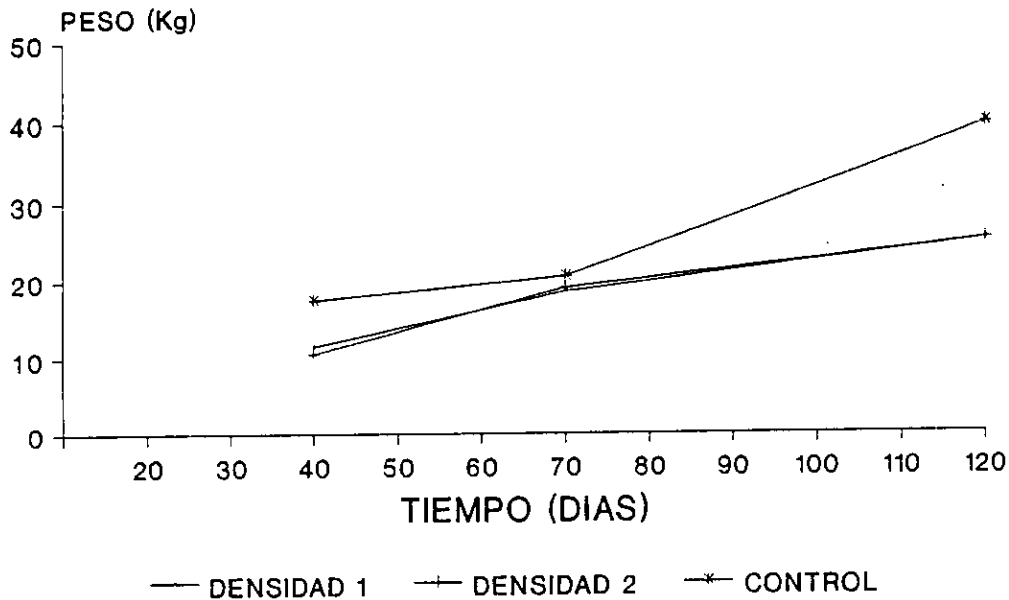


Figura 8. Crecimiento de ostiones a densidad alta, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

EXPERIMENTO DENSIDAD

PESO SISTEMAS

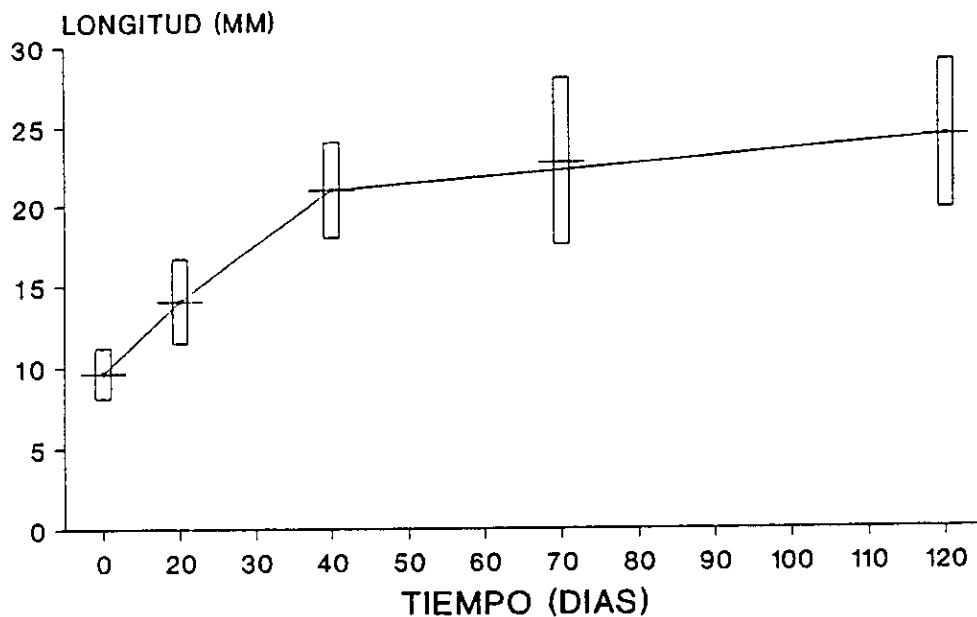


BATCH II- P I

Figura 9. Variación del peso de los sistemas de cultivo mantenidos durante 120 días a media agua, con tres distintas densidades de erizos.

CRECIMIENTO OSTIONES

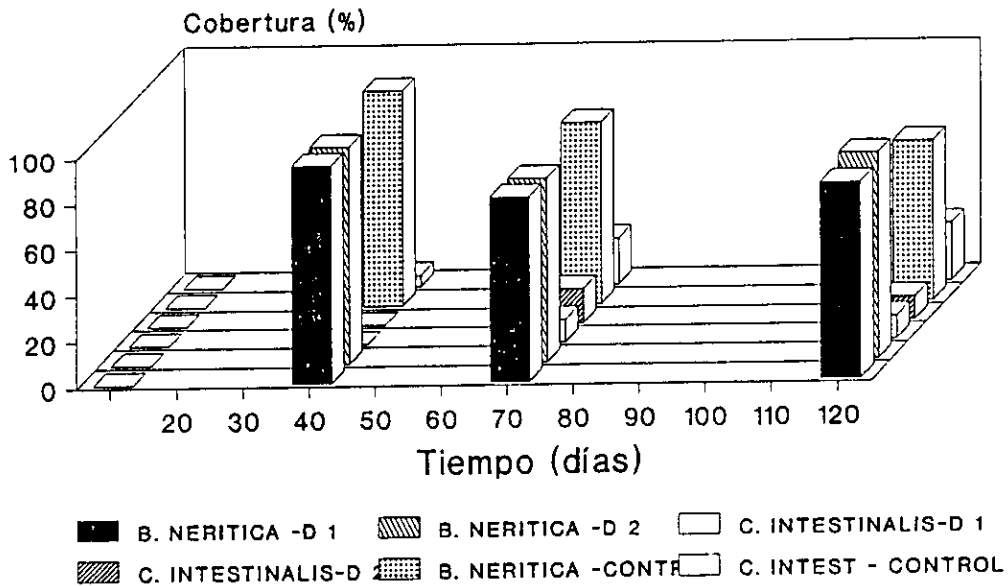
CONTROL



BATCH II - P I

Figura 10. Crecimiento de ostiones mantenidos durante 120 días a media agua, sin erizos.

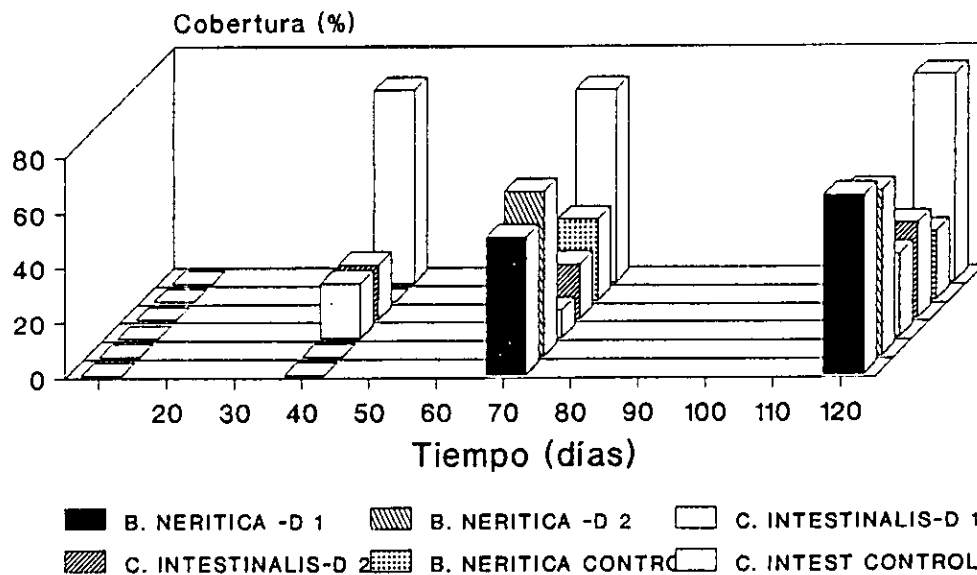
COBERTURA PARED SISTEMA EXPERIMENTO DENSIDAD



BATCH II - P I

Figura 11. Variación de la cobertura de las paredes de los sistemas mantenidos durante 120 días en el mar, con dos distintas densidades de erizos, en cultivo mixto.

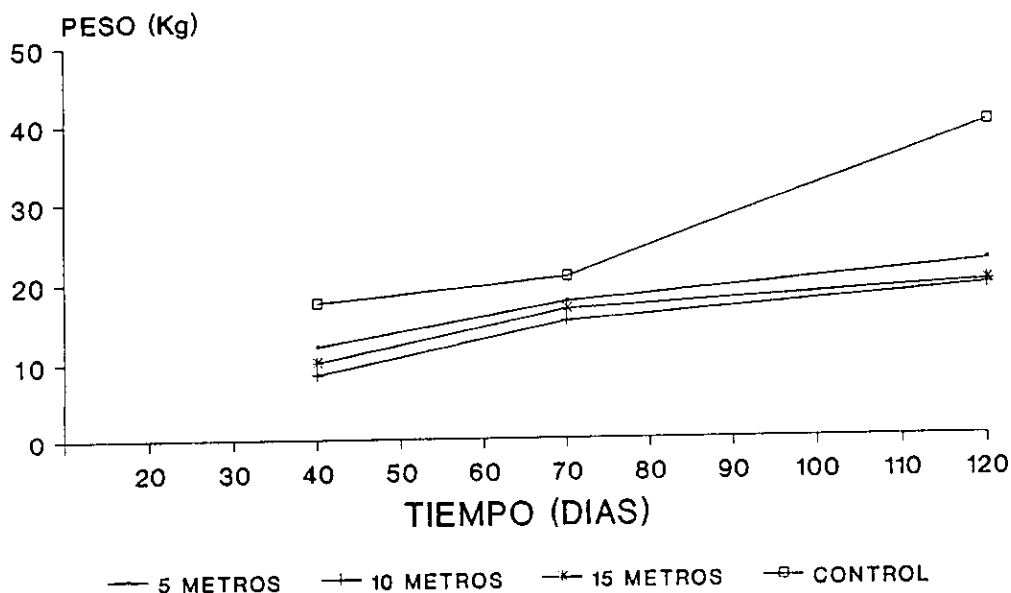
COBERTURA PISO SISTEMA EXPERIMENTO DENSIDAD



BATCH II - P I

Figura 12. Variación de la cobertura del piso de los sistemas mantenidos durante 120 días en el mar, con dos distintas densidades de erizos, en cultivo mixto.

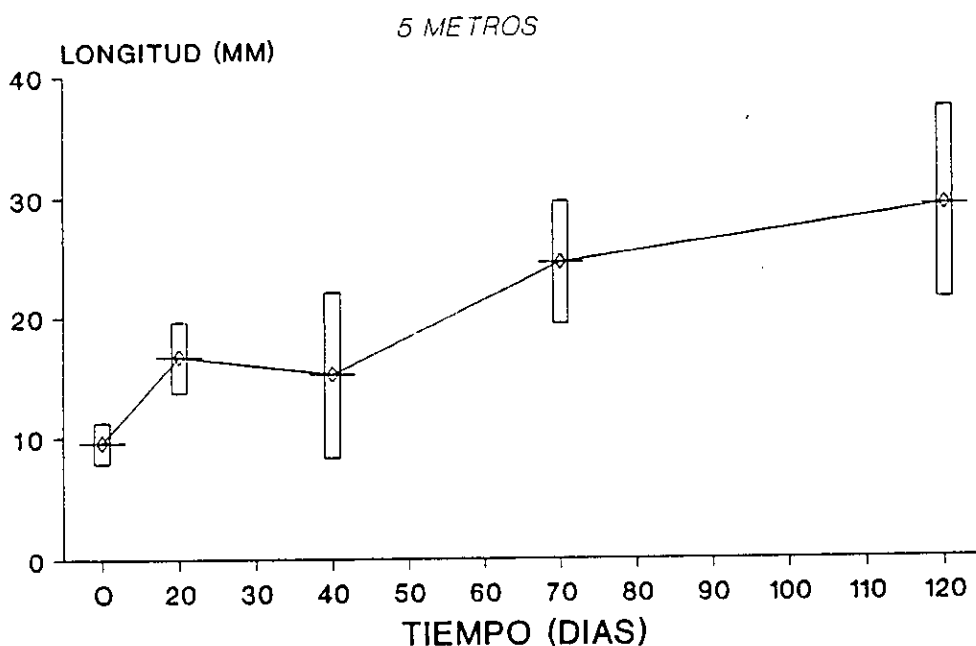
EXPERIMENTO PROFUNDIDAD PESO SISTEMAS



BATCH II- P I

Figura 13. Variación del peso de los sistemas de cultivo mantenidos durante 120 días a tres distintas profundidades en el mar.

CRECIMIENTO OSTIONES EXPERIMENTO PROFUNDIDAD



BAYCH II - P I

Figura 14. Crecimiento de ostiones a 5 metros de profundidad, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO OSTIONES EXPERIMENTO PROFUNDIDAD

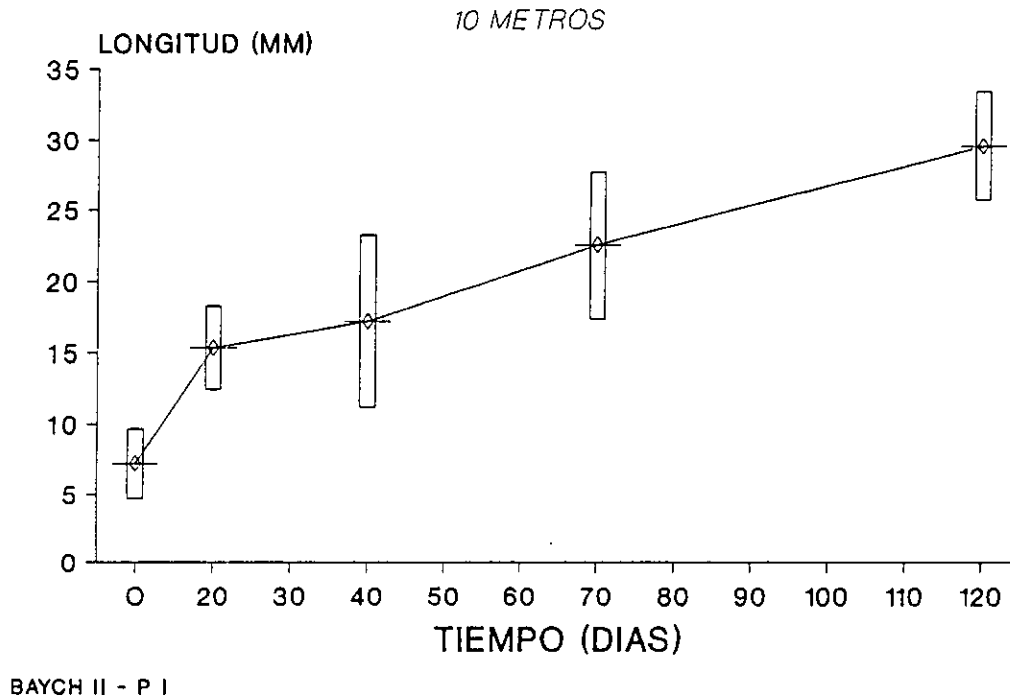


Figura 15. Crecimiento de ostiones a 10 metros de profundidad, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO OSTIONES EXPERIMENTO PROFUNDIDAD

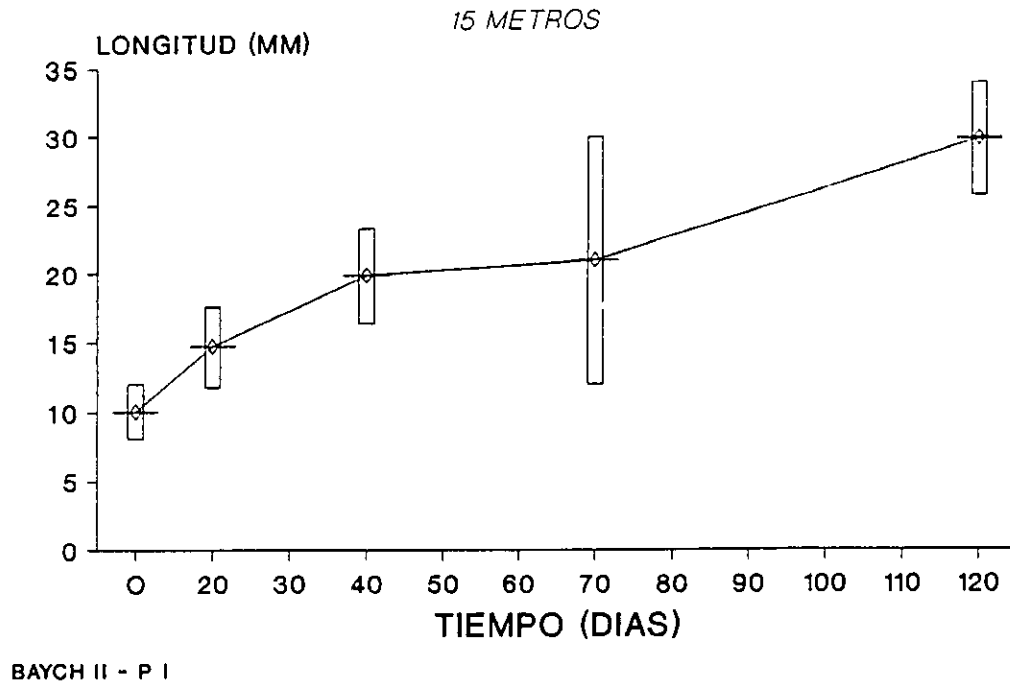
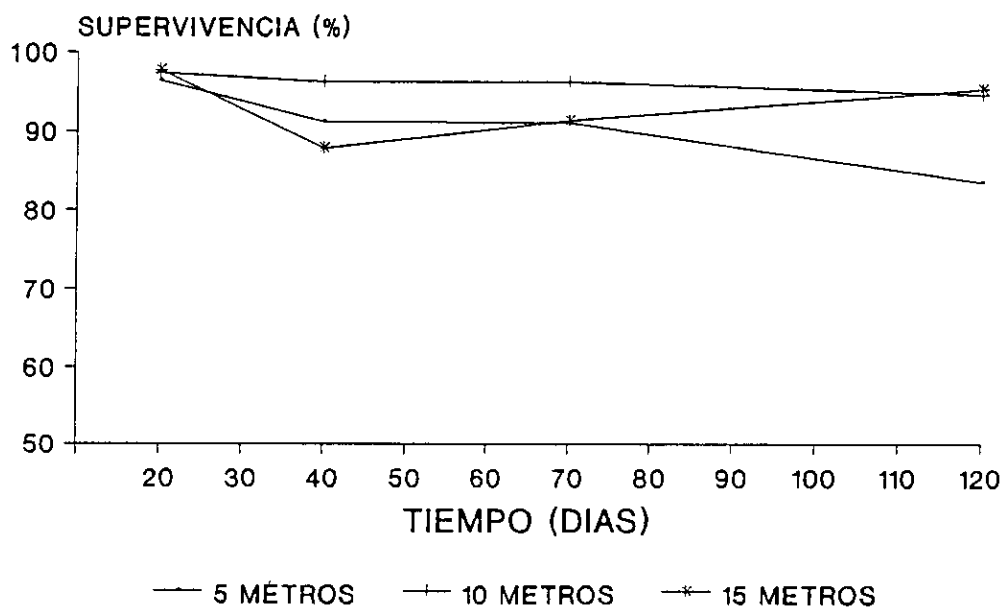


Figura 16. Crecimiento de ostiones a 15 metros de profundidad, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

SUPERVIVENCIA ERIZOS

EXPERIMENTO PROFUNDIDAD

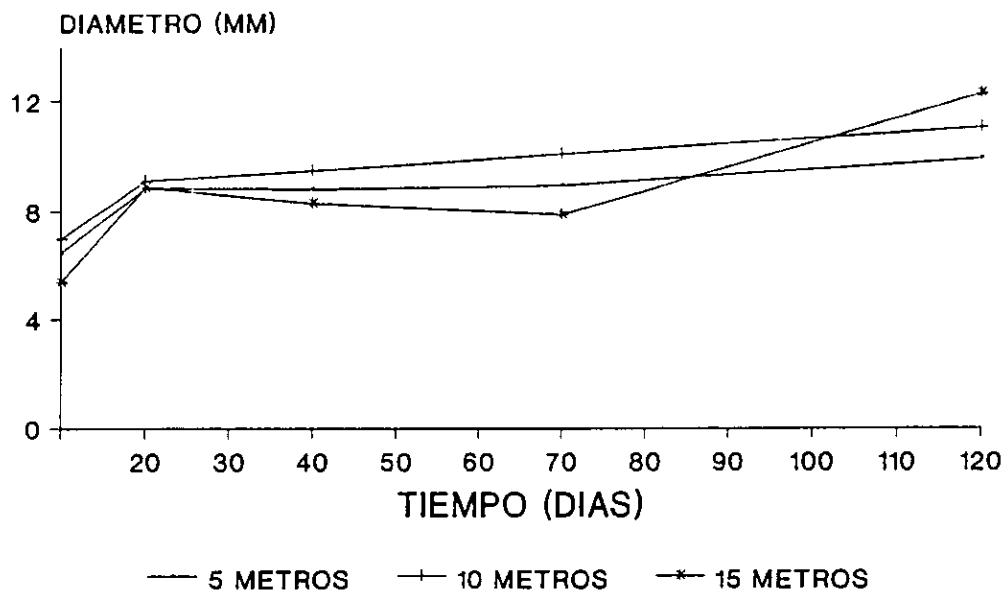


BATCH II - P I

Figura 17. Supervivencia erizos a tres profundidades distintas, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO ERIZOS

EXPERIMENTO PROFUNDIDAD

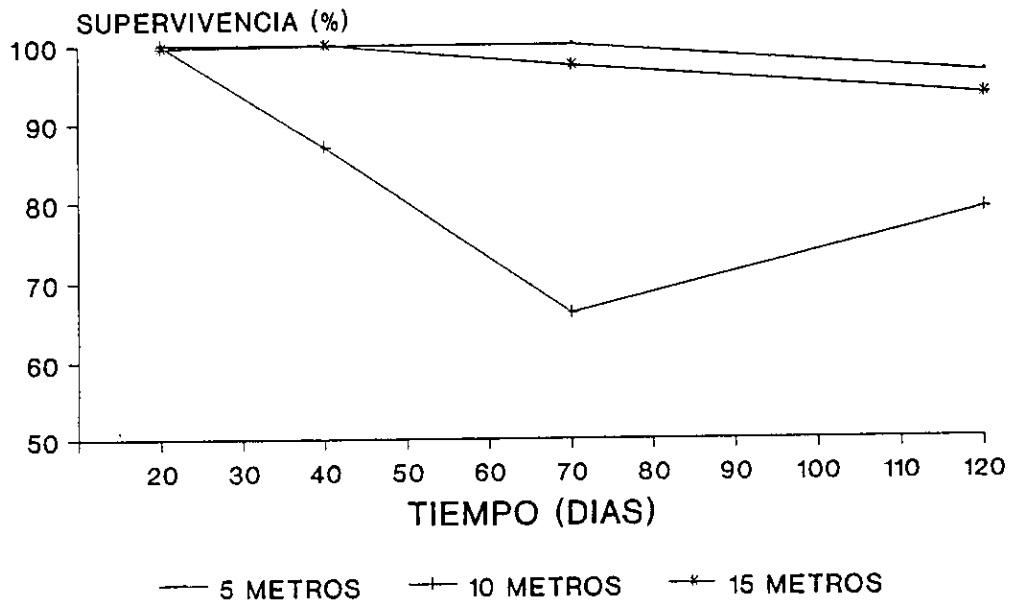


BATCH II- P I

Figura 18. Crecimiento de erizos a tres profundidades distintas, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

SUPERVIVENCIA OSTIONES

EXPERIMENTO PROFUNDIDAD

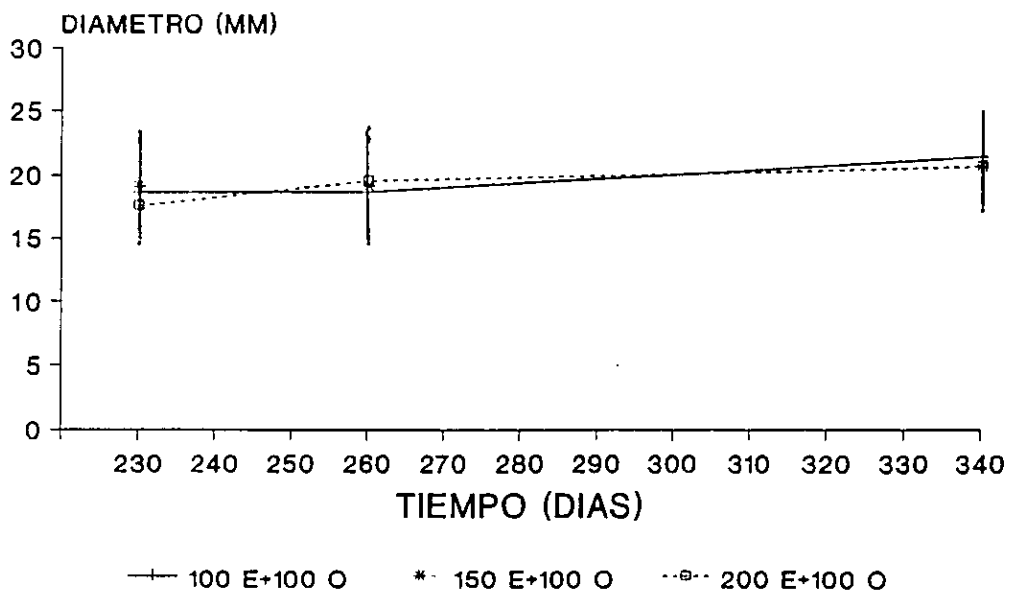


BATCH II - P I

Figura 19. Supervivencia ostiones a tres profundidades distintas, mantenidos durante 120 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO ERIZOS

EXPERIMENTO DENSIDAD

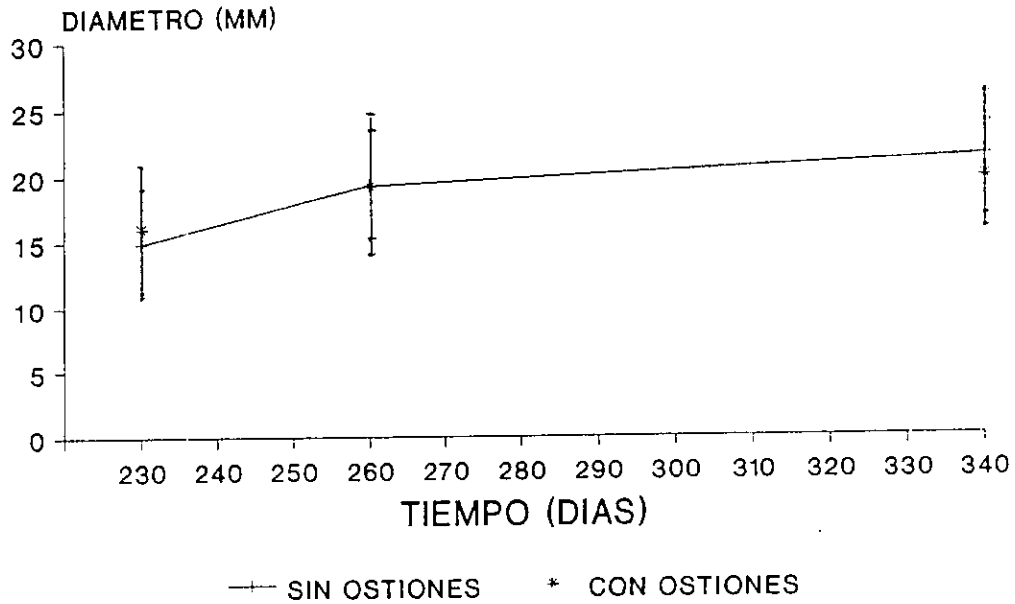


BATCH I (DESDE SEGUNDO DESDOBLE)

Figura 20. Crecimiento de erizos a tres densidades distintas, mantenidos durante 110 días en cultivo mixto ostión-erizo.

CRECIMIENTO ERIZOS

EXPERIMENTO ALIMENTACION

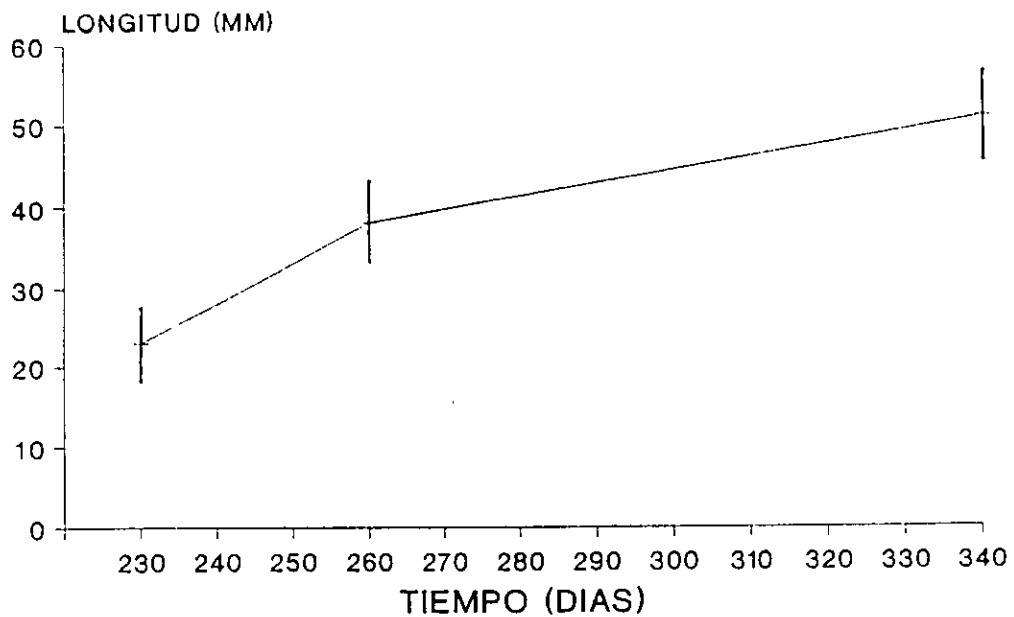


BATCH I (DESDE SEGUNDO DESDOBLE)

Figura 21. Crecimiento de erizos alimentados con algas y mantenidos con sin ostiones durante 110 días en el mar.

CRECIMIENTO OSTIONES

CONTROL (sólo ostiones)

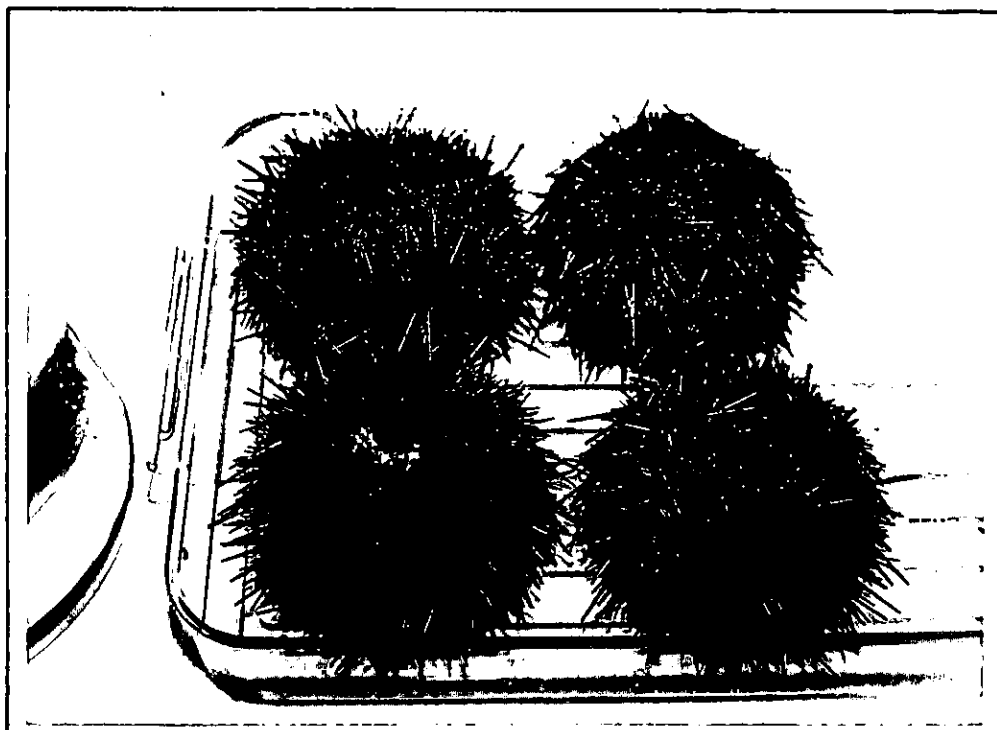


BATCH I (DESDE SEGUNDO DESDOBLE)

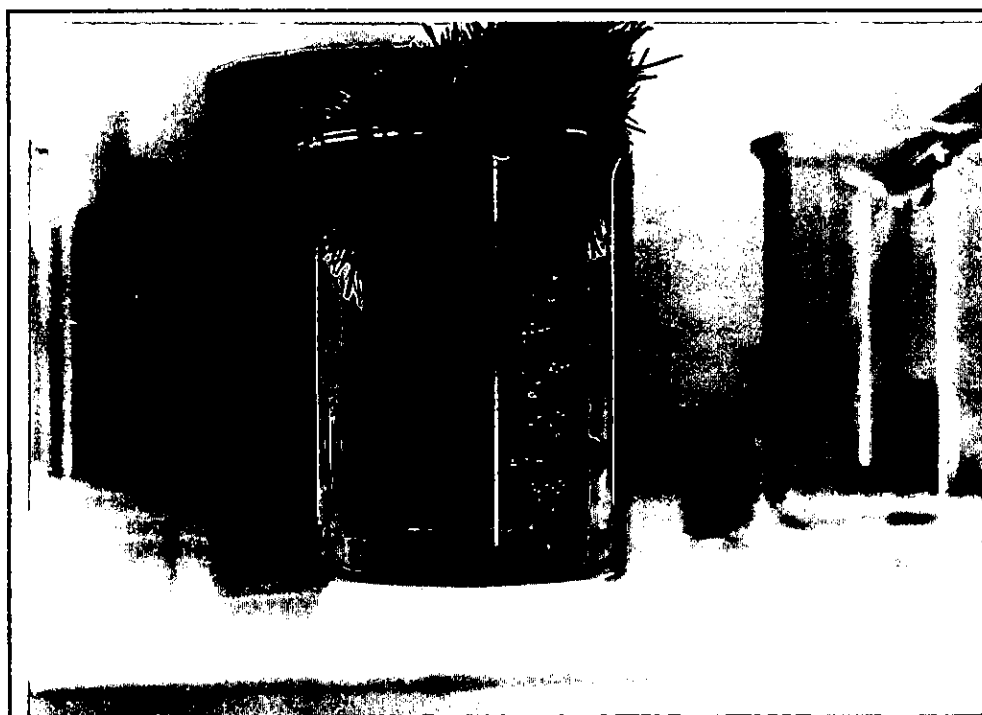
Figura 22. Crecimiento de ostiones mantenidos durante 110 días a media agua en el mar sin erizos.

ANEXO N° 3

FOTOGRAFÍAS DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO



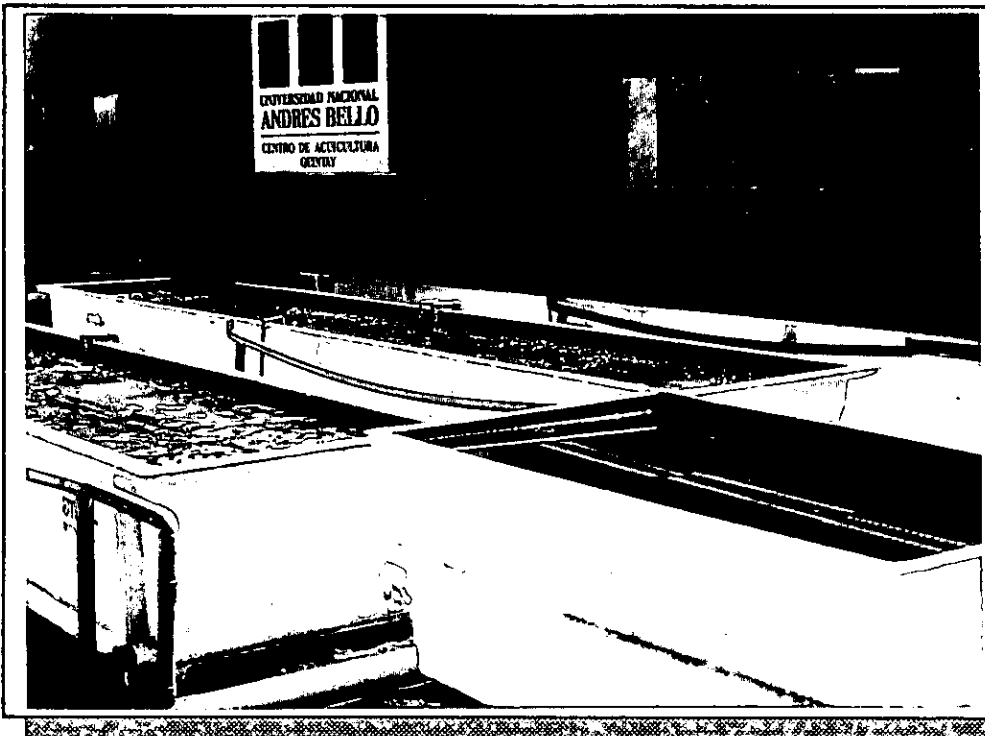
Fotografía N°3: Erizos reproductores machos y hembras, seleccionados del ambiente natural del sector de Quintay.



Fotografía N°4: Hembra desovando. Libera los óvulos en agua de mar filtrada y esterilizada.



Fotografía N° 9: Bolsas de cultivo masivo de microalgas de diversas especies para la alimentación de las larvas de erizo.



Fotografía N°10: Estanques de cultivo de post-larvas con los sets de placas para la fijación de las larvas metamorfoseadas. Están ubicados en el exterior para mantener condiciones de ambiente natural y obtener del agua que se suministra con bombas, el aporte de alimentación para los erizos, por medio de la fijación de Diatoméas, microalgas, algas filamentosas y todos aquellos organismos que se fijan en las superficies y que componen el fouling.



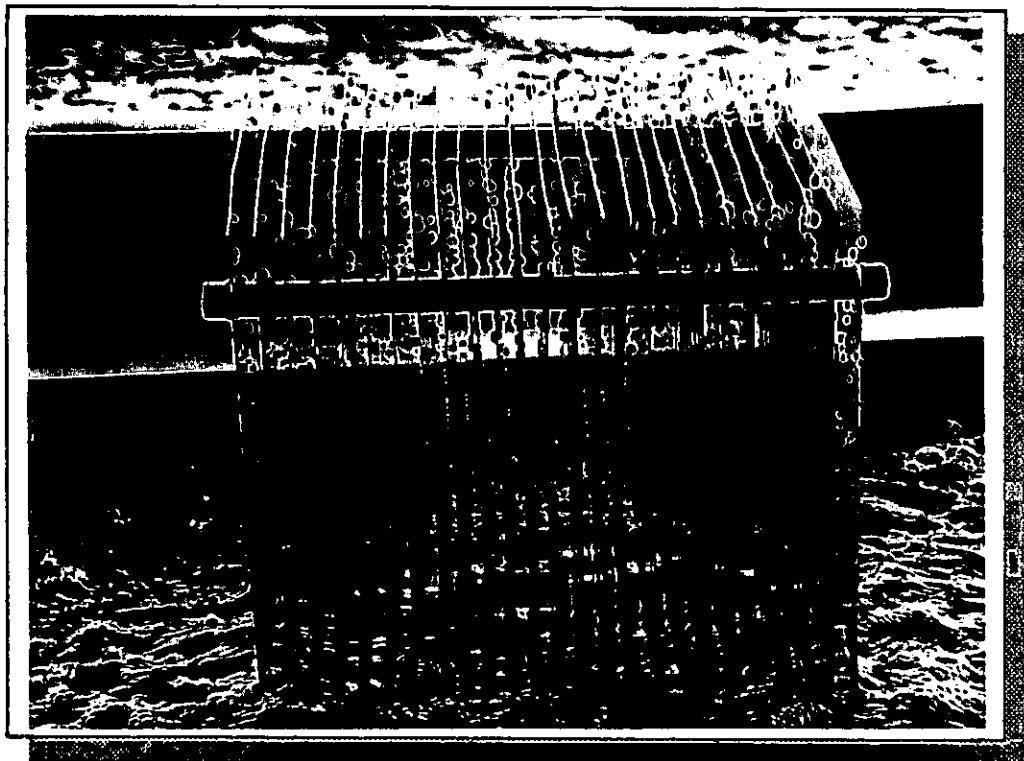
Fotografía N°11: Manejo del cultivo de post-larvas en sets de placas.



Fotografía N°12:
Macrofotografía que muestra erizos fijados en la superficie de una placa de cultivo. Después de 2 meses de cultivo en las placas tienen una talla promedio de 2 mm, según se puede ver comparativamente con la punta del bolígrafo.



Fotografía N°13:
Macrofotografía que muestra erizos fijados en la superficie de una placa de cultivo. Después de 3 meses de cultivo en las placas tienen una talla promedio de 4 mm, según se puede ver comparativamente con la punta del bolígrafo.



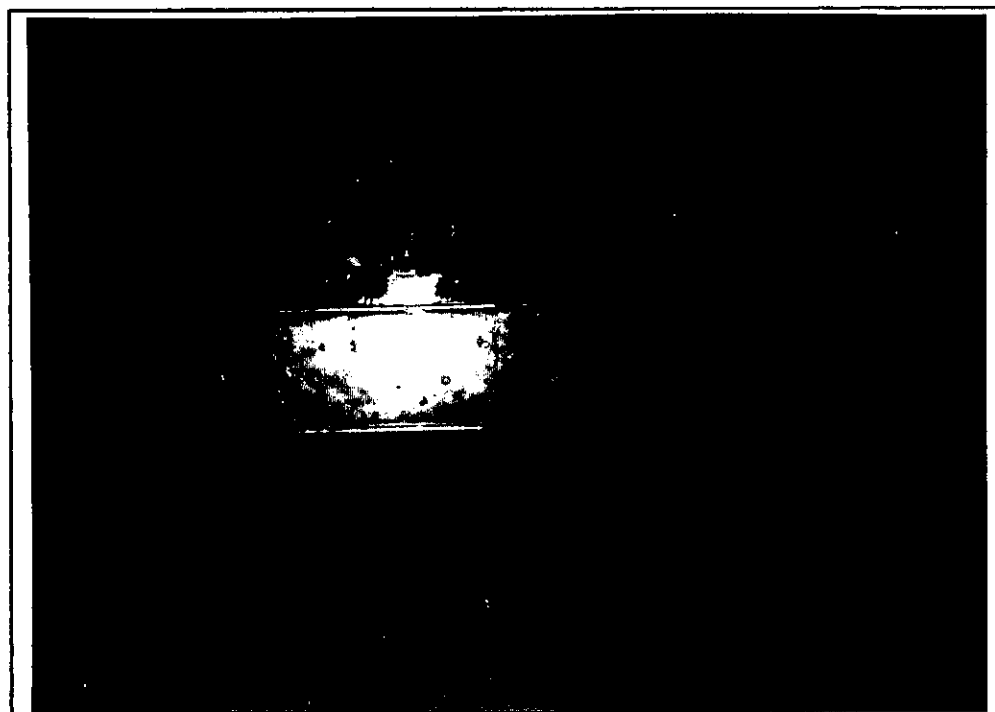
Fotografía N°14: Set de placas con erizos de 4 meses de cultivo que se alimentan del fouling que ha colonizado las placas. La talla promedio es de 5 mm.



Fotografía N°15: Cosecha de las semillas de erizos para ser transportados a Tongoy. Los erizos son retirados con una brocha y un chorro de agua de mar, para no dañar sus púas y los podios.



Fotografía N°16: Tamizado de las semillas de erizos para eliminar los de tallas menores a 5 mm.



Fotografía N°17: Muestra de la dispersión de tallas que se obtiene en la producción de semillas. Las semillas que no han alcanzado la talla mínima son reingresadas a los sistemas de cultivo en placas.



Fotografía N°18: Embalaje en cajas de Poliestireno expandido, en las cuales se montan las semillas en capas separadas con espuma plástica humedecidas con agua de mar. El interior de las cajas se mantiene frío con gel refrigerante para disminuir el metabolismo durante el traslado.

MONTAJE DE EXPERIMENTOS Y CULTIVO MIXTO EN TONGOY BATCH I DE SEMILLAS DE ERIZO



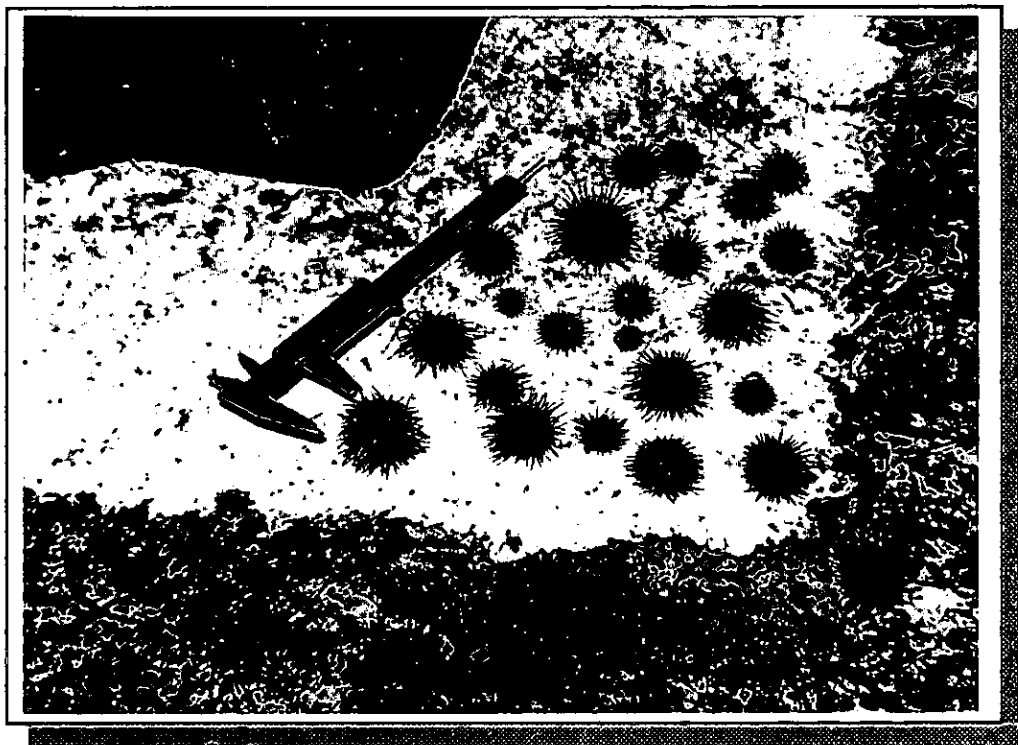
Fotografía N°19: Después de un traslado exitoso se desembalan las semillas de erizo echandolas en agua de mar fresca, para mantenerlas mientras se introducen en los sistemas de cultivo suspendido junto con las semillas de ostiones.



Fotografía N°22: Control de linternas a los 8 meses de introducidas al mar. En este caso se trata de una linterna control con ostiones solos, sin erizos en el sistema.

Fotografía N°23: Control de linterna con 8 meses de cultivo mixto de ostiones y erizos. Se evidencia una notoria diferencia en cuanto a la menor fijación de fouling, apreciándose incluso a través de la malla el interior del piso de la linterna.





Fotografía N°24: Control de tallas a los 8 meses de cultivo mixto, observándose una talla promedio de 18 mm. Se observó ejemplares con más de 24 mm de diámetro de testa mientras que otros de aproximadamente 10 mm.

CONTROL DEL CULTIVO MIXTO DEL SEGUNDO BATCH DE ERIZOS



Fotografía N°25: Control de un reinal de pearl-net de 2mm de tamaño de malla con 4 meses de cultivo mixto. Se evidencia un aumento del peso por la fijación de fouling.



Fotografía N°26: Control de reinal sin erizos, introducido al mar el mismo día que el anterior. Se evidencia un significativo aumento de la fijación de fouling y especialmente de Cionas en este último caso.



Fotografía N°27: El aumento de peso del reinal sin erizos, quedó en evidencia al cortarse en el momento que era levantado para observar la diferencia con los reinales que si tienen erizos. Además se aprecian las masas de Ciona (Piure Blanco) que se han fijado transcurrido 4 meses desde que fueron introducidos al mar.



Fotografía N°28: El interior de los pearl-net sin erizos muestra fijación de algas filamentosas y Cionas, que bloquean gran parte de la malla.



Fotografía N°29: El interior de los pearl-net con erizos se encuentran prácticamente limpios de algas, pero se observaron algunas Cionas que lograron desarrollarse. El exterior también mostraba gran cantidad de algas filamentosas, aunque queda un buen porcentaje de malla libre aún.



Fotografía N°30: Aquí se puede apreciar que un buen porcentaje de la malla está libre de fouling, permitiendo que circule el agua desde y hacia el interior del pearl-net, en el caso de los sistemas con erizos.



Fotografía N°31: Muestra de los erizos después de 4 meses de cultivo mixto en los pearl-net con ostiones. La talla promedio que se observó fue de 10 mm aprox.



Fotografía N°32: Al controlar un reinal con erizos del primer batch, se pudo apreciar el excelente trabajo de control del fouling que pueden realizar los erizos cuando logran salir fuera de los sistemas.